Signature Not Verified
Digitally signed by VARVARA ZACHARAKI
Date: 2017.11.20 10:24:48 EET
Reason: Signed PDF (embedded)
Location: Athens, Ethniko Typografio

ΕΦΗΜΕΡΙΔΑ
ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ
ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

17 Νοεμβρίου 2017 | ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ | Αρ. Φύλλου **4003**

ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

Αριθμ. ΔΕΠΕΑ/οικ. 182365

Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων.

Ο ΥΠΟΥΡΓΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Έχοντας υπόψη:

1. Το π.δ. 63/2005 "Κωδικοποίηση νομοθεσίας για την Κυβέρνηση και τα κυβερνητικά όργανα" (Α'/98) και ειδικότερα το άρθρο 90 αυτού.

2. Το π.δ. 100/2014 "Οργανισμός Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής" (Α'/167) και ιδίως τα άρθρα 10, 11 και 42 αυτού.

3. Το π.δ. 70/2015 "Ανασύσταση των Υπουργείων Πολιτισμού και Αθλητισμού, ... και του Υπουργείου Παραγωγικής Ανασυγκρότησης, Περιβάλλοντος και Ενέργειας σε Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. ..." (Α'/114).

4. Το π.δ. 125/2016 "Διορισμός Υπουργών, Αναπληρωτών Υπουργών και Υφυπουργών" (Α'/210).

5. Την οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαΐου 2010 "Για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (αναδιατύπωση)" (OJ L 153/18.6.2010).

6. Το ν. 4122/2013 "Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις" (Α'/42).

7. Το ν. 4409/2016 "Πλαίσιο για την ασφάλεια στις υπεράκτιες εργασίες έρευνας και εκμετάλλευσης υδρογονανθράκων, ενσωμάτωση της Οδηγίας 2013/30/ΕΕ, τροποποίηση του π.δ. 148/2009 και άλλες διατάξεις." (Α'/136) και ιδίως τα άρθρα 49 και 52 έως και 59 αυτού.

8. Το ν. 4030/2011 "Νέος τρόπος έκδοσης αδειών δόμησης, ελέγχου κατασκευών και λοιπές διατάξεις." (Α'/249)

9. Το ν. 4067/2012 "Νέος Οικοδομικός Κανονισμός" (Α'/79).

10. Τη ΔΕΠΕΑ/οικ.178581/30.06.2017 απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος και Ενέργειας "Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων" (Β'/2367).

11. Την οικ. 2618/23.10.2014 απόφαση του Αναπληρωτή Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής "Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων." (Β'/2945) και ιδίως τα Παραρτήματα 1, 2, 4 και 5 αυτής.

12. Την 3046/304/1989 απόφαση του Αναπληρωτή Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων "Κτιριοδομικός Κανονισμός" (Δ'/59).

13. Την 170192/9/05.01.2017 Σύμβαση μεταξύ του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ), Επιτελική Δομή ΕΣΠΑ και του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΕΕ) για το έργο «Εκπόνηση απαιτούμενων ενεργειών για την αναθεώρηση του υφιστάμενου πλαισίου για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων».

14. Τη 2017/243/GR γνωστοποίηση Σχεδίου για έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών του ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (ΤΟΤΕΕ-1, 2 και 4) στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή, σε εφαρμογή των διατάξεων του π.δ. 39/2001 (Α'/28).

15. Το GROW/B2/AL/CS/bml (2017) 2842714/16.06.2017 έγγραφο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής με έγκριση του αιτήματος εφαρμογής της διαδικασίας επείγοντος που αναφέρεται στο άρθρο 6, παράγραφος 7 της οδηγίας (ΕΕ) 2015/1535.

16. Το 635/07.08.2017 έγγραφο της Επιτελικής Δομής ΕΣΠΑ του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

17. Το γεγονός ότι από τις διατάξεις της παρούσας απόφασης δεν προκαλείται δαπάνη σε βάρος του κρατικού προϋπολογισμού, αποφασίζουμε:

1. Εγκρίνεται και ορίζεται υποχρεωτική η εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (ΤΟΤΕΕ):

α) ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 "Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης" - Α΄Έκδοση, ως ενσωματώνεται στο ακόλουθο Παράρτημα 1 το οποίο αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της παρούσας απόφασης.

β) ΤΟΤΕΕ 20701-2/2017 "Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων" - Α΄Έκδοση, ως ενσωματώνεται στο ακόλουθο Παράρτημα 2 το οποίο αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της παρούσας απόφασης.

γ) ΤΟΤΕΕ 20701-4/2017 "Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού" - Α΄Έκδοση,

ως ενσωματώνεται στο ακόλουθο Παράρτημα 3 το οποίο αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της παρούσας απόφασης.

δ) ΤΟΤΕΕ 20701-5/2017 "Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού, Θερμότητας και Ψύξης: Εγκαταστάσεις σε κτήρια" - Α’ Έκδοση, ως ενσωματώνεται στο ακόλουθο Παράρτημα 4 το οποίο αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της παρούσας απόφασης.

2. Η ισχύς της απόφασης αυτής αρχίζει από τη δημοσίευσή της στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

3. Από την έναρξη ισχύος της παρούσης απόφασης καταργούνται, με την επιφύλαξη της προηγούμενης παραγράφου, οι ακόλουθες ΤΟΤΕΕ της οικ. 2618/23.10.2014 απόφασης του Αναπληρωτή Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής "Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων." (Β’ 2945):

α) η ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 - Γ’ Έκδοση του Παραρτήματος 1 της ανωτέρω απόφασης

β) η ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010 - Β’ Έκδοση του Παραρτήματος 2 της ανωτέρω απόφασης

γ) η ΤΟΤΕΕ 20701-4/2010 - Γ’ Έκδοση του Παραρτήματος 4 της ανωτέρω απόφασης

δ) η ΤΟΤΕΕ 20701-5/2012 - Β’ Έκδοση του Παραρτήματος 5 της ανωτέρω απόφασης.

Παράρτημα 1

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - Υ.Π.ΕΝ.

ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ

ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017

ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΚΔΟΣΗ ΤΟΥ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΤΟΥ Κ.ΕΝ.Α.Κ. (2017)

Α’ έκδοση

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2017

Η ομάδα εργασίας που επεξεργάστηκε την παρούσα αναθεωρημένη έκδοση της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.:

Ονοματεπώνυμο	**Ειδικότητα**
Ανδρουτσόπουλος Ανδρέας	Μηχανολόγος Μηχανικός
Αραβαντινός Δημήτριος	Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
Γκόνης Νικόλαος	Μηχανολόγος Μηχανικός
Δημούδη Αργυρώ	Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
Δούλος Λάμπρος	Φυσικός
Δρούτσα Καλλιόπη	MSc Φυσικός Περιβάλλοντος
Ευθυμιάδης Απόστολος	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
Θεοδοσίου Θεόδωρος	Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
Καραούλης Απόστολος	Πολιτικός Μηχανικός
Καρέλλας Σωτήριος	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
Κατσαρός Μιλτιάδης	Δρ. Αρχιτέκτων Μηχανικός
Κατσιμίχας Σωτήριος	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
Μανδηλαράς Ιωάννης	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
Μαντάς Δημήτριος	MSc Μηχανολόγος Μηχανικός
Μπαλαράς Κωνσταντίνος	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
Πάλλης Πλάτωνας	Μηχανολόγος Μηχανικός
Παντελίδης Γεώργιος	Μηχανολόγος Μηχανικός
Ρηγόπουλος Παναγιώτης	Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
Σαραφιανός Δημήτρης	Μηχανολόγος Αεροναυπηγός Μηχανικός
Τσικαλουδάκη Αικατερίνη	Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
Τσόκα Στέλλα	Πολιτικός Μηχανικός

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ 2017

Στο πλαίσιο της Κοινοτικής Οδηγίας 91/2002/ΕΚ «για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων», η χώρα μας είχε την υποχρέωση να εναρμονιστεί μέχρι τον Ιανουάριο του 2006 με την έκδοση και την εφαρμογή σχετικών νομοθετικών διατάξεων. Το πρώτο βήμα για την εναρμόνισή μας με την Κοινοτική Οδηγία αυτή ήταν η έκδοση του ν. 3661/2008 (ΦΕΚ Α΄ 89) «Μέτρα για τη μείωση της Ενεργειακής Κατανάλωσης των Κτιρίων και άλλες διατάξεις». Βάσει του νόμου υπήρχε η υποχρέωση έκδοσης σχετικού «Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης κτηρίων» (Κ.Εν.Α.Κ.) στον οποίο, μεταξύ άλλων, θα πρέπει να καθορίζονται οι ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές και απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης των νέων και ριζικά ανακαινιζόμενων, καθώς και η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων (ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13790 και των λοιπών σχετικών προτύπων). Η οδηγία 91/2002/ΕΚ τροποποιήθηκε από την οδηγία 31/2010/ΕΚ και η εναρμόνισή μας με τη νέα οδηγία έγινε με την έκδοση του νέου νόμου 4122/2013 (ΦΕΚ Α' 42) «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων - Εναρμόνιση με την οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις».

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) αποτελεί υποχρέωση της χώρας τόσο προς τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Κοινοτική Οδηγία), αλλά περισσότερο προς τους πολίτες της. Ο κτιριακός πλούτος της χώρας πρέπει, σύμφωνα με τις σύγχρονες απαιτήσεις διαβίωσης, να αποκτήσει καλύτερη ενεργειακή συμπεριφορά μέσω της σωστής διαχείρισης και εξοικονόμησης ενέργειας. Με αυτό τον τρόπο, εκτός από την ασφάλεια και την αισθητική που μέχρι σήμερα ήταν τα κυριότερα στοιχεία ενός κτηρίου, προστίθεται και η μέριμνα, έτσι ώστε η κατανάλωση ενέργειας να είναι κατά το δυνατόν χαμηλότερη, με ταυτόχρονη εξασφάλιση άριστων συνθηκών για τους χρήστες. Η αποτελεσματική διαχείριση της ενέργειας προστατεύει άμεσα και έμμεσα το περιβάλλον, εξοικονομεί ενεργειακούς πόρους και επιπλέον συμβάλλει στην οικονομία όχι μόνο των χρηστών των κτηρίων, αλλά και της ίδιας της χώρας.

Το 2010, το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας αξιοποιώντας το επιστημονικό δυναμικό των Μελών, του κατάρτισε σε συνεργασία με την Πολιτεία τις απαραίτητες Τεχνικές Οδηγίες, οι οποίες εξειδικεύουν τα πρότυπα των μελετών και των επιθεωρήσεων της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, στα Ελληνικά κλιματικά και κτιριακά δεδομένα. Παράλληλα το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας ανέπτυξε ειδικό λογισμικό για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και κατάταξης (βαθμονόμησης) των κτηρίων, τόσο κατά την διαδικασία ενεργειακών επιθεωρήσεων, όσο και κατά την εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης.

Το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας υλοποιώντας τη δέσμευση του για τη συνεχή υποστήριξη της αποτελεσματικής εφαρμογής του Κ.Εν.Α.Κ, συνέβαλε καθοριστικά στην αναθεώρηση του ΚΕΝΑΚ, βάσει των διατάξεων του Ν. 4122/2013, και προχώρησε στην αναθεώρηση των σχετικών Τεχνικών Οδηγιών σε συνεργασία με την Πολιτεία.

Οφείλω να ευχαριστήσω όλους τους συναδέλφους, και τους υπόλοιπους επιστήμονες άλλων ειδικοτήτων, που με όραμα και επιμονή συνέβαλαν καθοριστικά στη διαμόρφωση του Κ.Εν.Α.Κ και των ΤΟΤΕΕ.

Το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας ως τεχνικός σύμβουλος της πολιτείας, αλλά και εκπροσωπώντας τα Μέλη του, τους Διπλωματούχους Μηχανικούς, στήριξε και θα συνεχίσει να στηρίζει στο μέλλον την αποτελεσματική εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ.

Ο Πρόεδρος του ΤΕΕ

Γιώργος Ν. Στασινός

Ομάδα εργασίας που συνέταξε αυτήν την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε:

Ονοματεπώνυμο	Ειδικότητα
ΑΝΔΡΟΥΤΣΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός, M.Sc
ΑΡΑΒΑΝΤΙΝΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
ΓΑΓΛΙΑ ΑΘΗΝΑ	Μηχανολόγος Μηχανικός, M.Sc
ΓΙΑΝΝΑΚΙΔΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΓΙΔΑΚΟΥ ΓΑΡΥΦΑΛΛΙΑ	Χημικός Μηχανικός
ΔΗΜΟΥΔΗ ΑΡΓΥΡΩ	Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
ΔΡΟΥΤΣΑ ΚΑΛΛΙΟΠΗ	Φυσικός, M.Sc
ΕΥΘΥΜΙΑΔΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΖΑΧΑΡΙΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΗΛΙΑΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΘΕΟΔΟΣΙΟΥ ΘΕΟΔΩΡΟΣ	Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
ΚΑΛΛΙΑΚΟΥΔΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΚΑΤΣΙΜΙΧΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΚΤΕΝΙΑΔΑΚΗΣ ΜΙΧΑΛΗΣ	Μηχανολόγος-Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
ΛΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ	Ηλεκτρολόγος-Μηχανολόγος Μηχανικός
ΛΑΜΠΡΟΠΟΥΛΟΥ ΛΕΝΑ	Αρχιτέκτονας Μηχανικός, M.Sc
ΛΑΣΚΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	Πολιτικός Μηχανικός
ΜΑΛΑΧΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ	Δρ. Ηλεκτρολόγος-Μηχανολόγος Μηχανικός
ΜΑΝΤΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός, M.Sc
ΜΑΡΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΜΑΡΗΣ ΤΗΛΕΜΑΧΟΣ	Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
ΜΠΑΛΑΡΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΠΟΛΥΧΡΟΝΗ ΕΛΠΙΔΑ	Μηχανολόγος Μηχανικός, M.Sc
ΣΑΓΙΑ ΖΩΗ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΣΩΦΡΟΝΗΣ ΗΛΙΑΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΤΣΑΓΚΡΑΣΟΥΛΗΣ ΑΡΗΣ	Δρ. Φυσικός
ΤΣΙΚΑΛΟΥΔΑΚΗ ΚΑΤΕΡΙΝΑ	Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
ΧΑΣΑΠΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, M.Sc

Συνεργάστηκαν:

Ονοματεπώνυμο	Ειδικότητα
ΑΒΔΕΛΙΔΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός Υλικών
ΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	Μηχανολόγος-Ηλεκτρολόγος Μηχανικός

ΒΑΦΙΑΣ ΙΩΑΝΝΗ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΒΙΡΒΙΛΗ ΕΙΡΗΝΗ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΓΕΩΡΓΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ	Αρχιτέκτονας Μηχανικός
ΓΡΑΨΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	Αρχιτέκτονας Μηχανικός, MPhil
ΔΙΑΛΥΝΑΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ	Δρ. Ηλεκτρολόγος-Μηχανολόγος Μηχανικός
ΚΑΡΑΓΙΩΡΓΑΣ ΜΙΧΑΗΛ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΚΑΛΟΓΕΡΟΠΟΥΛΟΣ ΑΡΗΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΚΟΥΗ ΜΑΡΙΑ	Δρ. Χημικός Μηχανικός
ΚΟΥΤΣΙΚΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
ΛΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ	Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
ΛΥΚΟΣ ΠΑΝΤΕΛΗΣ	Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
ΜΑΝΑΣΗΣ ΛΑΜΠΡΟΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΜΟΥΜΟΥΡΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ	Ηλεκτρολόγος-Μηχανολόγος Μηχανικός
ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	Αρχιτέκτονας Μηχανικός
ΠΑΠΑΓΡΗΓΟΡΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΠΕΡΔΙΟΣ ΣΤΑΜΑΤΙΟΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΣΑΡΡΗ ΕΚΑΤΗ	Πολιτικός Μηχανικός
ΤΟΠΑΛΗΣ ΦΡΑΓΚΙΣΚΟΣ	Δρ. Ηλεκτρολόγος-Μηχανολόγος Μηχανικός
ΤΣΙΠΗΡΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	Πολιτικός Μηχανικός
ΦΩΤΟΠΟΥΛΟΣ ΑΥΓΟΥΣΤΙΝΟΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ	Μηχανολόγος-Ηλεκτρολόγος Μηχανικός

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η κλιματική αλλαγή, η ενεργειακή απεξάρτηση από τρίτες χώρες και η αναγκαιότητα αναβάθμισης του υπάρχοντος κτηριακού αποθέματος οδήγησαν την Ευρώπη στην έκδοση της κοινοτικής οδηγίας 2002/91/ΕΚ περί ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων. Η χώρα μας, ως όφειλε απέναντι στις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης και κυρίως απέναντι στους πολίτες της, εναρμόνισε την εθνική μας νομοθεσία με την κοινοτική οδηγία, σύμφωνα με τον νόμο 3661/2008.

Προϋπόθεση για την εφαρμογή του νόμου υπήρξε η έκδοση του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ) και το προεδρικό διάταγμα που θα καθόριζε τις προδιαγραφές και τις διαδικασίες εφαρμογής του συστήματος των Ενεργειακών Επιθεωρητών των Κτηρίων.

Η προσπάθεια έκδοσής τους διήρκησε συνολικά τρία χρόνια και έχει πια ολοκληρωθεί. Σε αυτήν τη μακρά πορεία δοκιμάστηκαν πολλά διαφορετικά μοντέλα επιστημονικής μεθοδολογίας και άλλαξαν αμέτρητες φορές οι επί μέρους διατάξεις. Είναι αξιοσημείωτη η μεγάλη καθυστέρηση, ενώ η χώρα, αρκετά χρόνια πριν την έκδοση της κοινοτικής οδηγίας, είχε ανενεργή πλήρη πρόταση και κανονισμό (Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.).

Το Τ.Ε.Ε., ως τεχνικός σύμβουλος της πολιτείας και εκπροσωπώντας τα 106.000 πλέον μέλη του, συνέβαλε καθοριστικά στη σύνταξη του Κ.Εν.Α.Κ και των τεχνικών οδηγιών του Τ.Ε.Ε. (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.), οι οποίες εξειδικεύουν τα πρότυπα των μελετών και των επιθεωρήσεων της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στα ελληνικά κλιματικά και κτηριακά δεδομένα. Γι'αυτόν το λόγο, ενεργοποίησε περισσότερους από εκατό επιστήμονες διαφόρων ειδικοτήτων, οι οποίοι ανέπτυξαν και ολοκλήρωσαν τις παραπάνω οδηγίες και έθεσαν τις βάσεις, ώστε τα οφέλη του εγχειρήματος εξοικονόμησης ενέργειας να είναι πολλαπλά, δηλαδή

- να είναι η ενεργειακή επιθεώρηση μια ουσιαστική επιθεώρηση αναβάθμισης του κτηριακού αποθέματος και όχι μια γραφειοκρατική, τυπική διαδικασία και
- να αλλάξει η ενεργειακή μελέτη τις ως σήμερα διακριτές μελέτες αρχιτεκτονικών, στατικών και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και να εισαγάγει στην εκπόνηση των μελετών την ουσιαστική συνεργασία και το κοινό σχεδιασμό, τη συμφιλίωση, δηλαδή, της σύγχρονης αρχιτεκτονικής με την τεχνολογία.

Αξίζει να επισημανθεί η καινοτομία εισαγωγής της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής κτηρίων, μέσω του Κ.Εν.Α.Κ και των Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., στο σχεδιασμό των κτηρίων μας.

Οφείλω να ευχαριστήσω όλους τους συναδέλφους, και τους υπόλοιπους επιστήμονες άλλων ειδικοτήτων, που με όραμα και επιμονή και κυρίως εθελοντική εργασία συνέβαλαν καθοριστικά στη διαμόρφωση του Κ.Εν.Α.Κ και των Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Ιδιαίτερα, θα ήθελα να ξεχωρίσω τη συμβολή των παρακάτω συναδέλφων, τους οποίους και αναφέρω αλφαβητικά:

- Γαγλία Αθηνά, Μ.Μ., που καθ’ όλη τη διάρκεια της προσπάθειας αυτής του Τ.Ε.Ε. κατέβαλε υπεράνθρωπες προσπάθειες
- Γιδάκου Λία, Χ.Μ. στέλεχος Υ.Π.Ε.Κ.Α., που στήριξε πολύπλευρα την προσπάθεια του Τ.Ε.Ε.
- Ευθυμιάδη Απόστολο, Μ.Μ., και την επιτροπή Κ.Εν.Α.Κ του Τ.Ε.Ε., που εισήγαγαν και στήριξαν τη μέθοδο του κτηρίου αναφοράς
- Λάσκο Κώστα, Π.Μ.
- Μαντά Δημήτρη, Μ.Μ.
- Μπαλαρά Κωνσταντίνο, Μ.Μ., διευθυντή Ερευνών Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών

και

- τον Αραβαντινό Δημήτρη, αναπληρωτή καθηγητή του Α.Π.Θ.,
- τα στελέχη του Κ.Α.Π.Ε.,
- τα στελέχη του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών.

Το Τ.Ε.Ε., υπερήφανο για την έως σήμερα συμβολή του, δεσμεύεται για τη συνέχιση της έκδοσης νέων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. και την αναβάθμιση των υπαρχουσών.

Το εγχείρημα της εξοικονόμησης ενέργειας, του μεγαλύτερου εγχώριου ενεργειακού κοιτάσματος της χώρας μας, μπορεί να αποτελέσει την αιχμή της προσπάθειάς μας για την ανάταξη του περιβάλλοντος για την αναβάθμιση των φυσικών και τεχνητών συνθηκών της ποιότητας της ζωής μας, για μια νέα παραγωγική δομή, για την ανάπτυξη της χώρας μας.

Ο πρόεδρος του Τ.Ε.Ε.

Χρήστος Σπίρτζης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....
1.1. Ελάχιστες απαιτήσεις - Κτήριο Αναφοράς .....
1.2. Μεθοδολογία Υπολογισμού Ενεργειακής Απόδοσης και Πιστοποίησης Κτηρίου ..

2. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13790 Ε2 13790 Ε2 (2009) .....
2.1. Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίου .....
2.2. Κλιματικές Ζώνες στην ΕΛΛΑΔΑ .....
2.3. Κατηγορίες Κτηρίων .....

3. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ .....
3.1. Συνθήκες Λειτουργίας Κτηρίου Αναφοράς .....
3.2. Καθορισμός Θερμικών Ζωνών Κτηρίου .....
3.3. Ωράριο και περιοδος Λειτουργίας του Κτηρίου ή των Ανεξάρτητων Θερμικών Ζωνών .....
3.4. Επιθυμητές Εσωτερικές Συνθήκες Χώρων .....
3.4.1. Θερμοκρασία εσωτερικών χώρων .....
3.4.2. Σχετική υγρασία εσωτερικών χώρων .....
3.4.3. Απαιτούμενος νωπός αέρας εσωτερικών χώρων .....
2.4.4. Απαιτήσεις και απαραίτητες στάθμες φωτισμού .....
3.5. Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης .....
3.6. Εσωτερικά Κέρδη από Χρήστες και Εξοπλισμό .....
3.6.1. Χρήστες κτηρίου ή θερμικής ζώνης .....
3.6.2. Εξοπλισμός κτηρίου ή θερμικής ζώνης .....

4. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ .....
4.1. Περιγραφή της Γεωμετρίας του Κτηρίου .....
4.1.1. Ορισμός γραμμικών διαστάσεων δομικού στοιχείου .....
4.1.2. Γεωμετρικά στοιχεία των επιφανειών των δομικών στοιχείων .....
4.1.3. Εκτίμηση του όγκου του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης .....
4.2. Θερμοφυσικά Χαρακτηριστικά Δομικών Στοιχείων Κτηρίου .....
4.2.1. Ελάχιστες απαιτήσεις & προδιαγραφές κτηρίου αναφοράς .....
4.2.2. Συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων .....
4.2.2.1. Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα .....
4.2.2.2. Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος .....
4.2.2.3. Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενους ή ηλιακούς χώρους .....
4.2.2.4. Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με άλλη θερμική ζώνη .....
4.2.2.5. Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με όμορα κτίσματα .....
4.2.2.6. Συντελεστής θερμοπερατότητας θερμογεφυρών .....
4.2.3. Συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανών επιφανειών .....
4.2.3.1. Συντελεστής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα .....
4.2.3.2. Συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου .....
4.2.3.3. Προσδιορισμός γραμμικής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα Ψg .....
4.2.3.4. Αναλυτικός υπολογισμός του UW ενός μονού κουφώματος με επικαθήμενο ρολό .....

4.2.3.5. Υπολογισμός διορθωμένου συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων $U_{w,\ διορθ.}$ [W/(m^2.K)] για χρήση εξωτερικών προστατευτικών φύλλων (ρολών / εξώφυλλων) .....
4.2.3.6. Τυπικές τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων .....
4.2.3.7. Διαφανή δομικά στοιχεία (κουφώματα) σε επαφή με μη θερμαινόμενους ή ηλιακούς χώρους.....
4.2.4. Η θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων .....
4.2.5. Συντελεστής απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας.....
4.2.6. Συντελεστής εκπομπής στη θερμική ακτινοβολία.....
4.2.7. Συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους υαλοπινάκων και κουφωμάτων .....
4.3. Συντελεστές Σκίασης.....
4.3.1. Συντελεστές σκίασης κτηρίου αναφοράς.....
4.3.2. Συντελεστής σκίασης ορίζοντα F_{hor}.....
4.3.3. Συντελεστής σκίασης από προβόλους F_{ov}.....
4.3.4. Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin}.....
4.3.5. Συντελεστής σκίασης λόγω τέντας.....
4.3.6. Συντελεστής σκίασης λόγω εξωτερικών περσίδων .....
4.4. Αερισμός.....
4.4.1. Αερισμός κτηρίου αναφοράς.....
4.4.2. Αερισμός λόγω αεροστεγανότητας (διείσδυσης του αέρα).....
4.4.3. Φυσικός αερισμός .....
4.4.4. Αερισμός μη θερμαινόμενων και ηλιακών χώρων.....
4.5. Παθητικά Ηλιακά Συστήματα.....

5. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, ΨΥΞΗΣ, ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ & ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ .....
5.1. Συστήματα Θέρμανσης Χώρων.....
5.1.1. Ελάχιστες απαιτήσεις & προδιαγραφές κτηρίου αναφοράς.....
5.1.2. Απόδοση μονάδας παραγωγής θερμότητας.....
5.1.2.1. Βαθμός απόδοσης μονάδων λέβητα — καυστήρα .....
5.1.2.2. Βαθμός απόδοσης αντλιών θερμότητας .....
5.1.2.3. Βαθμός απόδοσης ηλεκτρικών μονάδων.....
5.1.2.4. Βαθμός απόδοσης μονάδων τηλεθέρμανσης.....
5.1.2.5. Βαθμός απόδοσης μονάδων σε σύνδεση με Σ.Η.Θ. .....
5.1.2.6. Βαθμός απόδοσης τοπικών μονάδων αέριων ή υγρών καυσίμων .....
5.1.2.7. Βαθμός απόδοσης ανοικτών εστιών καύσης .....
5.1.2.8. Ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου ζώνης.....
5.2. Συστήματα Παραγωγής για την Ψύξη Χώρων.....
5.2.1. Ελάχιστες απαιτήσεις & προδιαγραφές κτηρίου αναφοράς.....
5.2.2. Απόδοση μονάδας ψύξης.....
5.2.2.1. Βαθμός απόδοσης αντλιών θερμότητας και ψυκτών.....
5.2.2.2. Βαθμός απόδοσης ψυκτών μονάδων απορρόφησης - προσρόφησης.....
5.2.3. Ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου ζώνης.....
5.2.4. Ανεμιστήρες οροφής.....
5.3. Σύστημα διανομής για τη Θέρμανση, Ψύξη, Κλιματισμό χώρων.....
5.3.1. Δίκτυα διανομής και αεραγωγών κτηρίου αναφοράς.....

5.3.2. Γραμμική θερμική μετάδοση δικτύων διανομής.....
5.3.3. Εκτίμηση μήκους δικτύων διανομής .....
5.3.4. Απώλειες δικτύων διανομής .....
5.4. Τερματικές μονάδες εκπομπής (απόδοσης).....
5.4.1. Τερματικές μονάδες κτηρίου αναφοράς .....
5.4.2. Τερματικές μονάδες απόδοσης θερμότητας.....
5.4.3. Τερματικές μονάδες απόδοσης ψύξης.....
5.5. Βοηθητικά συστήματα κεντρικών τεχνικων συστηματων θέρμανσης / ψύξης.....
5.6. Συστήματα Μηχανικού Αερισμού ή Διαχείρισης Κλιματιζόμενου Αέρα.....
5.6.1. Ελάχιστες απαιτήσεις & προδιαγραφές κτηρίου αναφοράς.....
5.6.2. Μηχανικός αερισμός ή/και εξαερισμός.....
5.6.3. Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες.....
5.7. Σύστημα υγρανσης .....
5.8. Τεχνικο Συστημα Ζεστού Νερού Χρήσης.....
5.8.1. Ελάχιστες απαιτήσεις & προδιαγραφές κτηρίου αναφοράς.....
5.8.1.1. Σύστημα ζεστού νερού χρήσης για το κτήριο αναφοράς .....
5.8.2. Απόδοση μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης.....
5.8.2.1. Βαθμός απόδοσης μονάδων λέβητα-καυστήρα για ζεστό νερό χρήσης...
5.8.2.2. Βαθμός απόδοσης μονάδων τηλεθέρμανσης.....
5.8.2.3. Βαθμός απόδοσης μονάδων από Συμπαραγωγή .....
5.8.2.4. Βαθμός απόδοσης λοιπών μονάδων παραγωγής ζεστού νερού χρήσης.
5.8.2.5. Ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου ζεστού νερού χρήσης .....
5.8.3. Σύστημα διανομής θερμότητας ζεστού νερού χρήσης .....
5.8.4. Τερματικές μονάδες απόδοσης θερμότητας για ζεστό νερό χρήσης .....
5.8.5. Βοηθητικά συστήματα εγκατάστασης ζεστού νερού χρήσης.....
6. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΓΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟ, ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ, ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ & ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ.....
6.1. Συστημα ΤΕΧΝΗΤΟΥ Φωτισμού.....
6.1.1. Ελάχιστες απαιτήσεις φωτισμού - κτήριο αναφοράς .....
6.1.2. Φωτεινή απόδοση λαμπτήρων και φωτιστικών σωμάτων.....
6.1.3. Παράμετροι φωτισμού .....
6.1.3.1. Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού .....
6.1.3.2. Περιοχές (ζώνες) φυσικού φωτισμού .....
6.1.3.3. Περίοδος αξιοποίησης φυσικού φωτισμού .....
6.1.3.4. Συντελεστής επίδρασης φυσικού φωτισμού(F_D).....
6.1.3.5. Συντελεστής επίδρασης χρηστών (F_O) και συσχέτιση με τον (FD) .....
6.1.3.6. Άλλες παράμετροι συστήματος φωτισμού .....
6.2. Διατάξεις Αυτομάτου Ελέγχου .....
6.2.1. Ελάχιστες προδιαγραφές για νέα κτήρια και για κτήριο αναφοράς.....
6.3. Συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας .....
6.3.1. Θερμικά ηλιακά συστήματα .....
6.3.1.1. Παράμετροι θέσης εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών .....
6.3.1.2. Συντελεστής ηλιακής αξιοποίησης από ηλιακούς συλλέκτες .....
6.3.1.3. Ηλιακοί συλλέκτες κτηρίου αναφοράς.....

6.3.2. Φωτοβολταϊκά συστήματα .....
6.3.2.1. Συντελεστής αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας από Φ/Β .....
6.3.2.2. Παράμετροι θέσης εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πλαισίων .....
6.4. Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας / Ψύξης .....
7. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΝΕΩΝ ΚΑΙ ΡΙΖΙΚΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΖΜΕΝΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ .....
7.1. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ .....
7.2. ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ .....
7.3. ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ .....
8. ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ .....
9. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΩΝ .....
10. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ .....
10.1. Ενεργειακές Καταναλώσεις .....
10.2. Οικονομοτεχνική Ανάλυση .....
10.3. Απαιτούμενες επεμβάσεις - Προτάσεις .....
11. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα τεχνική οδηγία καθορίζονται οι εθνικές προδιαγραφές για όλες τις παραμέτρους που απαιτούνται για την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμών της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, όπως αυτή ορίζεται στον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - Κ.Εν.Α.Κ. (Απόφαση ΔΕΠΕΑ/οικ.178581/30-06-2017 των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος και Ενέργειας - ΦΕΚ Β’ 2367). Αυτές οι παράμετροι χρησιμοποιούνται τόσο στην μελέτη ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου, όσο και στην ενεργειακή επιθεώρησή του. Στο πλαίσιο της ενεργειακής μελέτης ο μελετητής αξιολογεί την εφαρμογή εναλλακτικών τεχνολογιών υψηλής απόδοσης στο υπό μελέτη κτήριο, προκειμένου να καθορίσει κατά περίπτωση την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου και να μπορέσει να τη βελτιώσει.

Οι προδιαγραφές για τις παραμέτρους της μεθοδολογίας ορίζονται σε εθνικό επίπεδο και διαμορφώνονται ανάλογα με τις τεχνολογίες που εφαρμόζονται στην κατασκευή κτηρίων (δομικά υλικά και ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα), το προφίλ λειτουργίας των κτηρίων, τις εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας και τις ειδικές κλιματικές συνθήκες για κάθε περιοχή. Οι παράμετροι υποστηρίζουν την μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, ενώ ταυτόχρονα διευκολύνουν αλλά και καθορίζουν το πλαίσιο της διαδικασίας επιθεώρησης κτηρίων και συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού. Στις ενότητες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι παράμετροι σε κατηγορίες:

- Προδιαγραφές για τις συνθήκες λειτουργίας ανά τελική χρήση κτηρίου ή τμήματος κτηρίου όπως ωράριο λειτουργίας, επιθυμητές θερμοκρασίες χώρων, επιθυμητή σχετική υγρασία, απαιτήσεις νωπού αέρα ανά χρήση κτηρίου, κατανάλωση νερού χρήσης, θερμοκρασία νερού δικτύου, εσωτερικά κέρδη από χρήστες και συσκευές.
- Προδιαγραφές παραμέτρων για τα στοιχεία κτηριακού κελύφους όπως τεχνικά χαρακτηριστικά και θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών, τυπολογίες τοιχοποιίας, τυπολογίες ανοιγμάτων, θερμογέφυρες, σκίαση, παθητικά συστήματα κ.ά.
- Προδιαγραφές παραμέτρων για τα τεχνικά συστήματα θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού (Θ.Ψ.Κ.) και ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) όπως τυπικές αποδόσεις συστημάτων παραγωγής θέρμανσης, ψύξης και Ζ.Ν.Χ., απώλειες δικτύων διανομής και εκπομπής, απόδοση βοηθητικών συστημάτων Θ.Ψ.Κ. (κυκλοφορητές, αντλίες, θερμοστάτες χώρων, αντιστάθμισης κ.ά.), αποδόσεις συστημάτων ανάκτησης θερμότητας, αποδόσεις τερματικών μονάδων Θ.Ψ.Κ. κ.ά.
- Προδιαγραφές παραμέτρων για ηλεκτρολογικά & ηλεκτρονικά συστήματα και τα τεχνικά συστήματα, όπως φωτιστικές αποδόσεις συστημάτων φωτισμού, επιθυμητά επίπεδα φωτισμού ανά χρήση χώρων, αξιοποίηση φυσικού φωτισμού, απόδοση συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού & θερμότητας (Σ.Η.Θ.), αποδόσεις συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) για κτήρια (ηλιακών συλλεκτών, γεωθερμίας, ηλιακού κλιματισμού, φωτοβολταϊκών Φ/Β, κ.ά.), κατανάλωση ενέργειας από κινητήρες, αντλίες, κυκλοφορητές κ.ά., αποδόσεις κεντρικών και τοπικών διατάξεων αυτομάτου ελέγχου και διαχείρισης ενέργειας στα κτήρια – BEMS (θερμοστάτες, ρυθμιστές στροφών (inverter), μετρητές κ.ά.).

Η εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου, βασίζεται σε θεωρητικές σχέσεις κάτω από συγκεκριμένες παραδοχές και εκτιμήσεις, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη ο ανθρώπινος παράγοντας στην πραγματική του διάσταση, ο οποίος στην πράξη διαφοροποιεί την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου ανάλογα με τις δραστηριότητές του. Για κάθε κτήριο ανάλογα με την τελική του χρήση, λαμβάνονται υπόψη συγκεκριμένες παράμετροι που έχουν να κάνουν με τον ανθρώπινο παράγοντα

και κυρίως με τα εσωτερικά κέρδη στα οποία συμμετέχει, καθώς επίσης και με τη σωστή χρήση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτηρίου, όταν η λειτουργία τους δεν είναι αυτοματοποιημένη.

Ο μελετητής ή ο επιθεωρητής επιλέγει τις παραμέτρους, δίνοντας προτεραιότητα στα στοιχεία που θα συλλέξει κατά την ενεργειακή επιθεώρηση ή –στην περίπτωση νέων κτηρίων– σε αυτά που καθορίζονται στη μελέτη εφαρμογής (αρχιτεκτονική, ηλεκτρομηχανολογική κ.ά.), προκειμένου να προσεγγίσει κατά το δυνατόν ακριβέστερα την πραγματική κατάσταση του κτηρίου. Σε κάθε περίπτωση ο επιθεωρητής ελέγχει την ισχύ των πληροφοριών που συλλέγει από τις διαθέσιμες μελέτες του κτηρίου και τις τεχνικές προδιαγραφές των τεχνικών συστημάτων του, προκειμένου να επιβεβαιώσει την ακρίβειά των δεδομένων που θα χρησιμοποιήσει. Στις περισσότερες περιπτώσεις ενεργειακών επιθεωρήσεων, η συλλογή και προσδιορισμός των απαραίτητων δεδομένων δεν θα είναι δυνατή στο βαθμό που απαιτείται. Γι' αυτό το λόγο η παρούσα τεχνική οδηγία παρέχει τη δυνατότητα εκτίμησης αυτών των δεδομένων, που θα χρησιμοποιηθούν για τους υπολογισμούς με βάση την ισχύουσα πρακτική δόμησης που εφαρμόζεται σε εθνικό επίπεδο. Προκειμένου να περιοριστεί η εσφαλμένη εκτίμηση και εισαγωγή δεδομένων κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου, ο μελετητής ή ο επιθεωρητής καλείται να επιλέξει, ανάλογα με την περίπτωση και τις ειδικές συνθήκες, τις κατάλληλες παραμέτρους.

Ο μελετητής ή ο επιθεωρητής, σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., συντάσσει κατά περίπτωση τεχνική έκθεση, στην οποία αναφέρονται λεπτομερώς τα δεδομένα και οι παράμετροι που χρησιμοποιηθήκαν για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, καθώς επίσης και οι σχετικές διευκρινήσεις, όπου αυτό απαιτείται.

1.1. ΕΛΆΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΉΣΕΙΣ - ΚΤΉΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΆΣ

Σύμφωνα με το άρθρο 7 του Κ.Εν.Α.Κ., κάθε νέο κτήριο, καθώς και κάθε υφιστάμενο κτήριο που ανακαινίζεται ριζικά πρέπει να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης κατά τα οριζόμενα στα άρθρα 6 και 7 του ν. 4122/2013 (ΦΕΚ Α’ 42).

Σε κάθε περίπτωση απαιτείται ο υπολογισμός της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας με την εκπόνηση ενεργειακής μελέτης, σύμφωνα με τη μεθοδολογία που αναφέρεται στα άρθρα 4 και 5 του Κ.Εν.Α.Κ., προκειμένου να προσδιοριστεί η ενεργειακή απόδοση και η κατάταξη του κτηρίου.

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ., οι ελάχιστες απαιτήσεις για τα νέα και ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια, αναφέρονται στο αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτηρίου, στα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους και στα τεχνικά συστήματα. Αυτές οι ελάχιστες απαιτήσεις αναλύονται στην αντίστοιχη θεματική ενότητα της παρούσας τεχνικής οδηγίας.

Το «κτήριο αναφοράς» καθορίζεται να είναι το ίδιο με το υπό μελέτη κτήριο. Συγκεκριμένα, θεωρείται πως έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτήριο. Το κτήριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές όπως περιγράφονται στο άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στα Η/Μ τεχνικά συστήματα που αφορούν στη Θ.Ψ.Κ. των εσωτερικών χώρων, στην παραγωγή Ζ.Ν.Χ. και στο φωτισμό. Στις ενότητες που ακολουθούν καθορίζονται με λεπτομέρεια τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κτηρίου αναφοράς τόσο ως προς το κτηριακό κέλυφος, όσο και ως προς τις ηλεκτρομηχανολογικά τεχνικά συστήματα.

1.2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σύμφωνα με το άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ., για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου

βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 και των υπόλοιπων ευρωπαϊκών προτύπων, όπως αυτά απεικονίζονται στο παράρτημα 1 του Κ.Εν.Α.Κ. – και ισχύουν. Στον Πίνακα 1.1 συνοψίζονται τα ευρωπαϊκά πρότυπα που χρησιμοποιήθηκαν για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων.

Πίνακας 1.1. *Ευρωπαϊκά πρότυπα για την ενεργειακή απόδοση κτηρίων.*

Υπολογισμός ενεργειακής ζήτησης κτηρίου για θέρμανση και ψύξη (μηνιαία μέθοδος)		
2. ΕΛΟΤ EN ISO 13790 E2 13790 E2 (2009)	Ενεργειακή απόδοση κτηρίων - Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη χώρων.	Υπολογισμός της ενεργειακής ζήτησης του κτηριακού κελύφους με τη μέθοδο ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος.
ΕΛΟΤ EN ISO 13789 E2 (2009)	Θερμική απόδοση κτηρίων - Συντελεστές μεταφοράς θερμότητας σχετικά με μετάδοση και αερισμό - Μέθοδος υπολογισμού.	Υπολογισμός των απωλειών θερμότητας κτηρίου προς το περιβάλλον μέσω των διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων, καθώς και μέσω του αερισμού του κτηρίου (διείσδυσης αέρα, φυσικού ή μηχανικού αερισμού).
ΕΛΟΤ EN ISO 6946 E2 (2009)	Κτηριακά μέρη και στοιχεία - Θερμική αντίσταση και θερμοπερατότητα - Μέθοδος υπολογισμού.	
ΕΛΟΤ EN ISO 13370 E2 (2009)	Θερμικές επιδόσεις κτηρίων - Μετάδοση θερμότητας μέσω του εδάφους - Μέθοδοι υπολογισμού.	
ΕΛΟΤ EN ISO 14683 (2009)	Θερμογέφυρες σε κτηριακές κατασκευές - Γραμμική θερμική μετάδοση - Απλοποιημένες μέθοδοι και τιμές προεπιλογής.	
ΕΛΟΤ EN ISO 10211 (2009)	Θερμογέφυρες στις κτηριακές κατασκευές - Ροές θερμότητας και επιφανειακές θερμοκρασίες - Λεπτομερείς υπολογισμοί.	
EN ISO 10077-1 (2006)	Θερμική απόδοση παραθύρων, θυρών και εξωφύλλων - Υπολογισμός θερμικής μετάδοσης - Μέρος 1: Απλοποιημένη μέθοδος.	
ΕΛΟΤ ENISO 12631	Θερμική απόδοση τοιχοπετασμάτων - Υπολογισμός της θερμικής μετάδοσης (2014).	
ΕΛΟΤ EN 15241 (2008)	Αερισμός κτηρίων - Μέθοδοι υπολογισμού ενεργειακών απωλειών σε εμπορικής χρήσης κτήρια λόγω αερισμού και διήθησης.	
ΕΛΟΤ EN ISO 15927.01 (2004)	Υγροθερμικές επιδόσεις κτηρίων - Υπολογισμός και παρουσίαση κλιματικών δεδομένων - Μέρος 1: Μέσες μηνιαίες και ετήσιες τιμές μετεωρολογικών στοιχείων	Παραδοχές και υπολογισμοί για κλιματικά δεδομένα.
ΕΛΟΤ EN 15193 (2008)	Ενεργειακή απόδοση κτηρίων - Ενεργειακές απαιτήσεις για φωτισμό.	Υπολογισμός εσωτερικών κερδών από φωτισμό.

Πίνακας 1.1. *(συνέχεια). Ευρωπαϊκά πρότυπα για την ενεργειακή απόδοση κτηρίων.*

Υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης κτηρίου για θέρμανση και ψύξη - Μελέτη ενεργειακής απόδοσης (μηνιαία μέθοδος)		
ΕΛΟΤ ΕΝ ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13790 Ε2 13790 Ε2 (2009)	Ενεργειακή απόδοση κτηρίων - Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη χώρων.	Υπολογισμός κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη βάσει της ενεργειακής ζήτησης του κτηριακού κελύφους και των αποδόσεων των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.
ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.01 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 1: Γενικά.	Υπολογισμός της απόδοσης του συστήματος θέρμανσης.
ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.02.01 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού απαιτήσεων συστημάτων ενέργειας και απόδοση συστημάτων - Μέρος 2-1: Συστήματα εκπομπών θέρμανσης χώρων.	
ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.02.03 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 2-3: Συστήματα διανομής για τη θέρμανση χώρων.	
ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.04.01 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 4-1: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Συστήματα καύσης (λέβητες).	
ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.04.02 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των απαιτήσεων συστημάτων ενέργειας και απόδοση συστημάτων - Μέρος 4-2: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων, συστήματα αντλιών θερμότητας.	
ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.04.03 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού απαιτήσεων συστημάτων ενέργειας και απόδοση συστημάτων - Μέρος 4-3: Συστήματα παραγωγής θερμότητας, θερμικά ηλιακά.	
ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.04.04 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 4-4: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Συστήματα συμπαραγωγής, ενσωματωμένα στο κτήριο.	
ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.04.05 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 4-5: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Απόδοση και ποιότητα συστημάτων τηλεθέρμανσης και συστημάτων μεγάλου όγκου.	

ΕΛΟΤ EN 15316.04.06 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 4-6: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Φωτοβολταϊκά συστήματα.	
ΕΛΟΤ EN 15316.04.07 (2010)	Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού απαιτήσεων συστημάτων ενέργειας και απόδοση συστημάτων - Μέρος 4-7: Συστήματα παραγωγής θερμότητας χώρων, συστήματα καύσης βιομάζας.	
ΕΛΟΤ EN 15243 (2008)	Αερισμός κτηρίων - Υπολογισμός θερμοκρασίας χώρου και του φορτίου και της ενέργειας κτηρίων εξοπλισμένων με σύστημα κλιματισμού.	Υπολογισμός απόδοσης συστήματος ψύξης.
ΕΛΟΤ EN 15232 (2007)	Ενεργειακή λειτουργία των κτηρίων – Επίδραση του αυτοματισμού κτηρίων, των συσκευών ελέγχου και της διαχείρισης κτηρίων.	Υπολογισμός εξοικονομούμενης ενέργειας από διατάξεις αυτομάτου ελέγχου.
ΕΛΟΤ EN 15378:2007	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια – Επιθεώρηση λεβήτων και συστημάτων θέρμανσης	Υπολογισμός/εκτίμηση εποχιακού βαθμού απόδοσης της θέρμανσης
ΕΛΟΤ EN 15239 2007	Αερισμός σε κτίρια – Ενεργειακή απόδοση κτιρίων – Οδηγίες επιθεώρησης συστημάτων αερισμού	Εκτίμηση απόδοσης της ψύξης των συστημάτων αερισμού
ΕΛΟΤ EN 15240 2007	Αερισμός σε κτίρια – Ενεργειακή απόδοση κτιρίων – Οδηγίες επιθεώρησης συστημάτων κλιματισμού	Υπολογισμός/εκτίμηση εποχιακού βαθμού απόδοσης της ψύξης
Υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης κτηρίου για ζεστό νερό χρήσης (Z.N.X.) και φωτισμό		
ΕΛΟΤ EN 15316.03.01 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 3-1: Συστήματα ζεστού νερού χρήσης. Χαρακτηρισμός αναγκών (απαιτήσεις άντλησης).	Υπολογισμός κατανάλωσης ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης (Z.N.X.).
ΕΛΟΤ EN 15316.03.02 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 3-2: Συστήματα ζεστού νερού χρήσης, διανομή.	
ΕΛΟΤ EN 15316.03.03 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 3-3: Συστήματα ζεστού νερού χρήσης, παραγωγή.	
ΕΛΟΤ EN 15193 (2008)	Ενεργειακή απόδοση κτηρίων - Ενεργειακές απαιτήσεις για φωτισμό.	Υπολογισμός κατανάλωσης ενέργειας για τεχνητό φωτισμό κτηρίων.
ΕΛΟΤ EN 12464-1 (2011)	Φως και φωτισμός - Φωτισμός χώρων εργασίας - Μέρος 1: Εσωτερικοί χώροι εργασίας	Καθορισμός των απαραίτητων επιπέδων τεχνητού φωτισμού
ΕΛΟΤ EN 12193 Ε2 (2009)	Φως και φωτισμός - Φωτισμός χώρων αθλοπαιδιών	

CEN Daylight	CEN/TC 169/WG 11 -Daylight	Καθορισμός δυναμικού εξοικονόμησης ενέργειας από τον φυσικό φωτισμό

Τα δεδομένα των υπολογισμών της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων υποβάλλονται και ανταλλάσσονται μέσω ανοικτής δομής δεδομένων (XML) και διεπαφής προγραμματισμού εφαρμογών (API). Οι παράμετροι υπολογισμού θα καθορίζονται από τα στοιχεία της αρχιτεκτονικής και ηλεκτρομηχανολογικής μελέτης του κτηρίου και σύμφωνα με την παρούσα τεχνική οδηγία, καθώς επίσης και σύμφωνα με τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. των κλιματικών δεδομένων.

Η ενεργειακή απόδοση των κτηρίων προσδιορίζεται με βάση τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας. Η μεθοδολογία υπολογισμού θα πρέπει να περιλαμβάνει κατ’ ελάχιστον τα παρακάτω στοιχεία:

- την πραγματική κύρια χρήση του κτιρίου ή της κτιριακής μονάδας, τις επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμό), τα χαρακτηριστικά λειτουργίας και τον αριθμό χρηστών,
- τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτιρίου ή της κτιριακής μονάδας (θερμοκρασία, σχετική και απόλυτη υγρασία, ταχύτητα ανέμου και ηλιακή ακτινοβολία),
- τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (μορφή του κτιρίου, διαφανείς και μη επιφάνειες, σκίαστρα κ.ά.), σε σχέση με τον προσανατολισμό και τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων (χωρίσματα κ.ά.),
- τα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (θερμοπερατότητα, θερμική μάζα, απορροφητικότητα ηλιακής ακτινοβολίας, διαπερατότητα κ.ά.).
- τα τεχνικά χαρακτηριστικά των Η/Μ συστημάτων για ΘΨΚ και ΖΝΧ (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.α.),
- τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης γενικού φωτισμού (στα κτίρια τριτογενή τομέα),
- τα τεχνικά χαρακτηριστικά των διατάξεων αυτομάτου ελέγχου και ρύθμισης λειτουργίας των Η/Μ συστημάτων,
- το μηχανικό και φυσικό αερισμό, που περιλαμβάνει και την αεροστεγανότητα,
- τα παθητικά και υβριδικά ηλιακά συστήματα και την ηλιακή προστασία,
- την παθητική θέρμανση και δροσισμό,
- τις κλιματικές συνθήκες εσωτερικού χώρου, λαμβάνοντας υπόψη και τις συνθήκες σχεδιασμού εσωτερικού κλίματος,
- τα εσωτερικά φορτία.
- Στους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης λαμβάνεται υπόψη η θετική επίδραση των κατωτέρω παραγόντων:
- των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων και άλλων συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, ΖΝΧ και παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας βασιζόμενων σε ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές (ΑΠΕ),
- της ωφέλιμης θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας παραγόμενης με συμπαραγωγή (ΣΗΘ) και των συστημάτων τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, του φυσικού φωτισμού.

Επίσης στη μεθοδολογία υπολογισμού συνεκτιμάται κατά περίπτωση η θετική επίδραση των ακόλουθων συστημάτων:

- των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων και άλλων συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, ΖΝΧ και παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας βασιζόμενων σε ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές (ΑΠΕ),
- της ωφέλιμης θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας παραγόμενης με συμπαραγωγή (ΣΗΘ) και των συστημάτων τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου,
- του φυσικού φωτισμού.

Για τον υπολογισμό της συνολικής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας εφαρμόζεται η ίδια μεθοδολογία τόσο στο υπό μελέτη κτήριο, όσο και στο αντίστοιχο κτήριο αναφοράς. Η αναγωγή της υπολογιζόμενης τελικής κατανάλωσης καυσίμου σε πρωτογενή γίνεται με τη χρήση των συντελεστών μετατροπής του πίνακα 1.2.

Πίνακας 1.2. *Συντελεστής μετατροπής της τελικής κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου σε πρωτογενή ενέργεια (Άρθρο 5 Κ.Εν.Α.Κ.)*

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας ($kgCO_2/kWh$)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,9	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα	1,00	---
Τηλεθέρμανση από θερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής	0,7	0,347
Τηλεθέρμανση από ΑΠΕ	0,5	---

Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται ως καύσιμο πετρέλαιο κίνησης (συστήματα συμπαραγωγής, παραγωγής ζεστού νερού χρήσης κ.ά.), ο συντελεστής μετατροπής του σε πρωτογενή ενέργεια είναι ο ίδιος με αυτόν του πετρελαίου θέρμανσης. Επίσης, ο συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια της βιομάζας είναι ο ίδιος τόσο για την ακατέργαστη βιομάζα (καυσόξυλα, κλαδοδέματα κ.ά.) όσο και για την τυποποιημένη βιομάζα όπως τα συσσωματώματα (pellets) κ.ά.

2.1. ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

Βάσει της τελικής ανηγμένης σε πρωτογενή ενέργεια κατανάλωσης του κτηρίου, καθορίζεται και η κατηγορία της ενεργειακής απόδοσής του και εκδίδεται το «πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτηρίου - Π.Ε.Α.». Οι κατηγορίες ενεργειακής ταξινόμησης των κτηρίων δίνονται στον πίνακα 1.3.

Ο δείκτης R_R είναι ίσος με την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς. Ο λόγος Τ είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτηρίου (ΕΡ) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς (R_R) και αποτελεί το κριτήριο για την κατάταξη του κτηρίου στην αντίστοιχη κατηγορία ενεργειακής απόδοσης.

Πίνακας 1.3. *Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτηρίων.*

Κατηγορία	**Όρια κατηγορίας**	**Όρια κατηγορίας**
Α+	$EP \leq 0,33R_R$	$T \leq 0,33$
Α	$0,33R_R << EP \leq 0,50R_R$	$0,33 < T \leq 0,50$
Β+	$0,50R_R << EP \leq 0,75R_R$	$0,50 < T \leq 0,75$
Β	$0,75R_R << EP \leq 1,00R_R$	$0,75 < T \leq 1,00$
Γ	$1,00R_R << EP \leq 1,41R_R$	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41R_R << EP \leq\leq 1,82R_R$	$1,41 < T \leq 1,82$

Κατηγορία	Όρια κατηγορίας	Όρια κατηγορίας
Ε	$1,82R_R<<EP\leq 2,27R_R$	$1,82 < T \leq 2,27$
Ζ	$2,27R_R<<EP\leq 2,73R_R$	$2,27 < T \leq 2,73$
Η	$2,73R_R< EP$	$2,73 < T$

Η ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς αντιστοιχεί στο άνω όριο της κατηγορίας ενεργειακής απόδοσης Β. Κτήρια με χαμηλότερη ή υψηλότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατατάσσονται στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία.

Όταν ένα κτήριο είναι μεικτής χρήσης, δηλαδή διαθέτει περισσότερα από ένα τμήματα που ανήκουν σε διαφορετικές βασικές κατηγορίες κύριας χρήσης (σύμφωνα με την παράγραφο 1.5), τότε κάθε τμήμα από αυτά εξετάζεται μεμονωμένα και αντίστοιχα, εκδίδεται πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης για κάθε βασική κατηγορία κύριας χρήσης του κτηρίου ξεχωριστά.

Για παράδειγμα, σε κτήριο κατοικιών με ισόγειο κατάστημα θα πρέπει να εξετασθούν ξεχωριστά το κατάστημα και το τμήμα με τις κατοικίες. Θα πρέπει δηλαδή να εκδοθούν κατ' ελάχιστον δύο Π.Ε.Α., ένα για το κατάστημα και ένα για τις κατοικίες, (είτε σε μεμονωμένες πιστοποιήσεις οριζόντιων ιδιοκτησιών είτε σε κοινή πιστοποίηση ολόκληρου του κτηρίου, σύμφωνα με τον ν. 4122/2013 για τηνΕνεργειακή Απόδοση Κτιρίων).

2.2. ΚΛΙΜΑΤΙΚΈΣ ΖΩΝΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

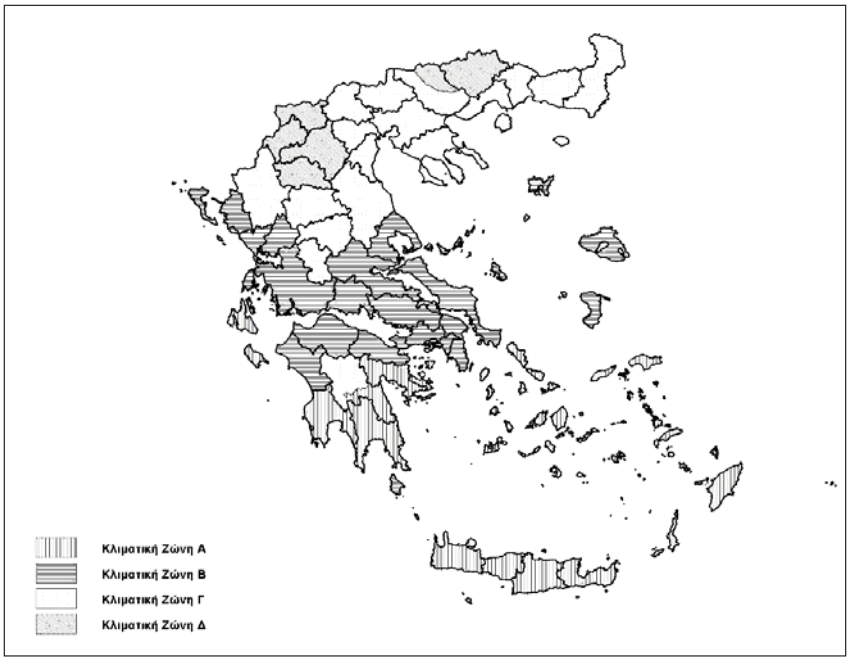
Για την εκπόνηση της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμοημέρες θέρμανσης. Στον πίνακα 1.4 προσδιορίζονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες (από τη θερμότερη στην ψυχρότερη) και ακολουθεί σχηματική απεικόνιση των παραπάνω ζωνών στο σχήμα 1.1.

Για κάθε νομό, τα κτίρια σε περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων εξετάζονται βάσει των προδιαγραφών της επόμενης ψυχρότερης κλιματικής ζώνης από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω. Για την Δ ζώνη όλες οι περιοχές, ανεξαρτήτως υψομέτρου, περιλαμβάνονται στην ζώνη Δ.Στο τμήμα του νομού Αρκαδίας που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Γ και στο τμήμα του νομού Σερρών (ΒΑ τμήμα) που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Δ, περιλαμβάνονται όλες οι περιοχές που έχουν υψόμετρο άνω των 500 μέτρων.

Πίνακας 1.4. *Διαχωρισμός της ελληνικής επικράτειας σε κλιματικές ζώνες κατά νομούς.*

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Α	Ηρακλείου, Χανιών, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή).
ΖΩΝΗ Β	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας.
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλας, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος),

	Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου.
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας.



Σχήμα 1.1. *Σχηματική απεικόνιση των κλιματικών ζωνών της ελληνικής επικράτειας*

2.3. ΚΑΤΗΓΟΡΊΕΣ ΚΤΗΡΊΩΝ

Από το πεδίο εφαρμογής του Κ.Εν.Α.Κ., σύμφωνα με την παρ.7 του άρθρου 4 του ν. 4122/2013 εξαιρούνται οι ακόλουθες κατηγορίες κτηρίων:

- μνημεία,
- κτήρια προστατευόμενα ως μέρος συγκεκριμένου περιβάλλοντος ή λόγω της ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής ή ιστορικής τους αξίας, όπως διατηρητέα και εντός παραδοσιακών οικισμών κτίρια, στο βαθμό που η συμμόρφωση προς ορισμένες ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης θα αλλοίωνε κατά τρόπο μη αποδεκτό το χαρακτήρα ή την εμφάνισή τους,
- κτήρια χρησιμοποιούμενα ως χώροι λατρείας,
- βιομηχανικές εγκαταστάσεις, βιοτεχνίες, εργαστήρια,
- προσωρινής χρήσης κτήρια που με βάση το σχεδιασμό τους η διάρκεια χρήσης τους δεν υπερβαίνει τα δύο (2) έτη, αποθήκες, χώροι στάθμευσης οχημάτων, πρατήρια υγρών καυσίμων, κτήρια αγροτικών χρήσεων − πλην κατοικιών − με χαμηλές ενεργειακές απαιτήσεις και αγροτικά κτίρια − πλην κατοικιών − που χρησιμοποιούνται από τομέα καλυπτόμενο από εθνική συμφωνία που αφορά την ενεργειακή απόδοση κτιρίων,
- μεμονωμένα κτήρια, με συνολική ωφέλιμη επιφάνεια μικρότερη από πενήντα τετραγωνικά μέτρα (50 τ.μ.), για τα οποία ισχύουν μόνο οι ελάχιστες απαιτήσεις που αφορούν σε δομικά στοιχεία του κτιριακού κελύφους.

Στον κτηριοδομικό κανονισμό καθορίζονται οι βασικές κατηγορίες των κτηρίων και οι επί μέρους υποκατηγορίες (χρήσεις). Προκειμένου να καθοριστούν οι συνθήκες λειτουργίας των κτηρίων ανάλογα με τη χρήση, όπως παρουσιάζονται στην ενότητα 2 της `παρούσας και για τις ανάγκες του Κ.Εν.Α.Κ., στον πίνακα 1.5 καθορίζονται οι βασικές κατηγορίες και χρήσεις κτηρίων, στις οποίες θα εντάσσεται το υπό μελέτη ή επιθεώρηση κτήριο, προκειμένου να πιστοποιηθεί η ενεργειακή του απόδοση.

Πίνακας 1.5. *Ταξινόμηση των κτηρίων σύμφωνα με τη χρήση τους για τις ανάγκες της παρούσας τεχνικής οδηγίας.*

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	**Χρήσεις κτηρίων που περιλαμβάνονται στις κατηγορίες**
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (κτήριο με περισσότερα του ενός ανεξάρτητα διαμερίσματα).
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχείο, ξενώνας, οικοτροφείο και κοιτώνας.
Συνάθροισης κοινού	Χώρος συνεδρίων, χώρος εκθέσεων, μουσείο, χώρος συναυλιών, θέατρο, κινηματογράφος, αίθουσα δικαστηρίων, κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο, εστιατόριο, ζαχαροπλαστείο, καφενείο, τράπεζα, αίθουσα πολλαπλών χρήσεων.
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας, φροντιστήριο.
Υγείας και κοινωνικής πρόνοιας	Νοσοκομείο, κλινική, αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο, ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομείο, βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός.
Σωφρονισμού	Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή.
Εμπορίου	Κατάστημα, εμπορικό κέντρο, αγοράς και υπεραγοράς, φαρμακείο, κουρείο και κομμωτήριο, ινστιτούτο γυμναστικής.
Γραφείων	Γραφείο, βιβλιοθήκη.

Διευκρινίζεται ότι:

- σε περίπτωση ενιαίας χρήσης κτηρίου επιλέγεται μία από τις χρήσεις κτηρίων του πίνακα,
- σε περίπτωση μεικτής χρήσης κτηρίου με διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας (π.χ. κτήριο πολυκατοικίας με εμπορικά καταστήματα στο ισόγειο), οι υπολογισμοί για την ενεργειακή απόδοση και ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου, τόσο κατά την εκπόνηση της μελέτης ενεργειακής απόδοσης όσο και κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίου για την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης γίνεται ξεχωριστά για κάθε χρήση των επί μέρους τμημάτων του κτηρίου.
- σε περίπτωση που μια συγκεκριμένη χρήση κτηρίου δεν συμπεριλαμβάνεται στις κατηγορίες του πίνακα 1.5, τότε αναγκαστικά κατατάσσεται στην πλησιέστερη κατηγορία.

Όπου στις επόμενες ενότητες αναφέρεται ο όρος «κτήριο» νοείται και «κτηριακή μονάδα», για το οποίο υπάρχει η δυνατότητα εκπόνησης χωριστής μελέτης ενεργειακής απόδοσης ή η διεξαγωγή χωριστής ενεργειακής επιθεώρησης. Προκειμένου για νέο ή ριζικά ανακαινιζόμενο κτήριο η μελέτη

ελέγχου της θερμομονωτικής επάρκειας γίνεται για το σύνολο του κτηρίου, θεωρούμενο ενιαίο, σύμφωνα με την τεχνική οδηγία «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

3. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σ' αυτήν την ενότητα καθορίζονται όλες οι παράμετροι που σχετίζονται με τις συνθήκες λειτουργίας ενός κτηρίου και που απαιτούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα. Ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας του κτηρίου ο μελετητής ή ο επιθεωρητής καθορίζει και τον αριθμό των ανεξάρτητων θερμικών ζωνών, στις οποίες θα διαχωριστεί το κτήριο κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση.

Οι πραγματικές συνθήκες λειτουργίας ενός κτηρίου μπορεί να διαφέρουν κατά περίπτωση, ανάλογα τη χρήση και τους χρήστες του κτηρίου. Επομένως, είναι απαραίτητο να καθοριστούν σε εθνικό επίπεδο οι αποδεκτές σύμφωνα με τα πρότυπα συνθήκες λειτουργίας ενός κτηρίου συγκεκριμένης χρήσης, προκειμένου να προσδιορίζεται με τους υπολογισμούς η εκτιμώμενη κατανάλωση ενέργειας, η οποία και τελικά θα χαρακτηρίζει την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου.

Επισημαίνεται πως οι παράμετροι συνθηκών λειτουργίας ενός κτηρίου που καθορίζονται στις επόμενες παραγράφους αναφέρονται σε ένα μεγάλο αριθμό κατηγοριών κτηρίων όπως ορίζονται στον πίνακα 1.5 και καθορίστηκαν βάσει ευρωπαϊκών προτύπων (ENISO13790:2008 και EN 15251:2007 κ.ά.) και άλλων διεθνών προδιαγραφών. Ωστόσο, σε ειδικές περιπτώσεις κτηρίων ή/και ειδικών χώρων κτηρίων (π.χ. χειρουργείων) που δεν αναφέρονται στην παρούσα, καθώς και σε περιπτώσεις που χρήζουν πιο λεπτομερούς αντιμετώπισης, οι συνθήκες λειτουργίας καθορίζονται από τις συνθήκες σχεδιασμού κατά περίπτωση.

Οι ειδικές συνθήκες λειτουργίας των επί μέρους χώρων ενός κτηρίου (WC, διαδρόμων, αποθηκών κ.ά.) λαμβάνονται υπόψη μόνο κατά το σχεδιασμό του κτηρίου ή κατά το σχεδιασμό της θερμικής ζώνης, ενώ κατά την μελέτη ενεργειακής απόδοσης λαμβάνεται υπόψη μια ενιαία τιμή για κάθε παράμετρο (θερμοκρασία, σχετική υγρασία κ.ά.), όπως αναφέρεται στη γενική χρήση κτηρίου στους αντίστοιχους πίνακες.

Επίσης σε όσες υποκατηγορίες κτηρίων δεν υπάρχει καθορισμένη τιμή παραμέτρων (θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας κ.ά.), λαμβάνεται υπόψη η γενική τιμή της κατηγορίας.

3.1. ΣΥΝΘΉΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΊΑΣ ΚΤΗΡΊΟΥ ΑΝΑΦΟΡΆΣ

Το κτήριο αναφοράς σύμφωνα με τον ορισμό του είναι ένα κτήριο με το ίδιο προφίλ και με ίδιες συνθήκες λειτουργίας με το υπό μελέτη κτήριο. Κατά συνέπεια οι συνθήκες λειτουργίας που αναφέρονται στις ακόλουθες ενότητες ισχύουν τόσο για το κτήριο αναφοράς, όσο και για το προς μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο, εκτός αν για το υπό μελέτη κτήριο καθορίζεται διαφορετική τιμή για κάποια από τις παραμέτρους των υποενοτήτων των συνθηκών λειτουργίας.

Για παράδειγμα, τα επίπεδα φωτισμού καθορίζονται ανά κατηγορία και χρήση κτηρίου σε συγκεκριμένα όρια, αλλά το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο μπορεί να διαθέτει φωτιστικά με υψηλότερα επίπεδα φωτισμού από τα απαιτούμενα για την κάλυψη των αναγκών του. Σ' αυτήν την περίπτωση για το υπό μελέτη ή για το προς επιθεώρηση κτήριο τα επίπεδα φωτισμού θα διαμορφωθούν ανάλογα τα συστήματα που διαθέτει, ενώ για το κτήριο αναφοράς τα επίπεδα φωτισμού λαμβάνονται όπως ορίζονται στις εθνικές προδιαγραφές στις ακόλουθες παραγράφους.

3.2. ΚΑΘΟΡΙΣΜΌΣ ΘΕΡΜΙΚΏΝ ΖΩΝΏΝ ΚΤΗΡΊΟΥ

Για την εκτίμηση της ενεργειακής του απόδοσης το κτήριο χωρίζεται σε «θερμικές ζώνες», δηλαδή σε χώρους με παρόμοια χρήση, ίδιο προφίλ λειτουργίας ή/και κοινά ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα.

Για το διαχωρισμό του κτηρίου σε θερμικές ζώνες συνιστάται να ακολουθούνται οι παρακάτω γενικοί κανόνες:

- Ο διαχωρισμός του κτηρίου να γίνεται στο μικρότερο δυνατό αριθμό ζωνών, προκειμένου να επιτυγχάνεται οικονομία στο πλήθος των δεδομένων εισόδου και στον υπολογιστικό χρόνο.
- Κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση ο προσδιορισμός των θερμικών ζωνών να γίνεται καταγράφοντας την πραγματική εικόνα λειτουργίας του κτηρίου.
- Τμήματα του κτηρίου με όγκο μικρότερο από το 10% του συνολικού όγκου του κτηρίου να εξετάζονται ενταγμένα σε άλλες θερμικές ζώνες, κατά το δυνατόν παρόμοιες, ακόμη και αν οι συνθήκες λειτουργίας τους δικαιολογούν τη θεώρησή τους ως ανεξάρτητων ζωνών.

Για τους υπολογισμούς των απαιτούμενων φορτίων θέρμανσης και ψύξης, το κτήριο θα πρέπει να μελετάται ως μια ενιαία θερμική ζώνη ή να διαχωρίζεται κατά περίπτωση σε περισσότερες θερμικές ζώνες. Εφόσον διαχωριστεί ένα κτήριο σε περισσότερες από μία θερμικές ζώνες, υπάρχει η δυνατότητα βάσει των ευρωπαϊκών προτύπων να εκπονηθεί η μελέτη ενεργειακής απόδοσης με ή χωρίς συνυπολογισμό της θερμικής σύζευξης μεταξύ των θερμικών ζωνών. Δεδομένου ότι η θερμική σύζευξη των ζωνών πολλαπλασιάζει σημαντικά τόσο την είσοδο των δεδομένων στο μοντέλο του κτηρίου, όσο και τον υπολογιστικό χρόνο, χωρίς ωστόσο αντίστοιχα να επιτυγχάνει σημαντική βελτίωση της ακρίβειας των αποτελεσμάτων, για την μελέτη ενεργειακής απόδοσης είναι σκόπιμο να ακολουθείται ο υπολογισμός χωρίς σύζευξη μεταξύ των θερμικών ζωνών.

Ο καθορισμός ανεξάρτητων διαφορετικών θερμικών ζωνών σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. και το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13790:2009 επιβάλλεται στις περιπτώσεις κατά τις οποίες:

- Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων διαφέρει περισσότερο από 4 K (4 ^{o}C) σε σχέση με τα άλλα τμήματα του κτηρίου κατά τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο.
- Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση / λειτουργία. Για παράδειγμα, σε ένα νοσοκομείο υπάρχουν αίθουσες νοσηλείας, γραφείων, χειρουργείων, ειδικών ιατρικών μηχανημάτων, εργαστήρια κ.ά. Οι χώροι διαφορετικών χρήσεων έχουν συνήθως και διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, νωπό αέρα κ.ά.).
- Υπάρχουν χώροι στο κτήριο, που εξυπηρετούνται από διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού λόγω διαφορετικών εσωτερικών συνθηκών.
- Υπάρχουν χώροι στο κτήριο που παρουσιάζουν πολύ μεγάλες (σε σχέση με το υπόλοιπο κτήριο) συναλλαγές ενέργειας (π.χ. εσωτερικά ή/και ηλιακά κέρδη, θερμικές απώλειες. Για παράδειγμα, οι χώροι με νότιο προσανατολισμό σε ένα κτήριο έχουν σημαντικά ηλιακά κέρδη σε σχέση με τους υπόλοιπους χώρους.
- Υπάρχουν χώροι, στους οποίους το σύστημα του μηχανικού αερισμού (παροχής νωπού αέρα ή κλιματισμού) καλύπτει λιγότερο από το 80% της επιφάνειας κάτοψης του χώρου.

Χώροι που καταλαμβάνουν όγκο μικρότερο του 10% του συνολικού όγκου του κτηρίου ή/και έχουν χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση συγκριτικά με την κατανάλωση στο υπόλοιπο κτήριο, δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως αυτόνομες θερμικές ζώνες. Επίσης, δευτερεύοντες βοηθητικοί χώροι που δεν θερμαίνονται και που συνδέονται λειτουργικά με μια θερμική ζώνη (π.χ. αποθηκευτικός χώρος εντός διαμερίσματος, ψευδοροφή που διαχωρίζεται από το θερμαινόμενο χώρο με δομικό στοιχείο που δεν είναι θερμομονωμένο) λαμβάνονται ως τμήμα της θερμικής ζώνης.

Ο διαχωρισμός του κτηρίου σε θερμικές ζώνες εναπόκειται στην ευχέρεια του μελετητή ή του επιθεωρητή και μπορεί να βασιστεί στους εθνικούς κανονισμούς και τις σχετικές τεχνικές οδηγίες.

Ωστόσο, για τις ανάγκες της ενεργειακής μελέτης και της ενεργειακής επιθεώρησης η ακρίβεια των υπολογισμών δεν επηρεάζεται σημαντικά από το διαχωρισμό του κτηρίου σε περισσότερες θερμικές ζώνες από αυτές που συστήνεται να επιλέγονται βάσει των παραπάνω κανόνων. Γι' αυτό το λόγο καλό είναι ο διαχωρισμός του κτηρίου σε ζώνες να είναι κατά το δυνατόν μικρότερος. Αν το κτήριο δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ των τμημάτων του, η βέλτιστη προσέγγιση είναι να αντιμετωπιστεί ως μία ενιαία θερμική ζώνη.

Στο πλαίσιο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου καθορίζονται και οι θερμαινόμενοι χώροι (ή θερμικές ζώνες) και οι μη θερμαινόμενοι χώροι (Μ.Θ.Χ.) καθώς και οι ηλιακοί χώροι (π.χ. αίθρια), που γειτνιάζουν και έχουν θερμική σύζευξη με τους θερμαινόμενους χώρους. Οι μη θερμαινόμενοι και οι ηλιακοί χώροι του κτηρίου είναι ενεργειακά αδρανείς χώροι, χωρίς απαιτήσεις για θέρμανση, ψύξη και αερισμό. Κατά τους υπολογισμούς, τα εσωτερικά θερμικά κέρδη και ο φωτισμός των μη θερμαινόμενων και των ηλιακών και των χώρων θεωρούνται μηδενικά. Ωστόσο, συμμετέχουν δυναμικά στον υπολογισμό των απαιτούμενων φορτίων για θέρμανση και ψύξη των θερμαινόμενων χώρων (θερμικές ζώνες) και για το λόγο αυτό περιγράφονται και καθορίζονται με την ίδια ακρίβεια όπως και οι θερμικές ζώνες.

Επισημαίνεται ότι ειδικά κατά την διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης κτηριακής μονάδας και μόνο (π.χ. διαμερίσματος), το οποίο εφάπτεται με μη θερμαινόμενους χώρους (π.χ. κλιμακοστάσιο), για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, θεωρείται κατά παραδοχή ότι εφάπτεται με τον εξωτερικό αέρα. Σ’ αυτή την περίπτωση, όλα τα δομικά στοιχεία του τμήματος κτηρίου που εφάπτονται με το μη θερμαινόμενο χώρο (τοιχοποιίες, ανοίγματα κ.ά.), περιγράφονται ως εφαπτόμενα με τον εξωτερικό αέρα αλλά με συντελεστή θερμοπερατότητας (U) μειωμένο κατά το ήμισυ του υπολογιζόμενου (δηλαδή πολλαπλασιαζόμενο επί μειωτικό συντελεστή b=0,5) και με πλήρη σκίαση (μηδενικό συντελεστή σκίασης) χειμώνα και καλοκαίρι. Ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας U γίνεται βάσει της πραγματικής θέσης του δομικού στοιχείου, δηλαδή σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο.

3.3. ΩΡΑΡΙΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ Η ΤΩΝ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ

Το ωράριο λειτουργίας ενός κτηρίου, που αποτελεί ανεξάρτητη θερμική ζώνη, εξαρτάται από τα εξής χαρακτηριστικά:

- από τη χρήση του κτηρίου,
- από τον ανθρώπινο παράγοντα, δηλαδή από τις ιδιαιτερότητες που προσδίδουν σε κάθε γενική χρήση κτηρίου οι επιλογές και οι συνήθειες των χρηστών του,
- από τις τοπικές συνθήκες, κλιματικές, λειτουργικές (ωράρια λειτουργίας) κ.ά.

Για τις ανάγκες εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου καθορίζεται ένα τυπικό ωράριο λειτουργίας κάθε κτηρίου, ανάλογα με τη γενική χρήση του. Το ίδιο ισχύει και για τμήμα κτηρίου, που αποτελεί ανεξάρτητη θερμική ζώνη υπολογισμού, με διαφορετική χρήση. Σε περιπτώσεις κτηρίων με πολλές παράλληλες χρήσεις, όταν οι χρήσεις αυτές αντιμετωπίζονται ως ανεξάρτητες θερμικές ζώνες, το τυπικό ωράριο και οι εσωτερικές θερμικές συνθήκες λειτουργίας (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, εσωτερικά φορτία κ.ά.), καθορίζονται για κάθε χρήση χωριστά σύμφωνα με τα οριζόμενα στον πίνακα 2.1. και ανεξάρτητα από τη βασική κατηγορία και τη γενική χρήση του κτηρίου (π.χ. οι χώροι γραφείων των νοσοκομείων, αντιμετωπίζονται ως γραφεία). Ωστόσο η μηνιαία περίοδος λειτουργίας για όλες τις επί μέρους παράλληλες χρήσεις καθορίζεται από τη γενική χρήση του κτηρίου (π.χ. οι χώροι γραφείων ενός σχολικού κτηρίου, δεν λειτουργούν τους θερινούς μήνες που το κτήριο θεωρείται ότι είναι εκτός

λειτουργίας). Στον πίνακα 2.1. δίνεται το τυπικό ωράριο λειτουργίας ανά χρήση κτηρίου ή χρήση θερμικής ζώνης.

Πίνακας 2.1. *Τυπικό ωράριο λειτουργίας κτηρίων ανά χρήση.*

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	**Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών**	**Ώρες λειτουργίας**	**Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα**	**Περίοδος λειτουργίας σε μήνες**
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	18	7	12
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	24	7	12
	θερινής λειτουργίας	24	7	7 (Απρ.-Οκτ.)
	χειμερινής λειτουργίας	24	7	8 (Σεπτ.-Απρ.)
	Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	24	7	12
	θερινής λειτουργίας	24	7	7 (Απρ.-Οκτ.)
	χειμερινής λειτουργίας	24	7	8 (Σεπτ.-Απρ.)
	Οικοτροφείο και κοιτώνας	24	7	12
	Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	12	7	ανά χρήση
	Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	24	7	ανά χρήση
Συνάθροισης κοινού	Εστιατόριο	12	7	12
	Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	15	7	12
	Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	6	4	12
	Θέατρο, κινηματογράφος	7	7	12
	Χώρος συναυλιών	6	7	12
	Χώρος εκθέσεων, μουσείο	6	7	12
	Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	6	5	12
	Τράπεζα	8	5	12
	Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	14	3	12
	Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	14	7	12
	Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι *	ανά χρήση	ανά χρήση	ανά χρήση
	Λουτρό (κοινόχρηστο) *	ανά χρήση	ανά χρήση	ανά χρήση

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ώρες λειτουργίας	Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	Περίοδος λειτουργίας σε μήνες
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο	8	5	9 (Σεπτ.-Μαΐ.)
	Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	8	5	9 (Σεπτ.-Μαΐ.)
	Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	13	5	10(Σεπτ.-Ιουν.)
	Φροντιστήριο, ωδείο	7	5	9 (Σεπτ.-Μαΐ.)
Υγείας και κοινωνικής πρόνοια	Νοσοκομείο, κλινική	24	7	12
	Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	24	7	12
	Χειρουργείο (τακτικό)	8	5	12
	Εξωτερικά ιατρεία	8	5	12
	Αίθουσες αναμονής	8	5	12
	Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	12	5	12
	Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομείο	24	7	12
	Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	8	5	11
Σωφρονισμού	Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	24	7	12
	Αστυνομική διεύθυνση	24	7	12
Εμπορίου	Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	12	6	12
	Κατάστημα, φαρμακείο	9	6	12
	Ινστιτούτο γυμναστικής	12	6	12
	Κουρείο, κομμωτήριο	12	6	12
Γραφείων	Γραφείο	10	5	12
	Βιβλιοθήκη	6	5	12

*Σημειώνεται ότι το ωράριο και η περίοδος λειτουργίας των βοηθητικών χώρων ενός κτηρίου ή μιας θερμικής ζώνης (κοινόχρηστα λουτρά, διάδρομοι, κλιμακοστάσια κ.ά.) είναι το ίδιο με αυτό της κύριας χρήσης (κάθε βασικής κατηγορίας: υγείας, συνάθροισης κοινού, εκπαίδευσης, εμπορίου κ.τ.λ.), την οποία εξυπηρετούν.

Για τους υπολογισμούς των θερμικών και ψυκτικών φορτίων ενός κτηρίου, λαμβάνονται συγκεκριμένες περίοδοι για τη θέρμανση και ψύξη ανάλογα με την κλιματική ζώνη:

- Για τη ζώνη Α’ και Β’ η περίοδος θέρμανσης είναι από την 1η Νοεμβρίου μέχρι και τις 15 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από τις 15 Μαΐου μέχρι και τις 15 Σεπτεμβρίου.
- Για τη ζώνη Γ’ και Δ’ η περίοδος θέρμανσης είναι από την 15 Οκτωβρίου μέχρι και τις 30 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από την 1η Ιουνίου μέχρι και τις 31 Αυγούστου.

Επίσης για τα συστήματα μηχανικού αερισμού, ανεξαρτήτως των περιόδων θέρμανσης και ψύξης ανά κλιματική ζώνη, η περίοδος λειτουργίας τους λαμβάνεται συνεχής για το τυπικό ωράριο λειτουργίας του κτηρίου.

Στην περίπτωση κτηρίων με διακοπτόμενη λειτουργία, δηλαδή με λειτουργία μικρότερη από 24 ώρες ημερησίως ή/και λειτουργία μικρότερη από 7 ημέρες εβδομαδιαίως, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, λαμβάνεται υπόψη η διακοπτόμενη λειτουργία σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13790:2009. Επειδή τα κριτήρια διακοπτόμενης λειτουργίας που καθορίζονται στην παράγραφο 13.2.1.2 του προτύπου δεν έχουν προσδιοριστεί και επαληθευτεί σε εθνικό επίπεδο, δεν θα λαμβάνονται υπόψη και θα γίνεται απευθείας ο υπολογισμός του αδιάστατου συντελεστή μείωσης για διακοπτόμενη περίοδο λειτουργίας της θέρμανσης και ψύξης, όπως περιγράφεται στην παράγραφο 13.2.2. του ίδιου προτύπου.

3.4. ΕΠΙΘΥΜΗΤΈΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΈΣ ΣΥΝΘΉΚΕΣ ΧΏΡΩΝ

Ο σκοπός κάθε συστήματος θέρμανσης ή κλιματισμού είναι η επίτευξη θερμικής άνεσης στους χώρους διαμονής και δραστηριότητας των χρηστών κάθε κτηρίου. Η θερμική άνεση είναι μια σχετικά υποκειμενική κατάσταση, που επηρεάζεται από σειρά παραμέτρων και συνθηκών, οι σημαντικότερες των οποίων είναι οι ακόλουθες:

- η θερμοκρασία (ξηρού θερμομέτρου) του αέρα,
- η μέση θερμοκρασία «ακτινοβολίας» των περιβαλλουσών επιφανειών ενός χώρου, όπως αυτή διαμορφώνεται από τη θερμοκρασία των επιφανειών, τα υλικά τους (συγκεκριμένα τους συντελεστές εκπομπής τους στο μεγάλο μήκος κύματος), την εγκατεστημένη ενεργή ηλεκτρική ισχύ εξοπλισμού και τον πληθυσμό,
- η σχετική υγρασία του αέρα,
- η ένδυση των χρηστών,
- η δραστηριότητα των χρηστών,
- η ταχύτητα εσωτερικών ρευμάτων αέρα.

Προκειμένου να καθοριστούν οι τυπικές συνθήκες σχεδιασμού συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού, θεωρούνται, ανάλογα με τη χρήση κάθε κτηρίου, σχεδόν σταθερές οι παράμετροι ένδυσης και δραστηριότητας των χρηστών, καθώς και οι ταχύτητες εσωτερικών ρευμάτων αέρα (που ούτως ή άλλως πρέπει να διατηρούνται στα επιβαλλόμενα όρια, προκειμένου να μην υπάρχει δυσφορία εκ μέρους των χρηστών).

Έτσι, οι απομένουσες παράμετροι, που θα διαμορφώσουν τη θερμική άνεση σε ένα χώρο, είναι η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία του αέρα και η θερμοκρασία των περιβαλλουσών επιφανειών.

Ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου και υπό την προϋπόθεση ότι η κατασκευή τηρεί τα σύγχρονα επιβαλλόμενα πρότυπα (θερμομονωτική προστασία στα δομικά στοιχεία, θερμομονωτικοί και αεροστεγανοί υαλοπίνακες κ.ά.), η θερμοκρασία επιφανειών έχει τιμές συνήθως παραπλήσιες της θερμοκρασίας του αέρα.

Απομένει τελικά να ελεγχθούν οι δύο βασικότερες παράμετροι, η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία του εσωτερικού αέρα, και να προσαρμοσθούν αντίστοιχα από το σύστημα θέρμανσης (μόνον η θερμοκρασία του αέρα) ή κλιματισμού (θερμοκρασία και σχετική υγρασία του αέρα), προκειμένου να επιτευχθεί η επιθυμητή θερμική άνεση.

Σ' αυτή τη βάση, για κάθε κατηγορία κτηρίου και για κάθε ιδιαίτερη χρήση μέσα σ' αυτό, καθορίζονται οι συνθήκες σχεδιασμού, προκειμένου να επιτυγχάνεται θερμική άνεση χωρίς σπατάλη ενέργειας.

Ωστόσο, ο μελετητής ενός συστήματος, θα πρέπει, αξιολογώντας τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και τις ιδιαιτερότητες κάθε περίπτωσης, να προβεί σε μικροπροσαρμογές των συνιστώμενων συνθηκών σχεδιασμού, όταν οι υπόλοιπες παράμετροι επιρροής της θερμικής άνεσης αποκλίνουν σημαντικά από τις τιμές αναφοράς, στις οποίες βασίζεται ο πίνακας.

Ως παράδειγμα αναφέρεται η περίπτωση ενός χώρου με πολύ μεγάλες επιφάνειες υαλοπινάκων. Σ' αυτήν την περίπτωση, σε λειτουργία θέρμανσης η θερμοκρασία επιφανειών είναι πολύ μικρότερη της θερμοκρασίας αέρα (και είναι τόσο μεγαλύτερη η απόκλιση όσο χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα). Κατά συνέπεια, ο μελετητής θα πρέπει να σχεδιάσει για ελαφρώς μεγαλύτερες θερμοκρασίες αέρα από τις συνιστώμενες στον πίνακα, προκειμένου να αντισταθμίσει τη διαφορά της θερμοκρασίας επιφανειών.

Αντίστοιχα, σε περίπτωση θέρμανσης με σύστημα (πλήρους) κλιματισμού θα πρέπει να σχεδιάσει και για λίγο μειωμένη σχετική υγρασία, προκειμένου να αποφύγει συμπυκνώσεις στα εκτεταμένα υαλοστάσια.

Επίσης, σε ένα σύστημα με εκτεταμένη ακτινοβολία (π.χ. σύστημα ενδοδαπέδιας θέρμανσης με υλικά επιφάνειας υψηλής εκπομπής), μπορούν να χρησιμοποιηθούν ελαφρώς μειωμένες θερμοκρασίες σχεδιασμού, δεδομένου ότι λόγω της φύσης του συστήματος θέρμανσης η θερμοκρασία επιφανειών είναι σημαντικά μεγαλύτερη της θερμοκρασίας αέρα.

3.4.1. Θερμοκρασία εσωτερικών χώρων

Η εσωτερική θερμοκρασία είναι η βασικότερη παράμετρος διαμόρφωσης της θερμικής άνεσης σε ένα χώρο. Είναι σαφές ότι, δεδομένης της υποκειμενικότητας του επιπέδου θερμικής άνεσης και των επιλογών του εκάστοτε χρήστη, η επιθυμητή θερμοκρασία εσωτερικών χώρων μπορεί να ποικίλλει.

Ωστόσο, για τις ανάγκες της εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου πρέπει να καθοριστούν σε εθνικό επίπεδο τα επιθυμητά όρια εσωτερικής θερμοκρασίας ανά χρήση. Αυτό πρέπει να γίνει στη βάση της επίτευξης της θερμικής άνεσης με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Με βάση τις συνιστώμενες τιμές στο πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15251:2007 καθορίζονται και δίνονται στον πίνακα 2.2. για όλες τις κατηγορίες των κτηρίων οι τιμές θερμοκρασίας εσωτερικών χώρων για τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο, που θα λαμβάνονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων.

Οι τιμές εσωτερικής θερμοκρασίας που δίνονται στον πίνακα 2.2., σε ορισμένες περιπτώσεις κτηρίων ή χώρων κτηρίων, διαφοροποιούνται λόγω ειδικών απαιτήσεων, όπως στις αίθουσες χειρουργείων ανάλογα με το είδος επεμβάσεων, στις αίθουσες μουσείων ανάλογα με το είδος εκθεμάτων κ.ά. Σ΄ αυτές τις περιπτώσεις η εσωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού (διαστασιολόγησης) των συστημάτων θέρμανσης/ψύξης μπορεί να αποκλίνει από τις τιμές του πίνακα 2.2. και θα πρέπει να αιτιολογείται με σαφήνεια στην αντίστοιχη μελέτη. Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων οι τιμές εσωτερικών θερμοκρασιών που χρησιμοποιούνται είναι σε κάθε περίπτωση και για κάθε χρήση αυτές που δίνονται στον πίνακα 2.2.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων με διακοπτόμενη λειτουργία, στις περιόδους εκτός τυπικού ωραρίου λειτουργίας του κτηρίου, η θερμοκρασία εσωτερικών χώρων λαμβάνεται ίση με τη μέση εξωτερική μηνιαία θερμοκρασία για κάθε μήνα.

3.4.2. Σχετική υγρασία εσωτερικών χώρων

Για το βέλτιστο έλεγχο των εσωτερικών συνθηκών στα κτήρια, εγκαθίστανται συστήματα κλιματισμού, στα οποία εκτός της θερμοκρασίας του αέρα, ελέγχεται και ρυθμίζεται και η σχετική του υγρασία. Εξαίρεση αποτελούν τα τοπικά και ημικεντρικά συστήματα κλιματισμού (αντλίες θερμότητας άμεσης εξάτμισης, διαιρούμενου ή ενιαίου τύπου, τοπικές και ημικεντρικές), που συνήθως χρησιμοποιούνται σε κατοικίες και σε μικρής σχετικά κλίμακας εφαρμογές. Σ' αυτές τις περιπτώσεις ο έλεγχος των τιμών της σχετικής υγρασίας είναι δυνατός μόνο σε λειτουργία ψύξης.

Για κάθε κατηγορία και υποκατηγορία κλιματιζόμενων κτηρίων ή τμημάτων κτηρίων, οι τιμές σχετικής υγρασίας για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων καθορίζονται από τον πίνακα 2.2. Σε περιπτώσεις κτηρίων ή χώρων κτηρίων όπου η επιθυμητή τιμή της σχετικής υγρασίας διαφοροποιείται από τις τιμές του πίνακα 2.2. κατά τον σχεδιασμό (διαστασιολόγηση) των συστημάτων θέρμανσης/ψύξης λόγω ειδικών απαιτήσεων, θα πρέπει να αιτιολογείται με σαφήνεια στην αντίστοιχη μελέτη.

Πίνακας 2.2. *Καθοριζόμενες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας εσωτερικών χώρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων.*

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	**Θερμοκρασία [°C]**		**Σχετική υγρασία [%]**	
	Χειμερινή περίοδος	**Θερινή περίοδος**	**Χειμερινή περίοδος**	**Θερινή περίοδος**
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	20	26	40	45
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	20	26	35	45
θερινής λειτουργίας	20	26	35	45
χειμερινής λειτουργίας	20	26	35	45
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	20	26	35	45
θερινής λειτουργίας	20	26	35	45
χειμερινής λειτουργίας	20	26	35	45
Οικοτροφείο και κοιτώνας	20	26	40	45
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	20	26	40	45
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	20	26	35	50
Εστιατόριο	20	26	35	50
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	20	26	35	50
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	20	26	35	50

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Θέατρο, κινηματογράφος	20	26	35	50
Χώρος συναυλιών	20	26	35	50
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	20	23	35	50
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	20	26	35	45
Τράπεζα	20	26	35	45
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	20	26	35	50
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	18	25	35	45
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	18	26	35	50
Λουτρό (κοινόχρηστο)	22	26	40	50
Νηπιαγωγείο	20	26	35	45
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	20	26	35	45
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	20	26	35	45
Φροντιστήριο, ωδείο	20	26	35	45
Νοσοκομείο, κλινική	22	26	35	50
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	22	25	35	50
Χειρουργείο (τακτικό)	18	20	35	55
Εξωτερικά ιατρεία	20	26	35	50
Αίθουσες αναμονής	20	26	35	50
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	22	26	35	50
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	22	26	40	45
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	20	26	40	45
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	20	26	40	45
Αστυνομική διεύθυνση	20	26	35	45

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	19	25	35	45
Κατάστημα, φαρμακείο,	20	26	35	45
Ινστιτούτο γυμναστικής	20	26	35	45
Κουρείο, κομμωτήριο	20	26	35	45
Γραφείο	20	26	35	45
Βιβλιοθήκη	20	26	35	50

3.4.3. Απαιτούμενος νωπός αέρας εσωτερικών χώρων

Για την εξασφάλιση συνθηκών υγιεινής στο εσωτερικό κάθε κτηρίου και κάθε ανεξάρτητου τμήματος κτηρίου απαιτείται η ανανέωση του αέρα, δηλαδή η αντικατάσταση μέρους του εσωτερικού αέρα από νωπό αέρα περιβάλλοντος. Οι απαιτήσεις νωπού αέρα καθορίζονται ανάλογα με:

- τη χρήση του κτηρίου,
- τον πληθυσμό των χρηστών και
- την παραγωγή ρύπων λόγω χρήσης του κτηρίου, που σε γενική προσέγγιση είναι αντίστοιχη της χρήσης του κτηρίου.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι υπολογισμού της απαραίτητης ποσότητας νωπού αέρα σύμφωνα με το ΕΛΟΤ ΕΝ 15251:2007. Για τις ανάγκες υπολογισμού του αερισμού σε μελέτες εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, ο πιο εύχρηστος τρόπος υπολογισμού της ανανέωσης αέρα είναι βάσει των ελάχιστων ποσοτήτων που απαιτούνται σύμφωνα με τα εξής δύο κριτήρια:

- την εξασφάλιση των συνθηκών υγιεινής για τους χρήστες και
- την ελάχιστη ανανέωση βάσει του όγκου και της χρήσης του κτηρίου.

Σε γενική κατεύθυνση, οι απαιτήσεις νωπού αέρα ανά κατηγορία κτηρίου (χρήση) θα πρέπει να καθορίζονται έτσι, ώστε να καλύπτουν τον ελάχιστο απαιτούμενο αερισμό ($m^3/h/άτομο$), ανάλογα με την πυκνότητα πληθυσμού (άτομα/m^2) ανά χρήση κτηρίου. Λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις αερισμού όπως ορίζονται στο πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15251:2007, στο πρότυπο της ASHRAE 62.1-2010 και στην Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86, στον πίνακα 2.3. καθορίζονται ο αριθμός ατόμων ανά 100 m^2 μεικτής δομημένης επιφάνειας, ο ενδεικνυόμενος απαιτούμενος νωπός αέρας ανά άτομο ($m^3/h/άτομο$) και ο ενδεικνυόμενος απαιτούμενος νωπός αέρας ανά μονάδα επιφάνειας δαπέδου ($m^3/h/m^2$) για κάθε χρήση κτηρίου ή/και χρήση θερμικής ζώνης. Αυτές οι τιμές αερισμού αποτελούν μέσες τιμές των όσων καθορίζονται στα προαναφερόμενα πρότυπα και στις προαναφερθείσες οδηγίες και λαμβάνονται υπόψη για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου, τόσο κατά την εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτηρίου όσο και για τη διενέργεια ενεργειακής επιθεώρησης.

Δεδομένου ότι τα ισχύοντα πρότυπα αλλά και οι τεχνικές οδηγίες και οι κανονισμοί δίνουν ένα εύρος τιμών σχεδιασμού των συστημάτων αερισμού ανά χρήση, ο μελετητής κατά τη φάση

σχεδιασμού του συστήματος μπορεί να επιλέξει όποια τιμή εκτιμά πως προσιδιάζει καλύτερα στο κτήριο, αρκεί να είναι μέσα στα όρια των κανονισμών. Ωστόσο, κατά τους υπολογισμούς που διεξάγονται στο πλαίσιο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης, καθώς και της ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου, πρέπει να χρησιμοποιείται η αναφερόμενη τυπική τιμή του πίνακα 2.3. Διευκρινίζεται πως για τον υπολογισμό του απαιτούμενου αέρα για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, οι βοηθητικοί χώροι (π.χ. κλιμακοστάσια, διάδρομοι, λουτρά, αποθήκες κ.ά.) κάθε θερμικής ζώνης, θα συνυπολογίζονται με την τιμή του πίνακα 2.3. που αντιστοιχεί σε βοηθητικούς χώρους. Δηλαδή, σε θερμική ζώνη που περιλαμβάνει και βοηθητικούς χώρους (π.χ. θερμική ζώνη γραφείων συμπεριλαμβανομένων των διαδρόμων), ο υπολογισμός του απαιτούμενου αερισμού θα γίνει με άλλη τυπική τιμή για το εμβαδό της χρήσης και με άλλη τυπική τιμή για το εμβαδό των βοηθητικών χώρων, σύμφωνα με τον πίνακα 2.3. Επίσης στις περιπτώσεις θερμικών ζωνών που αποτελούνται μόνο από βοηθητικούς χώρους, είναι σαφές πως ο υπολογισμός του αερισμού θα γίνει βάσει της τυπικής τιμής του πίνακα 2.3. που αντιστοιχεί σε βοηθητικούς χώρους.

Επισημαίνεται ότι, στους υπολογισμούς για την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου δεν λαμβάνονται υπόψη οι απαιτήσεις και η παροχή νωπού αέρα σε περιπτώσεις ειδικών εφαρμογών, όπως του τοπικού αερισμού μαγειρείων, αποθήκευσης ή συντήρησης τροφίμων, ειδικών ιατρικών εργαστηριών κ.ά., οι οποίες δεν εξυπηρετούν την κάλυψη των αναγκών αερισμού των χρηστών των χώρων.

Συνοψίζοντας, για τον αερισμό των χώρων ενός κτηρίου, σε όλες τις περιπτώσεις, ακόμη και όταν οι τιμές σχεδιασμού των συστημάτων αερισμού είναι διαφορετικές από τις τυπικές τιμές του πίνακα 2.3., ο μελετητής πρέπει:

α) να χρησιμοποιήσει τις τυπικές τιμές αερισμού του πίνακα 2.3. για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης,

β) να αγνοήσει εντελώς τις ιδιαίτερες απαιτήσεις αερισμού ειδικών εφαρμογών (όπως προαναφέρθηκε), για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και

γ) στην τεχνική περιγραφή των τεχνικών συστημάτων αερισμού, να τεκμηριώσει με σαφήνεια και πληρότητα, τις τιμές σχεδιασμού που έχει επιλέξει. Επισημαίνεται, πως οι επιλεγείσες αυτές τιμές αερισμού θα πρέπει να βρίσκονται εντός των ορίων των κατά περίπτωση ισχυόντων κανονισμών, ισχυουσών σχετικών τεχνικών οδηγιών και ισχυόντων προτύπων.

Πίνακας 2.3. *Απαιτούμενος νωπός αέρας ανά χρήση κτηρίου (για χώρους μη καπνιζόντων) για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.*

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	**Άτομα / 100 m^2 επιφ. δαπέδου**	**Νωπός αέρας [m^3/h/άτομο]**	**Νωπός αέρας [m^3/h/m^2]**
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	5	15	0,75
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας*	15	20	3,00
θερινής λειτουργίας*	15	20	3,00
χειμερινής λειτουργίας*	15	20	3,00
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας*	15	20	3,00
θερινής λειτουργίας*	15	20	3,00

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m^2 επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [$m^3/h/$άτομο]	Νωπός αέρας [$m^3/h/m^2$]
χειμερινής λειτουργίας*	15	20	3,00
Οικοτροφείο και κοιτώνας*	10	15	1,50
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	8	15	1,20
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	25	25	6,25
Εστιατόριο	70	25	17,50
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	80	25	20,00
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	100	45	45,00
Θέατρο, κινηματογράφος	100	25	25,00
Χώρος συναυλιών	100	30	30,00
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	50	20	10,00
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	110	25	27,50
Τράπεζα	20	30	6,00
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	75	30	22,50
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	75	45	33,75
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	--	--	2,6
Λουτρό (κοινόχρηστο)	--	--	6,00
Νηπιαγωγείο**	50	22	11,00
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης**	50	22	11,00
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας**	50	22	11,00
Φροντιστήριο, ωδείο**	55	22	12,10
Νοσοκομείο, κλινική*	30	35	10,50
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	22	25	5,50
Χειρουργείο (τακτικό)	20	150	30,00
Εξωτερικά ιατρεία	10	50	5,00

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m^2 επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m^3/h/άτομο]	Νωπός αέρας [m^3/h/m^2]
Αίθουσες αναμονής	55	45	24,75
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	15	50	7,50
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία*	15	25	3,75
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	25	45	11,25
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	20	22	4,40
Αστυνομική διεύθυνση	10	30	3,00
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	30	22	6,60
Κατάστημα, φαρμακείο,	14	22	3,08
Ινστιτούτο γυμναστικής,	15	45	6,75
Κουρείο, κομμωτήριο	15	30	4,50
Γραφείο	10	30	3,00
Βιβλιοθήκη	22	30	6,60

* Οι τιμές αυτές χρησιμοποιούνται όταν το κτήριο εξετάζεται ενιαία και όχι κατατετμημένο σε επιμέρους θερμικές ζώνες διαφορετικών χρήσεων.

** Αυτές οι τιμές αφορούν στις αίθουσες εκπαίδευσης και όχι άλλους χώρους των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων όπως είναι τα γραφεία, οι διάδρομοι κ.τ.λ.

2.4.4. Απαιτήσεις και απαραίτητες στάθμες φωτισμού

Σε κάθε χώρο πρέπει να παρέχεται ο φωτισμός που εξασφαλίζει στους χρήστες οπτική άνεση, δηλαδή ένα περιβάλλον με την απαιτούμενη ποσότητα και ποιότητα φωτισμού, που επιτρέπει την ευχάριστη διαμονή και την άσκηση προβλεπόμενης δραστηριότητά τους, χωρίς φαινόμενα που να οδηγούν στην οπτική δυσφορία ή/και κόπωση. Για τον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό, ο Κ.Εν.Α.Κ. καθορίζει για τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια του τριτογενούς τομέα , ως ελάχιστη φωτεινή απόδοση (ℓm/W) των συστημάτων γενικού φωτισμού τα 60 (ℓm/W) ενώ για τα αντίστοιχα κτήρια αναφοράς τα 55 (ℓm/W).

Στο πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 12464.1 - 2011 δίνονται λεπτομερώς τα συνιστώμενα επίπεδα φωτισμού ανά χρήση χώρου, καθώς και επιπρόσθετες πληροφορίες που σχετίζονται με τον σχεδιασμό του συστήματος φωτισμού και τη χρήση επιφανειών εκτέλεσης εργασίας, περιβάλλουσες και υπόβαθρου. Η μελέτη φωτισμού με τα απαραίτητα φωτομετρικά αρχεία (*.ltd, *.ies) είναι υποχρεωτική. Με βάση - κατά κύριο λόγο - τις προτεινόμενες τιμές του προτύπου για τα συνιστώμενα επίπεδα φωτισμού, δίνονται στον πίνακα 2.4α. οι τιμές για τη μέση ελάχιστη στάθμη γενικού φωτισμού (ℓx), το μέγιστο βαθμό θάμβωσης (δείκτης UGR) και την ελάχιστη τιμή ομοιομορφίας (ελάχιστη προς μέση τιμή

έντασης φωτισμού) ανά χρήση χώρου. Οι τιμές για την εγκατεστημένη ισχύ φωτισμού (W/m^2 ωφέλιμης επιφάνειας) του κτηρίου αναφοράς τριτογενούς τομέα και των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, για τις οποίες η φωτεινή απόδοση καθορίστηκε στα 55 (ℓm/W) δίνονται στον πίνακα 2.4α. Αυτές οι τιμές, της εγκατεστημένης ισχύος των φωτιστικών ανά μονάδα ωφέλιμης επιφάνειας (W/m^2) του κτηρίου αναφοράς είναι οι μέγιστες επιτρεπόμενες για την κάλυψη της μέσης ελάχιστης στάθμης (ℓx) γενικού φωτισμού.. Στον φωτισμό των γραφείων προτείνεται περιορισμός των φωτιστικών σωμάτων με μη αποδοτική κατανομή φωτισμού. Το 70% της φωτεινής ροής πρέπει να κατευθύνεται προς τα κάτω, στην επιφάνεια εκτέλεσης εργασίας.

Στο όριο τιμών της εγκατεστημένης ισχύος (W/m^2) του πίνακα 2.4α. δεν περιλαμβάνονται φωτιστικά που χρησιμοποιούνται για:

- ειδικό φωτισμό ανάδειξης (π.χ. εμπορευμάτων, εκθεμάτων (μουσεία)),
- φωτισμό ασφαλείας,
- ειδικό φωτισμό χώρων ειδικής χρήσης (χειρουργείων, κινηματογράφων, θεάτρων).

Ωστόσο γι' αυτές τις περιπτώσεις, ο μελετητής πρέπει, στη σχετική μελέτη φωτισμού να τεκμηριώνει με σαφήνεια την ανάγκη χρήσης ειδικού φωτισμού σε επιμέρους χώρους του κτηρίου και να αναφέρει την εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ του.

Στους υπολογισμούς της ενεργειακής κατάταξης για το κτήριο αναφοράς χρησιμοποιείται πάντα ο πίνακας 2.4 και $2.4^{α}$.

Πίνακας 2.4. *Στάθμη γενικού (όχι ειδικού) φωτισμού κτηρίου αναφοράς ανά χρήση κτηρίου σύμφωνα με το EN 12464-1 2011.*

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	**Στάθμη φωτισμού [ℓx]**	**Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]**	**Δείκτης θάμβωσης UGR**	**Ομοιομορφία φωτισμού Uo (min/μέση τιμή)**
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	200	0,8	-	-
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	300	0,8	22	0,6
θερινής λειτουργίας	300	0,8	22	0,6
χειμερινής λειτουργίας	300	0,8	22	0,6
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	300	0,8	22	0,6
θερινής λειτουργίας	300	0,8	22	0,6
χειμερινής λειτουργίας	300	0,8	22	0,6
Οικοτροφείο και κοιτώνας	300	0,8	22	0,6
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	250	0,8	-	-
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου	100	0,5	28	0,4

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [ℓx]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]	Δείκτης θάμβωσης UGR	Ομοιομορφία φωτισμού Uo (min/μέση τιμή)
κ.ά.				
Εστιατόριο	200	0,8	-	-
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	250	0,8	-	-
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	100	0,8	-	-
Θέατρο, κινηματογράφος	100	0,8	25	0,4
Χώρος συναυλιών	100	0,8	25	0,4
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	200	0,8	22	0,4
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	500	0,8	19	0,6
Τράπεζα	500	0,8	19	0,6
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	300	0,8	19	0,6
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	300	0,5	22	0,6
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	100	0	28	0,4
Λουτρό (κοινόχρηστο)	200	0,8	25	0,4
Νηπιαγωγείο	300	0,8	19	0,6
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	300	0,8	19	0,6
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	500	0,8	19	0,6
Φροντιστήριο, ωδείο	500	0,8	19	0,6
Νοσοκομείο, κλινική	300	0,8	19	0,6
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	100	0,8	19	0,4
Χειρουργείο (τακτικό)	1000	0,8	19	0,6
Εξωτερικών ιατρείων	500	0,8	19	0,6
Αίθουσες αναμονής	200	0,8	22	0,4

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [ℓx]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]	Δείκτης θάμβωσης UGR	Ομοιομορφία φωτισμού Uo (min/μέση τιμή)
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	500	0,8	19	0,6
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	300	0,8	19	0,6
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	300	0,8	22	0,4
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	300	0,8	22	0,4
Αστυνομική διεύθυνση	500	0,8	19	0,6
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	300	0,8	22	0,4
Κατάστημα, φαρμακείο,	500	0,8	19	0,6
Ινστιτούτο γυμναστικής	400	0,8	22	0,6
Κουρείο, κομμωτήριο	400	0,8	19	0,6
Γραφείο	500	0,8	19	0,6
Βιβλιοθήκη	500	0,8	19	0,6

Σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. Δ6/Β/14826/17-6-2008 «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα» (ΦΕΚ Β’ 1122) τα επίπεδα φωτισμού καθορίζονται από το EN 12464-1 και δεν επιτρέπεται υπέρβαση (προς τα πάνω) του ορίου της μέσης ελάχιστης στάθμης γενικού φωτισμού (ℓx) περισσότερο από το 30% αυτής. Για τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης κτιρίων η μέση ελάχιστη στάθμη γενικού φωτισμού (ℓx) δεν πρέπει να ξεπερνά περισσότερο από το 20% αυτής.

Σε κάθε χώρο πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η θερμοκρασία χρώματος (K) των φωτιστικών σωμάτων ανάλογα με τη γενική ή ειδική χρήση του. Η θερμοκρασία χρώματος συσχετίζεται έμμεσα και με τη φωτεινή απόδοση του φωτιστικού σώματος (ℓm/W) αλλά και το φάσμα εκπομπής ακτινοβολίας. Το φάσμα εκπομπής του φωτιστικού σώματος μπορεί να επηρεάσει τον ημερήσιο βιορυθμό των χρηστών. Οι δυο αυτές παράμετροι μπορεί να είναι ανταγωνιστικές, οπότε σε αρκετές περιπτώσεις η μεγαλύτερη ενεργειακή απόδοση των φωτιστικών να μην είναι το απαιτούμενο. Για παράδειγμα θα πρέπει να υπάρχει αποφυγή ψυχρών θερμοκρασιών (<5300K) σε χώρους περίθαλψης μετά τη δύση του ήλιου με προτεινόμενη θερμοκρασία χρώματος <3300K πχ νοσοκομεία (αίθουσες ασθενών, δωμάτια κλπ), ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία. Στα γραφεία προτείνονται φωτιστικά σώματα με θερμοκρασία χρώματος <4200K.

Πίνακας 2.4.α *Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (W/m^2) κτηρίου αναφοράς ανάλογα της στάθμης φωτισμού για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.*

Ζώνες τεχνητού φωτισμού / Στάθμη φωτισμού [ℓx]	**Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m^2]**	**Ισχύς για ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης κτιρίων [W/m^2]**
1000	32	28,0
500	16	14,0
400	12,8	11,2
300	9,6	8,4
250	8,0	7,0
200	6,4	5,6
100	3,2	2,8

Σε κάθε θερμική ζώνη του κτιρίου θα καταγράφονται οι ζώνες τεχνητού φωτισμού που θα δημιουργούνται από την ομαδοποίηση των χώρων του κτηρίου ανάλογα με τις απαιτούμενες στάθμες του τεχνητού φωτισμού που καθορίζονται από το ΕΝ12464-1 ανάλογα τη χρήση των χώρων. Η κάθε ζώνη τεχνητού φωτισμού θα αντιστοιχεί σε καθορισμένο ποσοστό κάλυψης σε σχέση με το συνολικό εμβαδό της κάθε θερμικής ζώνης του κτιρίου. Στη συνέχεια θα συσχετίζονται τα ποσοστά κάλυψης με τα αντίστοιχα όρια της εγκατεστημένης ισχύος φωτισμού (W/m^2) ανά θερμική ζώνη με σκοπό τη δημιουργία ενός μέσου ορίου εγκατεστημένης ισχύς φωτισμού (W/m^2) που θα είναι μοναδικό για κάθε θερμική ζώνη και κτήριο και θα συσχετίζεται με τις ανάγκες φωτισμού των χώρων του.

Έστω σε μια θερμική ζώνη ενός κτιρίου υπάρχουν ανάγκες φωτισμού οι οποίες ομαδοποιούνται σε 3 απαιτούμενες στάθμες φωτισμού: 500 ℓx, 300 ℓx και 100 ℓx και άρα 3 ζώνες τεχνητού φωτισμού. Έστω ότι τα ποσοστά κάλυψης των 3 αυτών ζωνών τεχνητού φωτισμού είναι 50% (ζώνη με 500 ℓx), 30% (ζώνη με 300 ℓx) και 20% (ζώνη με 100 ℓx). Σύμφωνα με τον πίνακα 2.4α για το κτήριο αναφοράς γίνεται η αντιστοίχιση των ζωνών τεχνητού φωτισμού με τα όρια της εγκατεστημένης ισχύος (16 W/m^2, 9,6 W/m^2 και 3,2 W/m^2 αντίστοιχα) Οπότε κάθε θερμική ζώνη και εν τέλει κτήριο θα έχει ένα όριο εγκατεστημένης ισχύος. Το όριο εγκατεστημένης ισχύς φωτισμού (W/m^2) για το κτήριο θα είναι 11,52 W/m^2. (50% X 16 W/m^2 + 30% X 9,6 W/m^2 + 20% X 3,2 W/m^2 = 11,52 W/m^2).

3.5. ΚΑΤΑΝΆΛΩΣΗ ΖΕΣΤΟΎ ΝΕΡΟΎ ΧΡΉΣΗΣ

Η ζήτηση ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) σε ένα κτήριο ή σε ένα ανεξάρτητο (λειτουργικά) τμήμα του εξαρτάται από τη χρήση του κτηρίου (ή του τμήματος) αλλά και σε σημαντικό βαθμό από τον ανθρώπινο παράγοντα. Έτσι, κάθε κτήριο, ανάλογα με τη γενική του χρήση αλλά και τις συνήθειες των χρηστών του, παρουσιάζει διαφορετική κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.

Για τον υπολογισμό της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας για παραγωγή Ζ.Ν.Χ. καθορίστηκε, σύμφωνα με τον πίνακα 2.5., η τυπική ημερήσια κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. ανά άτομο/χρήστη του υπό μελέτη κτηρίου ή της υπό μελέτη ζώνης, καθώς επίσης και η ετήσια κατανάλωση, ως εξής:

- ανά υπνοδωμάτιο για τις κατοικίες (όπου υπό τον όρο υπνοδωμάτιο πρέπει να λογίζονται όλοι οι χώροι που έχουν σχεδιαστεί για να χρησιμοποιηθούν ως υπνοδωμάτια, χωρίς λειτουργικά προβλήματα, ανεξαρτήτως της υφιστάμενης χρήση τους),
- ανά κλίνη για τα κτήρια προσωρινής διαμονής και περίθαλψης,
- ανά μονάδα δομημένης επιφάνειας για όλες τις υπόλοιπες χρήσεις κτηρίων.

Οι τιμές του πίνακα 2.5. λαμβάνονται από τη διεθνή βιβλιογραφία και τις τυπικές τιμές που προτείνει το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.3.1:2008 για ορισμένες χρήσεις κτηρίων και χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς της κατανάλωσης ενέργειας για Ζ.Ν.Χ. του κτηρίου. Για τον υπολογισμό του απαιτούμενου θερμικού φορτίου για Ζ.Ν.Χ., οι καταναλώσεις του πίνακα 2.5 αναφέρονται σε θερμοκρασία Ζ.Ν.Χ. 45°C, η οποία λαμβάνεται και κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων.

Σε ορισμένες χρήσεις κτηρίων, σύμφωνα με το παραπάνω πρότυπο, λόγω περιορισμένης ζήτησης η κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. λαμβάνεται μηδενική για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, τόσο για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, όσο και για την ενεργειακή επιθεώρηση.

Διευκρινίζεται επίσης, πως οι υπολογισμοί της κατανάλωσης Ζ.Ν.Χ. γίνονται βάσει των τετραγωνικών που καταλαμβάνει η χρήση για την οποία υπάρχει απαίτηση Ζ.Ν.Χ. και όχι για το σύνολο του κτηρίου. Η επιφάνεια των κοινόχρηστων βοηθητικών χώρων των κτηρίων, π.χ. διάδρομοι, κλιμακοστάσια, λουτρά (WC), δεν συνυπολογίζεται για τον καθορισμό των απαιτήσεων Ζ.Ν.Χ. Έτσι, στην περίπτωση που οι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι ενσωματώνονται σε μια μεγαλύτερη θερμική ζώνη, το εμβαδό τους δεν λαμβάνεται υπόψη για τον υπολογισμό της κατανάλωσης Ζ.Ν.Χ., ενώ στην περίπτωση κατά την οποία αυτοί οι χώροι οριστούν ως ξεχωριστές θερμικές ζώνες, η κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. λαμβάνεται μηδενική.

Στην περίπτωση κατά την οποία έχουν οριστεί ως θερμικές ζώνες, Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά., ή Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο) - οι οποίες δεν περιλαμβάνονται στον Πίνακα 2.5. - η κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. λαμβάνεται από την αντίστοιχη γενικότερη χρήση του Πίνακα 2.5. (π.χ. για το Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου ετήσιας λειτουργίας κατηγορίας Lux, η κατανάλωση λαμβάνεται όπως αυτή της χρήσης Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας κατηγορίας Lux). Για τις χρήσεις Χειρουργείο (τακτικό), Εξωτερικά ιατρεία και Αίθουσες αναμονής, η κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. λαμβάνεται μηδενική.

Σε κάθε περίπτωση, τα στοιχεία των υπολογισμών για το σχεδιασμό του συστήματος παραγωγής και διανομής Ζ.Ν.Χ. θα πρέπει να καθορίζονται με σαφήνεια, στη σχετική μελέτη διαστασιολόγησης.

Πίνακας 2.5. *Τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (σε θερμοκρασία 45°C) ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας.*

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	**Ημερήσια κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.**		**Ετήσια κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.**	
	[ℓ/άτομο/ημέρα]	**ανά δομημένη επιφάνεια [ℓ/m^2/ημέρα]**	**ανά υπνοδωμάτιο [m^3/υπν./έτος]**	**ανά δομημένη επιφάνεια [m^3/m^2/έτος]**
Μονοκατοικία, πολυκατοικία	50	--	27,38	----
	[ℓ/άτομο/ημέρα]	**[ℓ/m^2/ημέρα]**	**ανά κλίνη [m^3/κλίνη/έτος]**	**[m^3/m^2/έτος]**
Ξενοδοχείο ετήσιας	100	--	36,50	--

λειτουργίας κατηγορίας Lux				
Α’ και Β΄ κατηγορίας	80	--	29,20	--
Γ΄ κατηγορίας	60	--	21,90	--
θερινής λειτουργίας κατηγορίας Lux	100	--	21,23	--
Α’ και Β΄ κατηγορίας	80	--	17,00	--
Γ΄ κατηγορίας	60	--	12,74	--
χειμερινής λειτουργίας κατηγορίας Lux	100	--	24,27	--
Α’ και Β΄ κατηγορίας	80	--	19,41	--
Γ΄ κατηγορίας	60	--	14,56	--
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	60	--	21,90	--
θερινής λειτουργίας	60	--	12,74	--
χειμερινής λειτουργίας	60	--	14,56	--
Οικοτροφείο και κοιτώνας	50	--	18,25	--
Εστιατόριο**	8	5,60	--	2,04
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο**	2	1,60	--	0,58
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	3	3,00	--	0,62
Θέατρο, κινηματογράφος	--	--	--	--
Χώρος συναυλιών	--	--	--	--
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	--	--	--	--
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	--	--	--	--
Τράπεζα	--	--	--	--
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	--	--	--	--
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο**	20	9,00	--	3,29
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	--	--	--	--
Λουτρό (κοινόχρηστο)	--	--	--	--
Νηπιαγωγείο	--	--	--	--

Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	--	--	--	--
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	--	--	--	--
Φροντιστήριο, ωδείο	--	--	--	--
Νοσοκομείο κάτω των 500 κλινών *	80	--	29,2	--
Νοσοκομείο άνω των 500 κλινών *	120	--	43,9	--
Κλινική*	60	--	22,0	--
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	5	0,75	--	0,2
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	50	--	18,25	--
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	5	1,25	--	0,30
Αναμορφωτήριο, φυλακή, Κρατητήριο	30	6,00	--	2,19
Αστυνομική διεύθυνση	--	--	--	--
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	--	--	--	--
Κατάστημα, φαρμακείο,	--	--	--	--
Ινστιτούτο γυμναστικής**	20	15,00	--	4,68
Κουρείο, κομμωτήριο**	3	2,25	--	0,70
Γραφείο	--	--	--	--
Βιβλιοθήκη	--	--	--	--

* Εάν η κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. ενός κτηρίου (π.χ. ανά κλίνη ή ανά υπνοδωμάτιο), έχει προσδιοριστεί σε μια θερμική ζώνη του κτηρίου (π.χ. υπνοδωμάτιο), δεν πρέπει να προσδιοριστεί εκ νέουσε άλλη θερμική ζώνη (π.χ. εστιατόριο ξενοδοχείου).

** Στις καταναλώσεις Ζ.Ν.Χ. αυτών των χώρων έχει συνυπολογιστεί η συνεχής αλλαγή χρηστών στην διάρκεια του λειτουργικού ωραρίου και ένα ποσοστό χρηστών που δεν καταναλώνει Ζ.Ν.Χ.

Επίσης για την εκτίμηση των ενεργειακών αναγκών για παραγωγή του απαιτούμενου ζεστού νερού χρήσης, είναι απαραίτητη και η μέση θερμοκρασία νερού δικτύου ανά κλιματική ζώνη. Η θερμοκρασία του νερού δικτύου, εξαρτάται από τη μέση εξωτερική θερμοκρασία του αέρα αλλά και δευτερευόντως

από τη θερμοκρασία εδάφους στην εκάστοτε περιοχή. Στην τεχνική οδηγία του Τ.Ε.Ε. «Κλιματικά δεδομένα για ελληνικές περιοχές» δίνονται τυπικές τιμές για τη μέση μηνιαία θερμοκρασία του νερού δικτύου για διάφορες περιοχές της Ελλάδας.

Για τους υπολογισμούς των απαιτούμενων φορτίων για ζεστό νερό χρήσης λαμβάνονται οι τιμές της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας νερού δικτύου, όπως δίνονται στον πίνακα 2.6. για κάθε κλιματική ζώνη στην οποία ανήκει η εκάστοτε περιοχή. Περιοχές με υψόμετρο άνω των 500 μέτρων κατατάσσονται στην αμέσως ψυχρότερη κλιματική ζώνη. Οι περιοχές της ορεινής Αρκαδίας, που έχουν ενταχθεί στη ζώνη Γ, καθώς και όλες οι περιοχές της ζώνης Δ διατηρούν τα χαρακτηριστικά της ζώνης στην οποία ευρίσκονται, ανεξαρτήτως υψομέτρου.

Πίνακας 2.6. *Μέση μηνιαία θερμοκρασία νερού δικτύου ανά κλιματική ζώνη.*

Κλιματική Ζώνη	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Α	13,0	12,8	13,8	16,3	19,9	23,8	26,2	26,6	24,9	21,7	18,1	14,8
Β	10,4	10,1	11,7	14,8	18,9	23,1	25,6	25,8	23,5	19,7	15,5	12,2
Γ	6,5	7,3	9,4	13,2	17,6	21,9	24,3	24,6	22,0	17,7	12,7	8,6
Δ	4,2	5,0	7,5	11,5	15,7	19,8	22,2	22,7	20,2	15,9	10,8	6,6

3.6. ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΑΠΟ ΧΡΗΣΤΕΣ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ

Η παραγόμενη / εκλυόμενη θερμότητα στο εσωτερικό των κτηρίων επηρεάζει την εσωτερική θερμοκρασία των χώρων και κατά συνέπεια τα πραγματικά φορτία θέρμανσης και ψύξης. Σε ό,τι αφορά στη διαστασιολόγηση των συστημάτων θέρμανσης, για λόγους ασφαλείας των υπολογισμών αυτά τα εσωτερικά κέρδη αγνοούνται πλήρως στη συντριπτική πλειοψηφία των προτύπων υπολογισμού φορτίων θέρμανσης.

Ωστόσο, στο πλαίσιο της προσπάθειας για εξοικονόμηση ενέργειας, όταν αυτά τα κέρδη ή μέρος τους είναι σταθερά και μόνιμα λόγω της λειτουργίας του κτηρίου, τότε στη διαστασιολόγηση του συστήματος θέρμανσης το σταθερό και μόνιμο τμήμα των εσωτερικών κερδών θα πρέπει να συνυπολογίζεται.

Σε ό,τι αφορά στους υπολογισμούς φορτίων ψύξης, τα εσωτερικά κέρδη συνυπολογίζονται κανονικά, αφού αποτελούν τη βασική παράμετρο του υπολογιζόμενου ψυκτικού φορτίου. Ωστόσο, και πάλι, προκειμένου να αποφεύγονται υπερδιαστασιολογήσεις συστημάτων, τα κέρδη που συμμετέχουν στο φορτίο ψύξης θα πρέπει να υπολογίζονται ετεροχρονισμένα προσομοιάζοντας κατά το δυνατόν προς την πραγματική λειτουργία του κτηρίου. Δηλαδή, τα κέρδη κάθε κατηγορίας θα πρέπει να συμμετέχουν στον υπολογισμό των φορτίων ψύξης, πολλαπλασιασμένα επί ένα συντελεστή ετεροχρονισμού. Ο συντελεστής ετεροχρονισμού εκφράζει το ποσοστό του λειτουργικού χρόνου του κτηρίου, κατά τον οποίο τα εσωτερικά κέρδη πράγματι υπάρχουν.

Ανάλογα με το είδος των εσωτερικών κερδών και τη χρήση του κτηρίου, επιλέγεται ο αντίστοιχος συντελεστής ετεροχρονισμού. Εναλλακτικά και ανάλογα με τη μέθοδο υπολογισμού του ψυκτικού φορτίου ενός κτηρίου, χρησιμοποιούνται και «προφίλ» ετεροχρονισμού, δηλαδή χρονοσειρές διαφορετικών τιμών ετεροχρονισμού, ανάλογα με το είδος του κέρδους, τη χρήση του κτηρίου και την περίοδο της λειτουργικής ημέρας. Τα εσωτερικά κέρδη συμπεριλαμβάνουν τρεις βασικές κατηγορίες, ως ακολούθως :

- τον ηλεκτροφωτισμό (αισθητά κέρδη),

- την έκλυση θερμότητας από τους ανθρώπους (αισθητά και λανθάνοντα κέρδη, η αναλογία των οποίων είναι συνάρτηση της δραστηριότητας των ανθρώπων) και
- τον εξοπλισμό (κατά μεγάλο ποσοστό αισθητά κέρδη στην πλειοψηφία των εφαρμογών).

Για τα εσωτερικά κέρδη από ηλεκτροφωτισμό στους υπολογισμούς λαμβάνεται υπόψη η εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών όπως αναφέρεται στην προηγούμενη παράγραφο 2.4.4., για όλες τις χρήσεις κτηρίων (τριτογενούς και οικιακού τομέα). Ιδιαίτερα για τα κτήρια κατοικιών ο συνυπολογισμός των εσωτερικών κερδών από ηλεκτροφωτισμό στα φορτία του κτηρίου γίνεται βάσει του συντελεστή ετεροχρονισμού (0,1), μέσω του οποίου αντιστοιχίζεται η πραγματική –κατά μέσο όρο– λειτουργία του φωτισμού στους χώρους κατοικίας κατά τη διάρκεια της λειτουργικής ημέρας. Η εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών (πίνακας 2.4) λαμβάνεται η ίδια τόσο για τα το κτήριο αναφοράς όσο και για το υπό μελέτη/επιθεώρηση κτήριο.

Συνήθως στους υπολογισμούς χρησιμοποιείται μια μέση τιμή ισχύος ηλεκτροφωτισμού. Όμως η πραγματική εκλυόμενη θερμική ισχύς λόγω του ηλεκτροφωτισμού είναι συνάρτηση πολλών παραμέτρων και σε αναλυτικότερες και ακριβέστερες μελέτες, θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως δεδομένο, η ισχύς που πραγματικά αντιστοιχεί στο σύστημα ηλεκτροφωτισμού. Σε επόμενο κεφάλαιο γίνεται ανάλυση για τον τρόπο με τον οποίο υπολογίζεται ο πραγματικός χρόνος λειτουργίας των συστημάτων τεχνητού φωτισμού στα κτήρια του τριτογενούς τομέα σε συνάρτηση με το διαθέσιμο φυσικό φωτισμό και τις διατάξεις αυτομάτου ελέγχου. Επιγραμματικά, αναφέρονται οι βασικές παράμετροι που επηρεάζουν την εκλυόμενη στο χώρο θερμική ισχύ λόγω του συστήματος ηλεκτροφωτισμού:

- είδος λαμπτήρα και φωτιστικού,
- ύψος χώρου και τοποθέτησης φωτιστικού,
- ύπαρξη ψευδοροφής,
- ύπαρξη συστήματος εξαερισμού του χώρου τοποθέτησης των φωτιστικών (αν υπάρχει ψευδοροφή).

Ακολούθως εξετάζονται οι άλλες δύο κατηγορίες εσωτερικών κερδών. Διευκρινίζεται πως για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, τα εσωτερικά θερμικά κέρδη (από χρήστες & συσκευές), καθώς και ο φωτισμός των μη θερμαινόμενων χώρων δεν λαμβάνονται υπόψη και θεωρούνται μηδενικά.

3.6.1. Χρήστες κτηρίου ή θερμικής ζώνης

Κάθε άτομο ανάλογα τη δραστηριότητα του, εκλύει θερμότητα υπό τη μορφή αισθητού και λανθάνοντος φορτίου. Το αισθητό φορτίο οφείλεται στην ακτινοβολία του σώματός του και τη μεταφορά θερμότητας από το σώμα του στον αέρα. Η αναλογία ακτινοβολίας / μεταφοράς είναι περίπου 50%-50% και φυσικά εξαρτάται από την ένδυση και τη δραστηριότητα του ατόμου. Ωστόσο, για τους απλούς υπολογισμούς στο πλαίσιο της εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου, η αναλογία αυτή δεν επηρεάζει ουσιαστικά και συνήθως δεν υπεισέρχεται στους υπολογισμούς. Το λανθάνον φορτίο οφείλεται στην αναπνοή και στην εφίδρωση κάθε ανθρώπου και είναι τόσο μεγαλύτερο, όσο αυξάνεται η δραστηριότητα του ατόμου.

Ο συνυπολογισμός της έκλυσης θερμότητας στα φορτία του κτηρίου θα πρέπει να γίνεται βάσει συντελεστή ετεροχρονισμού (μέσου συντελεστή παρουσίας χρηστών), μέσω του οποίου αντιστοιχίζεται η πραγματική –κατά μέσο όρο– παρουσία των ατόμων στους χώρους, κατά τη διάρκεια της λειτουργικής ημέρας. Ακόμη καλύτερα, σε αναλυτικότερους υπολογισμούς μπορούν να

χρησιμοποιούνται «προφίλ» ετεροχρονισμού ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου και την ώρα της ημέρας.

Στον πίνακα 2.7. καθορίζονται οι μέσες τυπικές τιμές έκλυσης θερμότητας ανά άτομο, λαμβάνοντας υπόψη την αντίστοιχη μέση δραστηριότητα των χρηστών στις διάφορες κατηγορίες κτηρίων, σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13790:2009 και ΕΛΟΤ ΕΝ 13779:2008. Στον ίδιο πίνακα δίνεται και η εκπομπή θερμικής ισχύος ανά μονάδα μεικτής επιφανείας κτηρίου (W/m^2) και ο μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών, ο οποίος ορίζεται ως το ποσοστό του χρόνου, κατά το οποίο είναι παρόντες οι χρήστες στο χώρο (εκτιμάται από το χρόνο λειτουργίας του κτηρίου). Οι τιμές του πίνακα 2.7. λαμβάνονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου.

Πίνακας 2.7. *Εκλυόμενη θερμότητα χρηστών ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.*

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	**Θερμική ισχύς ανά άτομο [W/άτομο]**	**Θερμική ισχύς ανά μονάδα δομημένης επιφάνειας [W/m^2]**	**Μέσος συντελεστής παρουσίας**
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	80	4	0,75
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	75	11	1,00
θερινής λειτουργίας	75	11	0,58
χειμερινής λειτουργίας	75	11	0,66
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	75	11	1,00
θερινής λειτουργίας	75	11	0,58
χειμερινής λειτουργίας	75	11	0,66
Οικοτροφείο και κοιτώνας	75	8	1,00
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	60	5	0,50
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	80	20	1,00
Εστιατόριο	75	53	0,50
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	75	60	0,62
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	75	75	0,14
Θέατρο, κινηματογράφος	75	75	0,29
Χώρος συναυλιών	75	75	0,25
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	90	45	0,25
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα	75	83	0,18

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμική ισχύς ανά άτομο [W/άτομο]	Θερμική ισχύς ανά μονάδα δομημένης επιφάνειας [W/m^2]	Μέσος συντελεστής παρουσίας
δικαστηρίων			
Τράπεζα	75	15	0,24
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	80	60	0,25
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	120	90	0,58
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	0	0	0
Λουτρό (κοινόχρηστο)	0	0	0
Νηπιαγωγείο	80	40	0,16
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	80	40	0,18
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	80	40	0,32
Φροντιστήριο, ωδείο	80	44	0,16
Νοσοκομείο, κλινική	90	27	1,00
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	70	15	0,75
Χειρουργείο (τακτικό)	90	0	0,24
Εξωτερικών ιατρείων	90	9	0,24
Αίθουσες αναμονής	80	44	0,24
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	90	14	0,36
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	80	12	1,00
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	90	23	0,22
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	80	16	1,00
Αστυνομική διεύθυνση	80	8	1,00
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	90	27	0,43
Κατάστημα, φαρμακείο	90	13	0,32
Ινστιτούτο γυμναστικής	90	14	0,43

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμική ισχύς ανά άτομο [W/άτομο]	Θερμική ισχύς ανά μονάδα δομημένης επιφάνειας [W/m^2]	Μέσος συντελεστής παρουσίας
Κουρείο, κομμωτήριο	90	14	0,43
Γραφείο	80	8	0,30
Βιβλιοθήκη	75	17	0,18

3.6.2. Εξοπλισμός κτηρίου ή θερμικής ζώνης

Η εκλυόμενη θερμική ισχύς από ηλεκτρικό –κατά το πλείστον– εξοπλισμό (ηλεκτρικές συσκευές) αλλά και δευτερευόντως από άλλες συσκευές, είναι η τρίτη βασική κατηγορία εσωτερικών κερδών στα κτήρια. Αυτή η ισχύς εκλύεται με ακτινοβολία και μεταφορά όπως συμβαίνει και με τις άλλες κατηγορίες εσωτερικών κερδών, σε αναλογία που εξαρτάται από το είδος της συσκευής. Η αναλογία των τμημάτων ακτινοβολίας - μεταφοράς δεν επηρεάζει ιδιαίτερα και δεν υπεισέρχεται σε απλουστευμένους υπολογισμούς. Στη συντριπτική πλειοψηφία των εφαρμογών αυτά τα κέρδη εισέρχονται στο χώρο υπό τη μορφή αισθητής θερμότητας.

Λόγω της αύξησης των εφαρμογών ηλεκτρικών συσκευών και ειδικότερα της πληροφορικής και των επικοινωνιών, τα εσωτερικά κέρδη από συσκευές είναι ιδιαίτερα σημαντικά, κυρίως σε χρήσεις κτηρίων εμπορικών και διοικητικών δραστηριοτήτων (γραφεία, υπηρεσίες κ.ά.).

Ο συνυπολογισμός του εξοπλισμού στα φορτία του κτηρίου γίνεται βάσει του συντελεστή ετεροχρονισμού (πίνακας 2.8.), μέσω του οποίου αντιστοιχίζεται η πραγματική –κατά μέσο όρο– λειτουργία των συσκευών στους χώρους κατά τη διάρκεια της λειτουργικής ημέρας. Σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN ISO 13790:2009 εκτιμήθηκαν και δίνονται στον πίνακα 2.8. οι μέσες τιμές ισχύος ηλεκτρικών συσκευών για κάθε τύπο κτηρίου, ο μέσος συντελεστής ετεροχρονισμού, καθώς και η μέση ετεροχρονισμένη ισχύς εξοπλισμού και ο μέσος συντελεστής πραγματικού χρόνου λειτουργίας του κτηρίου και κατά συνέπεια των ηλεκτρικών συσκευών. Οι τιμές στον πίνακα 2.8. δίνονται για κάθε τύπο κτηρίου και λαμβάνονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων.

Πίνακας 2.8. *Εκτιμώμενη θερμική ισχύς ηλεκτρικών συσκευών / εξοπλισμού ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.*

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ισχύς εξοπλισμού [W/m^2]	Μέσος συντελεστής ετερ/σμού	Ετεροχρον. ισχύς εξοπλ. [W/m^2]	Μέσος συντελεστής λειτουργίας
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	4	0,5	2	0,75
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	3	0,5	1,5	1,00
θερινής λειτουργίας	3	0,5	1,5	0,58
χειμερινής λειτουργίας	4	0,5	2	0,66
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	3	0,5	1,5	1,00
θερινής λειτουργίας	3	0,5	1,5	0,58
χειμερινής λειτουργίας	4	0,5	2	0,66

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ισχύς εξοπλισμού [W/m^2]	Μέσος συντελεστής ετερ/σμού	Ετεροχρον. ισχύς εξοπλ. [W/m^2]	Μέσος συντελεστής λειτουργίας
Οικοτροφείο και κοιτώνας	4	0,5	2	1,00
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	4	0,5	2	0,50
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	2	0,5	1	1,00
Εστιατόριο	20	0,5	10	0,50
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	20	0,5	10	0,62
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	15	0,5	7,5	0,14
Θέατρο, κινηματογράφος	4	0,3	1,2	0,29
Χώρος συναυλιών	4	0,5	2	0,25
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	4	0,3	1,2	0,25
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	2	0,3	0,6	0,18
Τράπεζα	2	0,3	0,6	0,24
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	4	0,25	1	0,25
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	4	0,25	1	0,58
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	0	0	0	0
Λουτρό (κοινόχρηστο)	0	0	0	0
Νηπιαγωγείο	5	0,15	0,75	0,16
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	5	0,15	0,75	0,18
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	5	0,15	0,75	0,32
Φροντιστήριο, ωδείο	5	0,15	0,75	0,16
Νοσοκομείο, κλινική	15	0,5	7,5	1,00
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	8	0,5	4	0,75
Χειρουργείο (τακτικό)	20	0,5	10	0,24
Εξωτερικών ιατρείων	15	0,5	7,5	0,24

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	**Ισχύς εξοπλισμού [W/m^2]**	**Μέσος συντελεστής ετερ/σμού**	**Ετεροχρον. ισχύς εξοπλ. [W/m^2]**	**Μέσος συντελεστής λειτουργίας**
Αίθουσες αναμονής	0	0	0	0,24
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	15	0,5	7,5	0,36
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	10	0,5	5	1,00
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	15	0,3	4,5	0,22
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	4	0,2	0,8	1,00
Αστυνομική διεύθυνση	15	0,2	3	1,00
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	10	0,25	2,5	0,43
Κατάστημα, φαρμακείο,	10	0,2	2	0,32
Ινστιτούτο γυμναστικής	20	0,3	6	0,43
Κουρείο, κομμωτήριο	20	0,3	6	0,43
Γραφείο	15	0,3	4,5	0,30
Βιβλιοθήκη	2	0,25	0,5	0,18

4. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

Ο ορθός σχεδιασμός ενός κτηρίου είναι το πρώτο βήμα για την ελαχιστοποίηση των απαιτούμενων θερμικών και ψυκτικών φορτίων. Ο μελετητής πρέπει να σχεδιάζει το κτήριο με στόχο τη βέλτιστη ενεργειακή λειτουργία του, αξιοποιώντας όλες τις τεχνικές θωράκισης του κτηριακού κελύφους και περιορίζοντας τις ροές θερμότητας. Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ., κατά το σχεδιασμό του κτηρίου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι παρακάτω παράμετροι:

- Κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμός του κτηρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών (κλιματικών δεδομένων, προσανατολισμού, ηλιασμού.
- Διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος.
- Κατάλληλος σχεδιασμός και χωροθέτηση των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φυσικού φωτισμού και αερισμού.
- Χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού).
- Ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός εκ των παθητικών ηλιακών συστημάτων (Π.Η.Σ.), όπως άμεσου ηλιακού κέρδους (νότιων ανοιγμάτων), τοίχου μάζας, τοίχου Trombe, ηλιακού χώρου (θερμοκηπίου) κ.ά.
- Ηλιοπροστασία του κτηρίου.
- Ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού.
- Εξασφάλιση οπτικής άνεσης μέσω τεχνικών και συστημάτων φυσικού φωτισμού.

Εκτός από τις ελάχιστες απαιτήσεις σχεδιασμού θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

- η χρήση του κτηρίου: κατοικία, γραφείο, εμπορικό κατάστημα κ.ά.,
- το προφίλ λειτουργίας: ωράριο, χρήστες, εσωτερικές συνθήκες κ.ά.,
- η διαμόρφωση των εσωτερικών χώρων (θερμικών ζωνών) του κτηρίου που έχουν διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας και εσωτερικά φορτία,
- η θερμική θωράκιση του κτηριακού κελύφους, με μόνωση δομικών στοιχείων και επιλογή κατάλληλων διαφανών στοιχείων (παραθύρων, γυάλινων προσόψεων κ.ά.),
- η δυνατότητα εφαρμογής τεχνολογιών παθητικών συστημάτων δροσισμού,
- η δυνατότητα εφαρμογής φυσικού σκιασμού του κτηρίου μέσω δενδροφύτευσης.

Στον Κ.Εν.Α.Κ. εκτός από τις ελάχιστες προδιαγραφές (απαιτήσεις) για το κτηριακό κέλυφος των νέων και ριζικώς ανακαινιζόμενων κτηρίων, ορίζονται στο άρθρο 9 και οι προδιαγραφές του κτηρίου αναφοράς, με το οποίο συγκρίνεται και αξιολογείται ενεργειακά το κτήριο. Ο μελετητής μπορεί πάντα να εφαρμόσει στο κτήριο τεχνολογίες και πρακτικές δόμησης με καλύτερες προδιαγραφές από τις ελάχιστες απαιτούμενες και από αυτές του κτηρίου αναφοράς, ώστε η τελική ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου να καλύπτει τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. Στα περισσότερα κτήρια, υπάρχει πάντα η δυνατότητα ενσωμάτωσης τεχνολογιών αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας στο κτηριακό κέλυφος και της διαμόρφωσης του μικροκλίματος με φύτευση του περιβάλλοντος χώρου.

Σ' αυτή την ενότητα καθορίζονται όλες οι παράμετροι που σχετίζονται με το κέλυφος ενός κτηρίου και χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13790:2009. Οι βασικότερες παράμετροι που απαιτούνται για τους

υπολογισμούς αφορούν κυρίως στις θερμοφυσικές ιδιότητες των δομικών υλικών και στοιχείων (θερμοπερατότητα, θερμογέφυρες, θερμοχωρητικότητα κ.ά.), στη σκίαση και στον αερισμό του κτηρίου. Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου και συγκεκριμένα για τον υπολογισμό των θερμικών ή/και ψυκτικών φορτίων του, απαιτείται ο προσδιορισμός των παραμέτρων των δομικών στοιχείων (διαφανών ή αδιαφανών) του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, τους μη θερμαινόμενους χώρους και το έδαφος.

Ο μελετητής ή ο επιθεωρητής λαμβάνει υπόψη αρχικά τις παραμέτρους των δομικών στοιχείων και υλικών που έχουν καταγραφεί κατά την επιθεώρηση του κτηρίου ή είναι καθορισμένα στις τελικές αρχιτεκτονικές μελέτες του κτηρίου. Σε περίπτωση έλλειψης των απαραίτητων δεδομένων και μόνο τότε (κυρίως σε υφιστάμενες παλιές κτηριακές εγκαταστάσεις) γίνεται χρήση των πινάκων με ενδεικτικές τιμές για κάθε παράμετρο, που παρατίθενται στις επόμενες παραγράφους.

4.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΉ ΤΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΊΑΣ ΤΟΥ ΚΤΗΡΊΟΥ

Για την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου είναι απαραίτητα τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτηρίου, καθώς επάνω σε αυτά θα απεικονιστούν οι θερμικές ζώνες του, οι οποίες ορίστηκαν σύμφωνα με τις διατάξεις της ενότητας 2.2. και κατόπιν θα εκτιμηθούν τα γεωμετρικά δεδομένα των αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων, που ορίζουν τις επιφάνειες κάθε θερμικής ζώνης. Τα γεωμετρικά στοιχεία που είναι απαραίτητα για τους υπολογισμούς τόσο της ενεργειακής μελέτης, όσο και της ενεργειακής επιθεώρησης είναι οι επιφάνειες όλων των αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων ανά θερμική ζώνη και προσανατολισμό, τα μήκη των θερμογεφυρών που εμφανίζονται, καθώς και ο όγκος του κτηρίου.

Για την εκπόνηση της ενεργειακής μελέτης ο μηχανικός μπορεί να στηριχθεί στα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτηρίου σε επίπεδο προμελέτης. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου και η αρχιτεκτονική μελέτη είναι άρρηκτα συνδεδεμένες και προχωρούν ταυτόχρονα, καθώς η διαμόρφωση του κτηριακού κελύφους καθορίζει ουσιαστικά και την αλληλεπίδρασή του με το περιβάλλον.

Για τη διενέργεια της ενεργειακής επιθεώρησης, ο ιδιοκτήτης του κτηρίου είναι υποχρεωμένος να διαθέσει στο μηχανικό αντίγραφο της αρχιτεκτονικής μελέτης και της μελέτης θερμομόνωσης που υποβλήθηκε στην οικεία υπηρεσία δόμησης. Εάν αυτό δεν είναι εφικτό, ο ιδιοκτήτης πρέπει να διαθέσει στο μηχανικό τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτηρίου (κατόψεις, τομές) «ως κατασκευασθέντος». Σε κάθε περίπτωση, η πιστότητα εφαρμογής των αρχιτεκτονικών σχεδίων πρέπει να επιβεβαιωθεί κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης με δειγματοληπτικές (π.χ. ανά όροφο κτηρίου) ή αναλυτικές μετρήσεις με τη χρήση κατάλληλων οργάνων. Σε περίπτωση απόκλισης της γεωμετρίας του κτηρίου από τα τελικά αρχιτεκτονικά σχέδια, λαμβάνεται υπόψη η σχηματική αποτύπωση γεωμετρίας του κτηρίου από τον επιθεωρητή.

Ο τρόπος υπολογισμού των γεωμετρικών στοιχείων του κτηρίου που συλλέγονται για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης και την ενεργειακή επιθεώρηση βάσει των αρχιτεκτονικών σχεδίων αναφέρονται αναλυτικά στις επόμενες παραγράφους.

4.1.1. Ορισμός γραμμικών διαστάσεων δομικού στοιχείου

Τα γεωμετρικά στοιχεία του κτηρίου προκύπτουν από τα αρχιτεκτονικά σχέδια της μελέτης. Ειδικότερα:

Στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης υπολογίζονται αναλυτικά τα γεωμετρικά στοιχεία του κτιρίου, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές του διαστάσεις, όπως αυτές προκύπτουν από τα αρχιτεκτονικά σχέδια. Ο λεπτομερής υπολογισμός των γεωμετρικών στοιχείων του κτιρίου περιγράφεται στην αναθεωρημένη έκδοση της τεχνικής οδηγίας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017.

Στην ενεργειακή επιθεώρηση ο ενεργειακός επιθεωρητής λαμβάνει υπόψη του για τον υπολογισμό των γεωμετρικών χαρακτηριστικών τις εξωτερικές διαστάσεις του κτιρίου, όπως αυτές προκύπτουν από τα αρχιτεκτονικά σχέδια και εφόσον αυτά ανταποκρίνονται στην υφιστάμενη κατάσταση του κτιρίου.

Σε αντίθετη περίπτωση, ή στην περίπτωση που δεν υφίστανται τα αρχιτεκτονικά σχέδια, ή διατυπώνονται επιφυλάξεις για την ορθότητά τους ο ενεργειακός επιθεωρητής (κατά την ενεργειακή επιθεώρηση και όχι ο ενεργειακός μελετητής κατά τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης) έχει τη δυνατότητα να υπολογίσει τα γεωμετρικά δεδομένα **κατά απλοποιητικό τρόπο** και συγκεκριμένα:

– Για τις οριζόντιες διαστάσεις λαμβάνονται υπόψη τα μήκη που διαμορφώνονται μετά και την τελική επίστρωση των κατακόρυφων δομικών στοιχείων είτε είναι σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον (αέρα, έδαφος) είτε βρίσκονται σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο είτε βρίσκονται σε επαφή με άλλη θερμική ζώνη.

– Για τις κατακόρυφες διαστάσεις λαμβάνεται υπόψη το ύψος που προκύπτει από την άνω στάθμη της πλάκας σκυροδέματος ενός ορόφου (ή του αντίστοιχου φέροντος οριζόντιου στοιχείου) έως την άνω στάθμη της πλάκας σκυροδέματος (ή του αντίστοιχου φέροντος οριζόντιου στοιχείου) του υπερκείμενου ορόφου, χωρίς να είναι υποχρεωτικό να λαμβάνονται υπόψη υπερκείμενες ή υποκείμενες στρώσεις δομικών υλικών που διαμορφώνουν τη διατομή του δομικού στοιχείου. Ομοίως, δεν είναι υποχρεωτικό να λαμβάνεται υπόψη το πάχος της πλάκας σκυροδέματος της κατώτερης στάθμης.

  Σε περίπτωση που δεν είναι δυνατός ο προσδιορισμός των άνω σταθμών σκυροδέματος, ο ενεργειακός επιθεωρητής μπορεί να λάβει ως ύψος κτιρίου (ή κτιριακής μονάδας) τη διαφορά σταθμών που προκύπτει από την άνω στάθμη περαιωμένου δαπέδου του ορόφου μέχρι την άνω στάθμη περαιωμένου δαπέδου του υπερκείμενου ορόφου, χωρίς να είναι υποχρεωτικό να λαμβάνονται υπόψη οι υποκείμενες στρώσεις δομικών υλικών, που διαμορφώνουν τη διατομή του δομικού στοιχείου.

4.1.2. Γεωμετρικά στοιχεία των επιφανειών των δομικών στοιχείων

Η επιφάνεια των κατακόρυφων δομικών στοιχείων (π.χ. τοιχοποιίες πλήρωσης, κατακόρυφα φέροντα δομικά στοιχεία κ.ά.) προσδιορίζεται από τις γραμμικές διαστάσεις τους (μήκος, ύψος), οι οποίες λαμβάνονται με τον τρόπο που ορίζονται στην προηγούμενη ενότητα.

Η συνολική μεικτή επιφάνεια δαπέδου ενός κτηρίου ή μιας θερμικής ζώνης προσδιορίζεται από τις πλευρικές διαστάσεις των οριζόντιων δομικών στοιχείων που ορίζονται σύμφωνα με την προηγούμενη παράγραφο.

Για κτήρια με έτος έκδοσης της οικοδομικής τους άδειας μέχρι και το 1999, σε περίπτωση που δεν είναι εφικτή η αποτύπωση του φέροντος οργανισμού, το εμβαδό του μπορεί να ληφθεί από τον πίνακα 3.1. ως ποσοστό επί της όψης του κτηρίου. Αντιθέτως, για κτήρια με έτος έκδοσης της οικοδομικής τους άδειας μετά το 1999, είναι πάντοτε υποχρεωτική η αποτύπωση του φέροντος οργανισμού και τα εμβαδά που αυτός καταλαμβάνει στις όψεις δεν μπορούν να ληφθούν κατά απλοποιητική παραδοχή από τις τιμές του πίνακα.

Πίνακας 3.1. *Συμβατικός τρόπος υπολογισμού του εμβαδού που καταλαμβάνει ο φέρων οργανισμός του κτηρίου ως ποσοστό επί της επιφάνειας της όψης του σε περίπτωση που δεν είναι εφικτή η αποτύπωσή του φέροντος οργανισμού.*

Έτος έκδοσης οικοδομικής άδειας	Πλήθος ορόφων		
	έως 2	2 < όροφοι < 5	≥5
Προ του 1980	15%	20%	23%
1980 έως 1999	18%	23%	28%

Ο προσανατολισμός μιας επιφάνειας ορίζεται ως η απόκλιση της καθέτου στην επιφάνεια προς την κατεύθυνση του βορρά. Οι γωνίες αζιμουθίου των επιφανειών ανάλογα με τον προσανατολισμό τους παρουσιάζονται στον πίνακα 3.2.

Πίνακας 3.2. *Γωνίες αζιμουθίου επιφανειών ανάλογα με τον προσανατολισμό τους.*

Προσανατολισμός	Βόρειος	Ανατολικός	Νότιος	Δυτικός
Γωνία αζιμουθίου [^{o}]	0	90	180	270

Η γωνία κλίσης της επιφάνειας μετράται δεξιόστροφα μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακορύφου. Για παράδειγμα, ένα κατακόρυφο δομικό στοιχείο έχει κλίση 90°, το δώμα έχει κλίση 0°, η στέγη, όταν αποτελεί στοιχείο της επιστέγασης της θερμικής ζώνης έχει κλίση ίση με αυτή του κεκλιμένου επιπέδου της και τα δάπεδα, είτε έρχονται σε επαφή με τον ελεύθερο αέρα, είτε με ένα μη θερμαινόμενο χώρο, είτε με το έδαφος, έχουν κλίση ίση με180^o.

4.1.3. Εκτίμηση του όγκου του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης

Ο μεικτός όγκος του κτηρίου ορίζεται με βάση τον τρόπο υπολογισμού των επιφανειών, καθώς και των οριζόντιων και κατακόρυφων διαστάσεων όπως αυτός καθορίζεται στις προηγούμενες παραγράφους.

Ως όγκος κτηρίου για τους υπολογισμούς των διαφόρων παραμέτρων (π.χ. αερισμό) ορίζεται ο μεικτός όγκος.

4.2. ΘΕΡΜΟΦΥΣΙΚΆ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΆ ΔΟΜΙΚΏΝ ΣΤΟΙΧΕΊΩΝ ΚΤΗΡΊΟΥ

Για κάθε δομικό στοιχείο που διαχωρίζει μία θερμική ζώνη του κτηρίου με τον εξωτερικό αέρα (π.χ. τοιχοποιίες, κατακόρυφα στοιχεία φέροντος οργανισμού, επιστεγάσεις, δάπεδο επάνω από ανοικτό υπόστυλο χώρο κ.ά.), με το έδαφος (π.χ. κατακόρυφα στοιχεία σε επαφή με το έδαφος, δάπεδο σε επαφή με το έδαφος κ.ά.), με μη θερμαινόμενους χώρους (π.χ. τοιχοποιίες, φέροντα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος, δάπεδα, οροφές σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους) θα πρέπει να προσδιοριστούν οι θερμοφυσικές ιδιότητες τόσο των επί μέρους στρώσεων που το συνθέτουν, όσο και της συνολικής διατομής.

Συγκεκριμένα στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, ο συντελεστής θερμοπερατότητας, U, υπολογίζεται για κάθε δομικό στοιχείο που αναφέρθηκε παραπάνω, με τον τρόπο που αναλύεται στην αναθεωρημένη τεχνική οδηγία «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας U (σε W/(m²K)) των δομικών στοιχείων στα νέα κτήρια δεν πρέπει να υπερβαίνει τις τιμές του πίνακα 3.3α., όπως ορίζονται στο άρθρο 8 του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - Κ.Εν.Α.Κ. Επίσης, κατά τη μελέτη ενός νέου κτηρίου θα πρέπει να υπολογίζεται και ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας U_m του κτηρίου, με τον τρόπο που αναλύεται στην ίδια τεχνική οδηγία. Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας U_m του κτηρίου στα νέα κτήρια δεν πρέπει να υπερβαίνει τις τιμές του πίνακα 3.3β., όπως ορίζονται στο

άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. Αυτές οι απαιτήσεις ισχύουν για κάθε κτήριο, αδιαφόρως της χρήσης του. Σημειώνεται ότι η απαίτηση τήρησης του μέγιστου επιτρεπόμενου μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας Um, δεν ισχύει στην περίπτωση κτιριακών μονάδων.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας U (σε W/(m²K)) των δομικών στοιχείων στα ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια δεν πρέπει να υπερβαίνει τις τιμές του πίνακα 3.4α., όπως ορίζονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. Επίσης, ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας Um ενός ριζικά ανακαινιζόμενου κτηρίου δεν πρέπει να υπερβαίνει τις τιμές του πίνακα 3.4β., όπως ορίζονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ.. Αυτές οι απαιτήσεις ισχύουν για κάθε κτήριο, αδιαφόρως της χρήσης του.

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., για τα δομικά στοιχεία που αποτελούν παθητικά ηλιακά συστήματα δεν ισχύει ο περιορισμός του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας. Για τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια που ενσωματώνουν στο κέλυφος παθητικά συστήματα, πέραν αυτών του άμεσου κέρδους (νότια ανοίγματα), τα συστήματα αυτά δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας (U_m) ως έχουν, αλλά αντικαθίστανται με αντίστοιχα συμβατικά δομικά μη διαφανή στοιχεία με θερμικά χαρακτηριστικά, όπως ορίζονται στον πίνακα 3.3α. και 3.4α. αντίστοιχα με το δομικό στοιχείο.

Γυάλινες προσόψεις ορίζονται τα υαλοπετάσματα, οι προθήκες των καταστημάτων και μεγάλα διαφανή τμήματα μη ανοιγόμενα ή μερικώς ανοιγόμενα που καλύπτουν όλη τη διαθέσιμη όψη.

Πίνακας 3.3α. *Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των επί μέρους δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη σε περίπτωση ανέγερσης νέου κτηρίου.*

Δομικό στοιχείο	**Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας U [W/(m^2·K)]**			
	Ζώνη Α'	**Ζώνη Β'**	**Ζώνη Γ'**	**Ζώνη Δ'**
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφή)	0,45	0,40	0,35	0,30
Εξωτερικός τοίχος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0,55	0,45	0,40	0,35
Δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτή)	0,45	0,40	0,35	0,30
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,10	0,80	0,65	0,60
Τοίχος σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,30	0,90	0,70	0,65
Δάπεδο σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,10	0,80	0,65	0,60
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με το έδαφος	1,10	0,80	0,65	0,60
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	1,30	0,90	0,70	0,65
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	1,10	0,80	0,65	0,60
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,80	2,60	2,40	2,20
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,80	2,60	2,40	2,20
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,10	1,90	1,75	1,70

Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,00	4,60	4,30	4,00
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,00	4,60	4,30	4,00
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	3,80	3,40	3,00	2,80

Πίνακας 3.3β. *Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός κτηρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο του σε περίπτωση ανέγερσης νέου κτηρίου.*

Λόγος A/V	**Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m [W/(m^2·K)]**			
[m^{-1}]	**Ζώνη Α'**	**Ζώνη Β'**	**Ζώνη Γ'**	**Ζώνη Δ'**
≤ 0,2	1,25	1,13	1,04	0,95
0,3	1,17	1,05	0,96	0,88
0,4	1,10	0,99	0,91	0,83
0,5	1,04	0,93	0,86	0,78
0,6	0,98	0,89	0,81	0,73
0,7	0,92	0,83	0,76	0,68
0,8	0,86	0,77	0,71	0,63
0,9	0,80	0,73	0,65	0,59
≥ 1,0	0,77	0,69	0,62	0,55

Πίνακας 3.4α. *Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των επί μέρους δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη σε περίπτωση ριζικής ανακαίνισης υφιστάμενου κτηρίου.*

Δομικό στοιχείο	**Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας U [W/(m^2·K)]**			
	Ζώνη Α'	**Ζώνη Β'**	**Ζώνη Γ'**	**Ζώνη Δ'**
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφή)	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικός τοίχος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτή)	0,50	0,45	0,40	0,35
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχος σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδο σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,20	0,90	0,75	0,70
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με το έδαφος	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	1,20	0,90	0,75	0,70
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,20	3,00	2,80	2,60
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς	2,20	2,00	1,80	1,80

ανοιγόμενη σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα				
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,70	5,20	4,80	4,40
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,70	5,20	4,80	4,40
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	4,00	3,60	3,10	2,90

Πίνακας 3.4β. *Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός κτηρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο του σε περίπτωση ριζικής ανακαίνισης υφιστάμενου κτηρίου.*

Λόγος A/V	**Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m [W/(m^2·K)]**			
[m^{-1}]	**Ζώνη Α'**	**Ζώνη Β'**	**Ζώνη Γ'**	**Ζώνη Δ'**
≤ 0,2	1,26	1,14	1,05	0,96
0,3	1,20	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,95	0,87
0,5	1,09	0,98	0,90	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78
0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
≥ 1,0	0,81	0,73	0,66	0,60

Για την ενεργειακή επιθεώρηση, ο προσδιορισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων προκύπτει από τη μεθοδολογία που προτείνεται στις επόμενες παραγράφους.

4.2.1. Ελάχιστες απαιτήσεις & προδιαγραφές κτηρίου αναφοράς

Σύμφωνα με την παράγραφο 2.1 του άρθρου 9 του Κ.Εν.Α.Κ., τόσο στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, όσο και στην ενεργειακή επιθεώρηση ο συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων του κτηρίου αναφοράς ορίζεται ίσος με το μέγιστο επιτρεπόμενο ανά δομικό στοιχείο και κλιματική ζώνη που δίνεται στον πίνακα 3.4α. Επίσης ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου αναφοράς U_m δεν πρέπει να υπερβαίνει τα όρια που δίνονται στον πίνακα 3.4β. Στην περίπτωση κτηρίων (κυρίως υφιστάμενων με μεγάλης επιφάνειας ανοίγματα), κατά την οποία το κτήριο αναφοράς δεν πληροί τους περιορισμούς του μέγιστου επιτρεπόμενου μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m, οι επί μέρους συντελεστές θερμοπερατότητας (πίνακας 3.4α.) των δομικών διαφανών και αδιαφανών στοιχείων του που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (τοιχοποιίες, οροφές, πυλωτές, ανοίγματα, γυάλινες προσόψεις) μειώνονται αυτόματα στο λογισμικό πρόγραμμα ταυτόχρονα με σταθερό βήμα 0,001, μέχρι ο υπολογιζόμενος συντελεστής U_m του κτηρίου αναφοράς να γίνει ίσος ή μικρότερος του αντίστοιχου για την κλιματική ζώνη μέγιστου επιτρεπόμενου μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας. Η απαίτηση για το κτήριο αναφοράς να πληροί τους περιορισμούς του μέγιστου επιτρεπόμενου μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m, δεν ισχύει στην περίπτωση που το κτίριο αναφοράς αναφέρεται σε κτηριακή μονάδα (π.χ. διαμέρισμα).

Στην περίπτωση κτηρίου μεικτής χρήσης με διαφορετικές βασικές κατηγορίες κύριων χρήσεων, οπότε απαιτείται η έκδοση ξεχωριστού ΠΕΑ, το κτήριο αναφοράς ορίζεται ξεχωριστά για την κάθε βασική κατηγορία κύριας χρήσης.

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., στο κτήριο αναφοράς τα δομικά στοιχεία που αποτελούν παθητικά ηλιακά συστήματα (εκτός του άμεσου ηλιακού κέρδους) αντικαθίστανται με συμβατικά ίδιων διαστάσεων και συντελεστή θερμοπερατότητας U ίσο με το μέγιστο επιτρεπτό (πίνακας 3.4α.) της κλιματικής ζώνης, στην οποία βρίσκεται το υπό μελέτη κτήριο.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα (Π.Η.Σ.) που πιθανώς ενσωματώνονται στο εξεταζόμενο κτήριο, όπως προβλέπεται στο άρθρου 8 του Κ.Εν.Α.Κ. δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης για το κτήριο αναφοράς, εκτός από το σύστημα άμεσου ηλιακού κέρδους. Σ' αυτήν την περίπτωση, στο κτήριο αναφοράς τα ιδιαίτερα δομικά στοιχεία των παθητικών ηλιακών συστημάτων αντικαθίστανται με αντίστοιχα συμβατικά δομικά μη διαφανή στοιχεία με θερμικά χαρακτηριστικά όπως ορίζονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. και δίνονται στον πίνακα 3.4α. για τους εξωτερικούς τοίχους σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.

4.2.2. Συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων

Στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, ο συντελεστής θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων υπολογίζεται με τον τρόπο που αναλύεται στην αναθεωρημένη τεχνική οδηγία «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση, ο ενεργειακός επιθεωρητής καλείται να εκτιμήσει τη θερμική συμπεριφορά των αδιαφανών δομικών στοιχείων, λαμβάνοντας υπόψη και το έτος έκδοσης της οικοδομικής άδειας του κτηρίου. Προς αυτή την κατεύθυνση κωδικοποιούνται για τον έλεγχο της ενεργειακής επιθεώρησης όλα τα κτήρια σε επί μέρους κατηγορίες, σύμφωνα με την περίοδο μελέτης τους και το βαθμό της θερμομονωτικής τους προστασίας.

Ειδικότερα, ως προς την περίοδο έκδοσης της οικοδομικής άδειας ο διαχωρισμός γίνεται σε 3 γενικές κατηγορίες:

- **1η κατηγορία** . Περιλαμβάνει τα κτήρια εκείνα, των οποίων η οικοδομική άδεια έχει εκδοθεί πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (4 Ιουλίου 1979), χρονική περίοδο κατά την οποία δεν υπήρχε καμία απαίτηση για θερμομονωτική προστασία του κτηριακού κελύφους. Πρακτικά, ως τυπική ημερομηνία οριοθέτησης της παραπάνω περιόδου ορίζεται η 1η Ιανουαρίου 1980 .
- **2η κατηγορία**. Περιλαμβάνει τα κτήρια εκείνα, των οποίων η οικοδομική άδεια εκδόθηκε κατά την περίοδο 1979 - 2010, δηλαδή στο διάστημα των 30 ετών που μεσολάβησε από την ισχύ του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (Κ.Θ.Κ) μέχρι την ισχύ του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.). Σ' αυτό το διάστημα όλα τα κτήρια όφειλαν να πληρούν τις απαιτήσεις του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων. Πρακτικά, ως τυπικές ημερομηνίες οριοθέτησης της περιόδου ορίζονται:
  - η 1η Ιανουαρίου 1980 ως ημερομηνία έναρξης της περιόδου και
  - η 1η Οκτωβρίου 2010 ως ημερομηνία λήξης της περιόδου.
- **3η κατηγορία**. Περιλαμβάνει τα κτήρια εκείνα, των οποίων η οικοδομική άδεια εκδόθηκε μετά την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. (2010) και μέχρι την αναθεώρησή του (2017). . Πρακτικά, ως τυπικές ημερομηνίες οριοθέτησης της περιόδου ορίζονται:
  - η 1η Οκτωβρίου 2010 ως ημερομηνία έναρξης της περιόδου και
  - η XXX 2017 ως ημερομηνία λήξης της περιόδου.

- **4η κατηγορία**. Περιλαμβάνει τα κτήρια εκείνα, των οποίων η οικοδομική άδεια εκδόθηκε μετά την αναθεώρηση του Κ.Εν.Α.Κ. (2017) και τα οποία έχουν την υποχρέωση συμμόρφωσης προς τις νέες απαιτήσεις του κανονισμού.

Στην τελευταία κατηγορία υπάγονται και όσα κτήρια ανεγέρθηκαν πριν από την ισχύ του αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ. αλλά υπέστησαν ή πρόκειται να υποστούν, μετά την έναρξη ισχύος του νέου κανονισμού ριζική ανακαίνιση. Σύμφωνα με όσα αναφέρονται στο άρθρο 49 παρ.1 του ν. 4409/2016 (ΦΕΚ Α’ 136), κάθε επέμβαση σε κτήριο ή κτηριακή μονάδα νοείται ως «ριζική ανακαίνιση» όταν η συνολική δαπάνη της ανακαίνισης που αφορά το κέλυφος του κτιρίου ή της κτιριακής μονάδας ή τα τεχνικά συστήματά τους υπερβαίνει το είκοσι πέντε τοις εκατό (25%) της τρέχουσας αξίας του κτιρίου ή της κτιριακής μονάδας, βάσει του ελαχίστου κόστους οικοδόμησης, εξαιρουμένης της αξίας του οικοπέδου επί του οποίου έχει κατασκευαστεί το κτίριο.

Ανάλογα με την πρόνοια για θερμομονωτική προστασία του κτηρίου που έχει ληφθεί, η κάθε κατηγορία υποδιαιρέθηκε σε μικρότερες υποκατηγορίες:

- σε κτήρια χωρίς καμία πρόνοια θερμομονωτικής προστασίας,
- σε κτήρια με μερική ή πλημμελή θερμομονωτική προστασία,
- σε κτήρια με πλήρη θερμομονωτική προστασία σύμφωνα με τον Κ.Θ.Κ. ή τον Κ.Εν.Α.Κ.

Για τις ανάγκες της ενεργειακής μελέτης ο συντελεστής θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων υπολογίζεται σύμφωνα με την αναθεωρημένη τεχνική οδηγία «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

Για τις ανάγκες της ενεργειακής επιθεώρησης, ο συντελεστής θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων εκτιμάται από τον ενεργειακό επιθεωρητή, ακολουθώντας τις εναλλακτικές μεθόδους που περιγράφονται παρακάτω.

Ειδικότερα, **στις περιπτώσεις κτηρίων χωρίς καμία πρόνοια θερμομονωτικής προστασίας ή με μερική ή πλημμελή θερμομονωτική προστασία** , στο έργο του ενεργειακού επιθεωρητή μπορεί να λειτουργήσει βοηθητικά ο πίνακας 3.5 (3.5α. και 3.5β.), στον οποίο καταγράφονται τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας U των αδιαφανών δομικών στοιχείων.

Ο ενεργειακός επιθεωρητής, κατά τον έλεγχο, έχει δύο δυνατότητες:

- είτε να θεωρήσει αυτές τις τιμές του πίνακα 3.5. (3.5α. και 3.5β.)
- είτε να υπολογίσει ο ίδιος τους συντελεστές σύμφωνα με όσα προβλέπει ο αναθεωρημένος Κ.Εν.Α.Κ. για τον υπολογισμό της θερμομονωτικής επάρκειας κάθε δομικού στοιχείου και του συνόλου του κτηρίου, με την προϋπόθεση πάντα ότι έχει στη διάθεσή του όλα τα απαιτούμενα θερμοφυσικά και τεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών των δομικών στοιχείων (π.χ. πάχος στρώσεων δομικού στοιχείου, ποιότητα υλικών κ.ά.) και εφόσον η ορθότητά τους είναι αναμφισβήτητη. Τότε ο υπολογισμός οφείλει να γίνει σύμφωνα με τις τιμές των μεταβλητών που δίνει ο αναθεωρημένος Κ.Εν.Α.Κ. (2017) και όχι ο προγενέστερος κανονισμός (ο Κ.Εν.Α.Κ. (2010) ή ο Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτηρίων (1980).

Πίνακας 3.5α. *Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία που συναντώνται σε κτήρια, η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. (2010).*

Περιγραφή στοιχείου	**Χωρίς θερμομονωτική προστασία**			**Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.**		
Κατακόρυφα δομικά στοιχεία	**Σε επαφή με αέρα**	**Σε επαφή με μη θερμαινόμ. χώρο**	**Σε επαφή με έδαφος**	**Σε επαφή με αέρα**	**Σε επαφή με μη θερμαινόμ. χώρο**	**Σε επαφή με έδαφος**
	[W/(m^2·K)]	**[W/(m^2·K)]**	**[W/(m^2·K)]**	**[W/(m^2·K)]**	**[W/(m^2·K)]**	**[W/(m^2·K)]**
Στοιχείο φέροντος οργανισμού οπλισμένου σκυροδέματος (πάχους μικρότερου των 80 cm)						
Ανεπίχριστο από μία ή δύο όψεις.	3,65	2,75	4,30	1,00	0,90	1,05
Επιχρισμένο και από τις δύο όψεις.	3,40	2,60	–	1,00	0,90	–
Επενδεδυμένο με απλή ή διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	2,45	2,00	2,90	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με αργολιθοδομή.	2,90	2,30	3,25	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με μαρμάρινες πλάκες.	3,50	2,05	4,00	1,00	0,90	1,05
Επενδεδυμένο με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	2,05	1,75	2,25	0,80	0,75	0,85
Οπτοπλινθοδομή, φέρουσα ή πλήρωσης (με ή χωρίς κλειστό διάκενο αέρος)						
Μπατική ή δικέλυφη δρομική οπτοπλινθοδομή						
Ανεπίχριστη από μία ή δύο όψεις.	2,30	1,90	2,55	0,85	0,80	0,90
Επιχρισμένη και από τις δύο όψεις.	2,20	1,85	–	0,85	0,80	–
Επενδεδυμένη με διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	1,90	1,60	2,05	0,80	0,75	0,85
Επενδεδυμένη με αργολιθοδομή.	2,10	1,75	2,25	0,80	0,75	0,85
Επενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες.	2,25	1,85	2,45	0,85	0,80	0,85
Επενδεδυμένη με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	1,55	1,35	1,65	0,70	0,70	0,75
Δρομική οπτοπλινθοδομή						
Ανεπίχριστη από μία ή δύο όψεις.	3,25	2,50	3,75	0,95	0,90	1,00
Επιχρισμένη και από τις δύο όψεις.	3,05	2,40	–	0,95	0,85	–

Επενδεδυμένη με διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	2,50	2,00	2,75	0,85	0,80	0,90
Επενδεδυμένη με αργολιθοδομή.	2,80	2,25	3,20	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες.	3,10	2,40	3,55	0,95	0,85	1,00
Επενδεδυμένη με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	1,90	1,65	2,05	0,80	0,75	0,85
Αργολιθοδομή						
Ανεπίχριστη από μία ή δύο όψεις.	4,25	3,10	5,00	1,05	0,95	1,10
Επιχρισμένη και από τις δύο όψεις.	3,85	2,85	–	1,00	0,95	–
Επενδεδυμένη με διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	2,85	2,30	3,25	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες.	4,10	3,00	4,95	1,00	0,95	1,05
Επενδεδυμένη με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	2,30	1,95	2,60	0,85	0,80	0,90

Πίνακας 3.5β. *Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία που συναντώνται σε κτήρια η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. (2010).*

Περιγραφή στοιχείου	**Χωρίς θερμομονωτική προστασία**			**Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.**		
Οριζόντια δομικά στοιχεία	**Σε επαφή με αέρα**	**Σε επαφή με μη θερμαινόμ. χώρο**	**Σε επαφή με έδαφος**	**Σε επαφή με αέρα**	**Σε επαφή με μη θερμαιν. χώρο**	**Σε επαφή με έδαφος**
	[W/(m^2·K)]	**[W/(m^2·K)]**	**[W/(m^2·K)]**	**[W/(m^2·K)]**	**[W/(m^2·K)]**	**[W/(m^2·K)]**
Επιστεγάσεις (με ή χωρίς ψευδοροφή)						
Συμβατικού τύπου δώμα.	3,05	–	–	0,95	–	–
Αντεστραμμένου τύπου δώμα.	–	–	–	0,95	–	–
Αεριζόμενο δώμα.	–	3,70	–	1,00	–	–
Φυτεμένο δώμα.	1,20	–	–	0,70	–	–
Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη.	3,70	–	–	1,00	–	–
Οροφή κάτω από μη θερμαινόμενο	–	2,90	–	–	0,90	–

χώρο.						
Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος.	4,70	–	–	1,05	–	–
Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης ξύλινης στέγης.	4,25	–	–	1,00	–	–
Δάπεδα με επικάλυψη παντός τύπου (ξύλο, μάρμαρο, πλακάκι, μωσαϊκό κ.τ.λ.)						
Επάνω από ανοικτό υπόστυλο χώρο (πυλωτή).	2,75	–	–	0,90	–	–
Επί εδάφους.	–	–	3,10	–	–	0,95
Επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο.	–	2,00	–	–	0,80	–

Όταν ένα δομικό στοιχείο δεν συμπεριλαμβάνεται στον πίνακα 3.5. (3.5α. ή 3.5β.), ο ενεργειακός επιθεωρητής μπορεί να επιλέξει την τιμή της πλησιέστερης προς αυτό διατομής του πίνακα.

Σε περίπτωση που υπάρχει μελέτη θερμομόνωσης, υπογεγραμμένη από μηχανικό και κατατεθειμένη σε υπηρεσία δόμησης και η εφαρμογή της μελέτης δεν τίθεται εμφανώς υπό αμφισβήτηση, ο ενεργειακός επιθεωρητής είναι υποχρεωμένος να ακολουθήσει τη μελέτη και να λάβει ως δεδομένες τις τιμές των συντελεστών θερμοπερατότητας U (ή k του Κ.Θ.Κ.) της μελέτης.

Επίσης, εάν ο ιδιοκτήτης προσκομίσει στον επιθεωρητή έγγραφα αποδεικτικά στοιχεία, που αναμφισβήτητα αποδεικνύουν ότι τα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν έχουν καλύτερες τιμές των προδιαγραφόμενων στον Κ.Θ.Κ., οι οποίες αναφέρονται στον πίνακα 3.6. (π.χ. καλύτερη τιμή λ κάποιου υλικού), ο επιθεωρητής οφείλει να διεξαγάγει τον έλεγχο βάσει αυτών των προσκομισθέντων στοιχείων.

Πίνακας 3.6. *Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων, σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτηρίων (1980) για τις τρεις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα*

Δομικό στοιχείο	**Συντελεστής θερμοπερατότητας ανά κλιματική ζώνη, σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτηρίων (1979)**		
	Α'	**Β'**	**Γ'**
	[W/(m^2·K)]	**[W/(m^2·K)]**	**[W/(m^2·K)]**
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές, πυλωτές).	0,50	0,50	0,50
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.	0,70	0,70	0,70
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους.	3,00	1,90	0,70
Τοίχοι σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους .	3,00	1,90	0,70

Ως τέτοια αποδεικτικά στοιχεία που πιστοποιούν την ποιότητα των χρησιμοποιούμενων υλικών μπορούν, για παράδειγμα, να θεωρηθούν:

- Η πιστοποίηση που είχε για τα προϊόντα της μια εταιρεία και αποδεικνύεται με τιμολόγια αγοράς ή δελτία αποστολής ότι αυτά τα υλικά χρησιμοποιήθηκαν για την ανέγερση του επιθεωρούμενου κτηρίου. Αντιθέτως, δεν θεωρούνται ως αποδεικτικά στοιχεία οι βεβαιώσεις ή άλλα πιστοποιητικά που εκδίδονται εκ των υστέρων, προκειμένου να τεκμηριώσουν την ποιότητα των υλικών που είχαν παλαιότερα χρησιμοποιηθεί.
- Συμβολαιογραφική πράξη, ιδιωτικό συμφωνητικό ή οποιοδήποτε άλλο επίσημο έγγραφο μεταξύ πωλητή και αγοραστή του κτηρίου, από το οποίο σαφώς προκύπτει και χωρίς περιθώρια αμφισβήτησης η ποιότητα και τα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά των χρησιμοποιηθέντων υλικών.
- Το αποτέλεσμα διερευνητικής τομής που θα γίνει σε επί μέρους δομικά στοιχεία, εφόσον το απαιτήσει ο ιδιοκτήτης. Σ' αυτήν την περίπτωση το οικονομικό κόστος διενέργειας της τομής και αποκατάστασης της φθοράς αναλαμβάνει εξ ολοκλήρου ο ιδιοκτήτης.

Σε περίπτωση που με βάση το στέλεχος έκδοσης οικοδομικής άδειας αποδεικνύεται ότι υπήρξε και κατατέθηκε, στην οικεία υπηρεσία δόμησης, μελέτη θερμομονωτικής προστασίας ή μελέτη ενεργειακής απόδοσης και δεν συντρέχει εμφανής λόγος αμφισβήτησης της εφαρμογής της, αλλά ωστόσο δεν υφίσταται πλέον η ίδια η μελέτη (λόγω απώλειας, καταστροφής κ.τ.λ.), τότε ο ενεργειακός επιθεωρητής είναι υποχρεωμένος να διεξαγάγει την επιθεώρηση, λαμβάνοντας ως τιμές των συντελεστών θερμοπερατότητας U των επί μέρους δομικών στοιχείων τις μέγιστες επιτρεπόμενες του ισχύοντος κατά την περίοδο έκδοσης της οικοδομικής άδειας κανονισμού (k_{max} του Κ.Θ.Κ. ή U_{max} του Κ.Εν.Α.Κ.).

Σε κτήρια που μελετήθηκαν ή ανακαινίστηκαν ριζικώς στην περίοδο μεταξύ της εφαρμογής του Κ.Εν.Α.Κ. (2010) και πριν από την εφαρμογή του αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ. (2017), είναι απαραίτητο, για την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, να προσκομισθούν στον ενεργειακό επιθεωρητή ως στοιχεία που διασφαλίζουν την ορθή τήρηση του κανονισμού:

- Η υπογεγραμμένη από το μηχανικό μελέτη ενεργειακής απόδοσης που κατατέθηκε στην οικεία υπηρεσία δόμησης.
- Τα δελτία αποστολής των οικοδομικών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για τη θερμομονωτική προστασία του κτηρίου κατά την ανέγερση ή ανακαίνισή του και στα οποία θα πρέπει υποχρεωτικά να αναγράφεται ο τύπος των υλικών και να συνοδεύονται από τα απαραίτητα πιστοποιητικά.
- Φωτογραφικό υλικό κατά την φάση κατασκευής στο οποίο θα φαίνεται με ευκρίνεια ο τρόπος τοποθέτησης και το είδος της θερμομόνωσης που εφαρμόστηκε στο κτηριακό κέλυφος. Σε τουλάχιστον μία φωτογραφία θα πρέπει να παρουσιάζεται μια γενική άποψη του κτηρίου.

Συνοπτικά τα παραπάνω καταγράφονται στον πίνακα 3.7. Συγκεκριμένα, σ' αυτόν καταγράφονται κατά κατηγορία και υποκατηγορία κτηρίων ο τρόπος θεώρησης του συντελεστή θερμοπερατότητας U (ή του k σύμφωνα με τον Κ.Θ.Κ.) και ο τρόπος υπολογισμού των θερμογεφυρών, ούτως ώστε ο ενεργειακός επιθεωρητής να έχει έναν κατευθυντήριο οδηγό στο έργο του.

Αναλυτικά, η εκτίμηση του συντελεστή θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων γίνεται ακολουθώντας τον τρόπο που περιγράφεται στις επόμενες ενότητες, ο οποίος διαφοροποιείται ανάλογα με τη θέση του δομικού στοιχείου στο κτηριακό περίβλημα και του μέσου που το περιβάλλει από την εξωτερική του πλευρά (εξωτερικός αέρας, έδαφος, μη θερμαινόμενος χώρος κ.τ.λ.).

Πίνακας 3.7. *Συμβατικός τρόπος θεώρησης του συντελεστή θερμοπερατότητας και της τιμής των θερμογεφυρών στα επί μέρους δομικά στοιχεία ανά περίοδο έκδοσης οικοδομικής άδειας.*

Περίοδος έκδοσης οικοδομικής άδειας	**Θερμομονωτική προστασία**	**Εξεταζόμενο κτήριο**		**Κτήριο αναφοράς**	
		Υπολογισμός τιμών U	**Υπολογισμός θερμογεφυρών**	**Υπολογισμός τιμών U από λογισμικό**	**Υπολογισμός θερμογεφυρών από λογισμικό**
Πριν από το 1980 (ανυπαρξία κανονισμού)	Χωρίς θερμομονωτική προστασία	Τιμές από πίνακα 3.5.	όχι	U_{max} κατά τον αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	U_{max} + 0,2 [W/(m^2·K)]
	Μερική πρόνοια θερμικής προστασίας (εξαρχής πρόνοια ή μετέπειτα επέμβαση)	Τιμές από πίνακα 3.5.	U + 0,2 [W/(m^2·K)]	U_{max} κατά τον αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	U_{max} + 0,2 [W/(m^2·K)]
	Μετέπειτα επεμβάσεις που καλύπτουν τις απαιτήσεις του Κ.Θ.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με k_{max} Κ.Θ.Κ.	U + 0,2 [W/(m^2·K)]	U_{max} κατά τον αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	U_{max} + 0,2 [W/(m^2·K)]
	Μετέπειτα επεμβάσεις που καλύπτουν τις απαιτήσεις του αρχικού Κ.Εν.Α.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με U_{max} αρχικού Κ.Εν.Α.Κ.	U + 0,2 [W/(m^2·K)]	U_{max} κατά τον αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	U_{max} + 0,2 [W/(m^2·K)]
	Μετέπειτα επεμβάσεις που καλύπτουν τις απαιτήσεις του αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με U_{max} αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.	U + 0,2 [W/(m^2·K)]	U_{max} κατά τον αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	U_{max} + 0,2 [W/(m^2·K)]
Περίοδος 1980 - 2010 (ισχύς Κ.Θ.Κ.)	Χωρίς θερμομονωτική προστασία (μη εφαρμογή Κ.Θ.Κ.)	Τιμές από πίνακα 3.5.	όχι	U_{max} κατά τον αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	U_{max} + 0,2 [W/(m^2·K)]
	Πλημμελής εφαρμογή Κ.Θ.Κ.	Τιμές από πίνακα 3.5.	U + 0,2 [W/(m^2·K)]	U_{max} κατά τον αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	U_{max} + 0,2 [W/(m^2·K)]
	Σύμφωνα με απαιτήσεις Κ.Θ.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με k_{max} κατά Κ.Θ.Κ.	U + 0,2 [W/(m^2·K)]	U_{max} κατά αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	U_{max} + 0,2 [W/(m^2·K)]
	Κάλυψη των απαιτήσεων αρχικού Κ.Εν.Α.Κ. (εξαρχής πρόνοια ή μετέπειτα επέμβαση)	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με U_{max} του αρχικού Κ.Εν.Α.Κ.	U + 0,2 [W/(m^2·K)]	U_{max} κατά αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	U_{max} + 0,2 [W/(m^2·K)]

	Κάλυψη των απαιτήσεων αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ. (εξαρχής πρόνοια ή μετέπειτα επέμβαση)	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με U_{max} αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.	U + 0,2 [W/(m^2·K)]	U_{max} κατά αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	U_{max} + 0,2 [W/(m^2·K)]
Περίοδος 2010 - 2017 (ισχύς Κ.Εν.Α.Κ.)	Πλημμελής εφαρμογή αρχικού Κ.Εν.Α.Κ.	Υποχρέωση βελτίωσης εντός έτους	Αναλυτικός υπολογισμός(από το μηχανικό)	U_{max} κατά αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	Σύμφωνα με τον υπολογισμό του εξεταζόμενου κτηρίου
	Πλήρης εφαρμογή αρχικού Κ.Εν.Α.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με U_{max} αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.	Αναλυτικός υπολογισμός(από το μηχανικό)	U_{max} κατά αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	Σύμφωνα με τον υπολογισμό του εξεταζόμενου κτηρίου
	Κάλυψη των απαιτήσεων αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ. (εξαρχής πρόνοια ή μετέπειτα επέμβαση)	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με U_{max} αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.	Αναλυτικός υπολογισμός(από το μηχανικό)	U_{max} κατά αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	Σύμφωνα με τον υπολογισμό του εξεταζόμενου κτηρίου
Μετά το 2017 (ισχύς αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.)	Πλημμελής εφαρμογή αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.	Υποχρέωση βελτίωσης εντός έτους	Αναλυτικός υπολογισμός(από το μηχανικό)	U_{max} κατά αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	Σύμφωνα με τον υπολογισμό του εξεταζόμενου κτηρίου
	Πλήρης εφαρμογή αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με U_{max} κατά τον αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	Αναλυτικός υπολογισμός(από το μηχανικό)	U_{max} κατά αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	Σύμφωνα με τον υπολογισμό του εξεταζόμενου κτηρίου

4.2.2.1. <u>Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα</u>

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων για τα κτήρια της 1ης κατηγορίας μπορούν να υπολογιστούν με βάση τη μεθοδολογία που περιγράφεται στην τεχνική οδηγία «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων» ή να ληφθούν απευθείας από τον πίνακα3.5. (3.5α. ή 3.5β.).

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στις περιπτώσεις που έχει γίνει κάποια ανακαίνιση στο κτήριο για βελτίωση της θερμικής του συμπεριφοράς, π.χ. θερμομόνωση δώματος. Γι' αυτό το λόγο, κατά την ενεργειακή επιθεώρηση ο μηχανικός θα πρέπει να αναζητά ενδείξεις για μεταγενέστερες επεμβάσεις σε εξωτερικά δομικά στοιχεία, π.χ. έντονη ανισοσταθμία μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού δαπέδου στην απόληξη του κλιμακοστασίου, αυξημένο πάχος των εξωτερικών τοιχοποιιών κ.ά.

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων για τα κτήρια της 2ης κατηγορίας, μπορούν να ληφθούν ίσοι με τις τιμές που προβλέπονται από τη μελέτη θερμομόνωσης που συνοδεύει την οικοδομική άδεια, εφόσον διαπιστωθεί ότι αυτή εφαρμόστηκε στη φάση κατασκευής. Στην περίπτωση που η οικοδομική άδεια δεν υπάρχει, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι

τιμές που δίνονται στον πίνακα 3.6., οι οποίες αντιστοιχούν στις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων.

Για κτήρια που φέρουν πετάσματα και ανήκουν στην 1η και 2η κατηγορία θα λαμβάνονται οι συντελεστές θερμοπερατότητας που υπάρχουν στη μελέτη θερμομόνωσης και στη μελέτη κλιματισμού. Στην περίπτωση που δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για τα αδιαφανή τμήματα που αποτελούνται από πετάσματα που έχουν θερμομόνωση θα λαμβάνεται U=1 [W/(m^2.K)], ενώ για τα αδιαφανή που αποτελούνται από ύαλο και δεν έχουν επιπλέον θερμομόνωση θα λαμβάνονται οι τιμές που δίνονται στον πίνακα 3.8.

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων για τα κτήρια της 3ης και 4ης κατηγορίας μπορούν να ληφθούν ίσοι με τις τιμές που προβλέπονται από τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης που συνοδεύει την οικοδομική άδεια. Ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να διασταυρώσει τόσο την ποιότητα, όσο και την ποσότητα των θερμομονωτικών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή, συγκεντρώνοντας τα πιστοποιητικά και τα δελτία αποστολής τους από το μελετητή μηχανικό ή τον ιδιοκτήτη.

Σε περίπτωση που με βάση το στέλεχος έκδοσης οικοδομικής άδειας αποδεικνύεται ότι υπήρξε και κατατέθηκε, στην οικεία υπηρεσία δομήσης, μελέτη θερμομονωτικής προστασίας ή μελέτη ενεργειακής απόδοσης και δεν συντρέχει εμφανής λόγος αμφισβήτησης της εφαρμογής της, αλλά ωστόσο δεν υφίσταται πλέον η ίδια η μελέτη (λόγω απώλειας, καταστροφής κ.τ.λ.), τότε ο ενεργειακός επιθεωρητής είναι υποχρεωμένος να διεξαγάγει την επιθεώρηση, λαμβάνοντας ως τιμές των συντελεστών θερμοπερατότητας U των επί μέρους δομικών στοιχείων τις μέγιστες επιτρεπόμενες του αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.

4.2.2.2. <u>Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος</u>

Η ροή θερμότητας από ένα δομικό στοιχείο που έρχεται σε επαφή με το έδαφος είναι ένα σύνθετο τρισδιάστατο φαινόμενο που εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, βασικότερες των οποίων είναι:

- η θερμική αγωγιμότητα του εδάφους,
- το πάχος του στρώματος εδάφους που το διαχωρίζει από τον εξωτερικό αέρα,
- η γεωμετρία του κτηρίου,
- η ίδια η θερμική αντίσταση του δομικού στοιχείου.

Για να γίνει εφικτή η απλοποιητική παραδοχή της μονοδιάστατης ροής θερμότητας, γίνεται χρήση του ισοδύναμου συντελεστής θερμοπερατότητας U΄, ο οποίος, όταν πρόκειται για κατακόρυφο δομικό στοιχείο, υπολογίζεται συναρτήσει:

του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας U του δομικού στοιχείου και

του βάθους z, μέχρι το οποίο φτάνει το δομικό στοιχείο.

ενώ όταν πρόκειται για οριζόντιο δομικό στοιχείο υπολογίζεται συναρτήσει:

- του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας U του δομικού στοιχείου,
- του βάθους έδρασης z του δομικού στοιχείου και
- της χαρακτηριστικής διάστασης της πλάκας (Β’), η οποία ορίζεται από το εμβαδό του οριζόντιου δομικού στοιχείου (Α) και την εκτεθειμένη περίμετρό του (Π).

σύμφωνα με τη σχέση:

$$B' = 2\ x\ \frac{A}{\Pi}[\text{m}] \qquad [3.1.]$$

- Όταν η εξεταζόμενη πλάκα έρχεται περιμετρικά σε επαφή με το έδαφος, τότε ως εκτεθειμένη περίμετρος θεωρείται η περίμετρος της πλάκας.
- Όταν η εξεταζόμενη πλάκα σε κάποια πλευρά της έρχεται σε επαφή με άλλα κτήρια ή με τον ελεύθερο εξωτερικό αέρα (λόγω ενδεχόμενης κλίσης του εδάφους), τότε το μήκος εκείνης της πλευράς δεν συνυπολογίζεται στην έκταση της περιμετρικής επιφάνειας και η εκτεθειμένη περίμετρος της πλάκας ισούται με το άθροισμα των μηκών των πλευρών της που δεν έρχονται σε επαφή με τα όμορα κτίσματα με τον ελεύθερο εξωτερικό αέρα.
- Ομοίως, όταν από κάποια πλευρά της περιμέτρου της πλάκας υπάρχει μη θερμαινόμενος χώρος του ίδιου κτηρίου, εκείνη η πλευρά δεν συνυπολογίζεται στο άθροισμα των μηκών των πλευρών της περιμέτρου.

Ο ονομαστικός συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος υπολογίζεται με τον ίδιο τρόπο με αυτόν που υπολογίζεται για δομικά στοιχεία σε επαφή με εξωτερικό αέρα, λαμβάνοντας όμως μηδενική θερμική αντίσταση αέρα στην εξωτερική παρειά τους.

Για το κτήριο αναφοράς ο ονομαστικός συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος ισούται με το μέγιστο επιτρεπτό για την κλιματική ζώνη που ανήκει το κτήριο (πίνακας 3.4α.).

Για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου που είναι σε επαφή με το έδαφος προσδιορίζεται με τον τρόπο που αναλύεται στην τεχνική οδηγία «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

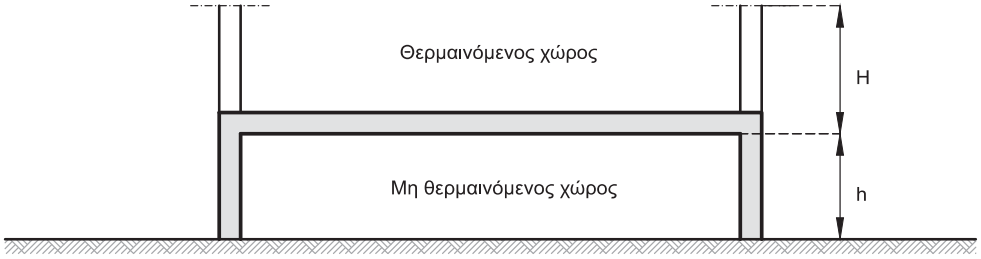
Για την ενεργειακή επιθεώρηση, ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος προσδιορίζεται από το λογισμικό, βάσει των πινάκων 8α (οριζόντια δομικά στοιχεία) και τον πίνακα 8β (κατακόρυφα δομικά στοιχεία) της αναθεωρημένης τεχνικής οδηγίας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2, λαμβάνοντας τον ονομαστικό συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος για κάθε κατηγορία κτηρίων ως εξής:

- Για τα κτήρια της 1ης κατηγορίας από τον πίνακα 3.5. (3.5α. ή 3.5β.).
- Για τα κτήρια της 2ης κατηγορίας από τη μελέτη θερμομόνωσης, εφόσον διαπιστωθεί ότι αυτή εφαρμόστηκε στη φάση κατασκευής. Στην περίπτωση που αυτή δεν υπάρχει, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τιμές που δίνονται στον πίνακα 3.6., οι οποίες αντιστοιχούν στις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων. Στην περίπτωση που η μελέτη θερμομόνωσης είναι διαθέσιμη, αλλά υπάρχουν αμφιβολίες για την πιστή εφαρμογή της, ο επιθεωρητής έχει στη διάθεση του τις τιμές του πίνακα 3.5. (3.5α. ή 3.5β.).
- Για τα κτήρια της 3ης και 4ης κατηγορίας ο ονομαστικός συντελεστής θερμοπερατότητας μπορεί να ληφθεί ίσος με την τιμή που προβλέπεται από τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης που συνοδεύει την οικοδομική άδεια. Ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να διασταυρώσει τόσο την ποιότητα, όσο και την ποσότητα των θερμομονωτικών υλικών, που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή, συγκεντρώνοντας τα πιστοποιητικά και τα δελτία αποστολής τους από το μελετητή μηχανικό ή τον ιδιοκτήτη.

Στην περίπτωση κτηρίου, το οποίο βρίσκεται σε κεκλιμένο έδαφος ή σε έδαφος με διαφορετικές στάθμες, το βάθος έδρασης της πλάκας λαμβάνεται ίσο με το μέσο όρο των διαφορετικών αποστάσεων της πλάκας από την τελική στάθμη εδάφους σε επαφή με το κτήριο. Το βάθος έκτασης

κάθε κατακόρυφου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος λαμβάνεται ίσο με το μέσο βάθος έκτασης του δομικού στοιχείου. Λεπτομερέστερη περιγραφή τέτοιων περιπτώσεων γίνεται στην ενότητα 2.1.6. της τεχνικής οδηγίας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2.

Στην περίπτωση υπερυψωμένης πλάκας (σχήμα 3.1.), ακόμη και όταν ο υποκείμενος χώρος είναι πληρωμένος με έδαφος, αυτός λαμβάνεται ως κενός μη θερμαινόμενος χώρος και το κάτω όριο του ως πλάκα εδραζόμενη στο έδαφος με ονομαστικό συντελεστή θερμοπερατότητας U ίσο με 4,50 [W/(m^2.K)]. Το δάπεδο μεταξύ της θερμικής ζώνης και του μη θερμαινόμενου χώρου αποτελεί διαχωριστική επιφάνεια και ο συντελεστής θερμοπερατότητάς του υπολογίζεται με τον τρόπο που περιγράφεται στην ενότητα 3.2.2.3. της παρούσας τεχνικής οδηγίας, βάσει της παραδοχής της γειτνίασής της με μη θερμαινόμενο χώρο.



Σχήμα 3.1. *Ενδεικτική διατομή κτηρίου για τον προσδιορισμό του τρόπου υπολογισμού του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας πλάκας υπερυψωμένης κατά απόσταση h από τη στάθμη του εδάφους.*

.

4.2.2.3. Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενους ή ηλιακούς χώρους

Για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου που είναι σε επαφή με μη θερμαινόμενο ή προσαρτημένο θερμοκήπιο (ηλιακό χώρο) και ο συντελεστής διόρθωσης της θερμοκρασίας προσδιορίζονται με βάση την αναλυτική μεθοδολογία που αναλύεται στην αναθεωρημένη τεχνική οδηγία «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

Οι μη θερμαινόμενοι χώροι και οι ηλιακοί χώροι (αίθρια), είναι χώροι ενεργειακά αδρανείς, που γειτνιάζουν με την υπό μελέτη ή επιθεώρηση θερμική ζώνη, με την οποία έχουν θερμική σύζευξη. Τα αδιαφανή δομικά στοιχεία της θερμικής ζώνης, που είναι σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο ή με προσαρτημένο θερμοκήπιο (ηλιακό χώρο), κατά τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου δεν λαμβάνονται ως αδιαβατικά, δηλαδή μεταξύ αυτών των χώρων και της θερμικής ζώνης υπάρχει συναλλαγή θερμότητας, μέσω των αντίστοιχων διαχωριστικών επιφανειών.

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση, ο προσδιορισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας γίνεται σύμφωνα με όσα αναφέρονται στην ενότητα 3.2.2. Ο συντελεστής διόρθωσης της θερμοκρασίας υπολογίζεται από το λογισμικό, ακολουθώντας τον ίδιο τρόπο με αυτόν της μελέτης ενεργειακής απόδοσης.

Ειδικά για την επιθεώρηση κτηριακών μονάδων (π.χ. διαμερισμάτων), ισχύουν τα όσα αναφέρονται στην ενότητα 2.2. Συγκεκριμένα, κατά τη διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης κτηριακής μονάδας (π.χ. διαμερίσματος), το οποίο εφάπτεται με μη θερμαινόμενους χώρους (π.χ. κλιμακοστάσιο), για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου δεν απαιτείται η πλήρης περιγραφή του μη θερμαινόμενου χώρου και των διαχωριστικών επιφανειών μεταξύ θερμικής ζώνης και μη θερμαινόμενου χώρου. Για όλα τα δομικά στοιχεία της κτηριακής μονάδας που εφάπτονται με τον μη θερμαινόμενο χώρο (τοιχοποιίες, στοιχεία φέροντος οργανισμού, πόρτες, κ.ά) γίνεται η παραδοχή πως αυτά εφάπτονται με τον εξωτερικό αέρα. Ο συντελεστής θερμοπερατότητάς τους (U) λαμβάνεται μειωμένος κατά το ήμισυ του υπολογιζόμενου με βάση την πραγματική θέση του δομικού στοιχείου, δηλαδή σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο. Επίσης γίνεται η παραδοχή πως όλα τα δομικά στοιχεία της κτηριακής μονάδας που εφάπτονται με τον μη θερμαινόμενο χώρο έχουν πλήρη σκίαση (συντελεστές σκίασης ίσοι με 0) χειμώνα και καλοκαίρι. Αντίστοιχα και η εκπεμπτικότητα και η απορροφητικότητα αυτών των δομικών στοιχείων μηδενίζονται.

4.2.2.4. Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με άλλη θερμική ζώνη

Τόσο κατά τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, όσο και κατά την ενεργειακή επιθεώρηση γίνεται η παραδοχή ότι οι θερμικές ζώνες δεν είναι μεταξύ τους θερμικά συζευγμένες, δηλαδή δεν ανταλλάσσουν θερμότητα. Συνεπώς τα δομικά στοιχεία που διαχωρίζουν θερμικές ζώνες λαμβάνονται ως αδιαβατικά.

4.2.2.5. Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με όμορα κτίσματα

Παρόλο που ο προσδιορισμός της απαιτούμενης θερμομονωτικής προστασίας των δομικών στοιχείων σε επαφή με όμορα κτίσματα γίνεται θεωρώντας ότι αυτά είναι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, τόσο στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, όσο και στην επιθεώρηση λαμβάνονται ως αδιαβατικά. Στην περίπτωση που το όμορο κτίσμα θεωρείται λόγω της χρήσης του μη θερμαινόμενος χώρος, τότε γίνεται η παραδοχή ότι το εξεταζόμενο κτίσμα συνορεύει με τον εξωτερικό αέρα προς την πλευρά του όμορου κτηρίου.

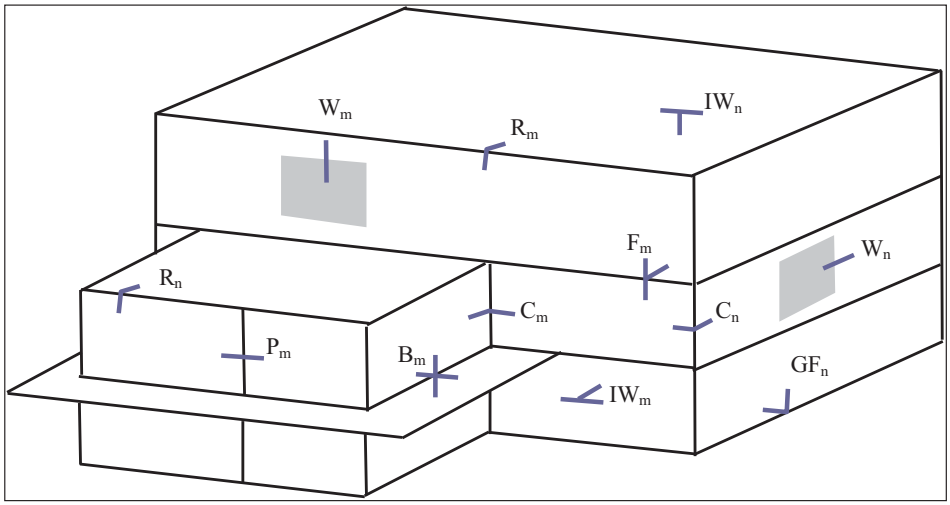
4.2.2.6. Συντελεστής θερμοπερατότητας θερμογεφυρών

Οι θερμογέφυρες διακρίνονται σε δύο τύπους: σε γραμμικές και σε σημειακές. Οι γραμμικές θερμογέφυρες έχουν ομοιόμορφη διατομή κατά μία διάσταση. Οι σημειακές θερμογέφυρες εμφανίζονται στις ενώσεις των γραμμικών θερμογεφυρών και η επίδρασή τους στη ροή θερμότητας θεωρείται αμελητέα. Στο σχήμα 3.2. απεικονίζονται οι θέσεις των συνηθέστερων περιπτώσεων γραμμικών θερμογεφυρών.

Για κάθε τύπο θερμογέφυρας που εμφανίζεται στο κτήριο εκτιμάται το ισοδύναμο μήκος ανά θερμική ζώνη. Ο τύπος, η επιφάνεια και το μήκος των θερμογεφυρών σημειώνεται σε σκαριφήματα των αρχιτεκτονικών σχεδίων (κατόψεις, αναπτύγματα όψεων κ.ά.). Η τιμή του Ψ λαμβάνεται από τους σχετικούς πίνακες της τεχνικής οδηγίας «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

Για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, η επίδραση των θερμογεφυρών στη ροή θερμότητας από μετάδοση υπολογίζεται σύμφωνα με την τεχνική οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

- Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίων της 1ης κατηγορίας (σύμφωνα με την ενότητα 3.2.2.) ο υπολογισμός των θερμογεφυρών μπορεί να παραλειφθεί, καθώς η θερμική προστασία των κτηρίων εκείνης της περιόδου είναι ούτως ή άλλως ανεπαρκής.
- Τα κτήρια της 2ης κατηγορίας θεωρητικά είναι στην πλειονότητά τους θερμομονωμένα, χωρίς όμως να πληρούν τις απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. Γι' αυτό το λόγο οι θερμογέφυρες δεν πρέπει να παραλειφθούν, αλλά προσεγγιστικά να ληφθούν υπόψη στον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, προσαυξάνοντας το συντελεστή θερμοπερατότητας κάθε **θερμομονωμένου** δομικού στοιχείου κατά ΔU = 0,20 W/(m²•K), εξαιρουμένων των κουφωμάτων και των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος. Σημειώνεται πως η προσαύξηση του συντελεστή θερμοπερατότητας των θερμομονωμένων δομικών στοιχείων κατά ΔU = 0,20 W/(m²•K) ισχύει και για τα κτήρια της 1ης και 2ης κατηγορίας, που έχουν υποστεί θερμική ενίσχυση των δομικών τους στοιχείων.
- Στα κτήρια της 3ης και 4ης κατηγορίας η γραμμική θερμοπερατότητα των δομικών στοιχείων λαμβάνεται από τη μελέτη και, όταν αυτό δεν είναι δυνατό, υπολογίζεται αναλυτικά, όπως περιγράφεται στην εκάστοτε ισχύουσα τεχνική οδηγία «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων». Συγκεκριμένα, για τα κτήρια της 3ης και 4ης κατηγορίας ο μηχανικός καταχωρεί στο λογισμικό τις υπολογισθείσες τιμές του συντελεστή μετάδοσης θερμότητας λόγω θερμογεφυρών $\Sigma (\Psi \cdot \ell)$: χωριστά αυτές που είναι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (στην καρτέλα «αδιαφανείς επιφάνειες») και χωριστά αυτές που είναι σε επαφή με το μη θερμαινόμενο χώρο (στην καρτέλα «διαχωριστική επιφάνεια») και δεν καταχωρεί πουθενά στο λογισμικό τον καταμερισμό των ροών θερμότητας προς το έδαφος. Σημειώνεται ότι αυτές οι τιμές δεν θα πρέπει να εισαχθούν στο λογισμικό πολλαπλασιασμένες με τους μειωτικούς συντελεστές που λήφθηκαν υπόψη κατά τη μελέτη θερμομονωτικής επάρκειας για τον υπολογισμό του $U_{m,}$ διότι η απομείωση των θερμικών ροών γίνεται με τον υπολογισμό του μειωτικού συντελεστή b από το ίδιο το λογισμικό πρόγραμμα σύμφωνα με την ενότητα 2.6.1. της αναθεωρημένης τεχνικής οδηγίας 20701-2. Κατά τον υπολογισμό του συντελεστή μετάδοσης θερμότητας λόγω θερμογεφυρών



Σχήμα 3.2. *Τύποι και θέση των πλέον κοινών γραμμικών θερμογεφυρών που εμφανίζονται στο κτηριακό κέλυφος*

Ο συντελεστής μετάδοσης θερμότητας λόγω θερμογεφυρών στο κτήριο αναφοράς της 1ης και της 2ης κατηγορίας κτηρίων λαμβάνεται υπόψη με προσαύξηση του συντελεστή θερμοπερατότητας του κάθε δομικού στοιχείου κατά ΔU = 0,20 [W/(m^2.K)]. Για τα κτίρια της $3^{ης}$ και $4^{ης}$ κατηγορίας ο συντελεστής μετάδοσης θερμότητας λόγω θερμογεφυρών λαμβάνει την ίδια τιμή με αυτή που έχει υπολογιστεί για το εξεταζόμενο κτήριο (από τον ίδιο το μηχανικό), όπως περιγράφεται παραπάνω.

Σημειώνεται ότι οι τιμές των πινάκων 3.5.α, 3.5.β και 3.6 είναι χωρίς την προσαύξηση ΔU και ο επιθεωρητής πρέπει υπολογίσει κατά περίπτωση την τελική τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων που θα χρησιμοποιήσει.

4.2.3. Συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανών επιφανειών

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός κουφώματος U_w εξαρτάται από το υλικό του πλαισίου, το σύστημα υαλοπινάκων που φέρει, το ποσοστό επιφανείας πλαισίου και υαλοπινάκων επί του κουφώματος και το μήκος της θερμογέφυρας που σχηματίζεται στα σημεία ένωσης της υάλωσης με το πλαίσιο. Συνεπώς, κουφώματα που αποτελούνται από τον ίδιο τύπο υαλοπίνακα και πλαισίου, αλλά είναι διαφορετικού μεγέθους μπορεί να έχουν διαφορετικό συντελεστή θερμοπερατότητας. Γι’ αυτό το λόγο συστήνεται να υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας κάθε κουφώματος διαφορετικού μεγέθους ξεχωριστά.

Στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης ενός νέου ή ριζικώς ανακαινιζόμενου κτηρίου, ο υπολογισμός του U_wγίνεται με τον τρόπο που αναλύεται στην αναθεωρημένη τεχνική οδηγία «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

Για την ενεργειακή επιθεώρηση ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να προσδιορίσει το συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος με σχετική ακρίβεια, καθώς η επιρροή του στην τελική διαμόρφωση της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτηρίου είναι ιδιαίτερα σημαντική.

Στην περίπτωση που η επιθεώρηση αφορά σε κτήρια της 3ης και 4ης κατηγορίας, ο συντελεστής θερμοπερατότητας των κουφωμάτων λαμβάνεται ίσος με αυτόν που διατυπώνεται στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, αφού ο επιθεωρητής ελέγξει την ποσότητα και τον τύπο των κουφωμάτων που τοποθετήθηκαν στο κτήριο, λαμβάνοντας υπόψη τις επιμετρήσεις των κουφωμάτων, τα δελτία αποστολής των κουφωμάτων, καθώς και τα πιστοποιητικά που τα συνοδεύουν. Στην περίπτωση που αυτό δεν είναι εφικτό (π.χ. λόγω απώλειας των σχετικών δικαιολογητικών), ο επιθεωρητής θα πρέπει να εκτιμήσει το συντελεστή θερμοπερατότητας των κουφωμάτων ακολουθώντας τη μεθοδολογία της αναθεωρημένης τεχνικής οδηγίας «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος θα πρέπει να προσδιοριστούν η επιφάνεια και ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου και του υαλοπίνακα ανάλογα με τον τύπο τους, καθώς και η γραμμική θερμογέφυρα που σχηματίζεται κατά μήκος της ένωσης της υάλωσης με το πλαίσιο.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας μονού κουφώματος υπολογίζεται από τη σχέση:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_w} \qquad [3.2.]$$

όπου:

U_w	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,
U_f	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος,
U_g	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού ή περισσότερων φύλλων),
A_f	[m²]	η επιφάνεια του πλαισίου του κουφώματος,
A_g	[m²]	η επιφάνεια του υαλοπίνακα του κουφώματος,
l_g	[m]	το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (περίμετρος του υαλοπίνακα),

Ψ_g	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
A_w	[m²]	το εμβαδό επιφανείας του κουφώματος ($A_w = A_f + A_g$).

Στην περίπτωση ύπαρξης επικαθήμενου ρολού σε ένα άνοιγμα, τότε στο συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος συνυπολογίζεται και η θερμοπερατότητα του κιβωτίου του ρολού με τον τρόπο που περιγράφεται στην ενότητα 3,2,3,4,

4.2.3.1. <u>Συντελεστής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα</u>

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα αναφέρεται με ακρίβεια στο πιστοποιητικό που συνοδεύει το προϊόν και προέρχεται από τον κατασκευαστή του. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων της 3ης και 4ης κατηγορίας, ο μηχανικός πρέπει να βεβαιωθεί ότι το προϊόν που τοποθετήθηκε είναι ίδιο με αυτό που προβλεπόταν στη μελέτη, αφενός ελέγχοντας τα δελτία αποστολής των κουφωμάτων και συγκρίνοντας τις ποσότητες με αυτές που προκύπτουν από την καταγραφή των γεωμετρικών στοιχείων των ανοιγμάτων και αφετέρου πιστοποιώντας τον τύπο του με επί τόπου ελέγχους (π.χ. χρήση απλών εργαλείων για τη μέτρηση του πάχους των υαλοπινάκων και της μεταξύ τους απόστασης, την ύπαρξη μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας κ.ά.).

Στην περίπτωση κτηρίων, των οποίων η οικοδομική άδεια εκδόθηκε πριν από την ημερομηνία ισχύος του Κ.Εν.Α.Κ. (κτήρια 1ης και 2ης κατηγορίας) και ο υαλοπίνακας που τοποθετήθηκε δεν συνοδεύεται από τα αντίστοιχα πιστοποιητικά ή δεν αναγράφονται οι θερμοφυσικές ιδιότητές του στον αποστάτη μεταξύ των υαλοπινάκων ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα λαμβάνεται από τον πίνακα 3.8.

Πίνακας 3.8. *Τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίων.*

Τύπος υαλοπίνακα	**U_g** **[W/(m².K)]**
Μονός υαλοπίνακας	5,70
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 6 mm	3,30
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm	2,80
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 6mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας (ε = 0,10)	2,60
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 12mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας (ε = 0,10)	1,80
Υαλότουβλα	3,50

4.2.3.2. <u>Συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου</u>

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου αναφέρεται στο πιστοποιητικό που συνοδεύει το προϊόν και προέρχεται από τον κατασκευαστή του. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων της 3ης και 4ης κατηγορίας, ο επιθεωρητής πρέπει να βεβαιωθεί ότι το προϊόν που τοποθετήθηκε είναι ίδιο με αυτό που προβλεπόταν στη μελέτη, αφενός ελέγχοντας τα δελτία αποστολής των κουφωμάτων και

συγκρίνοντας τις ποσότητες με αυτές που προκύπτουν από την καταγραφή των γεωμετρικών στοιχείων των ανοιγμάτων και αφετέρου εξακριβώνοντας τον τύπο του κουφώματος με επιτόπου ελέγχους.

Στην περίπτωση κτηρίων των οποίων η οικοδομική τους άδεια εκδόθηκε πριν από την ημερομηνία έναρξης ισχύος του Κ.Εν.Α.Κ. (κτήρια 1ης και 2ης κατηγορίας) και δεν είναι εφικτό να πιστοποιηθεί ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου, μπορεί να λάβει τιμές από τον πίνακα 3.9.

Αναλυτικά:

- Ο συντελεστής θερμοπερατότητας μεταλλικού πλαισίου χωρίς θερμοδιακοπή σε κάθε περίπτωση λαμβάνεται ίσος με 7,00 [W/(m^2.K)].
- Ο συντελεστής θερμοπερατότητας μεταλλικού πλαισίου με θερμοδιακοπή, εφόσον διαπιστωθεί η ύπαρξή της, μπορεί να ληφθεί ίσος με:
  U_f = 3,50 [W/(m^2.K)] για θερμοδιακοπή μήκους 12 mm και
  U_f = 2,80 [W/(m^2.K)] για θερμοδιακοπή μήκους 24 mm.
  Στην περίπτωση που μπορεί να διαπιστωθεί η ύπαρξη θερμοδιακοπής αλλά όχι το μήκος της, αυτή λαμβάνεται ίση με 12 mm και άρα U_f = 3.50 [W/(m^2.K)].
- Ο συντελεστής θερμοπερατότητας συνθετικού πλαισίου προσδιορίζεται ακολουθώντας τη μεθοδολογία της αναθεωρημένης τεχνικής οδηγίας «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων». Εναλλακτικά λαμβάνεται ίσος με 2,80 [W/(m^2.K)].
- Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ξύλινου πλαισίου προσδιορίζεται ακολουθώντας τη μεθοδολογία της αναθεωρημένης τεχνικής οδηγίας «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων». Εναλλακτικά λαμβάνεται ίσος με 2,20 [W/(m^2.K)].

Πίνακας 3.9. *Τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας πλαισίου, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίων.*

Τύπος πλαισίου	**U_f [W/(m^2.K)]**
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	7,00
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm	3,50
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 24 mm	2,80
Συνθετικό πλαίσιο	2,80
Ξύλινο πλαίσιο	2,20

4.2.3.3. Προσδιορισμός γραμμικής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα Ψg

Για τον προσδιορισμό της θερμοπερατότητας του κουφώματος είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός της γραμμικής θερμογέφυρας που εμφανίζεται κατά μήκος της συναρμογής της υάλωσης με το πλαίσιο.

- Στην περίπτωση κουφωμάτων που φέρουν μονούς υαλοπίνακες, ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ_g ισούται με 0 (μηδέν).

- Στην περίπτωση κουφωμάτων με μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή και μονούς ή διπλούς υαλοπίνακες, χωρίς κάποια ειδική επίστρωση χαμηλής εκπομπής, η επίδραση της θερμογέφυρας στο συνολικό συντελεστή θερμοπερατότητας είναι μικρή και γι' αυτό το λόγο γενικά μπορεί να αγνοηθεί.

Γενικώς, ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα για συνήθεις τύπους αποστάτη λαμβάνεται από τον πίνακα 3.10. (EN ISO 10077.1:2006) ανάλογα με τον τύπο του πλαισίου και του υαλοπίνακα. Το μήκος της θερμογέφυρας ισούται με το μήκος της περιμέτρου της συναρμογής του υαλοπίνακα με το πλαίσιο.

Πίνακας 3.10. *Τυπικές τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου-υαλοπίνακα για συνήθεις τύπους αποστάτη.*

Τύπος πλαισίου	**Γραμμική θερμοπερατότητα για διάφορους τύπους υαλοπινάκων Ψ_g [W/(m.K)]**	
	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	**Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής**
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	0,02	0,05
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή	0,08	0,11
Συνθετικό πλαίσιο	0,06	0,08
Ξύλινο πλαίσιο	0,06	0,08

4.2.3.4. <u>Αναλυτικός υπολογισμός του UW ενός μονού κουφώματος με επικαθήμενο ρολό</u>

Βάσει των παραπάνω ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός κουφώματος με μονό, διπλό ή τριπλό υαλοπίνακα επί ενιαίου πλαισίου (μονού κουφώματος) που περιλαμβάνει επικαθήμενο ρολό προκύπτει από τον τύπο:

$$U_W = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g + A_{rb} \cdot U_{rb}}{A_f + A_g + A_{rb}} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (3.3.)$$

όπου U_w [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,

U_f [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος,

U_g [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού ή περισσότερων φύλλων),

U_{rb} [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του επικαθήμενου ρολού,

A_f [m²] το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,

A_g [m²] το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

A_{rb} [m²] το εμβαδό επιφάνειας του επικαθήμενου ρολού του κουφώματος,

l_g [m] το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (το μήκος συναρμογής πλαισίου - υαλοπίνακα, δηλαδή η περίμετρος του υαλοπίνακα),

Ψ_g [W/(m·K)] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

Πίνακες τιμών

- Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (U_f) του πλαισίου λαμβάνεται από τον πίνακα 3.9 ανάλογα με το υλικό κατασκευής του.
- Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (U_g) του υαλοπίνακα λαμβάνεται από τον πίνακα 3.8 ή υπολογίζεται όπως ορίζεται στην αναθεωρημένη τεχνική οδηγία 20701-2.
- Η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας (Ψ_g) λαμβάνεται από τον πίνακα 3.10, που ορίζει τους τύπους των γραμμικών θερμογεφυρών.
- Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (U_{rb}) του επικαθήμενου ρολού λαμβάνει τιμές από τον πίνακα 3.11.

Πίνακας 3.11. *Τυπικές τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας επικαθήμενου ρολού.*

Υλικό κουτιού	**Συντελεστής θερμοπερατότητας U_{rb} [W/(m²·K)]**
Μεταλλικό ,χωρίς θερμοδιακοπή	7,0
Μεταλλικό με θερμοδιακοπή και θερμομονωση	2,0
Συνθετικό	1,5

4.2.3.5. Υπολογισμός διορθωμένου συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων $U_{w,\,διορθ.}$ [W/(m².K)] για χρήση εξωτερικών προστατευτικών φύλλων (ρολών / εξώφυλλων)

Η χρήση ρολών/εξωφύλλων κατά τη διάρκεια της νύχτας ειδικά σε κτίρια κατοικίας είναι συνηθισμένη πρακτική και βελτιώνει σημαντικά την ενεργειακή συμπεριφορά των κουφωμάτων

Ο διορθωμένος συντελεστής θερμοπερατότητας κουφώματος με ρολό ή εξώφυλλο Uw,cor προκύπτει από τον τύπο:

$$U_{w,διορθ.} = U_w \cdot (1 - f_{rb}) \cdot U_{w,rb} \cdot f_{rb} \text{ [W/(m²·K)]} \qquad (3.4.)$$

όπου $U_{w,διορθ.}$ [W/(m²·K)] ο διορθωμένος συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος με χρήση ρολού / εξώφυλλου

$U_{w,rb}$ [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος με το ρολό / εξώφυλλο σε κλειστή θέση,

U_w [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος,

f_{rb} [-] ο συντελεστής χρήσης του ρολού / εξώφυλλου.

Ο συντελεστής χρήσης του ρολού / εξώφυλλου λαμβάνεται ίσος με 0,5.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας κουφώματος με ρολό/εξώφυλλο σε κλειστή θέση προκύπτει από τον τύπο:

$$U_{W,rb} = \frac{1}{1/U_W - R_{rb}} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \qquad (3.5.)$$

όπου $U_{w,rb}$ [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος με τα εξωτερικά προστατευτικά φύλλα σε κλειστή θέση,

U_w [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος,

R_{rb} [W/(m²·K)]$^{-1}$ η θερμική αντίσταση που προσφέρει η χρήση του εξωτερικού προστατευτικού φύλλου. Τιμές δίνονται στον πίνακα 3.12.

Πίνακας 3.12. *Η θερμική αντίσταση* R_{rb} *που προσφέρει στο κούφωμα η χρήση εξωτερικού προστατευτικού φύλλου ανάλογα με το βαθμό αεροστεγανότητάς του.*

Φυλλαράκια	**Αεροστεγανότητα ρολού/εξώφυλλου**		
	Χαμηλή	**Μέση**	**Υψηλή**
Αλουμινίου	0,09	0,12	0,15
Συνθετικά/Ξύλινα	0,12	0,16	0,22
Συνθετικά με γέμισμα αφρού	0,13	0,19	0,26

- Χαμηλή αεροστεγανότητα έχουν τα εξωτερικά προστατευτικά φύλλα σε κάθε περίπτωση που σε κλειστή θέση υπάρχουν οπές στα φυλλαράκια ή δημιουργούνται σχισμές στις ενώσεις τους.
- Υψηλή αεροστεγανότητα έχουν τα εξωτερικά προστατευτικά φύλλα (ρολά)στην περίπτωση που δεν υπάρχουν οπές ή σχισμές και περιμετρικά υπάρχουν λάστιχα σφράγισης.
- Μέση αεροστεγανότητα έχουν τα εξωτερικά προστατευτικά φύλλα σε όλες τις άλλες περιπτώσεις.

Το κτήριο αναφοράς θεωρείται ότι διαθέτει κούφωματα χωρίς εξωτερικά προστατευτικά φύλλα (ρολά ή εξώφυλλα).

4.2.3.6. Τυπικές τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων

Για την απλοποίηση των υπολογισμών του ενεργειακού επιθεωρητή έχουν υπολογιστεί οι τιμές θερμοπερατότητας των συνηθέστερων κουφωμάτων που συναντώνται στο κτηριακό απόθεμα, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά την ενεργειακή επιθεώρηση. Στον πίνακα 3.13.α. δίνεται το εύρος τιμών των συντελεστών θερμοπερατότητας κουφωμάτων όταν δεν υπάρχουν εξωτερικά προστατευτικά φύλλα, που αντιστοιχεί σε συνδυασμό διαφορετικών υαλοπινάκων και πλαισίων για διάφορα ποσοστά πλαισίου επί του κουφώματος και μήκη θερμογέφυρας που σχηματίζεται στη συναρμογή υαλοπίνακα και πλαισίου, στον πίνακα 3.13.β όταν υπάρχουν ρολά και στον πίνακα 3.13.γ όταν υπάρχουν εξώφυλλα. Το κτήριο αναφοράς θεωρείται ότι διαθέτει κούφωματα χωρίς εξωτερικά προστατευτικά φύλλα (ρολά ή εξώφυλλα).

Ο επιθεωρητής καταγράφει και υπολογίζει το ποσοστό του πλαισίου και ανάλογα με τον τύπο του υαλοπίνακα και του πλαισίου επιλέγει τον αντίστοιχο συντελεστή θερμοπερατότητας κουφώματος από τον πίνακα 3.13.α, 3.13.β και 3.13.γ όταν δεν υπάρχουν εξωτερικά προστατευτικά φύλλα, όταν υπάρχουν ρολά και όταν υπάρχουν εξώφυλλα αντίστοιχα.

Πίνακας 3.13.α *Τυπικές τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων U_w [W/(m^2.K)] χωρίς εξωτερικά προστατευτικά φύλλα.*

Τύπος πλαισίου	**Ποσοστό πλαισίου F_f**	**Υαλοπίνακας μονός**	**Δίδυμος υαλοπίνακας**		**Δίδυμος υαλοπίνακας με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας**	
			με διάκενο αέρα 6 mm	**με διάκενο αέρα 12 mm**	**με διάκενο αέρα 6 mm**	**με διάκενο Αέρα12 mm**
	[%]	[W/(m^2.K)]	[W/(m^2.K)]	[W/(m^2.K)]	[W/(m^2.K)]	[W/(m^2.K)]
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή.	20%	6,0	4,1	3,7	3,6	3,0
	30%	6,1	4,5	4,1	4,0	3,5
	40%	6,2	4,8	4,5	4,4	4,0
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm	20%	–	3,6	3,2	3,1	2,6
	30%	–	3,5	3,2	3,1	2,7
	40%	–	3,5	3,2	3,0	2,8
Μεταλλικά πλαίσια με θερμοδιακοπή 24 mm	20%	–	3,4	3,0	3,0	2,3
	30%	–	3,3	3,0	2,9	2,4
	40%	–	3,2	3,0	2,9	2,4
Συνθετικό πλαίσιο	20%	–	3,4	3,0	2,9	2,2
	30%	–	3,3	2,9	2,9	2,3
	40%	–	3,2	2,9	2,9	2,4
Ξύλινο πλαίσιο	20%	5,0	3,2	2,9	2,7	2,1
	30%	4,7	3,1	2,8	2,6	2,1
	40%	4,3	3,0	2,7	2,6	2,1
Διπλό κούφωμα (ξύλινο)*	20%	2,4	–	–	–	–
	30%	2,3	–	–	–	–
	40%	2,1	–	–	–	–
Διπλό κούφωμα (αλουμινίου)*	20%	3.9	–	–	–	–
	30%	3.6	–	–	–	–
	40%	3.3	–	–	–	–

Εξωτερικές πόρτες χωρίς υαλοπίνακες [W/(m^2.K)]		
Υλικό	**Σε επαφή με εξωτερικό αέρα**	**Σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο**
Μέταλλο	6,0	4,0

Συνθετικό	3,5	2,7
Ξύλο	3,5	2,7

* Οι τιμές για το διπλό ξύλινο κούφωμα ισχύουν, εφόσον και τα δύο φύλλα του κουφώματος δεν παρουσιάζουν προβλήματα αεροστεγανότητας. Σε αντίθετη περίπτωση ισχύουν οι τιμές του μονού παράθυρου.

Πίνακας 3.13.β *Τυπικές τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων U_w [W/(m^2.K)] με χρήση ρολών, ανεξαρτήτως της αεροστεγανότητας των ρολών.*

Τύπος πλαισίου	**Ποσοστό πλαισίου F_f**	**Υαλοπίνακας μονός**	**Δίδυμος υαλοπίνακας**		**Δίδυμος υαλοπίνακας με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας**	
			με διάκενο αέρα 6 mm	**με διάκενο αέρα 12 mm**	**με διάκενο αέρα 6 mm**	**με διάκενο αέρα 12mm**
	[%]	[W/(m^2.K)]	[W/(m^2.K)]	[W/(m^2.K)]	[W/(m^2.K)]	[W/(m^2.K)]
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή.	20%	4.5	3.3	3.0	2.9	2.5
	30%	4.6	3.6	3.3	3.2	2.9
	40%	4.7	3.8	3.6	3.5	3.2
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm	20%	-	2.9	2.7	2.6	2.2
	30%	-	2.9	2.7	2.6	2.3
	40%	-	2.9	2.7	2.5	2.4
Μεταλλικά πλαίσια με θερμοδιακοπή 24 mm	20%	-	2.8	2.5	2.5	2.0
	30%	-	2.7	2.5	2.4	2.1
	40%	-	2.7	2.5	2.4	2.1
Συνθετικό πλαίσιο	20%	-	2.8	2.5	2.4	1.9
	30%	-	2.7	2.4	2.4	2.0
	40%	-	2.7	2.4	2.4	2.1
Ξύλινο πλαίσιο	20%	3.9	2.7	2.4	2.3	1.8
	30%	3.7	2.6	2.4	2.2	1.8
	40%	3.4	2.5	2.3	2.2	1.8

Πίνακας 3.13.γ *Τυπικές τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων U_w [W/(m^2.K)] με χρήση με χρήση εξώφυλλων, αδιαφόρως της αεροστεγανότητάς τους.*

Τύπος πλαισίου	**Ποσοστό πλαισίου F_f**	**Υαλοπίνακας μονός**	**Δίδυμος υαλοπίνακας**		**Δίδυμος υαλοπίνακας με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας**	
			με διάκενο αέρα 6 mm	**με διάκενο αέρα 12 mm**	**με διάκενο αέρα 6 mm**	**με διάκενο αέρα 12mm**
	[%]	[W/(m^2.K)]	[W/(m^2.K)]	[W/(m^2.K)]	[W/(m^2.K)]	[W/(m^2.K)]
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή.	20%	4.9	3.5	3.2	3.2	2.7
	30%	5.0	3.9	3.5	3.5	3.1
	40%	5.1	4.1	3.9	3.8	3.5
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm	20%	-	3.2	2.8	2.8	2.4
	30%	-	3.1	2.8	2.8	2.4
	40%	-	3.1	2.8	2.7	2.5
Μεταλλικά πλαίσια με θερμοδιακοπή 24 mm	20%	-	3.0	2.7	2.7	2.1
	30%	-	2.9	2.7	2.6	2.2
	40%	-	2.8	2.7	2.6	2.2
Συνθετικό πλαίσιο	20%	-	3.0	2.7	2.6	2.0
	30%	-	2.9	2.6	2.6	2.1
	40%	-	2.8	2.6	2.6	2.2
Ξύλινο πλαίσιο	20%	4.2	2.8	2.6	2.4	1.9
	30%	4.0	2.8	2.5	2.4	1.9
	40%	3.7	2.7	2.4	2.4	1.9

4.2.3.7. <u>Διαφανή δομικά στοιχεία (κουφώματα) σε επαφή με μη θερμαινόμενους ή ηλιακούς χώρους</u>

Για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης ο συντελεστής θερμοπερατότητας του ανοίγματος (διαφανές δομικό στοιχείο), που είναι σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο ή με προσαρτημένο θερμοκήπιο (ηλιακό χώρο) και ο μειωτικός συντελεστής προσδιορίζονται με βάση τη μεθοδολογία που αναλύεται στην αναθεωρημένη Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

Τα κουφώματα της θερμικής ζώνης, που είναι σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο ή με προσαρτημένο θερμοκήπιο (ηλιακό χώρο), κατά τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου δεν λαμβάνονται ως αδιαβατικά, δηλαδή μεταξύ των χώρων αυτών και της θερμικής ζώνης υπάρχει συναλλαγή θερμότητας, μέσω των αντίστοιχων διαχωριστικών επιφανειών.

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση, ο προσδιορισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας γίνεται σύμφωνα με όσα αναφέρονται στις ενότητες 3.2.3.1. έως 3.2.3.4. Ο συντελεστής διόρθωσης της θερμοκρασίας προσδιορίζεται όπως και στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης.

Ειδικά για την επιθεώρηση κτηριακών μονάδων (π.χ. διαμερισμάτων), ισχύουν όσα αναφέρονται στην ενότητα 2.2. Συγκεκριμένα, κατά τη διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης κτηριακής μονάδας (π.χ. διαμερίσματος), το οποίο εφάπτεται με μη θερμαινόμενους χώρους (π.χ. κλιμακοστάσιο), για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου δεν απαιτείται η πλήρης περιγραφή του μη θερμαινόμενου χώρου και των διαχωριστικών επιφανειών μεταξύ θερμικής ζώνης και μη θερμαινόμενου χώρου. Για όλα τα διαφανή δομικά στοιχεία της κτηριακής μονάδας που εφάπτονται με τον μη θερμαινόμενο χώρο (ανοίγματα, γυάλινες προσόψεις κ.ά) οσυντελεστής θερμοπερατότητας (U) λαμβάνεται μειωμένος κατά το ήμισυ του υπολογιζόμενου με βάση την πραγματική θέση του δομικού στοιχείου, δηλαδή σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο. Επίσης γίνεται η παραδοχή πως όλα τα διαφανή δομικά στοιχεία της κτηριακής μονάδας που εφάπτονται με τον μη θερμαινόμενο χώρο έχουν πλήρη σκίαση (συντελεστές σκίασης ίσοι με 0) χειμώνα και καλοκαίρι.

4.2.4. Η θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων

Η εσωτερική θερμοχωρητικότητα θερμικής ζώνης C_m (kJ/K) υπολογίζεται με βάση τη θερμοχωρητικότητα και την επιφάνεια των δομικών στοιχείων που περικλείουν τη θερμική ζώνη και βρίσκονται σε άμεση επαφή με τον εσωτερικό αέρα της ζώνης. Συγκεκριμένα, η εσωτερική θερμοχωρητικότητα θερμικής ζώνης προκύπτει από την εφαρμογή της σχέσης:

$$C_m = \sum (k_j \cdot A_j) \qquad [3.6]$$

όπου: C_m [kJ/K] η εσωτερική θερμοχωρητικότητα της θερμικής ζώνης,

A_j [m^2] η εσωτερική επιφάνεια του δομικού στοιχείου,

k_j [kJ/(m^2.K)] η εσωτερική θερμοχωρητικότητα ανά μονάδα επιφάνειας του δομικού στοιχείου j.

Η εσωτερική θερμοχωρητικότητα προσδιορίζεται από τη θερμοχωρητικότητα των υλικών του δομικού στοιχείου που βρίσκονται μέχρι το «μέγιστο» ενεργό βάθος του δομικού στοιχείου. Και το ενεργό βάθος ορίζεται ως η μικρότερη τιμή που αντιστοιχεί στην απόσταση από την επιφάνεια του δομικού στοιχείου προς τον εσωτερικό χώρο μέχρι τη θέση της θερμομονωτικής στρώσης, το ήμισυ του πάχους του δομικού στοιχείου ή τα 10 cm. Κατά συνέπεια, σε περίπτωση εφαρμογής θερμομόνωσης στην εσωτερική επιφάνεια ενός δομικού στοιχείου, το οποίο εφάπτεται με τον εξωτερικό αέρα, το δομικό στοιχείο αυτό δεν λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό της εσωτερικής θερμοχωρητικότητας της θερμικής ζώνης.

Η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (c_m) [kJ/(m^2.K)] θερμικής ζώνης ισούται με το λόγο της εσωτερικής θερμοχωρητικότητας της ζώνης προς τη μεικτή επιφάνεια της ζώνης A σε m^2, σύμφωνα με τη σχέση:

$$c_m = \frac{C_m}{A} \qquad [3.7.]$$

Για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης και την ενεργειακή επιθεώρηση η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα θερμικής ζώνης πρέπει να υπολογιστεί με βάση τα παραπάνω ή, εναλλακτικά, να εκτιμηθεί προσεγγιστικά με βάση τον τύπο και τον τρόπο δόμησης του κτηρίου από τον πίνακα 3.14.

Σύμφωνα με το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. για το κτήριο αναφοράς η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα κάθε θερμικής ζώνης λαμβάνεται ίση με 250 [kJ/(m^2.K)] θερμαινόμενης επιφάνειας κτηρίου.

Πίνακας 3.14. *Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα για τυπικές κατασκευές ανά m^2 δαπέδου.*

Κατηγορία	**Περιγραφή**	**Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα [kJ/(m².K)]**
1	Ελαφριά κατασκευή με ξύλινο σκελετό και στοιχεία πλήρωσης από γυψοσανίδα ή ξύλο και εσωτερική θερμομόνωση σε όλα τα δομικά στοιχεία (τοιχοποιία, οροφή, δάπεδο).	80
2	Φέρων οργανισμός από ελαφριά μεταλλική κατασκευή, πλήρωση από υαλοπετάσματα ή ελαφριά πετάσματα με θερμομόνωση.	110
3	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα, στοιχεία πλήρωσης από ελαφροβαρείς τσιμεντόλιθους ή γυψοσανίδα και ύπαρξη ψευδοροφών.	165
4	Φέρων οργανισμός με κατακόρυφα στοιχεία λιθοδομών ή πλινθοδομών με συμπαγείς οπτόπλινθους ή ωμόπλινθους και οριζόντια στοιχεία από ξύλο.	230
5	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους.	280
6	Φέρων οργανισμός με κατακόρυφα στοιχεία λιθοδομών ή πλινθοδομών με συμπαγείς οπτόπλινθους ή ωμόπλινθους και οριζόντια στοιχεία από σκυρόδεμα.	300

Οι τιμές των κατηγοριών 4, 5 και 6 του παραπάνω πίνακα ισχύουν στις περιπτώσεις που η θερμομονωτική προστασία είτε απουσιάζει είτε είναι τοποθετημένη προς την εξωτερική πλευρά των δομικών στοιχείων ή και στον πυρήνα των οπτοπλινθοδομών. Στην περίπτωση που η θερμομονωτική προστασία είναι τοποθετημένη προς την εσωτερική πλευρά, η θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων παύει να είναι αξιοποιήσιμη και η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα της θερμικής ζώνης εμπίπτει στην κατηγορία 3.

Στην περίπτωση που στη θερμική ζώνη εμφανίζονται διαφορετικά συστήματα δόμησης (π.χ. μετά την προσθήκη τμήματος κτιρίου), η ανηγμένη θερμοχωρητικότητά της μπορεί να ληφθεί ίση με τη μέση σταθμισμένη τιμή (ανά επιφάνεια) της θερμοχωρητικότητας των επιμέρους τμημάτων της θερμικής ζώνης με τα διαφορετικά συστήματα δόμησης.

4.2.5. Συντελεστής απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας

Η ακτινοβολία που προσπίπτει σε μία αδιαφανή επιφάνεια μπορεί να ανακλαστεί ή να απορροφηθεί από αυτή. Το άθροισμα του ποσοστού της ηλιακής ακτινοβολίας που ανακλάται και του ποσοστού που απορροφάται από μια επιφάνεια ισούται με τη μονάδα:

$$\rho + \alpha = 1 \qquad [3.8.]$$

όπου: ρ ο συντελεστής ανακλαστικότητας της επιφάνειας στην ηλιακή ακτινοβολία,

α, ο συντελεστής απορροφητικότητας της επιφάνειας στην ηλιακή ακτινοβολία.

Τόσο η ανακλαστικότητα, όσο και η απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία ενός αδιαφανούς υλικού ή μιας επιφάνειας εξαρτώνται κυρίως από τη διαμόρφωση της τελικής επιφάνειας, δηλαδή από

το χρώμα και την υφή της. Η ανακλαστικότητα στιλπνών και λείων επιφανειών πλησιάζει προς τη μονάδα, ενώ η απορροφητικότητά τους είναι αντίστοιχα μειωμένη. Από την άλλη, σκουρόχρωμες και τραχιές επιφάνειες εμφανίζουν υψηλή απορροφητικότητα και χαμηλή ανακλαστικότητα. Οι ιδιότητες αυτές των τελικών επιφανειών του κτηριακού κελύφους προσδιορίζουν ουσιαστικά τα ηλιακά κέρδη των αδιαφανών δομικών στοιχείων και μπορεί να έχουν σημαντικό ρόλο, κυρίως όταν οι επιφάνειες δέχονται μεγάλες ποσότητες ακτινοβολίας, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση των δωμάτων.

Στον πίνακα 3.15που ακολουθεί δίνονται τυπικές τιμές ανακλαστικότητας και απορροφητικότητας για διάφορες επιφάνειες που συναντώνται ως τελικές επιστρώσεις των κατακόρυφων και οριζόντιων δομικών στοιχείων του περιβλήματος. Στην περίπτωση χρήσης ψυχρών υλικών, ο μελετητής ή ο επιθεωρητής μπορεί να λάβει υπόψη στον υπολογισμό διαφορετικές τιμές για την ανακλαστικότητα ή την απορροφητικότητα των υλικών της τελικής επίστρωσης, αρκεί η μελέτη του να συνοδεύεται από το αντίστοιχο πιστοποιητικό από διαπιστευμένα εργαστήρια της Ελλάδας ή του εξωτερικού.

Οι τιμές της απορροφητικότητας του πίνακα 3.15. θα πρέπει να πολλαπλασιάζονται επί ένα μειωτικό συντελεστή 0,5, όταν το δομικό στοιχείο διαμορφώνεται ως δικέλυφο αεριζόμενο.

Πίνακας 3.15. *Τυπικές τιμές ανακλαστικότητας και απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία.*

Περιγραφή επιφάνειας	**Ανακλαστικότητα**	**Απορροφητικότητα**
Κατακόρυφα δομικά στοιχεία		
Επίχρισμα λευκό, λεία επιφάνεια (σπατουλαριστό)	0,70	0,30
Επίχρισμα ανοιχτόχρωμο (π.χ. ανοιχτό γκρι, μπεζ, κίτρινο, ροζ ή γαλάζιο)	0,60	0,40
Επίχρισμα μέτριας απόχρωσης (π.χ. γκρι, μπεζ, σκούρη ώχρα, σομόν)	0,40	0,60
Επίχρισμα σκουρόχρωμο (π.χ. σκούρο λαδί, καφέ, γκρι)	0,20	0,80
Εμφανής οπτοπλινθοδομή ή λιθοδομή	0,20	0,80
Εμφανής ανοιχτόχρωμη οπτοπλινθοδομή ή λιθοδομή	0,40	0,60
Στιλπνές μεταλλικές επιφάνειες (π.χ. φύλλα αλουμινίου)	0,80	0,20
Αδιαφανές τμήμα γυάλινης πρόσοψης (π.χ. πάνελ με επικάλυψη γυαλιού)	0,40	0,60
Φυτεμένη όψη (με αειθαλή φυτά)	0,30	0,70
Οριζόντια δομικά στοιχεία (οροφές)		
Κόκκινο κεραμίδι	0,40	0,60
Πολύ σκούρες επιστρώσεις στεγών ή δωμάτων (ασφαλτόπανα)	0,10	0,90
Σκούρες επιστρώσεις στεγών ή δωμάτων (π.χ. επικάλυψη με σχιστολιθικές πλάκες, ασφαλτικά κεραμίδια)	0,20	0,80
Ανοιχτόχρωμες επιστρώσεις στεγών ή δωμάτων (π.χ. επικάλυψη με πλάκες πεζοδρομίου, ασφαλτόπανα με	0,35	0,65

χαλαζιακή ψηφίδα)		
Στιλπνές μεταλλικές επιφάνειες (π.χ. ανακλαστικές μεμβράνες)	0,80	0,20
Γαρμπίλι	0,70	0,30
Φυτεμένο δώμα	0,30	0,70

Σύμφωνα με το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. για το κτήριο αναφοράς, η απορροφητικότητα των εξωτερικών του επιφανειών λαμβάνεται ίση με

- 0,40 για τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία,
- 0,40 για τα δώματα και
- 0,60 για επικλινείς στέγες.

4.2.6. Συντελεστής εκπομπής στη θερμική ακτινοβολία

Ένα ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που έχει απορροφηθεί από μία εξωτερική επιφάνεια εκπέμπεται προς το περιβάλλον με τη μορφή θερμικής ακτινοβολίας. Η ικανότητα εκπομπής της θερμικής ακτινοβολίας διαφοροποιείται ανάλογα με το υλικό και τη διαμόρφωση της τελικής του επιφάνειας.

Για τα περισσότερα δομικά υλικά ο συντελεστής εκπομπής (εκπεμπτικότητα) κυμαίνεται μεταξύ 0,80 και 0,90. Χαμηλές τιμές του συντελεστή εκπομπής των εξωτερικών επιφανειών του κελύφους συναντώνται σε στιλπνές επιφάνειες από μέταλλο (αλουμίνιο, ορείχαλκο ή κασσίτερο).Για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης και την ενεργειακή επιθεώρηση ο συντελεστής εκπομπής σε θερμική ακτινοβολία ε μπορεί να ληφθεί από τον πίνακα 3.16. Στην περίπτωση που η τελική επιφάνεια διαμορφωθεί με κάποιο ειδικό υλικό (π.χ. ανακλαστικά μεταλλικά φύλλα κ.ά.), ο μελετητής ή ο επιθεωρητής λαμβάνει υπόψη του στους υπολογισμούς την τιμή του συντελεστή εκπομπής του συγκεκριμένου υλικού που εμφανίζεται σε σχετικό πιστοποιητικό από διαπιστευμένο εργαστήριο.

Οι τιμές της εκπεμπτικότητας του πίνακα 3.16. θα πρέπει να πολλαπλασιάζονται επί ένα μειωτικό συντελεστή 0,5, όταν το δομικό στοιχείο διαμορφώνεται ως δικέλυφο αεριζόμενο.

Σύμφωνα με το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. για το κτήριο αναφοράς ο συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας για τις εξωτερικές επιφάνειες του κτηρίου αναφοράς λαμβάνεται ίσος με 0,80.

Πίνακας 3.16. *Τιμές του συντελεστή εκπομπής (εκπεμπτικότητα) θερμικής ακτινοβολίας.*

Περιγραφή επιφάνειας	**Συντελεστής εκπομπής**
Σύνηθες δομικό υλικό	0,80
Γυαλί	0,90
Στιλπνές μεταλλικές επιφάνειες	0,20
Γαρμπίλι	0,30
Φυτεμένο δώμα ή φυτεμένη όψη με αειθαλή φυτά	0,80

4.2.7. Συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους υαλοπινάκων και κουφωμάτων

Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του κουφώματος g_w εκφράζει τη μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που περνά από την επιφάνεια του κουφώματος προς την ηλιακή ακτινοβολία

που προσπίπτει σε αυτό. Η τιμή του εξαρτάται από το είδος του υαλοπίνακα και το ποσοστό του πλαισίου επί του κουφώματος. Η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται από το πλαίσιο και μεταδίδεται με τη μορφή θερμότητας στο εσωτερικό είναι πολύ μικρή συγκριτικά με αυτήν που διέρχεται από το διαφανές τμήμα του κουφώματος και γι' αυτό αγνοείται. Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους g_w υπολογίζεται από τη σχέση 3.9. Επειδή, όπως αναφέρθηκε, η τιμή του g_w εξαρτάται από το ποσοστό του πλαισίου θα πρέπει να υπολογίζεται για κάθε τύπο κουφώματος ξεχωριστά.

$$g_w = g_{gl} \cdot (1-F_f) = 0,9 \cdot g \cdot (1-F_f) \qquad [3.9.]$$

όπου: F_f το ποσοστό πλαισίου στο κούφωμα,

g_{gl} ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα.

g ο συντελεστής ηλιακού κέρδους σε κάθετη πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας

Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα (g_{gl}), εκφράζει τη μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που περνά από την επιφάνεια του υαλοπίνακα προς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σ' αυτό και λαμβάνεται ίση με το 90% του συντελεστή ηλιακού κέρδους g σε κάθετη πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας. Όταν η τιμή g δεν πιστοποιείται από τον κατασκευαστή του υαλοπίνακα μπορεί να ληφθεί από τον πίνακα 3.17.

Πίνακας 3.17. *Τυπικές τιμές της συνολικής διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας σε κάθετη πρόσπτωση και της μέσης διαπερατότητας $g_{gl,}$ για διάφορους τύπους υαλοπίνακα.*

Τύπος υαλοπίνακα	**g**	**g_{gl}**
Μονός υαλοπίνακας	0,85	0,77
Διπλός υαλοπίνακας	0,75	0,68
Διπλός υαλοπίνακας, με επιλεκτική, χαμηλής ικανότητας εκπομπής επίστρωση	0,67	0,60
Διπλό παράθυρο	0,75	0,68
Υαλότουβλα	0,30	0,27

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίου:

- Όταν υπάρχει μελέτη κλιματισμού, η τιμή του συντελεστή ηλιακού κέρδους g σε κάθετη πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας λαμβάνεται από τη μελέτη.
- Στην περίπτωση έγχρωμων ή ανακλαστικών υαλοπινάκων και όταν η εύρεση επιπλέον στοιχείων σχετικά με τις ιδιότητες τους είναι αδύνατη, ο συντελεστής ηλιακών κερδών θα λαμβάνεται ίσος με g = 0,50.
- Στην περίπτωση αδιαφανών υαλοπινάκων ο συντελεστής ηλιακών κερδών g θεωρείται 0.
- Όταν δεν υπάρχει από τη μελέτη ο συντελεστής διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας κουφώματος, τότε λαμβάνονται οι συντελεστές του πίνακα 3.18. της συνολικής διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας κουφώματος, ανάλογα με το ποσοστό του πλαισίου και τον τύπο του υαλοπίνακα.

Πίνακας 3.18. *Τυπικές τιμές της συνολικής διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας κουφωμάτων.*

Τύπος υαλοπίνακα	**Ποσοστό πλαισίου F_f**				
	10%	**20%**	**30%**	**40%**	**50%**
Μονός υαλοπίνακας	0,69	0,62	0,54	0,46	0,39
Διπλός υαλοπίνακας	0,61	0,54	0,48	0,41	0,34
Διπλός υαλοπίνακας, χαμηλής ικανότητας εκπομπής επίστρωση	0,54	0,48	0,42	0,36	0,30
Διπλό παράθυρο	0,61	0,54	0,48	0,41	0,34
Έγχρωμος ή ανακλαστικός υαλοπίνακας χωρίς δυνατότητα διαπίστωσης των ιδιοτήτων του	0,41	0,36	0,32	0,27	0,23

Σύμφωνα με το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. για το κτήριο αναφοράς ο συντελεστής διαπερατότητας των υαλοπινάκων στην ηλιακή ακτινοβολία είναι g = 0,76, για κάθετη πρόσπτωση. Η μέση διαπερατότητα g_{gl} του υαλοπίνακα θα είναι 0,9x0,76=0,68. Για το κτήριο αναφοράς λαμβάνεται ποσοστό πλαισίου 20%,, οπότε η συνολική διαπερατότητα του κουφώματος θα λαμβάνεται 0,55 [$g_w=g_{gl}\cdot(1-F_f)$=0,68 (1-0,20)=0,55]

4.3. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΈΣ ΣΚΊΑΣΗΣ

Τα δομικά στοιχεία ενός κτηρίου μπορεί να σκιάζονται εξωτερικά λόγω ύπαρξης εξωτερικών εμποδίων αλλά και στοιχείων του ίδιου του κτηρίου, όπως προστεγάσματα, πλευρικά στοιχεία ή ακόμη και τμήματα της κατασκευής (π.χ. εσοχές). Τα εσωτερικά σκίαστρα (κουρτίνες, περσίδες) των ανοιγμάτων και τα εξωτερικά παραθυρόφυλλα, τα οποία επίσης δεν θεωρούνται σταθερά σκίαστρα, δεν λαμβάνονται υπόψη.

Η μείωση της ηλιακής ακτινοβολίας λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς, είτε πρόκειται για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης ενός νέου ή ριζικώς ανακαινιζόμενου κτηρίου είτε για την ενεργειακή επιθεώρηση, με τη χρήση τριών ανεξάρτητων μεταξύ του συντελεστών σκίασης.

Οι συντελεστές σκίασης, καθορίζονται ανάλογα με το είδος των σκιάστρων (οριζόντια, πλευρικά εξωτερικά εμπόδια και σκίαστρα) και την γεωμετρία τους. Επειδή ανάλογα με την εποχή οι συντελεστές σκίασης αλλάζουν, καθορίζονται για κάθε εξωτερική επιφάνεια με ορισμένο προσανατολισμό, οι αντίστοιχοι μέσοι συντελεστές σκίασης, ένας για τη χειμερινή περίοδο και ένας για τη θερινή περίοδο, ανάλογα με το είδος σκιάστρου. Στην περίπτωση ταυτόχρονης ύπαρξης προβόλου και εξωτερικού σκιάστρου η σκίαση λόγω προβόλου αγνοείται. Ο συνολικός σκιασμός δομικού στοιχείου προκύπτει ως το γινόμενο των τριών συντελεστών σκίασης:

- του συντελεστή σκίασης από εμπόδιο του περιβάλλοντος χώρου (γειτνιάζοντα κτήρια κ.τ.λ.), F_{hor},
- του συντελεστή σκίασης από οριζόντιο πρόβολο ή εξωτερικό σκίαστρο, F_{ove}.
- του συντελεστή σκίασης από πλευρικό εμπόδιο, F_{fin},

$$F_s = F_{hor} \times F_{ove} \times F_{fin} \qquad [3.10.]$$

Τονίζεται ότι όλοι οι συντελεστές είναι μειωτικοί λαμβάνοντας τιμή ίση με την μονάδα (1), όταν δεν υπάρχει καθόλου σκίαση και ίση με μηδέν (0) για πλήρη σκίαση.

Στην περίπτωση καλά θερμομονωμένων κτηρίων τα ηλιακά θερμικά κέρδη από τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία είναι περιορισμένα. Για λόγους απλοποίησης κατά τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων ο συνολικός συντελεστής σκίασης F_s για τα κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία που έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από 0,6 [W/(m²·K)], δύναται θα θεωρηθεί ίσος με 0,9.

Στην περίπτωση διαμόρφωσης φυτεμένης όψης τα ηλιακά θερμικά κέρδη από τακατακόρυφα δομικά στοιχεία είναι ακόμη περισσότερο περιορισμένα. Γι΄αυτό το λόγο ο μέσος συντελεστής σκίασης του κατακόρυφου δομικού στοιχείου που διαμορφώνεται ως φυτεμένο (με αειθαλή φυτά) θα λαμβάνεται ίσος με το μέσο συντελεστή σκίασης του ίδιου δομικού στοιχείου, εάν δεν ήταν φυτεμένο, πολλαπλασιασμένος με ένα μειωτικό συντελεστή 0,5.

Ο συντελεστής σκίασης για τις οριζόντιες ή κεκλιμένες επιστεγάσεις (π.χ. δώματα ή στέγες), καθώς και τα κουφώματα οροφής (π.χ. φεγγίτες), εξαρτάται από τη μορφολογία του περιβάλλοντος χώρου (φυσικά ή τεχνητά εμπόδια) και τις εγκαταστάσεις που υπάρχουν επάνω στις επιστεγάσεις, όπως η απόληξη κλιμακοστασίου, οι ηλιακοί συλλέκτες, τα τεχνικά συστήματα κλιματισμού κ.ά. Για τις οριζόντιες επιφάνειες καθορίζεται ένας μέσος συντελεστής σκίασης. Για λόγους απλοποίησης κατά τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων ο μέσος συντελεστής σκίασης οριζόντιων δομικών στοιχείων λαμβάνεται ίσος με 0,9, ανεξαρτήτως του βαθμού σκίασης των οριζόντιων επιφανειών, υπό την προϋπόθεση ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων είναι μικρότερος από 0,6 [W/(m²·K)].

Όταν ο συντελεστής θερμοπερατότητας τωνοριζόντιων δομικών στοιχείων είναι μεγαλύτερος από 0,6 [W/(m²K)] ο μελετητής ή επιθεωρητής θα πρέπει να εκτιμήσει το βαθμό σκίασης του οριζόντιου δομικού στοιχείου. Στην περίπτωση που το οριζόντιο δομικό στοιχείο δεν σκιάζεται από φυσικά, τεχνητά εμπόδια ή εγκαταστάσεις, ο μέσος συντελεστής σκίασης παίρνει τη μέγιστη τιμή του (1,0) τόσο για τη χειμερινή όσο και τη θερινή περίοδο. Η ελάχιστη τιμή του μέσου συντελεστή σκίασης για οριζόντια δομικά στοιχεία πλήρως σκιασμένα από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία, είναι 0,3. Στην περίπτωση της μερικής σκίασης, π.χ. όταν περίπου η μισή επιφάνεια του οριζόντιου δομικού στοιχείου σκιάζεται λόγω εγκαταστάσεων, ο μέσος συντελεστής σκίασης του οριζόντιου δομικού στοιχείου μπορεί να ληφθεί ίσος με 0,6.

Ο μέσος συντελεστής σκίασης για επιστεγάσεις που διαμορφώνονται ως φυτεμένα δώματα (οριζόντια επιφάνεια) ή φυτεμένες στέγες (κεκλιμένη επιφάνεια) θα λαμβάνεται ίσος με αυτόν ενός συμβατικού δώματος ή στέγης (δηλαδή χωρίς το φυτεμένο τμήμα) πολλαπλασιασμένος με ένα μειωτικό συντελεστή 0,5.

4.3.1. Συντελεστές σκίασης κτηρίου αναφοράς

Σύμφωνα με το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ., τα κατακόρυφα ανοίγματα του κτηρίου αναφοράς διαθέτουν τα απαραίτητα σταθερά εξωτερικά οριζόντια ή πλευρικά σκίαστρα (προβόλους, εξωτερικές περσίδες, πέργκολες, μπαλκόνια κ.ά.), λόγω των οποίων ο μέσος συντελεστής σκίασής τους (F_{ove}xF_{fin}) κατά τη θερινή περίοδο είναι:

- 0,70 για τις νότιες όψεις και
- 0,75 για τις όψεις με δυτικό και ανατολικό προσανατολισμό.

Για τους ενδιάμεσους προσανατολισμούς ισχύουν οι συντελεστές:

- 0,80 για βορειοανατολικό και βορειοδυτικό,
- 0,73 για νοτιοανατολικό και νοτιοδυτικό,

- 1,00 για βόρειο.

Για τη χειμερινή περίοδο ο μέσος συντελεστής σκίασης των ανοιγμάτων ($F_{ove}xF_{fin}$) του κτιρίου αναφοράς λαμβάνεται ίσος με τον καθοριζόμενο στο εξεταζόμενο κτήριο και προκύπτει ανάλογα με τον τύπο σκιάστρου και όπως καθορίζεται στις ενότητες που ακολουθούν.

Για ανοίγματα σε οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια (δωμάτων ή στεγών) ο μέσος συντελεστής σκίασης θα είναι 1 (χωρίς σκίαση), τόσο κατά τη θερινή, όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο.

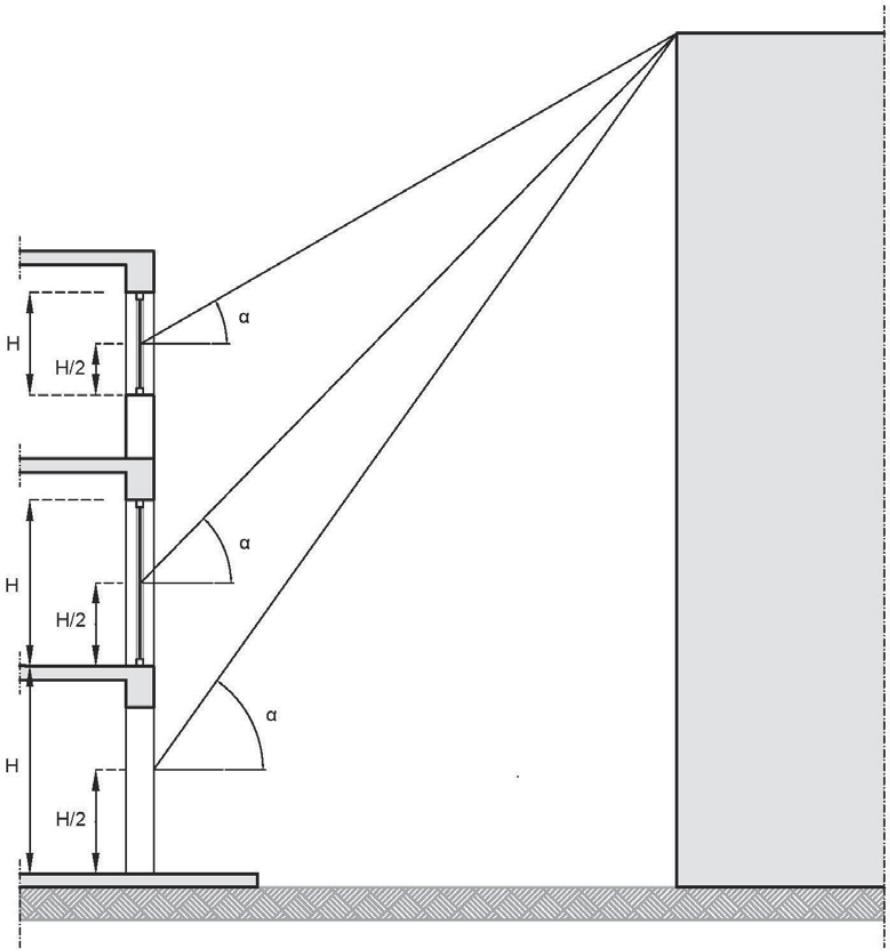
Ο μέσος συντελεστής σκίασης (από οριζόντια ή πλευρικά σκίαστρα, $F_{ove}xF_{fin}$) του κτιρίου αναφοράς των αδιαφανών κατακόρυφων επιφανειών του κτηρίου αναφοράς, τόσο κατά τη θερινή, όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο, καθορίζεται σε 0,90, σύμφωνα με το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ.

Ο μέσος συντελεστής σκίασης των αδιαφανών οριζόντιων ή κεκλιμένων επιφανειών του κτηρίου αναφοράς (δώματα ή στέγες), τόσο κατά τη θερινή, όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο, ορίζεται σε 1.

Η σκίαση του κτηρίου αναφοράς λόγω εξωτερικών εμποδίων (κτηρίων, ανάγλυφου του εδάφους κ.ά.), δηλαδή ο συντελεστής σκίασης ορίζοντα, F_{hor}, τόσο κατά τη θερινή, όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο, λαμβάνεται ίσος με τον καθοριζόμενο στο εξεταζόμενο κτήριο για όλα τα δομικά στοιχεία (οριζόντια ή κατακόρυφα, διαφανή ή αδιαφανή).

4.3.2. Συντελεστής σκίασης ορίζοντα F_{hor}

Αυτός ο συντελεστής προσδιορίζει τη σκίαση που προκύπτει στις επιφάνειες του κτηρίου από την ύπαρξη φυσικών εμποδίων (π.χ. λόφων) ή τεχνητών (π.χ. υψηλών κτηρίων). Όταν ο ορίζοντας είναι ελεύθερος ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (F_{hor} =1), ενώ για πλήρη σκίαση παίρνει την τιμή μηδέν (F_{hor}=0).



Σχήμα 3.3. *Γραφική απεικόνιση της γωνίας θέασης α που σχηματίζουν τα εμπόδια για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλούν σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (θύρας ή παραθύρου).*

Πίνακας 3.19. *Συντελεστής σκίασης από ορίζοντα F_{hor}.*

Γωνία α	**Περίοδος**	**Προσανατολισμός επιφάνειας**				
		Ν	**ΝΑ και ΝΔ**	**Α και Δ**	**ΒΑ και ΒΔ**	**Β**
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5°	θέρμανσης	0,98	0,97	0,96	0,98	1,00
	ψύξης	1,00	0,98	0,97	0,96	0,96
10°	θέρμανσης	0,96	0,95	0,93	0,95	1,00
	ψύξης	1,00	0,97	0,94	0,92	0,92
15°	θέρμανσης	0,91	0,89	0,86	0,92	1,00

	ψύξης	1,00	0,94	0,90	0,88	0,90
20°	θέρμανσης	0,86	0,84	0,80	0,89	1,00
	ψύξης	1,00	0,92	0,86	0,84	0,87
25°	θέρμανσης	0,73	0,73	0,72	0,87	1,00
	ψύξης	1,00	0,90	0,83	0,82	0,87
30°	θέρμανσης	0,61	0,62	0,65	0,85	1,00
	ψύξης	1,00	0,89	0,81	0,81	0,86
35°	θέρμανσης	0,53	0,54	0,61	0,84	1,00
	ψύξης	0,99	0,85	0,77	0,77	0,86
40°	θέρμανσης	0,44	0,47	0,57	0,83	1,00
	ψύξης	0,98	0,82	0,72	0,73	0,85
45°	θέρμανσης	0,40	0,44	0,55	0,82	1,00
	ψύξης	0,95	0,78	0,68	0,70	0,85
50°	θέρμανσης	0,36	0,40	0,53	0,81	1,00
	ψύξης	0,93	0,74	0,63	0,67	0,85
55°	θέρμανσης	0,34	0,38	0,52	0,81	1,00
	ψύξης	0,89	0,70	0,60	0,65	0,85
60°	θέρμανσης	0,32	0,37	0,51	0,81	1,00
	ψύξης	0,86	0,67	0,57	0,63	0,85
65°	θέρμανσης	0,32	0,36	0,50	0,81	1,00
	ψύξης	0,79	0,63	0,55	0,63	0,85
≥70°	θέρμανσης	0,31	0,36	0,50	0,81	1,00
	ψύξης	0,73	0,58	0,52	0,62	0,85

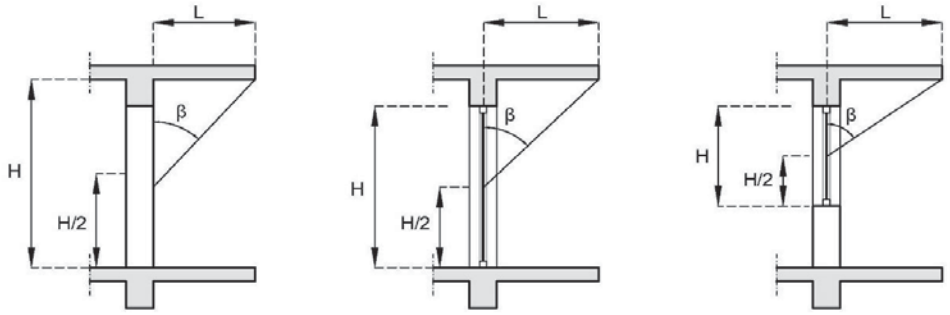
Για τον προσδιορισμό του συντελεστή σκίασης ορίζοντα μιας επιφάνειας είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας θέασης α του εμποδίου (σχήμα 3.3.). Ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτηρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης. Κατά παραδοχή, είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας ενιαίας τιμής για το συντελεστή σκίασης ορίζοντα για τα αδιαφανή στοιχεία του κτηρίου μιας όψης (με ίδιο προσανατολισμό). Σ' αυτήν την περίπτωση η γωνία θέασης α ορίζεται ως η γωνία που σχηματίζεται από το οριζόντιο επίπεδο που διέρχεται από το μέσο της εξεταζόμενης όψης και της ευθείας που ενώνει το μέσο της κατακόρυφης επιφάνειας με την ανώτερη παρειά του εμποδίου (σχήμα 3.3.). Αντίθετα, η τιμή της γωνίας θέασης α πρέπει να υπολογιστεί για κάθε διαφανές στοιχείο ξεχωριστά και αντιστοιχεί στη γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του οριζόντιου επιπέδου που διέρχεται από το μέσο του ανοίγματος και της ευθείας που ενώνει το κέντρο του ανοίγματος με την άνω παρειά του εμποδίου (σχήμα 3.3.).

Στην περίπτωση ύπαρξης πολλών φυσικών ή τεχνητών εμποδίων με διαφορετικό ύψος, τότε ως ανώτερη παρειά εμποδίου λαμβάνεται το μέσο ύψος όλων των εμποδίων που εκτείνονται σε μήκος όσο καταλαμβάνει η εκάστοτε όψη του κτιρίου, σταθμισμένο με το αντίστοιχο μήκος καθενός εμποδίου. Ομοίως, σε περίπτωση που τα απέναντι εμπόδια βρίσκονται σε διαφορετική απόσταση από την εξεταζόμενη όψη, τότε ο υπολογισμός της γωνίας θέασης των εμποδίων θα γίνεται με βάση τη μέση απόσταση όλων των εμποδίων που εκτείνονται σε μήκος όσο καταλαμβάνει η εξεταζόμενη όψη, σταθμισμένη με το αντίστοιχο μήκος κάθε εμποδίου.

Η τιμή του συντελεστή σκίασης ορίζοντα τόσο για την περίοδο θέρμανσης, όσο και για την περίοδο ψύξης προκύπτει από τον πίνακα 3.19. ανάλογα με τη γωνία θέασης του εμποδίου α (κυμαίνεται από 10° έως 70°) και τον προσανατολισμό της επιφάνειας. Τιμές για ενδιάμεσες γωνίες εμποδίου και ενδιάμεσους προσανατολισμούς θα λαμβάνονται με χρήση γραμμικής παρεμβολής.

4.3.3. Συντελεστής σκίασης από προβόλους F_{ov}

Ο συντελεστής σκίασης οριζόντιων προστεγασμάτων (F_{ov}) προσδιορίζει τη σκίαση των επιφανειών του κτηρίου λόγω ύπαρξης οριζόντιων προεξοχών (εξωστών, προστεγασμάτων, υπέρθυρων ανοιγμάτων). Στην περίπτωση που δεν υπάρχει οριζόντια προεξοχή ο συντελεστής ισούται με την μονάδα (F_{ov} = 1), ενώ όταν η σκίαση είναι πλήρης ο συντελεστής γίνεται ίσος με μηδέν (F_{ov} = 0).



Σχήμα 3.4. *Γραφική απεικόνιση της γωνίας β, που σχηματίζει πρόβολος με την κατακόρυφη επιφάνεια, για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (θύρας ή παραθύρου).*

Για την εκτίμηση του συντελεστή σκίασης από προβόλους είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας β του προβόλου. Ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτηρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης.

Κατά παραδοχή, είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας ενιαίας τιμής για το συντελεστή σκίασης προβόλου για τα αδιαφανή στοιχεία του κτηρίου μιας όψης (με ίδιο προσανατολισμό). Σ' αυτήν την περίπτωση η γωνία β αντιστοιχεί στη γωνία που σχηματίζεται από το κατακόρυφο επίπεδο της εξεταζόμενης όψης και της ευθείας που ενώνει το μέσο της όψης με το πέρας του προβόλου (σχήμα 3.4.).

Πίνακας 3.20. Συντελεστής σκίασης από οριζόντιους προβόλους F_{ov}.

Γωνία β	**Περίοδος**	**Προσανατολισμός επιφάνειας**				
		Ν	**ΝΑ και ΝΔ**	**Α και Δ**	**ΒΑ και ΒΔ**	**Β**
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5°	θέρμανσης	0,97	0,97	0,97	0,97	0,96
	ψύξης	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97
10°	θέρμανσης	0,94	0,94	0,94	0,93	0,92
	ψύξης	0,89	0,91	0,93	0,93	0,94
15°	θέρμανσης	0,91	0,91	0,91	0,90	0,89
	ψύξης	0,84	0,86	0,89	0,90	0,90
20°	θέρμανσης	0,87	0,88	0,88	0,86	0,85
	ψύξης	0,78	0,82	0,85	0,87	0,87
25°	θέρμανσης	0,84	0,84	0,85	0,83	0,81
	ψύξης	0,73	0,77	0,81	0,83	0,84
30°	θέρμανσης	0,80	0,81	0,82	0,80	0,77
	ψύξης	0,67	0,72	0,77	0,80	0,80
35°	θέρμανσης	0,76	0,77	0,78	0,76	0,74
	ψύξης	0,61	0,67	0,72	0,76	0,77
40°	θέρμανσης	0,72	0,73	0,75	0,73	0,70
	ψύξης	0,56	0,62	0,68	0,72	0,74
45°	θέρμανσης	0,68	0,69	0,70	0,69	0,66
	ψύξης	0,51	0,57	0,63	0,68	0,70
50°	θέρμανσης	0,63	0,64	0,66	0,65	0,62
	ψύξης	0,46	0,52	0,58	0,64	0,67
55°	θέρμανσης	0,57	0,58	0,62	0,61	0,59
	ψύξης	0,42	0,48	0,53	0,59	0,63
60°	θέρμανσης	0,50	0,52	0,57	0,57	0,55
	ψύξης	0,39	0,43	0,48	0,55	0,60
65°	θέρμανσης	0,42	0,45	0,50	0,53	0,51
	ψύξης	0,36	0,39	0,43	0,49	0,56
70°	θέρμανσης	0,34	0,37	0,44	0,48	0,47
	ψύξης	0,33	0,34	0,38	0,44	0,52
80°	θέρμανσης	0,17	0,21	0,29	0,38	0,40
	ψύξης	0,28	0,26	0,27	0,32	0,41

≥90°	θέρμανσης	0,10	0,12	0,17	0,27	0,33
	ψύξης	0,24	0,19	0,18	0,22	0,30

Αντίθετα, η γωνία β πρέπει να υπολογιστεί για κάθε διαφανές στοιχείο (ανοίγματα) ξεχωριστά. Αντιστοιχεί στη γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του κατακόρυφου επιπέδου του εξεταζόμενου ανοίγματος και της ευθείας που ενώνει το μέσο του ανοίγματος με το πέρας του προβόλου (σχήμα 3.4.).

Στην περίπτωση ύπαρξης πολλών οριζόντιων εξωτερικών σκιάστρων με διαφορετικό πλάτος, ως πλάτος προβόλου λαμβάνεται το σταθμικό μέσο πλάτος όλων των προβόλων.

Στην περίπτωση ύπαρξης πέργκολας θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η σκίαση που προσφέρει κατά τη θερινή περίοδο, όπως στην περίπτωση του προβόλου. Κατά τη χειμερινή περίοδο, στην περίπτωση ύπαρξης αφαιρούμενων (π.χ αφαιρούμενο ύφασμα, φυλλοβόλα φυτά) ή κινητών στοιχείων σκίασης (π.χ τέντα, περσίδες) θεωρείται ότι δεν υπάρχει σκίαση λόγω πέργκολας εκτός από τις περιπτώσεις που τα κινούμενα στοιχεία σκίασης καταλαμβάνουν σημαντική επιφάνεια στην πέργκολα. Σε αυτή την περίπτωση, θα πρέπει να υπολογίζεται ο σκιασμός αναλογικά με την επιφάνεια που καταλαμβάνουν τα κινητά στοιχεία.

Στην περίπτωση ύπαρξης διαφανούς ή ημιδιαφανούς υλικού κάλυψης της πέργκολας, θα ληφθεί υπόψη η ηλιακή ακτινοβολία που διαπερνά το διαφανές ή ημιδιαφανές υλικό της πέργκολας σύμφωνα με την ενότητα 3.2.7. Ο συντελεστής σκίασης της πέργκολας σε αυτή τη περίπτωση θα ληφθεί από την παρακάτω σχέση

$$F_{ov} = 1- (1 – \mathbf{g_{gl}}) \times (1-F_{ov\ ini}) \qquad [3.11]$$

όπου :

$\mathbf{g_{gl}}$ ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του διαφανούς ή ημιδιαφανούς υλικού κάλυψης της πέργκολας.

F_{ovini} συντελεστής σκίασης οριζόντιων προστεγασμάτων για g = 0

Όταν η τιμή $\mathbf{g_{gl}}$ δεν πιστοποιείται από τον κατασκευαστή του υαλοπίνακα μπορεί να ληφθεί από τον πίνακα 3.17.

Η τιμή του συντελεστή σκίασης από προβόλους τόσο για την περίοδο θέρμανσης, όσο και για την περίοδο ψύξης προκύπτει από τον πίνακα 3.20. ανάλογα με τη γωνία β του προβόλου (κυμαίνεται από 10° έως 90°) και τον προσανατολισμό της επιφάνειας.

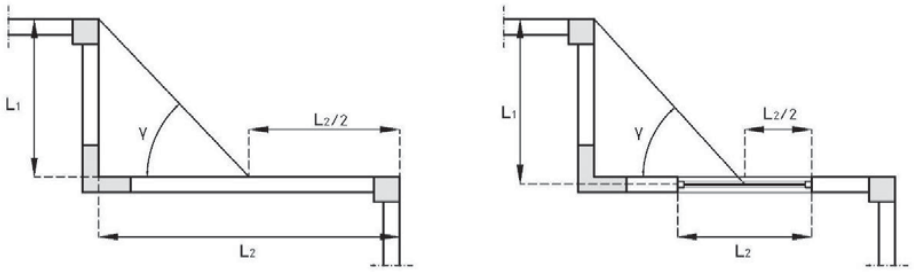
4.3.4. Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin}

Ο συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές (F_{fin}) προσδιορίζει τη σκίαση των επιφανειών του κτηρίου λόγω ύπαρξης κατακόρυφων προεξοχών (πλευρικών προεξοχών, τμημάτων του ιδίου του κτηρίου, διπλανών κτηρίων). Στην περίπτωση που δεν υπάρχει πλευρική προεξοχή (γ = 0°) ο συντελεστής ισούται με μονάδα (F_{fin} = 1), ενώ όταν η σκίαση είναι πλήρης (γ = 90°) ο συντελεστής γίνεται ίσος με μηδέν (F_{fin} = 0).

Για την εκτίμηση του συντελεστή σκίασης από πλευρικές προεξοχές είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας γ της πλευρικής προεξοχής. Ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτηρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης.

Κατά παραδοχή, είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας ενιαίας τιμής για το συντελεστή σκίασης πλευρικής προεξοχής για τα αδιαφανή στοιχεία του κτηρίου μιας όψης (με ίδιο προσανατολισμό). Σ'

αυτήν την περίπτωση η γωνία γ αντιστοιχεί στη γωνία που σχηματίζεται από το κατακόρυφο επίπεδο της εξεταζόμενης όψης και της ευθείας που ενώνει το μέσο της όψης με το πέρας της πλευρικής προεξοχής (σχήμα 3.5.).



Σχήμα 3.5. *Γραφική απεικόνιση της γωνίας γ που σχηματίζει η πλευρική προεξοχή για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο.*

Αντίθετα, η γωνία γ πρέπει να υπολογιστεί για κάθε διαφανές στοιχείο (άνοιγμα) ξεχωριστά. Αντιστοιχεί στη γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του κατακόρυφου επιπέδου του εξεταζόμενου ανοίγματος και της ευθείας που ενώνει το μέσο του ανοίγματος με το πέρας της πλευρικής προεξοχής (σχήμα 3.5.).

Πίνακας 3.21.α *Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin} από την αριστερή πλευρά.*

Γωνία γ	**Περίοδος**	**Προσανατολισμός επιφάνειας**							
		Ν	**ΝΔ**	**Δ**	**ΒΔ**	**Β**	**ΒΑ**	**Α**	**ΝΑ**
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	θέρμανσης	0,97	0,99	1,00	1,00	1,00	0,95	0,95	0,97
	ψύξης	0,97	0,97	1,00	1,00	0,97	0,96	0,99	0,99
20°	θέρμανσης	0,95	0,99	1,00	1,00	1,00	0,92	0,90	0,93
	ψύξης	0,95	0,94	0,99	1,00	0,95	0,93	0,98	0,99
30°	θέρμανσης	0,92	0,98	1,00	1,00	1,00	0,89	0,86	0,90
	ψύξης	0,93	0,90	0,99	1,00	0,93	0,89	0,96	0,98
40°	θέρμανσης	0,89	0,97	1,00	1,00	1,00	0,86	0,80	0,87
	ψύξης	0,91	0,86	0,98	1,00	0,92	0,84	0,95	0,97
50°	θέρμανσης	0,85	0,95	1,00	1,00	1,00	0,84	0,75	0,83
	ψύξης	0,89	0,81	0,97	1,00	0,92	0,79	0,93	0,96
60°	θέρμανσης	0,81	0,93	1,00	1,00	1,00	0,82	0,69	0,79

	ψύξης	0,88	0,76	0,96	1,00	0,92	0,73	0,91	0,96
≥70°	θέρμανσης	0,76	0,90	1,00	1,00	1,00	0,81	0,62	0,73
	ψύξης	0,86	0,71	0,94	1,00	0,92	0,66	0,88	0,95

Πίνακας 3.21.β *Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin} από την δεξιά πλευρά.*

Γωνία γ	**Περίοδος**	**Προσανατολισμός επιφάνειας**							
		Ν	**ΝΔ**	**Δ**	**ΒΔ**	**Β**	**ΒΑ**	**Α**	**ΝΑ**
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	θέρμανσης	0,97	0,97	0,95	0,95	1,00	1,00	1,00	0,99
	ψύξης	0,97	0,99	0,99	0,96	0,97	1,00	1,00	0,97
20°	θέρμανσης	0,95	0,93	0,90	0,92	1,00	1,00	1,00	0,99
	ψύξης	0,95	0,99	0,98	0,93	0,95	1,00	0,99	0,94
30°	θέρμανσης	0,92	0,90	0,86	0,89	1,00	1,00	1,00	0,98
	ψύξης	0,93	0,98	0,96	0,89	0,93	1,00	0,99	0,90
40°	θέρμανσης	0,89	0,87	0,80	0,86	1,00	1,00	1,00	0,97
	ψύξης	0,91	0,97	0,95	0,84	0,92	1,00	0,98	0,86
50°	θέρμανσης	0,85	0,83	0,75	0,84	1,00	1,00	1,00	0,95
	ψύξης	0,89	0,96	0,93	0,79	0,92	1,00	0,97	0,81
60°	θέρμανσης	0,81	0,79	0,69	0,82	1,00	1,00	1,00	0,93
	ψύξης	0,88	0,96	0,91	0,73	0,92	1,00	0,96	0,76
≥70°	θέρμανσης	0,76	0,73	0,62	0,81	1,00	1,00	1,00	0,90
	ψύξης	0,86	0,95	0,88	0,66	0,92	1,00	0,94	0,71

Η τιμή του συντελεστή σκίασης από πλευρικές προεξοχές τόσο για την περίοδο θέρμανσης, όσο και για την περίοδο ψύξης προκύπτει από τον πίνακα 3.21.α για πλευρική προεξοχή στη αριστερή μεριά της επιφάνειας όπως φαίνεται από έξω και από τον πίνακα 3.21.β για πλευρική προεξοχή στην δεξιά μεριά της επιφάνειας, ανάλογα με τη γωνία γ της πλευρικής προεξοχής (κυμαίνεται από 10° έως 70°) και τον προσανατολισμό της επιφάνειας. Στην περίπτωση που η επιφάνεια σκιάζεται και από τις δύο μεριές, λαμβάνονται και οι δύο συντελεστές ανεξάρτητα και γίνεται χρήση του συνολικού συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές, ο οποίος ισούται με το γινόμενο των δύο.

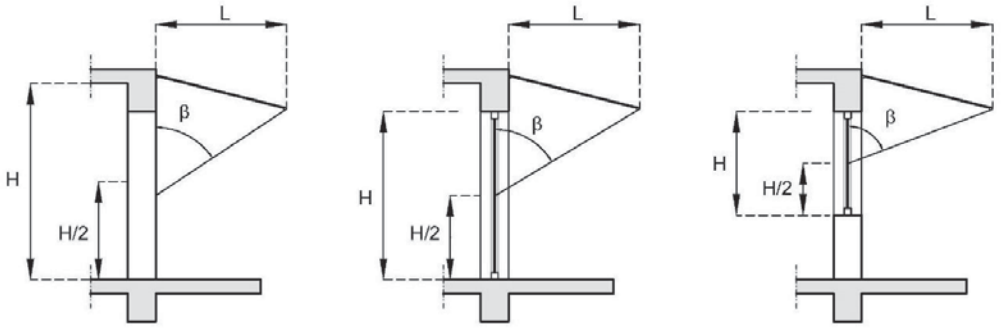
4.3.5. <u>Συντελεστής σκίασης λόγω τέντας</u>

Στην περίπτωση ύπαρξης τέντας, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η προστασία που προσφέρει κατά τη θερινή περίοδο. Αντίθετα, κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου θεωρείται ότι δεν υπάρχει

σκίαση λόγω τέντας. Κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, όταν υπάρχει παράλληλη σκίαση λόγω τέντας και λόγω προβόλου, η σκίαση λόγω προβόλου αγνοείται.

Για την εκτίμηση του συντελεστή σκίασης από τέντες είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας β της τέντας. Ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτηρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης. Αντιστοιχεί στη γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του κατακόρυφου επιπέδου του ανοίγματος και της ευθείας που ενώνει το κέντρο του ανοίγματος με το πέρας της τέντας σε πλήρη έκταση (σχήμα 3.6.).

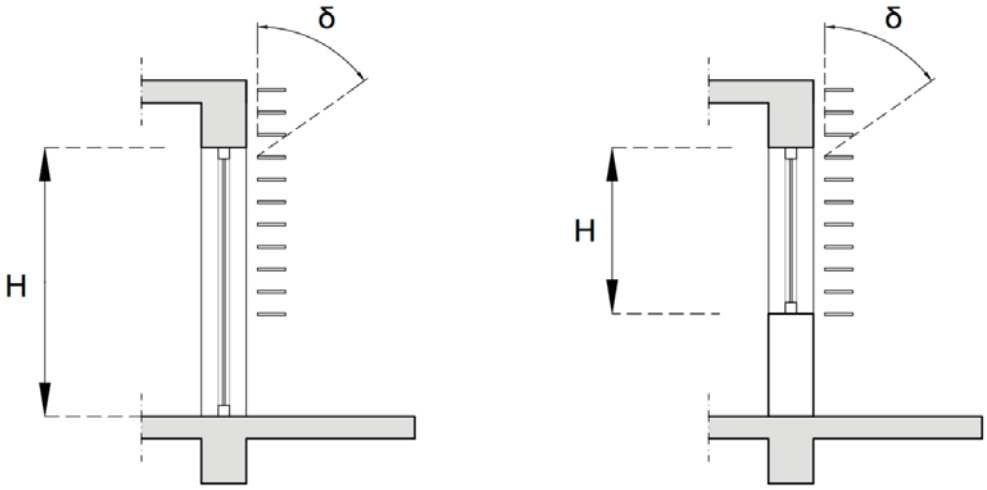
Η τιμή του συντελεστή σκίασης από τέντα για την περίοδο ψύξης προκύπτει από τον πίνακα 3.20. (πίνακας συντελεστών σκίασης λόγω προβόλου) ανάλογα με τη γωνία β της τέντας και τον προσανατολισμό της επιφάνειας. Για την περίοδο θέρμανσης ο συντελεστής σκίασης λόγω τέντας λαμβάνεται ίσος με την μονάδα.



Σχήμα 3.6. *Γραφική απεικόνιση της γωνίας β που σχηματίζει η τέντα με την κατακόρυφη επιφάνεια για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (θύρας ή παραθύρου).*

4.3.6. Συντελεστής σκίασης λόγω εξωτερικών περσίδων

Στην περίπτωση ύπαρξης μόνιμων ή κινητών εξωτερικών περσίδων θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η προστασία που προσφέρουν κατά τη θερινή περίοδο αλλά και κατά τη χειμερινή περίοδο με χρήση του συντελεστή σκίασης F_{bl}. Για την εκτίμηση του συντελεστή γωνίας δ (σχήμα 3.7.) που σχηματίζουν οι περσίδες, ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτηρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης.



Σχήμα 3.7. *Γραφική απεικόνιση της γωνίας δ, που σχηματίζουν μεταξύ τους οριζόντιες εξωτερικές περσίδες για τον υπολογισμό της σκίασης σε διαφανές δομικό στοιχείο.*

Η τιμή του συντελεστή σκίασης από οριζόντιες περσίδες τόσο για την περίοδο θέρμανσης, όσο και για την περίοδο ψύξης προκύπτει από τον πίνακα 3.22. ανάλογα με τη γωνία δ, τον τύπο των περσίδων και τον προσανατολισμό της επιφάνειας.

Για άλλους εξειδικευμένους τύπους σκίασης, ο μελετητής θα πρέπει να εφαρμόζει αναλυτικό υπολογισμό του συντελεστή σκίασης, σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13790. Ο επιθεωρητής για τους υπολογισμούς λαμβάνει υπόψη το συντελεστή σκίασης που παρατίθεται στη μελέτη.

Πίνακας 3.22. *Συντελεστής σκίασης από οριζόντιες περσίδες* F_{bl}.

Τύπος περσίδων	**Γωνία δ**	**Περίοδος**	**Προσανατολισμός επιφάνειας**				
			Ν	**ΝΑ και ΝΔ**	**Α και Δ**	**ΒΑ και ΒΔ**	**Β**
Σταθερές οριζόντιες	30°	θέρμανσης	0,65	0,65	0,64	0,64	0,65
		ψύξης	0,51	0,57	0,61	0,62	0,64
Σταθερές οριζόντιες	45°	θέρμανσης	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50
		ψύξης	0,36	0,39	0,44	0,45	0,49
Κινητές οριζόντιες	45°	θέρμανσης	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50
		ψύξης	0,03	0,07	0,12	0,23	0,41

4.4. ΑΕΡΙΣΜΌΣ

Για τον υπολογισμό του αερισμού του κτηρίου λαμβάνεται υπόψη ξεχωριστά ο αερισμός από τις διαφυγές αέρα λόγω αεροστεγανότητας του κτηρίου (διείσδυση αέρα από χαραμάδες κουφωμάτων κ.ά.), από τη χρήση φυσικού αερισμού για την επίτευξη άνετων και υγιεινών συνθηκών διαβίωσης και από τη χρήση μηχανικού αερισμού στην περίπτωση που υπάρχει ανάλογη διάταξη.

Οι διαφυγές αέρα λόγω αεροστεγανότητας υπολογίζονται με τη χρήση τιμών αεροστεγανότητας, που αναφέρονται συνολικά στο χώρο, προκειμένου να συμπεριληφθούν οι διαφυγές τόσο από τα

κουφώματα (θέσεις συναρμογής με τα περιμετρικά δομικά στοιχεία και θέσεις επαφής των σταθερών πλαισίων με τα κινητά φύλλα), όσο και από άλλες διόδους του κελύφους (αρμούς κ.τ.λ.). Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων λαμβάνεται υπόψη μόνον ο αερισμός λόγω της ύπαρξης των χαραμάδων στα κουφώματα, όπως περιγράφεται ακολούθως.

Ο φυσικός και ο μηχανικός αερισμός πραγματοποιούνται με την ανανέωση του εσωτερικού αέρα από νωπό αέρα περιβάλλοντος, για την επίτευξη αποδεκτών συνθηκών υγιεινής και άνεσης. Στη μεθοδολογία ορίζονται τα απαιτούμενα επίπεδα νωπού αέρα ανάλογα με την κατηγορία και τη χρήση του κτηρίου.

Οι τιμές για τα δύο είδη αερισμού λαμβάνονται ξεχωριστά, δεδομένου ότι ο αερισμός λόγω αεροστεγανότητας έχει συνεχή λειτουργία, ενώ ο αερισμός για την επίτευξη αποδεκτών συνθηκών ποιότητας αέρα πραγματοποιείται μόνο κατά τις ώρες λειτουργίας του κτηρίου. Ο μηχανικός αερισμός αναλύεται στην παράγραφο 4.6.

4.4.1. Αερισμός κτηρίου αναφοράς

Σύμφωνα με το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ., στο κτήριο αναφοράς για κτήρια κατοικίας θεωρείται ότι εφαρμόζεται φυσικός αερισμός σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις νωπού αέρα, όπως καθορίζονται στην παράγραφο 2.4.3. της παρούσας τεχνικής οδηγίας. Αντίθετα, στο κτήριο αναφοράς, για κτήρια του τριτογενούς τομέα εφαρμόζεται σύστημα μηχανικού αερισμού (παροχή νωπού αέρα ή εξαερισμός ή κεντρικές κλιματιστικές μονάδες διαχείρισης αέρα), προκειμένου να καλυφθούν οι απαιτήσεις σε νωπό αέρα, όπως καθορίζονται στην παράγραφο 2.4.3.

Όσον αφορά στον αερισμό λόγω της ύπαρξης χαραμάδων στα κουφώματα (διείσδυση αέρα), σύμφωνα με το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ., το κτήριο αναφοράς θεωρείται ότι διαθέτει αεροστεγανά κουφώματα και ο αερισμός μέσω χαραμάδων ορίζεται σε 5,5 m^3/h και ανά m^2 κουφώματος, για συνθήκες κανονικής ανεμόπτωσης και επιφάνεια ελεύθερη σε ελεύθερα δομημένο σύστημα. Ο αερισμός λόγω χαραμάδων από τα μη ανοιγόμενα τμήματα των κουφωμάτων και υαλοπετασμάτων θεωρείται αμελητέος και δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς.

Ο αερισμός μέσω τυποποιημένων θυρίδων αερισμού για το κτήριο αναφοράς λαμβάνεται όπως και στο υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο, ανάλογα με τον τύπο των θυρίδων (καμινάδα, εξαερισμό για συσκευές αερίου) και τον αριθμό αυτών.

4.4.2. Αερισμός λόγω αεροστεγανότητας (διείσδυσης του αέρα)

Ο αερισμός λόγω αεροστεγανότητας του κτηρίου ή θερμικής ζώνης (διείσδυσης του αέρα), πραγματοποιείται μέσω των χαραμάδων των κουφωμάτων του κελύφους (συναρμογές κουφωμάτων με περιμετρικά δομικά στοιχεία, συναρμογή κινητών φύλλων κουφωμάτων) ή των θυρίδων αερισμού (για συσκευές αερίου) ή των καμινάδων εστιών καύσης (τζάκι, θερμάστρα πετρελαίου ή ξύλων κ.ά.), καθώς επίσης και από τους αρμούς των δομικών αδιαφανών επιφανειών του κτηρίου.

Για τους υπολογισμούς του αερισμού λόγω αεροστεγανότητας η διείσδυση αέρα μέσω των δομικών αδιαφανών εξωτερικών επιφανειών του κτηριακού κελύφους θεωρείται αμελητέα και λαμβάνεται ίση με μηδέν.

Ο αερισμός μέσω θυρίδων αερισμού ή καμινάδων εστιών καύσης (τζακιού, θερμάστρας ξύλων ή πετρελαίου κ.ά.), λαμβάνονται κατά περίπτωση και σύμφωνα με το αριθμό των θυρίδων τού υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου. Στον πίνακα 3.23. δίνονται τυπικές τιμές για τη διείσδυση αέρα ανά θυρίδα αερισμού, που θα λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης κτηρίου, τόσο στο υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο, όσο και στο κτήριο αναφοράς.

Πίνακας 3.23. *Τυπικές τιμές για τη διείσδυση αέρα από θυρίδα αερισμού για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου.*

Είδος θυρίδας	Διείσδυση αέρα (m^3/h)
Καμινάδα τζακιού, καπνοδόχος θερμάστρας ξύλου ή πετρελαίου ή άλλης εστίας καύσης	20
Θυρίδες αερισμού, π.χ. για χρήση συσκευών αερίου	10
Εξώθυρα με περιθώριο στο κάτω μέρος > 1,0 cm και σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον	10

Οι εξώπορτες με περιθώριο στο κάτω μέρος >1,0cm και επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον επηρεάζουν την διείσδυση αέρα στη ζώνη οπότε κατά παραδοχή πρέπει να δηλώνονται και σαν θυρίδες αερισμού. Όπως φαίνεται και στον πίνακα 3.23, στην περίπτωση που υπάρχει εξώθυρα στο κτήριο (πόρτα σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, πόρτα εισόδου) η οποία δεν έχει πλαίσιο στο κάτω μέρος και δημιουργείται χαραμάδα μεταξύ του ανοιγόμενου τμήματος και του δαπέδου, τότε η διείσδυση αέρα μέσω αυτής λαμβάνεται ίση με 10 m^3/h αν το περιθώριο μεταξύ της θύρας και του δαπέδου είναι μεγαλύτερο του 1,0 cm και μηδενική αν είναι μικρότερο. Η διείσδυση αέρα από τις υπόλοιπες πλευρές τις εξώθυρας αυτής υπολογίζεται όπως και στα υπόλοιπα κουφώματα.

Στο κτήριο αναφοράς η διείσδυση αέρα από τις εξώθυρες με περιθώριο στο κάτω μέρος σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον λαμβάνεται μηδενική.

Ο αερισμός λόγω ύπαρξης χαραμάδων στα κουφώματα εξαρτάται από το μήκος των χαραμάδων, την ποιότητα των κουφωμάτων (βαθμός αεροστεγανότητας), τον αριθμό (και την επιφάνεια) των ανοιγμάτων στις εξωτερικές επιφάνειες του κτηρίου. Η διείσδυσητου αέρα διαμέσου των χαραμάδων των ανοιγμάτων καθορίζεται από τη διαφορά πίεσης μεταξύ των όψεων ενός κτιρίου που επηρεάζεται γενικά από άλλους παράγοντες όπωση αναλογία εξωτερικών προς εσωτερικά ανοίγματα (εσωτερικές πόρτες) στο χώρο καθώς επίσης και η θέση του κτιρίου και των όψεων του, η ανεμόπτωση κ.α.

Για τον υπολογισμό του αερισμού λόγω της ύπαρξης χαραμάδων (διείσδυση αέρα) λήφθηκαν υπ’ όψιν όλα τα παραπάνω και εκτιμήθηκαν τυπικές τιμέςαερισμού ανά τετραγωνικό μέτρο ανοίγματος ($m^3/h/m^2$) για τυπικές διαστάσεις κουφωμάτων (πόρτας – παραθύρου) και παρουσιάζονται στον πίνακα 3.24.

Πίνακας 3.24. *Τυπικές τιμές διείσδυσης αέρα λόγω ύπαρξης χαραμάδων ανά μονάδα επιφανείας και είδος κουφώματος.*

Είδος ανοίγματος (υαλοστάσια, πόρτες κ.ά.)	**Διείσδυση του αέρα**	
	Πόρτα	**Παράθυρο**
	[$m^3/h/m^2$]	**[$m^3/h/m^2$]**
Κουφώματα με ξύλινο πλαίσιο χωρίς πιστοποίηση		
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό, επάλληλο, ανοιγόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα) και χωρίς αεροστεγανότητα.	11,8	15,1
Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες, χωνευτό.	9,8	12,5

Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.		
Κουφώματα με μεταλλικό ή συνθετικό πλαίσιο χωρίς πιστοποίηση		
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό, επάλληλο, ανοιγόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα) και χωρίς αεροστεγανότητα.	7,4	8,7
Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες, χωνευτό. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.	5,3	6,8
Κουφώματα με μεταλλικό, συνθετικό ή ξύλινο πλαίσιο με πιστοποίηση κατά EN 12207(*)		
Κλάση αεροπερατότητας με βάση τη συνολική επιφάνεια του κουφώματος:	1	7,7
	2	4,1
	3	1,4
	4	0,5
Γυάλινες προσόψεις		
Για τα μερικώς ανοιγόμενα κουφώματα των γυάλινων προσόψεων (π.χ. με προβαλλόμενα τμήματα) λαμβάνεται υπόψη μόνο το μη σταθερό τμήμα, ανάλογα προς τις παραπάνω κατηγορίες αυτού του πίνακα.		

** Οι τιμές του συντελεστή α για τα πιστοποιημένα κατά EN 12207 κουφώματα έχουν αναχθεί σε συνήθεις συνθήκες διαφοράς πίεσης (6 Pa) από τις συνθήκες κατά τη διαδικασία της πιστοποίησης (διαφορά πίεσης 100 Pa). Η πιστοποίηση των κουφωμάτων γίνεται μετά από μετρήσεις που καθορίζονται από το πρότυπο EN 14351 και γίνονται σε εργαστήρια με βάση το πρότυπο EN 1026.*

Κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση ενός κτιρίου και προκειμένου να γίνει ο υπολογισμός της ενεργειακής του απόδοσης καταγράφεται ο τύπος όλων των κουφωμάτωνκαι η συνολική επιφάνεια για κάθε κούφωμα. Από τον παραπάνω πίνακα επιλέγεται η κατάλληλη τιμή του συντελεστή διείσδυσης του αέρα για κάθε κούφωμα και πολλαπλασιάζεται με τη αντίστοιχη επιφάνειά του για να προκύψει η διείσδυση αέρα από κάθε κούφωμα. Η συνολική διείσδυση αέρα για το κτήριο είναι το άθροισμα της διείσδυσης αέρα όλων των ανοιγόμενων ή μερικώς ανοιγόμενων κουφωμάτων που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.

Για τα πιστοποιημένα κουφώματα σύμφωνα με το πρότυπο ΕΝ 12207 επιλέγεται η τιμή της διείσδυσης από τον πίνακα που αντιστοιχεί στην κλάση/κατηγορία που αναγράφεται στην πιστοποίηση και δε γίνεται διαχωρισμός για πόρτες και παράθυρα.

Στην περίπτωση που το κτήριο ή η θερμική ζώνη εφάπτεται με μη θερμαινόμενο χώρο ή με χώρο προσαρτημένου θερμοκηπίου ή με χώρο κυκλοφορίας (διάδρομοι, κ.τ.λ.), η διείσδυση αέρα μεταξύ των δύο χώρων λαμβάνεται μηδενική, σύμφωνα με παραδοχή του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ ENISO 13789:2007.

4.4.3. Φυσικός αερισμός

Ο φυσικός αερισμός εφαρμόζεται μόνο στις κατοικίες, ενώ στα κτήρια του τριτογενούς τομέα η απαίτηση για νωπό αέρα καλύπτεται με σύστημα μηχανικού αερισμού, όπως περιγράφεται στην ενότητα 4.6.

Ο φυσικός αερισμός των χώρων εφαρμόζεται μέσω της χρήσης των υφιστάμενων κουφωμάτων και καταγράφεται σε m^3/s. Εάν ένα κτήριο δεν διαθέτει μηχανικό αερισμό (μέσω κλιματιστικής μονάδας διαχείρισης αέρα ή άλλου συστήματος αερισμού), ως φυσικός αερισμός λαμβάνονται τα κατώτερα απαιτούμενα όρια νωπού αέρα στο χώρο (βάσει κανονισμών), όπως αναφέρονται στην παράγραφο 2.4.3. Όταν υπάρχει σύστημα μηχανικού αερισμού σε ένα χώρο κατοικίας, τότε κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης, ο φυσικός αερισμός μειώνεται κατά το ποσό του νωπού αέρα που προσάγεται από το σύστημα μηχανικού αερισμού στο χώρο.

Σύμφωνα με το άρθρου 9 του Κ.Εν.Α.Κ. για τον αερισμό των κτηρίων (μηχανικό ή φυσικό), προβλέπεται ότι:

- στο κτήριο αναφοράς των κατοικιών εφαρμόζεται φυσικός αερισμός σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις, όπως καθορίζονται στην παράγραφο 2.4.3. αυτής της τεχνικής οδηγίας,
- στα κτήριο αναφοράς του τριτογενούς τομέα εφαρμόζεται σύστημα μηχανικού αερισμού όπως περιγράφεται στην ενότητα 4.6.

Ο συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού, που υποδηλώνει το μέσο ποσοστό του χρόνου (καθ' όλη τη διάρκεια του έτους) κατά τον οποίο εφαρμόζεται φυσικός αερισμός, υπολογίζεται από την ποσότητα του απαιτούμενου νωπού αέρα που δίνεται στην παράγραφο 2.4.3. και τη διάρκεια λειτουργίας του κτηρίου. Για τα κτήρια κατοικίας η διάρκεια λειτουργίας θεωρείται κατά σύμβαση ίση με 18 ώρες (πίνακας 2.1.) και στο χρόνο αυτό γίνεται ισοκατανομή του απαιτούμενου νωπού αέρα, προκειμένου να εκτιμηθεί ο ρυθμός παροχής φυσικού αερισμού σε m^3/s.

Ο αερισμός λόγω της ύπαρξης χαραμάδων (διεισδυτικός αερισμός) καθορίζεται ανάλογα με το είδος των κουφωμάτων, επιβαρύνει επιπλέον τα φορτία λόγω αερισμού του κτηρίου και καθορίζεται σύμφωνα με την προηγούμενη παράγραφο.

4.4.4. Αερισμός μη θερμαινόμενων και ηλιακών χώρων

Για τους μη θερμαινόμενους χώρους ή ηλιακούς χώρου, σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ENISO 13789 Ε2:2009, ο συνολικός αερισμός των χώρων (φυσικός αερισμός και διείσδυση), λαμβάνεται από τον πίνακα 3.25., ανάλογα με την περίπτωση.

Πίνακας 3.25. *Συνολικός αερισμός για μη θερμαινόμενους χώρους.*

Τύπος αεροστεγανότητας	**Παροχή αέρα ανά όγκο μη θερμαινόμενου χώρου [$m^3/h/m^3$]**
Δεν υπάρχουν κουφώματα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα*	0,1
Υπάρχουν κουφώματα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, με επαρκή αεροστεγανότητα	0,5
Υπάρχουν κουφώματα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, με ανεπαρκή αεροστεγανότητα	1,0
Υπάρχουν κουφώματα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, με φθορές και συνεχή αερισμό	3,0

*Εξαιρούνται τα κουφώματα του λεβητοστασίου που είναι υποχρεωτικά.

4.5. ΠΑΘΗΤΙΚΆ ΗΛΙΑΚΆ ΣΥΣΤΉΜΑΤΑ

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, λαμβάνονται υπόψη τα τεχνικά χαρακτηριστικά των παθητικών ηλιακών συστημάτων (Π.Η.Σ.), τα οποία έχουν επιλεγεί και διαστασιολογηθεί κατά το σχεδιασμό του κτηρίου. Για το σχεδιασμό και τη διαστασιολόγηση ενός Π.Η.Σ. θα λαμβάνονται υπόψη τα όσα αναφέρονται σε σχετικές Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

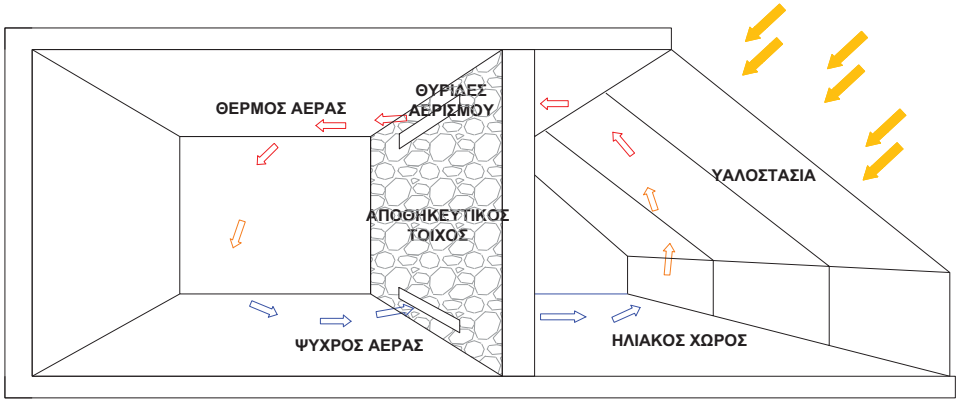
Σύμφωνα με το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ., τα παθητικά ηλιακά συστήματα που πιθανώς ενσωματώνονται στο εξεταζόμενο κτήριο δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης για το κτήριο αναφοράς, εκτός από το σύστημα άμεσου ηλιακού κέρδους. Σ' αυτήν την περίπτωση, στο κτήριο αναφοράς τα ιδιαίτερα δομικά στοιχεία των παθητικών ηλιακών συστημάτων αντικαθίστανται με αντίστοιχα συμβατικά δομικά μη διαφανή στοιχεία με θερμικά χαρακτηριστικά όπως ορίζονται στον πίνακα 3.4α. αυτής της τεχνικής οδηγίας.

Ως παθητικό ηλιακό σύστημα άμεσου ηλιακού κέρδους, νοούνται τα ανοίγματα νότιου προσανατολισμού ή με απόκλιση $\pm 30^{o}$ από το νότο. Τα συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους κατασκευάζονται σε συνδυασμό με ειδικές εσωτερικές επιφάνειες μεγάλης θερμοχωρητικότητας, ώστε να αποθηκεύεται η θερμική ενέργεια. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου με άμεσο ηλιακό κέρδος η διαφοροποίηση του ως προς το κτήριο αναφοράς, είναι η επιπλέον αύξηση της ειδικής θερμοχωρητικότητας των εσωτερικών επιφανειών στους χώρους που ηλιάζονται.

Για το υπολογισμό της συνεισφοράς των παθητικών ηλιακών συστημάτων στην ενεργειακή απόδοση των κτηρίων, είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός και η καταγραφή διαφόρων παραμέτρων που σχετίζονται με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των παθητικών ηλιακών συστημάτων και αναφέρονται αναλυτικά στη μελέτη σχεδιασμού που περιλαμβάνεται στην μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου. Ο μελετητής ή ο επιθεωρητής θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη στους υπολογισμούς τις εξής παραμέτρους:

- Τον τύπο του παθητικού ηλιακού συστήματος: άμεσου ηλιακού κέρδους και έμμεσου κέρδους, όπως το προσαρτημένο θερμοκήπιο (ηλιακός χώρος), ο τοίχος Trombe, ο τοίχος μάζας κ.ά.
- Τη διαφανή επιφάνεια του παθητικού ηλιακού συστήματος σε m^2. Ανάλογα με το παθητικό ηλιακό σύστημα, προσδιορίζεται η διαφανής επιφάνεια (υαλοστάσιο), τόσο ως προς τη γεωμετρία της [m^2], όσο και ως προς τις θερμοφυσικές ιδιότητες των υλικών όπως τη θερμοπερατότητα, την ηλιακή διαπερατότητα, την ανακλαστικότητα και τη διείσδυση του αέρα (m^3/sec). Επίσης καταγράφεται ο συντελεστής σκίασης, ο προσανατολισμός, η κλίση της επιφάνειας και η νυχτερινή προστασία.
- Για τα παθητικά ηλιακά συστήματα άμεσου κέδρους τον προσδιορισμό των τεχνικών χαρακτηριστικών και της γεωμετρίας των εσωτερικών επιφανειών του χώρου, η οποία λαμβάνεται υπόψη ως επιφάνεια υψηλής θερμικής μάζας που αποθηκεύει τη θερμική ενέργεια από τον ήλιο. Γι' αυτές τις επιφάνειες προσδιορίζεται το πάχος τους [m], η ειδική θερμοχωρητικότητα τους [kJ/kg.K], η θερμοπερατότητά τους [W/(m^2.K)] και η απορροφητικότητα τους στην ηλιακή ακτινοβολία.
- Για τα παθητικά ηλιακά συστήματα έμμεσου κέρδους, τον προσδιορισμό των τεχνικών χαρακτηριστικών του αδιαφανούς δομικού στοιχείου που χρησιμοποιείται ως στοιχείο αποθήκευσης (τοίχου Trombe, τοίχου μάζας κ.ά.). Γι' αυτές τις επιφάνειες προσδιορίζεται το πάχος τους (m), η θερμοχωρητικότητα τους [kJ/kg.K], η θερμοπερατότητά τους [W/(m^2.K)] και η απορροφητικότητα τους στην ηλιακή ακτινοβολία και η εκπεμπτικότητα τους στη θερμική ακτινοβολία.

- Για τα παθητικά ηλιακά συστήματα έμμεσου κέρδους με τοίχο Trombe ή τοίχο θερμικής μάζας, τον προσδιορισμό επίσης της απόστασης διακένου (cm) μεταξύ κουφώματος και αδιαφανούς αποθηκευτικής επιφάνειας (τοίχου Trombe ή τοίχου μάζας), την κυκλοφορία αέρα αν εφαρμόζεται μεταξύ του διακένου του παθητικού ηλιακού συστήματος και του εξωτερικού περιβάλλοντος, καθώς και την κυκλοφορία αέρα μεταξύ του διακένου του παθητικού ηλιακού συστήματος και του εσωτερικού χώρου του κτηρίου μέσω κατάλληλων θυρίδων κυκλοφορίας αέρα. Για τις θυρίδες αερισμού προσδιορίζεται και η επιφάνειας τους (m^2).



Σχήμα 3.8. *Τα πλέον συνήθη παθητικά ηλιακά συστήματα.*

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, προς το παρόν δεν λαμβάνονται, υπόψη τα παθητικά ηλιακά συστήματα έμμεσου κέρδους με τοίχο Trombe ή/και τοίχο θερμικής μάζας, μέχρι επιλύσεως υπολογιστικών διαφορών που έχουν δημοσιευθεί στη διεθνή βιβλιογραφία σχετικά με τα αντίστοιχα ευρωπαϊκά πρότυπα. Ο τελικός καθορισμός των τεχνικών χαρακτηριστικών των Π.Η.Σ. όπως θα λαμβάνονται στους υπολογισμούς θα γίνει με επικαιροποίηση της παρούσας. Προς το παρόν στην περίπτωση που ένα κτήριο ή τμήμα κτηρίου διαθέτει τοίχο Trombe ή/και τοίχο θερμικής μάζας τότε στους υπολογισμούς, λαμβάνεται ότι η επιφάνεια του Π.Η.Σ. είναι μια συμβατική αδιαφανής επιφάνεια, με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{V\text{-}W}$ [W/(m²K)] το μισό του μέγιστου επιτρεπτού για την αντίστοιχη κλιματική ζώνη που δίνεται στον πίνακα 3.4. για τους εξωτερικούς τοίχους σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα. Τα υπόλοιπα τεχνικά χαρακτηριστικά, συντελεστής σκίασης, απορροφητικότητα και συντελεστής εκπομπής στην θερμική ακτινοβολία, λαμβάνονται όπως οι αδιαφανείς επιφάνειες του κτηρίου αναφοράς.

5. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, ΨΥΞΗΣ, ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ & ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Εκτός από τον κατάλληλο αρχιτεκτονικό σχεδιασμό και τις αντίστοιχες επιλογές για τα στοιχεία του κελύφους του κτηρίου, ώστε να περιοριστούν κατά το δυνατόν περισσότερο τα θερμικά / ψυκτικά φορτία, σημαντικό ρόλο παίζει και ο σωστός σχεδιασμός των τεχνικών συστημάτων θέρμανσης - ψύξης -κλιματισμού (Θ.Ψ.Κ.), ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.), φωτισμού, καθώς και όλων των υπόλοιπων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων. Ο μελετητής οφείλει να σχεδιάζει αυτές τις εγκαταστάσεις με βασικό στόχο τη βέλτιστη λειτουργία τους και τον περιορισμό των καταναλώσεων ενέργειας στο ελάχιστο, λαμβάνοντας υπόψη:

- τη χρήση του κτηρίου: κατοικία, γραφείο, εμπορικό κατάστημα κ.ά.,
- το προφίλ λειτουργίας: ωράριο, χρήστες, εσωτερικές συνθήκες κ.ά.,
- τους εσωτερικούς χώρους του κτηρίου που έχουν διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας και απαιτήσεις για θέρμανση, ψύξη και αερισμό (θερμικές ζώνες),
- τη θέση του κτηρίου: κλιματικά δεδομένα, προσανατολισμός, ηλιασμός,
- τη δυνατότητα αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας: θερμικά ηλιακά, φωτοβολταϊκά, γεωθερμία κ.ά.,
- τη δυνατότητα αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού,
- τα διαθέσιμα στην αγορά συστήματα παραγωγής - διανομής Θ.Ψ.Κ. & Ζ.Ν.Χ. με υψηλό βαθμό απόδοσης,
- τα διαθέσιμα στην αγορά συστήματα αυτομάτου ελέγχου για τη σωστή διαχείριση και εξοικονόμηση ενέργειας,
- την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κάθε συστήματος.

Στον Κ.Εν.Α.Κ. καθορίζονται οι ελάχιστες προδιαγραφές (απαιτήσεις) για τα Η/Μ τεχνικά συστήματα των νέων και ριζικώς ανακαινιζόμενων κτηρίων, καθώς επίσης και οι προδιαγραφές του κτηρίου αναφοράς, το οποίο αποτελεί μέτρο σύγκρισης τού υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου.

Ο μελετητής έχει την δυνατότητα και ενθαρρύνεται στην εφαρμογή τεχνολογιών με ακόμη καλύτερες προδιαγραφές και απόδοση από τις ελάχιστες απαιτούμενες και αυτές του κτηρίου αναφοράς, ώστε η τελική ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου να είναι υψηλότερη της κατηγορίας που προβλέπεται στον Κ.Εν.Α.Κ.. Στα περισσότερα κτήρια, και ιδιαίτερα σε αυτά που βρίσκονται εκτός αστικού ιστού, σε αραιοκατοικημένες περιοχές, υπάρχει συχνά αυξημένη δυνατότητα για αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και περαιτέρω περιορισμό της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων.

Σε κάθε περίπτωση, η εγκατάσταση και χρήση συστημάτων που καλύπτουν τις ενεργειακές ανάγκες κτηρίων προϋποθέτει την τήρηση των γενικότερων απαιτήσεων που τίθενται από σχετικές διατάξεις (π.χ. Οδηγία 2009/142/ΕΚ σχετικά με τις συσκευές αερίου), όπως αυτή αποδεικνύεται από τη σήμανση CE.

Σ' αυτήν την ενότητα καθορίζονται όλες οι παράμετροι που σχετίζονται με τα τεχνικά συστήματα Θ.Ψ.Κ. και Ζ.Ν.Χ. και που απαιτούνται στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσής του κτηρίου, σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα. Οι παράμετροι των συστημάτων Θ.Ψ.Κ. και Ζ.Ν.Χ. που απαιτούνται στους υπολογισμούς αφορούν κυρίως στα τεχνικά χαρακτηριστικά και στις συνθήκες

λειτουργίας των τεχνικών συστημάτων όπως στη θερμική ή/και ψυκτική ισχύ, στις αποδόσεις και στις απώλειες επί μέρους συστημάτων, σε συστήματα διαχείρισης λειτουργίας κ.ά. Οι αποδόσεις διαμορφώνονται ανάλογα με τη διαστασιολόγηση των συστημάτων, την ποιότητα κατασκευής τους, την παλαιότητα τους, τη συντήρησή τους, αλλά και την ορθολογική χρήση τους. Επίσης οι επί μέρους διατάξεις αυτόματου ελέγχου και η ρύθμιση των παραμέτρων λειτουργίας των συστημάτων επιδρούν σημαντικά στην τελική απόδοσή τους.

Ειδικότερα για τον αερισμό των κτηρίων, πρέπει να σημειωθεί ότι στα κτήρια κατοικιών, όπως και στο κτήριο αναφοράς εφαρμόζεται φυσικός αερισμός. Σε περίπτωση που στο υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο κατοικίας εφαρμόζεται μηχανικός αερισμός, δεν θα αγνοείται και στο κτήριο αναφοράς.

Στα κτήρια του τριτογενούς τομέα επιβάλλεται να εφαρμόζεται μηχανικός αερισμός (μέσω κεντρικών κλιματιστικών μονάδων ή/και μέσω μηχανικού αερισμού προσαγωγής νωπού ή/και μέσω συστήματος εξαερισμού), ώστε να καλύπτεται η απαίτηση για νωπό αέρα, όπως ορίζεται στον πίνακα 2.3. Σε περίπτωση που το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο του τριτογενούς τομέα δεν διαθέτει σύστημα μηχανικού αερισμού, τότε κατά τους υπολογισμούς θεωρείται ότι διαθέτει σύστημα αερισμού (προκειμένου να εξασφαλίζεται ο απαραίτητος αερισμός) χωρίς ανάκτηση θερμότητας και συγκρίνεται με το αντίστοιχο κτήριο αναφοράς που θα διαθέτει σύστημα μηχανικού αερισμού, αλλά και σύστημα ανάκτησης θερμότητας.

Ο μελετητής ή ο επιθεωρητής θα λαμβάνει υπόψη του κατ’ αρχάς τις παραμέτρους των συστημάτων Θ.Ψ.Κ. και Ζ.Ν.Χ. που θα έχουν καταγραφεί κατά την επιθεώρηση λεβήτων, τεχνικών συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού ή αυτές που θα καθορίζονται στις τελικές Η/Μ μελέτες εφαρμογής του κτηρίου (όπου υπάρχουν). Σε περίπτωση έλλειψης των απαραίτητων δεδομένων (κυρίως σε υφιστάμενες παλιές κτηριακές εγκαταστάσεις), δίνονται κατά περίπτωση τυπικές τιμές για τις παραμέτρους που πρέπει να καθοριστούν ως δεδομένα στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου και παρατίθενται στις επόμενες παραγράφους.

5.1. ΣΥΣΤΉΜΑΤΑ ΘΈΡΜΑΝΣΗΣ ΧΏΡΩΝ

Το σύστημα ή τα συστήματα θέρμανσης που εξυπηρετούν ένα κτήριο ή τμήμα αυτού, σχεδιάζονται και διαστασιολογούνται έτσι, ώστε να καλύπτουν τις απαιτήσεις θέρμανσης στις δυσμενέστερες εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος (συνθήκες σχεδιασμού χειμώνα), όπως αυτές προδιαγράφονται στου σχετικούς κανονισμούς και οδηγίες (τεχνική οδηγία του Τ.Ε.Ε. «Κλιματικά δεδομένα για ελληνικές περιοχές»).

Κατά την πραγματική περίοδο θέρμανσης οι εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος μεταβάλλονται συνεχώς, τόσο σε ημερήσια όσο και σε ωριαία βάση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα κάθε σύστημα θέρμανσης να λειτουργεί για το μεγαλύτερο διάστημα της περιόδου θέρμανσης σε συνθήκες μερικού φορτίου, που συνεπάγεται μείωση της πραγματικής απόδοσής του σε σχέση με την ονομαστική.

Ο σχεδιασμός του συστήματος θέρμανσης θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη την πραγματικότητα και να προβλέπει την κάλυψη των μερικών φορτίων με κατά το δυνατόν αυξημένο βαθμό απόδοσης λειτουργίας, ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου, το ωράριο λειτουργίας και τη διακύμανση των θερμικών αναγκών του κτηρίου. Προς αυτήν την κατεύθυνση η χρήση πολυβάθμιων λεβήτων ή/και η χρήση περισσότερων του ενός λεβήτων διαφορετικής ισχύος, ιδιαίτερα σε τεχνικά συστήματα μεγάλης θερμικής ισχύος, συμβάλλει στη βελτιστοποίηση της απόδοσης λειτουργίας της εγκατάστασης θέρμανσης.

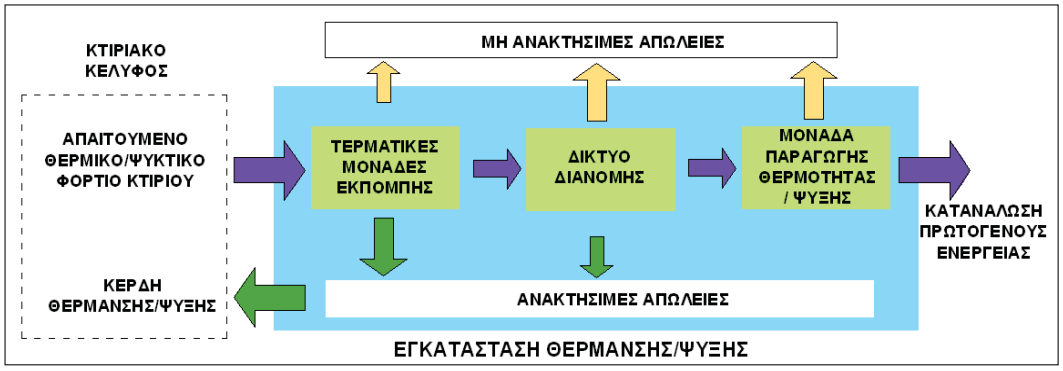
Για κάθε σύστημα θέρμανσης του κτηρίου ή μιας θερμικής ζώνης του κτηρίου, πρέπει να προσδιορίζονται τα απαραίτητα τεχνικά χαρακτηριστικά που εισάγονται ως δεδομένα στους υπολογισμούς της τελικής κατανάλωσης ενέργειας για τη θέρμανση των χώρων.

Οι παράμετροι που πρέπει να καθοριστούν για το σύστημα θέρμανσης χώρων είναι οι αποδόσεις των μονάδων παραγωγής θερμότητας, του δικτύου διανομής και των τερματικών μονάδων εκπομπής (απόδοσης) θερμότητας (σχήμα 4.1.).

Οι περισσότερο διαδεδομένες μονάδες παραγωγής θερμότητας για θέρμανση χώρων που εφαρμόζονται στα ελληνικά κτήρια είναι λέβητες θερμού νερού, πετρελαίου, αερίου, όπου ως «αέριο καύσιμο» νοείται κάθε καύσιμο που βρίσκεται σε αέρια κατάσταση σε θερμοκρασία 15 °C και πίεση 1 bar (π.χ. φυσικό αέριο, υγραέριο), ή ηλεκτρικοί (σε μικρές εγκαταστάσεις) και πολύ σπάνια λέβητες βιομάζας κ.ά. Επίσης αρκετά σημαντικό είναι και το ποσοστό των κτηρίων (κυρίως κατοικιών), που χρησιμοποιούν ηλεκτρικές μονάδες για τη θέρμανση των χώρων (ηλεκτρικά σώματα διαφόρων τύπων, άμεσης απόδοσης ή θερμοσυσσώρευσης κ.ά.).

Σε μικρότερο ποσοστό και κυρίως σε κτήρια του τριτογενούς τομέα (όπου απαιτείται και ψύξη), οι μονάδες παραγωγής θερμότητας είναι ηλεκτρικές αντλίες θερμότητας νερού ή άμεσης εξάτμισης. Σε λίγες περιπτώσεις γίνεται χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργεια (π.χ. ηλιακών συλλεκτών, γεωθερμίας).

Τέλος, σε πολύ περιορισμένη κλίμακα στα ελληνικά κτήρια εφαρμόζονται συστήματα τηλεθέρμανσης (κοντά σε μονάδες ηλεκτροπαραγωγής της Δ.Ε.Η.) ή/και συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας / ψύξης (Σ.Η.Θ.).



Σχήμα 4.1. *Διάγραμμα διαδικασίας λειτουργίας εγκατάστασης θέρμανσης / ψύξης.*

5.1.1. Ελάχιστες απαιτήσεις & προδιαγραφές κτηρίου αναφοράς

Τα γενικά χαρακτηριστικά του συστήματος θέρμανσης για το κτήριο αναφοράς, όπως ορίζονται το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ., είναι τα εξής:

α) Το κτήριο αναφοράς διαθέτει κεντρικό σύστημα θέρμανσης με λέβητα πετρελαίου σε λειτουργία υψηλής θερμοκρασίας. Εφόσον το κτήριο είναι συνδεδεμένο με κεντρικό δίκτυο τηλεθέρμανσης, τότε στο κτήριο αναφοράς θα λαμβάνονται υπόψη τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εναλλάκτη θερμότητας τηλεθέρμανσης. Για τη διαστασιολόγηση της εγκατάστασης θέρμανσης εφαρμόζεται η ισχύουσα Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., ώστε να διασφαλίζεται η κάλυψη των φορτίων στις συνθήκες σχεδιασμού το χειμώνα.

Ο κεντρικός λέβητας του κτηρίου αναφοράς έχει εποχιακή απόδοση (με βάση την κατωτέρα θερμογόνο δύναμη) η οποία ορίζεται στον πίνακα 4.1.ανάλογα με την ονομαστική ισχύ της μονάδας.

β) Το κτήριο αναφοράς διαθέτει θερμοστατικό έλεγχο της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη του.

γ) Το κτήριο αναφοράς διαθέτει σύστημα αντιστάθμισης.

δ) Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο δεν διαθέτει σύστημα θέρμανσης, ο εποχιακός βαθμός απόδοσης του λέβητα - καυστήρα για το κτήριο αναφοράς είναι 85% , Στην περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο διαθέτει οποιοδήποτε άλλο σύστημα θέρμανσης εκτός από κεντρικό λέβητα, τηλεθέρμανση και αντλίες θερμότητας το κτήριο αναφοράς διαθέτει σύστημα θέρμανσης με λέβητα-καυστήρα με εποχιακό βαθμό απόδοσης ανάλογα της ισχύος του συστήματος θέρμανσης του εξεταζόμενου κτηρίου σύμφωνα με τον Πίνακα 4.1.

ε) Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο κατοικίας θερμαίνεται με τη χρήση αντλιών θερμότητας, θεωρείται ότι και το κτήριο αναφοράς διαθέτει τοπικά συστήματα (αντλίες θερμότητας ενός ή πολλαπλών εσωτερικών στοιχείων), με σταθερό συντελεστή συμπεριφοράς SCOP = 3,2.Η χρήση αντλίας θερμότητας με χαμηλότερο συντελεστή συμπεριφοράς, παρουσιάζει μεγαλύτερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το σύστημα λέβητα.

στ) Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο τριτογενούς τομέα θερμαίνεται με τη χρήση αντλιών θερμότητας, θεωρείται ότι και το κτήριο αναφοράς διαθέτει τοπικά ή/και κεντρικά συστήματα θέρμανσης με συντελεστή συμπεριφοράς SCOP = 3,2.

ζ) Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο κατοικίας ή τριτογενή τομέα, σε επίπεδο κτηρίου ή θερμικής ζώνης διαθέτει διαφορετικά του ενός συστήματα θέρμανσης, π.χ. λέβητα και αντλία θερμότητας, τότε το κτήριο αναφοράς, στο σύνολό του ή σε επίπεδο θερμικής ζώνης, διαθέτει τα αντίστοιχα συστήματα με το εξεταζόμενο κτήριο και με τα αντίστοιχα τεχνικά χαρακτηριστικά όπως ορίζονται στις προηγούμενες περιπτώσεις α, δ, ε και στ.

Πίνακας 4.1. Εποχιακόςβαθμός απόδοσης λέβητα – καυστήρα κτηρίου αναφοράς ($n_{sK\Theta}$).

Εποχιακός βαθμός απόδοσης (%) λέβητα - καυστήρα σε ονομαστική ισχύ Pn, και μέση θερμοκρασία νερού του λέβητα 70°C για το κτήριο αναφοράς							
Ονομαστική ισχύς (kW)	4 έως 25	>25 έως 50	>50 έως 100	>100 έως 200	>200 έως 300	>300 έως 400	> 400
Εποχιακός βαθμός απόδοσης λέβητα - καυστήρα	78,10	81,40	81,80	85,00	85,35	85,60	86,80

5.1.2. Απόδοση μονάδας παραγωγής θερμότητας

Κάθε μονάδα παραγωγής θερμότητας έχει μια ονομαστική θερμική απόδοση σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κατασκευαστή. Η πραγματική όμως απόδοση λειτουργίας μιας μονάδας θέρμανσης διαφοροποιείται και εξαρτάται από την περίοδο θέρμανσης (ανάλογα με την κλιματική ζώνη), το χρόνο λειτουργίας του κτηρίου και κατ’ επέκταση της μονάδας θέρμανσης, τις εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας των χώρων, τις διατάξεις αυτοματισμών (θερμοστάτες αντιστάθμισης), τη σωστή διαστασιολόγηση της μονάδας κ.ά. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου απαιτείται να προσδιοριστεί ο μέσος εποχιακός βαθμός απόδοσης της μονάδας παραγωγής θέρμανσης.

Εκτός από το μέσο εποχιακό βαθμό απόδοσης των μονάδων θέρμανσης, σημαντική είναι και η επίδραση των διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου & ρύθμισης λειτουργίας της μονάδας. Εάν η κεντρική μονάδα παραγωγής θερμότητας ελέγχεται από κεντρικό σύστημα διαχείρισης ενέργειας (BEMS), τότε θεωρείται πως υπάρχει κάποια μείωση στην κατανάλωση ενέργειας. Οι συντελεστές μείωσης κατανάλωσης ενέργειας καθορίζονται στην παράγραφο 5.2. για διάφορες περιπτώσεις. Αντίστοιχα, το ίδιο γίνεται και για κάθε άλλη διάταξη αυτόματου ελέγχου που εφαρμόζεται στα τεχνικά συστήματα θέρμανσης του κτηρίου.

Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο δεν διαθέτει σύστημα θέρμανσης, τότε θεωρείται ότι θερμαίνεται με τοπικές ηλεκτρικές μονάδες βαθμού απόδοσης 100% με δίκτυο διανομής βαθμού απόδοσης 1,0, τερματικές μονάδες με βαθμό απόδοσης 0,94 και βοηθητικές μονάδες με ειδική ισχύ 0W/m^2.Αντίστοιχα, όταν το εξεταζόμενο κτήριο διαθέτει συστήματα θέρμανσης, τα οποία καλύπτουν τμήμα του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης (δηλαδή δεν ικανοποιούνται οι συνθήκες θερμικής άνεσης, παράγραφος 2.4), τότε θεωρείται ότι το υπόλοιπο μη θερμαινόμενο τμήμα θερμαίνεται με τοπικές ηλεκτρικές μονάδες βαθμού απόδοσης 100% με δίκτυο διανομής βαθμού απόδοσης 1,0, τερματικές μονάδες με βαθμό απόδοσης 0,94 και βοηθητικές μονάδες με ειδική ισχύ 0W/m^2.

5.1.2.1. Βαθμός απόδοσης μονάδων λέβητα — καυστήρα

Ο μελετητής χρησιμοποιεί την αποδιδόμενη ονομαστική ισχύ και την Ενεργειακή Απόδοση Εποχιακής Θέρμανσης Χώρου της μονάδας λέβητα-καυστήρα που αναφέρεται στη μελέτη διαστασιολόγησης της μονάδας θέρμανσης, σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή, τα οποία αναγράφονται στον φάκελο προϊόντος βάση του κανονισμού Ενεργειακής Επισήμανσης 811/2013 της ΕΕ.

Η τιμή του εποχιακού βαθμού απόδοσης της μονάδας σε σχέση με την Ενεργειακή Απόδοση Εποχιακής Θέρμανσης Χώρου δίδεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\eta_{sK\Theta} = \Sigma M\Theta\Delta \cdot (\eta_{sA\Theta} + 3\%) \quad [4.0]$$

όπου $\eta_{sK\Theta}$: Εποχιακός βαθμός απόδοσης λέβητα - καυστήρα

ΣΜΘΔ:· Συντελεστής μετατροπής εποχιακού βαθμού απόδοσης(Πίνακας 4.2α.)

$\eta_{sA\Theta}$: Ενεργειακή απόδοση εποχιακής θέρμανσης χώρου

Πίνακας 4.2α. Συντελεστής μετατροπής εποχιακού βαθμού απόδοσης ΣΜΘΔ για υγρά, αέρια και στερεά καύσιμα

Τύπος καυσίμου	**Συντελεστής μετατροπής εποχιακού βαθμού απόδοσης**
Πετρέλαιο	1,07
Φυσικό αέριο	1,11
Υγραέριο	1,09
Πελέτες Α1 ή Α2 ή Β με Υγρασία Μ10 & Μπριγκέτα Α1 με Υγρασία Μ12	1,09
Μπριγκέτα Α2 ή Β με Υγρασία Μ15	1,1
Καυσόξυλο Α1 με Υγρασία Μ20	1,11
Καυσόξυλο Α1 με Υγρασία Μ25	1,12
Ελαιοπυρηνόξυλο με Υγρασία Μ10	1,08
Ελαιοπυρηνόξυλο με Υγρασία Μ15	1,09

Για τις υφιστάμενες μονάδες θέρμανσης χώρων λέβητα – καυστήρα οι οποίες δεν πληρούν τον κανονισμό Οικολογικού σχεδιασμού 811/2013 της ΕΕ και δεν έχουν Ενεργειακή Σήμανση βάσει του κανονισμού Ενεργειακής Επισήμανσης 811/2013 της ΕΕο πραγματικός βαθμός απόδοσης στο πλήρες φορτίο και η πραγματική θερμική ισχύς P_m προσδιορίζονται από την ανάλυση καυσαερίων, η οποία είναι υποχρεωτική σύμφωνα με την Κ.Υ.Α.189533/07-11-2011 «Ρύθμιση θεμάτων σχετικών με τη λειτουργία των σταθερών εστιών καύσης για τη θέρμανση κτιρίων και νερού» (ΦΕΚ Β’ 2654) και αναγράφονται στο φύλλο συντήρησης και ρύθμισης του συστήματος θέρμανσης.

Σε περίπτωση έλλειψης φύλλου συντήρησης και μονάδες οι οποίες δεν πληρούν τον κανονισμό Οικολογικού σχεδιασμού 811/2013 της ΕΕ και δεν έχουν Ενεργειακή Σήμανση βάσει του κανονισμού Ενεργειακής Επισήμανσης 811/2013 της ΕΕ οι μέγιστες τιμές του πραγματικού βαθμού απόδοσης λαμβάνονται από τον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 4.2β. Μέγιστες τιμές πραγματικού βαθμού απόδοσης σε περίπτωση έλλειψης άλλων φ.ε και ενεργειακής σήμανσης.

Τύπος λέβητα	**Βαθμός απόδοσης**
Λέβητας (χωρίς στοιχεία)	0,75
Συνήθης λέβητας	0,80
Λέβητας χαμηλών θερμοκρασιών	0,85
Λέβητας συμπύκνωσης	0,95
Λέβητας βιομάζας (χωρίς στοιχεία)	0,75
Πιστοποιημένος Λέβητας βιομάζας (χειροκίνητης ή αυτόματης τροφοδοσίας)	0,82

Όπου οι όροι «συνήθης», «χαμηλών θερμοκρασιών» και «συμπύκνωσης» είναι αυτοί που ορίζονται από την Οδηγία 92/42/ΕΟΚ.

Εξαίρεση αποτελούν οι μονάδες θέρμανσης οι οποίες πληρούν τον κανονισμό Οικολογικού σχεδιασμού 811/2013 της ΕΕ και έχουν Ενεργειακή Σήμανση βάσει του κανονισμού Ενεργειακής Επισήμανσης 811/2013 της ΕΕ. Σε αυτή την περίπτωση λαμβάνεται υπόψη μόνο η Ενεργειακή Απόδοση Εποχιακής Θέρμανσης Χώρου από τον φάκελο προϊόντος και η τιμή του εποχιακού βαθμού απόδοσης υπολογίζεται από τον τύπο [4.0].

Ο επιθεωρητής λαμβάνοντας υπόψη την πραγματική θερμική ισχύ του λέβητα P_m, ελέγχει την περίπτωση υπερδιαστασιολόγησης της μονάδας λέβητα -καυστήρα, συγκρίνοντας την με την υπολογιζόμενη θερμική ισχύ P_{gen} στη μελέτη εφαρμογής θέρμανσης του κτηρίου. Σε περίπτωση που μια τέτοια μελέτη εφαρμογής θέρμανσης δεν υπάρχει, ο επιθεωρητής συγκρίνει την πραγματική θερμική ισχύ P_m της μονάδας με αυτήν που υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$P_{gen} = \left(A \cdot U_m \cdot 1{,}5 \cdot + \frac{\dot{V}}{3} \right) . \Delta T \qquad [4.1]$$

όπου: P_{gen} [W] η υπολογιζόμενη μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύς της μονάδας θέρμανσης του κτηρίου,

A [m^2] η συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτηριακού κελύφους (τοίχοι, οροφές, πυλωτή, ανοίγματα), που είναι εκτεθειμένη στον εξωτερικό αέρα ή/και σε επαφή με όμορα κτήρια ή/και σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή/και σε επαφή με το έδαφος, όπως λαμβάνεται υπόψη κατά τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου.

U_m, [W/(m^2.K)] ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας για το σύνολο της επιφάνειας Α.

Ανάλογα με την ηλικία του κτηρίου ο U_m λαμβάνει τις τιμές:

- 3,5 W/(m^2.K) ή όπως υπολογίζεται από τον επιθεωρητή, για κτήρια πριν την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (οικοδομικές άδειες πριν από το 1980),
- 1,55 W/(m^2.K) για την Α κλιματική ζώνη,

  1,20 W/(m^2.K) για τη Β κλιματική ζώνη και

  0,95 W/(m^2.K) για τη Γ κλιματική ζώνη,

  για κτήρια μετά την εφαρμογή του κανονισμού θερμομόνωσης (έγκριση οικοδομικής άδειας μετά το 1980), καθώς και για κτήρια πριν από την ισχύ του κανονισμού, τα οποία πιστοποιημένα έχουν εφαρμόσει θερμομόνωση σε όλο το κτηριακό κέλυφος.
- Σύμφωνα με τη μελέτη θερμομόνωσης (μελέτη ενεργειακής απόδοσης) για κτήρια μετά την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ.

ΔΤ [^{o}C] ή [K] η διαφορά της θερμοκρασίας για τη διαστασιολόγηση του συστήματος:

- 18°C για την Α κλιματική ζώνη,
- 20°C για τη Β κλιματική ζώνη,
- 23°C για τη Γ και κλιματική ζώνη και
- 28°C για τη Δ κλιματική ζώνη.

Αυτές οι θερμοκρασιακές διαφορές εκτιμήθηκαν βάσει των ελάχιστων θερμοκρασιών αέρα που παρατηρούνται στις αντίστοιχες κλιματικές ζώνες.

1,5 συντελεστής που περιλαμβάνει τους συντελεστές προσαύξησης λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας, απωλειών δικτύου διανομής κ.τ.λ.

$\dot{V}$ η συνολική προσαγωγή νωπού αέρα στον θερμαινόμενο χώρο σε (m3/h) και υπολογίζεται βάσει του Πίνακα 2.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε..

Σε περίπτωση που η υφιστάμενη μονάδα λέβητα-καυστήρα του κτηρίου, καλύπτει παράλληλα τις ανάγκες για θέρμανση χώρων και παροχής ζεστού νερού χρήσης, τότε στη σχέση 4.1 θα πρέπει να προστεθεί και το θερμικό φορτίο για ζεστό νερό χρήσης.

Στην περίπτωση που η υπολογιζόμενη μέγιστη θερμική ισχύς P_{gen} είναι μικρότερη από 20 kW, τότε λαμβάνεται ίση με 20kW.

Ο εποχιακός βαθμός απόδοσης της μονάδας $n_{sK\Theta}$ δίδεται από τον τύπο 4.0, στην περίπτωση που η μονάδα έχει ενεργειακή σήμανση και στην περίπτωση των υπό μελέτη κτιρίων. Στην περίπτωση που η μονάδα δεν έχει ενεργειακή σήμανση τότε αν n_{gm}είναι είναι ο πραγματικός βαθμός απόδοσης της μονάδας λέβητα-καυστήρα όπως μετρήθηκε στο πλήρες φορτίο κατά την ανάλυση καυσαερίων στα υφιστάμενα συστήματα, ή με βάση τον πίνακα 4.2γ για τους λέβητες χωρίς ανάλυση καυσαερίων, τότε ο εποχιακός βαθμός απόδοσης της μονάδας $n_{sK\Theta}$ δίδεται από τον τύπο:

$$n_{sK\Theta} = n_{gm} \cdot n_{g0} \qquad [4.2.]$$

όπου n_{g0} είναι ο συντελεστής μετατροπής σε εποχιακό βαθμό απόδοσης και δίδεται από τον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 4.2γ Συντελεστής μετατροπής σε εποχιακό βαθμό απόδοσης (n_{g0})

	Συντελεστής μετατροπής σε εποχιακό β.α.n_{g0}			
Ονομαστική ισχύς (kW)	**≤25**	**>25 & ≤100**	**>100 & ≤400**	**>400**
Λέβητας χωρίς στοιχεία (*)	0,82	0,84	0,87	0,90
Συνήθης λέβητας (*)	0,85	0,88	0,91	0,92
Λέβητας χαμηλών θερμοκρασιών	0,91	0,935	0,965	0,965
Λέβητας συμπύκνωσης	0,95	0,96	0,977	0,977

(*) χρησιμοποιούνται και για την περίπτωση λέβητα βιομάζας

Όπου οι όροι «συνήθης», «χαμηλών θερμοκρασιών» και «συμπύκνωσης» είναι αυτοί που ορίζονται από την Οδηγία 92/42/ΕΟΚ.

Στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση, χρησιμοποιείται ο βαθμός απόδοσης (n_{gen}), που προκύπτει από τον εποχιακό βαθμό απόδοσης της μονάδας λέβητα - καυστήρα ($n_{sKΘ}$), μειωμένος κατά τον συντελεστή υπερδιαστασιολόγησης (n_{g1}) και τον συντελεστής μόνωσης (n_{g2}) οι οποίοι δίδονται στους πίνακες 4.3. και 4.4και τη σχέση 4.4.

Έτσι, ο συνολικός βαθμός απόδοσης της μονάδας παραγωγής θέρμανσης (n_{gen}) προκύπτει:

$$n_{gen} = n_{sKΘ} \cdot n_{g1} \cdot n_{g2} \qquad [4.3.]$$

Ο συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης n_{g1} λαμβάνεται από τον πίνακα 4.3. με γραμμική παρεμβολή για ενδιάμεσες τιμές υπερδιαστασιολόγησης.

Ο συντελεστής μόνωσης n_{g2} υπολογίζεται από τη σχέση:

$$n_{g2} = a \cdot Y + b \qquad [4.4]$$

όπου Y: η υπερδιαστασιολόγηση η οποία λαμβάνει την τιμή 1 για λέβητα χωρίς υπερδιαστασιολόγηση, 1,5 για λέβητα με υπερδιαστασιολόγηση 50% κ.ο.κ.

a, b: συντελεστές οι οποίοι υπολογίζονται από τον πίνακα 4.4

Για καυστήρες πολυβάθμιους ή αναλογικούς η υπολογιζόμενη θερμική ισχύς P_{gen} της σχέσης 4.1 συγκρίνεται με την ισχύ που αντιστοιχεί στη μικρότερη βαθμίδα στην οποία μπορεί να λειτουργήσει ο καυστήρας. Δηλαδή για διβάθμιο καυστήρα με την ισχύ που αντιστοιχεί στη χαμηλή βαθμίδα ή για αναλογικό με την μικρότερη ονομαστική ισχύ που δίνει ο κατασκευαστής.

Για τους υφιστάμενους αναλογικούς (π.χ. επίτοιχους) λέβητες αερίου παραγωγής θερμότητας ή/και ΖΝΧ (μονάδες ροής) χωρίς ενεργειακή σήμανση ο βαθμός απόδοσης (n_{gm}) λαμβάνεται ίσος με το βαθμό απόδοσης που δίνουν οι προδιαγραφές του κατασκευαστή και βάσει της πιστοποίησης του.

Πίνακας 4.3. *Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης n_{g1} μονάδας λέβητα - καυστήρα.*

	Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης					
Σχέση πραγματικής προς υπολογιζόμενη ισχύ μονάδας θέρμανσης (P_m / P_{gen})	**100%**	**125%**	**150%**	**200%**	**400%**	**500%**

Λέβητας βιομάζας (χωρίς στοιχεία)	1	**0,97**	0,94	0,90	**0,76**	**0,70**
Συνήθης λέβητας	1	0,97	0,94	0,91	0,77	0,72
Λέβητας χαμηλών θερμοκρασιών	1	0,985	0,97	0,94	0,84	0,80
Λέβητας συμπύκνωσης	1	0,988	0,975	0,95	0,85	0,82
Πιστοποιημένος Λέβητας βιομάζας (χειροκίνητης ή αυτόματης τροφοδοσίας)	1	0,975	0,955	0,91	0,78	0,74

Πίνακας 4.4. *Συντελεστές υπολογισμού συντελεστή κατάστασης μόνωσης n_{g2} μονάδας λέβητα - καυστήρα.*

Κατάσταση μόνωσης	**Τύπος λέβητα**	**a**	**b**
Καλή	Όλοι	0,0	1,0
Μέτρια	Χωρίς στοιχεία, συνήθης, βιομάζας	-0,0145	0,975
	Χαμηλών θερμοκρασιών	-0,017	0,99
	Συμπύκνωσης	-0,015	1,00
Κακή	Χωρίς στοιχεία, συνήθης, βιομάζας	-0,026	0,95
	Χαμηλών θερμοκρασιών	-0,027	0,99
	Συμπύκνωσης	-0,034	1,00

5.1.2.2. Βαθμός απόδοσης αντλιών θερμότητας

Για τις αντλίες θερμότητας που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση χώρων, η απόδοση καθορίζεται είτε από το εποχιακό συντελεστή απόδοσης (SCOP)είτε από τον συντελεστή απόδοσης (COP) σε συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας ή αλλιώς συντελεστή συμπεριφοράς των αντλιών θερμότητας στις ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας (για θέρμανση), όπως δίνονται στις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή. Διευκρινίζεται πως ο όρος SCOP αντιστοιχεί στην εποχιακή απόδοση των αντλιών θερμότητας (Α/Θ) μόνο σε λειτουργία θέρμανσης. Η τιμή του SCOP προσδιορίζεται σε συγκεκριμένες συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος και θερμοκρασίας παροχής και επιστροφής θερμικού μέσου. Η απόδοση των αντλιών θερμότητας εξαρτάται επίσης και από την πηγή θερμότητας που αξιοποιούν για τη λειτουργία τους και η οποία μπορεί να είναι ο αέρας, το έδαφος, τα υπόγεια & επιφανειακά νερά, το θαλασσινό νερό, τα καυσαέρια κινητήρων (π.χ. Σ.Η.Θ.), η ηλιακή ενέργεια κ.ά.

Από τη μεταβολή του συντελεστή απόδοσης SCOP σε διάφορες συνθήκες λειτουργίας και ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες εκτιμάται ο ολικός εποχιακός συντελεστής απόδοσης κάθε συστήματος. Ο μέσος (ανηγμένος) εποχιακός συντελεστής απόδοσης SCOP για τις περισσότερες περιοχές της χώρας είναι μεγαλύτερος από τον ονομαστικό SCOP, επειδή η μέση θερμοκρασία κατά τη χειμερινή περίοδο είναι μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία αέρα ονομαστικής λειτουργίας που είναι 7°C. Στον πίνακα 4.5α. δίνονται τυπικές τιμές του μέσου εποχιακού ολικού (συμπεριλαμβανομένης και

της βοηθητικής ηλεκτρικής ισχύος κυκλοφορητών) συντελεστή απόδοσης SCOP για μονάδες αντλιών θερμότητας, ανάλογα με την πηγή θερμότητας ή καταβόθρα (αέρα, έδαφος κ.ά.) και τη θερμοκρασία θερμικού μέσου Τ, όπως δίνονται στο πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.4.2:2008. Αυτές οι τιμές διαφοροποιούνται στην αγορά σημαντικά ανάλογα με την τεχνολογία και το σχεδιασμό της συνολικής εγκατάστασης.

Πίνακας 4.5α. *Μέσος ολικός εποχιακός συντελεστής απόδοσης SCOP για μονάδες αντλιών θερμότητας για διάφορες θερμοκρασίες θερμικού μέσου (ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.4.2:2008).*

Πηγή θερμότητας	**Κτήρια τριτογενούς τομέα**			**Κτήρια κατοικιών**	
	T <35°C	**35°C ≤ T <45°C**	**45°C ≤ T <55°C**	**T <35°C**	**35°C ≤ T <45°C**
Εξωτερικός αέρας	3,4	3,1	2,8	3,7	3,3
Έδαφος	5,5	5,1	4,7	3,8	3,4
Θερμότητα από καυσαέρια (π.χ. Σ.Η.Θ.)	6,1	5,1	4,4	--	--
Υπόγειο ή θαλασσινό νερό	4,7	4,2	3,6	4,5	4,1
Επιφανειακά νερά	4,1	3,7	3,3	--	--

Οι αντλίες θερμότητας διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

Α. Τοπικές ή ημικεντρικές μονάδες απ’ευθείας εκτόνωσης με θερμαινόμενο μέσο τον αέρα

Β. Αντλίες θερμότητας με θερμαινόμενο μέσο το νερό

Ανάλογα με τον τύπο της αντλίας θερμότητας ακολουθούμε την παρακάτω μεθοδολογία:

Α. Τοπικές ή ημικεντρικές μονάδες απ’ευθείας εκτόνωσης με θερμαινόμενο μέσο τον αέρα

1. Για τις αντλίες θερμότητας με θερμαινόμενο μέσο τον αέρα οι οποίες είναι σύμφωνες με τον κανονισμό Οικολογικού σχεδιασμού και συνοδεύονται από Ενεργειακή Σήμανση, σύμφωνα με τον κανονισμό Ενεργειακής Επισήμανσης της ΕΕ 626/2011, λαμβάνεται υπόψη ο Εποχιακής Συντελεστής Απόδοσης της μονάδας $SCOP_{ΕΣ}$ στο μέσο κλίμα. Το SCOP της αντλίας θερμότητας με Ενεργειακή Σήμανση είναι ίσο με:

$$SCOP = 0,93 \cdot SCOP_{ΕΣ} \qquad [4.5]$$

2. Για τις αντλίες θερμότητας με θερμαινόμενο μέσο τον αέρα οι οποίες δεν συνοδεύονται από Ενεργειακή Σήμανση λαμβάνεται υπόψη ο Συντελεστής Απόδοσης Θέρμανσης της μονάδας COP για εξωτερική θερμοκρασία 7°Cκαι εσωτερική θερμοκρασία 20°C.
3. Για τις αντλίες θερμότητας με θερμαινόμενο μέσο τον αέρα για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, ο μέσος εποχιακός συντελεστής απόδοσης SCOP για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου λαμβάνεται:

- 1,7 για συστήματα εγκατεστημένα πριν το 1990
- 2,2 για συστήματα εγκατεστημένα μεταξύ του 1990 και του 2000 και
- 2,5 για συστήματα εγκατεστημένα μετά το 2001.

- Στην περίπτωση που ο ενεργειακός επιθεωρητής δεν διαθέτει κανένα στοιχείο για τη μονάδα θέρμανσης και επιπρόσθετα δεν δύναται να τεκμηριώσει το έτος εγκατάστασής της, τότε θα λαμβάνει ως βαθμό απόδοσης αυτόν για τα εγκατεστημένα συστήματα προ του 1990.

Β. Αντλίες θερμότητας με θερμαινόμενο μέσο το νερό

1. Για τις αντλίες θερμότητας με θερμαινόμενο μέσο το νερόοι οποίες είναι σύμφωνες με τον κανονισμό Οικολογικού σχεδιασμού (813/2113) και συνοδεύονται από Ενεργειακή Σήμανση, σύμφωνα με τον κανονισμό Ενεργειακής Επισήμανσης 811/2011 της ΕΕ, λαμβάνεται υπόψη η Ενεργειακή Απόδοση Εποχιακής Θέρμανσης Χώρου $\eta_{s35^{\circ}C\Theta K}$ (για νερό 35°C) και $\eta_{s55^{\circ}C\Theta K}$ (για νερό 55°C) της μονάδας στο θερμό Κλίμα (Κλιματική ζώνη με αντιπροσωπευτική πόλη την Αθήνα).Το SCOP της αντλίας θερμότητας με Ενεργειακή Σήμανση είναι ίσο με:

$$SCOP = 2{,}35 \cdot (\eta_{s35^{\circ}C\Theta K} + 3\%) \qquad [4.5\alpha.]$$

στην περίπτωση ενδοδαπέδιας , ενδοτοίχιας θέρμανσης ή θέρμανσης οροφής με σωλήνες ζεστού νερού

$$SCOP = 2{,}55 \cdot (\eta_{s55^{\circ}C\Theta K} + 3\%) \qquad [4.5\beta.]$$

Στην περίπτωση στοιχείων νερού με ανεμιστήρα FCU

$$SCOP = 2{,}75 \cdot (\eta_{s55^{\circ}C\Theta K} + 3\%) \qquad [4.5\gamma.]$$

σε κάθε άλλη περίπτωση (θερμαντικά σώματα,, κονβέκτορες, κλπ).

2. Για τις αντλίες θερμότητας με θερμαινόμενο μέσο το νερό οι οποίες δεν συνοδεύονται από Ενεργειακή Σήμανση, σύμφωνα με τον κανονισμό Ενεργειακής Επισήμανσης 811/2013 της ΕΕ, επειδή η εκτίμηση του μέσου εποχιακού συντελεστή απόδοσης SCOP δεν είναι εύκολη, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, λαμβάνεται κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση ως τελική θερμική απόδοση ο ονομαστικός συντελεστής απόδοσης COP για ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας θερμοκρασίας εξωτερικού αέρα 7°C και θερμοκρασία μέσου 45°C σύμφωνα με το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 14511:2007, όπως δίνεται από τον κατασκευαστή και αναγράφεται στις τεχνικές προδιαγραφές ή/και στο πλαίσιο της αντλίας θερμότητας. Αντίστοιχα, στην περίπτωση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας, ως συντελεστής απόδοσης COP λαμβάνεται κατά τους υπολογισμούς η τιμή που αναφέρεται σε συνθήκες λειτουργίας για θερμοκρασία γεωεναλλάκτη 15°C και θερμοκρασία μέσου 45°C.
3. Για τις αντλίες θερμότητας με θερμαινόμενο μέσο το νερό για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία ο μέσος εποχιακός συντελεστής απόδοσης SCOP για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου, λαμβάνεται:
    - 2,2 για συστήματα εγκατεστημένα πριν το 1990 και
    - 2,7 για συστήματα εγκατεστημένα μεταξύ του 1990 και του 2000 και
    - 3,0 για συστήματα εγκατεστημένα μετά το 2001.
    - Στην περίπτωση που ο ενεργειακός επιθεωρητής δεν διαθέτει κανένα στοιχείο για τη μονάδα θέρμανσης και επιπρόσθετα δεν δύναται να τεκμηριώσει το έτος εγκατάστασής της, τότε θα λαμβάνει ως βαθμό απόδοσης αυτόν για τα εγκατεστημένα συστήματα προ του 1990.

Σε περίπτωση υπερδιαστασιολόγησης της αντλίας θερμότητας το SCOP διορθώνεται με βάση τον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 4.5β: *Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης αντλιών θερμότητας*

Σχέση πραγματικής προς υπολογιζόμενη ισχύ μονάδας θέρμανσης	**100%**	**150%**	**200%**	**300%**	**500%**
Αέρανερού On/Off Χωρίς buffer	1	0.92	0.86	0.80	0.70
Νερούνερού On/Off Χωρίς buffer	1	0.94	0.90	0.85	0.75
Αέρανερού On/Off Με buffer	1	0.96	0.93	0.88	0.80
Νερούνερού On/Off Με buffer	1	0.97	0.94	0.90	0.85
Αέρα νερού inverter	1	0.98	0.95	0.90	0.85
Νερού νερού inverter	1	0.99	0.97	0.95	0.90

Ο υπολογισμός της υπερδιαστασιολόγησης γίνεται όπως και στην περίπτωση των λεβήτων με τη θερμική ισχύ P_{gen} στη μελέτη εφαρμογής θέρμανσης του κτηρίου ή με τη χρήση του τύπου 4.1.Ο λόγος της ονομαστικής ισχύος της αντλίας θερμότητας P_mπρος την ισχύ αυτή (P_{gen}), δηλαδή P_m/ P_{gen}, δίνει το βαθμό υπερδιαστασιολόγησης της αντλίας θερμότητας ο οποίος χρησιμοποιείται στον παραπάνω πίνακα.

5.1.2.3. <u>Βαθμός απόδοσης ηλεκτρικών μονάδων</u>

Οι τοπικές ηλεκτρικές μονάδες παραγωγής θερμότητας (ηλεκτρικά σώματα άμεσης απόδοσης όπως θερμοπομποί, μονάδες επαγωγής (convectors) και ηλεκτρικοί θερμοσυσσωρευτές) έχουν θερμική ισχύ ίση με την ονομαστική ηλεκτρική ισχύ (W) που αναγράφεται επάνω στο σύστημα. Η απόδοση τους είναι 100% και δεν μεταβάλλεται λόγω γήρανσης, εκτός και αν υπάρχουν σοβαρές φθορές. Για ηλεκτρικές μονάδες με σοβαρά εμφανή προβλήματα κακοσυντήρησης (π.χ. θερμοσυσσωρευτές με κατεστραμμένη μόνωση) ο βαθμός απόδοσής τους μειώνεται κατά 5%.

5.1.2.4. <u>Βαθμός απόδοσης μονάδων τηλεθέρμανσης</u>

Για τις κεντρικές μονάδες τηλεθέρμανσης, που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση χώρων σε μερικές περιοχές της χώρας, όπως η Κοζάνη, η απόδοση τόσο του υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου, όσο και του κτηρίου αναφοράς λαμβάνεται ίση με την ονομαστική απόδοση των εναλλακτών θερμότητας που χρησιμοποιούνται. Σε περίπτωση σημαντικής και εμφανούς κακοσυντήρησης του εναλλάκτη θερμότητας (π.χ. ύπαρξης διαρροών κ.ά.), η τελική απόδοση θερμικής ενέργειας του εναλλάκτη λαμβάνεται μειωμένη κατά 10%. Οι απώλειες του δικτύου από το σημείο παραγωγής (π.χ. μονάδα ηλεκτροπαραγωγής) μέχρι και τον εναλλάκτη δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς, καθώς δεν αφορούν τις κτηριακές εγκαταστάσεις.

5.1.2.5. <u>Βαθμός απόδοσης μονάδων σε σύνδεση με Σ.Η.Θ.</u>

Για τις μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (Σ.Η.Θ.) που υπάρχουν σε ένα κτήριο και χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση των χώρων η θερμική απόδοση των εναλλακτών θερμότητας τού υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου, λαμβάνεται ίση με την ονομαστική απόδοση των εναλλακτών θερμότητας που χρησιμοποιούνται. Σε περίπτωση σημαντικής και εμφανούς κακοσυντήρησης (π.χ. ύπαρξη διαρροών κ.τ.λ.) του εναλλάκτη θερμότητας, τότε η τελική απόδοση θερμικής ενέργειας του εναλλάκτη λαμβάνεται μειωμένη κατά 10%. Οι απώλειες του δικτύου από το

σημείο παραγωγής μέχρι και τον εναλλάκτη δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς, καθώς δεν αφορούν στις κτηριακές εγκαταστάσεις.

5.1.2.6. Βαθμός απόδοσης τοπικών μονάδων αέριων ή υγρών καυσίμων

Για τις τοπικές μονάδες αέριων ή υγρών καυσίμων (θερμάστρες αερίου, πετρελαίου κ.ά.) η θερμική απόδοση λαμβάνεται ίση με την ονομαστική θερμική απόδοση του κατασκευαστή που αναγράφεται επάνω στην κάθε συσκευή. Σε περίπτωση έλλειψης αυτών των στοιχείων, η θερμική απόδοση τους λαμβάνεται 100% αν δεν διαθέτει καπνοδόχο και 70% αν διαθέτει καπνοδόχο. Διευκρινίζεται ότι οι επίτοιχοι λέβητες αερίου/υγραερίου θα λαμβάνονται υπόψη ως λέβητες και όχι ως τοπικές συσκευές.

5.1.2.7. Βαθμός απόδοσης ανοικτών εστιών καύσης

Οι ανοικτές εστίες καύσης (σόμπες, τζάκια κ.ά.) έχουν πολύ χαμηλό βαθμό απόδοσης και η ισχύς τους είναι ανάλογη με την εστία καύσης. Συνήθως μια εστία καύσης έχει τη δυνατότητα κάλυψης του θερμικού φορτίου ενός χώρου 30 m^2. Ο μέσος θερμικός βαθμός απόδοσης για τα παραδοσιακά τζάκια εκτιμάται σε 25%, ενώ για τα ενεργειακά τζάκια και τις σόμπες 50%. Στην περίπτωση που δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία από τον κατασκευαστή για την θερμική ισχύ και απόδοση μιας εστίας καύσης, τότε για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων δύναται να χρησιμοποιούνται οι προαναφερόμενες τιμές.

5.1.2.8. Ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου ζώνης

Κάθε μονάδα παραγωγής θερμικής ενέργειας καλύπτει μέρος ή το σύνολο του απαιτούμενου θερμικού φορτίου μιας θερμικής ζώνης του κτηρίου. Όταν το απαιτούμενο θερμικό φορτίο για μια θερμική ζώνη καλύπτεται με περισσότερες από μία μονάδες παραγωγής θερμότητας (μη εφεδρικό), το ποσοστό κάλυψης του φορτίου ανά μονάδα κατανέμεται βάσει της αποδιδόμενης θερμικής ισχύος της εκάστοτε μονάδας παραγωγής θερμότητας. Σημειώνεται ότι, για κάθε μήνα, το σύνολο των ποσοστών κάλυψης του θερμικού φορτίου από τα διάφορα συστήματα πρέπει να ισούται με τη μονάδα (100%).

5.2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΨΥΞΗ ΧΩΡΩΝ

Το σύστημα ή τα συστήματα ψύξης χώρων, που καλύπτουν ένα κτήριο ή τμήμα αυτού, σχεδιάζονται και διαστασιολογούνται έτσι, ώστε να καλύπτουν τις απαιτήσεις ψύξης σε δυσμενείς εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος (συνθήκες σχεδιασμού θέρους), όπως αυτές προδιαγράφονται στους σχετικούς κανονισμούς και στις σχετικές οδηγίες (τεχνική οδηγία του Τ.Ε.Ε. «Κλιματικά δεδομένα για ελληνικές περιοχές»). Κατά την περίοδο ψύξης οι εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος μεταβάλλονται συνεχώς τόσο στη διάρκεια της ημέρας, όσο και από ημέρα σε ημέρα και αποκλίνουν σημαντικά από τις συνθήκες σχεδιασμού για κάθε κλιματική ζώνη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα κάθε σύστημα ψύξης να λειτουργεί τον περισσότερο χρόνο της περιόδου ψύξης σε συνθήκες μερικού φορτίου και η πραγματική ενεργειακή απόδοσή του να είναι χαμηλότερη από την ονομαστική.

Ο σχεδιασμός του συστήματος ψύξης θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να προβλέπεται η κάλυψη των μερικών φορτίων με τον κατά το δυνατόν καλύτερο βαθμό απόδοσης, ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου, το ωράριο λειτουργίας και τη διακύμανση των ψυκτικών αναγκών του κτηρίου.

Η χρήση πολυβάθμιων συστημάτων ψύξης μεταβλητής ψυκτικής ικανότητας (αντλίες θερμότητας ή ψύκτες με πολυβάθμιους συμπιεστές ή κινητήρες μεταβλητής συχνότητας) ή/και η χρήση περισσοτέρων από ένα συστήματα ψύξης διαφορετικής ισχύος, ιδιαίτερα σε τεχνικά συστήματα με απαιτήσεις μεγάλης ψυκτικής ισχύος, συμβάλλουν προς τη βελτιστοποίηση της απόδοσης των ψυκτικών μονάδων και τελικά τη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας.

Για κάθε σύστημα ψύξης που χρησιμοποιείται για την εξυπηρέτηση όλου του κτηρίου ή μιας θερμικής ζώνης του πρέπει να προσδιορίζονται τα απαραίτητα τεχνικά χαρακτηριστικά που εισάγονται ως δεδομένα στους υπολογισμούς της τελικής κατανάλωσης ενέργειας για την ψύξη ή/και κλιματισμό των χώρων.

Οι παράμετροι που πρέπει να καθοριστούν για το σύστημα ψύξης των χώρων είναι η απόδοση των συστημάτων παραγωγής ψύξης, των τεχνικών συστημάτων διανομής και των τερματικών μονάδων εκπομπής (απόδοσης) ψύξης (μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου, κεντρικές μονάδες διαχείρισης αέρα - Κ.Κ.Μ. κ.ά.).

Οι μονάδες παραγωγής ψύξης που εφαρμόζονται στα ελληνικά κτήρια είναι κατά κανόνα ψύκτες ή αντλίες θερμότητας με χρήση κυρίως ηλεκτρικής ενέργειας και σπανιότερα με τη χρήση κινητήρων που καταναλώνουν φυσικό αέριο ή άλλο συμβατικό καύσιμο. Στα κτήρια κατοικιών χρησιμοποιούνται συνήθως τοπικά συστήματα αντλιών θερμότητας άμεσης εξάτμισης μικρής ψυκτικής ικανότητας. Αντίθετα σε πολλά και κυρίως νεόδμητα κτήρια του τριτογενούς τομέα χρησιμοποιούνται κεντρικά ή ημικεντρικά συστήματα ψύξης / κλιματισμού. Σε κτηριακές εγκαταστάσεις που διαθέτουν συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, ενδείκνυται να γίνεται και χρήση ψυκτών προσρόφησης ή/και απορρόφησης. Ωστόσο, αυτές οι εφαρμογές στην ελληνική πρακτική είναι εξαιρετικά περιορισμένες και συναντώνται μόνο σε μεγάλες και κατά το πλείστον βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

5.2.1. Ελάχιστες απαιτήσεις & προδιαγραφές κτηρίου αναφοράς

Τα γενικά χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης για το κτήριο αναφοράς, είναι τα εξής:

α) Το κτήριο αναφοράς για τις κατοικίες θεωρείται πως διαθέτει τοπικές μονάδες άμεσης εξάτμισης (αντλίες θερμότητας διαιρούμενου τύπου ενός ή πολλαπλών εσωτερικών συσκευών) που καλύπτουν τμήμα των εσωτερικών χώρων της κατοικίας. Τα χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης για το κτήριο αναφοράς είναι τα εξής:

- Τοπικές μονάδες ψύξης με μέσο (εποχιακό) βαθμό ενεργειακής απόδοσης SEER = 3,0.
- Διαστασιολόγηση της εγκατάστασης ψύξης σύμφωνα με σχετικές Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.
- Θεώρηση της ενεργειακής κατανάλωσης του συστήματος ψύξης για το κτήριο αναφοράς ίσης με το 50% της κατανάλωσης που υπολογίζεται με βάση την καθαρή συνολική επιφάνεια της κατοικίας.

β) Το κτήριο αναφοράς για τον τριτογενή τομέα διαθέτει τοπικές ή/και κεντρικές μονάδες ψύξης που καλύπτουν όλους τους εσωτερικούς χώρους. Τα χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης για το κτήριο αναφοράς είναι τα εξής:

- Μονάδες παραγωγής ψύξης, τοπικές ή κεντρικές (ψύκτες, αντλίες θερμότητας, τοπικά κλιματιστικά), με μέσο (εποχιακό) βαθμό ενεργειακής απόδοσης SEER = 2,8.
- Αερόψυκτες κεντρικές μονάδες παραγωγής ψύξης, με μέσο (εποχιακό) βαθμό ενεργειακής απόδοσης SEER=2,8, όταν το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο δεν διαθέτει σύστημα ψύξης ή διαθέτει για μικρότερο τμήμα του κτηρίου.
- Διαστασιολόγηση της εγκατάστασης ψύξης σύμφωνα με σχετικές Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

γ) Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο κατοικίας ή τριτογενή τομέα, σε επίπεδο κτηρίου ή θερμικής ζώνης διαθέτει διαφορετικά του ενός συστήματα ψύξης, π.χ. αερόψυκτη αντλία θερμότητας και υδρόψυκτη αντλία θερμότητας, τότε το κτήριο αναφοράς, στο σύνολό του ή σε

επίπεδο θερμικής ζώνης, διαθέτει τα αντίστοιχα συστήματα με το εξεταζόμενο κτήριο και με τα αντίστοιχα τεχνικά χαρακτηριστικά όπως ορίζονται στις προηγούμενες περιπτώσεις α) και β).

5.2.2. Απόδοση μονάδας ψύξης

Κάθε μονάδα παραγωγής ψύξης έχει μια ονομαστική ψυκτική απόδοση (EER: λόγος ή δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας) σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά που δίνει ο κατασκευαστής από την πιστοποίηση της μονάδας. Η πραγματική όμως απόδοση λειτουργίας μιας μονάδας ψύξης διαφοροποιείται και εξαρτάται από τη διάρκεια της περιόδου ψύξης (ανάλογα με την κλιματική ζώνη), το χρόνο λειτουργίας του κτηρίου και κατ’ επέκταση του συστήματος ψύξης, τις εσωτερικές συνθήκες θερινής λειτουργίας των χώρων, τις διατάξεις αυτοματισμών (θερμοστάτες αντιστάθμισης), τη σωστή διαστασιολόγηση της μονάδας κ.ά. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου απαιτείται να προσδιοριστεί ο μέσος (εποχιακός) δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας (SEER) της μονάδας ψύξης.

Εκτός από το μέσο εποχιακό δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας (SEER) των μονάδων ψύξης σημαντικό ρόλο παίζει και το σύστημα ελέγχου λειτουργίας της εγκατάστασης ψύξης. Έτσι, η ύπαρξη κεντρικού συστήματος διαχείρισης ενέργειας (BEMS) θεωρείται πως οδηγεί σε κάποια μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων. Γι' αυτό το λόγο καθορίζεται ένας συντελεστής μείωσης κατανάλωσης ψυκτικής ενέργειας, όπως προδιαγράφεται στην παράγραφο 5.2., αυτής της τεχνικής οδηγίας. Αντίστοιχα, το ίδιο ισχύει και για κάθε άλλη διάταξη αυτόματου ελέγχου του εξοπλισμού που συμμετέχουν στο σύστημα παραγωγής - διανομής ψύξης και καθορίζονται οι αντίστοιχοι συντελεστές μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας.

Αν στο εξεταζόμενο κτίριο / κτηριακή μονάδα δεν υπάρχει σύστημα ψύξης, τότε ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να ορίσει ένα **θεωρητικό σύστημα ψύξης** με αντλίες θερμότητας (με μέσο εποχιακό δείκτη αποδοτικότητας SEER1,7 για κατοικίες και 2,2 για τριτογενή τομέα και μέσο μηνιαίο βαθμό κάλυψης της απαιτούμενης ψυκτικής ενέργειας 0,5 για κατοικίες και 1 για τριτογενή τομέα), με δίκτυο διανομής (βαθμού απόδοσης 1 για κατοικίες και 0,95 για τριτογενή τομέα), τερματικά(βαθμού απόδοσης 0,93) και βοηθητικές μονάδες (ισχύος 0 W/m2 για κατοικίες και 5 W/m2 για τριτογενή τομέα).

Αν το εξεταζόμενο κτίριο / κτηριακή μονάδα ψύχεται μερικώς, τότε ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να ορίσει ένα θεωρητικό σύστημα ψύξης με αντλίες θερμότητας και για το υπόλοιπο κτίριο ή θερμική ζώνη, (με μέσο εποχιακό δείκτη αποδοτικότητας SEER1,7 για κατοικίες και 2,2 για τριτογενή τομέα και μέσο μηνιαίο βαθμό κάλυψης της απαιτούμενης ψυκτικής ενέργειας τέτοιο ώστε αθροιστικά για κάθε μήνα να έχουμε 0,5 για κατοικίες και 1 για τριτογενή τομέα για το σύνολο των μονάδων παραγωγής), με δίκτυο διανομής (βαθμού απόδοσης 1 για κατοικίες και 0,95 για τριτογενή τομέα), τερματικά (βαθμού απόδοσης 0,93) και βοηθητικές μονάδες (ισχύος 0 W/m2 για κατοικίες και ανάλογα με την επιφάνεια κάλυψης 5 W/m2 για τριτογενή τομέα).

5.2.2.1. Βαθμός απόδοσης αντλιών θερμότητας και ψυκτών

Για τους ψύκτες και τις αντλίες θερμότητας που χρησιμοποιούνται για την ψύξη χώρων η απόδοση καθορίζεται από τον μέσο (εποχιακό) δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας (SEER) στις ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας (για ψύξη), όπως δίνονται στις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή ή υπολογίζεται από τον ονομαστικό δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας (EER). Διευκρινίζεται πως οι αποδόσεις των συστημάτων για τη λειτουργία ψύξης κρίνονται κατά σύμβαση βάσει των δεικτών SEER.

Η τιμή του SEER προσδιορίζεται σε συγκεκριμένες συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος και θερμοκρασίας προσαγωγής και επιστροφής ψυκτικού μέσου. Η απόδοση των ψυκτών και αντλιών θερμότητας εξαρτάται επίσης και από την πηγή θερμότητας που αξιοποιούν για τη λειτουργία τους και μπορεί να είναι ο αέρας, το έδαφος, τα υπόγεια & επιφανειακά νερά, το θαλασσινό νερό, τα καυσαέρια κινητήρων (π.χ. Σ.Η.Θ.), η ηλιακή ενέργεια κ.ά.

Από την μεταβολή του δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας EER σε διάφορες συνθήκες λειτουργίας και ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες εκτιμάται ο μέσος εποχιακός δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας SEER κάθε συστήματος. Ο μέσος εποχιακός δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας SEER είναι χαμηλότερος από τον ονομαστικό EER, όταν η μέση θερμοκρασία στη διάρκεια της ημέρας κατά τη θερινή περίοδο είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία αέρα ονομαστικής λειτουργίας που είναι 35°C. Για μεγαλύτερη ακρίβεια στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου συνιστάται η χρήση του εποχιακού δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας των ψυκτών ή/και των αντλιών θερμότητας.

Οι αντλίες θερμότητας - ψύκτες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

Α. Τοπικές ή ημικεντρικές μονάδες απ’ευθείας εκτόνωσης με ψυχόμενο μέσο τον αέρα

Β. Αντλίες θερμότητας – ψύκτες με ψυχόμενο μέσο το νερό΄

Ανάλογα με τον τύπο της αντλίας θερμότητας - ψύκτες ακολουθούμε την παρακάτω μεθοδολογία:

Α. Τοπικές ή ημικεντρικές μονάδες απ’ευθείας εκτόνωσης με ψυχόμενο μέσο τον αέρα

1. Για τις αντλίες θερμότητας – ψύκτες με ψυχόμενο μέσο τον αέρα οι οποίες είναι σύμφωνες με τον κανονισμό Οικολογικού σχεδιασμού και συνοδεύονται από Ενεργειακή Σήμανση, σύμφωνα με τον κανονισμό Ενεργειακής Επισήμανσης της ΕΕ 626/2011, λαμβάνεται υπόψη ο Εποχιακός Βαθμός Ενεργειακής Απόδοσης της μονάδας $SEER_{ΕΣ}$ στο μέσο κλίμα. ΟΜέσος Εποχιακός Δείκτης Ενεργειακής ΑποδοτικότηταςSEER της αντλίας θερμότητας με Ενεργειακή Σήμανση είναι ίσο με:

$SEER = 0,60 \cdot SEER_{ΕΣ}$

2. Για τις αντλίες θερμότητας – ψύκτες με ψυχόμενο μέσο τον αέρα οι οποίες δεν συνοδεύονται από Ενεργειακή Σήμανση λαμβάνεται υπόψη ο Δείκτης Ενεργειακής Αποδοτικότητας της μονάδας EERγια εξωτερική θερμοκρασία 35°Cκαι εσωτερική θερμοκρασία 26°C.
3. Για τις αντλίες θερμότητας – ψύκτες με ψυχόμενο μέσο τον αέρα για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, ο Μέσος Εποχιακός Δείκτης Ενεργειακής Αποδοτικότητας SEERγια τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου λαμβάνεται:

- 1,7 για συστήματα εγκατεστημένα πριν το 1990
- 2,2 για συστήματα εγκατεστημένα μεταξύ του 1990 και του 2000 και
- 2,5 για συστήματα εγκατεστημένα μετά το 2001.
- Στην περίπτωση που ο ενεργειακός επιθεωρητής δεν διαθέτει κανένα στοιχείο για τη μονάδα ψύξης και επιπρόσθετα δεν δύναται να τεκμηριώσει το έτος εγκατάστασής της, τότε θα λαμβάνει ως βαθμό απόδοσης αυτόν για τα εγκατεστημένα συστήματα προ του 1990.

Β. Αντλίες θερμότητας – ψύκτες με ψυχόμενο μέσο το νερό

1. Για τις αντλίες θερμότητας ή/και τους ψύκτες με συνολική ψυκτική ικανότητα κάτω των 100 kW,, επειδή η εκτίμηση του μέσου εποχιακού δείκτη αποδοτικότητας SEER δεν είναι ευχερής, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου κεντρικών εγκαταστάσεων κλιματισμού λαμβάνεται κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση ως τελική ψυκτική απόδοση ο ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας EER για ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας θερμοκρασίας εξωτερικού αέρα 35°C και θερμοκρασία προσαγόμενου ψυχόμενου μέσου 7°C σύμφωνα με το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 14511:2007, όπως δίνεται από τον κατασκευαστή και αναγράφεται στις τεχνικές προδιαγραφές ή/και στο πλαίσιο της μονάδας ψύξης. Αντίστοιχα, στην περίπτωση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας, ως δείκτης αποδοτικότητας EER λαμβάνεται κατά τους υπολογισμούς η τιμή που αναφέρεται σε συνθήκες λειτουργίας για θερμοκρασία γεωεναλλάκτη 15 °Cκαι θερμοκρασία μέσου 7°C.

2. Για τις αντλίες θερμότητας ή/και τους ψύκτες με συνολική ψυκτική ικανότητα άνω των 100 kW, πρέπει να ελέγχεται η κάθε ψυκτική εγκατάσταση ως προς την υπερδιαστασιολόγηση της και των επιπτώσεων αυτής στο μέσο εποχιακό δείκτη αποδοτικότητας (SEER), όπως θα δούμε παρακάτω. Η ισχύς των 100 kW αφορά τη συνολική ψυκτική εγκατάσταση που εξυπηρετεί το κτήριο και όχι την κάθε μονάδα ξεχωριστά.

Τα απαιτούμενα ψυκτικά φορτία σχεδιασμού μιας εγκατάστασης κλιματισμού εκτιμώνται από την υφιστάμενη μελέτη κλιματισμού ή απλουστευτικά από τον ακόλουθο τύπο:

$$P_{gen} = \sum U_A A_A CLTD_A + \sum A_\Delta GLF_\Delta + P_\Pi + P_{\text{ΕΦ}} + \frac{\dot{V}}{3}.\Delta T \qquad [4.6.]$$

όπου: P_{gen} [W] η υπολογιζόμενη μέγιστη απαιτούμενη ψυκτική ισχύς της μονάδας ψύξεως/κλιματισμού του κτηρίου,

A_A [m^2] Εξωτερική επιφάνεια αδιαφανούς δομικού στοιχείου ή θυρών ανά προσανατολισμό

A_Δ [m^2] Εξωτερική επιφάνεια διαφανούς στοιχείου ανά προσανατολισμό

$CLTD_A$(°C) Μέση θερμοκρασιακή διαφορά ψυκτικού φορτίου μέσω αδιαφανών στοιχείων ή θυρών του κελύφους, η οποία λαμβάνεται κατά ASHRAE ή απλουστευτικά ανά προσανατολισμό ως εξής : Β : 9°C, ΒΑ, ΒΔ : 14°C, Α, Δ : 17 °C, Ν, ΝΑ, ΝΔ : 15°C, οροφές-δώματα: 13 °C, δάπεδο κάτω από κλιματιζόμενο χώρο και πάνω από μη κλιματιζόμενο χώρο: 7, χωρίσματα εσωτερικά ή σκιαζόμενα: 7°C.

GLF_Δ Παράγοντας φορτίου υαλοπίνακα σε W/m2 ο οποίος λαμβάνεται κατά ASHRAE ή απλουστευτικά και ανά προσανατολισμό ως εξής: Β:82, ΒΑ: 140, Α, ΝΑ: 200, Ν: 148, ΝΔ, Δ: 250, ΒΔ 199, Οριζόντια: 378

P_Π Η εκλυόμενη θερμότητα των φυσικών προσώπων σε W, λαμβανομένη από τον Πίνακα 2.7 (θερμική ισχύς ανά μονάδα δομημένης επιφάνειας) επί την επιφάνεια δαπέδου

$P_{\text{ΕΦ}}$ Εσωτερικά φορτία φωτιστικών και συσκευών σε W, τα οποία λαμβάνονται από τους Πίνακες 2.4α (φωτισμός – στήλη ισχύος για το κτίριο αναφοράς) και 2.8 (ετεροχρονισμένη ισχύς εξοπλισμού) επί την επιφάνεια δαπέδου.

U_A, [W/(m^2.K)] ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας για το σύνολο της επιφάνειας Α.

Ανάλογα με την ηλικία του κτηρίου ο U_m λαμβάνει τις τιμές:

- 3,5 W/(m^2.K) ή όπως υπολογίζεται από τον επιθεωρητή, για κτήρια πριν την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (οικοδομικές άδειες πριν από το 1980),
- 1,55 W/(m^2.K) για την Α κλιματική ζώνη,

  1,20 W/(m^2.K) για τη Β κλιματική ζώνη και

  0,95 W/(m^2.K) για τη Γ κλιματική ζώνη,

  για κτήρια μετά την εφαρμογή του κανονισμού θερμομόνωσης (έγκριση οικοδομικής άδειας μετά το 1980), καθώς και για κτήρια πριν από την ισχύ του κανονισμού, τα οποία πιστοποιημένα έχουν εφαρμόσει θερμομόνωση σε όλο το κτηριακό κέλυφος.
- Σύμφωνα με τη μελέτη θερμομόνωσης (μελέτη ενεργειακής απόδοσης) για κτήρια μετά την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ.

ΔΤ [^{o}C] ή [K] η διαφορά της θερμοκρασίας για τη διαστασιολόγηση του συστήματος η οποία λαμβάνεται ίση με 10°C για όλες τις κλιματικές ζώνες.

$\dot{V}$ η συνολική προσαγωγή νωπού αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο σε (m3/h) και υπολογίζεται βάσει του Πίνακα 2.3, στήλη 3..

Ο συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης Υ ορίζεται ως λόγος της εγκατεστημένης ονομαστική; ψυκτικής ικανότητας της κεντρικής ψυκτικής εγκατάστασης ως προς τα ανωτέρω υπολογιζόμενα ψυκτικά φορτία σχεδιασμού (P_{gen}) όπου $Y \geq 1$.

Ο μέσος εποχιακός δείκτης αποδοτικότητας των Α/Θ - ψυκτών SEER της κλιματιστικής εγκαταστάσεως ως συνάρτηση του ονομαστικού δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας EER (για εξωτερική θερμοκρασία 35 °C και θερμοκρασια ψυκτικού μέσου 7 °C) και του συντελεστή Υ εκτιμάται ως εξής:

$$SEER/EER = a.Y^b \text{ (ως δύναμη) είτε ως} \quad [4.7.]$$

$$SEER/EER = a\ln(Y) + b \text{ (ως λογαριθμικός)} \quad [4.8.]$$

όπου ο μαθηματικός τύπος και τα a και β δίδονται στον πίνακα που ακολουθεί, ανάλογα με τον τύπο του ψύκτη ή αντλίας θερμότητας:

Πίνακας 4.5γ: Συντελεστών a &b των σχέσεων 4.7 και 4.8.

Τεχνολογία	Screw	Scroll	Recipr	WCA	WCB	Άλλος αερόψυκτος συμβατικός τύπος
Μαθηματικός τύπος	Δύναμη		Λογαριθμικός (νεπέριος)			Δύναμη
a	1,313	1,3314	-0,383	-0,436	-0,5798	0,8597
b	-0,996	-0,997	1,172	1,0355	1,2412	-0,076

Screw : αερόψυκτος ψύκτης / Α.Θ με κοχλιωτό συμπιεστή και με δυνατότητα εκφόρτισης

Scroll : αερόψυκτος ψύκτης / Α.Θ. με σπειροειδή συμπιεστή και με δυνατότητα εκφόρτισης

Recipr: αερόψυκτος ψύκτης / Α.Θ με παλινδρομικό συμπιεστή χωρίς δυνατότητα εκφόρτισης

WCA: υδρόψυκτος ψύκτης / Α.Θ χωρίς δυνατότητα εκφόρτισης (χαμηλής απόδοσης)

WCB: υδρόψυκτος ψύκτης / Α.Θ με δυνατότητα εκφόρτισης (υψηλής απόδοσης)

όπου ο όρος «εκφρότιση» (unloading) εκφράζει την δυνατότητα του συμπιεστή να προσαρμόζεται στο ψυκτικό μερικό φορτίο είτε με ρύθμιση στροφών (inverter) είτε με στραγγαλισμό τής ροής του ψυκτικού μέσου υπό αέρια μορφή εις την είσοδο του συμπιεστή.

3. Για τις αντλίες θερμότητας – ψύκτες με ψυχόμενο μέσο το νερό για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία ο μέσος εποχιακός δείκτης αποδοτικότητας SEER για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου, λαμβάνεται:

- 2,2 για συστήματα εγκατεστημένα πριν το 1990 και
- 2,7 για συστήματα εγκατεστημένα μεταξύ του 1990 και του 2000 και
- 3,0 για συστήματα εγκατεστημένα μετά το 2001.

Στην περίπτωση που ο ενεργειακός επιθεωρητής δεν διαθέτει κανένα στοιχείο για τη μονάδα ψύξης και επιπρόσθετα δεν δύναται να τεκμηριώσει το έτος εγκατάστασής της, τότε θα λαμβάνει ως βαθμό απόδοσης αυτόν για τα εγκατεστημένα συστήματα προ του 1990.

5.2.2.2. Βαθμός απόδοσης ψυκτών μονάδων απορρόφησης - προσρόφησης

Οι ψυκτικές μονάδες απορρόφησης – προσρόφησης, αποδίδουν(παράγουν) ψυκτική ενέργεια απορροφώντας (καταναλώνοντας) τη θερμική ενέργεια μιας πηγής και έχουν δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας EER ο οποίος εξαρτάται κυρίως από τη θερμοκρασία της πηγής και το βαθμό αξιοποίησης θερμικής ενέργειας (kW_{th}). Η θερμική ενέργεια μπορεί να προέρχεται από μονάδα Σ.Η.Θ., από ηλιακούς συλλέκτες (ηλιακή ψύξη), τηλεθέρμανση κ.ά. Πέρα από τη θερμότητα που καταναλώνουν οι μονάδες απορρόφησης – προσρόφησης, καταναλώνουν επίσης μια μικρή ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας (για λειτουργία βοηθητικών συστημάτων, όπως κυκλοφορητές και ανεμιστήρες), που κυμαίνεται από 0,10 έως 0,25 kWh_{el}/kWh_c (καταναλισκόμενη ηλεκτρική προς αποδιδόμενη ψυκτική ενέργεια).

Σε περίπτωση ψυκτικών μονάδων απορρόφησης - προσρόφησης, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, ως δείκτης αποδοτικότητας EER λαμβάνεται ο λόγος της αποδιδόμενης (ωφέλιμης) ψυκτικής προς τη συνολικά απορροφούμενη (καταναλισκόμενη) θερμική και ηλεκτρική (βοηθητική) ισχύ [$kW_c/(kW_{th}+kW_{el})$], σύμφωνα με τη μελέτη διαστασιολόγησης της μονάδας ψύξης και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης όπως δίνονται από τον κατασκευαστή. Η τιμή του δείκτη αποδοτικότητας θα μειώνεται κατά το βαθμό απόδοσης του συστήματος παραγωγής θερμότητας (λέβητα κ.τ.λ.) ή του εναλλάκτη θερμότητας (από ηλιακούς συλλέκτες ή από Σ.Η.Θ. ή από τηλεθέρμανση κ.τ.λ.). Σε περίπτωση σημαντικών βλαβών ή διαρροών στον εναλλάκτη θερμότητας, η τελική απόδοση θερμικής ενέργειας του εναλλάκτη λαμβάνεται μειωμένη κατά 10%. Οι απώλειες του δικτύου διανομής θερμού μέσου από τη μονάδα παραγωγής θερμότητας (π.χ. Σ.Η.Θ.) μέχρι και τον εναλλάκτη της μονάδας ψύξης χώρων θεωρούνται μηδενικές.

5.2.3. Ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου ζώνης

Κάθε μονάδα παραγωγής ψυκτικής ενέργειας καλύπτει μέρος ή το σύνολο του απαιτούμενου ψυκτικού φορτίου της εκάστοτε θερμικής ζώνης. Όταν το απαιτούμενο ψυκτικό φορτίο για μια θερμική ζώνη καλύπτεται με περισσότερες από μία μονάδες παραγωγής ψύξης (εκτός των εφεδρικών), το

ποσοστό κάλυψης του φορτίου ανά μονάδα ψύξης κατανέμεται βάσει της αποδιδόμενης ψυκτικής ισχύος του εκάστοτε συστήματος παραγωγής ψύξης.

Ιδιαίτερα για τα συστήματα ψύξης των κτηρίων κατοικίας, το ποσοστό κάλυψης του συνολικού ψυκτικού φορτίου μπορεί να περιοριστεί μέχρι και 50%, όπως και στο κτήριο αναφοράς. Διευκρινίζεται ωστόσο, πως ακόμη και για τα κτήρια κατοικιών, όταν το σύστημα ψύξης καλύπτει τμήμα του κτηρίου μεγαλύτερο από 50% και είναι κεντρικό χωρίς δυνατότητα κάλυψης μερικών μόνο χώρων, τότε το συνολικό ποσοστό κάλυψης θα πρέπει να αντιστοιχεί στην πραγματικότητα και όχι να περιορίζεται στο 50% (π.χ. κεντρική καναλάτη μονάδα που λειτουργεί ενιαία για όλη την κατοικία με κάλυψη 70%, θα πρέπει να αξιολογηθεί με ποσοστό κάλυψης στους υπολογισμούς 70%).

5.2.4. Ανεμιστήρες οροφής

Οι ανεμιστήρες οροφής βελτιώνουν τις συνθήκες θερμικής άνεσης σε κλιματιζόμενους και μη κλιματιζόμενους χώρους, προκαλώντας την κυκλοφορία του εσωτερικού αέρα με ταχύτητα 0,5 - 0,8 m/s. Σε κλιματιζόμενα κτήρια επιτρέπουν τη ρύθμιση του θερμοστάτη μιας κλιματιστικής μονάδας σε υψηλότερη θερμοκρασία (2-3°C), μειώνοντας έτσι την κατανάλωση ενέργειας για κλιματισμό. Οι συνηθισμένοι ανεμιστήρες οροφής είναι αποτελεσματικοί σε μια ακτίνα μέχρι και 1,8 m από το κέντρο του ανεμιστήρα και για ύψος εγκατάστασης 2,5 m επάνω από το δάπεδο. Για τους υπολογισμούς η μέση επιφάνεια κάλυψης του δαπέδου από έναν ανεμιστήρα οροφής λαμβάνεται ίση με 10m^2.

Οι ανεμιστήρες οροφής λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς του ψυκτικού φορτίου, όταν καλύπτουν τουλάχιστον το 50% της επιφάνειας του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης. Σε περίπτωση που οι ανεμιστήρες οροφής καλύπτουν πλήρως το κτήριο ή τη θερμική ζώνη, ο υπολογισμός του ψυκτικού φορτίου γίνεται με θερμοκρασία εσωτερικού χώρου 3°C μεγαλύτερη από την επιθυμητή θερμοκρασία σύμφωνα με τον πίνακα 2.2. Σε περίπτωση μερικής κάλυψης, οι υπολογισμοί γίνονται με βάση τον πίνακα 4.6.

Η κατανάλωση ενέργειας των ανεμιστήρων οροφής υπολογίζεται με ισχύ 55 W ανά ανεμιστήρα και χρόνο λειτουργίας ανάλογα με το χρόνο λειτουργίας του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης.

Πίνακας 4.6. *Προσαύξηση θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου ανάλογα με το ποσοστό του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης που καλύπτεται από ανεμιστήρες οροφής.*

Ποσοστό κτηρίου ή θερμικής ζώνης [%]	50	60	70	80	90	100
Προσαύξηση θερμοκρασίας [^{o}C]	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0

5.3. ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ, ΨΥΞΗ, ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟ ΧΩΡΩΝ

Με στόχο τη μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας και τον περιορισμό των θερμικών απωλειών θα πρέπει να προβλέπεται κατά το σχεδιασμό των δικτύων διανομής η διέλευσή τους μέσω θερμικά προστατευμένων χώρων και να αποφεύγεται η διέλευσή τους από εξωτερικούς χώρους. Σε περιπτώσεις που είναι αναπόφευκτη η διέλευσή των δικτύων από εξωτερικούς χώρους (π.χ. μονάδα παραγωγής εγκατεστημένη σε άλλο από το εξυπηρετούμενο κτήριο, διέλευση από αεριζόμενα κανάλια / φρεάτια του ίδιου κτηρίου, διέλευση επί εξωτερικών τοίχων κ.τ.λ.), τότε θα πρέπει να εφαρμόζεται ικανή θερμομόνωση των δικτύων διανομής και αεραγωγών. Σ' αυτήν την περίπτωση, προκειμένου να εξασφαλίζεται και η καλή κατάσταση των μονώσεων στην πορεία του χρόνου, επιβάλλεται να τοποθετείται και μηχανική προστασία στις σωληνώσεις (π.χ. χιτώνια από πλαστικούς σωλήνες, φύλλα αλουμινίου, συνθετικά υφάσματα επένδυσης αεραγωγών κ.ά.).

Για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών στα δίκτυα διανομής, σε όλα τα νέα και ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια, θα πρέπει να υπάρχει κατ’ ελάχιστο η προβλεπόμενη θερμομόνωση αλλά και

τα συστήματα αντιστάθμισης, όπως προδιαγράφονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ., στο οποίο αναφέρονται τα εξής:

- Όλα τα δίκτυα διανομής (νερού ή αλλού μέσου) της κεντρικής θέρμανσης ή της εγκατάστασης ψύξης ή του συστήματος Z.N.X. διαθέτουν θερμομόνωση, όπως καθορίζεται με αυτήν την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Ιδιαίτερα οι εγκαταστάσεις δικτύων που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους (χώρους εκτεθειμένους στον εξωτερικό αέρα) διαθέτουν κατ΄ ελάχιστο πάχος θερμομόνωσης 19 mm για θέρμανση ή/και ψύξη χώρων και 13 mm για Z.N.X., με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας θερμομονωτικού υλικού λ=0,040 W/(m·K) στους 20°C.
- Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας), που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους (χώρους εκτεθειμένους στον εξωτερικό αέρα) των κτηρίων, διαθέτουν θερμομόνωση με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας θερμομονωτικού υλικού λ=0,040 W/(m·K) και πάχος θερμομόνωσης τουλάχιστον 40 mm, ενώ για διέλευση σε εσωτερικούς χώρους το αντίστοιχο πάχος είναι 30 mm.
- Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης για την αντιμετώπιση των μερικών φορτίων ή άλλο ισοδύναμο σύστημα μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας υπό μερικό φορτίο.

5.3.1. Δίκτυα διανομής και αεραγωγών κτηρίου αναφοράς

Για το κτήριο αναφοράς, τα δίκτυα διανομής (νερού ή αλλού μέσου) της κεντρικής θέρμανσης ή της εγκατάστασης ψύξης ή του συστήματος Z.N.X. διαθέτουν θερμομόνωση με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας θερμομονωτικού υλικού λ=0,040 W/(m·K) (στους 20°C) και πάχος θερμομόνωσης όπως αναφέρεται στον πίνακα 4.7., ανάλογα με τη χρήση και τους χώρους διέλευσης.

Πίνακας 4.7. *Πάχη θερμομόνωσης σωληνώσεων για τα τεχνικά συστήματα θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού και ζεστού νερού χρήσης.*

Πάχος θερμομόνωσης με ισοδύναμο λ = 0,040 (W/(m·K)) στους 20°C			
Με διέλευση σε εσωτερικούς χώρους		**Με διέλευση σε εξωτερικούς χώρους**	
Διάμετρος σωλήνα	**Πάχος μόνωσης**	**Διάμετρος σωλήνα**	**Πάχος μόνωσης**
Για σωληνώσεις τεχνικών συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού			
από ½″ έως ¾″	9 mm	από ½″ έως 2″	19 mm
από 1″ έως 1½ ″	11 mm	από 2″ έως 4″	21 mm
από 2″ έως 3″	13 mm	μεγαλύτερη από 4″	25 mm
μεγαλύτερη από 3″	19 mm		
Για σωληνώσεις τεχνικών συστημάτων ζεστού νερού χρήσης			
ανεξαρτήτου διαμέτρου	9 mm	ανεξαρτήτου διαμέτρου	13 mm

Ιδιαίτερα για διέλευση σωληνώσεων από εξωτερικούς χώρους (χώρους εκτεθειμένους στον εξωτερικό αέρα) θα πρέπει να προβλέπεται η προστασία της θερμομόνωσης με φύλλα γαλβανισμένης λαμαρίνας ή/και φύλλα αλουμινίου ή/και άλλο κατάλληλο υλικό.

Αντίστοιχα, για το κτήριο αναφοράς οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας) που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους των κτηρίων διαθέτουν θερμομόνωση με τα χαρακτηριστικά που αναφέρθηκαν παραπάνω, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ.

Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης για την αντιμετώπιση των μερικών φορτίων ή άλλο ισοδύναμο σύστημα μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας υπό μερικό φορτίο.

Σε περίπτωση που το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο ή τμήμα αυτού δεν διαθέτει σύστημα θέρμανσης ή/και ψύξης, σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. λαμβάνεται υπόψη για τους υπολογισμούς ότι θερμαίνεται και ψύχεται. Σ' αυτήν την περίπτωση οι απώλειες του δικτύου διανομής λαμβάνονται 5%, εκτός από το κτήριο αναφοράς για κατοικία που διαθέτει τοπικές αντλίες θερμότητας για ψύξη και οι απώλειες δικτύου διανομής ψύξη λαμβάνονται μηδενικές.

5.3.2. Γραμμική θερμική μετάδοση δικτύων διανομής

Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15316.2.3:2008, το βέλτιστο πάχος μόνωσης στα δίκτυα διανομής είναι ίσο με την εξωτερική ακτίνα του σωλήνα, όπου εκτιμάται ότι η γραμμική θερμική μετάδοση ψ είναι περίπου 0,2 W/(m·K). Αυτό δεν είναι απαραίτητο να εφαρμοστεί, αφού η αύξηση του πάχους της θερμομόνωσης πέρα από ένα συγκεκριμένο πάχος δεν επιφέρει την ανάλογη μείωση θερμικών / ψυκτικών απωλειών. Για τα δίκτυα διανομής θέρμανσης / ψύξης / κλιματισμού που τηρούν τις παραπάνω ελάχιστες απαιτήσεις θερμομόνωσης (πίνακας 4.7.) η γραμμική θερμική μετάδοση ψ_d υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\psi_d = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot \lambda} \cdot \ln\frac{D}{d_\alpha} + \frac{1}{h_\alpha \cdot D}} \qquad [4.10.]$$

όπου: λ [W/(m·K)] η θερμική αγωγιμότητα της μόνωσης,

D [m] η εξωτερική διάμετρος του σωλήνα μαζί με την μόνωση,

d_α [m] η εξωτερική διάμετρος του σωλήνα σε m και

h_α [W/(m^2·K)] ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας εξωτερικά του μονωμένου σωλήνα.

Αν η μόνωση του σωλήνα αποτελείται από n στρώσεις διαφορετικών υλικών μόνωσης (διαφορετικής θερμικής αγωγιμότητας και πάχους), τότε η γραμμική θερμική μετάδοση υπολογίζεται από αναλυτικούς υπολογισμούς.

Στους πίνακες 4.8. (χαλκοσωλήνες), 4.9. (χαλυβδοσωλήνες), 4.10. (πλαστικοί σωλήνες) δίνεται η γραμμική θερμική μετάδοση για διάφορες διατομές σωλήνων και πάχη μόνωσης.

- Οι ανοιχτόχρωμες σκιαγραφήσεις αφορούν στην ελάχιστη επιτρεπόμενη γραμμική θερμική μετάδοση για τα δίκτυα διανομής με διέλευση μέσω εσωτερικών χώρων,
- ενώ οι σκουρόχρωμες σκιαγραφήσεις αφορούν στην ελάχιστη επιτρεπόμενη γραμμική θερμική μετάδοση για τα δίκτυα διανομής με διέλευση σε εξωτερικούς χώρους.

Οι απώλειες ανά τρέχον μέτρο του δικτύου διανομής θέρμανσης / ψύξης Q_Σ [W/m], εκτός από την γραμμική θερμική μετάδοση ψ_d [W/(m.K)], εξαρτώνται κυρίως από τη θερμοκρασία του χώρου διέλευσης [T_α] και τη θερμοκρασία του μέσου διανομής στο δίκτυο [T_i].

$$Q_\Sigma = \psi_d \cdot (T_i - T_\alpha) \qquad [4.11.]$$

Πίνακας 4.8. Γραμμική θερμική μετάδοση ψ_d [W/(m.K)] για χαλκοσωλήνες.

Εξωτερική διάμετρος [mm]	Γραμμική θερμική μετάδοση (ψ_d) σε W/(m·K)									
	Χωρίς μόνωση	Πάχος μόνωσης σε mm [λ = 0,040 W/(m·K) στους 20°C]								
		9	11	13	19	21	25	32	42	54
15	0,30	0,15	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10	0,09
18	0,52	0,22	0,21	0,20	0,17	0,17	0,16	0,14	0,13	0,11
22	0,59	0,25	0,24	0,22	0,19	0,19	0,18	0,16	0,14	0,13
28	0,72	0,28	0,26	0,25	0,22	0,21	0,20	0,18	0,16	0,14
35	0,87	0,33	0,31	0,29	0,25	0,24	0,22	0,20	0,18	0,15
42	1,00	0,37	0,34	0,32	0,28	0,27	0,25	0,22	0,20	0,17
54	1,22	0,42	0,39	0,37	0,32	0,31	0,28	0,25	0,22	0,19
64	1,44	0,47	0,44	0,41	0,36	0,34	0,32	0,28	0,25	0,21
76	1,62	0,54	0,50	0,47	0,41	0,39	0,36	0,32	0,28	0,23
89	1,82	0,61	0,57	0,54	0,46	0,44	0,40	0,36	0,31	0,26
108	2,07	0,69	0,65	0,61	0,52	0,50	0,46	0,40	0,35	0,29
133	2,38	0,78	0,73	0,69	0,59	0,57	0,52	0,46	0,40	0,33
159	2,75	0,91	0,85	0,80	0,69	0,66	0,60	0,53	0,46	0,37
219	3,64	1,22	1,14	1,07	0,91	0,86	0,79	0,69	0,59	0,48
267	4,28	1,45	1,35	1,27	1,07	1,02	0,94	0,82	0,70	0,56

Πίνακας 4.9. *Γραμμική θερμική μετάδοση ψ_d [W/(m.K)] για χαλυβδοσωλήνες.*

Διάμετρος σωλήνα (″)	Γραμμική θερμική μετάδοση (ψ_d) σε W/(m·K)									
	Χωρίς μόνωση	Πάχος μόνωσης σε mm [λ = 0,040 W/(m·K) στους 20°C]								
		9	11	13	19	21	25	32	42	54
½″	0,37	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10	0,09
¾″	0,53	0,20	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11
1″	0,67	0,25	0,23	0,22	0,19	0,19	0,17	0,16	0,14	0,12
1¼″	0,77	0,27	0,25	0,24	0,21	0,20	0,19	0,17	0,15	0,13
1½″	0,94	0,32	0,30	0,28	0,24	0,24	0,22	0,20	0,18	0,15
2″	1,06	0,35	0,33	0,31	0,27	0,26	0,24	0,22	0,19	0,17
2½″	1,29	0,41	0,38	0,36	0,31	0,30	0,28	0,25	0,22	0,19

3″	1,69	0,50	0,47	0,44	0,38	0,37	0,34	0,30	0,26	0,22
4″	1,81	0,56	0,53	0,50	0,43	0,41	0,38	0,34	0,29	0,25
5″	2,03	0,64	0,60	0,56	0,49	0,46	0,43	0,38	0,33	0,28
6″	2,37	0,74	0,69	0,65	0,56	0,54	0,50	0,44	0,38	0,32
7″	2,73	0,85	0,80	0,75	0,64	0,62	0,57	0,50	0,44	0,36
8″	3,23	0,96	0,90	0,85	0,73	0,70	0,65	0,57	0,49	0,40

Πίνακας 4.10. *Γραμμική θερμική μετάδοση ψ_d [(W/(m.K)] για πλαστικούς σωλήνες.*

Εξωτερική διάμετρος [mm]	**Γραμμική θερμική μετάδοση (ψ_d) σε W/(m·K)**									
	Χωρίς μόνωση	**Πάχος μόνωσης σε mm [λ = 0,040 W/(m·K) στους 20°C]**								
		9	**11**	**13**	**19**	**21**	**25**	**32**	**42**	**54**
15	0,30	0,15	0,14	0,14	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09
18	0,51	0,22	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,11
22	0,58	0,25	0,23	0,22	0,19	0,18	0,17	0,16	0,14	0,12
28	0,70	0,28	0,26	0,24	0,21	0,20	0,19	0,17	0,15	0,13
35	0,84	0,32	0,30	0,28	0,25	0,24	0,22	0,20	0,17	0,15
42	0,97	0,36	0,34	0,32	0,27	0,26	0,24	0,22	0,19	0,17
54	1,18	0,41	0,38	0,36	0,31	0,30	0,28	0,25	0,22	0,19
64	1,39	0,46	0,43	0,41	0,35	0,34	0,31	0,28	0,24	0,21
76	1,57	0,53	0,50	0,47	0,40	0,38	0,35	0,31	0,27	0,23
89	1,76	0,60	0,56	0,53	0,45	0,43	0,40	0,35	0,30	0,25
108	1,99	0,68	0,64	0,60	0,51	0,49	0,45	0,40	0,34	0,28
133	2,28	0,77	0,72	0,68	0,58	0,56	0,51	0,45	0,39	0,32
159	2,64	0,90	0,84	0,79	0,67	0,64	0,59	0,52	0,45	0,37
219	3,50	1,20	1,12	1,05	0,89	0,85	0,78	0,68	0,58	0,47
267	4,12	1,43	1,33	1,25	1,06	1,01	0,92	0,80	0,68	0,55

5.3.3. Εκτίμηση μήκους δικτύων διανομής

Αν είναι γνωστό το μήκος των επί μέρους τμημάτων του δικτύου διανομής, καθώς και οι απώλειες Q_Σ για κάθε τμήμα του δικτύου, τότε μπορούν να εκτιμηθούν και οι συνολικές απώλειες του δικτύου στη μονάδα του χρόνου.

Σε άλλη περίπτωση, όπου το δίκτυο διανομής είναι άδηλο και μη καταγεγραμμένο, το μήκος των δικτύων μπορεί να εκτιμηθεί με μια απλοποιημένη μέθοδο σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.2.3:2008. Σ' αυτήν την περίπτωση τα μήκη των σωλήνων των δικτύων διανομής θέρμανσης / ψύξης διαχωρίζονται σε τρία τμήματα:

- Τμήμα V, το οποίο περιλαμβάνει το οριζόντιο μήκος σωλήνων L_V [m], από το σύστημα παραγωγής (θέρμανσης / ψύξης) προς τα κατακόρυφα τμήματα του δικτύου. Αυτοί είναι οι κεντρικοί οριζόντιοι σωλήνες, οι οποίοι συνήθως βρίσκονται μέσα στο λεβητοστάσιο ή ψυχροστάσιο ή σε μη θερμαινόμενους / ψυχόμενους χώρους (π.χ. υπόγεια, σοφίτες) ή σε εξωτερικούς χώρους (πυλωτές, οροφές) και σπανιότερα σε θερμαινόμενους χώρους.
- Τμήμα S, το οποίο περιλαμβάνει το μήκος των κατακόρυφων σωλήνων L_S [m], που συνήθως διέρχονται μέσα από φρεάτια (σε εσωτερικούς ή/και εξωτερικούς χώρους του κτηρίου) ή μέσα από θερμαινόμενους / ψυχόμενους εσωτερικούς χώρους ή μέσα από μη θερμαινόμενους / ψυχόμενους χώρους του κτηρίου (π.χ. κοινόχρηστους χώρους).
- Τμήμα A, το οποίο περιλαμβάνει το μήκος των οριζόντιων σωλήνων, L_A, [m], που ενώνουν τις κατακόρυφες στήλες με τις τερματικές μονάδες (σώματα καλοριφέρ, μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου, Κ.Κ.Μ κ.ά.). Συνήθως αποτελούν αυτόνομα κυκλώματα (π.χ. μονοσωλήνιο σύστημα θέρμανσης) με ξεχωριστό συλλέκτη. Αυτοί οι σωλήνες έχουν ελεγχόμενη κυκλοφορία ανάλογα με την τερματική μονάδα.

5.3.4. Απώλειες δικτύων διανομής

Για την εκτίμηση της πραγματικής κατανάλωσης ενέργειας για τη θέρμανση ή/και ψύξη ή/και κλιματισμό ενός κτηρίου λαμβάνονται υπόψη και οι θερμικές / ψυκτικές απώλειες από τα δίκτυα διανομής (θερμικού ή/και ψυκτικού μέσου), καθώς και από τους αεραγωγούς κλιματισμού προσαγωγής και απαγωγής αέρα. Ο βαθμός θερμικής / ψυκτικής απόδοσης ενός δικτύου διανομής, προσδιορίζεται από το μέγεθος των απωλειών του δικτύου διανομής, οι οποίες εξαρτώνται από:

- τη θερμομόνωση του δικτύου διανομής,
- το μήκος και τη διατομή του δικτύου διανομής,
- τη θερμοκρασία του νερού (ή άλλου μέσου) στο δίκτυο,
- το χώρο διέλευσης του δικτύου διανομής (θερμαινόμενος, μη θερμαινόμενος, εξωτερικό περιβάλλον κ.ά.),
- την παλαιότητα του δικτύου, τις φθορές της μόνωσης κ.ά.

Στο πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.2-3:2008, δίνεται αναλυτική μεθοδολογία για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών ενός δικτύου διανομής θέρμανσης ή/και ψύξης του κτηρίου ή/και της θερμικής ζώνης. Αυτή η μεθοδολογία είναι αρκετά αναλυτική και χρονοβόρα, αφού απαιτείται ακριβής προσδιορισμός της γεωμετρίας του δικτύου διανομής (μήκος, διατομές κ.ά.), των τοπικών αντιστάσεων (βάνες, διαστολές, συστολές, μετρητές κ.ά.), της ποιότητας και γεωμετρίας της θερμομόνωσης (πάχος, συντελεστής θερμοπερατότητας κ.ά.), της θερμοκρασίας του θερμικού / ψυκτικού μέσου, του χρόνου λειτουργίας του συστήματος (διακοπτόμενη ή συνεχής λειτουργία, θερμοστατικά ελεγχόμενη κ.ά.) της θερμοκρασίας των χώρων διέλευσης των σωληνώσεων, της ποιότητας των σωληνώσεων (τραχύτητα, συντελεστής θερμοπερατότητας κ.ά.) και άλλων τεχνικών χαρακτηριστικών. Στις περισσότερες περιπτώσεις κτηρίων και ιδιαίτερα για όσα διαθέτουν παλιά τεχνικά συστήματα θέρμανσης / ψύξης / κλιματισμού, αυτά τα στοιχεία είναι δύσκολο να καταγραφούν και να προσδιοριστούν με ακρίβεια ή ακόμη και κατά προσέγγιση.

Προκειμένου να απλοποιηθούν οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου και με βάση τη μεθοδολογία του προτύπου ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.2.3:2008 εκτιμήθηκε το ποσοστό απωλειών των δικτύων διανομής. Στον πίνακα 4.11. δίνονται τυπικές τιμές για το ποσοστό απωλειών κεντρικών συστημάτων διανομής θέρμανσης / ψύξης σε σχέση με την εγκατεστημένη ισχύ της μονάδας παραγωγής, το είδος μόνωσης των σωληνώσεων και τους χώρους διέλευσης. Το ποσοστό απωλειών αναφέρεται επί του συνόλου της θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας που μεταφέρει το δίκτυο. Αυτές οι τιμές λαμβάνονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου.

Στις απώλειες των δικτύων διανομής προστίθενται και οι απώλειες από τους αεραγωγούς κεντρικών κλιματιστικών μονάδων (Κ.Κ.Μ.) που διανύουν μεγάλες αποστάσεις. Όταν οι αεραγωγοί διέρχονται μέσα από εσωτερικούς χώρους, οι θερμικές απώλειες τους είναι σχετικά χαμηλές λόγω της μικρής θερμοκρασιακής διαφοράς και κατά συνέπεια, δεν λαμβάνονται υπόψη για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου.

Αντίθετα, σε περίπτωση διέλευσης από εξωτερικούς χώρους του κτηρίου, οι θερμικές απώλειες αυξάνονται. Για αεραγωγούς που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους και είναι μονωμένοι σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ., που αναφέρονται στην παράγραφο 4.3.1, τα ποσοστά απωλειών του πίνακα 4.11. λαμβάνονται αυξημένα κατά 2% για θέρμανση και 1% για ψύξη, κατά περίπτωση. Για αεραγωγούς χωρίς ή με ανεπαρκή μόνωση (δηλαδή όταν δεν πληρούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις), τα ποσοστά θερμικών απωλειών του πίνακα 4.11. λαμβάνονται αυξημένα κατά 5% για θέρμανση και 3,5% για ψύξη, κατά περίπτωση.

Πίνακας 4.11. *Ποσοστό θερμικών/ψυκτικών απωλειών (%) δικτύου διανομής κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης ή/και ψύξης ως προς τη συνολική θερμική / ψυκτική ισχύ που μεταφέρει το δίκτυο.*

Θερμική ή ψυκτική ισχύς δικτύου διανομής	**Διέλευση σε εσωτερικούς χώρους ή/και 20% σε εξωτερικούς χώρους**				**Διέλευση > 20% σε εξωτερικούς χώρους**		
	Μόνωση[1] κτηρίου αναφοράς	**Μόνωση[2] ίση με την ακτίνα σωλήνων**	**Ανεπαρκής μόνωση[3]**	**Χωρίς μόνωση**	**Μόνωση κτηρίου αναφοράς**	**Μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνων**	**Χωρίς ή με ανεπαρκή με ανεπαρκή μόνωση**
[kW]	**[%]**	**[%]**	**[%]**	**[%]**	**[%]**	**[%]**	**[%]**
Δίκτυα διανομής θέρμανσης με **υψηλές** θερμοκρασίες προσαγωγής θερμικού μέσου (≥60°C)							
20 - 100	5,5	4,5	11,0	14,0	8,0	6,5	17,0
100 - 200	4,0	3,0	8,5	12,0	7,2	5,7	15,5
200 - 300	3,0	2,5	6,5	10,5	6,0	4,2	14,2
300 - 400	2,5	2,0	5,0	9,2	3,8	2,7	13,1
> 400	2,0	1,5	4,0	7,0	3,0	2,0	12,0
Δίκτυα διανομής θέρμανσης με **χαμηλές** θερμοκρασίες προσαγωγής θερμικού μέσου (<60°C)							
20 - 100	3,5	3,0	8,0	9,0	4,5	3,7	11,0
100 -2 00	2,7	2,2	7,2	8,3	4,0	3,1	10,4

200 - 300	2,0	1,8	6,0	6,2	3,3	2,5	10,0
300 - 400	1,5	1,2	4,5	5,0	2,2	1,8	9,7
> 400	1,2	0,8	3,3	4,0	1,7	1,0	9,5
Δίκτυα διανομής ψύξης							
20 - 100	2,0	1,5	3,0	4,5	2,5	2,0	6,7
100 - 200	1,8	1,4	2,8	3,6	2,3	1,9	5,9
200 - 300	1,5	1,1	2,2	3,0	2,0	1,6	5,1
300 - 400	1,2	0,7	1,8	2,4	1,5	1,2	4,5
> 400	0,7	0,4	1,1	2,0	1,0	0,8	4,0

[1] Για μόνωση σωλήνων σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πίνακα 4.7.

[2] Για μόνωση σωλήνων με πάχος ίσο με την ακτίνα του σωλήνα.

[3] Ανεπαρκής μόνωση του δικτύου ή κλάδου (τμήματος) αυτού λόγω φθορών. Συνδέσεις και βάνες χωρίς μόνωση.

Σε περίπτωση ύπαρξης άνω του ενός δικτύων διανομής στο κτήριο ή στη θερμική ζώνη, απαιτείται ο προσδιορισμός μίας μόνο απόδοσης δικτύου, η οποία θα είναι σταθμισμένη. Κατά συνέπεια αν υπάρχουν άνω του ενός δίκτυα διανομής (που τροφοδοτούνται από διαφορετικές μονάδες παραγωγής) στο κτήριο ή στη θερμική ζώνη και παρουσιάζουν διαφορετική ποιότητα και επάρκεια (ποσότητα) θερμομόνωσης, τότε η απόδοσή τους λαμβάνεται ενιαία και ίση με αυτήν του τμήματος που βρίσκεται στη χειρότερη ποιοτικά κατάσταση. Για το κάθε δίκτυο διανομής η απόδοση λαμβάνεται ανάλογα με τη θερμική ισχύ που μεταφέρει (πίνακας 4.11.).

Για τοπικά συστήματα παραγωγής θερμότητας ή/και ψύξης, όπως τοπικοί λέβητες εσωτερικού ή εξωτερικού χώρου ή τοπικές αντλίες θερμότητας, στα οποία δεν υπάρχει δίκτυο διανομής, οι απώλειες διανομής θεωρούνται μηδενικές για το υπό μελέτη/επιθεώρηση κτήριο, καθώς και για το κτήριο αναφοράς κατοικίας που διαθέτει τοπικές αντλίες θερμότητας.

5.4. ΤΕΡΜΑΤΙΚΈΣ ΜΟΝΆΔΕΣ ΕΚΠΟΜΠΉΣ (ΑΠΌΔΟΣΗΣ)

Οι τερματικές μονάδες εκπομπής είναι τα στοιχεία των κεντρικών τεχνικών συστημάτων θέρμανσης / ψύξης, τα οποία τελικά αποδίδουν τη θερμική ή/και ψυκτική ενέργεια στους χώρους. Είναι θερμαντικά σώματα ακτινοβολίας ή μονάδες επαγωγής (convectors),ενδοδαπέδια συστήματα θέρμανσης / δροσισμού, ενδοτοίχια συστήματα θέρμανσης / δροσισμού, μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου κ.ά. Η πραγματική απόδοση της απαιτούμενης θερμότητας / ψύξης από τις τερματικές μονάδες, εξαρτάται κυρίως από τις εξής παραμέτρους:

- από τον τύπο του συστήματος εκπομπής: άμεσης απόδοσης (π.χ. θερμοπομποί), ενσωματωμένα συστήματα (ενδοδαπέδιο, ενδοτοίχιο κ.ά.), μονάδες κυκλοφορίας αέρα (αερόθερμα, μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου - fancoils κ.ά.,
- από τη θέση του συστήματος εκπομπής μέσα στο χώρο, ενσωματωμένο ή μη σε δομικό στοιχείο,
- από την ομοιομορφία διανομής της ενέργειας (θερμοκρασιακή και υδραυλική ισορροπία δικτύου),

- από το σύστημα ελέγχου της εσωτερικής θερμοκρασίας του χώρου θέρμανσης / ψύξης (δεν επηρεάζει την απόδοση της ίδιας της συσκευής αλλά εμμέσως τη συνολική απόδοση του συστήματος μεταφοράς της ενέργειας στους χώρους).

5.4.1. Τερματικές μονάδες κτηρίου αναφοράς

Σύμφωνα με το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ., για τις τερματικές μονάδες του κτηρίου αναφοράς ισχύουν τα εξής:

- Ο τύπος των τερματικών μονάδων, καθώς και η διάταξη και το μήκος των σωληνώσεων διανομής θέρμανσης και ψύξης των χώρων λαμβάνονται ίδια με αυτά του εξεταζόμενου κτηρίου. Κατά συνέπεια η απόδοση τερματικών μονάδων του κτηρίου αναφοράς είναι η ίδια με του εξεταζόμενου κτηρίου.
- Για τις τερματικές μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου (fancoil) του κτηρίου αναφοράς, η ισχύς των ανεμιστήρων λαμβάνεται ίση με του εξεταζόμενου κτηρίου.

Σε περίπτωση που το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο ή τμήμα αυτού δεν διαθέτει σύστημα θέρμανσης ή/και ψύξης, για τους υπολογισμούς θεωρείται σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. ότι θερμαίνεται και ψύχεται. Σ' αυτήν την περίπτωση η απόδοση των τερματικών μονάδων λαμβάνεται ίση προς 93% (0,93).

Όταν το εξεταζόμενο κτήριο του τριτογενούς τομέα διαθέτει μόνο κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ) διαχείρισης αέρα για την κάλυψη του θερμικού ή ψυκτικού φορτίου, η απόδοση εκπομπής θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας για το κτήριο αναφοράς είναι 100%. Όταν το κτήριο κατοικίας διαθέτει κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (Κ.Κ.Μ.) διαχείρισης αέρα για την κάλυψη του θερμικού ή ψυκτικού φορτίου, το κτήριο αναφοράς δεν διαθέτει Κ.Κ.Μ. και η απόδοση εκπομπής θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας είναι 93%.

5.4.2. Τερματικές μονάδες απόδοσης θερμότητας

Οι συνήθεις τερματικές μονάδες για τεχνικά συστήματα θέρμανσης είναι: θερμαντικά σώματα άμεσης απόδοσης (καλοριφέρ), ενδοδαπέδια συστήματα θέρμανσης, ενδοτοίχια συστήματα και μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου (fancoil). Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.2.1:2008 εκτιμάται ο **βαθμός απόδοσης** ($n_{em,t}$) των τερματικών μονάδων (εκπομπής θερμότητας) του δικτύου θέρμανσης βάσει της ακόλουθης σχέσης:

$$N_{em,t} = \frac{n_{em}}{F_{rad} * f_{im} * f_{ydr}} \qquad [4.12.]$$

όπου:

η_{em} η **απόδοση εκπομπής** μια τερματικής μονάδας και εξαρτάται από:

- την καθ’ ύψος κατανομή θερμοκρασίας του αέρα,
- τον τύπο τερματικής μονάδας (θερμαντικά σώματα ακτινοβολίας, μονάδες επαγωγής κ.ά.),
- τη θέση, το ύψος τοποθέτησης,
- τη μέση θερμοκρασία της μονάδας εκπομπής,
- τον τύπο του συστήματος ελέγχου της θερμοκρασίας του χώρου, ο οποίος λαμβάνεται υπόψη με τους συντελεστές που αναφέρονται στην παράγραφο 5.2,
- τις ειδικές απώλειες ανάλογα εάν η τερματική μονάδα είναι άμεσης απόδοσης (θερμαντικά σώματα ακτινοβολίας, μονάδες επαγωγής, μονάδες ανεμιστήρα

στοιχείου) ή έμμεσης απόδοσης (ενσωματωμένες τερματικές μονάδες σε δομικά στοιχεία, π.χ. ενδοδαπέδιο, ενδοτοίχιο κ.ά.).

f_{rad} ο παράγοντας για την αποτελεσματικότητα της ακτινοβολίας των τερματικών μονάδων και εξαρτάται από το ύψος των χώρων που θερμαίνονται. Ισχύει μόνο για τις τερματικές μονάδες ακτινοβολίας, ενώ για τα υπόλοιπα συστήματα ισούται με μονάδα, σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα:

Για τερματικές μονάδες θέρμανσης σε χώρους	**frad**
με ύψος μικρότερο από 4 m	1,00
με ύψος ίσο ή μεγαλύτερο από 4 m	0,95
με ανακυκλοφορία αέρα για μεγάλα ύψη	1,00

f_{im} ο παράγοντας της διακοπτόμενης λειτουργίας με την έννοια της μείωσης (ρύθμισης) της θερμοκρασίας ανά χώρο του κτηρίου, που παίρνει τιμές από τον ακόλουθο πίνακα:

Για τερματικές μονάδες θέρμανσης:	**f_{im}**
με συνεχή λειτουργία	1,00
με διακοπτόμενη λειτουργία*	0,97

* με δυνατότητα αυτόματης ρύθμισης λειτουργίας σε επίπεδο τερματικής μονάδας

f_{hydr} ο παράγοντας για την υδραυλική ισορροπία του δικτύου των τερματικών μονάδων, που παίρνει τιμές από τον ακόλουθο πίνακα:

Για τερματικές μονάδες θέρμανσης:	**f_{hydr}**
με υδραυλικά εξισορροπημένο σύστημα	1,00
με συστήματα εκτός ισορροπίας	1,03

Στον πίνακα 4.12. δίνεται η απόδοση εκπομπής η_{em} για διάφορους τύπους τερματικών μονάδων και ανάλογα με τη θερμοκρασία θερμαντικού μέσου.

Οι θερμάστρες αερίου ή πετρελαίου και τα τυποποιημένα--πιστοποιημένα ενεργειακά τζάκια ή τα κοινά τζάκια ή οι σόμπες θεωρούνται άμεσης απόδοσης σε θερμοκρασία λειτουργίας (90 - 70°C) και για τους υπολογισμούς λαμβάνονται οι αποδόσεις εκπομπής του πίνακα 4.12. Για τις τοπικές αντλίες θερμότητας η απόδοση εκπομπής των εσωτερικών μονάδων στους υπολογισμούς λαμβάνεται ίση προς 93% (0,93). Στον πίνακα 4.13. δίνεται η απόδοση εκπομπής η_{em} για τοπικές ηλεκτρικές τερματικές μονάδες.

Πίνακας 4.12. *Απόδοση εκπομπής η_{em} τερματικών μονάδων θέρμανσης.*

Απόδοση εκπομπής η_{em} τερματικών μονάδων θέρμανσης			
Τύπος τερματικής μονάδας	**Θερμοκρασία μέσου Τ [^{o}C]**		
	90 - 70	**70 - 50**	**50 - 35**
Άμεσης απόδοσης σε εσωτερικό τοίχο	0,85	0,89	0,91

Άμεσης απόδοσης σε εξωτερικό τοίχο	0,89	0,93	0,95
Ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης	–	–	0,90
Ενδοτοίχιο σύστημα θέρμανσης	–	–	0,87
Σύστημα θέρμανσης οροφής	–	–	0,85

Πίνακας 4.13. *Απόδοση εκπομπής η_{em} τοπικών ηλεκτρικών μονάδων.*

Τύπος τερματικής μονάδας	**Απόδοση εκπομπής η_{em} ηλεκτρικών μονάδων**
Τοπικές ηλεκτρικές μονάδες σε εσωτερικό τοίχο	0,91
Τοπικές ηλεκτρικές μονάδες σε εξωτερικό τοίχο	0,94

Όταν σε ένα κτήριο ή σε μια θερμική ζώνη υπάρχουν περισσότεροι του ενός τύποι τερματικών μονάδων, τότε η συνολική απόδοση εκπομπής λαμβάνεται ως μια μέση σταθμισμένη τιμή, ανάλογα με την απόδοση της κάθε τερματικής μονάδας και του ποσοστού συμμετοχής της στο σύνολο του καλυπτόμενου φορτίου (από το σύνολο των τερματικών μονάδων).

Σε περίπτωση προφανών βλαβών και κακοσυντήρησης των τερματικών μονάδων (κατεστραμμένα τμήματα, διαβρώσεις, διαρροές κ.ά.), η απόδοση των τερματικών μονάδων εκπομπής λαμβάνεται μειωμένη κατά 10%.

Όταν το κτήριο διαθέτει μόνο κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (Κ.Κ.Μ.) διαχείρισης αέρα για την κάλυψη του συνολικού θερμικού φορτίου, η απόδοση εκπομπής θερμικής ενέργειας λαμβάνεται 100%.

5.4.3. Τερματικές μονάδες απόδοσης ψύξης

Οι συνήθεις τερματικές μονάδες για τεχνικά συστήματα ψύξης, είναι μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου (fancoil), εσωτερικές μονάδες συστημάτων άμεσης εξάτμισης, τερματικά στοιχεία αέρα (στόμια δικτύου αεραγωγών), ενδοδαπέδια και ενδοτοίχια συστήματα δροσισμού και ψυχόμενη οροφή.

Ο **βαθμός απόδοσης** ($n_{em,t}$) των τερματικών μονάδων ψύξης υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$n_{em,t} = \frac{n_{em}}{f_{em} x f_{hydr}} \qquad [4.13.]$$

όπου:

η_{em} η **απόδοση εκπομπής** της ίδιας της μονάδας. Ενδεικτικές τιμές για την απόδοση εκπομπής (η_{em}) δίνονται στον πίνακα 4.14.

f_{im} ο παράγοντας της διακοπτόμενης λειτουργίας με την έννοια της μείωσης (ρύθμισης) της θερμοκρασίας ανά χώρο του κτηρίου, που παίρνει τιμές από τον ακόλουθο πίνακα:

Για τερματικές μονάδες ψύξης με:	**f_{im}**
συνεχή λειτουργία	1,00
διακοπτόμενη λειτουργία*	0,97

* με ρύθμιση λειτουργίας σε επίπεδο τερματικής μονάδας

f_{hydr} ο παράγοντας για την υδραυλική ισορροπία του δικτύου των τερματικών μονάδων, που παίρνει τιμές από τον ακόλουθο πίνακα:

Για τερματικές μονάδες ψύξης με:	**$f_{hydr}f_{hydr}$**
υδραυλικά εξισορροπημένο σύστημα	1,00
συστήματα εκτός ισορροπίας	1,03

Πίνακας 4.14. Απόδοση η_{em} τερματικών μονάδων ψύξης

Τύπος τερματικής μονάδας	**Απόδοση εκπομπής η_{em} μονάδων ψύξης**
Άμεσα συστήματα: π.χ. μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου (fan-coils), δαπέδου ή οροφής, εσωτερικές μονάδες τοπικών συστημάτων άμεσης εξάτμισης, τερματικά στοιχεία κυκλοφορίας αέρα κ.ά.	0,93
Ενσωματωμένες τερματικές μονάδες: π.χ. ενδοτοίχιο, ενδοδαπέδιο, ψυχόμενες οροφές	0,90
Τοπικές αντλίες θερμότητας	0,93

Όταν σε ένα κτήριο ή σε θερμική ζώνη υπάρχουν περισσότεροι του ενός τύποι τερματικών μονάδων, ως απόδοση εκπομπής λαμβάνεται μια μέση σταθμισμένη τιμή, ανάλογα με την απόδοση κάθε τερματικής μονάδας και του ποσοστού συμμετοχής (ψυκτική ικανότητα) της στο σύνολο του καλυπτόμενου φορτίου (των τερματικών μονάδων).

Σε περίπτωση προφανών βλαβών και κακοσυντήρησης (κατεστραμμένα τμήματα, διαβρώσεις, διαρροές κ.ά.) των τερματικών μονάδων, η απόδοση τερματικών μονάδων εκπομπής λαμβάνεται μειωμένη κατά 10%.

Όταν το κτήριο διαθέτει μόνο κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ) διαχείρισης αέρα για την κάλυψη του συνολικού ψυκτικού φορτίου, η απόδοση εκπομπής ψυκτικής ενέργειας λαμβάνεται 100%.

5.5. ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ / ΨΥΞΗΣ

Κάθε σύστημα κεντρικής θέρμανσης ή/και ψύξης, διαθέτει βοηθητικά συστήματα για τον έλεγχο λειτουργίας, την κυκλοφορία και διανομή του θερμού ή/και ψυχρού μέσου κ.ά. Αυτά τα συστήματα μπορεί να είναι αντλίες, κυκλοφορητές, ηλεκτροβάνες, ανεμιστήρες αερισμού (π.χ. λεβητοστασίου), ανεμιστήρες τερματικών μονάδων (π.χ. fancoils), αυτοματισμοί κ.ά.

Ιδιαίτερα για τις κεντρικές υδρόψυκτες μονάδες ψύξης, διευκρινίζεται πως η ισχύς του πύργου ψύξης λαμβάνεται υπόψη ως βοηθητική ενέργεια. Η ισχύς των βοηθητικών συστημάτων μιας κεντρικής εγκατάστασης υπολογίζεται κατά τη διαστασιολόγηση των συστημάτων θέρμανσης / ψύξης ενός κτηρίου και χρησιμοποιείται κατόπιν στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου. Κατά την επιθεώρηση του κτηρίου, ο επιθεωρητής καταγράφει τη συνολική ισχύ των βοηθητικών συστημάτων και τη συνυπολογίζει στην ενεργειακή απόδοση του κτηρίου.

Ως παράμετρος στους υπολογισμούς χρησιμοποιείται για τα βοηθητικά συστήματα η εγκατεστημένη ισχύς (kW), δηλαδή η συνολική εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς των βοηθητικών συστημάτων κυκλοφορίας ζεστού ή ψυχρού μέσου (π.χ. νερού) και διανομής στους χώρους της θερμικής ζώνης. Αν το ίδιο σύστημα (π.χ. κυκλοφορητής), καλύπτει τα απαιτούμενα θερμικά ή ψυκτικά φορτία σε περισσότερες από μία θερμικές ζώνες, τότε για την εκτίμηση της ηλεκτρικής ισχύος που

αντιστοιχεί σε κάθε θερμική ζώνη (π.χ. διαμέρισμα), γίνεται επιμερισμός της ισχύος του συστήματος, ανάλογα με το ποσοστό θερμικού ή ψυκτικού φορτίου που παρέχει σε κάθε θερμική ζώνη (π.χ. χιλιοστά θέρμανσης).

Σε περίπτωση που τα βοηθητικά συστήματα διαθέτουν κάποιο σύστημα ελέγχου και ρύθμισης λειτουργίας (π.χ. ρυθμιστές στροφών - inverters, νυχτερινή ρύθμιση, ρυθμιστής πίεσης κ.ά.), τότε στους υπολογισμούς λαμβάνεται υπόψη και ο συντελεστής βαρύτητας όπως περιγράφεται στην παράγραφο 5.2.

Τα βοηθητικά συστήματα καταναλώνουν στη συντριπτική πλειονότητά τους ηλεκτρική ενέργεια, ανάλογα με το χρόνο λειτουργίας του κτηρίου και τις διατάξεις αυτομάτου ελέγχου. Ο χρόνος λειτουργίας των βοηθητικών συστημάτων εκτιμάται στη βάση του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης και ανάλογα με την περίοδο (θερινή, χειμερινή) και την κλιματική ζώνη. Τυπικές τιμές για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου δίνονται στον πίνακα 4.15.

Πίνακας 4.15. *Ποσοστό χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων θέρμανσης / ψύξης σε κάθε κλιματική ζώνη.*

Κτήρια	**Ποσοστό χρόνου λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων επί του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου, ανά περίοδο και κλιματική ζώνη**			
	Χειμερινή περίοδο		**Θερινή περίοδο**	
	Ζώνες Α & Β	**Ζώνες Γ & Δ**	**Ζώνες Α & Β**	**Ζώνες Γ & Δ**
Οικιακού τομέα	50%	75%	30%	15%
Τριτογενή τομέα	80%	100%	80%	50%

Ο χρόνος λειτουργίας και η ισχύς των βοηθητικών συστημάτων για το κτήριο αναφοράς λαμβάνεται ίδιος με του υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου.

Σε περίπτωση που το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο δεν διαθέτει σύστημα θέρμανσης, για τους υπολογισμούς θεωρείται ότι θερμαίνεται με τοπικές ηλεκτρικές μονάδες και βοηθητικές μονάδες με ειδική ισχύ 0W/m^2. Η ειδική ισχύς των βοηθητκών μονάδων του κτηρίου αναφοράς λαμβάνεται κατά σύμβαση ίση με 0,1 W/m^2 για κατοικίες και 5 W/m^2 για τριτογενή τομέα.

Σε περίπτωση που το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο δεν διαθέτει σύστημα ψύξης, για τους υπολογισμούς θεωρείται ότι θερμαίνεται με αντλίες θερμότητας και βοηθητικές μονάδες ισχύος 0 W/m2 για κατοικίες και 5 W/m2 για τριτογενή τομέα, τόσο στο υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο όσο και στο κτήριο αναφοράς.

5.6. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΥ ΑΕΡΑ

Το σύστημα μηχανικού αερισμού μπορεί να είναι ένα αυτόνομο τοπικό ή κεντρικό σύστημα αερισμού (προσαγωγή νωπού αέρα χωρίς άλλη επεξεργασία εκτός από φιλτράρισμα του αέρα) ή/και εξαερισμού (απαγωγή και απόρριψη εσωτερικού αέρα) ή/και τμήμα ενός δικτύου αερισμού με κεντρική κλιματιστική μονάδα (Κ.Κ.Μ.) διαχείρισης αέρα (θέρμανση, ψύξη, ύγρανση, αφύγρανση, φιλτράρισμα αέρα), δηλαδή πλήρης κλιματισμός και προσαγωγή του απαιτούμενου νωπού αέρα για το χώρο ή την θερμική ζώνη.

Ο αερισμός του κτηρίου (ελεγχόμενος φυσικός, μηχανικός, μη ελεγχόμενος λόγω ύπαρξης χαραμάδων) είναι ένας βασικός παράγοντας που επιδρά στα φορτία θέρμανσης / ψύξης και κατά συνέπεια επηρεάζει την τελική ενεργειακή απόδοση του κτηρίου.

Σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα, στους υπολογισμούς των θερμικών και ψυκτικών φορτίων μιας θερμικής ζώνης (ή του συνόλου του κτηρίου) λαμβάνονται υπόψη τρεις τύποι αερισμού όπως:

- ο αερισμός μέσω χαραμάδων κουφωμάτων (διείσδυση αέρα),
- ο ελεγχόμενος φυσικός αερισμός από τη χρήση των κουφωμάτων,
- ο μηχανικός αερισμός, μέσω συστημάτων αερισμού - εξαερισμού - κλιματισμού.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., για τον αερισμό λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

α) Σε όλα τα κτήρια υπάρχει αερισμός λόγω αεροστεγανότητας του κτηρίου (διείσδυση αέρα από χαραμάδες κουφωμάτων κ.ά.) καθ’ όλο το 24-ώρο.

β) Φυσικός αερισμός εφαρμόζεται **μόνο** στα κτήρια κατοικίας, όπως και στο κτήριο αναφοράς κατοικίας. Σε περίπτωση που ένα κτήριο κατοικίας διαθέτει μηχανικό αερισμό, τότε λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς μόνο για το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο και όχι για το κτήριο αναφοράς, στο οποίο και σ' αυτήν την περίπτωση εφαρμόζεται φυσικός αερισμός. Όταν υπάρχει σύστημα μηχανικού αερισμού σε ένα κτήριο κατοικίας, τότε κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, ο φυσικός αερισμός μειώνεται κατά το ποσό του νωπού αέρα που προσάγεται από το σύστημα μηχανικού αερισμού.

γ) Μηχανικός αερισμός, με την έννοια που ορίστηκε παραπάνω, εφαρμόζεται σε όλα τα κτήρια του τριτογενούς τομέα. Το κτήριο αναφοράς διαθέτει τα ίδια συστήματα μηχανικού αερισμού με το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο, αλλά με συνολική παροχή νωπού αέρα ίση με τα απαιτούμενα επίπεδα που αναφέρονται στον πίνακα 2.3. αυτής της τεχνικής οδηγίας, με σύστημα ανάκτησης θερμότητας / ψύξης και τεχνικά χαρακτηριστικά όπως ορίζονται στην επόμενη παράγραφο.

Σε κτήρια του τριτογενούς τομέα, για κάθε ζώνη ξεχωριστά, άν το σύνολο της ποσότητας του νωπού αέρα από τις Κ.Κ.Μ. ή/και τα συστήματα αερισμού, διαφέρει από το καθοριζόμενο στον πίνακα 2.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, είναι όμως εντός των καθοριζομένων από τα ισχύοντα πρότυπα και κανονισμούς διαστασιολόγησης εγκαταστάσεων αερισμού ορίων, τεκμηριωμένα από σχετική συνοδευτική έκθεση/μελέτη, τότε στα σχετικά πεδία του λογισμικού θα εισαχθεί η τιμή παροχής που αντιστοιχεί στον πίνακα 2.3 με τα πραγματικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης. Κατά τη θεώρηση αυτή, η απομείωση ή προσαύξηση της παροχής νωπού αέρα γίνεται ομοιόμορφα (με το ίδιο ποσοστό) σε όλες τις Κ.Κ.Μ. και τα συστήματα μηχανικού αερισμού της θερμικής ζώνης.

Αντίθετα, αν η συνολική παροχή αέρα είναι ατεκμηρίωτα ή αντίθετα από τους ισχύοντες κανονισμούς και πρότυπα αερισμού διαφορετική από την καθοριζόμενη στον πίνακα 2.3, τότε :

α) αν είναι μικρότερη, στα αντίστοιχα πεδία του λογισμικού, θα δηλωθεί θεωρητική μονάδα αερισμού με παροχή την υπολειπόμενη μέχρι την καθοριζόμενη στον πίνακα 2.3 ποσότητα, μηδενική ανάκτηση (Q=0) και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά ίδια με αυτά του κτηρίου αναφοράς για την περίπτωση του μηχανικού αερισμού δηλαδή E_{vent} = 1,0kW/(m^3/s)

β) αν είναι μεγαλύτερη, στο σχετικό πεδίο του λογισμικού των υφισταμένων Κ.Κ.Μ. και μονάδων αερισμού, θα δηλωθεί το σύνολο της παροχής με τα χαρακτηριστικά της υφιστάμενης εγκατάστασης.

Επιπλέον, διευκρινίζεται πως η προαναφερόμενη περίπτωση (α) καλύπτει και την περίπτωση πλήρους απουσίας συστήματος μηχανικού αερισμού. Στην περίπτωση αυτή δηλαδή, δηλώνεται στο

λογισμικό η καθοριζόμενη από τον πίνακα 2.3 παροχή νωπού αέρα, με Q=0 και τα λοιπά στοιχεία ίδια με αυτά του Κ.Α. για την περίπτωση του μηχανικού αερισμού δηλαδή E_{vent} = 1,0kW/(m^3/s)

Ο μελετητής καταγράφει τα τεχνικά χαρακτηριστικά όλων των συστημάτων αερισμού του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης, όπως προκύπτουν από τις μελέτες των αντίστοιχων συστημάτων. Αντίστοιχα, ο ενεργειακός επιθεωρητής καταγράφει τα τεχνικά χαρακτηριστικά των συστημάτων αερισμού από το έντυπο τεχνικών συστημάτων κλιματισμού / ψύξης, για τα οποία κάνει ταυτοποίηση.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, στους υπολογισμούς για την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου, δεν λαμβάνονται υπόψη και δεν καταγράφονται τα συστήματα εφαρμογών αερισμού με ιδιαίτερες απαιτήσεις αερισμού, όπως ο τοπικός αερισμός μαγειρείων, αποθήκευσης ή συντήρησης τροφίμων, ειδικών ιατρικών χώρων κ.ά., τα οποία δεν χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των αναγκών νωπού αέρα για τους χρήστες των χώρων.

5.6.1. Ελάχιστες απαιτήσεις & προδιαγραφές κτηρίου αναφοράς

Σύμφωνα με το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ, εφαρμόζονται ελάχιστες προδιαγραφές για το σύστημα εξαερισμού ή μηχανικού αερισμού για τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια ως εξής:

- Οι απαιτήσεις για νωπό αέρα στα κτήρια του τριτογενή τομέα, θα καλύπτονται μέσω μηχανικού αερισμού (προσαγωγής νωπού, ή κεντρικής κλιματιστικής μονάδα διαχείρισης αέρα ΚΚΜ). Κάθε σύστημα μηχανικού αερισμού που εγκαθίσταται στο κτήριο με παροχή νωπού αέρα ≥ 60%, επιτυγχάνει ανάκτηση θερμότητας σε ποσοστό τουλάχιστον 68% για συστήματα με πτερυγιοφόρους σωλήνες και 73% για τα λοιπά συστήματα ανάκτησης.
- Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας) που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους των κτηρίων διαθέτουν θερμομόνωση με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού λ=0,040 W/(m.K) και πάχος θερμομόνωσης τουλάχιστον 40mm, ενώ για διέλευση σε εσωτερικούς χώρους το αντίστοιχο πάχος είναι 30mm.

Ειδικότερα, κάθε νέο σύστημα εξαερισμού ή μηχανικού αερισμού θα πρέπει είναι σύμφωνο με τους Ευρωπαϊκούς Κανονισμούς και τις κοινές ευρωπαϊκές ενεργειακές απαιτήσεις σχεδιασμού Ecodesign, όπως θεσπίζονται από τον κανονισμό (ΕΕ) αριθ. 1253/2014 για τις απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού μονάδων εξαερισμού ή μηχανικού αερισμού και τον κανονισμό (ΕΕ) αριθ. 1254/2014 για την σήμανση της κατανάλωσης ενέργειας των οικιακών μονάδων. Συγκεκριμένα είναι υποχρεωτική από το 2016 η ανάκτηση θερμότητας σε ποσοστό τουλάχιστον 63% ή 67% ανάλογα με το τύπο του εναλλάκτη και από το 2018 τουλάχιστον 68% ή 73% ανάλογα με το τύπο του εναλλάκτη. Επίσης θα πρέπει να διαθέτει υποχρεωτικά σύστημα παράκαμψης της παροχής αέρα (bypass), σύστημα μετάδοσης κίνησης είτε πολλαπλών ταχυτήτων είτε μεταβλητής ταχύτητας, και από το 2018 σύστημα ελέγχου και προειδοποίηση αλλαγής φίλτρων (για μονάδα αμφίδρομης ροής) με διάταξη παραγωγής οπτικών σημάτων ή με συναγερμό.

Το κτήριο αναφοράς διαθέτει τα ίδια συστήματα μηχανικού αερισμού με το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο, αλλά με παροχή νωπού αέρα ίση με τα απαιτούμενα επίπεδα που αναφέρονται στον πίνακα 2.3. αυτής της τεχνικής οδηγίας, με σύστημα ανάκτησης θερμότητας / ψύξης και με ισχύ ανεμιστήρων όπως ορίζεται ακολούθως. Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο έχει μεγαλύτερη παροχή νωπού αέρα (χωρίς τεκμηρίωση) από το κτήριο αναφοράς (πίνακας 2.3.), τότε η απομείωση της παροχής νωπού αέρα γίνεται ομοιόμορφα (κατά αναλογία του ποσοστού νωπού αέρα κάθε συστήματος), από όλα τα συστήματα μηχανικού αερισμού του κτηρίου αναφοράς.

Σύμφωνα με το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ, για το σύστημα εξαερισμού ή μηχανικού αερισμού του κτηρίου αναφοράς ισχύουν τα εξής:

- Για το κτήριο αναφοράς στις κατοικίες θεωρείται ότι εφαρμόζεται φυσικός αερισμός σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις, όπως καθορίζονται στην ενότητα 2.4.3. (πίνακας 2.3.) αυτής της τεχνικής οδηγίας.
- Για το κτήριο αναφοράς του τριτογενούς τομέα το σύστημα μηχανικού αερισμού έχει τα εξής χαρακτηριστικά:
  - Προσαγωγή ή/και απαγωγή νωπού αέρα σύμφωνα με την ενότητα 2.4.3. (πίνακας 2.3.) αυτής της τεχνικής οδηγίας.
  - Το σύστημα μηχανικού αερισμού διαθέτει εναλλάκτη ανάκτησης θερμότητας με συντελεστή ανάκτησης θερμότητας $\eta_R = 0,5$.
  - Η ειδική ηλεκτρική ισχύς των ανεμιστήρων εξαερισμού λαμβάνεται ίση με 1,0 kW/m³/s.

Σύμφωνα με το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ., για τις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (Κ.Κ.Μ.) του κτηρίου αναφοράς ισχύουν τα εξής:

- Για τις Κ.Κ.Μ του κτηρίου αναφοράς του τριτογενούς τομέα η ειδική ηλεκτρική ισχύς των ανεμιστήρων (προσαγωγής ή επιστροφής) λαμβάνεται ίση με 1,5 kW/(m^3/s). Σε ειδικές περιπτώσεις, κατά τις οποίες απαιτείται διάταξη ειδικών φίλτρων, ή/και υπάρχει σύστημα ύγρανσης, ή/και σύστημα ανάκτησης θερμότητας, η ειδική ηλεκτρική ισχύς των ανεμιστήρων για το κτήριο αναφοράς λαμβάνεται ίση με 2,5 kW/(m^3/s).
- Όλες οι Κ.Κ.Μ του κτηρίου αναφοράς του τριτογενούς τομέα με παροχή νωπού αέρα ≥ 60% επί της ονομαστικής παροχής τους διαθέτουν σύστημα ανάκτησης θερμότητας με εναλλάκτη θερμότητας και με συντελεστή ανάκτησης $\eta_R = 0,5$. Για παροχή νωπού αέρα <60% ο συντελεστής ανάκτησης είναι $\eta_R = 0$.
- Το σύστημα ύγρανσης αέρα του κτηρίου αναφοράς του τριτογενούς τομέα είναι ίδιο με εκείνο του εξεταζόμενου κτηρίου, ανεξάρτητα αν είναι ενσωματωμένο στην Κ.Κ.Μ ή αποτελεί αυτόνομο εξωτερικό σύστημα.

5.6.2. Μηχανικός αερισμός ή/και εξαερισμός

Μηχανικός αερισμός παροχής νωπού αέρα ή/και εξαερισμός είναι ένα σύστημα αερισμού που εφαρμόζεται συχνά σε κτήρια του τριτογενούς τομέα και κυρίως σε κτήρια με υψηλή πυκνότητα χρηστών (π.χ. σε χώρους συνάθροισης κοινού). Σε όλα τα νέα ή/και ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. θα πρέπει να υπάρχει σύστημα ανάκτησης θερμότητας μεταξύ του απορριπτόμενου στο εξωτερικό περιβάλλον αέρα και του προσαγόμενου νωπού αέρα.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου πρέπει να καθορίζονται από το σύστημα μηχανικού αερισμού ή/και εξαερισμού τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

- η παροχή νωπού αέρα [m3/h],
- η απαγωγή αέρα από τη θερμική ζώνη [m3/h],
- η ειδική ηλεκτρική ισχύς του ανεμιστήρα προσαγωγής αέρα [W/m3/s],
- η ειδική ηλεκτρική ισχύς του ανεμιστήρα απαγωγής αέρα [W/m3/s] και
- ο βαθμός απόδοσης του συστήματος ανάκτησης [%].

Η θερμοκρασία προσαγωγής του αέρα θεωρείται ίση με την εξωτερική θερμοκρασία της περιοχής, ενώ η θερμοκρασία απορριπτόμενου αέρα θεωρείται ίση με τη θερμοκρασία της θερμικής ζώνης, τόσο

για το υπό μελέτη/επιθεώρηση κτήριο όσο και για τον κτήριο αναφοράς. Για το κτήριο αναφοράς λαμβάνεται ότι η προσαγωγή νωπού αέρα είναι ίση με τις ελάχιστες απαιτήσεις αερισμού (πίνακας 2.3.) ανά χρήση κτηρίου ή θερμικής ζώνης.

5.6.3. Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες

Οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (Κ.Κ.Μ.), είναι συστήματα που εκτός από τη μερική ή ολική κάλυψη των απαιτούμενων επιπέδων αερισμού (πίνακας 2.3.), χρησιμοποιούνται και για την κάλυψη μερικών ή ολικών θερμικών / ψυκτικών φορτίων του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης. Σε περίπτωση που στο κλιματιζόμενο χώρο δεν υπάρχουν άλλες τερματικές μονάδες για τη θέρμανση / ψύξη των χώρων, τότε η Κ.Κ.Μ. καλύπτει όλα τα απαιτούμενα θερμικά ή και ψυκτικά φορτία (συστήματα με 100% αέρα). Σύμφωνα με την ευρωπαϊκή μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, για την κάλυψη των φορτίων από τις Κ.Κ.Μ. ισχύουν τα εξής:

- Οι Κ.Κ.Μ. καλύπτουν μόνο τα φορτία (θερμικά / ψυκτικά) του απαιτούμενου νωπού αέρα, όταν λειτουργούν σε ένα κτήριο παράλληλα με άλλες τερματικές μονάδες, οι οποίες καλύπτουν τα υπόλοιπα φορτία (θερμικά / ψυκτικά) από απώλειες κελύφους κ.τ.λ. Δηλαδή οι ΚΚΜ λειτουργούν σαν μονάδες προ-κλιματισμού.
- Οι Κ.Κ.Μ. καλύπτουν όλα τα απαιτούμενα θερμικά /ψυκτικά φορτία: από τον απαιτούμενο νωπό αέρα, απώλειες κτηριακού κελύφους κ.τ.λ.
- Σε περίπτωση κεντρικών κλιματιστικών μονάδων μεταβαλλόμενης παροχής αέρα ή δυνατότητας ρύθμισης της θερμοκρασίας προσαγόμενου αέρα, η μείωση της κατανάλωσης θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας κατά τους υπολογισμούς, λαμβάνεται υπόψη στον καθορισμό των διατάξεων αυτομάτου ελέγχου, όπως περιγράφεται στην παράγραφο 5.2.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά λειτουργίας των Κ.Κ.Μ. ταυτοποιούνται από τις προδιαγραφές του κατασκευαστή ή από μετρήσεις ή από το σύστημα ελέγχου BEMS, εάν υπάρχει. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου χρησιμοποιούνται τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά των Κ.Κ.Μ.:

- Η θερμοκρασία του προσαγόμενου αέρα για την περίοδο θέρμανσης, από την Κ.Κ.Μ. προς τον θερμαινόμενο χώρο. Κατά τη λειτουργία μιας κεντρικής μονάδας κλιματισμού στην πράξη, η θερμοκρασία προσαγωγής αέρα ρυθμίζεται τουλάχιστον 3°C πάνω από την επιθυμητή, ανάλογα με τα απαιτούμενα θερμικά φορτία του χώρου που πρέπει να καλυφθούν ή αν εφαρμόζεται προ-κλιματισμός στο θερμαινόμενο χώρο. Σύμφωνα όμως με τη μεθοδολογία των ευρωπαϊκών προτύπων, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου ως θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα από την Κ.Κ.Μ. θα πρέπει να λαμβάνεται η επιθυμητή θερμοκρασία χώρου για τη χειμερινή περίοδο. Στο υπό μελέτη/επιθεώρηση κτήριο, όπως και στο κτήριο αναφοράς, σε όλες τις περιπτώσεις (μονάδες κλιματισμού ή προ-κλιματισμού), η θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα από την Κ.Κ.Μ. λαμβάνεται ίση με την επιθυμητή θερμοκρασία θέρμανσης του χώρου. Η μεθοδολογία που προτείνουν τα ευρωπαϊκά πρότυπα, υπολογίζει ανάλογα την περίπτωση (προ-κλιματισμού ή κλιματισμού) την κατάλληλη σταθμισμένη θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα, με βάση την επιθυμητή που καθορίζεται από τον μελετητή/επιθεωρητή, θεωρώντας ότι έχει γίνει σωστή διαστασιολόγηση των κεντρικών μονάδων κλιματισμού. Στην περίπτωση που οι κεντρικές μονάδες κλιματισμού ή προ-κλιματισμού, έχουν σχεδιαστεί χωρίς να διαθέτουν διατάξεις αυτομάτου ελέγχου, τότε η κατανάλωση θερμικής ενέργειας αυξάνεται, βάσει των συντελεστών που ορίζονται στην παράγραφο 5.2.

- Η θερμοκρασία του προσαγόμενου αέρα για την περίοδο ψύξης, από την Κ.Κ.Μ. προς τον ψυχόμενο χώρο. Κατά τη λειτουργία μιας κεντρικής μονάδας κλιματισμού στην πράξη, η θερμοκρασία προσαγωγής αέρα ρυθμίζεται τουλάχιστον 3°C κάτω από την επιθυμητή, ανάλογα με τα απαιτούμενα ψυκτικά φορτία του χώρου που πρέπει να καλυφθούν ή αν εφαρμόζεται προ-κλιματισμός στο ψυχόμενο χώρο. Σύμφωνα όμως με τη μεθοδολογία των ευρωπαϊκών προτύπων, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου ως θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα από την Κ.Κ.Μ. θα πρέπει να λαμβάνεται η επιθυμητή θερμοκρασία χώρου για τη θερινή περίοδο. Στο υπό μελέτη/επιθεώρηση κτήριο, όπως και στο κτήριο αναφοράς, σε όλες τις περιπτώσεις (μονάδες κλιματισμού ή προ-κλιματισμού), η θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα από την Κ.Κ.Μ. λαμβάνεται ίση με την επιθυμητή θερμοκρασία ψύξης του χώρου. Η μεθοδολογία που προτείνουν τα ευρωπαϊκά πρότυπα, υπολογίζει ανάλογα την περίπτωση (προ-κλιματισμού ή κλιματισμού) την κατάλληλη σταθμισμένη θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα, με βάση την επιθυμητή που καθορίζεται από τον μελετητή/επιθεωρητή, θεωρώντας ότι έχει γίνει σωστή διαστασιολόγηση των κεντρικών μονάδων κλιματισμού. Στην περίπτωση που οι κεντρικές μονάδες κλιματισμού ή προ-κλιματισμού, έχουν σχεδιαστεί χωρίς να διαθέτουν διατάξεις αυτομάτου ελέγχου, τότε η κατανάλωση ψυκτικής ενέργειας αυξάνεται, βάσει των συντελεστών που ορίζονται στην παράγραφο 5.2.
- Η παροχή κλιματιζόμενου αέρα από την Κ.Κ.Μ. στον κλιματιζόμενο χώρο σε (m^3/sec), για την χειμερινή ή/και για τη θερινή περίοδο. Για τους υπολογισμούς λαμβάνεται η παροχή που καταγράφεται στην επιθεώρηση ή αναφέρεται στις προδιαγραφές λειτουργίας της Κ.Κ.Μ. Το κτήριο αναφοράς ως παροχή κλιματιζόμενου αέρα λαμβάνει τις ελάχιστες απαιτήσεις της παραγράφου 2 (πίνακας 2.3.) για τον σύνολο των ΚΚΜ.
- Το ποσοστό νωπού αέρα που προσάγει η Κ.Κ.Μ. ή/και το ποσοστό ανακυκλοφορίας, για τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο. Για τους υπολογισμούς λαμβάνεται το ποσοστό ανακυκλοφορίας που καταγράφεται στην επιθεώρηση ή αναφέρεται στις προδιαγραφές λειτουργίας της Κ.Κ.Μ. Το κτήριο αναφοράς ως παροχή κλιματιζόμενου αέρα λαμβάνει τις ελάχιστες απαιτήσεις της παραγράφου 2 (πίνακας 2.3.) για τον σύνολο των ΚΚΜ.
- Ο βαθμός απόδοσης του εναλλάκτη θερμότητας που διαθέτει η Κ.Κ.Μ. Στην περίπτωση ανάκτησης θερμότητας από τον απορριπτόμενο αέρα εκτιμάται ο τύπος και η απόδοση του εναλλάκτη θερμότητας αέρος - αέρος. Ενδεικτική τιμή 50 - 70%. Για το κτήριο αναφοράς ο βαθμός απόδοσης εναλλάκτη είναι 50%. Το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15241 λαμβάνει υπόψη την ανάκτηση θερμότητας μόνο στην περίπτωση που δεν υπάρχει ανακυκλοφορία αέρα, δηλαδή όταν το ποσοστό νωπού αέρα είναι 100%. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων στην περίπτωση που γίνεται ανάκτηση θερμότητας με μερική ανακυκλοφορία του αέρα, η οποία είναι η συνήθης κατάσταση λειτουργίας των Κ.Κ.Μ., γίνεται χρήση ενός λειτουργικού συντελεστή ανάκτησης θερμότητας (n_{he_total}) που υπολογίζεται ανάλογα με το ποσοστό ανακυκλοφορίας του αέρα απαγωγής R και το βαθμό απόδοσης (συντελεστής ανάκτησης θερμότητας) του εναλλάκτη n_{he}, σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$n_{he_total} = R + n_{he}(1 - R) \qquad [4.14.]$$

- Η ειδική υγρασία του αέρα που προσάγεται στο χώρο από την Κ.Κ.Μ. Η ειδική υγρασία υπολογίζεται από το ψυχρομετρικό διάγραμμα με βάση την επιθυμητή σχετική υγρασία και τη θερμοκρασία θέρμανσης του χώρου και αναφέρεται στη μελέτη σχεδιασμού της μονάδας. Σε

περίπτωση μη ύπαρξης μελέτης, η ειδική υγρασία του προσαγόμενου αέρα από την Κ.Κ.Μ. προς το χώρο λαμβάνεται για τους υπολογισμούς ίση με 7 (g/kg).

- Η απόδοση του συστήματος ανάκτησης υγρασίας στην Κ.Κ.Μ., εάν είναι διαθέσιμο. Σε περίπτωση μη ανάκτησης υγρασίας η απόδοση του συστήματος ανάκτησης υγρασίας λαμβάνει την τιμή 0.
- Η ειδική ηλεκτρική ισχύς του ανεμιστήρα σε $kW/m^3/s$, δηλαδή η ηλεκτρική ισχύς ανά μονάδα παρεχόμενου αέρα. Ενδεικτικές τιμές 0,5 -2,5 $kW/m^3/s$ για απλές Κ.Κ.Μ. και 2,5-6,5 $kW/m^3/s$ για σύνθετα συστήματα Κ.Κ.Μ., με εναλλάκτες και πολυβάθμια φίλτρα (π.χ. για χώρους νοσοκομείων).
- Η αύξηση θερμοκρασίας αέρα (ΔΤ) λόγω ανεμιστήρα ή/και φίλτρων σε Κ. Είναι η αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα, λόγω της ροής του μέσω του ανεμιστήρα ή των φίλτρων και εξαρτάται από τη θέση του κινητήρα μέσα στην ροή του αέρα. Για τους υπολογισμούς καθορίζεται η αύξηση της θερμοκρασία ΔΤ = 1 Κ.
- Ο χρόνος λειτουργίας της Κ.Κ.Μ. για κάθε περίοδο λειτουργίας: θέρμανσης ή/και ψύξης, ο οποίος λαμβάνεται ίσος με τον χρόνο λειτουργίας του κτηρίου.

5.7. ΣΎΣΤΗΜΑ ΥΓΡΑΝΣΗΣ

Οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες διαχείρισης αέρα μπορεί να διαθέτουν τοπικό ή κεντρικό σύστημα ύγρανσης προσαγόμενου αέρα (σε λειτουργία θέρμανσης). Όταν υπάρχει σύστημα ύγρανσης σε μια Κ.Κ.Μ. του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης, τότε συνυπολογίζεται το απαιτούμενο φορτίο για την παραγωγή και παροχή υγρασίας (νερό ή/και ατμός) στην Κ.Κ.Μ. Το απαιτούμενο φορτίο για την ύγρανση του προσαγόμενου αέρα από την Κ.Κ.Μ. καλύπτεται από αντίστοιχο κεντρικό ή τοπικό σύστημα. Τα στοιχεία του συστήματος παραγωγής και παροχής υγρασίας που χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς είναι τα εξής:

- Το είδος του συστήματος παραγωγής και παροχής υγρασίας: ατμολέβητας κεντρικής παροχής, τοπικό σύστημα παροχής νερού (ψεκασμού) ή παραγωγής ατμού μέσω ηλεκτρικής αντίστασης κ.ά.
- Η απόδοση της μονάδας παραγωγής ατμού. Για κεντρικές μονάδες ατμού λαμβάνονται υπόψη όσα ορίζονται και στις μονάδες παραγωγής θερμότητας στην ενότητα 4.1.2 Για το κτήριο αναφοράς λαμβάνεται από τον πίνακα 4.1. Για τοπικές μονάδες παραγωγής ατμού ή ψεκασμού, ο βαθμός απόδοσης παραγωγής λαμβάνεται μονάδα (1), τόσο για το υπό μελέτη κτήριο όσο και για το κτήριο αναφοράς.
- Ο χρόνος λειτουργίας της μονάδας παραγωγής και παροχής ύγρανσης στην Κ.Κ.Μ. λαμβάνεται ίσος με το χρόνο λειτουργίας του κτηρίου κατά την περίοδο θέρμανσης και ψύξης.
- Οι απώλειες διανομής, εάν πρόκειται για κεντρική μονάδα παραγωγής ατμού. Οι απώλειες διανομής τόσο για το εξεταζόμενο κτήριο, όσο και για το κτήριο αναφοράς προσδιορίζονται σύμφωνα με την παράγραφο 4.3.4 και όπως αναφέρονται στον πίνακα 4.11 για υψηλές θερμοκρασίες μέσου. Σε περίπτωση περισσοτέρων της μιας μονάδας παραγωγής ατμού, οι απώλειες του δικτύου διανομής λαμβάνονται για την συνολική ισχύ των μονάδων παραγωγής. Οι απώλειες διανομής για τοπικά συστήματα θεωρούνται αμελητέες και λαμβάνονται μηδενικές.
- Οι απώλειες εκπομπής (π.χ. από την μονάδα αποθήκευσης ατμού ή ζεστού νερού) για ύγρανση θεωρούνται αμελητέες τόσο στο υπό εξέταση κτήριο, όσο και στο κτήριο αναφοράς.

Το σύστημα ύγρανσης προσαγόμενου νωπού αέρα του κτηρίου αναφοράς είναι ίδιο με του υπό εξέταση κτηρίου. Σε περίπτωση που στο υπό εξέταση κτήριο δεν απαιτείται η εφαρμογή συστήματος ύγρανσης προσαγόμενου νωπού αέρα, τότε και το κτήριο αναφοράς δεν διαθέτει σύστημα.

5.8. ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΖΕΣΤΟΎ ΝΕΡΟΎ ΧΡΉΣΗΣ

Ο αρχικός σχεδιασμός του συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να προβλέπεται η κάλυψη των μερικών φορτίων (π.χ. κατά τη θερινή περίοδο) ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου, το ωράριο λειτουργίας και την διακύμανση της ζήτησης Ζ.Ν.Χ. του κτηρίου χωρίς σπατάλη ενέργειας. Σε μεγάλα κτήρια με κεντρικά τεχνικά συστήματα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. και μεγάλα ονομαστικά φορτία Ζ.Ν.Χ., η χρήση πολυβάθμιων λεβήτων και εποχιακά μεταβλητής αποθήκευσης Ζ.Ν.Χ., συμβάλλουν προς την κατεύθυνση της βελτιστοποίησης της λειτουργίας της εγκατάστασης Ζ.Ν.Χ. και κατά συνέπεια της εξοικονόμησης ενέργειας. Επισημαίνεται ότι η παροχή Ζ.Ν.Χ. πρέπει να προβλέπεται για όλα τα σημεία του κτηρίου που υπάρχει απαίτηση για Ζ.Ν.Χ., ακόμη και στα σημεία εγκατάστασης πλυντηρίων ή άλλων συσκευών που καταναλώνουν κατά τη λειτουργία τους Ζ.Ν.Χ.

Για κάθε τεχνικό σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. που χρησιμοποιείται σε ένα κτήριο ή σε μια θερμική ζώνη πρέπει να προσδιορίζονται τα απαραίτητα τεχνικά χαρακτηριστικά που εισάγονται ως δεδομένα για τους υπολογισμούς της τελικής κατανάλωσης ενέργειας για Ζ.Ν.Χ. Οι παράμετροι που πρέπει να καθοριστούν για την εγκατάσταση Ζ.Ν.Χ. είναι η απόδοση των μονάδων παραγωγής Ζ.Ν.Χ., οι απώλειες των δικτύων διανομής Ζ.Ν.Χ. και των τερματικών μονάδων (π.χ. θερμαντήρων με εναλλάκτες θερμότητας ή ηλεκτρικών αντιστάσεων κ.ά.). Στις περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται τοπικές συσκευές άμεσης παραγωγής Ζ.Ν.Χ. (π.χ. θερμαντήρες ροής, ταχυθερμοσίφωνες), οι απώλειες δικτύων διανομής και τερματικών μονάδων στους ενεργειακούς υπολογισμούς λαμβάνονται ως μηδενικές.

Στις περιπτώσεις κτηρίων με μεγάλες απαιτήσεις σε Ζ.Ν.Χ., η παραγωγή θερμότητας για Ζ.Ν.Χ. συνιστάται να γίνεται μέσω κεντρικών μονάδων θέρμανσης, με χρήση πετρελαίου ή αερίου, με παράλληλη χρήση ηλιακών συλλεκτών και εφεδρική ηλεκτρική αντίσταση. Γι' αυτή τη διάταξη απαιτείται εγκατάσταση θερμαντήρα (boiler) διπλής ή τριπλής ενέργειας. Οι θερμαντήρες του Ζ.Ν.Χ. μπορεί να είναι κεντρικοί (στο λεβητοστάσιο) ή κοντά στις τελικές χρήσεις, π.χ. δωμάτιο ξενοδοχείου, κατοικία, διαμέρισμα κ.τ.λ.

Στις μονοκατοικίες ο σχεδιασμός απλοποιείται αφού υπάρχει μόνον ένας τελικός χρήστης και μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί ένα συνδυασμένο σύστημα θερμαντήρα διπλής ή τριπλής ενέργειας. Για κτήρια πολυκατοικιών ο πιο αποδοτικός σχεδιασμός είναι η εγκατάσταση ενός κεντρικού λέβητα, ο οποίος θα τροφοδοτεί με Ζ.Ν.Χ. τους θερμαντήρες διπλής ή τριπλής ενέργειας των επί μέρους διαμερισμάτων με σύγχρονη καταγραφή (μέτρηση) της κατανάλωσης του Ζ.Ν.Χ. που αναλίσκεται σε κάθε θερμαντήρα με δυνατότητα επιλεκτικής λειτουργίας για κάθε διαμέρισμα. Ο λέβητας μπορεί να είναι κοινός και για τη θέρμανση με ξεχωριστή καταγραφή (μέτρηση) των θερμικού φορτίου, το οποίον απορροφά κάθε διαμέρισμα για τη θέρμανση χώρου. Σε περίπτωση μη διαθέσιμου Ζ.Ν.Χ. από το λέβητα ή από τον ηλιακό συλλέκτη, ο χρήστης μπορεί να καλύψει τις ανάγκες του μέσω της ηλεκτρικής αντίστασης του ατομικού θερμαντήρα.

Στο μεγαλύτερο ποσοστό ελληνικών κατοικιών για την παραγωγής Ζ.Ν.Χ. χρησιμοποιούνται κατά το πλείστον ηλεκτρικοί και ηλιακοί θερμοσίφωνες (θερμαντήρες με ή χωρίς εγκατάσταση ηλιακού συλλέκτη), καταναλώνοντας ηλεκτρική ενέργεια, γεγονός που συνεπάγεται μεγάλη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και αντίστοιχα μεγάλη έκλυση ρύπων.

Αρκετά κτήρια, και κυρίως του τριτογενούς τομέα, στα οποία υπάρχει μεγάλη απαίτηση για ζεστό νερό χρήσης (νοσοκομεία, ξενοδοχεία κ.ά.), διαθέτουν κεντρικές μονάδες παραγωγής Ζ.Ν.Χ., που συνίσταται από λέβητες πετρελαίου ή αερίου και συστοιχίες ηλιακών συλλεκτών κ.ά. Σπανιότερα (κοντά σε μονάδες ηλεκτροπαραγωγής της Δ.Ε.Η.), συναντώνται στα ελληνικά κτήρια μονάδες τηλεθέρμανσης για Ζ.Ν.Χ. ή/και μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας / ψύξης - Σ.Η.Θ., κυρίως σε κτήρια του τριτογενούς τομέα.

5.8.1. Ελάχιστες απαιτήσεις & προδιαγραφές κτηρίου αναφοράς

Σε όλα τα νέα ή ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. είναι υποχρεωτική η κάλυψη σημαντικού μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα. Το ελάχιστο ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση καθορίζεται σε 60% της συνολικής κατανάλωσης ΖΝΧ.

Αυτή η υποχρέωση δεν ισχύει όταν οι ανάγκες σε ΖΝΧ καλύπτονται από άλλα συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ΑΠΕ, ΣΗΘ, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και από αντλίες θερμότητας που προσφέρουν σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό θερμικής ενέργειας από αυτό που καταναλώνουν για τη λειτουργία τους. Στις εν λόγω αντλίες θερμότητας ο εποχιακός βαθμός απόδοσης (SPF) πρέπει να είναι μεγαλύτερος από (1,15x1/η), όπου "η" είναι ο λόγος της συνολικής ακαθάριστης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προς την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία 2009/28/ ΕΚ, και σε κάθε περίπτωση μεγαλύτερος από 3,3.

Ειδικά στις παρακάτω περιπτώσεις των συστημάτων:

- θερμαντήρα ΖΝΧ αντλίας θερμότητας μέχρι 70 kW,
- θερμαντήρα συνδυαστικής λειτουργίας θέρμανση και ΖΝΧ αντλίας θερμότητας μέχρι 70 kW,
- συγκρότημα παραγωγής ΖΝΧ με πρωτεύοντα θερμαντήρα αντλίας θερμότητας μέχρι 70 kW,
- συνδυαστικό συγκρότημα θέρμανσης και ΖΝΧ με πρωτεύοντα θερμαντήρα αντλία θερμότητας μέχρι 70 kW,

δεν ισχύει αυτή η υποχρέωση αν η ενεργειακή απόδοση θέρμανσης ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ) είναι μεγαλύτερη ή ίση του 100% στις θερμότερες κλιματικές συνθήκες (κλιματική ζώνη Αθήνας), σύμφωνα με τον κανονισμό ενεργειακής επισήμανσης.

Όλοι οι θερμαντήρες μέχρι 400 kW (λέβητες, αντλίες θερμότητας, μονάδες συμπαραγωγής), οι ταμιευτήρες και οι κυκλοφορητές που εγκαθίστανται πρέπει να έχουν CE σύμφωνα με τον κανονισμό οικολογικού σχεδιασμού και ενεργειακή σήμανση (θερμαντήρες έως 70 kW, ταμιευτήρες έως 500 λίτρα) σύμφωνα με τον κανονισμό ενεργειακής επισήμανσης. Οι ηλιακοί συλλέκτες και οι ελεγκτές πρέπει να συνοδεύονται από δελτίο προϊόντος, το οποίο προβλέπεται από τον κανονισμό ενεργειακής επισήμανσης.

Το υπό μελέτη νέο ή ριζικώς ανακαινιζόμενο κτήριο θα πρέπει να πληροί τις πιο πάνω απαιτήσεις, ενώ σε περίπτωση αδυναμίας εγκατάστασης των ηλιακών συστημάτων (π.χ. ανεπάρκεια διαθέσιμης επιφάνειας εγκατάστασης, ή πλήρης σκιασμός οροφής) θα πρέπει να τεκμηριώνεται.

5.8.1.1. Σύστημα ζεστού νερού χρήσης για το κτήριο αναφοράς

Τα γενικά χαρακτηριστικά του συστήματος ζεστού νερού χρήσης για το κτήριο αναφοράς, όπως ορίζονται το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ., είναι τα εξής:

- Το κτήριο αναφοράς καλύπτει τις ανάγκες για Ζ.Ν.Χ. μέσω του κεντρικού λέβητα θέρμανσης χώρων ή ξεχωριστού συστήματος λέβητα (πετρελαίου ή τηλεθέρμανσης), με παράλληλη χρήση ηλιακών συλλεκτών και ηλεκτρικής αντίστασης για εφεδρεία.
- Το ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση για το κτήριο αναφοράς, λαμβάνεται 15% επί των αναγκών για Ζ.Ν.Χ.
- Ο κεντρικός λέβητας παραγωγής Ζ.Ν.Χ. είναι πιστοποιημένος με βαθμό θερμικής απόδοσης όπως καθορίζεται στον πίνακα 4.1. αυτής της τεχνικής οδηγίας.
- Τα δίκτυα διανομής Ζ.Ν.Χ. διαθέτουν θερμομόνωση σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις που αναφέρονται στον πίνακα 4.7. αυτής της τεχνικής οδηγίας.
- Στο κτήριο αναφοράς εφαρμόζεται η χρήση τοπικών συστημάτων μόνο σε κτήρια με περιορισμένη κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. μικρότερη ή ίση από 10 [ℓ/άτομο/ημέρα]. Σ' αυτές τις περιπτώσεις η παραγωγή Ζ.Ν.Χ. γίνεται τοπικά με ηλεκτρικό θερμοσίφωνα με συνολικό μήκος σωλήνων έως 6 m.
- Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο δεν διαθέτει σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. ή διαθέτει σύστημα το οποίο καλύπτει τμήμα του απαιτούμενου θερμικού φορτίου για Ζ.Ν.Χ., τότε για το κτήριο αναφοράς (για το σύνολο ή για το ακάλυπτο τμήμα του απαιτούμενου θερμικού φορτίου) και μόνο για τις χρήσεις με μεγάλες καταναλώσεις, θεωρείται ότι η παραγωγή γίνεται με λέβητα πετρελαίου (βαθμού απόδοσης 0.85), δίκτυο διανομής θερμού μέσου χωρίς ανακυκλοφορία, το οποίο διέρχεται από εσωτερικούς χώρους του κτιρίου, με βαθμό απόδοσης ανάλογα με την ημερήσια κατανάλωση ΖΝΧ (Πίνακας 4.16), σύστημα αποθήκευσης με βαθμό απόδοσης 0.93 και βοηθητικές μονάδες με ειδική ισχύ 0 W/m2 για κατοικίες και 0.1 W/m2 για τριτογενή τομέα.
- Στην περίπτωση κτιρίων του τριτογενή τομέα με περιορισμένη κατανάλωση ΖΝΧ μικρότερη ή ίση από 10 ℓ/άτομο/ημέρα, τότε το σύστημα ΖΝΧ για το κτήριο αναφοράς είναι τοπικοί ηλεκτρικοί θερμαντήρες (βαθμός απόδοσης 1), διανομή (βαθμός απόδοσης 1), αποθήκευση (βαθμός απόδοσης 0.98) και βοηθητικές μονάδες (ειδική ισχύς 0 W/m2).

Σε όλα τα νέα κτίρια ή κτιριακές μονάδες είναι υποχρεωτική η κάλυψη μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα. Το ελάχιστο ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση καθορίζεται σε 60%. Στα υφιστάμενα κτίρια ή κτιριακές μονάδες που ανακαινίζονται ριζικά, η ως άνω υποχρέωση ισχύει στο βαθμό που αυτό είναι τεχνικά, λειτουργικά και οικονομικά εφικτό. Η υποχρέωση αυτή δεν ισχύει: - όταν οι ανάγκες σε ΖΝΧ καλύπτονται από άλλα συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ΑΠΕ, ΣΗΘ, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και από αντλίες θερμότητας που προσφέρουν σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό θερμικής ενέργειας από αυτό που καταναλώνουν για τη λειτουργία τους.

Στις εν λόγω αντλίες θερμότητας ο εποχιακός βαθμός απόδοσης (SPF) πρέπει να είναι μεγαλύτερος από (1,15x1/η), όπου "η" είναι ο λόγος της συνολικής ακαθάριστης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προς την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία 2009/28/ΕΚ, και σε κάθε περίπτωση μεγαλύτερος από 3,3. - για κατηγορίες χρήσεων κτιρίων χαμηλής ζήτησης σε ΖΝΧ, σύμφωνα με τα οριζόμενα στο

πρότυπο ΕΛΟΤ EN/15316-3.1.2008, όπως ισχύει κάθε φορά. Σε περίπτωση μεγάλου κυκλώματος με επανακυκλοφορία του ΖΝΧ εφαρμόζεται κυκλοφορία με σταθερό Δp και κυκλοφορητή με ρύθμιση στροφών βάσει της ζήτησης σε ΖΝΧ.

5.8.2. Απόδοση μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης

Για κάθε μονάδα (τοπική ή κεντρική) παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ) καθορίζεται η ονομαστική ισχύς και η θερμική απόδοση σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κατασκευαστή. Η πραγματική όμως θερμική απόδοση λειτουργίας μονάδας παραγωγής Ζ.Ν.Χ. διαφοροποιείται και εξαρτάται από την εποχή (ανάλογα με την κλιματική ζώνη), από τα απαιτούμενα φορτία Ζ.Ν.Χ., από τις διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου, από τη σωστή διαστασιολόγηση του συστήματος κ.ά. Για τους υπολογισμούς της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας για παραγωγή Ζ.Ν.Χ. απαιτείται να προσδιοριστεί ο μέσος βαθμός θερμικής απόδοσης της μονάδας παραγωγής Ζ.Ν.Χ.

Η θερμική ισχύς P_n, ενός τοπικού θερμαντήρα παραγωγής Ζ.Ν.Χ., συνήθως υπολογίζεται για μέσο χρόνο απόδοσης της συνολικής ημερήσια θερμικής ενέργειας σε 5 ώρες, όπως δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$P_n = \frac{Q_d}{5} \qquad [4.15.]$$

Για μονάδες με λέβητα/ες και κεντρικό δίκτυο διανομής θερμού νερού για την τροφοδότηση τοπικών θερμαντήρων Ζ.Ν.Χ., στην πιο πάνω σχέση λαμβάνεται για τον υπολογισμό της ονομαστικής θερμικής ισχύος προσαύξηση 20% (για την επιτάχυνση ενάρξεως λειτουργίας, την κάλυψη των θερμικών απωλειών του δικτύου διανομής κ.α.). Το ημερήσιο απαιτούμενο θερμικό φορτίο Q_d σε (kWh/day) για Ζ.Ν.Χ. δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$Q_d = V_d \cdot \frac{c}{3600} \rho \cdot \Delta T \qquad [4.16.]$$

όπου: V_d [ℓ /ημέρα] το ημερήσιο φορτίο,

ρ [kg/ ℓ] η πυκνότητα του νερού, ρ = 1 kg/ ℓ,

c [kJ/(kg.K)] η ειδική θερμότητα, c = 4,18 kJ/(kg.K)

ΔT [K] ή [°C] θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ της χαμηλότερης θερμοκρασίας του νερού δικτύου (πίνακας 2.6.) και της θερμοκρασίας του Ζ.Ν.Χ. (45°C).

Η χωρητικότητα του θερμαντήρα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. V_{store}, δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$V_{store} = \frac{V_d}{5} \qquad [4.17.]$$

Στην περίπτωση θερμαντήρων αποθήκευσης Ζ.Ν.Χ. η χωρητικότητα τους διαμορφώνεται ανάλογα με το σχεδιασμό και το είδος της εγκατάστασης. Για ηλιοθερμικά τεχνικά συστήματα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. μια τυπική τιμή για την χωρητικότητα των θερμαντήρων κυμαίνεται περίπου στα 75 λίτρα για κάθε m^2 επιφάνειας ηλιακού συλλέκτη.

Η θερμική ισχύς P_n, μιας τοπικής ή κεντρικής μονάδας παραγωγής Ζ.Ν.Χ. καθώς και η αντίστοιχη χωρητικότητα του θερμαντήρα αποθήκευσης V_{store}, μπορούν να υπολογιστούν ανάλογα τις ιδιαίτερες ανάγκες ενός κτηρίου χωρίς την εφαρμογή των πιο πάνω σχέσεων 4.15. και 4.17., αλλά σε κάθε περίπτωση τα μεγέθη αυτά είναι αλληλένδετα.

Εκτός από το μέσο βαθμό απόδοσης της μονάδας παραγωγής Z.N.X. σημαντική είναι και η επίδραση των διατάξεων αυτομάτου ελέγχου λειτουργίας της μονάδας. Εάν το κεντρικό σύστημα παραγωγής Z.N.X. ελέγχεται από κεντρικό σύστημα διαχείρισης ενέργειας (BEMS), τότε εκτιμάται και ένας συντελεστής μείωσης της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας για Z.N.X., όπως ορίζεται στην παράγραφο 5.2. αυτής της τεχνικής οδηγίας. Αντίστοιχα, το ίδιο γίνεται και για κάθε άλλη τοπική διάταξη αυτόματου ελέγχου των επί μέρους συστημάτων παραγωγής Z.N.X., όπου και καθορίζεται ο αντίστοιχος συντελεστής μείωσης κατανάλωσης ενέργειας.

Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο δεν διαθέτει σύστημα παραγωγής Z.N.X., θεωρείται ότι διαθέτει τοπική μονάδα παραγωγής Z.N.X (ηλεκτρικό θερμοσίφωνα) με συντελεστή απόδοσης ίσο με την μονάδα (1), τοπικό δίκτυο διανομής χωρίς ανακυκλοφορία με βαθμό απόδοσης 1 και βαθμό απόδοσης συστήματος αποθήκευσης 0,98 και ισχύ βοηθητικών μονάδων 0 W/m2.

Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο διαθέτει σύστημα παραγωγής Z.N.X., το οποίο καλύπτει τμήμα του απαιτούμενου θερμικού φορτίου Z.N.X., θεωρείται ότι το υπόλοιπο τμήμα του θερμικού φορτίου για Z.N.X. διαθέτει τοπική μονάδα παραγωγής Z.N.X (ηλεκτρικό θερμοσίφωνα) με συντελεστή απόδοσης ίσο με την μονάδα (1), τοπικό δίκτυο διανομής χωρίς ανακυκλοφορία με βαθμό απόδοσης 1 και βαθμό απόδοσης συστήματος αποθήκευσης 0,98 και ισχύ βοηθητικών μονάδων 0 W/m2.

5.8.2.1. <u>Βαθμός απόδοσης μονάδων λέβητα-καυστήρα για ζεστό νερό χρήσης</u>

Ο μελετητής χρησιμοποιεί την ονομαστική ισχύ του λέβητα -καυστήρα που αναφέρεται στη σχετική μελέτη. Για τις υφιστάμενες μονάδες παραγωγής Z.N.X. λέβητα -καυστήρα ο πραγματικός βαθμός απόδοσης και η πραγματική θερμική ισχύς προσδιορίζονται είτε από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του λέβητα εφόσον διαθέτει Ενεργειακή Σήμανση είτε κατά την ανάλυση καυσαερίων, η οποία είναι υποχρεωτική σύμφωνα με την Κ.Υ.Α 189533/07-11-2011 «Ρύθμιση θεμάτων σχετικών με τη λειτουργία των σταθερών εστιών καύσης για τη θέρμανση κτιρίων και νερού» (ΦΕΚ Β’ 2654) και αναγράφονται στο φύλλο συντήρησης και ρύθμισης του συστήματος θέρμανσης. Ο μελετητής ή ο επιθεωρητής λαμβάνει υπόψη του για τους υπολογισμούς τον εποχιακό βαθμό απόδοσης του λέβητα όπως περιγράφεται στην παράγραφο 4.1.2.1.Στη περίπτωση που δεν υπάρχει ενεργειακή σήμανση ο πραγματικός βαθμός απόδοσης του λέβητα ($n_{gm)}$ λαμβάνεται από το φύλλο συστήρησης.

Το κτήριο αναφοράς για τους υπολογισμούς λαμβάνει την τιμή θερμικής απόδοσης ανάλογα τη θερμική ισχύ του από τον πίνακα 4.1.

5.8.2.2. <u>Βαθμός απόδοσης μονάδων τηλεθέρμανσης</u>

Για τις κεντρικές μονάδες τηλεθέρμανσης, που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή Z.N.X., η απόδοσή τόσο του υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου, όσο και του κτηρίου αναφοράς λαμβάνεται ίση με την ονομαστική απόδοση των εναλλακτών θερμότητας που χρησιμοποιούνται. Σε περίπτωση σημαντικής - εμφανούς κακοσυντήρησης (π.χ. ύπαρξη διαρροών) του εναλλάκτη θερμότητας, η τελική απόδοση θερμικής ενέργειας του εναλλάκτη λαμβάνεται μειωμένη κατά 10%. Οι απώλειες του δικτύου από το σημείο παραγωγής (π.χ. μονάδα ηλεκτροπαραγωγής) μέχρι και τον εναλλάκτη δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς, καθώς δεν αφορούν τις κτηριακές εγκαταστάσεις.

5.8.2.3. <u>Βαθμός απόδοσης μονάδων από Συμπαραγωγή</u>

Για τις μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού & θερμότητας, που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή Z.N.X. η θερμική απόδοσή των εναλλακτών θερμότητας τού υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου λαμβάνεται ίση με την ονομαστική απόδοση των εναλλακτών θερμότητας που

χρησιμοποιούνται. Σε περίπτωση σημαντικών βλαβών ή διαρροών στον εναλλάκτη θερμότητας, η τελική απόδοση θερμικής ενέργειας για Ζ.Ν.Χ. του εναλλάκτη λαμβάνεται μειωμένη κατά 10%.

Οι απώλειες του δικτύου από το σημείο παραγωγής (π.χ. μονάδα Σ.Η.Θ.) μέχρι και τον εναλλάκτη δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς, καθώς δεν αφορούν στις κτηριακές εγκαταστάσεις.

5.8.2.4. Βαθμός απόδοσης λοιπών μονάδων παραγωγής ζεστού νερού χρήσης

Για τις τοπικές μονάδες παραγωγής Ζ.Ν.Χ. (μονάδες ροής), π.χ. επίτοιχος λέβητας αερίου, ο βαθμός απόδοσης λαμβάνεται ίσος με το βαθμό απόδοσης που δίνουν οι προδιαγραφές του κατασκευαστή και βάσει της πιστοποίησης του. Για τους τοπικούς λέβητες δεν λαμβάνονται υπόψη οι συντελεστές για υπερδιαστασιολόγηση. Τυπική τιμή συντελεστή απόδοσης για μονάδες με λειτουργία σε ατμοσφαιρική πίεση είναι η 0,85.

Για τις τοπικούς ηλεκτρικούς θερμαντήρες (θερμοσίφωνες) παραγωγής Ζ.Ν.Χ. (μονάδες ροής ή αποθήκευσης), όπως είναι οι ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες ή ταχυθερμοσίφωνες, ο συντελεστής απόδοσης λαμβάνεται ίσος με την μονάδα (1).

Για τις αντλίες θερμότητας που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ., κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, λαμβάνεται ως τελική θερμική απόδοση ο ονομαστικός συντελεστής απόδοσης SCOP, με τους περιορισμούς που αναφέρονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ. από αντλίες θερμότητας.

5.8.2.5. Ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου ζεστού νερού χρήσης

Κάθε σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. καλύπτει μέρος ή το σύνολο του απαιτούμενου θερμικού φορτίου για Ζ.Ν.Χ. Όταν το απαιτούμενο θερμικό φορτίο για Ζ.Ν.Χ. καλύπτεται από περισσότερες της μιας μονάδες παραγωγής Ζ.Ν.Χ., το ποσοστό κάλυψης του φορτίου ανά μονάδα κατανέμεται βάσει της αποδιδόμενης θερμικής ισχύος της εκάστοτε μονάδας παραγωγής Ζ.Ν.Χ. Στην περίπτωση συστημάτων τριπλής ενέργειας (π.χ. λέβητας-καυστήρας, ηλεκτρική αντίσταση και ηλιακοί συλλέκτες), για την παραγωγή θερμικής ενέργειας για ΖΝΧ, όπου η χρήση των συστημάτων διαφοροποιείται ανά χρονική περίοδο (χειμώνας, καλοκαίρι), ο καθορισμός του ποσοστού κάλυψης θερμικού φορτίου διαφοροποιείται για κάθε μήνα, ανάλογα με την εποχιακή χρήση του κάθε συστήματος και την αποδιδόμενη θερμική ισχύ τους.

5.8.3. Σύστημα διανομής θερμότητας ζεστού νερού χρήσης

Οι θερμικές απώλειες του συστήματος διανομής Ζ.Ν.Χ. σε ένα κεντρικό σύστημα διανομής Ζ.Ν.Χ. καθορίζονται ανάλογα με τις εξής παραμέτρους:

- Με το μήκος του δικτύου διανομής, το οποίο εξαρτάται από τις διαστάσεις του κτηρίου και τον αριθμό των σημείων κατανάλωσης.
- Με το μήκος του δικτύου ανακυκλοφορία Ζ.Ν.Χ. (αν υπάρχει),
- Με τη θερμική ισχύ που μεταφέρει. Η κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. διαφοροποιείται ανάλογα τη χρήση του κτηρίου, όπως ορίζεται στον πίνακα 2.5.
- Με την ποιότητα μόνωσης του δικτύου. Στους πίνακες 4.8., 4.9. και 4.10. δίνονται οι συντελεστές γραμμικής θερμικής μετάδοσης [W/(m.K)], ανάλογα με τη διατομή των σωλήνων και το πάχος της μόνωσης.
- Με τους χώρους διέλευσης του δικτύου (εσωτερικούς ή εξωτερικούς κ.τ.λ.).

Σε τεχνικά συστήματα μεγάλων απαιτήσεων σε Ζ.Ν.Χ. όπως σε κτήρια ξενοδοχείων, νοσοκομείων αλλά και συγκροτημάτων κατοικιών, η παραγωγή Ζ.Ν.Χ. γίνεται κεντρικά και η διανομή μέσω κεντρικών δικτύων διανομή απλής διαδρομής ή συνηθέστερα με επανακυκλοφορία. Τα δίκτυα διανομής διανύουν συχνά μεγάλες αποστάσεις από τη μονάδα παραγωγής μέχρι και τα σημεία τελικής κατανάλωσης και διέρχονται μέσω εσωτερικών ή/και εξωτερικών χώρων του κτηρίου. Το μήκος των δικτύων διανομής μπορεί να εκτιμηθεί με μια απλοποιημένη μέθοδο σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.3.2:2008. Όπως και στα δίκτυα διανομής θέρμανσης / ψύξης, έτσι και τα δίκτυα Ζ.Ν.Χ. διαχωρίζονται σε τρία τμήματα:

- Τμήμα V, το οποίο περιλαμβάνει το οριζόντιο μήκος σωλήνων L_V [m], από το σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. προς τα κατακόρυφα τμήματα του δικτύου.
- Τμήμα S, το οποίο περιλαμβάνει το μήκος των κατακόρυφων σωλήνων L_S [m], που συνήθως διέρχονται μέσα από φρεάτια ή άλλους εσωτερικούς χώρους καθ’ ύψος του κτηρίου και σπάνια από εξωτερικούς χώρους με την κατάλληλη μόνωση.
- Τμήμα SL, το οποίο περιλαμβάνει το μήκος των οριζόντιων σωλήνων L_{SL} [m], που ενώνουν τις κατακόρυφες στήλες με τα τελικά σημεία κατανάλωσης στους επί μέρους χώρους ή διαμερίσματα.

Προκειμένου να απλοποιηθούν οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου εκτιμήθηκε το ποσοστό απωλειών των δικτύων διανομής Ζ.Ν.Χ. Λαμβάνοντας υπόψη τα όσα αναφέρθηκαν στην παράγραφο 4.3., για τα δίκτυα διανομής, τις ελάχιστες απαιτήσεις θερμομόνωσης δικτύων (πίνακας 4.7.) και τις προδιαγραφές του δικτύου διανομής του κτηρίου αναφοράς, καθορίζονται τα ποσοστά απωλειών του δικτύου διανομής Ζ.Ν.Χ. σε περίπτωση κεντρικού συστήματος παραγωγής Ζ.Ν.Χ. (πίνακας 4.16.) ανάλογα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του δικτύου (ποιότητα μόνωσης). Οι τιμές του πίνακα λαμβάνονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων και για δίκτυα που διέρχονται μέσα από εσωτερικούς χώρους των κτηρίων. Σε περίπτωση διέλευσης ενός τμήματος, μεγαλύτερου του 20% των δικτύων διανομής Ζ.Ν.Χ. από εξωτερικούς χώρους, οι τιμές απωλειών του πίνακα επαυξάνονται κατά 20%.

Πίνακας 4.16. *Ποσοστό απωλειών (%) κεντρικού δικτύου διανομής για ζεστό νερό χρήσης (45°C)*

	Χωρίς ανακυκλοφορία			**Με ανακυκλοφορία**		
Ημερήσια ζήτηση Ζ.Ν.Χ. [σε ℓ]	**Μόνωση* κτηρίου αναφοράς**	**Ανεπαρκής μόνωση**	**Χωρίς μόνωση**	**Μόνωση κτηρίου αναφοράς**	**Ανεπαρκής μόνωση**	**Χωρίς μόνωση**
50 - 200	8,0	16,0	28,0	12,8	25,6	44,8
200 - 1000	7,7	15,4	27,0	12,4	24,8	43,4
1000 - 4000	7,5	15,0	26,3	12,1	24,2	42,4
4000 - 7000	7,3	14,6	25,6	11,8	23,6	41,3
>7000	7,0	14,0	25,4	11,5	23,0	40,3

* Για μόνωση δικτύου διανομής σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πίνακα 4.7.

Σε περίπτωση τοπικών μονάδων παραγωγής Ζ.Ν.Χ. (π.χ. σε κτήρια κατοικιών), όπου το δίκτυο διανομής είναι μικρό, οι απώλειες δικτύου λαμβάνονται μηδενικές.

Σε περίπτωση θερμικής ζώνης με περισσότερους του ενός κλάδους διανομής Z.N.X. και με διαφορετικές θερμικές αποδόσεις των κλάδων, για τους υπολογισμούς λαμβάνεται υπόψη η χαμηλότερη θερμική απόδοση μεταξύ των δύο κλάδων.

Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο δεν διαθέτει σύστημα παραγωγής Z.N.X., θεωρείται ότι διαθέτει τοπική μονάδα παραγωγής Z.N.X (ηλεκτρικό θερμοσίφωνα) με συντελεστή απόδοσης ίσο με την μονάδα (1), τοπικό δίκτυο διανομής χωρίς ανακυκλοφορία με βαθμό απόδοσης 1 και βαθμό απόδοσης συστήματος αποθήκευσης 0,98 και ισχύ βοηθητικών μονάδων 0 W/m2.

Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο διαθέτει σύστημα παραγωγής Z.N.X., το οποίο καλύπτει τμήμα του απαιτούμενου θερμικού φορτίου Z.N.X., θεωρείται ότι το υπόλοιπο τμήμα του θερμικού φορτίου για Z.N.X. διαθέτει τοπική μονάδα παραγωγής Z.N.X (ηλεκτρικό θερμοσίφωνα) με συντελεστή απόδοσης ίσο με την μονάδα (1), τοπικό δίκτυο διανομής χωρίς ανακυκλοφορία με βαθμό απόδοσης 1 και βαθμό απόδοσης συστήματος αποθήκευσης 0,98 και ισχύ βοηθητικών μονάδων 0 W/m2.

5.8.4. Τερματικές μονάδες απόδοσης θερμότητας για ζεστό νερό χρήσης

Τερματικές μονάδες απόδοσης (εναλλάκτες) θερμότητας για το Z.N.X., είναι οι κεντρικές ή/και τοπικές δεξαμενές αποθήκευσης, δηλαδή οι θερμαντήρες (boiler), οι οποίοι διαθέτουν είτε ηλεκτρική αντίσταση (ηλεκτρικός θερμοσίφωνας) είτε εναλλάκτη θερμότητας (σερπαντίνα).

Στους υπολογισμούς της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας, λαμβάνονται υπόψη και οι θερμικές απώλειες των θερμαντήρων που σχετίζονται με:

- την απόδοση του στοιχείου συναλλαγής θερμότητας (ηλεκτρική αντίσταση ή/και εναλλάκτης θερμότητας - σερπαντίνα) των θερμαντήρων,
- τις πλευρικές θερμικές απώλειες από το μεταλλικό μονωμένο τοίχωμα των θερμαντήρων.

Οι θερμικές απώλειες λόγω του εναλλάκτη θερμότητας τοπικών ή κεντρικών θερμαντήρων (boiler) λαμβάνονται κατά μέσο όρο 5% επί της συνολικής θερμικής ενέργειας για Z.N.X., ενώ για ηλεκτρικούς θερμαντήρες (θερμοσίφωνες) λαμβάνονται μηδενικές. Οι πλευρικές θερμικές απώλειες των θερμαντήρων είναι 2% επί της συνολικής θερμικής ενέργειας για Z.N.X. για τοποθέτηση σε εσωτερικό θερμαινόμενο ή μη χώρο και αντίστοιχα 7% θερμικές απώλειες για τοποθέτηση σε εξωτερικό χώρο. Ο συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών των θερμαντήρων είναι το άθροισμα των δύο επί μέρους συντελεστών θερμικών απωλειών. Τα πιο πάνω ποσοστά ισχύουν για το σύνολο των θερμαντήρων ενός συστήματος παραγωγής Z.N.X. ανεξαρτήτου αριθμού.

Για το κτήριο αναφοράς ο συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών από τους τοπικούς θερμαντήρες ηλεκτρικούς ή αερίου (ροής ή αποθήκευσης) λαμβάνεται 2% επί της συνολικής θερμικής ενέργειας για Z.N.X. και αντίστοιχα 7% για κεντρικές μονάδες με εναλλάκτη θερμότητας (σερπαντίνα).

Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο δεν διαθέτει σύστημα παραγωγής Z.N.X., θεωρείται ότι διαθέτει τοπική μονάδα παραγωγής Z.N.X (ηλεκτρικό θερμοσίφωνα) με συντελεστή απόδοσης ίσο με την μονάδα (1), τοπικό δίκτυο διανομής χωρίς ανακυκλοφορία με βαθμό απόδοσης 1 και βαθμό απόδοσης συστήματος αποθήκευσης 0,98 και ισχύ βοηθητικών μονάδων 0 W/m2.

Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο διαθέτει σύστημα παραγωγής Z.N.X., το οποίο καλύπτει τμήμα του απαιτούμενου θερμικού φορτίου Z.N.X., θεωρείται ότι το υπόλοιπο τμήμα του θερμικού φορτίου για Z.N.X. διαθέτει τοπική μονάδα παραγωγής Z.N.X (ηλεκτρικό θερμοσίφωνα) με συντελεστή απόδοσης ίσο με την μονάδα (1), τοπικό δίκτυο διανομής χωρίς ανακυκλοφορία με βαθμό απόδοσης 1 και βαθμό απόδοσης συστήματος αποθήκευσης 0,98 και ισχύ βοηθητικών μονάδων 0 W/m2.

5.8.5. Βοηθητικά συστήματα εγκατάστασης ζεστού νερού χρήσης

Κάθε κεντρική εγκατάσταση παραγωγής ζεστού νερού χρήσης διαθέτει βοηθητικά συστήματα για τον έλεγχο λειτουργίας, την κυκλοφορία και διανομή του ζεστού νερού χρήσης στα σημεία τελικής κατανάλωσης. Στα βοηθητικά συστήματα συμπεριλαμβάνονται αντλίες, κυκλοφορητές, ηλεκτροβάνες, διατάξεις αυτομάτου ελέγχου κ.ά.

Κατά τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης για τα βοηθητικά συστήματα χρησιμοποιούνται, ως παράμετροι, η συνολική εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς (kW) των βοηθητικών συστημάτων (παραγωγής, διανομής ή ανακυκλοφορίας Ζ.Ν.Χ., διατάξεων αυτομάτου ελέγχου κ.ά.), καθώς και ο χρόνος λειτουργίας τους. Αν το ίδιο βοηθητικό σύστημα (π.χ. κυκλοφορητής), καλύπτει το απαιτούμενο θερμικό φορτίο για Ζ.Ν.Χ. σε περισσότερες από μία θερμικές ζώνες, τότε γίνεται επιμερισμός της ισχύος του συστήματος, ανάλογα με το ποσοστό κάλυψης που παρέχει σε κάθε θερμική ζώνη.

Οι τοπικές μονάδες παραγωγής Ζ.Ν.Χ. (π.χ. τοπικός θερμαντήρας) δεν διαθέτουν κανένα βοηθητικό σύστημα διανομής ή ανακυκλοφορίας Ζ.Ν.Χ., οπότε δεν καταναλώνουν και επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια. Σ’ αυτή την περίπτωση, η ισχύς των βοηθητικών συστημάτων είναι μηδενική.

Στην περίπτωση που τα ηλιακά συστήματα παραγωγής Ζ.Ν.Χ., θερμοσιφωνικά ή με κεντρικό θερμαντήρα αποθήκευσης, διπλής ή τριπλής ενέργειας, με ανακυκλοφορία ή μη, διαθέτουν βοηθητικά συστήματα για τον έλεγχο λειτουργίας τους ή τη διανομή του Ζ.Ν.Χ., τότε, η ηλεκτρική ισχύς (kW) των συστημάτων αυτών συμπεριλαμβάνεται επίσης στα βοηθητικά συστήματα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. και λαμβάνεται υπόψη κατά τον υπολογισμό της ενεργειακή απόδοσης του κτηρίου.

Στις περιπτώσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών με περιορισμένη κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. (μικρότερη ή ίση με 10 ℓ/άτομο/ημέρα), θεωρείται ότι δεν γίνεται χρήση βοηθητικών συστημάτων, οπότε η ισχύς λαμβάνεται μηδενική.

Ο χρόνος λειτουργίας των βοηθητικών συστημάτων στα κεντρικά τεχνικά συστήματα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. εκτιμάται στη βάση του τυπικού ωραρίου λειτουργίας του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης και ανάλογα την περίοδο και την κλιματική ζώνη. Οι τυπικές τιμές που λαμβάνονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου δίνονται στον πίνακα 4.17.

Πίνακας 4.17. *Ποσοστό χρόνου λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων Ζ.Ν.Χ. σε κάθε κλιματική ζώνη.*

Κτήρια	**Ποσοστό χρόνου λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων Ζ.Ν.Χ. επί του τυπικού ωραρίου λειτουργίας του κτηρίου, ανά περίοδο και κλιματική ζώνη**			
	Οκτώβριος έως Απρίλιο		**Μάιο έως Σεπτέμβριο**	
	Ζώνες Α & Β	**Ζώνες Γ & Δ**	**Ζώνες Α & Β**	**Ζώνες Γ & Δ**
Κεντρικά συστήματα Ζ.Ν.Χ. χωρίς ανακυκλοφορία				
Οικιακού τομέα	5%	10%	3%	5%
Τριτογενή τομέα	10%	15%	7%	10%
Κεντρικά συστήματα Ζ.Ν.Χ. με ανακυκλοφορία				
Οικιακού τομέα	7%	12%	3%	6%
Τριτογενή τομέα	12%	17%	8%	12%

Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο δεν διαθέτει σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ., θεωρείται ότι διαθέτει τοπική μονάδα παραγωγής Ζ.Ν.Χ (ηλεκτρικό θερμοσίφωνα) με συντελεστή απόδοσης ίσο με την μονάδα (1), τοπικό δίκτυο διανομής χωρίς ανακυκλοφορία με βαθμό απόδοσης 1 και βαθμό απόδοσης συστήματος αποθήκευσης 0,98 και ισχύ βοηθητικών μονάδων 0 W/m2.

Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο διαθέτει σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ., το οποίο καλύπτει τμήμα του απαιτούμενου θερμικού φορτίου Ζ.Ν.Χ., θεωρείται ότι το υπόλοιπο τμήμα του θερμικού φορτίου για Ζ.Ν.Χ. διαθέτει τοπική μονάδα παραγωγής Ζ.Ν.Χ (ηλεκτρικό θερμοσίφωνα) με συντελεστή απόδοσης ίσο με την μονάδα (1), τοπικό δίκτυο διανομής χωρίς ανακυκλοφορία με βαθμό απόδοσης 1 και βαθμό απόδοσης συστήματος αποθήκευσης 0,98 και ισχύ βοηθητικών μονάδων 0 W/m2.

Ο χρόνος λειτουργίας και η ισχύς των βοηθητικών συστημάτων στα τεχνικά συστήματα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. για το κτήριο αναφοράς λαμβάνεται ίδιος με του υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου.

6. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΓΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟ, ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ, ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ & ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ

Σ' αυτήν την ενότητα καθορίζονται όλες οι παράμετροι των ηλεκτρολογικών και ηλεκτρονικών εγκαταστάσεων, όπως οι εγκαταστάσεις τεχνητού φωτισμού, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.), συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού θερμότητας (Σ.Η.Θ.), κεντρικών διατάξεων αυτοματισμών (BEMS) κ.ά. Αυτές οι παράμετροι υπολογίζονται και χρησιμοποιούνται κατά περίπτωση στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα.

6.1. ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΎ

Η κατανάλωση ενέργειας από τα συστήματα φωτισμού συνυπολογίζεται βάσει του Κ.Εν.Α.Κ. μόνο για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων του τριτογενούς τομέα. Για τα κτήρια κατοικίας τα φορτία για το φωτισμό δεν συνυπολογίζονται στην τελική ενεργειακή απόδοση των κτηρίων, αλλά λαμβάνονται υπόψη ως εσωτερικά κέρδη στον υπολογισμό των θερμικών και ψυκτικών φορτίων του κτηρίου, όπως αναφέρεται και στην παράγραφο 2.6.

6.1.1. Ελάχιστες απαιτήσεις φωτισμού - κτήριο αναφοράς

Ο φωτισμός δεν εξετάζεται στα κτήρια κατοικίας. Για τα συστήματα φωτισμού στα κτήρια του τριτογενούς τομέα καθορίζεται ότι στο υπό μελέτη κτήριο (νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια) η φωτεινή απόδοση είναι 60 ℓm/W, καθώς στο κτήριο αναφοράς η φωτεινή απόδοση είναι κατ’ ελάχιστον 55 ℓm/W. Στον πίνακα 2.4 α δίνονται και οι τιμές εγκατεστημένης ισχύος ανά μονάδα ωφέλιμης επιφάνειας (W/m^2) για το κτήριο αναφοράς, που καθορίστηκαν με βάση τις προτεινόμενες τιμές ανά χρήση χώρων όπως δίνονται στο πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15193:2007 και οι τιμές εγκατεστημένης ισχύος ανά μονάδα δομημένης επιφάνειας (W/m^2) για ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης κτιρίων.

Για επιφάνεια κτηρίου ή θερμικής ζώνης μεγαλύτερη από 15 m^2 ο τεχνητός φωτισμός του πρέπει να είναι κατανεμημένος σε περισσότερα του ενός κυκλώματα και να ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες εκτός και εάν υπάρχει μόνο ένα φωτιστικό σώμα. Σε χώρους όπου δεν υπάρχει συνεχής παρουσία ατόμων, όπως σε τουαλέτες, δευτερεύοντες διαδρόμους, βοηθητικούς χώρους αλλά ακόμη και σε ατομικά γραφεία και χώρους συναντήσεων συνιστάται η χρήση αισθητήρων ανίχνευσης παρουσίας για τον έλεγχο του φωτισμού.

Στους χώρους με εξωτερικά ανοίγματα και διείσδυση φυσικού φωτισμού θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο διαχωρισμός των ζωνών που καλύπτονται από φυσικό φωτισμό και να εξασφαλίζεται η δυνατότητα ελέγχου όλων των φωτιστικών που βρίσκονται εντός αυτών, μέσω αισθητήρων φωτισμού με δυνατότητα συνεχούς ρύθμισης της φωτεινότητας των φωτιστικών μέσω κατάλληλου συστήματος ελέγχου.

Σε ειδικές περιπτώσεις χώρων μεγάλης επιφάνειας (>15 m^2) αλλά ενιαίας και μη σταθερής λειτουργίας (π.χ. εμπορικές αγορές με ακανόνιστη πυκνότητα πληθυσμού σε συνάρτηση με το χρόνο), η προαναφερόμενη απαίτηση (ανεξάρτητου ελέγχου ανά 15 m^2) δεν ισχύει. Πρέπει όμως να εφαρμόζεται σε χώρους στους οποίους επί αδιάλειπτο και συνεχές χρονικό διάστημα μπορεί ο χώρος να λειτουργεί τμηματικά (π.χ. χώρος εκπαίδευσης, σεμιναρίων κ.τ.λ.).

Στους μη θερμαινόμενους χώρους, όπως αυτοί ορίζονται στην παράγραφο 2.2., δεν λαμβάνεται υπόψη η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό..

Το κτήριο αναφοράς του τριτογενούς τομέα διαθέτει φωτισμό ασφαλείας σε όλους τους χώρους. Επίσης το κτήριο αναφοράς, για τα κτήρια υγείας και κοινωνικής πρόνοιας καθώς και τα κτήρια προσωρινής διαμονής, διαθέτει σύστημα εφεδρείας για την κάλυψη των αναγκών φωτισμού.

6.1.2. Φωτεινή απόδοση λαμπτήρων και φωτιστικών σωμάτων

Κάθε φωτιστικό σώμα έχει συγκεκριμένη φωτεινή απόδοση (ℓm/W), ανάλογα με τον τύπο του λαμπτήρα, τις ανακλαστικές διατάξεις που διαθέτει, τον απαραίτητο εξοπλισμό για τη λειτουργία του (ballast, driver, μετασχηματιστή) κ.τ.λ. Στον πίνακα 5.1. δίνονται τυπικές τιμές φωτεινής απόδοσης διαφόρων τύπων λαμπτήρων. Επισημαίνεται ότι η φωτεινή απόδοση των λαμπτήρων εξαρτάται όχι μόνο από τη φωτεινή ροή τους αλλά και από τη συνολική ισχύ λαμπτήρα και εξοπλισμού για τη λειτουργία τους όπου είναι ενσωματωμένος.

Πίνακας 5.1. *Τυπικές τιμές (όχι μέγιστες) φωτεινής απόδοσης λαμπτήρων.*

Τύπος λαμπτήρα	**Φωτεινή απόδοση [ℓm/W]**
Απλός πυράκτωσης (έχει καταργηθεί)	10 - 15
Πυράκτωσης αλογόνου	15 - 25
Ατμών υδραργύρου (έχει καταργηθεί)	40 - 60
Συμπαγής φθορισμού (συμπεριλαμβανομένου του ενσωματωμένου ballast)	50 - 70
Γραμμικός φθορισμού (T8 ή T5)	60 - 100
Ατμών μεταλλικών αλογονιδίων	65 - 100
Ατμών νατρίου υψηλής πίεσης	70 - 110
Φωτοδίοδοι (LED) (Chip όχι φωτιστικό σώμα)	90 - 160

6.1.3. Παράμετροι φωτισμού

Για το σύστημα φωτισμού, για κάθε θερμική ζώνη αλλά και στο σύνολο του κτηρίου καταγράφονται οι εξής παράμετροι:

- Οι ζώνες τεχνητού φωτισμού σύμφωνα με το EN 12464-1 2011.
- Η εγκατεστημένη ισχύς των λαμπτήρων και των φωτιστικών του χώρου (kW). Η εγκατεστημένη ισχύς του κάθε διαφορετικού τύπου φωτιστικού, εφόσον δεν υπάρχουν στοιχεία από τον κατασκευαστή, υπολογίζεται από την ονομαστική ισχύ του συνόλου των λαμπτήρων που περιλαμβάνονται στον εξεταζόμενο τύπο φωτιστικού και με μια προσαύξηση ανάλογα με το τύπο συστήματος λειτουργίας (μετασχηματιστής, ballast, driver) εφόσον υπάρχει. Αν το σύστημα λειτουργίας είναι ηλεκτρομαγνητικό τότε ο συντελεστής προσαύξησης είναι 1,2 ενώ αν είναι ηλεκτρονικό τότε είναι 1,05.
- Ο τύπος του συστήματος λειτουργίας που υπάρχει στο φωτιστικό, πχ ηλεκτρομαγνητικό ή ηλεκτρονικό ballast εφόσον είναι λαμπτήρας φθορισμού, ηλεκτρονικός ή συμβατικός μετασχηματιστής εφόσον είναι 12V πυράκτωσης αλογόνου ή driver εφόσον είναι LED.

- Η φωτεινή απόδοση [ℓm/W] των λαμπτήρων και φωτιστικών ανά τύπο λαμπτήρα, όπως αναγράφεται στις τεχνικές προδιαγραφές των φωτιστικών σωμάτων.
- Η εγκατεστημένη ισχύς ανά m^2 (W/m^2)
- Τα σύστημα ελέγχου λειτουργίας φωτισμού, όπως αισθητήρες φωτισμού (αισθητήρες σύζευξης φυσικού τεχνητού φωτισμού), αισθητήρες παρουσίας, χρονοδιακόπτες (ανάλογα με το ωράριο λειτουργίας του κτηρίου), σκίαση κ.ά.
- Η εγκατεστημένη ισχύς (kW) που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες φυσικού φωτισμού
- Η εγκατεστημένη ισχύς (kW) που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης – παρουσίας
- Η εγκατεστημένη ισχύς (kW) που ελέγχεται ταυτόχρονα με αισθητήρες φωτισμού και με αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης - παρουσίας
- Το ποσοστό του χώρου που λαμβάνεται ως ζώνη φυσικού φωτισμού. Εκτιμάται το ποσοστό του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης για το οποίο οι απαιτήσεις φωτισμού μπορούν να καλυφθούν με φυσικό φως από τα διαθέσιμα ανοίγματα.
- Η δυνατότητα αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού σε ένα χώρο. Ανάλογα με τις ώρες λειτουργίας του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης εκτιμώνται οι ώρες που υπάρχει διαθέσιμος φυσικός φωτισμό T_D, όπως ορίζεται στον πίνακα 5.2.
- Η απαίτηση για τεχνητό φωτισμό σε ένα χώρο. Ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου και τις ώρες λειτουργίας του κτηρίου ή μιας ζώνης εκτιμώνται οι ώρες T_N που **δεν** υπάρχει διαθέσιμος φυσικός φωτισμό και είναι απαραίτητη η χρήση τεχνητού φωτισμού του χώρου, όπως ορίζεται στον πίνακα 5.2.

6.1.3.1. <u>Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού</u>

Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για φωτισμό [W] σε μια **θερμική ζώνη** υπολογίζεται από τον τύπο των συστημάτων φωτισμού που είναι εγκατεστημένα και την καταγραφή του αριθμού φωτιστικών, των λαμπτήρων και του εξοπλισμού λειτουργίας τους (ballast, driver κλπ).

Για τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια, τα επίπεδα φωτισμού ανά χρήση κτηρίου ή/και θερμικών ζωνών καθορίζονται στον πίνακα 2.4., που δίνεται στην παράγραφο 2.4.4. αυτής της τεχνικής οδηγίας. Αυτές οι τιμές ισχύουν και για το κτήριο αναφοράς. Ο αριθμός και η ισχύς των φωτιστικών σωμάτων που θα εγκατασταθούν σε ένα χώρο καθορίζονται από τον τύπο και τη φωτεινή απόδοση των λαμπτήρων [ℓm/W], τον τύπο φωτιστικών (LOR κλπ) και την ελάχιστη απαιτούμενη στάθμη φωτισμού [ℓx] με την αντίστοιχη ομοιομορφία που πρέπει να εξασφαλισθούν στον εκάστοτε χώρο χωρίς να υπάρχει υπερδιαστασιολόγηση των επιπέδων φωτισμού όπως περιγράφεται στην ίδια παράγραφο.

Σε περίπτωση που το υπό επιθεώρηση κτήριο διαθέτει φωτιστικά και λαμπτήρες που αποδίδουν χαμηλότερη στάθμη (ℓx) γενικού φωτισμού από τα καθορισμένα στον πίνακα 2.4. και εφόσον τα επίπεδα φωτισμού έχουν μεγαλύτερη διαφοροποίηση από το όριο προς τα κάτω κατά 30% (σύμφωνα με τη Κ.Υ.Α. Δ6/Β/14826/17-6-2008 «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα» - ΦΕΚ Β’ 1122) τότε για τους υπολογισμούς, ως εγκατεστημένη ισχύς γενικού φωτισμού λαμβάνεται η υπολογιζόμενη ελάχιστη απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς φωτιστικών της ίδιας τεχνολογίας με τη χρησιμοποιούμενη στο εξεταζόμενο κτήριο, που πληροί την ελάχιστη στάθμη (ℓx) γενικού φωτισμού. Η ελάχιστη απαιτούμενη

εγκατεστημένη ισχύς (W/m2) γενικού φωτισμού υπολογίζεται ανάλογα με τον τύπο λαμπτήρων και του εξοπλισμού λειτουργίας (τύπος ballast κλπ) που καταγράφονται στο υπό επιθεώρηση κτήριο, την ελάχιστη απαιτούμενη στάθμη φωτισμού (lx) ανάλογα με τη χρήση του χώρου (πίνακας 2.4.) και τις τυπικές τιμές του συντελεστή μετατροπής (πυκνότητα ισχύος ανά 100lx), για διάφορες τεχνολογίες φωτιστικών που εφαρμόζονται στα ελληνικά κτήρια και δίνεται στον πίνακα 5.1α.Ο τρόπος υπολογισμού του ορίου της εγκατεστημένης ισχύος για κάθε κτίριο θα είναι ο ίδιος όπως περιγράφεται στην παράγραφο 2.4.4. αυτής της τεχνικής οδηγίας.

Πίνακας 5.1α. *Τυπικές τιμές πυκνότητας ισχύος φωτισμού ανά 100lux, για επιθεώρηση κτηρίων όταν ο υπό εξέταση χώρος είναι υποφωτισμένος .*

Φωτιστικά με λαμπτήρες	**Πυκνότητα ισχύος ανά 100 lx [W/m^2/100lx]**
Απλός πυράκτωσης (έχει καταργηθεί)	27,0
Πυράκτωσης αλογόνου	16,6
Ατμών υδραργύρου (έχει καταργηθεί)	7,0
Ατμών νατρίου υψηλής πίεσης	4,2
Συμπαγής φθορισμού (συμπεριλαμβανομένου του ballast)	4,5
Γραμμικός φθορισμού T8 (halophospate συμπεριλαμβανομένου του ηλεκτρομαγνητικού ballast)	4,2
Γραμμικός φθορισμού T8 (triphosphor συμπεριλαμβανομένου του ηλεκτρονικού ballast)	3,4
Γραμμικός φθορισμού T5 (συμπεριλαμβανομένου του ηλεκτρονικού ballast)	3,2
Ατμών μεταλλικών αλογονιδίων (συμπεριλαμβανομένου ηλεκτρομαγνητικού στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	5,2
Φωτοδίοδοι (LED) με ενσωματωμένο driver	2,5

Στην περίπτωση που το προς επιθεώρηση κτήριο ή τμήμα κτηρίου του τριτογενούς τομέα δεν διαθέτει συστήματα φωτισμού, τότε για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης, ως εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς φωτισμού λαμβάνεται η τιμή που δίνεται στους πίνακες 2.4 & 2.5. για κάθε χρήση κτηρίου ή θερμικής ζώνης.

6.1.3.2. <u>Περιοχές (ζώνες) φυσικού φωτισμού</u>

Οι ζώνες φυσικού φωτισμού (ΖΦΦ) ορίζονται για να τοποθετούνται αισθητήρες φωτισμού (αισθητήρες σύζευξης φυσικού τεχνητού φωτισμού) με σκοπό να ελέγχονται τα φωτιστικά σώματα που συμπεριλαμβάνονται μέσα στη ζώνη αυτή (ή γειτονικά αυτής). Η χρήση φυσικού φωτισμού εξαρτάται από τον προσανατολισμό του κτηρίου, τον ηλιασμό του, τα πλευρικά ανοίγματα των χώρων του (σχήμα 5.1.), τα ανοίγματα της οροφής (σχήμα 5.2.), τις ώρες λειτουργίας, τη χρήση και τις διαστάσεις των χώρων του (βάθος, μήκος, πλάτος, ύψος) κ.ά. Σε πολλές εγκαταστάσεις φωτισμού, υπάρχει τεχνολογία ελέγχου και αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού μέσω διατάξεων αυτομάτου ελέγχου, όπως αισθητήρων παρουσίας, αισθητήρων φωτισμού, αυτόματο σύστημα αφής / σβέσης κ.ά.

Εάν σε ένα χώρο υπάρχει πλευρικό άνοιγμα (σχήμα 5.1.), το οποίο έχει πλάτος W_{π} και ύψος πρεκιού h_{π}, τότε η ζώνη φυσικού φωτισμού που σχηματίζεται καλύπτει μέρος του χώρου επάνω από την επιφάνεια εργασίας (με ύψος $h_{ΕΕ}$) και έχει βάθος $L_{ΖΦΦ}$, που εξαρτάται από το ύψος της δέσμης φυσικού φωτισμού $h_{ΖΦΦ}$ (ύψος μεταξύ πρεκιού και επιφάνεια εργασίας) και υπολογίζονται από τις σχέσεις:

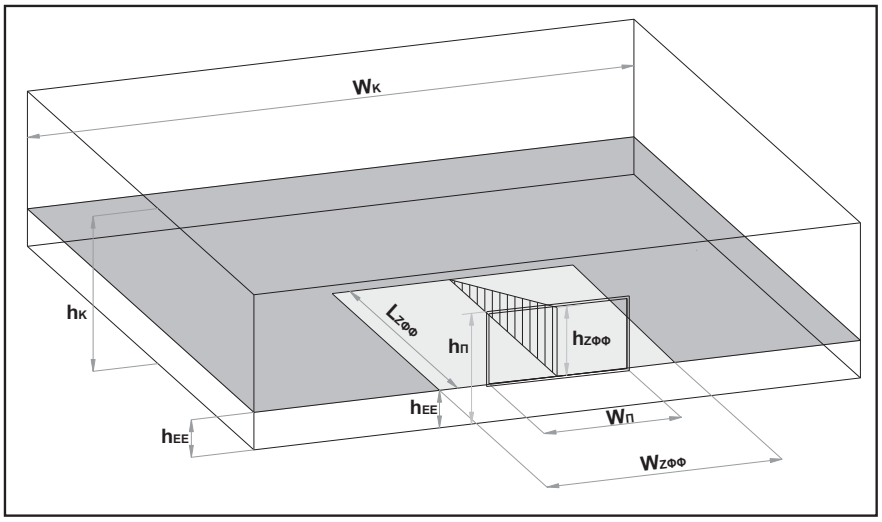
$$L_{ΖΦΦ} = 2{,}5 \cdot h_{ΖΦΦ} \qquad [5.1.]$$

$$h_{ΖΦΦ} = h_{Π} - h_{ΕΕ} \qquad [5.2.]$$

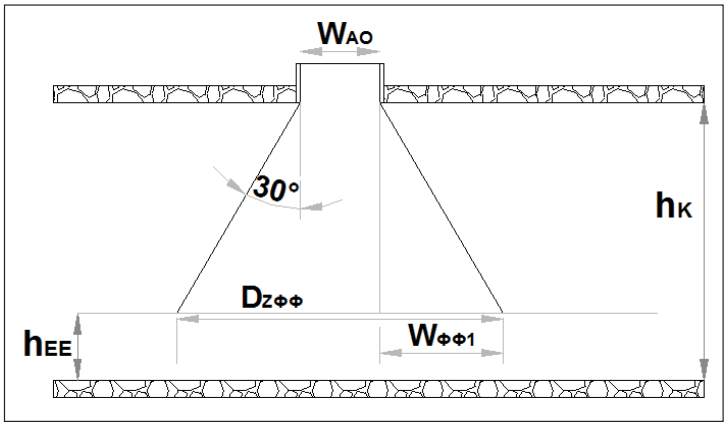
Αντίστοιχα, το πλάτος της ζώνης φυσικού φωτισμού $W_{Π}$ (σχήμα 5.1.) υπολογίζεται ως το άθροισμα του πλάτους του παραθύρου $W_{Π}$ και το μισό του βάθους της ζώνης φυσικού φωτισμού $L_{ΖΦΦ}$, όπως περιγράφεται στην ακόλουθη σχέση:

$$W_{ΖΦΦ} = W_{Π} + 0{,}5 \cdot L_{ΖΦΦ} \qquad [5.3.]$$

Εφόσον το υπόλοιπο της περιοχής εκτός ΖΦΦ είναι μικρότερο του 25% του συνολικού χώρου τότε μπορεί να θεωρηθεί και αυτό μέρος μιας εκτεταμένης ΖΦΦ που θα περιλαμβάνει όλο το χώρο.



Σχήμα 5.1. *Ζώνη φυσικού φωτισμού από πλευρικά ανοίγματα χώρων.*



Σχήμα 5.2. *Ζώνη φυσικού φωτισμού από ανοίγματα οροφής.*

Η περιοχή φυσικού φωτισμού από τα ανοίγματα οροφής υπολογίζεται ανάλογα το πλάτος του ανοίγματος W_{AO}, το ύψος του χώρου h_K και το ύψος της επιφάνειας εργασίας h_{EE}. Η περιοχή που μπορεί να καλυφθεί με φυσικό φωτισμό από ένα άνοιγμα οροφής ορίζεται περιμετρικά με την ευθεία που ξεκινάει από το άνοιγμα οροφής και προσπίπτει επάνω στην επιφάνεια εργασίας (με ύψος h_{EE}) με κλίση 30°. Για ένα κυκλικό άνοιγμα, η περιοχή στο επίπεδο επιφάνειας εργασίας που καλύπτει το άνοιγμα οροφής θα αντιστοιχεί σε μια κυκλική περιοχή με διάμετρο $D_{ZΦΦ}$ όπως υπολογίζεται από τη σχέση:

$$D_{ZΦΦ} = W_{AO} + 2 \cdot (h_K - h_{EE}) \cdot \varepsilon\varphi(30^o) \qquad [5.4.]$$

Στην μελέτη ενεργειακής απόδοσης ή στην ενεργειακή επιθεώρηση εκτιμάται το ποσοστό του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης που καλύπτεται με φυσικό φωτισμό. Για ευκολία του μελετητή και του επιθεωρητή, λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω σχέσεις και την γεωμετρία των σχημάτων 5.1. και 5.2., ορίζεται ως περιοχή φυσικού φωτισμού:

- **από κατακόρυφα πλευρικά ανοίγματα** η περιοχή προς το εσωτερικό του χώρου σε απόσταση (βάθος) $L_{ZΦΦ}$ = 4 m από τα πλευρικά ανοίγματα (διαφανείς επιφάνειες) ενός τοίχου και με πλάτος ίσο με το πλάτος του ανοίγματος αυξημένο κατά δύο μέτρα ($W_π$ + 2 m) και
- **από οριζόντια ανοίγματα οροφής** η περιοχή που βρίσκεται κάτω από το άνοιγμα οροφής και εκτίνεται 1,5 m πέρα από τα όρια της προβολής του ανοίγματος επί της επιφάνειας εργασίας.

Ωστόσο διευκρινίζεται ότι, για να αξιολογηθεί η πραγματική χρήση φυσικού φωτισμού στις ζώνες φυσικού φωτισμού, θα πρέπει οι ζώνες να εξοπλίζονται και από τα ανάλογα συστήματα διαχείρισης φυσικού φωτισμού (αισθητήρες φωτισμού / σύζευξης φυσικού τεχνητού φωτισμού). Για να θεωρηθεί αξιολογήσιμη οποιαδήποτε διάταξη αυτομάτου ελέγχου των συστημάτων φωτισμού ως στρατηγική αξιοποίησης φυσικού φωτισμού, θα πρέπει να ελέγχεται από αισθητήρες φωτισμού και εφόσον υπάρχει επάρκεια δυναμικού για αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού. Σε διαφορετική περίπτωση αγνοείται η ύπαρξή της και δεν αξιολογείται.

Ο έλεγχος επάρκειας δυναμικού για αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού γίνεται με τον παράγοντα φυσικού φωτισμού (ΠΦΦ), (DaylightFactor, DF). Σύμφωνα με το CEN/TC 169/WG 11 -Daylight η ελάχιστη τιμή του ΠΦΦ για να υπάρχουν στη ζώνη φυσικού φωτισμού πάνω από 500lx στο 50% των ωρών με φυσικό φωτισμό είναι 2,6% για την περιοχή της Αθήνας. Αντίστοιχα για 100lx, 300lx και 750lx ο παράγοντας φυσικού φωτισμού (ΠΦΦ) είναι 0,5%, 1,5% και 3,9%.Σύμφωνα με το EN 15193 εφόσον η τιμή του ΠΦΦ στην ΖΦΦ είναι μεγαλύτερη του 3 τότε η διείσδυση του φυσικού φωτισμού είναι ισχυρή ενώ αν είναι μεταξύ 2 και 3 μέτρια, μεταξύ 1 και 2 αδύναμη και κάτω από ένα αμελητέα.

Για τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης κτιρίων εφόσον υπάρχει δυναμικό για αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού όλα τα φωτιστικά σώματα στη ΖΦΦ θα πρέπει να έχουν δυνατότητα ρύθμισης της φωτεινής ροής τους (dimming), να ελέγχονται από αισθητήρες φυσικού φωτισμού και να υπάρχει ξεχωριστός διακόπτης για αυτά.

6.1.3.3. <u>Περίοδος αξιοποίησης φυσικού φωτισμού</u>

Για τους υπολογισμούς της κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό, χρησιμοποιούνται ο μέγιστος αριθμός ωρών λειτουργίας του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης όταν υπάρχει διαθέσιμος φυσικός φωτισμός T_D [h], (π.χ. ώρες λειτουργίας κατά τη διάρκεια της ημέρας) και ο αριθμός ωρών λειτουργίας τους όταν δεν υπάρχει διαθέσιμος φυσικός φωτισμός T_N [h] (π.χ. νυκτερινές ώρες). Ουσιαστικά, οι τιμές αυτές καθορίζουν την απαίτηση για γενικό φωτισμό ενός κτηρίου ή θερμική ζώνη ή το σύνολο της εγκατεστημένης ισχύς που ελέγχεται από τους αισθητήρες φυσικού φωτισμού, κατά τις διάρκεια της

ημέρας ή/και της νύχτας. Αυτές οι ώρες (πίνακας 5.2.) αντιπροσωπεύουν τον τυπικό αριθμό ωρών λειτουργίας για το σύνολο των ελληνικών περιοχών για όλες τις χρήσεις κτηρίων, όπως καθορίζονται στην παράγραφο 2.3. και με βάση το ωράριο λειτουργίας, τις μέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα και τους μήνες λειτουργίας ανά έτος. Στα κτήρια με 24ώρη λειτουργία (νοσοκομεία, ξενοδοχεία κ.τ.λ.) έχει ληφθεί υπόψη και η διακοπή ή/και ο περιορισμός λειτουργίας του γενικού φωτισμού κατά τις βραδινές ώρες, για όσους χώρους (π.χ. γραφεία) δεν χρησιμοποιούνται τις ώρες αυτές και για τους χώρους υπνοδωματίων. Στα κτίρια γραφείων για τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης κτιρίων προτείνεται η διακοπή του γενικού φωτισμού τους από 23:30 μέχρι 5:30 τόσο στους εσωτερικούς όσο και εξωτερικούς χώρους τους με χρονοδιακόπτες, έχοντας προβλεφθεί η παράκαμψή του από τους χρήστες του εφόσον είναι στο κτίριο εκείνη την ώρα. Εξαίρεση αποτελεί ο φωτισμός ασφαλείας.

Στον πίνακα 5.2. δίνονται και οι συνολικές ώρες λειτουργίας των κτηρίων ή των θερμικών ζωνών ανάλογα με τη χρήση, οι οποίες λαμβάνονται υπόψη για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου τόσο για το υπό μελέτη/επιθεώρηση κτήριο, όσο και για το κτήριο αναφοράς.

Πίνακας 5.2. *Τυπικές τιμές του αριθμού ωρών λειτουργίας ενός κτηρίου κατά τη διάρκεια ύπαρξης διαθέσιμου φυσικού φωτισμού (T_D) και κατά την διάρκεια μη ύπαρξης φυσικού φωτισμού (T_N), για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό ανά κατηγορία κτηρίου.*

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	**Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών**	**Ώρες λειτουργίας ημέρας (T_D)**	**Ώρες λειτουργίας νύκτας (T_N)**	**Σύνολο ωρών ($T_T = T_N+T_D$)**
		[h]	**[h]**	**[h]**
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	1820	1680	3500
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	3000	2000	5000
	θερινής λειτουργίας	2123	1953	4077
	χειμερινής λειτουργίας	1941	2718	4659
	Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	3276	3713	6989
	θερινής λειτουργίας	2123	1953	4077
	χειμερινής λειτουργίας	1941	2718	4659
	Οικοτροφείο και κοιτώνας	3276	3713	6989
	Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	1456	2912	4368
	Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	T_D ανά χρήση	T_N ανά χρήση	T_T ανά χρήση
Συνάθροισης κοινού	Εστιατόριο	1250	1250	2500
	Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	2912	2548	5460
	Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	0	1248	1248

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	**Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών**	**Ώρες λειτουργίας ημέρας (T_D)**	**Ώρες λειτουργίας νύκτας (T_N)**	**Σύνολο ωρών ($T_T = T_N+T_D$)**
		[h]	**[h]**	**[h]**
	Θέατρο, κινηματογράφος	0	2548	2548
	Χώρος συναυλιών	0	2184	2184
	Χώρος εκθέσεων, μουσείο	1820	364	2184
	Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	1300	260	1560
	Τράπεζα	1300	780	2080
	Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	1248	936	2184
	Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	2912	2184	5096
	Διάδρομοι και άλλοι βοηθητικοί κοινόχρηστοι χώροι	T_Dανά χρήση	T_Nανά χρήση	T_Tανά χρήση
	Λουτρό (κοινόχρηστο)	T_Dανά χρήση	T_Nανά χρήση	T_Tανά χρήση
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο	1387	0	1387
	Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	1560	0	1560
	Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	1800	200	2000
	Φροντιστήριο, ωδείο	780	585	1365
Υγείας και κοινωνικής πρόνοια	Νοσοκομείο, κλινική	3276	4295	7571
	Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	2912	3276	6188
	Χειρουργείο (τακτικό)	0	2080	2080
	Εξωτερικών ιατρείων	1560	520	2080
	Αίθουσες αναμονής	1560	520	2080
	Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	2340	780	3120
	Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	3276	4295	7571
	Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	1430	477	1907
Σωφρονισμού	Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	3276	3713	6989

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ώρες λειτουργίας ημέρας (T_D)	Ώρες λειτουργίας νύκτας (T_N)	Σύνολο ωρών ($T_T = T_N+T_D$)
		[h]	[h]	[h]
	Αστυνομική διεύθυνση	3276	2548	5824
Εμπορίου	Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	3000	2000	5000
	Κατάστημα, φαρμακείο	1560	1248	2808
	Ινστιτούτο γυμναστικής	2000	2000	4000
	Κουρείο, κομμωτήριο	2496	1248	3744
Γραφείων	Γραφείο	2250	250	2500
	Βιβλιοθήκη	1040	520	1560

6.1.3.4. Συντελεστής επίδρασης φυσικού φωτισμού(F_D)

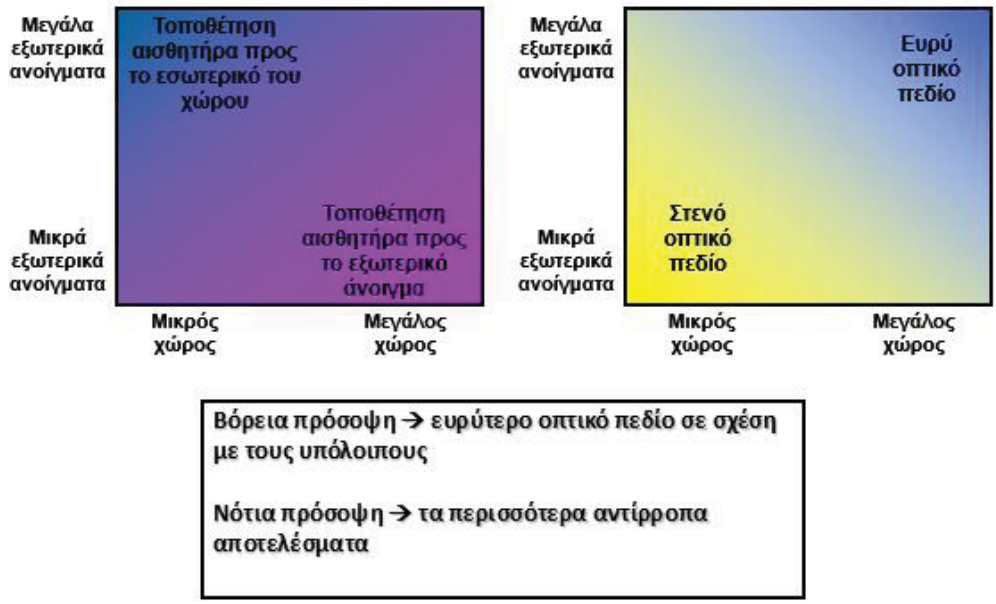
Ο συντελεστής επίδρασης φυσικού φωτισμού (F_D) είναι ο συντελεστής μείωσης της αρχικά υπολογιζόμενης κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό, λόγω της χρήσης διατάξεων αυτομάτου ελέγχου που παρέχουν τη δυνατότητα αξιοποίησης φυσικού φωτισμού σε ένα χώρο ή θερμική ζώνη. Τα φωτιστικά σώματα πρέπει να διαθέτουν τη δυνατότητα για ρύθμιση της έντασης φωτισμού (dimming) για να μπορούν να συνεργάζονται με τον αντίστοιχο αισθητήρα φωτισμού. Ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), όταν δεν εφαρμόζεται καμία διάταξη αυτομάτου ελέγχου του συστήματος φωτισμού και μικρότερος από τη μονάδα, όταν εφαρμόζονται διατάξεις αυτομάτου ελέγχου φωτισμού. Στον πίνακα 5.3., καθορίζονται τυπικές τιμές του συντελεστή επίδρασης φυσικού φωτισμού, οι οποίες θα λαμβάνονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής κατανάλωσης για φωτισμό. Οι τιμές του πίνακα θα χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό της εξοικονόμησης ενέργειας μόνο από τα φωτιστικά που βρίσκονται στη ζώνη φυσικού φωτισμού και ελέγχονται από αισθητήρα φυσικού φωτισμού.

Πίνακας 5.3. *Τυπικές τιμές του συντελεστή επίδρασης φυσικού φωτισμού λόγω χρήσης αυτοματισμών ελέγχου με αισθητήρες φυσικού φωτισμού και έλεγχο φωτιστικών σωμάτων με δυνατότητα ρύθμισης της έντασης φωτισμού (dimming).*

Διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού	F_D
Χειροκίνητος έλεγχος φωτισμού, για όλες τις χρήσεις κτηρίων	1,0
Αυτόματος έλεγχος φωτισμού (με αισθητήρα φυσικού φωτισμού) για όλες τις χρήσεις κτηρίων εκτός εκπαίδευσης και περίθαλψης	0,7
Αυτόματος έλεγχος φωτισμού (με αισθητήρα φυσικού φωτισμού) για κτήρια εκπαίδευσης και περίθαλψης	0,6

Ο συντελεστής επίδρασης φυσικού φωτισμού ισχύει μόνο για το ποσοστό της επιφάνειας του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης που θεωρείται περιοχή φυσικού φωτισμού και εφόσον υπάρχει επάρκεια αξιοποίησης φυσικού φωτισμού. Για το ποσοστό της επιφάνειας του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης που δεν χαρακτηρίζεται περιοχή φυσικού φωτισμού ο συντελεστής παραμένει ίσος με τη μονάδα.

Το κτήριο αναφοράς έχει συντελεστή επίδρασης φυσικού φωτισμού ίσο με τη μονάδα (1), εφόσον δεν διαθέτει καμία διάταξη αυτομάτου ελέγχου για το φωτισμό. Για τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης κτιρίων εφόσον υπάρχει δυναμικό για αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού όλα τα φωτιστικά σώματα στη ΖΦΦ θα πρέπει να έχουν δυνατότητα ρύθμισης της φωτεινής ροής τους (dimming), να ελέγχονται από αισθητήρες φυσικού φωτισμού και να υπάρχει ξεχωριστός διακόπτης για αυτά.



Σχήμα 5.3. *Τοποθέτηση και πεδίο όρασης αισθητήρων φωτισμού σε συνάρτηση με το μέγεθος του χώρου και των εξωτερικών ανοιγμάτων*

6.1.3.5. Συντελεστής επίδρασης χρηστών (F_O) και συσχέτιση με τον (FD)

Ο συντελεστής επίδρασης χρηστών (F_o) είναι ο συντελεστής μείωσης της αρχικά υπολογιζόμενης κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό λόγω της χρήσης διατάξεων αυτοματισμών ανίχνευσης κίνησης ή παρουσίας (ανάλογα με τη χρήση του χώρου). Ο συντελεστής λαμβάνει τιμή ίση με τη μονάδα (1), όταν δεν εφαρμόζεται καμία μείωση της χρήσης φωτισμού κατά την απουσία των χρηστών, και μηδενική τιμή (0), όταν εφαρμόζεται πλήρης μείωση της χρήσης φωτισμού κατά την απουσία των χρηστών.

Πίνακας 5.4. *Τυπικές τιμές του συντελεστή επίδρασης παρουσίας ή απουσίας χρηστών*

Συστήματα χωρίς αισθητήρες ανίχνευσης παρουσίας ή απουσίας	**F_O**
Χειροκίνητος διακόπτης (αφής / σβέσης)	1,00
Χειροκίνητος διακόπτης (αφής / σβέσης) σε χώρους προσωρινής διαμονής εκτός των κοινόχρηστων χώρων	0,70
Συστήματα με αισθητήρες ανίχνευσης παρουσίας ή κίνησης	**F_O**
Αυτόματη έναυση και σβέση	0,80
Χειροκίνητη έναυση / αυτόματη σβέση	0,75

Στον πίνακα 5.4., καθορίζονται οι τυπικές τιμές του συντελεστή επίδρασης χρηστών σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15193:2008, οι οποίες θα λαμβάνονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής κατανάλωσης για φωτισμό. Για να ισχύουν οι τιμές του πίνακα 5.4., θα πρέπει:

- Ο αισθητήρας κίνησης / παρουσίας να είναι επαρκής, δηλαδή απαιτείται τουλάχιστον ένας αισθητήρας ανά δωμάτιο ή/και ένας αισθητήρας κάθε 15 m^2 σε μεγάλους χώρους,
- Να μην είναι σε περιοχές με πολλούς χρήστες (εκτός και αν είναι σε αίθουσα συναντήσεων) ή σε περιοχές κίνησης χρηστών μεγαλύτερες των 30m^2 που ελέγχονται από φωτιστικά που είναι ομαδοποιημένα
- Ο φωτισμός να ελέγχεται ανά επιμέρους χώρο (αίθουσα, δωμάτιο, κ.ά.) του κτηρίου και όχι κεντρικά για όλο το κτήριο ή σε ομαδοποιημένες περιοχές (πχ όλοι οι διάδρομοι μαζί κλπ).
- Οι τιμές του πίνακα θα χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό της εξοικονόμησης ενέργειας μόνο από τα φωτιστικά που ελέγχονται από αισθητήρα κίνησης / παρουσίας.

Το κτήριο αναφοράς έχει συντελεστή επίδρασης παρουσίας χρηστών ίσο με τη μονάδα (1), εφόσον δεν διαθέτει καμία διάταξη ανίχνευσης παρουσίας ή απουσίας χρηστών. Για τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης κτιρίων όλα τα φωτιστικά σώματα σε βοηθητικούς χώρους <30m^2, σε δωμάτια συναντήσεων, σε ατομικά γραφεία, σε μικρά γραφεία 2-4 ατόμων, σε αποθήκες, σε διαδρόμους, σε τουαλέτες θα πρέπει να ελέγχονται από αισθητήρες παρουσίας ανίχνευσης κίνησης και να υπάρχει ξεχωριστός διακόπτης για αυτά. Σε χώρους κίνησης όπως στους διαδρόμους τα φωτιστικά θα πρέπει να διαθέτουν δυνατότητα ρύθμισης της φωτεινής ροής τους και ο αισθητήρας δεν θα απενεργοποιεί το σύστημα φωτισμού αλλά θα το οδηγεί σταδιακά στην ελάχιστη δυνατή στάθμη φωτισμού.

Εφόσον σε έναν χώρο τα φωτιστικά σώματα ελέγχονται ταυτόχρονα και από αισθητήρα παρουσίας - ανίχνευσης κίνησης και αισθητήρα φωτισμού τότε η εξοικονόμηση δεν υπολογίζεται αθροιστικά. Σε αυτές τις περιπτώσεις η μέγιστη εξοικονόμηση ανάλογα το συνδυασμό και τους χώρους τοποθέτησης μπορεί να φτάσει μέχρι το 60% και μόνο για τα φωτιστικά που ελέγχονται.

Πίνακας 5.4.α *Τυπικές τιμές του συντελεστή επίδρασης παρουσίας ή απουσίας χρηστών σε συνδυασμό με την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού*

Συστήματα με ταυτόχρονη χρήση αισθητήρων ανίχνευσης παρουσίας ή κίνησης και αισθητήρων φωτισμού	**F_{OD}**
Συστήματα χωρίς αισθητήρες	1
Αυτόματη έναυση και σβέση και αυτόματος έλεγχος φωτισμού (με αισθητήρα φυσικού φωτισμού)	0,56
Χειροκίνητη έναυση / αυτόματη σβέση και αυτόματος έλεγχος φωτισμού (με αισθητήρα φυσικού φωτισμού)	0,525

6.1.3.6. Άλλες παράμετροι συστήματος φωτισμού

Εκτός από τις ώρες χρήσης φυσικού και τεχνητού φωτισμού, καθώς και τις διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου του φυσικού φωτισμού για τον υπολογισμό των φορτίων, απαιτείται η χρήση και άλλων παραμέτρων που σχετίζονται με το φωτισμό, όπως το ποσοστό της θερμότητας που παράγεται από τα φωτιστικά και απομακρύνεται από το χώρο μέσω συστήματος εξαερισμού, το φωτισμό ασφαλείας και το σύστημα εφεδρείας.

Η θερμότητα φωτισμού που παραμένει στη ζώνη είναι το ποσοστό της θερμότητας που εκπέμπεται από το σύστημα φωτισμού, το οποίο δεν απομακρύνεται άμεσα μέσω συστήματος

τεχνητού εξαερισμού. Όταν απομακρύνεται όλη η θερμότητα από το χώρο, ο συντελεστής παίρνει τιμή ίση με το μηδέν (0), ενώ όταν δεν προβλέπεται καμία απομάκρυνση της θερμότητας από τη ζώνη ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1). Σε περίπτωση ύπαρξης συστήματος απομάκρυνσης της θερμότητας που εκλύεται από τα φωτιστικά, για τους υπολογισμούς λαμβάνεται τιμή ίση με 0,4.

Ο δείκτης ύπαρξης συστήματος φωτισμού ασφαλείας είναι μια τυπική τιμή κατανάλωσης ενέργειας. Σε περίπτωση ύπαρξης συστήματος φωτισμού ασφαλείας και σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15193:2008, λαμβάνεται για τους υπολογισμούς τιμή ίση με 1 kWh/(m^2.έτος). Το κτήριο αναφοράς διαθέτει σύστημα ασφαλείας φωτισμού.

Ο δείκτης ύπαρξης εφεδρικού συστήματος για φωτισμό, είναι μια τυπική τιμή κατανάλωσης ενέργειας. Σε περίπτωση ύπαρξης συστήματος φωτισμού εφεδρείας και σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15193:2008, λαμβάνεται για τους υπολογισμούς τιμή ίση με 5 kWh/(m^2.έτος). Το κτήριο αναφοράς για τα κτήρια υγείας και κοινωνικής πρόνοιας καθώς και προσωρινής διαμονής διαθέτει σύστημα εφεδρείας.

6.2. ΔΙΑΤΆΞΕΙΣ ΑΥΤΟΜΆΤΟΥ ΕΛΈΓΧΟΥ

Η χρήση διατάξεων αυτομάτου ελέγχου επιφέρει σημαντική μείωση στην καταναλισκόμενη ενέργεια ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη κ.ά.). Οι διατάξεις αυτομάτου ελέγχου μπορεί να είναι σε τοπικό επίπεδο ή κεντρικό. Οι τοπικές διατάξεις ελέγχου, έχουν την δυνατότητα ελέγχου και ρύθμισης λειτουργίας ενός μεμονωμένου συστήματος όπως μιας αντλίας (μέσω ρυθμιστών στροφών (inverter) για ρύθμιση των στροφών λειτουργίας στα μερικά φορτία), ενός σώματος καλοριφέρ (μέσω θερμοστατικής βάνας) ή του δικτύου διανομής (μέσω θερμοστάτη αντιστάθμισης για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας του μέσου μεταφοράς) ή ενός φωτιστικού (με τοπικό αισθητήρα παρουσίας) κ.τ.λ. Αντίστοιχα, οι κεντρικές διατάξεις αυτομάτου ελέγχου (Σύστημα ενεργειακής διαχείρισης κτηρίων – Building Energy Management Systems - BEMS), εφαρμόζονται για τον ολοκληρωτικό έλεγχο μιας εγκατάστασης θέρμανσης χώρων ή/και ψύξης χώρων ή/και κλιματισμού ή/και φωτισμού κ.τ.λ.

Σε περίπτωση που η εγκατάσταση θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού, ζεστού νερού χρήσης, φωτισμού κ.ά. διαθέτει κάποια διάταξη αυτομάτου ελέγχου και ρύθμισης λειτουργίας (κεντρική ή τοπική), τότε η ενέργεια για την κάλυψη των απαιτούμενων φορτίων ανά τελική χρήση μειώνεται και αυτή η μείωση πρέπει να προσδιορίζεται στους υπολογισμούς. Αντίθετα, όταν δεν υπάρχει καμία διάταξη αυτομάτου ελέγχου, η ενέργεια για την κάλυψη των απαιτούμενων φορτίων αυξάνεται. Το ποσοστό μείωσης ή αύξησης της απαιτούμενης ενέργειας υπολογίζεται βάσει του συντελεστή διόρθωσης (μείωσης ή αύξησης) ενέργειας ανά τελική χρήση, θέρμανση, ψύξη, αερισμό κ.τ.λ. Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15232:2007, προτείνονται δύο συντελεστές διόρθωσης, ένας για την διόρθωση του απαιτούμενου θερμικού ή/και ψυκτικού φορτίου και ένας για την διόρθωση της τελικής ηλεκτρικής κατανάλωσης ενέργειας των βοηθητικών συστημάτων. Η τιμή του συντελεστή διόρθωσης διαμορφώνεται ανάλογα το είδος των διατάξεων αυτομάτου ελέγχου και τον αριθμό των Η/Μ συστημάτων του κτηρίου που ελέγχονται.

Στο πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15232:2007, ορίζονται τέσσερις κατηγορίες διατάξεων αυτομάτου ελέγχου, Α, Β, Γ και Δ. Για να χαρακτηριστεί μια διάταξη αυτομάτου ελέγχου ότι ανήκει στην κατηγορία Γ, θα πρέπει να πληροί (να διαθέτει) όλες τις επί μέρους μεμονωμένες διατάξεις αυτοματισμών ή καλύτερες από αυτές που αναφέρονται στον πίνακα 5.5., και αφορούν στις μονάδες παραγωγής θέρμανσης/ψύξης, στις μονάδες αερισμού, στο δίκτυο διανομής, στις τερματικές μονάδες κ.ά., εφόσον υπάρχουν στο κτήριο και είναι απαραίτητοι οι αυτοματισμοί. Εάν δεν πληρούνται όλοι οι όροι (επί μέρους διατάξεις αυτοματισμών) μιας κατηγορίας, τότε θεωρείται ότι η συνολική διάταξη αυτοματισμού του κτηρίου ή θερμικής ζώνης, ανήκει στην προηγούμενη κατηγορία.

Πίνακας 5.5. *Κατηγορίες διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών*

Περιγραφή διατάξεων ελέγχου ανά κατηγορία	Κατηγορία
Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης με θερμική αδράνεια (θερμαντικά σώματα, ενδοδαπέδια – ενδοτοίχια θέρμανση, ψυχόμενες οροφές) 1. Αυτόματος ανεξάρτητος έλεγχος της λειτουργίας των τερματικών μονάδων ανά ζώνη και λειτουργικό χώρο. Ύπαρξη θερμοστάτη ή/και θερμοστατικών βαλβίδων ανά λειτουργικό χώρο και έλεγχο ON-OFFανά ζώνη 2. Αυτόματη θερμοκρασιακή προσαρμογή του δικτύου διανομής στα θερμικά/ψυκτικά φορτία με διόρθωση βάση ζήτησης, με εφαρμογή διατάξεων όπως: σύστημα θερμοκρασιακής αντιστάθμισης ή μονάδα παραγωγής θέρμανσης/ψύξης με μεταβλητής θερμοκρασίας παροχή μέσου προς το δίκτυο διανομής ανάλογα με το θερμικό/ψυκτικό φορτίο των επιμέρους χώρων και την εξωτερική θερμοκρασία. 3. Αυτόματη υδραυλική προσαρμογή των κυκλοφορητών/αντλιών ανάλογα με το θερμικό/ψυκτικό φορτίο. 4. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται στην αποδοτικότητα των μονάδων παραγωγής (ονομαστικό θερμικό/ψυκτικό φορτίο και βαθμός απόδοσης). **Λοιπά συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης (fancoils, συστήματα αέρα)** 1. Ολοκληρωμένη διάταξη αυτομάτου ελέγχου της λειτουργίας των τερματικών μονάδων σε επίπεδο αυτόνομων χώρων ανά ιδιοκτησία (ανά λειτουργικό χώρο) με έλεγχο παρουσίας χρηστών (συστήματα ανίχνευσης κίνησης κ.α.). Εξαίρεση αποτελούν χρήσεις με συνεχή παρουσία όπως όλες οι χρήσεις συνάθροισης κοινού, υγείας και κοινωνικής πρόνοιας, εμπορίου και οι κοινόχρηστοι και βοηθητικοί χώροι όλων των χρήσεων 2. Αυτόματη θερμοκρασιακή προσαρμογή του δικτύου διανομής στα θερμικά/ψυκτικά φορτία με διόρθωση βάση ζήτησης, με εφαρμογή διατάξεων όπως: σύστημα θερμοκρασιακής αντιστάθμισης ή μονάδα παραγωγής θέρμανσης/ψύξης με μεταβλητής θερμοκρασίας παροχή μέσου προς το δίκτυο διανομής ανάλογα με το θερμικό/ψυκτικό φορτίο των επιμέρους χώρων και την εξωτερική θερμοκρασία. 3. Αυτόματη υδραυλική προσαρμογή των κυκλοφορητών/αντλιών ανάλογα με το θερμικό/ψυκτικό φορτίο. 4. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται στην αποδοτικότητα των μονάδων παραγωγής (ονομαστικό θερμικό/ψυκτικό φορτίο και βαθμός απόδοσης). **Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα** 1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας εφαρμόζεται αυτόματος έλεγχος της προσαγωγής αέρα μέσα στο χώρο βάσει της ποιότητας του εσωτερικού αέρα (έλεγχος συγκέντρωσης CO_2). 2. Υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) και νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling). 3. Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής αέρα (θερμοκρασία ανάλογα με τη μεταβολή του απαιτούμενου φορτίου ανά χώροή λειτουργική ενότητα). 5. Εφαρμόζεται έλεγχος της υγρασίας του αέρα προσαγωγής ή/και απόρριψης.Εξαίρεση αποτελούν χρήσεις με συγκέντρωση ατόμων μικρότερη από 20 άτομα/100m^2 σύμφωνα με τον πίνακα 2.3.	**Α**
Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης με θερμική αδράνεια (θερμαντικά σώματα, ενδοδαπέδια – ενδοτοίχια θέρμανση, ψυχόμενες οροφές)	**Β**

1. Αυτόματος ανεξάρτητος έλεγχος της λειτουργίας των τερματικών μονάδων ανά λειτουργικό χώρο. Ύπαρξη θερμοστάτη ή/και θερμοστατικών βαλβίδων ανά λειτουργικό χώρο κ.τ.λ. 2. Αυτόματη θερμοκρασιακή προσαρμογή του δικτύου διανομής στα θερμικά/ψυκτικά φορτία, με εφαρμογή διατάξεων όπως: σύστημα θερμοκρασιακής αντιστάθμισης ή μονάδα παραγωγής θέρμανσης/ψύξης με μεταβλητής θερμοκρασίας παροχή μέσου προς το δίκτυο διανομής ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία. 3. Αυτόματη υδραυλική προσαρμογή των κυκλοφορητών/αντλιών ανάλογα με το θερμικό/ψυκτικό φορτίο. 4. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται στα φορτία και στην αποδοτικότητα των μονάδων παραγωγής (ονομαστικό θερμικό/ψυκτικό φορτίο). **Λοιπά συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης (fancoils, συστήματα αέρα)** 1. Ανεξάρτητος αυτόματος έλεγχος της λειτουργίας των τερματικών μονάδων σε επίπεδο αυτόνομων χώρων ανά ιδιοκτησία (ανά λειτουργικό χώρο). Ύπαρξη θερμοστάτη ανά λειτουργικό χώρο κ.τ.λ. 2. Αυτόματη θερμοκρασιακή προσαρμογή του δικτύου διανομής στα θερμικά/ψυκτικά φορτία με διόρθωση βάση ζήτησης, με εφαρμογή διατάξεων όπως: σύστημα θερμοκρασιακής αντιστάθμισης ή μονάδα παραγωγής θέρμανσης/ψύξης με μεταβλητής θερμοκρασίας παροχή μέσου προς το δίκτυο διανομής ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία. 3. Αυτόματη υδραυλική προσαρμογή των κυκλοφορητών/αντλιών ανάλογα με το θερμικό/ψυκτικό φορτίο. 4. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται στα φορτία και στην αποδοτικότητα των μονάδων παραγωγής (ονομαστικό θερμικό/ψυκτικό φορτίο). **Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα** 1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας εφαρμόζεται αυτόματος έλεγχος της προσαγωγής αέρα μέσα στο χώρο βάσει ποιότητας εσωτερικού αέρα (έλεγχος συγκέντρωσης CO_2) 2. Υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (freecooling) ή νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling). 3. Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής αέρα (θερμοκρασία ανάλογα με την επιθυμητή και την εξωτερική θερμοκρασία). 4. Εφαρμόζεται έλεγχος της υγρασίας του αέρα προσαγωγής ή/και απόρριψης. Εξαίρεση αποτελούν χρήσεις με συγκέντρωση ατόμων μικρότερη από 20 άτομα/100m^2 σύμφωνα με τον πίνακα 2.3.	
Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης με θερμική αδράνεια (θερμαντικά σώματα, ενδοδαπέδια – ενδοτοίχια θέρμανση, ψυχόμενες οροφές) 1. Αυτόματος κεντρικός έλεγχος της λειτουργίας της εγκατάστασης μέσω θερμοστάτη ή χρονοδιακόπτη 2. Αυτόματη θερμοκρασιακή προσαρμογή του δικτύου διανομής στα θερμικά/ψυκτικά φορτία, με εφαρμογή διατάξεων όπως: σύστημα θερμοκρασιακής αντιστάθμισης ή μονάδα παραγωγής θέρμανσης/ψύξης με μεταβλητής θερμοκρασίας παροχή μέσου προς το δίκτυο διανομής ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία. 3. Αυτόματος έλεγχος ON/OFF της λειτουργίας των κυκλοφορητών/αντλιών μέσω θερμοστάτη ή χρονοδιακόπτη.	**Γ**

4. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται μόνο στα θερμικά/ψυκτικά φορτία. **Λοιπά συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης (fancoils, συστήματα αέρα)** 1. Αυτόματος κεντρικός έλεγχος της λειτουργίας της εγκατάστασης μέσω θερμοστάτη ή χρονοδιακόπτη 2. Αυτόματη θερμοκρασιακή προσαρμογή του δικτύου διανομής στα θερμικά/ψυκτικά φορτία με διόρθωση βάση ζήτησης, με εφαρμογή διατάξεων όπως: σύστημα θερμοκρασιακής αντιστάθμισης ή μονάδα παραγωγής θέρμανσης/ψύξης με μεταβλητής θερμοκρασίας παροχή μέσου προς το δίκτυο διανομής ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία. 3. Αυτόματος έλεγχος ON/OFF της λειτουργίας των κυκλοφορητών/αντλιών μέσω θερμοστάτη ή χρονοδιακόπτη. 4. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται μόνο στα θερμικά/ψυκτικά φορτία. **Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα** 1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας εφαρμόζεται αυτόματος έλεγχος της προσαγωγής αέρα μέσα στον χώρο με χρονοδιακόπτη. 2. Δεν υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) ή νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling). 3. Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής του αέρα (σταθερή θερμοκρασία ίση με την επιθυμητή). Δεν υπάρχει έλεγχος της υγρασίας του αέρα.	
Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης με θερμική αδράνεια (θερμαντικά σώματα, ενδοδαπέδια – ενδοτοίχια θέρμανση, ψυχόμενες οροφές) 1. Ο έλεγχος της λειτουργίας των τερματικών μονάδων και του δικτύου διανομής είναι χειροκίνητος χωρίς θερμοστάτες χώρου. 2. Ο έλεγχος των κυκλοφορητών του δικτύου διανομής είναι χειροκίνητος ή χωρίς χρονοπρόγραμμα, χωρίς καμία ανάδραση από τη ζήτηση θερμικού/ψυκτικού φορτίου. 3. Η μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης λειτουργεί με σταθερή θερμοκρασία παροχής μέσου προς το δίκτυο διανομής. 4. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης δεν ελέγχεται η προτεραιότητα. **Λοιπά συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης (fancoils, συστήματα αέρα)** 1. Ο έλεγχος της λειτουργίας των τερματικών μονάδων και του δικτύου διανομής είναι χειροκίνητος χωρίς θερμοστάτες χώρου. 2. Ο έλεγχος των κυκλοφορητών του δικτύου διανομής είναι χειροκίνητος ή χωρίς χρονοπρόγραμμα, χωρίς καμία ανάδραση από τη ζήτηση θερμικού/ψυκτικού φορτίου. 3. Η μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης λειτουργεί με σταθερή θερμοκρασία παροχής μέσου προς το δίκτυο διανομής. 4. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης δεν ελέγχεται η προτεραιότητα. **Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα** 1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής ο έλεγχος της προσαγωγής αέρα είναι χειροκίνητος.	**Δ**

2. Δεν υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (freecooling) ή νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling). 3. Κανένας θερμοστατικός έλεγχος του αέρα προσαγωγής και της υγρασίας του αέρα	

Για τον υπολογισμό της μείωσης κατανάλωσης ενέργειας με τη χρήση διατάξεων αυτόματου ελέγχου ακολουθείται η μεθοδολογία του προτύπου ΕΛΟΤ ΕΝ 15232:2007. Σύμφωνα με το πρότυπο, οι υπολογισμοί της απαίτησης ενέργειας για θέρμανση, ψύξη κ.ά. εφαρμόζονται, θεωρώντας ότι υπάρχει διάταξη αυτομάτου ελέγχου κατηγορίας Γ, που έχει συντελεστή διόρθωσης ίσο με τη μονάδα (1). Κατόπιν για κάθε τελική χρήση θέρμανση, ψύξη κ.τ.λ. εκτιμάται ο συντελεστής διόρθωσης απαιτούμενης ενέργειας, ανάλογα με την υφιστάμενη διάταξη αυτοματισμών που διαθέτει το κτήριο ή/και η θερμική ζώνη, όπως δίνονται στον πίνακα 5.6., σύμφωνα με το ΕΛΟΤ ΕΝ15232:2007.

Πίνακας 5.6. *Συντελεστές διόρθωσης (μείωσης ή αύξησης) κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση / ψύξη, με χρήση διατάξεων αυτομάτου ελέγχου*

Βασικές κατηγορίες κτηρίου	**Συντελεστής διόρθωσης θέρμανσης $f_{BAC,h}$ και ψύξης $f_{BAC,c}$**							
	Α		**Β**		**Γ**		**Δ**	
	$f_{BAC,h}$	$f_{BAC,c}$	$f_{BAC,h}$	$f_{BAC,c}$	$f_{BAC,h}$	$f_{BAC,c}$	$f_{BAC,h}$	$f_{BAC,c}$
Κατοικία	0,81	0,81	0,88	0,88	1	1	1,09	1,09
Προσωρινή διαμονή	0,61	0,76	0,85	0,79	1	1	1.17	1,76
Συνάθροισης κοινού	0,64	0,3	0,94	0,73	1	1	1,22	1,32
Εκπαίδευσης	0,80	0,80	0,88	0,88	1	1	1,20	1,20
Υγείας & κοινωνικής πρόνοιας	0,86	0,86	0,91	0,91	1	1	1,31	1,31
Σωφρονισμού	0,81	0,81	0,88	0,88	1	1	1,10	1,10
Εμπορίου	0,46	0,55	0,71	0,85	1	1	1,56	1,59
Γραφείων	0,70	0,57	0,79	0,80	1	1	1,44	1,57

Πίνακας 5.7. *Συντελεστές διόρθωσης (μείωσης ή αύξησης) κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας βοηθητικών συστημάτων θέρμανσης/ψύξης, με χρήση διατάξεων αυτομάτου ελέγχου*

Βασικές κατηγορίες κτηρίου	**Συντελεστής διόρθωσης $f_{BAC,el}$**			
	Α	**Β**	**Γ**	**Δ**
Κατοικία	0,92	0,93	1	1,08
Προσωρινή διαμονή	0,78	0,89	1	1,12
Συνάθροισης κοινού	0,78	0,88	1	1,12
Εκπαίδευσης	0,74	0,87	1	1,12
Υγείας & κοινωνικής πρόνοιας	0,96	0,98	1	1,10
Σωφρονισμού	0,92	0,93	1	1,08
Εμπορίου	0,91	0,95	1	1,13
Γραφείων	0.72	0.86	1	1.15

Αντίστοιχα στον πίνακα 5.7 δίνεται ο συντελεστής διόρθωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από τα βοηθητικά συστήματα (αντλίες, ανεμιστήρες κ.ά.) των τεχνικών συστημάτων

θέρμανσης, ψύξης, αερισμού κ.ά. Οι τιμές αυτές δίνονται για κάθε βασική κατηγορία κτηρίου και αφορά και τις επί μέρους χρήσεις χώρων ή θερμικών ζωνών του κτηρίου.

Σε κτήρια πολλαπλών ιδιοκτησιών με κεντρική θέρμανση η χρήση θερμοστατικών βαλβίδων στα θερμαντικά σώματα προϋποθέτει και κατανομή δαπανών με θερμιδομέτρηση. Σε αντίθετη περίπτωση δε λαμβάνεται υπόψη η ύπαρξη των θερμοστατικών βαλβίδων

Στην περίπτωση ξενοδοχείου/ξενώνα με θερμαινόμενη επιφάνεια μικρότερη των 3.500 m^2, που δεν διαθέτει καμία διάταξη αυτοματισμών ενεργειακής διαχείρισης, οι διατάξεις ελέγχου και αυτοματισμών του υπό μελέτη / επιθεώρηση κτηρίου κατατάσσονται στην κατηγορία Δ. Αν όμως το υπό μελέτη / επιθεώρηση κτήριο διαθέτει σύστημα ελέγχου ηλεκτροδότησης δωματίων μέσω ηλεκτρονικών καρτών θα λαμβάνει συντελεστές διόρθωσης της αντίστοιχης κατηγορίας Γ. Στην περίπτωση που ένα κτήριο ξενοδοχείου/ξενώνα διαθέτει διατάξεις αυτοματισμών ενεργειακής διαχείρισης όπως περιγράφονται στην κατηγορία Γ και επιπλέον διαθέτει και σύστημα ελέγχου ηλεκτροδότησης δωματίων μέσω ηλεκτρονικών καρτών θα λαμβάνει τους συντελεστές διόρθωσης της αντίστοιχης κατηγορίας Β.

Η κατηγορία αυτοματισμών εφαρμόζεται ανεξάρτητα για θέρμανση και ψύξη. Ανάλογα δηλαδή με τις διατάξεις αυτοματισμού των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης προκύπτει η κατηγορία αυτοματισμών από τον πίνακα 5.5. για κάθε σύστημα ξεχωριστά.

Όσον αφορά στα κεντρικά τεχνικά συστήματα Ζ.Ν.Χ. του υπό μελέτη/επιθεώρηση κτηρίου, για τους υπολογισμούς της τελικής κατανάλωσης ενέργειας Ζ.Ν.Χ. θεωρούνται μόνο δύο περιπτώσεις για τον προσδιορισμό των συντελεστών διόρθωσης της τελικής κατανάλωσης ενέργειας. Στην πρώτη περίπτωση, που το υπό μελέτη/επιθεώρηση κτήριο διαθέτει διατάξεις αυτομάτου ελέγχου του κεντρικού συστήματος παραγωγής Ζ.Ν.Χ.,ως συντελεστής διόρθωσης της τελικής κατανάλωσης θερμικής ενέργειας για Ζ.Ν.Χ., καθώς και της ηλεκτρικής ενέργειας των βοηθητικών συστημάτων Ζ.Ν.Χ, λαμβάνεται η τιμή 0,90. Αντίστοιχα, στη δεύτερη περίπτωση που το υπό μελέτη/επιθεώρηση κτήριο δεν διαθέτει διατάξεις αυτομάτου ελέγχου στο σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. τότε για τους υπολογισμούς, ως συντελεστής διόρθωσης λαμβάνεται η τιμή 1. Για τα τοπικά τεχνικά συστήματα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. ο συντελεστής διόρθωσης λαμβάνεται πάντα μονάδα (1).

Στην περίπτωση όπου το εξεταζόμενο κτήριο δεν διαθέτει συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και αερισμού ή/και παραγωγής ΖΝΧ και προκειμένου για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου ορίζονται κατά παραδοχή ως συστήματα του κτηρίου τα αντίστοιχα συστήματα του κτηρίου αναφοράς, ως κατηγορία αυτοματισμών λαμβάνεται η Δ.

6.2.1. Ελάχιστες προδιαγραφές για νέα κτήρια και για κτήριο αναφοράς

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. τα τεχνικά συστήματα θέρμανσης ή ψύξης των νέων/ριζικά ανακαινισμένων κτηρίων πρέπει να πληρούν τις εξής προδιαγραφές διατάξεων αυτόματου ελέγχου:

- Όπου απαιτείται κατανομή δαπανών, επιβάλλεται αυτονομία θέρμανσης και ψύξης.
- Όπου απαιτείται κατανομή δαπανών για τη θέρμανση χώρων, καθώς επίσης και σε κεντρικά συστήματα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, εφαρμόζεται θερμιδομέτρηση.
- Σε όλα τα κτήρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτηρίου.

Βάσει των απαιτήσεων του Κ.Εν.Α.Κ., τα νέα/ριζικά ανακαινισμένα κτήρια και το κτήριο αναφοράς για τις κατοικίες (ανεξαρτήτου επιφάνειας) και κτήρια του τριτογενούς τομέα (εκτός ξενοδοχείου / ξενώνα), με θερμαινόμενη επιφάνεια μικρότερη των 3.500 m^2, θα διαθέτει τις διατάξεις αυτομάτου

ελέγχου που περιλαμβάνονται στην κατηγορία Γ (πίνακας 5.5.) και θα έχει συντελεστές διόρθωσης ίσους με τη μονάδα (1) όπως αναφέρεται στους πίνακες 5.6. και 5.7.

Στην περίπτωση ξενοδοχείου/ξενώνα με θερμαινόμενη επιφάνεια μικρότερη των 3.500 m^2, τα νέα/ριζικά ανακαινισμένα κτήρια και το κτήριο αναφοράς διαθέτει διατάξεις αυτομάτου ελέγχου που περιλαμβάνονται στην κατηγορία Γ αλλά και σύστημα ελέγχου ηλεκτροδότησης δωματίων μέσω ηλεκτρονικών καρτών, δηλαδή θα ανήκει τελικά στην κατηγορία Β και θα έχει συντελεστές διόρθωσης ανάλογα με τη χρήση της θερμικής ζώνης όπως αναφέρεται στους πίνακες 5.6. και 5.7.

Αντίστοιχα τα νέα/ριζικά ανακαινισμένα κτήρια και το κτήριο αναφοράς του τριτογενούς τομέα με θερμαινόμενη επιφάνεια μεγαλύτερη των 3.500 m^2 θα διαθέτει όλες τις διατάξεις αυτομάτου ελέγχου που περιλαμβάνονται στην κατηγορία Β (πίνακας 5.5.) και θα έχει συντελεστές διόρθωσης ανάλογα με τη χρήση της θερμικής ζώνης όπως αναφέρεται στους πίνακες 5.6. και 5.7. Επίσης θα διαθέτει υποχρεωτικά σύστημα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίου (BEMS), για τον κεντρικό έλεγχο της λειτουργίας των τεχνικών συστημάτων.

Τα νέα/ριζικά ανακαινισμένα κτήρια και το κτήριο αναφοράς σε όλες τις περιπτώσεις κτηρίων (οικιακού ή τριτογενή τομέα) και συστημάτων παραγωγής Z.N.X. (κεντρικά, τοπικά, με ανακυκλοφορία ή μη), για τους υπολογισμούς της τελικής κατανάλωσης Z.N.X. ως συντελεστή διόρθωσης λαμβάνει την τιμή 1.

6.3. ΣΥΣΤΉΜΑΤΑ ΑΝΑΝΕΏΣΙΜΩΝ ΠΗΓΏΝ ΕΝΈΡΓΕΙΑΣ

Η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου, λαμβάνει υπόψη την συνεισφορά των συστημάτων ηλιακών συλλεκτών και φωτοβολταϊκών όπως αναλύονται στις επόμενες παραγράφους.

6.3.1. Θερμικά ηλιακά συστήματα

Τα συστήματα ηλιακών συλλεκτών, χρησιμοποιούνται για την παραγωγή θερμικής ενέργειας με την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Αυτή η θερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση χώρων ή για τη θέρμανση του ζεστού νερού χρήσης, της υπό μελέτη ζώνης του κτηρίου. Υπάρχουν διάφοροι τύποι ηλιακών συλλεκτών, που μπορούν να εγκατασταθούν σε ένα κτήριο, ανάλογα με τη χρήση και τη διαθέσιμη επιφάνεια εγκατάστασης. Για τον υπολογισμό της συνεισφοράς ενός συστήματος ηλιακών συλλεκτών καταγράφονται τα απαραίτητα δεδομένα από την μελέτη διαστασιολόγησης του συστήματος, τις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή, καθώς και από την επιθεώρηση της εγκατάστασης.

Τα απαιτούμενα δεδομένα είναι:

- Ο τύπος του ηλιακού συλλέκτη και ο συντελεστής ηλιακής αξιοποίησης, σύμφωνα με τη χρήση συστήματος και την εκπονούμενη μελέτη διαστασιολόγησης.
- Η εγκατεστημένη απορροφητική επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών (m^2),
- Οι παράμετροι θέσης εγκατάστασης, ο προσανατολισμός και η κλίση των ηλιακών συλλεκτών.
- Η ενδεχόμενη ύπαρξη συστήματος περιστρεφόμενης βάσης των ηλιακών συλλεκτών, μονού ή διπλού άξονα.

Για τη μελέτη διαστασιολόγησης (σχεδιασμού) ενός συστήματος ηλιακών συλλεκτών, ο μελετητής μπορεί να χρησιμοποιήσει διάφορες μεθοδολογίες, όπως η ωριαία προσομοίωση λειτουργίας του συστήματος, οι μέθοδοι που αναφέρονται στο πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.4-3:2008, η μέθοδος καμπυλών f των S. Klein, W.A. Beckman και J.A. Duffie που αναπτύχθηκε στο πανεπιστήμιο του

Wisconsinή οποιαδήποτε άλλη αναγνωρισμένη αναλυτική ή μη μέθοδο η οποία εφαρμόζεται μέχρι σήμερα. Στην περίπτωση τυποποιημένων συστημάτων ηλιακών συλλεκτών όπως είναι τα θερμοσιφωνικά, για τη διαστασιολόγηση τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά (π.χ. ποσοστό ηλιακής αξιοποίησης) που δίνει ο κατασκευαστής, εφόσον είναι διαθέσιμα.

6.3.1.1. <u>Παράμετροι θέσης εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών</u>

Οι βασικές παράμετροι θέσης εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών είναι:

- ο προσανατολισμός τους ως προς τον νότο,
- η κλίση της επιφάνειας ως προς το οριζόντιο επίπεδο και
- ο συντελεστής σκίασης.

Ο **προσανατολισμός** (αζιμούθιο γ) τοποθέτησης των ηλιακών συλλεκτών, είναι η απόκλιση τους από το νότο της περιοχής εγκατάστασης. Ο βέλτιστος προσανατολισμός για τους ηλιακούς συλλέκτες είναι ο νότιος με μικρή απόκλιση $\pm 5^{o}$. Για νότιο προσανατολισμό σύμφωνα με την μεθοδολογία υπολογισμού ορίζεται γ = 180°, για ανατολικό προσανατολισμό γ = 90° και για δυτικό προσανατολισμό γ = 270°. Ο προσανατολισμός λαμβάνεται ίδιος τόσο για το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο, όσο και για το κτήριο αναφοράς.

Η **κλίση** (β) των ηλιακών συλλεκτών ορίζεται ως προς το οριζόντιο επίπεδο εγκατάστασης και απαιτείται για τον υπολογισμό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει επάνω στην συλλεκτική επιφάνεια.

- Για κάθετη τοποθέτηση της επιφάνειας του συλλέκτη η κλίση είναι 90°, ενώ για οριζόντια τοποθέτηση η κλίση είναι 0°.

Η βέλτιστη κλίση εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών εξαρτάται από μια σειρά παραμέτρων με βασικότερες την εποχιακή χρήση και την τοποθεσία (γεωγραφικό πλάτος). Για την Ελλάδα ενδεικτικές τιμές είναι οι εξής:

- για ετήσια χρήση β = γεωγραφικό πλάτος +/- 5°,
- για χειμερινή χρήση β = γεωγραφικό πλάτος $+15^{o}$,
- για θερινή χρήση β = γεωγραφικό πλάτος - 20°.

Ο **συντελεστής σκίασης** είναι διορθωτικός συντελεστής για τη μείωση της ηλιακής ακτινοβολίας, λόγω της σκίασης που προκαλείται από το περιβάλλοντα χώρο στην επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών. Ο συντελεστής σκίασης ίσος με 0 δεικνύει ότι υπάρχει πλήρης σκίαση των ηλιακών συλλεκτών.

6.3.1.2. <u>Συντελεστής ηλιακής αξιοποίησης από ηλιακούς συλλέκτες</u>

Το ποσοστό αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας, ορίζεται ως το ποσοστό της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στο συλλέκτη που μετατρέπεται σε θερμική και αξιοποιείται τελικά για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ή για τη θέρμανση χώρων, δηλαδή είναι η μέση ετήσια απόδοση του ηλιακού συλλέκτη. Η μέση ετήσια απόδοση μιας εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών εξαρτάται από:

- τον τύπο των ηλιακών συλλεκτών (απλοί επίπεδοι, επίπεδοι με επιλεκτική επιφάνεια, συλλέκτες κενού κ.ά.) και τα τεχνικά χαρακτηριστικά που δίνει ο κατασκευαστής,
- τη χρήση των ηλιακών συλλεκτών: ζεστού νερού χρήσης ή/και θέρμανσης χώρων κ.ά.,
- τις απώλειες εγκατάστασης λόγω παλαιότητας, φθοράς, κακής συντήρησης κ.ά.

Σε περίπτωση που δεν υπάρχει μελέτη διαστασιολόγησης (σχεδιασμού) του συστήματος ηλιακών συλλεκτών, όπως σε υφιστάμενα κτήρια, από την οποία να προκύπτει το ποσοστό αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης λαμβάνονται οι τιμές των πινάκων 5.8. και 5.9. Ο πίνακας 5.8. δίνει το συντελεστή εκμετάλλευσης (αξιοποίησης) ηλιακής ακτινοβολίας για εφαρμογές σε κτήρια του οικιακού τομέα και ο πίνακας 5.9. το συντελεστή εκμετάλλευσης ηλιακής ακτινοβολίας για εφαρμογές σε κτήρια του τριτογενούς τομέα (ξενοδοχεία κ.ά.).

Πίνακας 5.8. *Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε κατοικίες.*

Πόλεις της Ελλάδας	**Τύπος ηλιακού συλλέκτη**								
	Απλός			**Επιλεκτικός**			**Κενού**		
	Γωνία κλίσης εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών (°)								
	15^0	**45^0**	**65^0**	**15^0**	**45^0**	**65^0**	**15^0**	**45^0**	**65^0**
Αλεξαν/πολη	0,318	0,325	0,329	0,341	0,353	0,350	0,360	0,367	0,369
Αθήνα	0,338	0,344	0,351	0,359	0,369	0,369	0,374	0,381	0,383
Ηράκλειο	0,333	0,339	0,343	0,355	0,364	0,361	0,370	0,375	0,378
Καστοριά	0,307	0,314	0,316	0,333	0,344	0,340	0,356	0,363	0,363
Λάρισα	0,327	0,334	0,341	0,350	0,360	0,360	0,369	0,376	0,378
Λήμνος	0,319	0,327	0,331	0,343	0,354	0,352	0,360	0,368	0,370
Νάξος	0,332	0,340	0,344	0,355	0,365	0,363	0,372	0,378	0,381
Πάτρα	0,335	0,342	0,348	0,357	0,366	0,366	0,373	0,381	0,382
Θεσσαλονίκη	0,325	0,332	0,337	0,348	0,358	0,358	0,368	0,375	0,376
Τρίπολη	0,317	0,324	0,327	0,340	0,349	0,347	0,363	0,369	0,370
Μέσος όρος	0,325	0,332	0,337	0,348	0,358	0,357	0,366	0,373	0,375

Πίνακας 5.9. *Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε κτήρια του τριτογενούς τομέα.*

Πόλεις της Ελλάδας	**Τύπος ηλιακού συλλέκτη**								
	Απλός			**Επιλεκτικός**			**Κενού**		
	Γωνία κλίσης εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών (°)								
	15^0	**45^0**	**65^0**	**15^0**	**45^0**	**65^0**	**15^0**	**45^0**	**65^0**
Αλεξαν/πολη	0,312	0,316	0,325	0,327	0,333	0,339	0,337	0,341	0,351
Αθήνα	0,324	0,324	0,334	0,338	0,338	0,344	0,349	0,348	0,355
Ηράκλειο	0,304	0,299	0,308	0,315	0,308	0,313	0,321	0,317	0,325

Καστοριά	0,308	0,309	0,314	0,325	0,327	0,328	0,337	0,336	0,341
Λάρισα	0,328	0,334	0,346	0,343	0,352	0,360	0,356	0,364	0,372
Λήμνος	0,307	0,309	0,320	0,320	0,323	0,330	0,325	0,331	0,342
Νάξος	0,314	0,316	0,326	0,329	0,330	0,336	0,341	0,343	0,352
Πάτρα	0,325	0,330	0,342	0,340	0,347	0,354	0,351	0,359	0,369
Θεσσαλονίκη	0,323	0,329	0,339	0,339	0,347	0,353	0,352	0,358	0,365
Τρίπολη	0,315	0,318	0,325	0,330	0,334	0,336	0,343	0,345	0,350
Μέσος όρος	0,316	0,318	0,328	0,331	0,334	0,339	0,341	0,344	0,352

Οι συντελεστές αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας διαφοροποιούνται αρκετά ως προς τον τύπο του ηλιακού συλλέκτη, αλλά δεν διαφοροποιούνται σε σχέση με την περιοχή, δηλαδή το γεωγραφικό πλάτος. Ο μέσος συντελεστής αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας ανά τύπο συλλέκτη και γωνία κλίσης, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για οποιαδήποτε περιοχή εγκατάστασης στον ελλαδικό χώρο. Ακόμη και ως προς την χρήση του κτηρίου, ο πίνακας 5.9. θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για οποιοδήποτε χρήση κτηρίου του τριτογενούς τομέα που έχει μεγάλη κατανάλωση ενέργειας (νοσοκομεία, κλινικές κ.τ.λ.).

Οι συντελεστές αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, που δίνονται στους παραπάνω πίνακες υπολογίστηκαν με την εφαρμογή μοντέλου ωριαίας προσομοίωσης λειτουργίας του συστήματος, χρησιμοποιώντας κατάλληλο μοντέλο υπολογισμών, λαμβάνοντας υπόψη την απόδοση των ηλιακών συλλεκτών σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 12975.2:2006, τις απώλειες του δικτύου διανομής και δοχείων αποθήκευσης, καθώς επίσης και το προφίλ λειτουργίας της εγκατάστασης. Τα βασικά δεδομένα για τους υπολογισμούς είναι τα εξής:

- Κλιματικές συνθήκες 10 ελληνικών πόλεων.
- Ο τύπος συλλέκτη. Μελετήθηκαν τρεις τύποι ηλιακών συλλεκτών: απλός επίπεδος ηλιακός συλλέκτης, επιλεκτικός επίπεδος ηλιακός συλλέκτης και συλλέκτης κενού. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των ηλιακών συλλεκτών που χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς αναφέρονται στον πίνακα 5.10. Η απόδοση των ηλιακών συλλεκτών n_{sc}, υπολογίστηκε με βάση την ακόλουθη αναλυτική σχέση:

$$n_{sc} = n_o - a_1 \frac{t_m - t_a}{G} - a_2 \cdot G \cdot \left(\frac{t_m - t_a}{G}\right)^2 \qquad [5.1.]$$

  Όπου tm (^oC) είναι η μέση θερμοκρασία του ρευστού στον ηλιακό συλλέκτη, ta(^oC) η θερμοκρασία περιβάλλοντος και G (W/m^2) η ένταση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας και n_o, a_1 και a_2 τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ηλιακού συλλέκτη.
- Κλίση συλλέκτη. Μελετήθηκαν τρεις κλίσεις συλλέκτη 15°, 45° και 65°.
- Νότιος προσανατολισμός και για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.
- Μήκος δικτύου διανομής και θερμομόνωση δικτύου (13mm).
- Ανακυκλοφορία νερού στις μεγάλες εγκαταστάσεις.

- Το προφίλ λειτουργίας της εγκατάστασης, για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά τύπο κτηρίου όπως δίνεται στον πίνακα 5.11. Το προφίλ λειτουργίας του ξενοδοχείου μπορεί να χρησιμοποιηθεί παρόμοια και για κτήρια νοσοκομείων ή κλινικών.

Πίνακας 5.10. *Τεχνικά χαρακτηριστικά των ηλιακών συλλεκτών.*

Τύπος συλλέκτη	**Συντελεστής μηδενικών απωλειών n_o**	**Συντελεστής θερμικής απώλειας ηλιακού συλλέκτη a_1**	**Θερμοκρασιακή εξάρτηση του συντελεστή θερμικής απώλειας a_2**
	[–]	**[W/(m^2.K)]**	**[W/(m^2.K^2)]**
Απλός επίπεδος	0,73	5,51	0,006
Επιλεκτικός	0,77	3,75	0,015
Κενού	0,70	1,80	0,020

Ο βαθμός απόδοσης των ηλιακών συλλεκτών μεταβάλλεται ανάλογα με την παλαιότητα και την κατάσταση λειτουργίας του. Σε περίπτωση σημαντικής και εμφανούς κακοσυντήρησης (π.χ. ύπαρξη διαρροών κ.τ.λ.), καθώς και φθορών στη συλλεκτική επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη, ο συντελεστής ηλιακής αξιοποίησης του ηλιακού συλλέκτη (πίνακας 5.8. και 5.9.) λαμβάνεται μειωμένος κατά 20%.

Η συνήθης πρακτική είναι η εγκατάσταση 1 m^2 απλού επίπεδου ηλιακού συλλέκτη για κάθε άτομο, προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες για ζεστό νερό χρήσης. Αντίστοιχα, για τη θέρμανση χώρων αντιστοιχεί 1 m^2 επίπεδου απλού ηλιακού συλλέκτη για θερμικό φορτίο 700 W (≈ 600 kcal/h).

Πίνακας 5.11. *Προφίλ λειτουργίας της εγκατάστασης για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.).*

	Ημερήσια ζήτηση Ζ.Ν.Χ.	**Θερμοκρασία Ζ.Ν.Χ**	**Δεξαμενή αποθήκευσης**	**Επιφάνεια Ηλιακού συλλέκτη**
	[l/ ημέρα]	**[°C]**	**[l]**	**[m^2]**
Κατοικία	200	50	200	5
Ξενοδοχείο	3000	50	2 x 2500 μία εφεδρική	90

6.3.1.3. Ηλιακοί συλλέκτες κτηρίου αναφοράς

Το κτήριο αναφοράς καλύπτει το 15% των αναγκών για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης με χρήση ηλιακών συλλεκτών. Ο ηλιακός συλλέκτης του κτηρίου αναφοράς είναι επίπεδος επιλεκτικός, με μέσο ετήσιο συντελεστή ηλιακής αξιοποίησης 0,30, νότιο προσανατολισμό και συντελεστή σκίασης 1 (πλήρης απουσία σκίασης).

6.3.2. Φωτοβολταϊκά συστήματα

Τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Υπάρχουν διάφοροι τύποι φωτοβολταϊκών στοιχείων που μπορούν να εγκατασταθούν σε ένα κτήριο, ανάλογα τη χρήση και τη διαθέσιμη επιφάνεια εγκατάστασης. Για τον υπολογισμό της συνεισφοράς ενός φωτοβολταϊκού συστήματος, καταγράφονται τα απαραίτητα δεδομένα από τις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή, καθώς και από την επιθεώρηση της εγκατάστασης. Τα απαιτούμενα δεδομένα είναι:

- Η απόδοση του Φ/Β συστήματος ή συντελεστής ηλιακής αξιοποίησης, ανάλογα τον τύπο του συστήματος: μονοκρυσταλλικό, πολυκρυσταλλικό κ.ά.
- Η εγκατεστημένη επιφάνεια των Φ/Β πλαισίων (m^2),
- Οι παράμετροι θέσης εγκατάστασης, ο προσανατολισμός και η κλίση των Φ/Β.

Οι πιο πάνω παράμετροι λαμβάνονται από την μελέτη διαστασιολόγησης και σχεδιασμού ενός Φ/Β συστήματος στο κτήριο, τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κατασκευαστή και την επιθεώρηση των συστημάτων. Αν τα δεδομένα αυτά δεν είναι διαθέσιμα, τότε λαμβάνονται υπόψη οι παράμετροι όπως αναφέρονται στις επόμενες παραγράφους.

6.3.2.1. <u>Συντελεστής αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας από Φ/Β</u>

Ο μέσος ετήσιος συντελεστής αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας δείχνει τη μέση ετήσια απόδοση, με την οποία το Φ/Β μετατρέπει την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια. Η μέση ετήσια απόδοση μιας Φ/Β εγκατάστασης συνεκτιμάται από:

- Την ονομαστική απόδοση των Φ/Β στοιχείων που δίνει ο κατασκευαστής και αναφέρεται σε συνθήκες εργαστηρίου, δηλαδή σε ένταση ηλιακής ακτινοβολίας 1000 W/m^2 και θερμοκρασία Φ/Β στοιχείου συνήθως 25^oC. Η ονομαστική απόδοση είναι ο λόγος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας προς τη συνολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία κάθετης πρόσπτωσης στο Φ/Β πλαίσιο. Η ηλεκτρική απόδοση εξαρτάται από τον τύπο των Φ/Β στοιχείων: μονοκρυσταλλικό, πολυκρυσταλλικό κ.ά. Ενδεικτικές τιμές ονομαστικής απόδοσης των Φ/Β στην ελληνική αγορά δίνονται στον πίνακα 5.12.
- Τις πιθανές απώλειες εγκατάστασης λόγω παλαιότητας των Φ/Β στοιχείων (πίνακας 5.12.).
- Τη συνολική ονομαστική απόδοση της Φ/Β εγκατάστασης, συμπεριλαμβανομένων και των βοηθητικών συστημάτων που χρησιμοποιούνται όπως διανομείς, μετατροπείς, μπαταρίες κ.ά., (πίνακας 5.12.).
- Τις πιθανές απώλειες εγκατάστασης λόγω κακής συντήρησης, υψηλών θερμοκρασιών περιοχής, κακού αερισμού των Φ/Β στοιχείων κ.ά. Η μέση πραγματική απόδοση των Φ/Β στοιχείων σε συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος για τα κλιματικά δεδομένα της Ελλάδας, όπως έχει καταγραφεί σε διάφορες εγκαταστάσεις, κυμαίνεται περίπου 15% χαμηλότερα από την ονομαστική απόδοση του κατασκευαστή.

Το συνολικό ποσοστό απωλειών ορίζεται ως το άθροισμα των επί μέρους συντελεστών μείωσης, λόγω παλαιότητας, τρόπου σύνδεσης και συνθηκών λειτουργίας του Φ/Β.Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, ο μέσος ετήσιος συντελεστής αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας (μέση ετήσια απόδοση) του Φ/Β λαμβάνεται ίσος με τον ονομαστικό βαθμό απόδοσης μειωμένο κατά το συνολικό ποσοστό απωλειών.

Πίνακας 5.12. *Βαθμός απόδοσης Φ/Β στοιχείων ανάλογα με την παλαιότητα.*

Τύποι φωτοβολταϊκών στοιχείων	**Ενδεικτική απόδοση**	**Συντελεστές μείωσης**	
		Λόγω παλαιότητας	**Λόγω σύνδεσης με βοηθητικά συστήματα**
Μονοκρυσταλλικά	12-19%	1,0% για κάθε έτος λειτουργίας	5%
Πολυκρυσταλλικά	12-19%		

Λεπτού υμένα		1,1 % για κάθε έτος λειτουργίας	5%
Άμορφα(a-Si)	4-7%		
Μικρομορφικά (μ-Si)	8-8,5%		
Διselenοϊνδιούχος χαλκός-πρόσμειξη γαλλίου (CIS-CIGS)	6-11%		
Τελουριούχο κάδμιο (CdTe)	6-12%		
ΤριπλήςεπαφήςΤριπλήςεπαφής	23-24%	1,0 % για κάθε έτος λειτουργίας	5%

6.3.2.2. <u>Παράμετροι θέσης εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πλαισίων</u>

Οι βασικές παράμετροι θέσης εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι ο προσανατολισμός τους ως προς τον νότο, η κλίση της επιφάνειάς τους ως προς το οριζόντιο επίπεδο και ο συντελεστής σκίασης.

Ο προσανατολισμός (αζιμούθιο γ) τοποθέτησης του Φ/Β στοιχείου είναι η απόκλισή του από τον νότο της περιοχής εγκατάστασης. Ο βέλτιστος προσανατολισμός για τα Φ/Β είναι ο νότιος με μικρή απόκλιση ±5°. Σύμφωνα με την μεθοδολογία ορίζεται:

- για νότιο προσανατολισμό των Φ/Β γ=180°,
- για ανατολικό προσανατολισμό γ= 90° και
- για δυτικό προσανατολισμό γ=270°.

Η κλίση (β) του Φ/Β στοιχείου ορίζεται ως προς το οριζόντιο επίπεδο εγκατάστασης και απαιτείται για τον υπολογισμό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει επάνω στο Φ/Β. Για κάθετη τοποθέτηση επιφάνειας Φ/Β η κλίση είναι 90°, ενώ για οριζόντια τοποθέτηση η κλίση είναι 0°. Στον πίνακα 5.13. δίνονται ενδεικτικές τιμές της βέλτιστης κλίσης εγκατάστασης Φ/Β πλαισίων για διάφορα γεωγραφικά πλάτη της Ελλάδας και ανά περίοδο χρήσης.

Οι ενδεικτικές τιμές του πίνακα διαφοροποιούνται ανά περιοχή, ανάλογα με την μορφολογία (τοπικό ανάγλυφο) της περιοχής και τα φυσικά εμπόδια (ορεινούς όγκους κ.τ.λ.). Σε περίπτωση νέας εγκατάστασης Φ/Β με σταθερή κλίση, λαμβάνονται υπόψη οι τιμές της βέλτιστης κλίσης των Φ/Β για ετήσια περίοδο όπως δίνονται στον πίνακα 5.13. η οποία συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 25° και 31°.

Πίνακας 5.13. *Βέλτιστες κλίσεις φωτοβολταϊκών στοιχείων για διάφορα γεωγραφικά πλάτη στην Ελλάδα ανά περίοδο χρήσης.*

Γεωγραφικό πλάτος περιοχής (φ) σε (°)	**Θερινή περίοδος**	**Ετήσια περίοδος**	**Χειμερινή περίοδος**
φ = 35,0^{o}	7	25	44
φ = 36,0^{o}	8	26	45
φ = 37,0^{o}	9	27	46
φ = 38,0^{o}	10	28	47
φ = 39,0^{o}	11	29	48

Γεωγραφικό πλάτος περιοχής (φ) σε (^{o})	Θερινή περίοδος	Ετήσια περίοδος	Χειμερινή περίοδος
φ = 40,0^o	12	30	49
φ = 41,0^o	13	31	50

Ο συντελεστής σκίασης, είναι ο διορθωτικός συντελεστής για τη μείωση της ηλιακής ακτινοβολίας, λόγω της σκίασης που προκαλείται από τον περιβάλλοντα χώρο στην επιφάνεια των φωτοβολταϊκών πλαισίων. Ο συντελεστής σκίασης 0 δεικνύει ότι υπάρχει πλήρης σκίαση των φωτοβολταϊκών πλαισίων.

Για την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου και την έκδοση Ενεργειακού πιστοποιητικού, στους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη τα φωτοβολταϊκά (ΦΒ) που διαθέτει το κτήριο για κάλυψη του συνόλου ή μέρους των αναγκών του σε ηλεκτρική ενέργεια (με ή χωρίς συμψηφισμό της παραγόμενης ενέργειας από τα ΦΒ με την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια -NET METERING) και αλλά όχι για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που εγχέεται στο δίκτυο (πωλείται στον πάροχο ηλεκτρικής ενέργειας) η οποία δεν συμψηφίζεται με την ιδιοκατανάλωση.

Στην περίπτωση της ιδιοκατανάλωσης χωρίς συμψηφισμό, το ενεργειακό ισοζύγιο της παραγόμενης ενέργειας με την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια του κτηρίου γίνεται σε μηνιαία βάση και η επιπλέον πλεονάζουσα παραγόμενη ενέργεια από τα ΦΒ αγνοείται.

Στην περίπτωση της ιδιοκατανάλωσης με συμψηφισμό, το ενεργειακό ισοζύγιο της παραγόμενης ενέργειας από τα ΦΒ με την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια του κτηρίου γίνεται σε ετήσια βάση και πάλι η επιπλέον πλεονάζουσα παραγόμενη ενέργεια από τα ΦΒ αγνοείται.

6.4. ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ / ΨΥΞΗΣ

Τα συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (Σ.Η.Θ.) χρησιμοποιούνται για την ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας ή/και ψύξης. Ενδείκνυνται σε περιπτώσεις κτηρίων των οποίων τα θερμικά φορτία είναι τουλάχιστον κατά 50% μεγαλύτερα από τα ηλεκτρικά φορτία, όπως σε κτήρια νοσοκομείων, ξενοδοχείων κ.ά.

Η θερμότητα που παράγεται από ένα σύστημα Σ.Η.Θ. μπορεί να αξιοποιηθεί για τη θέρμανση χώρων ή/και την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ή/και για την ψύξη χώρων (μέσω μονάδας απορρόφησης). Αντίστοιχα, η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται μπορεί να καλύψει τις ηλεκτρικές ανάγκες για ηλεκτρικές συσκευές, φωτισμό κ.ά. Κατά τη διαστασιολόγηση θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

- η διακύμανση των ηλεκτρικών φορτίων (καμπύλη ισχύος) στη διάρκεια της ημέρας και το φορτίο βάσης του κτηρίου,
- η διακύμανση των θερμικών φορτίων στη διάρκεια της ημέρας, για τη θέρμανση χώρων, ζεστό νερό χρήσης κ.ά.,
- η διακύμανση των ηλεκτρικών φορτίων και θερμικών φορτίων ανά εποχή,
- η διακύμανση των ψυκτικών φορτίων κατά τη θερινή περίοδο.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής συνεισφοράς ενός συστήματος συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας / ψύξης στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου απαιτείται η γνώση και καταγραφή των ακόλουθων δεδομένων:

- της εγκατεστημένη ισχύος (ηλεκτρική και θερμική) του συστήματος συμπαραγωγής,

- του καυσίμου που καταναλώνει το Σ.Η.Θ.,
- της μέσης ετήσιας απόδοσης ηλεκτρικής ενέργειας του Σ.Η.Θ.,
- της μέσης ετήσιας απόδοσης θερμικής ενέργειας του Σ.Η.Θ.,
- των φορτίων που καλύπτει το Σ.Η.Θ. για θέρμανση χώρων ή/και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

Τα πιο πάνω δεδομένα που απαιτούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, λαμβάνονται από τη μελέτη διαστασιολόγησης του συστήματος συμπαραγωγής, τις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή ή/και τα στοιχεία πραγματικής λειτουργίας του Σ.Η.Θ., μέσα από τις διατάξεις αυτομάτου ελέγχου συστήματος ενεργειακής διαχείρισης κτηρίου (BEMS), αν υπάρχει ή/και από άλλες μετρήσεις.

Σε περίπτωση που δεν υπάρχει διαθέσιμη μελέτη διαστασιολόγησης του συστήματος ΣΗΘ, τότε ο επιθεωρητής μπορεί να χρησιμοποιήσει για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, τις τυπικές τιμές του πίνακα 5.14. για τις αποδόσεις μονάδων Σ.Η.Θ. ανάλογα τον τύπο της μονάδας και την ονομαστική ισχύ της. Οι τιμές αναφέρονται σε όλες τις τεχνολογίες Σ.Η.Θ., που είναι κατάλληλες για εγκαταστάσεις στα κτήρια με βάση τη θερμογόνο δύναμη του καυσίμου. Οι κυψέλες καυσίμου έχουν μικρή διάρκεια ζωής, περίπου 5 χρόνια, οι αεριοστρόβιλοι τη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, που κυμαίνεται στα 15 - 25 χρόνια, ενώ οι υπόλοιπες τεχνολογίες έχουν μέση διάρκεια ζωής 10 - 15 χρόνια.

Πίνακας 5.14. *Ενδεικτικές αποδόσεις μονάδων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας / ψύξης.*

Τύπος μονάδας συμπαραγωγής	**Ονομαστική ηλεκτρική ισχύς**	**Ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης**	**Θερμικός βαθμός απόδοσης**	**Συνολικός βαθμός απόδοσης**	**Λόγος ηλεκτρικής / θερμική**	**Θερμ/σία εξόδου καυσαερίων**
	[kW]	**[%]**	**[%]**	**[%]**	**[–]**	**[°C]**
Κυψέλες καυσίμου	3 - 30	20 - 30	25 - 35	45 - 60	0,7 - 1,0	140 - 200
Μηχανή Stirling	3 - 100	35 - 45	50 - 60	80 - 85	0,5 - 0,8	400 - 500
Μηχανή OTTO	15 - 1.300	32 - 35	50 - 60	80 - 85	0,5 - 0,8	400 - 450
Μηχανή DIESEL	100 - 20.000	35 - 45	40 - 45	70 - 80	0,7 - 0,9	320 - 450
Μικροτουρμπίνα	25 - 200	25 - 35	40 - 50	70 - 80	0,6 - 0,8	200 - 300
Ατμοστρόβιλος απομάστευσης	500 - 100.000	25 - 30	40 - 60	60 - 80	0,1 - 0,3	180 - 200
Αεριοστρόβιλος με λέβητα ανάκτησης θερμότητας	100 - 30.000	25 - 35	40 - 50	70 - 80	0,25 - 0,8	400 - 600

7. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΝΕΩΝ ΚΑΙ ΡΙΖΙΚΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΖΜΕΝΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ

7.1. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

- Κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμός του κτηρίου για μέγιστη αξιοποίηση τοπικών κλιματικών συνθηκών
- Διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος
- Κατάλληλος σχεδιασμός και χωροθέτηση των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φυσικού φωτισμού και αερισμού.
- Χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού).
- Ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός εκ των παθητικών ηλιακών συστημάτων (ΠΗΣ), όπως άμεσου ηλιακού κέρδους (νότια ανοίγματα), τοίχος μάζας, τοίχος Trombe, θερμοκήπιο - ηλιακός χώρος κ.ά., εφόσον αυτό είναι λειτουργικά εφικτό.
- Ηλιοπροστασία.
- Η ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού.
- Η εξασφάλιση οπτικής άνεσης μέσω τεχνικών και συστημάτων φυσικού φωτισμού.

7.2. ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ

- Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη σύμφωνα με τον Πίνακα Γ.1 για νέα κτήρια και τον Πίνακα Γ.2 για υφιστάμενα κτήρια του Άρθρου 8 του Κ.Εν.Α.Κ.
- Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου ανά κλιματική ζώνη σύμφωνα με τον Πίνακα Γ.3 για νέα κτήρια και τον Πίνακα Γ.4 για υφιστάμενα κτήρια του Άρθρου 8 του Κ.Εν.Α.Κ.
- Υπολογισμός θερμογεφυρών σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017
- Όλα τα υλικά με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda \leq 0,18 W/(m \cdot K)$ θα πρέπει να φέρουν σήμανση CE ή πιστοποίηση από διαπιστευμένο φορέα / εργαστήριο.

7.3. ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

- Η μονάδα παραγωγής θέρμανσης και ΖΝΧ θα πρέπει να πληροί τις απαιτήσεις του Κανονισμού οικολογικού σχεδιασμού θερμαντήρων χώρου και θερμαντήρων συνδυασμένης λειτουργίας 813/2013.
- Η μονάδα παραγωγής ψύξης θα πρέπει να πληροί τις απαιτήσεις του Κανονισμού οικολογικού σχεδιασμού ψυκτικών προϊόντων 2281/2016 ή εφόσον πρόκειται για μονάδες ψυκτικής ισχύος μικρότερης ή ίσης των 12kW τις απαιτήσεις του Κανονισμού οικολογικού σχεδιασμού κλιματιστικών και ανεμιστήρων δροσισμού 206/2012.
- Όλα τα δίκτυα διανομής (νερού ή άλλου μέσου) θέρμανσης, ψύξης και ΖΝΧ διαθέτουν θερμομόνωση με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda = 0,040 W/(m \cdot K)$ και πάχος σύμφωνα με τον Πίνακα 4.7 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017.
- Όλα τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης για την αντιμετώπιση των μερικών φορτίων ή άλλο ισοδύναμο σύστημα μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας υπό μερικό φορτίο.
- Οι απαιτήσεις σε νωπό αέρα στα κτήρια του τριτογενή τομέα καλύπτονται μέσω μηχανικού αερισμού. Οι μονάδες αερισμού θα πρέπει:
    - να διαθέτουν σύστημα μετάδοσης κίνησης είτε πολλαπλών ταχυτήτων, είτε μεταβλητής ταχύτητας.

- εφόσον διαθέτουν φίλτρο να διαθέτουν λειτουργία οπτικού προειδοποιητικού σήματος αλλαγής φίλτρου.
- εφόσον διαθέτουν ανεμιστήρα προσαγωγής και απαγωγής να είναι εξοπλισμένες με σύστημα ανάκτησης θερμότητας και διάταξη θερμικής παράκαμψης. Η θερμική απόδοση του συστήματος ανάκτησης θερμότητας θα είναι μεγαλύτερη ή ίση από 73% και για συστήματα ανάκτησης με πτερυγιοφόρους σωλήνες μεγαλύτερη ή ίση από 68%.

- Οι ανάγκες σε ΖΝΧ θα καλύπτουν από ηλιοθερμικά συστήματα σε ποσοστό κατ’ ελάχιστο 60% σε ετήσια βάση ή με συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ΑΠΕ, ΣΗΘ, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου και αντλίες θερμότητας με εποχιακό βαθμός απόδοσης μεγαλύτερο από 3,3. Η απαίτηση αυτή δεν ισχύει για κτήρια με περιορισμένη κατανάλωση ΖΝΧ μικρότερη ή ίση από 10 [ℓ/άτομο/ημέρα].
- Σε δίκτυα ΖΝΧ με ανακυκλοφορία εφαρμόζεται κυκλοφορία με σταθερό Δp και κυκλοφορητή με ρύθμιση στροφών βάσει της ζήτηση σε ΖΝΧ.
- Όπου απαιτείται κατανομή δαπανών, επιβάλλεται αυτονομία θέρμανσης και ψύξης και θερμιδομέτρηση τόσο για θέρμανση και ψύξη όσο και για ΖΝΧ.
- Σε όλα τα κτήρια απαιτείται ανεξάρτητος αυτόματος έλεγχος της λειτουργίας των τερματικών μονάδων σε επίπεδο αυτόνομων χώρων (ανά λειτουργικό χώρο) με χρήση κατ’ ελάχιστον θερμοστάτη και θερμοστατικών βαλβίδων.
- Η ελάχιστη φωτιστική απόδοση στα κτήρια του τριτογενή τομέα των συστημάτων γενικού φωτισμού είναι 60 ℓm/W.
- Απαιτείται κατανομή του τεχνητού φωτισμού σε περισσότερα του ενός κυκλώματα με χωριστούς διακόπτες ελέγχου ανά κύκλωμα για επιφάνεια μεγαλύτερη από 15m². Η απαίτηση αυτή δεν ισχύει για χώρους ενιαίας και μη σταθερής λειτουργίας (π.χ. εμπορικές αγορές με ακανόνιστη πυκνότητα πληθυσμού σε συνάρτηση με το χρόνο).
- Απαιτείται η δυνατότητα σβέσης τουλάχιστον του 50% των λαμπτήρων σε χώρους με φυσικό φωτισμό.
- Απαιτείται εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργου ισχύος των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων για την αύξηση του συντελεστή ισχύος τους (συνφ) σε επίπεδο κατ’ ελάχιστον 0,95 σε όλα τα κτήρια του τριτογενή τομέα.
- Όλα τα κτήρια κατοικίας και τριτογενή τομέα με ωφέλιμη επιφάνεια μικρότερη των 3.500m² διαθέτουν διατάξεις αυτομάτου ελέγχου που περιλαμβάνονται στην κατηγορία Γ. Τα κτήρια τριτογενή τομέα με ωφέλιμη επιφάνεια μεγαλύτερη των 3.500m² διαθέτουν διατάξεις αυτομάτου ελέγχου που περιλαμβάνονται στην κατηγορία Β.
- Τα κτήρια τριτογενή τομέα με ωφέλιμη επιφάνεια μεγαλύτερη των 3.500m² διαθέτουν σύστημα ενεργειακής διαχείρισης κτηρίου BEMS για τον κεντρικό έλεγχο της λειτουργίας των τεχνικών συστημάτων.
- Τα κτήρια με χρήσεις ξενοδοχείο-ξενώνας διαθέτουν σύστημα ελέγχου ηλεκτροδότησης δωματίων μέσω ηλεκτρονικών καρτών.

8. ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου, εκτός από τις παραμέτρους και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κτηρίου που αναλύθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους, είναι απαραίτητα και τα κλιματικά δεδομένα τής υπό μελέτης περιοχής του κτηρίου. Από τα κλιματικά δεδομένα, τα οποία δίνονται αναλυτικά στην τεχνική οδηγία «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών» για τους υπολογισμούς χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα:

- Η μέση μηνιαία θερμοκρασία (^{o}C) περιοχής,
- Η μέση μηνιαία ειδική υγρασία (g/kg) περιοχής,
- Η μέση μηνιαία ταχύτητα ανέμου (m/s),
- Η μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο (kWh/m^2),
- Η μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία (kWh/m^2) για επιφάνειες με τυχαίο προσανατολισμό (γ) και γωνία κλίσης (β).

9. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Στον πίνακα 7.1. δίνονται οι εκπομπές αερίων ρύπων για διάφορα καύσιμα που χρησιμοποιούνται στον κτηριακό τομέα.

Πίνακας 7.1. *Συντελεστής εκπομπής αέριων ρύπων για διάφορα καύσιμα που χρησιμοποιούνται στον κτηριακό τομέα.*

Καύσιμο	**Κατώτερη θερμογόνος δύναμη**	Πυκνότητα των καυσίμου	**CO_2**	**SO_2**	**NO_x**
	[kWh/kg]	[kg/m^3]	**[g/kWh]**	**[g/kWh]**	**[g/kWh]**
Πετρέλαιο θέρμανσης	11,92		263,6	0,1	200,0
Υγραέριο	12,73		238,0	0,0	165,1
Φυσικό αέριο	13,83		196,3	0,0	152,0
Βιομάζα (τυποποιημένη ή μη)	4,31		--	--	--
Λιγνίτης			1320,0	1,2	1,0
Ηλεκτρισμός (περιοχές που είναι διασυνδεδεμένες με το ηπειρωτικό ηλεκτρικό δίκτυο)			850,0	15,5	1,2
Ηλεκτρισμός (νησιά που δεν είναι διασυνδεδεμένα με το ηπειρωτικό ηλεκτρικό δίκτυο)			1062,5	19,4	1,5
Θερμική ενέργεια από τηλεθέρμανση			346,6	1,5	0,6

10. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών που αναγράφονται στην έκθεση της ενεργειακής μελέτης είναι:

- Οι ειδικές καταναλώσεις ενέργειας ανά χρήση και είδος καυσίμου. Ως ειδική κατανάλωση ενέργειας νοείται η ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια ανά μονάδα θερμαινόμενης επιφάνειας του κτηρίου [kWh/(m^2.έτος)].
- Οι ειδικές καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά χρήση και είδος καυσίμου.
- Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, φωτισμό κ.τ.λ.) και είδος καυσίμου.

10.1. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΈΣ ΚΑΤΑΝΑΛΏΣΕΙΣ

Στον Κ.Εν.Α.Κ. ορίζεται το έντυπο του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (Π.Ε.Α.) του κτηρίου, στο οποίο αναγράφεται η κατηγορία κατάταξης του κτηρίου σε σχέση με το κτήριο αναφοράς, καθώς επίσης και οι υπολογιζόμενες καταναλώσεις ενέργειας, της πρωτογενούς ενέργειας και των εκλυόμενων ρύπων. Οι καταναλώσεις ενέργειας αναφέρονται στο πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης και ανά χρήση και ανά καύσιμο ως εξής:

- Κατανάλωση ενέργειας για τη θέρμανση των χώρων του κτηρίου.
- Κατανάλωση ενέργειας για την ψύξη των χώρων του κτηρίου.
- Κατανάλωση ενέργειας για τον αερισμό των χώρων του κτηρίου.
- Κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης στο κτήριο.
- Κατανάλωση ενέργειας για το φωτισμό των χώρων του κτηρίου (εκτός κατοικιών).

10.2. ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΉ ΑΝΆΛΥΣΗ

Η βιωσιμότητα των επεμβάσεων καθορίζεται με τη μέθοδο της απλής περιόδου αποπληρωμής. Απαιτούμενα δεδομένα είναι το αρχικό κόστος της επέμβασης (συμπεριλαμβανομένου και του κόστους εγκατάστασης), καθώς επίσης και το κόστος ενέργειας για την τρέχουσα περίοδο της μελέτης ή της επιθεώρησης.

10.3. ΑΠΑΙΤΟΎΜΕΝΕΣ ΕΠΕΜΒΆΣΕΙΣ - ΠΡΟΤΆΣΕΙΣ

Ο επιθεωρητής κατά την σύνταξη του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης προτείνει πιθανές επεμβάσεις για τη μείωση της απαιτούμενης κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO_2. Για κάθε προτεινόμενη επέμβαση, εκτιμάται το αρχικό κόστος και η απλή περίοδος αποπληρωμής, προκειμένου να εκτιμηθεί η βιωσιμότητα της επέμβασης.

Ενδεικτικές επεμβάσεις αναβάθμισης και βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, που μπορούν να εφαρμοστούν στο κτηριακό κέλυφος είναι οι εξής:

- Διερεύνηση ένταξης συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας στο κέλυφος, με την εφαρμογή βιοκλιματικών στοιχείων βάσει του τοπικού κλίματος και του προσανατολισμού και στα Η/Μ τεχνικά συστήματα του κτηρίου.
- Τοποθέτηση κατάλληλης μόνωσης με πιστοποιημένα υλικά, φιλικά προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο, χαμηλής θερμοπερατότητας και μεγάλης διάρκεια ζωής.
- Περιορισμός των θερμογεφυρών του κελύφους.

- Περιορισμός της διείσδυσης του αέρα από τις χαραμάδες των κουφωμάτων.
- Επιλογή διπλών ή δίδυμων υαλοπινάκων με βελτιωμένα θερμικά χαρακτηριστικά των προστατευτικών εξώφυλλα των κουφωμάτων.
- Σκίαση των εξωτερικών επιφανειών του κτηρίου.
- Χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας, π.χ. συστήματα άμεσου κέρδους, προσαρτημένα θερμοκήπια, τοίχους θερμικής συσσώρευσης, τοίχους Trombe.

Ενδεικτικές επεμβάσεις αναβάθμισης και βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου με την εφαρμογή συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) είναι οι εξής:

- Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και θέρμανσης των χώρων. Για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης απαιτείται 1,2 ÷ 2,0 m^2 επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών ανά άτομο ανάλογα με την κλιματική ζώνη. Για την θέρμανση χώρων, 1 m^2 επίπεδων ηλιακών συλλεκτών καλύπτει θερμικό φορτίο περίπου 580 ÷ 750 W ανάλογα με την κλιματική ζώνη.
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στοιχείων για ηλεκτροπαραγωγή κυρίως σε κτήρια μη διασυνδεδεμένα με το τοπικό ηλεκτρικό δίκτυο. Μέση απόδοση φωτοβολταϊκών πλαισίων 11% έως 17%.
- Εγκατάσταση γεωθερμικών αντλιών για ψύξη / θέρμανση. Αυτά τα συστήματα παρουσιάζουν συντελεστές αποδόσεων, SCOP ≥ 5,0 και SEER ≥ 4,5.
- Εγκατάσταση συστημάτων ηλιακής ψύξης / θέρμανσης. Αυτά τα συστήματα έχουν χαμηλό θερμικό βαθμός ενεργειακής απόδοσης EER = 0,5 - 0,6 (με πηγή ενέργειας τον ήλιο), ενώ ο ηλεκτρικός βαθμός ενεργειακής απόδοσης τους είναι EER = 7 - 10, ανάλογα με τον τύπο της αντλίας θερμότητας.
- Εγκατάσταση αντλιών ψύξης / θέρμανσης με αξιοποίηση του θαλασσινού νερού στο πύργο ψύξης. Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν ως πηγή θερμότητας το θαλασσινό ή υφάλμυρο νερό που έχει σχεδόν σταθερή θερμοκρασία ανά εποχή. Παρουσιάζουν επιδόσεις SCOP ≥ 4,5 και SEER ≥ 4,0.

Ενδεικτικές επεμβάσεις αναβάθμισης και βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου με βελτίωση ή αντικατάσταση των Η/Μ συστημάτων, είναι οι εξής:

- Χρήση Η/Μ συστημάτων υψηλής θερμικής απόδοσης (λέβητες, ψυκτικά μηχανήματα, φωτιστικά κ.ά.) για περιορισμό της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας.
- Χρήση πολυβάθμιων Η/Μ συστημάτων για θέρμανση και ψύξη, προκειμένου για την κάλυψη των μερικών φορτίων σε υψηλές αποδόσεις.
- Σχεδιασμός του συστήματος θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού, με βάση τις απαιτήσεις των επιμέρους θερμικών ζωνών του κτηρίου, όπως διαφοροποιούνται ανάλογα τον προσανατολισμό, τα εσωτερικά κέρδη και το προφίλ λειτουργίας.
- Χρήση διατάξεων αυτομάτου ελέγχου και διαχείρισης ενέργειας κτηρίου (BEMS). Οι θερμοστάτες και χρονοδιακόπτες ελέγχου είναι ιδιαίτερα αποδοτικός εξοπλισμός.
- Χρήση συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού θερμότητας / ψύξης, ιδιαίτερα στα κτήρια του τριτογενούς τομέα με μεγάλα θερμικά φορτία.

Ο επιθεωρητής πριν προβεί στις συστάσεις και προτάσεις για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας, ενημερώνεται από τον αρμόδιο υπεύθυνο του κτηρίου για τυχόν επιπλέον προβλήματα που αντιμετωπίζει το κτήριο σχετικά με την λειτουργία του.

Συγκεκριμένα, ο επιθεωρητής πρέπει να λαμβάνει υπόψη του:

- Τις προγραμματισμένες και αναγκαίες συντηρήσεις που πρέπει να εφαρμοστούν στα τεχνικά συστήματα του κτηρίου.
- Τις επεμβάσεις αναβάθμισης των τεχνικών συστημάτων του κτηρίου, που έχουν ήδη εφαρμοστεί.
- Τις επεμβάσεις αναβάθμισης λόγω λειτουργικών προβλημάτων ή γήρανσης των τεχνικών συστημάτων του κτηρίου, που πρέπει να γίνουν ή/και που έχουν προγραμματιστεί να γίνουν από τους υπεύθυνους του κτηρίου.

Οι βασικές αναγκαίες συντηρήσεις και αναβαθμίσεις που εφαρμόζονται σε ένα κτήριο για την διατήρηση της βέλτιστης λειτουργία του είναι:

- Η τακτική επισκευή τυχόν ζημιών ή φθορών στο κτηριακό κέλυφος του κτηρίου, π.χ. αποκατάσταση εξωτερικού επιχρίσματος κτηριακού κελύφους, βάψιμο εξωτερικών επιφανειών κελύφους, στεγανοποίηση ανοιγμάτων κ.ά.
- Η πρόβλεψη για επαρκή σκίαση των διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων.
- Ο ετήσιος έλεγχος και συντήρηση των τεχνικών συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού του κτηρίου (λέβητες, ψυκτικά μηχανήματα, τερματικές μονάδες, δίκτυα διανομής κ.ά.)
- Ο τακτικός έλεγχος των συστημάτων φωτισμού, όπως καθαρισμός λαμπτήρων και φωτιστικών σωμάτων, αντικατάσταση λαμπτήρων σε υπολειτουργία (χαμηλή φωτιστική απόδοση) κ.ά.
- Ο έλεγχος και η βελτίωση των εσωτερικών συνθηκών λειτουργίας του κτηρίου (π.χ. θερμοκρασία και σχετική υγρασία του αέρα) λαμβανομένων υπόψη των επιθυμιών των χρηστών του κτηρίου.

11. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ανδρουτσόπουλος Α., Κορωνάκη Ε., Πολυμενόπουλος Γ., «Παράμετροι επίδρασης της ενεργειακής απόδοσης δομικών προϊόντων στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια», Πρακτικά 2ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Μηχανολόγων - Ηλεκτρολόγων Μηχανικών (ΠΣΔΜΗ), Αθήνα, 16-18 Μαΐου 2007.
2. Αραβαντινός Δ., «Το φράγμα υδρατμών στην εξωτερική τοιχοποιία», «Τεχνικά Χρονικά - Επιστημονική Έκδοση Τ.Ε.Ε.», περιοχή Ι, ISSN 1106-4935, τόμος 15, τεύχος 1-3, σελ. 45-58, Ιανουάριος-Δεκέμβριος 1995.
3. Αραβαντινός Δ., «Η θερμομόνωση των κτηρίων και τα θερμομονωτικά υλικά», διδακτικό εγχειρίδιο για τις απαιτήσεις του μαθήματος «Οικοδομική ΙΙ», Εργαστήριο Οικοδομικής και Φυσικής των Κτηρίων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 2009.
4. Αραβαντινός Δ., «Υγροπροστασία κτηρίων», διδακτικό εγχειρίδιο για τις απαιτήσεις του μαθήματος «Οικοδομική ΙΙ», Εργαστήριο Οικοδομικής και Φυσικής των Κτηρίων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 2007.
5. Βαζαίος, Ε. «Εφαρμογές της Ηλιακής Ενέργειας – Υπολογισμός και Σχεδίαση Συστημάτων». Γ' έκδοση, Αθήνα, 1987.
6. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 6946 (Ε2):2009. Κτηριακά μέρη και στοιχεία - Θερμική αντίσταση και θερμοπερατότητα - Μέθοδος υπολογισμού.
7. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 10077-2:2004. Θερμική επίδοση παραθύρων, θυρών και εξώφυλλων - Υπολογισμός θερμικής αγωγιμότητας - Μέρος 2: Υπολογιστική μέθοδος για πλαίσια
8. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 10211:2009. Θερμογέφυρες στις κτηριακές κατασκευές - Ροές θερμότητας και επιφανειακές θερμοκρασίες - Λεπτομερείς υπολογισμοί.
9. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13370 (Ε2):2009. Θερμική επίδοση κτηρίων - Μετάδοση θερμότητας μέσω του εδάφους - Μέθοδοι υπολογισμού.
10. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13786 (Ε2):2009. Θερμική επίδοση κτιριακών μερών - Δυναμικά θερμικά χαρακτηριστικά - Μέθοδοι υπολογισμού.
11. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13789 (Ε2):2009. Θερμική επίδοση κτηρίων - Συντελεστές μεταφοράς θερμότητας σχετικά με μετάδοση και αερισμό - Μέθοδος υπολογισμού.
12. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13790 (Ε2):2009. Ενεργειακή επίδοση κτηρίων - Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη χώρων.
13. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 14683:2009. Θερμογέφυρες σε κτηριακές κατασκευές - Γραμμική θερμική μετάδοση - Απλοποιημένες μέθοδοι και τιμές προεπιλογής.
14. ΕΣΥΕ «Αποτελέσματα Απογραφής Οικοδομών-Κτηρίων της 1ης Δεκεμβρίου 1990». Εθνική Στατιστικής Υπηρεσία της Ελλάδος, Αθήνα, 2000.
15. Κακάτσιος Κ. Ξ., «Μεταφορά Θερμότητας Ι». Εκδόσεις ΣΥΜΕΩΝ Ο.Ε., Αθήνα, 1994.
16. Καλύβας Γ., «Θερμικές γεφυρώσεις και συμπυκνώσεις υδρατμών στα στοιχεία εξωτερικού κελύφους κτηρίου», «Τεχνικά Χρονικά», Ιανουάριος 1998, σελ. 88-143.
17. Μαλαχίας Γ. «Κεντρικές θερμάνσεις με Μονοσωλήνιο Σύστημα». Εκδόσεις ΙΩΝ, Έκδοση 2η, Αθήνα, 2001.

18. Λάσκος Κωνσταντίνος, Αξαρλή Κλειώ, «Εφαρμογή του προτύπου ΕΝ ISO 13790 για τον υπολογισμό της ενεργειακής ζήτησης για θέρμανση και ψύξη κτηρίου με χρήση προγραμμάτων δυναμικής προσομοίωσης», 9ο Εθνικό Συνέδριο για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας, Πάφος 26-27 Μαρτίου 2009.

19. Λιβέρης Π., Αραβαντινός Δ., Παπαδόπουλος Α., Τσακίρης Ν., «Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας σε δημόσια κτήρια». Βιβλίο - προϊόν ερευνητικού προγράμματος SAVE, Ευρωπαϊκή Επιτροπή - XVII Γενική Διεύθυνση Ενέργειας, Θεσσαλονίκη, 1996.

20. Μπαλαράς Κ.Α. «Οδηγός για Εξοικονόμηση Ενέργειας στις Κατοικίες».Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων, Δ/νση Οικιστικής Πολιτικής Κατοικίας, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (ISBN 960-87905-0-6), Ευώνυμος Οικολογική Βιβλιοθήκη (ISBN 960-85711-4-6), Αθήνα, 2001.

21. Μπαλαράς Κ.Α., Αργυρίου Α.Α., Καραγιάννης Φ. «Συμβατικές & Ήπιες Μορφές Ενέργειας» Εκδόσεις Σέλκα-4Μ Τεκδοτική (ISBN 960-8257-23-9), Αθήνα, 2006.

22. Μπαλαράς Κ., Γαγλία Α. «Εξοικονόμηση Ενέργειας – Ενεργειακή Αποδοτικότητα Κτηρίων, Εφαρμογή Ευρωπαϊκών Μεθοδολογιών & Λογισμικών Βελτίωσης της Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτηρίων». Σύνταξη εκπαιδευτικού υλικού στα πλαίσια του επιχειρησιακού προγράμματος «Εκπαίδευση Μηχανικών σε Τεχνολογίες Πληροφορικής & Επικοινωνιών - Κοινωνία της Πληροφορίας», Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Αθήνα, 2009.

23. Σελλούντος Β.Η. «Θέρμανση - Κλιματισμός, Μελέτη, κατασκευή, εγκαταστάσεις, υλικά, δίκτυα, εξοπλισμός». Εκδόσεις Σέλκα - 4Μ (ISBN 960-8257-05-0), Αθήνα, 2002.

24. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2411/86, «Εγκαταστάσεις σε κτήρια και οικόπεδα. Διανομή κρύου - ζεστού νερού» Έκδοση Δ΄ (ΦΕΚ Β’ 843/1988)..

25. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2412/86, «Εγκαταστάσεις σε κτήρια και οικόπεδα. Αποχετεύσεις» Έκδοση Ε΄ (ΦΕΚ Β’ 177/1988). .

26. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2421 – Μέρος 1/86, «Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Δίκτυα διανομής ζεστού νερού για θέρμανση κτηριακών έργων» Έκδοση Δ΄ (ΦΕΚ Β’ 67/1988). .

27. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2421 - Μέρος 2/86 «Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Λεβητοστάσια παραγωγής ζεστού νερού για θέρμανση κτηριακών έργων» Έκδοση Δ΄ (ΦΕΚ Β’ 148/1988). .

28. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2423/86, «Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Κλιματισμός κτηριακών χώρων» Έκδοση Γ΄ (ΦΕΚ Β’ 177/1988). .

29. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86, «Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Στοιχεία υπολογισμού φορτίων κλιματισμού κτηριακών χώρων» Έκδοση Ε΄.

30. Υπ.Αν. - Κοινοτικό πλαίσιο στήριξης 3^{ο} (2003-2006). Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητα, μέτρο 6.5: «Προώθηση συστημάτων Α.Π.Ε., συμπαραγωγής στο ενεργειακό σύστημα της χώρας - Εξοικονόμηση ενέργειας». Οδηγός ενεργειακών επενδύσεων, Αθήνα, Ιούλιος 2005.

31. Απόφαση Δ6/Β/οικ.5825/30-03-2010 των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων» (ΦΕΚ Β΄ 407).

32. Ν. 3851/2010, «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής» (ΦΕΚ Α’ 85).

33. Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαΐου 2010 «Για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (αναδιατύπωση)», ΕΕ L.153,18.6.2010.

34. Ν. 4122/2013. «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις» (ΦΕΚ Α’ 42).

35. Π.Δ. της 1-6/4-7-1979 «Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτηρίων - Κ.Θ.Κ.» (ΦΕΚ Δ’ 362).

36. Ν. 1577/1985, «Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός» (ΦΕΚ Α' 210) όπως τροποποιήθηκε και ισχύει με το ν.2831/2000 (ΦΕΚ Α΄ 140).

37. Απόφαση 3046/304/18-02-1989 του αναπληρωτή Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων «Κτηριοδομικός Κανονισμός» (ΦΕΚ Δ’ 59).

38. Απόφαση 21475/4707/30-7-1998 των Υπουργών Εσωτερικών Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης, Εθνικής Οικονομίας, Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων «Περιορισμός των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τον καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων» (ΦΕΚ Β΄ 880).

39. Απόφαση Δ6/Β/11038/8-7-1999 των Υπουργών Εθνικής Οικονομίας, Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων «Διαδικασίες, απαιτήσεις και κατευθύνσεις για τη διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων» (ΦΕΚ Β' 1526).

40. Recknagel – Spreoger, «Θέρμανση και Κλιματισμός». Εκδότης Μ. Γκιούρδας, Αθήνα 1980.

41. Schild E., Oswald R., Rogier D., Schweikert H., Schnapauff V., «Ευπαθήσημεία. Πρόληψη και αντιμετώπιση κατασκευαστικών λαθών», 5 τόμοι, ελληνική μετάφραση από τη γερμανική έκδοση, 2η έκδοση, Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας, Αθήνα, 1982.

42. Wendehorst R., «Δομικά υλικά», ελληνική μετάφραση από τη γερμανική έκδοση. 21η έκδοση. Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας, Αθήνα, 1981.

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

43. ASHRAE Handbook «Fundamentals». American Society of Heating Refrigeration and Air-Conditioning Engineering, Atlanta, Georgia, Edition 2009.

44. ASHRAE Handbook «HVAC-Systems and Equipment». American Society of Heating Refrigeration and Air- Conditioning Engineering, Atlanta, Georgia, Edition 2008.

45. ASHRAE Green Guide (3rd edition). The Design, Construction, and Operation of Sustainable Buildings. American Society of Heating Refrigeration and Air- Conditioning Engineering, Atlanta, Georgia, Edition 2010.

46. ASHRAE Standard 55:2004, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc, Atlanta, GA.

47. ASHRAE Standard 62.1:2007, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc, Atlanta, GA.

48. Avdelidis N.P, Kauppinen T.K., “Thermography as a tool for building applications and diagnostics”, Vol. 6939, SPIE Publ., 2008.

49. Balaras C.A., Argiriou A.A., Infrared Thermography for Building Diagnostics. Energy & Buildings, 34, 171-183, 2002.

50. Balaras C.A., Gaglia A.G., Georgopoulou E., Mirasgedis S., Sarafidis Y., Lalas D. P. «European Residential Buildings and Empirical Assessment of the Hellenic Building Stock, Energy Consumption, Emissions & Potential Energy Savings». Building and Environment, 42/3, 1298-1314, 2007.

51. CIBSE - Guide A: Environmental design. The Chartered Institution of Building Services Engineers, UK, 2006.

52. Doulos L., A. Tsangrassoulis and F. Topalis, “Quantifying energy savings in daylight responsive systems: The role of dimming electronic ballasts“, Energy and Buildings, 40 (2008) 36–50

53. Doulos L, A.Tsangrassoulis and F.V. Topalis “Multicriteria decision analysis to select the optimum position and proper field of view of a photosensor“, Energy Conversion and Management_86 (2014) 1069–1077

54. Doulos L., P.A.Kontaxis, A. Tsangrassoulis, A. Kontadakis and F. Topalis, “Harvesting daylight with LED or T5 fluorescent lamps? The role of dimming “, Energy and Buildings, 140 (2017) 336–347.

55. Duffie A John., Beckman A. William, «Solar Engineering of Thermal Processes». John Wiley & Sons, INC., Second edition, 1991.

56. EN ISO 10077-1:2006. Thermal performance of windows, doors and shutters - Calculation of thermal transmittance - Part 1: General.

57. EN ISO 10456:2007/AC:2009. Building materials and products - Hygrothermal properties - Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values - Technical Corrigendum 1.

58. Gaglia A.G., Balaras C.A., Mirasgedis S., Georgopoulou E., Sarafidis Y., Lalas D. P. «Empirical Assessment of the Hellenic Non-Residential Buildings, Energy Consumption, Emissions & Potential Energy Savings». Energy Conversion and Management, 48/4, 1160-1175, 2007.

59. DIN V 18599:2005: “Energy efficiency of buildings — Calculation of the net, final and primary energy demand for heating, cooling, ventilation, domestic hot water and lighting”.

60. DIN 4108: «Wärmeschutz im Hochbau», Teil 5, Deutsche Norm, 2002.

61. ISO 9050:2003: “Glass in building - Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors”.

62. Theodosiou Theodore, Chrisomallidou Niobe. «Shading and solar availability in the Urban Environment». Int. Conference on Passive and Low Energy Architecture, 13-16/11/2005, Beirut, Lebanon.

63. Theodosiou T.G., Papadopoulos A.M., «The impact of thermal bridges on the energy demand of buildings with double brick wall constructions». Energy and Buildings, Vol.40, 2008, pp. 2083-2089.

64. Topalis F.V. and L.T.Doulos, Ambient Light Sensor Integration, Handbook of Advanced Lighting Technology, 2016, Springer International Publishing, Cham, 1—28, ISBN 978-3-319-00295-8, DOI 10.1007/978-3-319-00295-8_33-1, **http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-00295-8_33-1**

65. Tsangrassoulis A., A. Kontadakis, L. Doulos, “Assessing Lighting Energy Saving Potential from Daylight Harvesting in Office Buildings Based on Code Compliance & Simulation“, Sustainable Synergies from Buildings to the Urban Scale, BE16 Thessaloniki, Greece, 17-19 October 2016

66. Tsikaloudaki Ekaterini: «The contribution of the glazing type to the achievement of comfort in interior spaces in the region of Thessaloniki, Greece». Int. Conference proceedings «Glass Processing Days 2001», Tampere, Finland, 18-21.06.2001, pp. 199-203.

67. Tsikaloudaki, K.: «A study on integrating efficient shading devices in office buildings». Lighting Engineering Journal, Vol. 7, (15), 2005, pp. 33-39.

68. Viitanen J., J. Lehtovaara, E. Tetri, L. Halonen. User Preferences in Office Lighting: A Case Study Comparing LED and T5 Lighting, Leukos, 9, 4, (2013) 261-290

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

- Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας- ΤΕΕ
- Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας
- Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης ΕΛΟΤ
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών & Εξοικονόμησης Ενέργειας – ΚΑΠΕ
- Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας- ΙΕΠΒΑ- Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών: **www.energycon.org**
- European Renewable Energy Council EREC : **www.erec-renewables.org**
- EV World : **http://evworld.com**
- USA Department of Energy: **http://www1.eere.energy.gov/buildings/ssl/efficacy.html**
- Υ.Πε.Χω.Δ.Ε. Οδηγός Εξοικονόμησης Ενέργειας στις Κατοικίες: **http://www.minenv.gr/4/47/00_4701/odigos_katoikion.pdf**
- Ευώνυμος Οικολογική Βιβλιοθήκη: **http://www.evonymos.org/greek/index.asp?parentid=325**

Παράρτημα 2

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - Υ.Π.ΕΝ.
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ
ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2017

ΘΕΡΜΟΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ

ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΤΟΥ Κ.ΕΝ.Α.Κ. (2017)

Α΄ έκδοση

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2017

Η ομάδα εργασίας που επεξεργάστηκε την παρούσα αναθεωρημένη έκδοση της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.:

Ονοματεπώνυμο	**Ειδικότητα**
ΑΝΔΡΟΥΤΣΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός, M.Sc.
ΑΠΤΑΛΙΔΟΥ ΦΩΤΕΙΝΗ	MSc Πολιτικός Μηχανικός
ΑΡΑΒΑΝΤΙΝΟΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ	Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
ΔΗΜΟΥΔΗ ΑΡΓΥΡΩ	Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
ΘΕΟΔΟΣΙΟΥ ΘΕΟΔΩΡΟΣ	Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
ΚΑΡΑΟΥΛΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ	Πολιτικός Μηχανικός
ΛΑΣΚΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	Πολιτικός Μηχανικός
ΜΑΝΔΗΛΑΡΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΡΗΓΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ	Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
ΤΣΙΚΑΛΟΥΔΑΚΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ	Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
ΤΣΟΚΑ ΣΤΕΛΛΑ	Πολιτικός Μηχανικός

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ 2017

Στο πλαίσιο της Κοινοτικής Οδηγίας 91/2002/ΕΚ «για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων», η χώρα μας είχε την υποχρέωση να εναρμονιστεί μέχρι τον Ιανουάριο του 2006 με την έκδοση και την εφαρμογή σχετικών νομοθετικών διατάξεων. Το πρώτο βήμα για την εναρμόνισή μας με την Κοινοτική Οδηγία αυτή ήταν η έκδοση του ν. 3661/2008 (ΦΕΚ Α΄ 89) «Μέτρα για τη μείωση της Ενεργειακής Κατανάλωσης των Κτιρίων και άλλες διατάξεις». Βάσει του νόμου υπήρχε η υποχρέωση έκδοσης σχετικού «Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης κτηρίων» (Κ.Εν.Α.Κ.) στον οποίο, μεταξύ άλλων, θα πρέπει να καθορίζονται οι ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές και απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης των νέων και ριζικά ανακαινιζόμενων, καθώς και η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων (ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13790 και των λοιπών σχετικών προτύπων). Η οδηγία 91/2002/ΕΚ τροποποιήθηκε από την οδηγία 31/2010/ΕΚ και η εναρμόνισή μας με τη νέα οδηγία έγινε με την έκδοση του νέου νόμου 4122/2013 (ΦΕΚ Α' 42) «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων - Εναρμόνιση με την οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις».

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) αποτελεί υποχρέωση της χώρας τόσο προς τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Κοινοτική Οδηγία), αλλά περισσότερο προς τους πολίτες της. Ο κτιριακός πλούτος της χώρας πρέπει, σύμφωνα με τις σύγχρονες απαιτήσεις διαβίωσης, να αποκτήσει καλύτερη ενεργειακή συμπεριφορά μέσω της σωστής διαχείρισης και εξοικονόμησης ενέργειας. Με αυτό τον τρόπο, εκτός από την ασφάλεια και την αισθητική που μέχρι σήμερα ήταν τα κυριότερα στοιχεία ενός κτηρίου, προστίθεται και η μέριμνα, έτσι ώστε η κατανάλωση ενέργειας να είναι κατά το δυνατόν χαμηλότερη, με ταυτόχρονη εξασφάλιση άριστων συνθηκών για τους χρήστες. Η αποτελεσματική διαχείριση της ενέργειας προστατεύει άμεσα και έμμεσα το περιβάλλον, εξοικονομεί ενεργειακούς πόρους και επιπλέον συμβάλλει στην οικονομία όχι μόνο των χρηστών των κτηρίων, αλλά και της ίδιας της χώρας.

Το 2010, το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας αξιοποιώντας το επιστημονικό δυναμικό των Μελών, του κατάρτισε σε συνεργασία με την Πολιτεία τις απαραίτητες Τεχνικές Οδηγίες, οι οποίες εξειδικεύουν τα πρότυπα των μελετών και των επιθεωρήσεων της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, στα Ελληνικά κλιματικά και κτιριακά δεδομένα. Παράλληλα το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας ανέπτυξε ειδικό λογισμικό για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και κατάταξης (βαθμονόμησης) των κτηρίων, τόσο κατά την διαδικασία ενεργειακών επιθεωρήσεων, όσο και κατά την εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης.

Το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας υλοποιώντας τη δέσμευση του για τη συνεχή υποστήριξη της αποτελεσματικής εφαρμογής του Κ.Εν.Α.Κ, συνέβαλε καθοριστικά στην αναθεώρηση του ΚΕΝΑΚ, βάσει των διατάξεων του Ν. 4122/2013, και προχώρησε στην αναθεώρηση των σχετικών Τεχνικών Οδηγιών σε συνεργασία με την Πολιτεία.

Οφείλω να ευχαριστήσω όλους τους συναδέλφους, και τους υπόλοιπους επιστήμονες άλλων ειδικοτήτων, που με όραμα και επιμονή συνέβαλαν καθοριστικά στη διαμόρφωση του Κ.Εν.Α.Κ και των ΤΟΤΕΕ.

Το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας ως τεχνικός σύμβουλος της πολιτείας, αλλά και εκπροσωπώντας τα Μέλη του, τους Διπλωματούχους Μηχανικούς, στήριξε και θα συνεχίσει να στηρίζει στο μέλλον την αποτελεσματική εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ.

Ο Πρόεδρος του ΤΕΕ

Γιώργος Ν. Στασινός

Η ομάδα εργασίας που συνέταξε την πρώτη έκδοση αυτής της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.:

Ονοματεπώνυμο	**Ειδικότητα**
ΑΝΔΡΟΥΤΣΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός, M.Sc.
ΑΡΑΒΑΝΤΙΝΟΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ	Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
ΘΕΟΔΟΣΙΟΥ ΘΕΟΔΩΡΟΣ	Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
ΛΑΜΠΡΟΠΟΥΛΟΥ ΕΛΕΝΗ	Αρχιτέκτων Μηχανικός, M.Sc.
ΛΑΣΚΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	Πολιτικός Μηχανικός
ΤΣΙΚΑΛΟΥΔΑΚΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ	Δρ. Πολιτικός Μηχανικός

Συνεργάστηκαν:

Ονοματεπώνυμο	**Ειδικότητα**
ΑΒΔΕΛΙΔΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	Δρ. Μηχανικός Υλικών
ΑΞΑΡΛΗ ΚΛΕΙΩ	Δρ. Αρχιτέκτων Μηχανικός
ΑΡΓΥΡΙΟΥ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	Δρ. Φυσικός
ΓΡΑΨΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	Αρχιτέκτων Μηχανικός, MPhil
ΔΗΜΟΥΔΗ ΑΡΓΥΡΩ	Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
ΗΛΙΑΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΚΟΥΗ ΜΑΡΙΑ	Δρ. Χημικός Μηχανικός

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η κλιματική αλλαγή, η ενεργειακή απεξάρτηση από τρίτες χώρες και η αναγκαιότητα αναβάθμισης του υπάρχοντος κτηριακού αποθέματος οδήγησαν την Ευρώπη στην έκδοση της κοινοτικής οδηγίας 2002/91/ΕΚ περί ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων. Η χώρα μας, ως όφειλε απέναντι στις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης και κυρίως απέναντι στους πολίτες της, εναρμόνισε την εθνική μας νομοθεσία με την κοινοτική οδηγία, σύμφωνα με τον νόμο 3661/2008.

Προϋπόθεση για την εφαρμογή του νόμου υπήρξε η έκδοση του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ) και το προεδρικό διάταγμα που θα καθόριζε τις προδιαγραφές και τις διαδικασίες εφαρμογής του συστήματος των Ενεργειακών Επιθεωρητών των Κτηρίων.

Η προσπάθεια έκδοσής τους διήρκησε συνολικά τρία χρόνια και έχει πια ολοκληρωθεί. Σε αυτήν τη μακρά πορεία δοκιμάστηκαν πολλά διαφορετικά μοντέλα επιστημονικής μεθοδολογίας και άλλαξαν αμέτρητες φορές οι επί μέρους διατάξεις. Είναι αξιοσημείωτη η μεγάλη καθυστέρηση, ενώ η χώρα, αρκετά χρόνια πριν την έκδοση της κοινοτικής οδηγίας, είχε ανενεργή πλήρη πρόταση και κανονισμό (Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.).

Το Τ.Ε.Ε., ως τεχνικός σύμβουλος της πολιτείας και εκπροσωπώντας τα 106.000 πλέον μέλη του, συνέβαλε καθοριστικά στη σύνταξη του Κ.Εν.Α.Κ και των τεχνικών οδηγιών του Τ.Ε.Ε. (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.), οι οποίες εξειδικεύουν τα πρότυπα των μελετών και των επιθεωρήσεων της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στα ελληνικά κλιματικά και κτηριακά δεδομένα. Γι' αυτόν το λόγο, ενεργοποίησε περισσότερους από εκατό επιστήμονες διαφόρων ειδικοτήτων, οι οποίοι ανέπτυξαν και ολοκλήρωσαν τις παραπάνω οδηγίες και έθεσαν τις βάσεις, ώστε τα οφέλη του εγχειρήματος εξοικονόμησης ενέργειας να είναι πολλαπλά, δηλαδή

- να είναι η ενεργειακή επιθεώρηση μια ουσιαστική επιθεώρηση αναβάθμισης του κτηριακού αποθέματος και όχι μια γραφειοκρατική, τυπική διαδικασία και
- να αλλάξει η ενεργειακή μελέτη τις ως σήμερα διακριτές μελέτες αρχιτεκτονικών, στατικών και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και να εισαγάγει στην εκπόνηση των μελετών την ουσιαστική συνεργασία και το κοινό σχεδιασμό, τη συμφιλίωση, δηλαδή, της σύγχρονης αρχιτεκτονικής με την τεχνολογία.

Αξίζει να επισημανθεί η καινοτομία εισαγωγής της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής κτηρίων, μέσω του Κ.Εν.Α.Κ και των Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., στο σχεδιασμό των κτηρίων μας.

Οφείλω να ευχαριστήσω όλους τους συναδέλφους, και τους υπόλοιπους επιστήμονες άλλων ειδικοτήτων, που με όραμα και επιμονή και κυρίως εθελοντική εργασία συνέβαλαν καθοριστικά στη διαμόρφωση του Κ.Εν.Α.Κ και των Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Ιδιαίτερα, θα ήθελα να ξεχωρίσω τη συμβολή των παρακάτω συναδέλφων, τους οποίους και αναφέρω αλφαβητικά:

- Γαγλία Αθηνά, Μ.Μ., που καθ’ όλη τη διάρκεια της προσπάθειας αυτής του Τ.Ε.Ε. κατέβαλε υπεράνθρωπες προσπάθειες
- Γιδάκου Λία, Χ.Μ. στέλεχος Υ.Π.Ε.Κ.Α., που στήριξε πολύπλευρα την προσπάθεια του Τ.Ε.Ε.
- Ευθυμιάδη Απόστολο, Μ.Μ., και την επιτροπή Κ.Εν.Α.Κ του Τ.Ε.Ε., που εισήγαγαν και στήριξαν τη μέθοδο του κτηρίου αναφοράς
- Λάσκο Κώστα, Π.Μ.
- Μαντά Δημήτρη, Μ.Μ.
- Μπαλαρά Κωνσταντίνο, Μ.Μ., διευθυντή Ερευνών Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών

και

- τον Αραβαντινό Δημήτρη, αναπληρωτή καθηγητή του Α.Π.Θ.,
- τα στελέχη του Κ.Α.Π.Ε.,
- τα στελέχη του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών.

Το Τ.Ε.Ε., υπερήφανο για την έως σήμερα συμβολή του, δεσμεύεται για τη συνέχιση της έκδοσης νέων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. και την αναβάθμιση των υπαρχουσών.

Το εγχείρημα της εξοικονόμησης ενέργειας, του μεγαλύτερου εγχώριου ενεργειακού κοιτάσματος της χώρας μας, μπορεί να αποτελέσει την αιχμή της προσπάθειάς μας για την ανάταξη του περιβάλλοντος για την αναβάθμιση των φυσικών και τεχνητών συνθηκών της ποιότητας της ζωής μας, για μια νέα παραγωγική δομή, για την ανάπτυξη της χώρας μας.

Ο πρόεδρος του Τ.Ε.Ε.

Χρήστος Σπίρτζης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πίνακας συμβόλων και μεγεθών .....

Εισαγωγή .....

1. Βασικές έννοιες .....
   1.1. Στάδια ελέγχου της θερμομονωτικής επάρκειας .....
   1.2. Βασικές σχέσεις .....

2. Μεθοδολογία υπολογισμού .....
   2.1. Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων .....
      2.1.1. Κλειστό διάκενο αέρα ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου .....
      2.1.2.Πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα .....
      2.1.3. Ελαφρώς αεριζόμενο διάκενο αέρα (ή ελαφρώς αεριζόμενο κέλυφος) .....
      2.1.4. Δομικά στοιχεία προς μη θερμαινόμενους χώρους .....
      2.1.5. Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη .....
      2.1.6. Δομικό στοιχείο σε επαφή με το έδαφος .....
      2.1.7. Δομικό στοιχείο σε επαφή με όμορο κτήριο .....
      2.1.8. Υπολογισμός σύνθετων δομικών στοιχείων .....
      2.1.9. Υπολογισμός δομικών στοιχείων, αποτελούμενων από μη ομογενείς στρώσεις .....
      2.1.10. Υπολογισμός παθητικών ηλιακών συστημάτων .....
   2.2. Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων .....
      2.2.1. Αναλυτικός υπολογισμός του U_W ενός μονού κουφώματος .....
      2.2.2. Αναλυτικός υπολογισμός του U_W μονού κουφώματος που περιλαμβάνει πέτασμα .
      2.2.3. Αναλυτικός υπολογισμός του U_W ενός μονού κουφώματοςμε επικαθήμενο ρολό ....
      2.2.4.Υπολογισμός του U_W ενός κουφώματος με εξωτερικά προστατευτικά φύλλα .....
      2.2.5. Αναλυτικός υπολογισμός του U_W ενός διπλού κουφώματος .....
   2.3. Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας τοιχοπετασμάτων .....
   2.4. Υπολογισμός των θερμογεφυρών .....
   2.5. Ο υπολογισμός των εμβαδών και του λόγου A/V .....
      2.5.1. Ορισμός γραμμικών διαστάσεων .....
      2.5.2. Ογκομέτρηση κτηρίου .....
   2.6. Υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου (U_m) .....
      2.6.1. Ο μειωτικός συντελεστής (b) .....
      2.6.2. Παρατηρήσεις κατά τον υπολογισμό του U_m .....

3. Βιβλιογραφία .....

4. Πίνακες τιμών .....

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΩΝ

Συμβολισμοί

Σύμβολα	Μονάδες	Ερμηνεία
A	[m^2]	εμβαδό, επιφάνεια,
b	[–]	μειωτικός συντελεστής,
B'	[m]	χαρακτηριστική διάσταση της πλάκας,
c	[J(kg·K)]	ειδική θερμοχωρητικότητα,
d	[m]	πάχος,
h	[m]	ύψος,
ℓ	[m]	μήκος,
n, v	[–]	πλήθος,
R	[(m^2·K)/W]	θερμική αντίσταση,
U	[W/(m^2·K)]	συντελεστής θερμοπερατότητας,
V	[m^3]	όγκος,
z	[m]	βάθος κάτω από την επιφάνεια του εδάφους,
ε	[–]	ικανότητα εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας (εκπεμπτικότητα),
θ	[K ή ^{o}C]	θερμοκρασία,
λ	[W/(m·K)]	συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας,
μ	[–]	συντελεστής αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών,
Π	[m]	περίμετρος,
Ψ	[W/(m·K)]	συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας,
ρ	[kg/m^3]	πυκνότητα.

Δείκτες

Σύμβολα	Ερμηνεία
A	αέρας,
a, α	εξωτερικό περιβάλλον,
B	έδαφος,
cw	τοιχοπέτασμα ή υαλοπέτασμα,
dp	ορθοστάτης,
e	επιφανειακός,
f	πλαίσιο κουφώματος,
g	υαλοπίνακας κουφώματος,
i	εσωτερικό περιβάλλον,
m	μέση τιμή,
n, v	πλήθος,
p	πέτασμα κουφώματος,
R	εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφή),
rb	στοιχείο σκίασης (ρολό ή εξώφυλλο κουφώματος),
tr	τραβέρσα,
u	μη θερμαινόμενος χώρος, χώρος μεταξύ οριζόντιας πλάκας και κεκλιμένης επιφάνειας στέγης,
V	αεριζόμενος, αναφερόμενος σε αέρα,

W	κούφωμα,
'	ισοδύναμος,
δ	διάκενο,
διορθ.	διορθωμένος, διορθωτικός,
θγ	θερμογέφυρα,
Λ	θερμοδιαφυγή ενός δομικού στοιχείου,
ολ.	σύνολο, ολικός.

Μεγέθη

Σύμβολα	Μονάδες	Ερμηνεία
A	[m^2]	το εμβαδό μιας επιφάνειας,
A_{dp}	[m^2]	το εμβαδό του ορθοστάτη του πλαισίου του τοιχοπετάσματος - υαλοπετάσματος,
A_f	[m^2]	το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου ενός κουφώματος,
A_g	[m^2]	το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα ενός κουφώματος ή ενός τοιχοπετάσματος - υαλοπετάσματος
A_{ui}	[m^2]	το εμβαδό επιφάνειας του δομικού στοιχείου που διαχωρίζει ένα θερμαινόμενο χώρο από ένα μη θερμαινόμενο χώρο,
A_p	[m^2]	το εμβαδό επιφάνειας του πετάσματος ενός κουφώματος,
A_{tr}	[m^2]	το εμβαδό της τραβέρσας του πλαισίου του τοιχοπετάσματος - υαλοπετάσματος,
A_{ua}	[m^2]	το εμβαδό επιφάνειας του δομικού στοιχείου που διαχωρίζει ένα μη θερμαινόμενοχώρο από το εξωτερικό περιβάλλον,
A_V	[m^2]	το εμβαδό επιφάνειας οπής, το εμβαδό διέλευσης αέρα,
b	[–]	μειωτικός συντελεστής,
B'	[m]	η χαρακτηριστική διάσταση της πλάκας,
b_u	[–]	ο μειωτικός συντελεστής για την απομείωση της υπολογισθείσας ροής θερμότητας μέσω του διαχωριστικού δομικού στοιχείου μεταξύ ενός θερμαινόμενου και ενός μη θερμαινόμενου χώρου,
$b_{\theta\gamma}$	[–]	μειωτικός συντελεστής του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας (Ψ) σε θέση θερμογέφυρας,
c	[J(kg·K)]	ειδική θερμοχωρητικότητα,
$c_{\alpha\acute{\epsilon}\rho\alpha}$	[J/(m^3·K)]	θερμοχωρητικότητα του αέρα ανά μονάδα όγκου,
d	[m]	πάχος,
f	[–]	ποσοστό,
f_{rb}	[–]	ο συντελεστής χρήσης του ρολού ή του εξωφύλλου (σε ποσοστιαία έκφραση),
h	[m]	το ύψος ενός δομικού στοιχείου,
ℓ	[m]	το μήκος μιας θερμογέφυρας,
$\ell_{dp,\,g}$	[m]	το μήκος της θερμογέφυρας (της περιμέτρου) που σχηματίζεται μεταξύ του ορθοστάτη του πλαισίου και του υαλοπίνακα πλήρωσης,
$\ell_{dp,\,f}$	[m]	το μήκος της θερμογέφυρας (της περιμέτρου) που σχηματίζεται μεταξύ του ορθοστάτη του πλαισίου και του κουφώματος,

ℓ_g	[m]	το μήκος της θερμογέφυρας (της περιμέτρου) που σχηματίζεται μεταξύ του υαλοπίνακα και του πλαισίου του κουφώματος,
ℓ_p	[m]	το μήκος της θερμογέφυρας (της περιμέτρου) που σχηματίζεται μεταξύ του πετάσματος και του πλαισίου του κουφώματος (στη θέση της τραβέρσας ή του ορθοστάτη),
$\ell_{tr,\,g}$	[m]	το μήκος της θερμογέφυρας (της περιμέτρου) που σχηματίζεται μεταξύ της τραβέρσας του πλαισίου και του υαλοπίνακα πλήρωσης,
$\ell_{tr,\,f}$	[m]	το μήκος της θερμογέφυρας (της περιμέτρου) στη συναρμογή τραβέρσας πλαισίου και κουφώματος,
n_u	[–]	το πλήθος εναλλαγών αέρα στο μη θερμαινόμενο χώρο ανά ώρα,
R	[$(m^2 \cdot K)/W$]	η θερμική αντίσταση,
R_a	[$(m^2 \cdot K)/W$]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον,
R_{RU}	[$(m^2 \cdot K)/W$]	η θερμική αντίσταση οροφής κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη,
R_i	[$(m^2 \cdot K)/W$]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,
R_δ	[$(m^2 \cdot K)/W$]	η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα σε διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου, όταν ο αέρας δεν επικοινωνεί με το εξ. περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος,
R_Λ	[$(m^2 \cdot K)/W$]	η θερμική αντίσταση του συνόλου των στρώσεων ενός δομικού στοιχείου (αντίσταση θερμοδιαφυγής),
$R_{ολ.}$	[$(m^2 \cdot K)/W$]	η συνολική θερμική αντίσταση δομικού στοιχείου,
R_{rb}	[$(m^2 \cdot K)/W$]	η θερμική αντίσταση που προσφέρει η χρήση του ρολού ή του εξωφύλλου,
U	[$W/(m^2 \cdot K)$]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας,
U_{dp}	[$W/(m^2 \cdot K)$]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας των ορθοστατών του πετάσματος ενός κουφώματος,
U_f	[$W/(m^2 \cdot K)$]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,
U_g	[$W/(m^2 \cdot K)$]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα του κουφώματος,
U_{iu}	[$W/(m^2 \cdot K)$]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο χώρο από το μη θερμαινόμενο χώρο,
U_m	[$W/(m^2 \cdot K)$]	η μέση τιμή συντελεστή θερμοπερατότητας κτηρίου,
U_p	[$W/(m^2 \cdot K)$]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πετάσματος ενός κουφώματος,
U_u	[$W/(m^2 \cdot K)$]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας οροφής κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη,
U_{tr}	[$W/(m^2 \cdot K)$]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας των τραβερσών ενός κουφώματος,
U_{ua}	[$W/(m^2 \cdot K)$]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον,
U_W	[$W/(m^2 \cdot K)$]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας κουφώματος,
$U_{W,i}$	[$W/(m^2 \cdot K)$]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας εσωτερικού κουφώματος στην περίπτωση του διπλού κουφώματος,
$U_{W,a}$	[$W/(m^2 \cdot K)$]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικού κουφώματος στην περίπτωση του διπλού κουφώματος,

$U_{W,rb}$	[W/(m^2·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος με το ρολό ή το εξώφυλλο σε κλειστή θέση,
$U_{W,διορθ.}$	[W/(m²·K)]	ο διορθωμένος συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος με χρήση ρολού ή εξωφύλλου,
V_u	[m^3]	ο όγκος του μη θερμαινόμενου χώρου,
z	[m]	το βάθος έδρασης δομικού στοιχείου κάτω από την επιφάνεια του εδάφους,
ε	[–]	η ικανότητα εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας (εκπεμπτικότητα),
θ_i	[^{o}C]	η θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα,
θ_a	[^{o}C]	η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα (του εξωτερικού περιβάλλοντος),
λ	[W/(m·K)]	ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας,
λ΄	[W/(m·K)]	ο ισοδύναμος συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας τοιχοποιίας,
μ	[–]	ο συντελεστής αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών,
Π	[m]	η περίμετρος ενός οριζόντιου δομικού στοιχείου που πατά επάνω στο έδαφος,
Ψ	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας,
Ψ_g	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα ενός κουφώματος,
Ψ_{fg}	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου και υαλοπίνακα,
$\Psi_{dp, g}$	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή ορθοστάτη και υαλοπίνακα,
$\Psi_{tr, g}$	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή τραβέρσας και υαλοπίνακα,
$\Psi_{dp, f}$	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου κουφώματος και ορθοστάτη,
$\Psi_{tr, f}$	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου κουφώματος και τραβέρσας,
Ψ_p	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου και πετάσματος,
ρ	[kg/m^3]	η πυκνότητα ενός υλικού.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός αυτής της τεχνικής οδηγίας είναι ο προσδιορισμός των θερμοφυσικών ιδιοτήτων των υλικών και των δομικών στοιχείων, καθώς και ο καθορισμός της μεθοδολογίας για τον έλεγχο της θερμικής επάρκειας του κτηριακού κελύφους τόσο ως προς τα επί μέρους διαφανή και αδιαφανή στοιχεία του, όσο και στο σύνολό του.

Η παρούσα τεχνική οδηγία αποτελεί αναθεωρημένη έκδοση της πρωτοεκδοθείσας τον Ιούλιο του 2010.

Με τη θερμομονωτική προστασία των δομικών στοιχείων των κτηριακών κατασκευών επιδιώκεται ο περιορισμός στο ελάχιστο δυνατό των ανταλλαγών θερμότητας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος και η επίτευξη ενός ευχάριστου εσωκλίματος στο εσωτερικό των κτηρίων με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Έτσι, κατά μεν τη χειμερινή (ψυχρή) περίοδο περιορίζονται οι θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον, κατά δε τη θερινή (θερμή) περίοδο περιορίζεται η υπερθέρμανση λόγω θερμικών προσόδων από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Ταυτοχρόνως όμως με τη θερμομονωτική προστασία των κτηρίων ελαχιστοποιείται και ο κίνδυνος εκδήλωσης του φαινομένου της επιφανειακής συμπύκνωσης των υδρατμών (δρόσου) και προστατεύονται οι κατασκευές από φαινόμενα υγρασίας του εσωτερικού χώρου.

Σε γενικότερο επίπεδο περιορίζεται η απαίτηση για κατανάλωση ενέργειας και κατά συνέπεια μειώνεται η κατανάλωση των διαθέσιμων ενεργειακών πόρων και η ρύπανση του περιβάλλοντος από την παραγωγή αέριων ρύπων.

Η απαίτηση για θερμομονωτική προστασία των κτηριακών κατασκευών που επιβάλλει ο Κ.Εν.Α.Κ. συμβάλλει προς αυτήν την κατεύθυνση, αξιολογώντας την επάρκεια της θερμομονωτικής προστασίας του κτηρίου διττώς:

- με τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας των επί μέρους δομικών στοιχείων,
- με τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηριακού κελύφους στο σύνολό του.

Σ' αυτήν την τεχνική οδηγία παρουσιάζεται αναλυτικά η μεθοδολογία αυτού του διπλού ελέγχου θερμομονωτικής προστασίας του κτηρίου αφενός με τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας U κάθε επί μέρους δομικού στοιχείου και αφετέρου με τον υπολογισμό του μέσου συντελεστή U_m του συνόλου του κτηριακού κελύφους.

Η προτεινόμενη μεθοδολογία οφείλει να εφαρμόζεται σε κάθε νεοανεγειρόμενο κτήριο, καθώς και σε κάθε υφιστάμενο, που ανακαινίζεται ριζικώς,πληρώντας τις ελάχιστες απαιτήσεις και τις ελάχιστες προδιαγραφές σύμφωνα με τα άρθρα 6, 7, 8, 9 και 10 του αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ. (Απόφαση ΔΕΠΕΑ/οικ.178581/30-06-2017 των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος και Ενέργειας - ΦΕΚ Β’ 2367).

Στην οδηγία δίδονται επίσης σε πίνακες οι τιμές των διαφόρων μεγεθών και συντελεστών που υπεισέρχονται στα διαδοχικά στάδια του υπολογισμού.

Τόσο οι τιμές των θερμοφυσικών ιδιοτήτων των υλικών και όλων των επί μέρους παραμέτρων που υπεισέρχονται στον υπολογισμό, όσο και η μεθοδολογία εκτίμησης όλων των παραπάνω μεγεθών στηρίζονται σε διεθνή πρότυπα.

Ειδικότερα, σύμφωνα με το άρθρο 5 του αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ. (έκδοση 2017), για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων εφαρμόζεται η μεθοδολογία της ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος και βασίζεται στα ευρωπαϊκά πρότυπα.

1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

1.1. Στάδια ελέγχου της θερμομονωτικής επάρκειας

Ο έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου αποτελεί το πρώτο βήμα της ενεργειακής μελέτης. Υπολογίζει τις ανταλλαγές θερμότητας του κτηρίου με το περιβάλλον μέσω αγωγιμότητας και συναγωγής και εξετάζει αν αυτές περιορίζονται μέσα σε συγκεκριμένα όρια.

Ειδικότερα, ο έλεγχος γίνεται με βάση το συντελεστή θερμοπερατότητας (U) σε δύο στάδια:

- Κατά το πρώτο στάδιο ελέγχεται η θερμική επάρκεια ενός εκάστου των επί μέρους δομικών στοιχείων του κτηρίου. Για να ικανοποιεί ένα δομικό στοιχείο τις απαιτήσεις θερμομονωτικής προστασίας του κανονισμού, θα πρέπει η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{εξεταζ.}$ αυτού του δομικού στοιχείου να μην υπερβαίνει την τιμή του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας U_{max} που ορίζει ο κανονισμός, ανά κλιματική ζώνη για κάθε κατηγορία δομικών στοιχείων.
  Πρέπει, δηλαδή να ισχύει:

$$U_{εξεταζ.} \leq U_{max} \qquad [W/(m^2 \cdot K)] \qquad (1.1.)$$

- Κατά το δεύτερο στάδιο ελέγχεται η θερμική επάρκεια του συνόλου του κτηρίου. Για να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του κανονισμού πρέπει η μέση τιμή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτηρίου (U_m) να μην υπερβαίνει τα όρια που θέτει ο κανονισμός για κάθε κτήριο ($U_{m,\ max}$), αυτού εντασσομένου σε μια από τις κλιματικές ζώνες του ελλαδικού χώρου. Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας ($U_{m,\ max}$) υπολογίζεται λαμβανομένου υπόψη του λόγου του συνόλου των εξωτερικών επιφανειών του κτηρίου (κατακόρυφων και οριζόντιων, είτε αυτές έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα είτε με μη θερμαινόμενο χώρο είτε με έδαφος) προς το συνολικό όγκο,που αυτές οι επιφάνειες περικλείουν (A/V).
  Πρέπει δηλαδή να ισχύει:

$$U_m \leq U_{m,\ max} \qquad [W/(m^2 \cdot K)] \qquad (1.2.)$$

Η ικανοποίηση αυτών των δύο ελέγχων αποτελεί προϋπόθεση για τα επόμενα βήματα της ενεργειακής μελέτης, όπως αυτά αναλυτικά περιγράφονται στην τεχνική οδηγία «*Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης*».

Σε περίπτωση πάντως που κατά την εφαρμογή της ενεργειακής μελέτης χρησιμοποιηθούν υλικά διαφορετικά από τα προδιαγεγραμμένα στη μελέτη, οφείλει να υποβληθεί νέα διορθωτική ενεργειακή μελέτη με τα χρησιμοποιηθέντα υλικά.

1.2. Βασικές σχέσεις

Κατά απλοποιητική παραδοχή η ροή θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου αντιμετωπίζεται ως μονοδιάστατο μέγεθος και με διεύθυνση κάθετη προς την επιφάνεια του εξεταζόμενου δομικού στοιχείου. Οι ανταλλαγές θερμότητας θεωρούνται επίσης ανεξάρτητες από το χρόνο (στάσιμη κατάσταση) και ανεπηρέαστες από εξωγενείς παράγοντες. Ομοίως, όλα τα δομικά υλικά θεωρούνται κατά παραδοχή ομογενή και ισότροπα, με σταθερά θερμοφυσικά χαρακτηριστικά και ανεπηρέαστα από τις μεταβολές της θερμοκρασίας.

Με βάση τα παραπάνω, η αντίσταση που προβάλλει μία ομογενής στρώση ενός δομικού στοιχείου στη ροή θερμότητας υπολογίζεται από το γενικό τύπο:

$$R = \frac{d}{\lambda} \qquad [m^2 \cdot K/W] \qquad (1.3.)$$

όπου: R [m²·K/W)] η αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας η συγκεκριμένη στρώση,
d [m] το πάχος της στρώσης,
λ [W/(m·K)] ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της στρώσης.

Το σύνολο των θερμικών αντιστάσεων όλων των στρώσεων ενός πολυστρωματικού δομικού στοιχείου, που αποτελείται από ομογενείς στρώσεις υλικών, ορίζει την αντίσταση θερμοδιαφυγής (R_Λ) και προκύπτει από το άθροισμα των επί μέρους αντιστάσεων της κάθε στρώσης κατά τη γενικευμένη σχέση:

$$R_\Lambda = \sum_{j=1}^{n} \frac{d_j}{\lambda_j} = \sum_{j}^{n} R_j \qquad [m^2 \cdot K/W] \qquad (1.4.)$$

Η σειρά των στρώσεων ενός δομικού στοιχείου υπολογιστικά δεν επηρεάζει τη ροή θερμότητας μέσω αυτού, επηρεάζει όμως την αξιοποίηση της θερμοχωρητικότητάς τους.

- Η τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης σε θέση πλησιέστερη προς την εσωτερική επιφάνεια περιορίζει τη θερμοχωρητικότητα του δομικού στοιχείου, δηλαδή την ικανότητά του να αποθηκεύει θερμότητα στη μάζα του.
- Αντιθέτως, η τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης σε θέση πλησιέστερη προς την εξωτερική επιφάνεια επαυξάνει τη θερμοχωρητικότητά του.

Ωστόσο, η θερμοχωρητικότητα του δομικού στοιχείου επηρεάζεται καθοριστικά από τη μάζα του. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή, τόσο μεγαλύτερη είναι και η ικανότητα αποθήκευσης θερμότητας. Στόχος είναι η αποθηκευόμενη ποσότητα θερμότητας να μπορεί να επαναποδοθεί στο εσωτερικό περιβάλλον του κτηρίου, όταν η θερμοκρασία του χώρου πέφτει σε χαμηλότερα επίπεδα από τη θερμοκρασία της μάζας του.

Η συνολική θερμική αντίσταση που προβάλλει ένα πολυστρωματικό δομικό στοιχείο, που αποτελείται από ομογενείς στρώσεις υλικών, ορίζεται από το άθροισμα των αντιστάσεων των επί μέρους στρώσεων και των αντιστάσεων του στρώματος αέρα εκατέρωθεν των όψεών του κατά την εξίσωση:

$$R_{o\lambda} = R_i + R_1 + R_2 + ... + R_n + R_a \qquad [m^2 \cdot K/W] \qquad (1.5.)$$

όπου: $R_{o\lambda}$ [m²·K/W] η συνολική αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας το δομικό στοιχείο,
n [–] το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,
R_i [m²·K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,
R_a [m²·K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Οι θερμικές απώλειες μέσω ενός δομικού στοιχείου ορίζονται από το συντελεστή θερμοπερατότητας (U), που δίνει την ποσότητα θερμότητας που μεταφέρεται στη μονάδα του χρόνου σε σταθερό θερμοκρασιακό πεδίο μέσω της μοναδιαίας επιφάνειας ενός δομικού στοιχείου, όταν η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα στις δύο όψεις του δομικού στοιχείου ισούται με τη μονάδα.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου ορίζεται από τη σχέση:

$$U = \frac{1}{R_{\text{ολ.}}} \qquad [\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}] \qquad (1.6.)$$

ή, σύμφωνα και με τη σχέση 1.5., στη γενική της έκφραση η σχέση 1.6. θα είναι:

$$\frac{1}{U} = R_i + \sum_{j=1}^{n} R_j + R_a \qquad [\text{m}^2\cdot\text{K/W}] \qquad (1.7.)$$

όπου: U [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου,
n [–] το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,
R_i [m²·K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,
R_a [m²·K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Καθώς ο συντελεστής θερμοπερατότητας εξαρτάται από τα πάχη των στρώσεων του δομικού στοιχείου και από τη συναγωγή που παρουσιάζει με τα στρώματα αέρα εκατέρωθεν των όψεών του, αύξηση ή μείωση του πάχους μιας στρώσης του υλικού επηρεάζει το συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Κατά τον έλεγχο του πρώτου σταδίου θα πρέπει να εξετασθούν ως προς τη θερμομονωτική τους επάρκεια όλα τα επί μέρους δομικά στοιχεία του εξεταζόμενου κτηρίου, διαφανή και αδιαφανή.

Ειδικότερα, οφείλουν να είναι θερμομονωμένα και να ελέγχονται ως προς τη θερμική τους επάρκεια όλα τα δομικά στοιχεία του κελύφους που περικλείουν τη θεωρούμενη ως θερμαινόμενη περιοχή του κτηρίου, όπως αυτή περιγράφεται στην παράγραφο 2.1.4.

Είναι σκόπιμο, χωρίς ωστόσο αυτό να αποτελεί υποχρέωση, να είναι θερμομονωμένα και όλα τα οριζόντια και κατακόρυφα δομικά στοιχεία που διαχωρίζουν μεταξύ τους δύο διαφορετικά διαμερίσματα του ιδίου κτηρίου ή χώρους με διαφορετική χρήση ή χώρους με διαφορετικά ωράρια λειτουργίας.

2.1. Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων

Ο βαθμός θερμομονωτικής προστασίας ενός αδιαφανούς δομικού στοιχείου προσδιορίζεται από το συντελεστή θερμοπερατότητας (U), αυτού οριζομένου από το αντίστροφο του αθροίσματος των θερμικών αντιστάσεων που προβάλλουν οι διαδοχικές στρώσεις του δομικού στοιχείου στη θεωρούμενη κατά παραδοχή μονοδιάστατη και κάθετη στην επιφάνειά του ροή θερμότητος μέσω αυτού και των αντίστοιχων θερμικών αντιστάσεων που προβάλλουν οι εκατέρωθεν των όψεών του στρώσεις αέρα.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου n στρώσεων ορίζεται από τον τύπο:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^{n} \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_a} \qquad [W/(m^2 \cdot K)] \qquad (2.1.)$$

όπου:

U	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου,
n	[–]	το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,
d	[m]	το πάχος της κάθε στρώσης του δομικού στοιχείου,
λ	[W/(m·K)]	ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης,
R_δ	[m²·K/W]	η θερμική αντίσταση στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου, με την προϋπόθεση ότι ο αέρας του διακένου δεν επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος,
R_i	[m²·K/W]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,
R_a	[m²·K/W]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Η υπολογιζόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας κάθε δομικού στοιχείου, αναλόγως της θέσης του στο κτήριο, θα πρέπει να προκύπτει μικρότερη ή ίση της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής, όπως αυτή ορίζεται για κάθε κλιματική ζώνη του ελλαδικού χώρου:

- στον πίνακα 5α όταν πρόκειται για νεόδμητο κτήριο και
- στον πίνακα 5β, όταν πρόκειται για ριζικώς ανακαινιζόμενο κτήριο.

Οι παραπάνω τιμές ελάχιστων απαιτήσεων ισχύουν για κάθε κτήριο, αδιαφόρως της χρήσης του.

Εάν η τιμή που προκύπτει είναι μεγαλύτερη, θα πρέπει ο έλεγχος να επαναληφθεί, αφού προηγουμένως βελτιωθούν τα θερμοφυσικά ή γεωμετρικά χαρακτηριστικά του δομικού στοιχείου:

– με ενδεχόμενη αύξηση του πάχους της θερμομονωτικής στρώσης,
– με αντικατάσταση του θερμομονωτικού υλικού με άλλο (ενδεχομένως και των υλικών άλλων στρώσεων) που θα έχει χαμηλότερη τιμή συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας,

ώστε να προκύπτει μικρότερη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας U.

Πίνακες τιμών

- Στον πίνακα 1 δίδονται ενδεικτικές τιμές σχεδιασμού του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ διαφόρων δομικών προϊόντων.
- Για δομικά υλικά με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ ≤ 0,18 W/(m·K):
  – εφόσον υπόκεινται σε υποχρέωση σήμανσης CE, θα γίνεται χρήση της τιμής του λ, που αναγράφεται στην ετικέτα CE του προϊόντος βάσει του προτύπου προδιαγραφής τους ή βάσει ευρωπαϊκής τεχνικής έγκρισης,
  – εφόσον δεν υπόκεινται σε υποχρέωση σήμανσης CE, θα γίνεται χρήση της τιμής λ του υλικού από πιστοποιητικό διαπιστευμένου φορέα / εργαστηρίου.
  – για στρώση υλικού πάχους μικρότερου των 2 cm και λ > 0,06 W/(m·K), της οποίας η βασική λειτουργία δεν προορίζεται να παράσχει θερμομονωτική προστασία στο δομικό στοιχείο, μπορεί να γίνεται χρήση των ενδεικτικών τιμών του πίνακα.
- Για τις τοιχοποιίες (ενότητα 1.7. στον πίνακα 1) οι τιμές που αναγράφονται είναι ενδεικτικές και αναφέρονται στον ισοδύναμο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας σχεδιασμού ($λ'_{σχεδιασμού}$) της τοιχοποιίας για ποσοστό υγρασίας 4% κατ’ όγκο. Η τιμή λ΄ του ισοδύναμου συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας σχεδιασμού συμπεριλαμβάνει στις θερμικές ιδιότητες της τοιχοποιίας την επίδραση συνδετικού κονιάματος πάχους 12 mm και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ = 0,80 W/(m·K).
- Για προϊόντα τοιχοποιίας με $λ'_{σχεδιασμού}$≤ 0,30 W/(m·K),
  – εφόσον υπάρχει δεδηλωμένη τιμή του ισοδύναμου συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας, λ΄, που αναγράφεται στην ετικέτα CE του προϊόντος από τον κατασκευαστή βάσει της μεθοδολογίας του προτύπου EN 1745 (είτε από μετρήσεις είτε από χρήση υπολογιστικών εργαλείων προσομοίωσης είτε από χρήση πινακοποιημένων τιμών), αυτή θα προσαυξάνεται κατά 24% και θα λαμβάνεται ως $λ'_{σχεδιασμού}$,
  – εάν δίνεται από τον κατασκευαστή η τιμή $λ'_{σχεδιασμού}$,θα γίνεται απευθείας χρήση αυτής,
  – εάν ο κατασκευαστής δεν παρέχει την τιμή λ΄ αλλά την τιμή λ της μονάδας τοιχοποιίας (π.χ. της οπτοπλίνθου) θα ακολουθείται η μεθοδολογία που αναπτύσσεται στην ενότητα 2.1.9.,
  – σε κάθε περίπτωση, όταν η τιμή λ΄ δίνεται από τον κατασκευαστή για συνδετικό κονίαμα με λ < 0,80 W/(m·K), η τιμή λ του συνδετικού κονιάματος θα λαμβάνεται από την ετικέτα σήμανσης CE του υλικού.
- Οι τιμές των αντιστάσεων θερμικής μετάβασης των επιφανειακών στρωμάτων αέρα εκατέρωθεν των όψεων του δομικού στοιχείου λαμβάνονται από τον πίνακα 2 (πίνακα 2α ή πίνακα 2β).
- Η τιμή της θερμικής αντίστασης ($R_δ$) οριζόντιου ή κατακόρυφου στρώματος εγκλωβισμένου αέρα στο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου λαμβάνεται από τον πίνακα 3α και ορίζεται για τις εξής περιπτώσεις:

– Για θερμική αντίσταση του αέρα, όταν δεν υπάρχει σε καμία πλευρά του διακένου κάποια μεμβράνη χαμηλής εκπεμπτικότητας (απουσία ανακλαστικής επιφάνειας), δηλαδή όταν θεωρείται: ε = 0,80.
– Για θερμική αντίσταση του αέρα, όταν υπάρχει στη μία πλευρά του διακένου μεμβράνη χαμηλής εκπεμπτικότητας (ύπαρξη ανακλαστικής επιφάνειας) με εκπεμπτικότητα (ε) ίση προς 0,05, 0,10 και 0,20.

Σημειώνεται ότι για τα κτήρια που ανεγείρονται ή ριζικώς ανακαινίζονται μετά την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. είναι απαραίτητο για την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, να προσκομισθούν στον ενεργειακό επιθεωρητή ως στοιχεία που διασφαλίζουν την ορθή τήρηση του κανονισμού:

– η υπογεγραμμένη από το μηχανικό ενεργειακή μελέτη, που έχει κατατεθεί στην οικεία υπηρεσία δόμησης (ή στην αντίστοιχη πρώην διεύθυνση πολεοδομίας),
– τα δελτία αποστολής των οικοδομικών υλικών που έχουν χρησιμοποιηθεί για τη θερμομονωτική προστασία του κτηρίου κατά την ανέγερση ή ανακαίνισή του και στα οποία θα πρέπει υποχρεωτικά να αναγράφεται ο τύπος των υλικών και να συνοδεύονται από τα απαραίτητα πιστοποιητικά.

2.1.1. Κλειστό διάκενο αέρα ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου

Ο αέρας του διακένου ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου, που δεν έρχεται σε επαφή με το εκατέρωθεν των όψεων του δομικού στοιχείου εξωτερικό περιβάλλον, θεωρείται πρακτικά ακίνητος και λαμβάνει τιμές, όπως προαναφέρθηκε, από τον πίνακα 3α.

• Οι τιμές του πίνακα δίνονται για στρώση αέρα που ορίζεται μεταξύ δύο παράλληλων επιφανειών, οι οποίες είναι κάθετες στην κατεύθυνση της θερμικής ροής και υπό τις προϋποθέσεις ότι:
  – ο αέρας βρίσκεται εγκλωβισμένος μέσα στο δομικό στοιχείο, δηλαδή δεν έχει εναλλαγές με το εξωτερικό περιβάλλον εκατέρωθεν των όψεων του δομικού στοιχείου,
  – η στρώση έχει πάχος μικρότερο του 1/10 εκάστης των άλλων δύο διαστάσεων και πάντως όχι μεγαλύτερο των 30 cm.
• Ως οριζόντια θεωρείται η θερμική ροή που παρουσιάζει απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο μέχρι ±30°.

Η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα στην περίπτωση τοποθέτησης ανακλαστικής μεμβράνης στη μία πλευρά του διακένου έχει υπολογιστεί με βάση τη μεθοδολογία του προτύπου ISO 6946 (παράρτημα Β) για μέση τιμή θερμοκρασίας 10°C και διαφορά θερμοκρασίας κατά το πλάτος του διακένου ίση με 5°C. Θεωρήθηκε ότι η μία κατακόρυφη επιφάνεια του διακένου διαμορφώνεται από συμβατικά δομικά υλικά (π.χ. σκυρόδεμα ή οπτοπλίνθους) με εκπεμπτικότητα ίση με ε = 0,8. Η εκπεμπτικότητα της ανακλαστικής μεμβράνης που εφαρμόζεται στη δεύτερη πλευρά του διακένου λήφθηκε διαδοχικά ίση με 0,05, 0,10 και 0,20, προκειμένου να καλύψει όλο το φάσμα των συγκεκριμένων υλικών που διατίθενται στην αγορά.

Στην περίπτωση τοποθέτησης θερμοανακλαστικής μόνωσης στο διάκενο, η θερμική αντίσταση $R_δ$ λαμβάνεται ίση με την τιμή της θερμικής αντίστασης της θερμοανακλαστικής μόνωσης, η οποία παρέχεται από τον κατασκευαστή της και συνοδεύεται απαραιτήτως από το σχετικό πιστοποιητικό από διαπιστευμένο εργαστήριο.

Όταν μεταξύ του διακένου και του εξωτερικού τμήματος της τοιχοποιίας δεν παρεμβάλλεται μόνωση και υπάρχουν μικρά ανοίγματα από το διάκενο είτε προς το εξωτερικό περιβάλλον είτε προς

το εσωτερικό, το διάκενο μπορεί να θεωρηθεί κλειστό,εφόσον τα ανοίγματα δεν έχουν σχεδιαστεί και τοποθετηθεί κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτρέπουν τη ροή αέρα στο διάκενο και επιπλέον η επιφάνεια τους δεν είναι μεγαλύτερη από:

- 500 mm^2 ανά μέτρο μήκους της όψης του διακένου αέρα (κατά την οριζόντια διεύθυνση) για κατακόρυφο διάκενο,
- 500 mm^2 ανά τετραγωνικό μέτρο της επιφάνειας της όψης του οριζόντιου διακένου αέρα.

Διευκρινίσεις

Στην περίπτωση του κλειστού διακένου αέρα ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου μπορούν να υπαχθούν:

– κατακόρυφα ή οριζόντια δικέλυφα δομικά στοιχεία που εμπεριέχουν διάκενο, το οποίο δεν έρχεται σε επαφή με το περιμετρικό τους περιβάλλον,
– επενδύσεις τοίχων από γυψοσανίδες, τσιμεντοσανίδες, ξυλοσανίδες, σανίδες ορυκτών ινών και παντός είδους πετάσματα που στηρίζονται σε κάνναβο και εφάπτονται πλήρως περιμετρικά των δομικών στοιχείων,
– ξύλινο καρφωτό δάπεδο, αδιαφόρως εάν αφήνει περιμετρικό αρμό αερισμού ή διαθέτει θυρίδες αερισμού,
– ψευδοροφή, πλήρως εφαπτόμενη στα περιμετρικά τοιχώματα και με την προϋπόθεση ότι το διάκενο είναι πολύ μικρό και η ψευδοροφή δεν είναι κατά τέτοιο τρόπο σχεδιασμένη που να επιτρέπει τη διείσδυση αέρα ούτε την απαγωγή μέσω αυτού του προς απόρριψη αέρα των μηχανολογικών συστημάτων.

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις το πάχος του διακένου, για να μπορεί να ληφθεί ως κλειστό μη αεριζόμενο διάκενο, δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 30 cm. Σε διαφορετική περίπτωση είναι υποχρεωτική η θερμομονωτική προστασία του εξωτερικού κελύφους του δομικού στοιχείου και δεν συμπεριλαμβάνεται στον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας το εσωτερικό κέλυφος με το διάκενο.

2.1.2.Πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα

Ένα διάκενο αέρα θεωρείται πλήρως αεριζόμενο, όταν οι θυρίδες αερισμού από το διάκενο προς το εξωτερικό περιβάλλον έχουν επιφάνεια ίση ή μεγαλύτερη από:

- 1.500 mm^2 ανά μέτρο μήκους της όψης του αεριζόμενου κελύφους (κατά την οριζόντια διεύθυνση), για κατακόρυφο διάκενο αέρα,
- 1.500 mm^2 ανά τετραγωνικό μέτρο της επιφάνειας της όψης του αεριζόμενου κελύφους, για οριζόντιο διάκενο αέρα.

Ως προς τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα ισχύουν τα κάτωθι:

- Εάν το διάκενο αέρα επικοινωνεί με το εσωτερικό περιβάλλον, τότε οι αντιστάσεις των στρώσεων του δομικού στοιχείου μεταξύ του εσωτερικού περιβάλλοντος και του διακένου δεν λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου (U) και ως επιφανειακό στρώμα αέρα από την εσωτερική πλευρά θεωρείται αυτό του διακένου.

  Ο αέρας του διακένου θεωρείται ήπια κινούμενος και η τιμή της αντίστοιχης θερμικής μετάβασης λαμβάνεται από τον πίνακα 2α (ή τον πίνακα 2β), καθώς η κινητικότητά του θεωρείται αντίστοιχη με αυτού του εσωτερικού χώρου. Δηλαδή, ισχύει:

$$R_{\delta} = R_i \qquad [m^2 \cdot K/W] \qquad (2.2.)$$

- Εάν το διάκενο επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον, τότε οι θερμικές αντιστάσεις των στρώσεων του αέρα του διακένου και του δομικού στοιχείου μεταξύ του εξωτερικού περιβάλλοντος και του διακένου δεν λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου (U) και ως επιφανειακό στρώμα αέρα από την εξωτερική πλευρά θεωρείται αυτό του διακένου.
  Ο αέρας του διακένου θεωρείται και πάλι ήπιας κινητικότητας. Η τιμή της αντίστασης θερμικής μετάβασης στην εξωτερική επιφάνεια επίσης λαμβάνει τιμές αντίστοιχες του R_i και όχι του R_a. Τότε όμως η τιμή της αντίστασης θερμικής μετάβασης R_i λαμβάνεται για τον υπολογισμό από τον πίνακα 2γ για θερμοκρασία εξωτερικού περιβάλλοντος 0°C.
- Εάν το διάκενο έχει επικοινωνία τόσο με το εσωτερικό, όσο και με το εξωτερικό περιβάλλον, θεωρείται ότι το συγκεκριμένο δομικό στοιχείο δεν προσφέρει θερμομονωτική προστασία στο κτήριο.

Στα παθητικά συστήματα με οπές αερισμού (π.χ. τοίχο Trombe) η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (U) του δομικού στοιχείου λαμβάνεται ίση με τη μέγιστη επιτρεπόμενη για εξωτερικό τοίχο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα για την αντίστοιχη κλιματική ζώνη.

Σημειώνεται ακόμη ότι σε περιπτώσεις δικέλυφων τοιχοποιιών με διάκενο μεταξύ αυτών, εντός του οποίου σύρονται τα φύλλα συρόμενου κουφώματος, λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου U μόνο οι αντιστάσεις των στρώσεων του εσωτερικού κελύφους (δηλαδή οι αντιστάσεις των στρώσεων από τον εσωτερικό χώρο έως το διάκενο). Ως επιφανειακό στρώμα αέρα από την εξωτερική πλευρά θεωρείται τότε αυτό του διακένου (λαμβάνει όμως πάλι –λόγω της θεωρούμενης ήπιας κίνησης του αέρα σ' αυτό– τιμές R_i και όχι R_a).

Για την αποτελεσματική θερμική προστασία του δομικού στοιχείου συνιστάται η θερμομονωτική στρώση να τοποθετηθεί στο εσωτερικό κέλυφος του κτηρίου και όχι στο εξωτερικό.

Διευκρινίσεις

Στην περίπτωση του πλήρως αεριζόμενου διακένου αέρα ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου μπορούν να υπαχθούν:

– κατακόρυφα ή οριζόντια δικέλυφα δομικά στοιχεία που εμπεριέχουν διάκενο, το οποίο έρχεται σε επαφή με το περιμετρικό τους περιβάλλον,
– επενδύσεις τοίχων από γυψοσανίδες, τσιμεντοσανίδες, ξυλοσανίδες, σανίδες ορυκτών ινών και παντός είδους πετάσματα που στηρίζονται σε κάνναβο και δεν εφάπτονται πλήρως περιμετρικά των δομικών στοιχείων,
– κάθε δικέλυφη αεριζόμενη πρόσοψη (ορθομαρμαρώσεις, τεχνητές πλάκες, πετάσματα παντός τύπου που στηρίζονται σε μεταλλικό ή άλλου είδους κάνναβο και δεν έχουν κονίαμα πλήρωσης μεταξύ των αρμών τους),
– το δικέλυφο αεριζόμενο δώμα,
– η στέγη με κεραμίδια χωρίς συγκολλητικό κονίαμα, στην οποία η θερμομόνωση έχει τοποθετηθεί στο κεκλιμένο τμήμα της.

2.1.3. Ελαφρώς αεριζόμενο διάκενο αέρα (ή ελαφρώς αεριζόμενο κέλυφος)

Ένα διάκενο αέρα θεωρείται ελαφρώς αεριζόμενο, όταν υπάρχει περιορισμένη ροή αέρα από το διάκενο προς το εξωτερικό περιβάλλον, με θυρίδες επιφάνειας A_V όταν αυτή η επιφάνεια είναι:

- μεγαλύτερη από 500 mm^2 αλλά μικρότερη από 1.500 mm^2ανά μέτρο μήκους της όψης του αεριζόμενου κελύφους (κατά την οριζόντια διεύθυνση) για κατακόρυφο διάκενο αέρα ή
- μεγαλύτερη από 500 mm^2 αλλά μικρότερη από 1.500 mm^2 ανά τετραγωνικό μέτρο της επιφάνειας της όψης του αεριζόμενου κελύφους για οριζόντιο διάκενο αέρα.

Η επίδραση του αερισμού του διακένου αέρα εξαρτάται από το μέγεθος και την κατανομή των θυρίδων αερισμού. Προσεγγιστικά, η συνολική θερμική αντίσταση δομικού στοιχείου με μερικώς αεριζόμενο διάκενο αέρα υπολογίζεται από τη σχέση:

$$R_{ολ} = ((1500 - A_V) /1000) \cdot R_{ολ,u} + ((A_V - 500) /1000) \cdot R_{ολ,v} \quad [m^2 \cdot K/W] \quad (2.3.)$$

όπου: $R_{ολ,u}$ [$m^2 \cdot K/W$] η συνολική θερμική αντίσταση με κλειστό διάκενο αέρα (§ 2.1.1.)
$R_{ολ,V}$ [$m^2 \cdot K/W$] η συνολική θερμική αντίσταση με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (§ 2.1.2.)
A_V [m^2] το εμβαδό των θυρίδων.

2.1.4. Δομικά στοιχεία προς μη θερμαινόμενους χώρους

Ως μη θερμαινόμενος χώρος ορίζεται κάθε κλειστός χώρος, που δεν θερμαίνεται και περιλαμβάνεται στον όγκο του κτηρίου ή βρίσκεται στην περίμετρό του. Ο μη θερμαινόμενος χώρος δεν συμπεριλαμβάνεται στο θερμομονωτικά προστατευόμενο όγκο του κτηρίου και εφόσον διαχωρίζεται από τους λοιπούς θερμαινόμενους χώρους με κοινά προς αυτούς δομικά στοιχεία, αυτά οφείλουν να θερμομονώνονται πλήρως και να ελέγχονται ως προς τη θερμική τους επάρκεια σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κανονισμού (πίνακας 5α όταν πρόκειται για νεόδμητο κτήριο και πίνακας 5β, όταν πρόκειται για ριζικώς ανακαινιζόμενο κτήριο).

- Μη θερμαινόμενοι χώροι συνήθως είναι:
  - οι χώροι των υπογείων, όταν δεν θερμαίνονται,
  - οι χώροι των αποθηκών, που βρίσκονται μέσα στο κυρίως σώμα του κτηρίου ή σε επαφή με αυτό και δεν διαθέτουν θέρμανση,
  - οι κλειστοί χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων,
  - κάθε κλειστός χώρος, που από τη φύση της λειτουργίας του δεν θερμαίνεται (π.χ. βιομηχανικά εργαστήρια).
- Θεωρούνται θερμαινόμενοι χώροι, αδιαφόρως αν θερμαίνονται ή όχι, βοηθητικοί χώροι και μικρές αποθήκες που συνυπολογίζονται στο λειτουργικό χώρο ενός διαμερίσματος και έχουν συνεχή χρήση στη λειτουργικότητα του κτηρίου.
- Ο χώρος της εισόδου μονοκατοικίας ή πολυκατοικίας, το κλιμακοστάσιο και η απόληξή του στο δώμα, οι διάδρομοι πολυκατοικίας και γενικώς όλοι οι κοινόχρηστοι χώροι μπορούν να θεωρηθούν είτε ως θερμαινόμενοι είτε ως μη θερμαινόμενοι χώροι, οπότε:
  - στην πρώτη περίπτωση οφείλουν να προστατεύονται και ισχύει και γι' αυτούς ό,τι ισχύει για κάθε θερμαινόμενο χώρο,
  - στη δεύτερη περίπτωση εξαιρούνται της θερμομονωτικά προστατευμένης περιοχής του κτηρίου.

Ο μελετητής οφείλει εξαρχής να ορίσει ποιους χώρους του κτηρίου θεωρεί ως θερμαινόμενος και να τους συμπεριλάβει στη μελέτη θερμομονωτικής προστασίας και ποιους θεωρεί ως μη θερμαινόμενους και να τους αποκλείσει απ' αυτήν. Οι θερμαινόμενοι χώροι ορίζονται επάνω σε αρχιτεκτονικές κατόψεις και τομές με συνεχή περιβάλλουσα γραμμή, κόκκινου χρώματος.

Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας (U) ενός δομικού στοιχείου που διαχωρίζει ένα θερμαινόμενο χώρο από ένα μη θερμαινόμενο χώρο εφαρμόζεται η ίδια διαδικασία που εφαρμόζεται για τον υπολογισμό ενός δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον και χρησιμοποιείται η ίδια σχέση 2.1., λαμβάνοντας όμως τη θερμική αντίσταση του επιφανειακού στρώματος αέρα προς το μη θερμαινόμενο χώρο ίση με αυτήν του εσωτερικού.

Δηλαδή ισχύει:

$$R_a = R_i \qquad [m^2 \cdot K/W] \qquad (2.4.)$$

Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου προς μη θερμαινόμενο χώρο (U) υπεισέρχεται στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου (U_m) με ένα μειωτικό συντελεστή b, όπως περιγράφεται αναλυτικά σε επόμενη παράγραφο.

2.1.5. Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας κλειστών χώρων, που διαμορφώνονται μεταξύ των οριζόντιων οροφών των τελευταίων ορόφων των κτηρίων και των κεκλιμένων επιστεγάσεών τους, οι οποίες δεν είναι θερμομονωμένες, υπολογίζεται λαμβάνοντας επιπλέον υπόψη τη θερμική αντίσταση, που προβάλλει το στρώμα αέρα αυτού του ενδιάμεσου χώρου. Η στρώση του αέρα αυτού του χώρου θεωρείται πρακτικά ομογενής και λαμβάνεται υπόψη ως πρόσθετη θερμική αντίσταση.

Έτσι, ο συντελεστής θερμοπερατότητας οριζόντιας οροφής κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη θα υπολογιστεί βάσει της σχέσης:

$$U_u = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^{n} \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_u + R_a} \qquad [W/(m^2 \cdot K)] \qquad (2.5.)$$

όπου:

U_u	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας της οριζόντιας οροφής κάτω από τη μη θερμομονωμένη στέγη,
n	[–]	το πλήθος των στρώσεων της οριζόντιας οροφής,
d	[m]	το πάχος της κάθε στρώσης της οριζόντιας οροφής,
λ	[W/(m·K)]	ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης της οριζόντιας οροφής,
R_δ	[m²·K/W]	η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις της οριζόντιας οροφής, με την προϋπόθεση ότι ο αέρας του διακένου θεωρείται πρακτικά ακίνητος και δεν επικοινωνεί ούτε με τον αέρα του εσωτερικού χώρου ούτε με τον αέρα κάτω από τη μη θερμομονωμένη στέγη,
R_i	[m²·K/W]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς την οριζόντια οροφή,
R_u	[m²·K/W]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το στρώμα αέρα μεταξύ της οριζόντιας οροφής και της κεκλιμένης στέγης, συμπεριλαμβανομένης της θερμικής αντίστασης των στρώσεων της κεκλιμένης στέγης,
R_a	[m²·K/W]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από την κεκλιμένη στέγη προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Πίνακες τιμών

- Οι τιμές θερμικής αντίστασης του στρώματος αέρα μεταξύ της οριζόντιας οροφής και της κεκλιμένης στέγης, λαμβάνονται από τον πίνακα 4. Σ' αυτήν την τιμή συμπεριλαμβάνεται και η θερμική αντίσταση των στρώσεων της κεκλιμένης μη θερμομονωμένης στέγης.

Σε περίπτωση που η κεκλιμένη στέγη είναι θερμομονωμένη, ο έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας θα γίνει σ' αυτήν και όχι στην οριζόντια οροφή.

Τότε η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας της κεκλιμένης στέγης υπολογίζεται:

– ως να επρόκειτο για οριζόντια επιφάνεια οροφής, όταν η κλίση της στέγης είναι φ ≤ 30° και
– ως να επρόκειτο για κατακόρυφη επιφάνεια, όταν η κλίση της στέγης είναι φ > 30°

με αντίστοιχη επιλογή τιμών των μεγεθών R_i και R_a και έλεγχο με τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή $U_{max, επιτρ.}$ στην κάθε περίπτωση.

2.1.6. Δομικό στοιχείο σε επαφή με το έδαφος

Η ροή θερμότητας από ένα δομικό στοιχείο, που έρχεται σε επαφή με το έδαφος, είναι ένα σύνθετο τρισδιάστατο φαινόμενο το οποίο εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, βασικότερες των οποίων είναι:

– η θερμική αγωγιμότητα του εδάφους,
– το πάχος του στρώματος εδάφους, που το διαχωρίζει από τον εξωτερικό αέρα,
– η γεωμετρία του κτηρίου,
– η ίδια η θερμική αντίσταση του δομικού στοιχείου.

Για να γίνει εφικτή η απλοποιητική παραδοχή της μονοδιάστατης ροής θερμότητας, γίνεται χρήση του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας U', ο οποίος όταν πρόκειται για οριζόντιο δομικό στοιχείο υπολογίζεται συναρτήσει:

– του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας U του δομικού στοιχείου,
– του βάθους έδρασης z του δομικού στοιχείου και
– της χαρακτηριστικής διάστασης της πλάκας (B’) όπως ορίζεται παρακάτω,

ενώ, όταν πρόκειται για κατακόρυφο δομικό στοιχείο, υπολογίζεται συναρτήσει:

– του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας U του δομικού στοιχείου και
– του βάθους z, μέχρι το οποίο φθάνει το δομικό στοιχείο.

Ο ονομαστικός συντελεστής θερμοπερατότητας U ενός δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με το έδαφος υπολογίζεται κανονικά από τη σχέση 2.1., θεωρώντας ότι πρακτικά δεν υπάρχει εξωτερικό στρώμα αέρα που θα προβάλει αντίσταση στη ροή θερμότητας και ότι η εξωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης, μηδενίζεται. Είναι δηλαδή: $R_α = 0$.

Ο έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με το έδαφος γίνεται για τον ονομαστικό συντελεστή θερμοπερατότητας (U) του δομικού στοιχείου και όχι με τον ισοδύναμο συντελεστή θερμοπερατότητας (U').

Ως χαρακτηριστική διάσταση της πλάκας, B’ (σε m) ορίζεται το διπλάσιο του λόγου του εμβαδού της πλάκας, A (σε m^2) προς την εκτεθειμένη περίμετρό της, Π (σε m):

$$B' = 2 \cdot \frac{A}{\Pi} \quad [m] \qquad (2.6.)$$

- Όταν η εξεταζόμενη πλάκα έρχεται περιμετρικά σε επαφή με το έδαφος, τότε ως εκτεθειμένη περίμετρος θεωρείται η περίμετρος της πλάκας στο σύνολό της.

- Όταν η εξεταζόμενη πλάκα σε κάποια πλευρά της έρχεται σε επαφή με άλλα κτήρια ή με τον ελεύθερο εξωτερικό αέρα (π.χ. λόγω ενδεχόμενης κλίσης του εδάφους), τότε το μήκος εκείνης της πλευράς δεν συνυπολογίζεται στην έκταση της περιμετρικής επιφάνειας και η εκτεθειμένη περίμετρος της πλάκας ισούται με το άθροισμα των μηκών των πλευρών της που δεν έρχονται σε επαφή με τα όμορα κτίσματα ή με τον ελεύθερο εξωτερικό αέρα.
- Ομοίως, όταν από κάποια πλευρά της περιμέτρου της πλάκας υπάρχει μη θερμαινόμενος χώρος του ίδιου κτηρίου, εκείνη η πλευρά δεν συνυπολογίζεται στο άθροισμα των μηκών των πλευρών της περιμέτρου.

Ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας (U') μιας πλάκας, που εδράζεται σε βάθος z, δίνεται από τον πίνακα 8α συναρτήσει:

– του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας (U) του δομικού στοιχείου,
– του βάθους έδρασης z του δομικού στοιχείου,
– και της χαρακτηριστικής διάστασης της πλάκας (B΄).

Αντιστοίχως, ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας (U') ενός κατακόρυφου δομικού στοιχείου, που έρχεται σε επαφή με το έδαφος, δίνεται από τον πίνακα 8β συναρτήσει:

– του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας (U) και
– του βάθους z, μέχρι το οποίο φθάνει το δομικό στοιχείο.

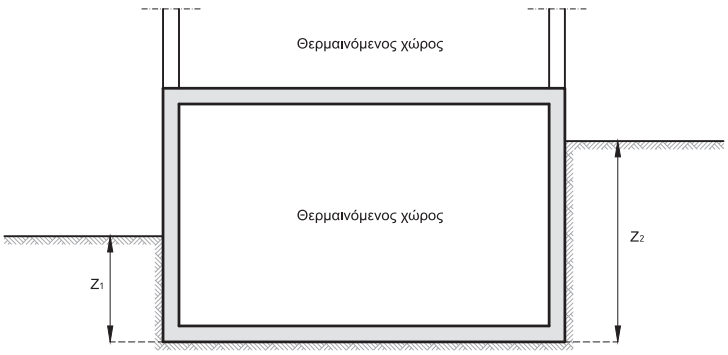
Σε περίπτωση που οι εξεταζόμενες ονομαστικές τιμές των μεγεθών δεν ταυτίζονται με αυτές των πινάκων 8α και8β, λαμβάνεται υπόψη η πλησιέστερη τιμή, χωρίς να χρειάζεται να γίνει γραμμική παρεμβολή για την εύρεση της τιμής του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας (U').

Η τιμή του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας είναι αυτή, που υπεισέρχεται στη σχέση για τον υπολογισμό του U_m.

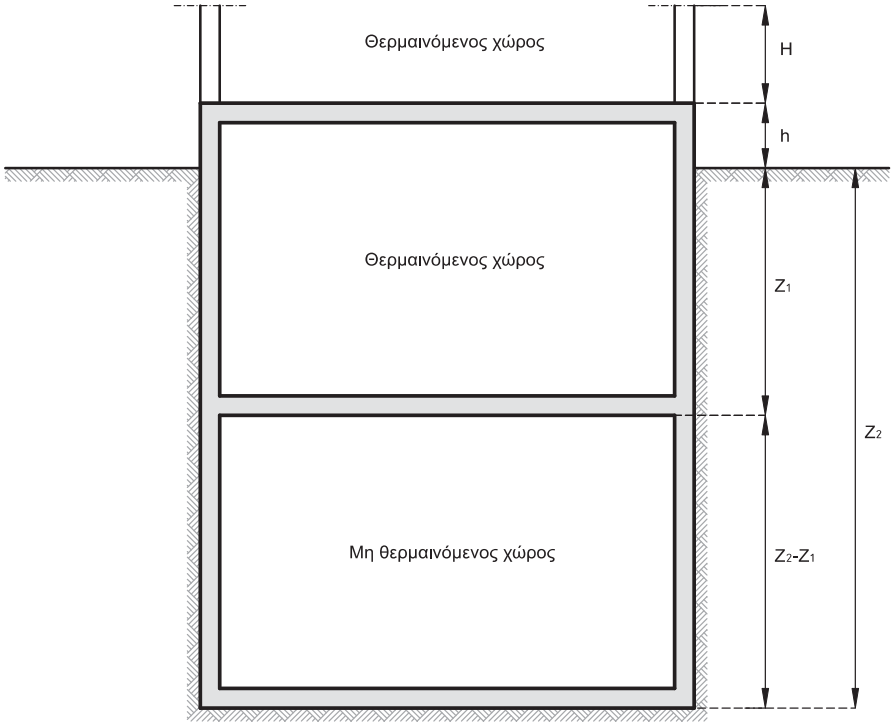
Στην περίπτωση κτηρίου, το οποίο βρίσκεται σε κεκλιμένο έδαφος ή σε έδαφος με διαφορετικές στάθμες, το βάθος έδρασης της πλάκας θα λαμβάνεται ίσο με το μέσο όρο των διαφορετικών αποστάσεων της πλάκας από την τελική στάθμη εδάφους σε επαφή με το κτήριο. Το βάθος έκτασης κάθε κατακόρυφου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος θα λαμβάνεται ίσο με το μέσο βάθος έκτασης του δομικού στοιχείου.

Για παράδειγμα, στην απλή περίπτωση του σχήματος 1:

– το βάθος έδρασης της πλάκας θα ληφθεί ίσο με $z = (z_1 + z_2) / 2$,
– ενώ τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία θα υπολογιστούν για τα βάθη, στα οποία εκτείνεται το καθένα, δηλαδή z_1 και z_2.



Σχήμα 1. *Ενδεικτική διατομή κτηρίου για τον προσδιορισμό του το βάθους έδρασης πλάκας επί εδάφους με διαφορετικές στάθμες έδρασης λόγω κεκλιμένου εδάφους.*



Σχήμα 2. *Ενδεικτική διατομή κτηρίου για τον προσδιορισμό του τρόπου υπολογισμού του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας κατακόρυφου δομικού στοιχείου ευρισκόμενου σε στάθμη χαμηλότερη αυτής της επιφάνειας του εδάφους.*

Στην περίπτωση κατακόρυφου δομικού στοιχείου, που ξεκινά από βάθος z_1 και εκτείνεται σε βάθος z_2 από τη στάθμη του εδάφους (σχήμα 2) ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας U' του δομικού στοιχείου θα προκύπτει από τη σχέση:

$$U' = \frac{z_2 \cdot U'_{z2} - z_1 \cdot U'_{z1}}{z_2 - z_1} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \qquad (2.7.)$$

όπου: U'_{z1} [W/(m²·K)] ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας του κατακόρυφου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος για βάθος έκτασης z_1,

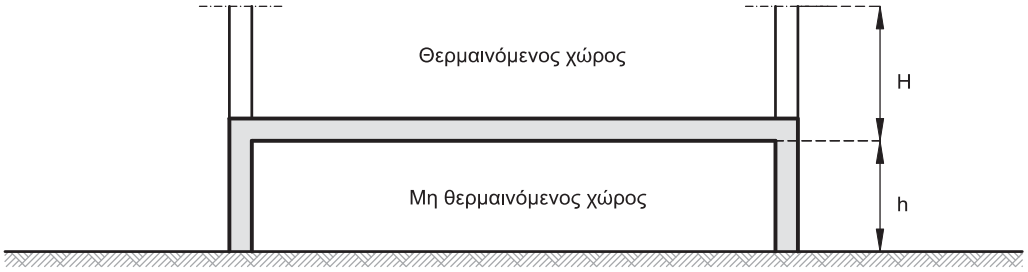
U'_{z2} [W/(m²·K)] ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας του κατακόρυφου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος για βάθος έκτασης z_2,

z_1 [m] το βάθος, από το οποίο ξεκινάει το δομικό στοιχείο,

z_2 [m] το βάθος, μέχρι το οποίο εκτείνεται το δομικό στοιχείο.

Στην περίπτωση υπερυψωμένης πλάκας (σχήμα 3), ακόμη και όταν ο υποκείμενος χώρος πληρούται με έδαφος, αυτός λαμβάνεται ως κενός μη θερμαινόμενος χώρος και το κάτω όριό του ως πλάκα εδραζόμενη στο έδαφος με ονομαστικό συντελεστή θερμοπερατότητας U' ίσο με 4,50 W/(m^2·K).

Ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας της υπερυψωμένης πλάκας ακολουθεί τη συνθήκη του μη θερμαινόμενου χώρου ως προς την τιμή της αντίστασης θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το περιβάλλον του μη θερμαινόμενου χώρου, δηλαδή είτε πρόκειται για κενό χώρο είτε πρόκειται για επιχωματωμένο λαμβάνεται R_a = 0,17 m²·K/W.



Σχήμα 3. *Ενδεικτική διατομή κτηρίου για τον προσδιορισμό του τρόπου υπολογισμού του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας πλάκας υπερυψωμένης κατά απόσταση h από τη στάθμη του εδάφους.*

2.1.7. Δομικό στοιχείο σε επαφή με όμορο κτήριο

Κατά τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας ενός κτηρίου στη μελέτη θερμομόνωσης όλα τα δομικά στοιχεία, τα οποία έρχονται σε επαφή με δομικά στοιχεία όμορων κτηρίων, θεωρούνται ως ελεύθερα προς τον εξωτερικό αέρα και κατά τον υπολογισμό το κτίσμα θεωρείται συνολικά ως πανταχόθεν ελεύθερο.

2.1.8. Υπολογισμός σύνθετων δομικών στοιχείων

Ως σύνθετα δομικά στοιχεία θεωρούνται αυτά που προκύπτουν από την εφαρμογή του ίδιου δομικού υλικού με διαφορετικά πάχη κατά τη δόμηση του στοιχείου ή από την εφαρμογή διαφορετικών δομικών υλικών, τα οποία συνδέονται άρρηκτα μεταξύ τους, παρουσιάζουν μία σχετική επαναληπτικότητα και διαμορφώνουν ένα δομικό στοιχείο με συγκεκριμένη λειτουργία.

Παραδείγματα σύνθετων δομικών υλικών είναι η πλάκα σκυροδέματος με διαδοκιδώσεις (πλάκα Zöllner), οι ξυλόπηκτες τοιχοποιίες, τα δομικά στοιχεία με φέροντα οργανισμό από χάλυβα ή ξύλο και πλήρωση από θερμομονωτικά υλικά κ.ά.

Τα σύνθετα δομικά στοιχεία μπορούν να υπεισέλθουν στους υπολογισμούς και να ελεγχθούν ως προς την ικανοποίηση των απαιτήσεων του κανονισμού με δύο τρόπους:

- είτε λαμβάνοντας ξεχωριστά υπόψη το συντελεστή θερμοπερατότητας για κάθε επί μέρους διατομή του σύνθετου δομικού στοιχείου κατά το εμβαδό που αναλογεί σε μια εκάστη εξ αυτών
- είτε με έναν ενιαίο συντελεστή θερμοπερατότητας, που προκύπτει από τους συντελεστές των επί μέρους διατομών κατά την αναλογία εμβαδού, που αυτοί καταλαμβάνουν στο συνολικό εμβαδό του δομικού στοιχείου σύμφωνα με τον τύπο:

$$U = \frac{\sum_{j=1}^{n} U_j \cdot A_j}{\sum_{j=1}^{n} A_j} \quad [\mathrm{W/(m^2 \cdot K)}] \qquad (2.8.)$$

όπου: U [W/(m²·K)] ο ενιαίος συντελεστής θερμοπερατότητας του σύνθετου δομικού στοιχείου,
n [–] το πλήθος των διαφορετικών διατομών του σύνθετου δομικού στοιχείου,

U_j	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας της κάθε επί μέρους διαφορετικής διατομής του σύνθετου δομικού στοιχείου,
A_j	[m²]	η επιφάνεια που καταλαμβάνει η κάθε επί μέρους διαφορετική διατομή στη συνολική επιφάνεια του σύνθετου δομικού στοιχείου.

Η τιμή του ενιαίου συντελεστή θερμοπερατότητας U του σύνθετου δομικού στοιχείου οφείλει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του κανονισμού σύμφωνα με τα ανώτατα επιτρεπτά όρια, που ορίζονται στον πίνακα 5α όταν πρόκειται για νεόδμητο κτήριο και στον πίνακα 5β, όταν πρόκειται για ριζικώς ανακαινιζόμενο κτήριο..

Ωστόσο, οι τιμές όλων των επί μέρους διαφορετικών διατομών (U_j) υπολογίζονται όπως υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός οποιουδήποτε δομικού στοιχείου σύμφωνα με τη σχέση 2.1., λαμβάνοντας τιμές των διαφόρων μεγεθών (π.χ. λ, R_i, R_a), που να ανταποκρίνονται στην πραγματική κατάσταση στην οποία βρίσκονται (π.χ. δομικό στοιχείο προς τον ελεύθερο αέρα, προς το έδαφος ή προς μη θερμαινόμενο χώρο). Ελέγχεται, όμως, αν οι επί μέρους διατομές του σύνθετου δομικού στοιχείου ικανοποιούν τις απαιτήσεις του κανονισμού σαν να επρόκειτο για ανεξάρτητα δομικά στοιχεία που έρχονται σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο σύμφωνα με τα ανώτατα επιτρεπτά όρια που ορίζονται στον πίνακα 5α όταν πρόκειται για νεόδμητο κτήριο στον πίνακα 5β, όταν πρόκειται για ριζικώς ανακαινιζόμενο κτήριο. Αυτή η απαίτηση τίθεται, προκειμένου να περιορισθεί στο ελάχιστο δυνατό ο κίνδυνος δημιουργίας επιφανειακής συμπύκνωσης των υδρατμών (δρόσου) στις θερμομονωτικά ασθενέστερες θέσεις του σύνθετου δομικού στοιχείου.

2.1.9. Υπολογισμός δομικών στοιχείων, αποτελούμενων από μη ομογενείς στρώσεις

Θεωρήθηκε εξαρχής κατά απλοποιητική παραδοχή ότι η ροή θερμότητας είναι μονοδιάστατο μέγεθος και μεταδίδεται κάθετα στην επιφάνεια ενός δομικού στοιχείου και ότι όλες οι στρώσεις αποτελούνται από υλικά ομογενή και ισότροπα.

Όμως στην περίπτωση ύπαρξης έστω και μιας μη ομογενούς στρώσης στο εσωτερικό του δομικού στοιχείου, όπως για παράδειγμα μιας τοιχοποιίας που αποτελείται από οπτοπλίνθους και συνδετικό κονίαμα, η ροή θερμότητας πραγματοποιείται σε δύο διαστάσεις και η βασική σχέση 2.1. παύει να έχει ισχύ.

Σ’ αυτήν την περίπτωση, απλοποιητικά η θερμική αντίσταση του δομικού στοιχείου μπορεί να προκύψει ως ο αριθμητικός μέσος όρος δύο τιμών σε ροή θερμότητας παράλληλα προς τις στρώσεις:

– ενός άνω ορίου $R_{ολ,\,max}$ και
– ενός κάτω ορίου $R_{ολ,\,min}$

$$R_T = \frac{R_{T,\,max} + R_{T,\,min}}{2} \quad [(m^2\cdot K)/W] \quad (2.9.)$$

Το άνω όριο της θερμικής αντίστασης δομικού στοιχείου, που περιλαμβάνει μια μη ομογενή στρώση η οποία αποτελείται κατά ποσοστό f_a από το υλικό a και κατά ποσοστό f_b από το υλικό b δίνεται από τη σχέση:

$$R_{T,\,max} = \frac{1}{\frac{f_a}{R_i + R_1 + \ldots + R_{k,a} + \ldots + R_n + R_a} + \frac{f_b}{R_i + R_1 + \ldots + R_{k,b} + \ldots + R_n + R_a}} \quad [(m^2\cdot K)/W] \quad (2.10.)$$

όπου: $R_{ολ,max}$ [m²·K/W] το άνω όριο της θερμικής αντίστασης του δομικού στοιχείου,

n	[–]	το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,
R_1 ...R_n	[m²·K/W]	η θερμική αντίσταση της πρώτης έως και της n-οστής στρώσης του δομικού στοιχείου,
$R_{k,a}$	[m²·K/W]	η θερμική αντίσταση της στρώσης k στη θέση ύπαρξης του υλικού a,
f_a	[–]	το ποσοστό της στρώσης k που καταλαμβάνεται από το υλικό a
$R_{k,b}$	[m²·K/W]	η θερμική αντίσταση της στρώσης k στη θέση ύπαρξης του υλικού b,
f_b	[–]	το ποσοστό της στρώσης k που καταλαμβάνεται από το υλικό b,
R_i	[m²·K/W]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,
$R_α$	[m²·K/W]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Το κάτω όριο της θερμικής αντίστασης δομικού στοιχείου, που περιλαμβάνει μια μη ομογενή στρώση, η οποία αποτελείται κατά ποσοστό f_a από το υλικό a και κατά ποσοστό f_b από το υλικό b, δίνεται από τη σχέση:

$$R_{\text{ολ, min}} = R_i + R_1 + \ldots + \frac{1}{\frac{f_a}{R_{k,a}} + \frac{f_b}{R_{k,b}}} + \ldots + R_n + R_a \qquad [(m^2 \cdot K)/W] \qquad (2.11.)$$

όπου:

$R_{ολ,min}$	[m²·K/W]	το κάτω όριο της θερμικής αντίστασης του δομικού στοιχείου,
n	[–]	το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,
$R_{1,}$...R_n	[m²·K/W]	η θερμική αντίσταση της πρώτης έως και της n-οστής στρώσης του δομικού στοιχείου,
$R_{k,a}$	[m²·K/W]	η θερμική αντίσταση της στρώσης k στη θέση ύπαρξης του υλικού a,
f_a	[–]	το ποσοστό της στρώσης k που καταλαμβάνεται από το υλικό a,
$R_{k,b}$	[m²·K/W]	η θερμική αντίσταση της στρώσης k στη θέση ύπαρξης του υλικού b,
f_b	[–]	το ποσοστό της στρώσης k που καταλαμβάνεται από το υλικό b,
R_i	[m²·K/W]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,
$R_α$	[m²·K/W]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Παρατηρήσεις:

- Η σχέση 2.9. μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνον εφόσον $R_{ολ,max} < 1,5 \times R_{ολ,min}$.
- Στην περίπτωση των τοιχοποιιών, σε πολλές περιπτώσεις, ο κατασκευαστής του βασικού στοιχείου της τοιχοποιίας (π.χ. της οπτοπλίνθου) παρέχει τον ισοδύναμο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας της τοιχοποιίας, ο οποίος περιλαμβάνει συνδετικό κονίαμα και την επίδραση της έλλειψης ομογένειας της στρώσης στη ροή θερμότητας. Σ' αυτήν την περίπτωση η τοιχοποιία αντιμετωπίζεται ως ομογενής στρώση και ισχύει η σχέση 2.1.

2.1.10. Υπολογισμός παθητικών ηλιακών συστημάτων

Τα δομικά στοιχεία των παθητικών ηλιακών συστημάτων –εκτός του άμεσου ηλιακού κέρδους– δεν ελέγχονται ως προς τη θερμομονωτική τους επάρκεια και δεν υποχρεώνονται να πληρούν τα όρια των μέγιστων επιτρεπόμενων τιμών U του πίνακα 5α όταν πρόκειται για νεόδμητο κτήριο και του πίνακα 5β, όταν πρόκειται για ριζικώς ανακαινιζόμενο κτήριο.

Ειδικότερα, δεν ελέγχονται ως προς τη θερμομονωτική τους επάρκεια:

- ο τοίχος Trombe, ο τοίχος θερμικής μάζας και γενικώς οποιοσδήποτε τοίχος ή άλλο στοιχείο θερμικής συσσώρευσης,
- το διαχωριστικό δομικό στοιχείο μεταξύ του κυρίως χώρου του κτηρίου και του προσαρτημένου θερμοκηπίου, που θα θεωρείται ως εξωτερική επιφάνεια του κελύφους προς μη θερμαινόμενο χώρο, καθώς το προσαρτημένο θερμοκήπιο λογίζεται ως χώρος που δεν θερμαίνεται.

2.2. Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων

Στα διαφανή δομικά στοιχεία, δηλαδή στα κουφώματα, η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος (U_W) μπορεί:

– είτε να υπολογισθεί αναλυτικά
– είτε να θεωρηθεί δεδομένη με αποδοχή της πιστοποιημένης τιμής που διαθέτει ο κατασκευαστής.

Στην περίπτωση του αναλυτικού υπολογισμού η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος προκύπτει από τους συντελεστές θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος και του υαλοπίνακα κατά την ποσοστιαία αναλογία των εμβαδών των δύο υλικών στην επιφάνεια του κουφώματος, λαμβανομένης υπόψη και της γραμμικής θερμογέφυρας που αναπτύσσεται μεταξύ πλαισίου και υαλοπίνακα, όπως περιγράφεται παρακάτω για μονό και για διπλό κούφωμα. Όταν στο κούφωμα περιλαμβάνονται και αδιαφανή τμήματα, πέραν του πλαισίου, λαμβάνονται υπόψη και αυτά στον υπολογισμό.

Στην περίπτωση που ο μελετητής επιλέξει να χρησιμοποιήσει την τιμή θερμοπερατότητας του κουφώματος που δίνει ο κατασκευαστής του, θα πρέπει στη μελέτη να συνυποβάλει και το σχετικό πιστοποιητικό ελέγχου από διαπιστευμένο εργαστήριο βάσει του προτύπου προδιαγραφών του υλικού για σήμανση CE.

Πάντως ανεξαρτήτως του τρόπου με τον οποίο θα ληφθεί η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος (υπολογισμός ή πιστοποιημένη τιμή), αυτή οφείλει να είναι μικρότερη ή ίση της μέγιστης επιτρεπόμενης, που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ. (πίνακας 5α όταν πρόκειται για νεόδμητο κτήριο και πίνακας 5β, όταν πρόκειται για ριζικώς ανακαινιζόμενο κτήριο).

2.2.1. Αναλυτικός υπολογισμός του U_W ενός μονού κουφώματος

Βάσει των παραπάνω ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός κουφώματος με μονό, διπλό ή τριπλό υαλοπίνακα επί ενιαίου πλαισίου (μονού κουφώματος) προκύπτει από τον τύπο:

$$U_W = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + \square_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (2.12.)$$

όπου U_w [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,
U_f [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος,
U_g [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού ή περισσότερων φύλλων),
A_f [m²] το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,
A_g [m²] το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
ℓ_g [m] το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (το μήκος συναρμογής πλαισίου - υαλοπίνακα, δηλαδή η περίμετρος του υαλοπίνακα),
Ψ_g [W/(m·K)] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.

Πίνακες τιμών

- Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα (U_g) λαμβάνεται από τη σήμανση CE του προϊόντος. Ενδεικτικές τιμές δίνονται στον πίνακα 9 ή υπολογίζεται όπως ορίζεται παρακάτω.
- Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του πλαισίου (U_f) λαμβάνεται από τα πιστοποιητικά μετρήσεων του παραγωγού. Ενδεικτικές τιμές δίνονται στον πίνακα 10 ανάλογα με το υλικό κατασκευής του.
- Η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας (Ψ_g) λαμβάνεται από τους πίνακες 11α και 11β, που ορίζουν τους τύπους των γραμμικών θερμογεφυρών μεταξύ πλαισίου και υαλοπίνακα.
- Σε περίπτωση που το κούφωμα δεν περιλαμβάνει διαφανές τμήμα, η σχέση 2.12. εφαρμόζεται δίδοντας στις μεταβλητές A_g και ℓ_g τιμή ίση με το μηδέν.
- Σε περίπτωση που στη θέση του υαλοπίνακα υπάρχει πέτασμα, υπολογίζεται από τη σχέση 2.14. της επόμενης παραγράφου, έχοντας μηδενική τιμή στις παραμέτρους που αναφέρονται στον υαλοπίνακα.
- Αντιθέτως, εάν πρόκειται για συμπαγές ξύλινο κούφωμα εναλλακτικά ο συντελεστής θεμοπερατότητας μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση 2.5., θεωρώντας το κούφωμα ως μονοστρωματικό δομικό στοιχείο από ξύλο.
- Ομοίως, σε περίπτωση που το κούφωμα δεν περιλαμβάνει πλαίσιο και αποτελείται μόνο από υαλοπίνακα, η σχέση 2.12. εφαρμόζεται, θέτοντας τα A_f και ℓ_g ίσα με το μηδέν.

Αν η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (U_g) του υαλοπίνακα δεν ληφθεί απευθείας από τον πίνακα 9, μπορεί να υπολογισθεί αναλυτικά από τον τύπο:

$$U_g = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^{n} \frac{d_j}{\lambda_j} + \sum_{i=1}^{n-1} R_\delta + R_a} \quad [\mathrm{W/(m^2 \cdot K)}] \qquad (2.13.)$$

όπου U_g [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα,
n [–] το πλήθος των φύλλων του υαλοπίνακα: για n = 1 μονός υαλοπίνακας, για n = 2 διπλός υαλοπίνακας, για n = 3 τριπλός υαλοπίνακας,
d [m] το πάχος του κάθε φύλλου του υαλοπίνακα,
λ [W/(m·K)] ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας της υάλου,
R_δ [m²·K/W] η θερμική αντίσταση του εγκλωβισμένου στρώματος αέρα στο διάκενο ανάμεσα στα φύλλα του υαλοπίνακα, η οποία μπορεί να ληφθεί από τον πίνακα 3β,

R_i [m²·K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο (πίνακας 2β),

R_α [m²·K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον (πίνακας 2β).

2.2.2. Αναλυτικός υπολογισμός του U_W μονού κουφώματος που περιλαμβάνει πέτασμα

Βάσει των παραπάνω ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός κουφώματος με μονό, διπλό ή τριπλό υαλοπίνακα επί ενιαίου πλαισίου (μονού κουφώματος) που περιλαμβάνει πέτασμα προκύπτει από τον τύπο:

$$U_W = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + \ell_g \cdot \Psi_g + A_p \cdot U_p + \ell_p \cdot \Psi_p}{A_f + A_g + A_p} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \qquad (2.14.)$$

όπου U_w [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,

U_f [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος,

U_g [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού ή περισσότερων φύλλων),

U_p [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πετάσματος του κουφώματος,

A_f [m²] το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,

A_g [m²] το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

A_p [m²] το εμβαδό επιφάνειας του πετάσματος του κουφώματος,

ℓ_g [m] το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (το μήκος συναρμογής πλαισίου - υαλοπίνακα, δηλαδή η περίμετρος του υαλοπίνακα),

Ψ_g [W/(m·K)] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος στη συναρμογή πλαισίου και υαλοπίνακα,

ℓ_p [m] το μήκος της θερμογέφυρας του πετάσματος του κουφώματος (το μήκος συναρμογής πλαισίου - πετάσματος, δηλαδή η περίμετρος του πετάσματος),

Ψ_p [W/(m·K)] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του πετάσματος του κουφώματος στη συναρμογή πλαισίου και πετάσματος.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πετάσματος υπολογίζεται από τη σχέση 1.7.

Πίνακες τιμών

- Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (U_g) του υαλοπίνακα λαμβάνεται από τη σήμανση CE του προϊόντος. Ενδεικτικές τιμές δίνονται στον πίνακα 9 ή υπολογίζεται όπως ορίζεται από τη σχέση 2.13.
- Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (U_f) του πλαισίου λαμβάνεται από τα πιστοποιητικά μετρήσεων του παραγωγού. Ενδεικτικές τιμές δίνονται στον πίνακα 10 ανάλογα με το υλικό κατασκευής του.
- Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (U_p) του πετάσματος του κουφώματος λαμβάνεται από τα πιστοποιητικά μετρήσεων του παραγωγού ή υπολογίζεται από τη σχέση 2.1.
- Η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας (Ψ_g) λαμβάνεται από τους πίνακες 11α και 11β, που ορίζουν τους τύπους των γραμμικών θερμογεφυρών μεταξύ πλαισίου και υαλοπίνακα.

- Η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας (Ψ_p) λαμβάνεται από τον πίνακα 13β, που ορίζει τους τύπους των γραμμικών θερμογεφυρών μεταξύ πλαισίου και αδιαφανούς πετάσματος.

Σε περίπτωση που το κούφωμα δεν περιλαμβάνει διαφανές τμήμα, η σχέση 2.14. εφαρμόζεται θέτοντας τα A_g και ℓ_g ίσα με το μηδέν.

2.2.3. Αναλυτικός υπολογισμός του U_W ενός μονού κουφώματος με επικαθήμενο ρολό

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός κουφώματος με μονό, διπλό ή τριπλό υαλοπίνακα επί ενιαίου πλαισίου (μονού κουφώματος) που περιλαμβάνει επικαθήμενο ρολό προκύπτει από τον τύπο:

$$U_W = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + \ell_g \cdot \Psi_g + A_{rb} \cdot U_{rb}}{A_f + A_g + A_{rb}} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \qquad (2.15.)$$

όπου

U_w	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,
U_f	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος,
U_g	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού ή περισσότερων φύλλων),
U_{rb}	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κυτίου περιέλιξης του επικαθήμενου ρολού,
A_f	[m²]	το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,
A_g	[m²]	το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
A_{rb}	[m²]	το εμβαδό επιφάνειας του επικαθήμενου ρολού,
ℓ_g	[m]	το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (το μήκος συναρμογής πλαισίου - υαλοπίνακα, δηλαδή η περίμετρος του υαλοπίνακα),
Ψ_g	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

Πίνακες τιμών

- Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (U_g) του υαλοπίνακα λαμβάνεται από τη σήμανση CE του προϊόντος. Ενδεικτικές τιμές δίνονται στον πίνακα 9 ή υπολογίζεται όπως ορίζεται βάσει της σχέσης 2.13.
- Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (U_f) του πλαισίου λαμβάνεται από τα πιστοποιητικά μετρήσεων του παραγωγού. Ενδεικτικές τιμές δίνονται στον πίνακα 10 ανάλογα με το υλικό κατασκευής του.
- Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (U_{rb}) λαμβάνεται από το τη σήμανση CE του προϊόντος. Ενδεικτικές τιμές δίνονται στον πίνακα 12 ανάλογα με το υλικό κατασκευής του:
- Η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας (Ψ_g) λαμβάνεται από τον πίνακα 11, που ορίζει τους τύπους των γραμμικών θερμογεφυρών στη συναρμογή μεταξύ πλαισίου και υαλοπίνακα.

2.2.4.Υπολογισμός του U_W ενός κουφώματος με εξωτερικά προστατευτικά φύλλα

Η χρήση ρολών ή εξωφύλλων κατά τη διάρκεια της νύχτας, ειδικά σε κτήρια κατοικίας, είναι συνηθισμένη πρακτική και βελτιώνει σημαντικά την ενεργειακή συμπεριφορά των κουφωμάτων.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας κουφώματος με ρολό ή εξώφυλλο (παντζούρι) σε κλειστή θέση προκύπτει από τον τύπο:

$$U_{W,rb} = \frac{1}{\frac{1}{U_W} - R_{rb}} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (2.16.)$$

όπου $U_{W,rb}$[W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος με το ρολό ή το εξώφυλλο σε κλειστή θέση,

U_W [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος,

R_{rb} [m²·K/W] η θερμική αντίσταση, που προσφέρει η χρήση του ρολού ή του εξωφύλλου.

Πίνακες τιμών

- Η τιμή του συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος (U_W) υπολογίζεται όπως περιγράφεται στις προηγούμενες παραγράφους 2.2.1., 2.2.2. και 2.2.3.
- Η τιμή της θερμικής αντίστασης (R_{rb}), που προσφέρει η χρήση του ρολού ή του εξωφύλλου λαμβάνεται από τον πίνακα 13, αναλόγως, αν τα ρολά έχουν χαμηλή, μέση ή υψηλή αεροστεγανότητα.
  - Χαμηλή αεροστεγανότητα έχουν τα ρολά και τα εξώφυλλα στην περίπτωση που σε κλειστή θέση υπάρχουν οπές στις περσίδες ή δημιουργούνται σχισμές στις ενώσεις τους.
  - Υψηλή αεροστεγανότητα έχουν τα ρολά και τα εξώφυλλα στην περίπτωση που δεν υπάρχουν οπές ή σχισμές και περιμετρικά υπάρχουν λάστιχα σφράγισης.
  - Μέση αεροστεγανότητα έχουν τα ρολά και τα εξώφυλλα σε όλες τις άλλες περιπτώσεις.

Ωστόσο, τα ρολά και τα εξώφυλλα συνήθως παραμένουν κλειστά κατά τη διάρκεια της νύκτας και ανοικτά τις υπόλοιπες ώρες της ημέρας. Γι' αυτό και η πραγματική ενεργειακή συμπεριφορά του κουφώματος είναι απόρροια μιας ενδιάμεσης κατάστασης του κουφώματος, δηλαδή αυτής με το ρολό ή το εξώφυλλο σε ανοικτή θέση και εκείνης σε κλειστή θέση και εκφράζεται με ένα διορθωμένο συντελεστή θερμοπερατότητας κουφώματος ($U_{W,διορθ.}$), για τον υπολογισμό του οποίου λαμβάνεται υπόψη ο χρόνος χρήσης του ρολού ή του εξωφύλλου σύμφωνα με τη σχέση:

$$U_{W,\,διορθ.} = U_W \cdot (1 - f_{rb}) + U_{W,rb} \cdot f_{rb} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (2.17.)$$

όπου $U_{W,διορθ.}$ [W/(m²·K)] ο διορθωμένος συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος με χρήση ρολού ή εξωφύλλου,

$U_{W,rb}$ [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος με το ρολό ή το εξώφυλλο σε κλειστή θέση,

U_W [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος,

f_{rb} [–] ο συντελεστής χρήσης του ρολού ή του εξωφύλλου.

Πίνακες τιμών

- Ο συντελεστής χρήσης του ρολού ή του εξωφύλλου λαμβάνεται ίσος με 0,5.

Διευκρινίσεις

- Ο υπολογισμός του **$U_{W,rb}$** γίνεται, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης για την εισαγωγή των τιμών των συντελεστών θερμοπερατότητας του κάθε κουφώματος στο υπολογιστικό πρόγραμμα.
- Κατά τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας ο έλεγχος πληρότητας του κανονισμού τόσο ως προς την επάρκεια του συντελεστή θερμοπερατότητας U_Wτου κάθε κουφώματος, όσο και της τιμής του μέσου συντελεστή U_mτου κτηρίου δεν γίνεται χρήση της τιμής του συντελεστή

θερμοπερατότητας με κλειστά τα εξωτερικά προστατευτικά φύλλα (**$U_{W,rb}$**) αλλά αυτής χωρίς την ύπαρξη των προστατευτικών φύλλων (**U_W**).

2.2.5. Αναλυτικός υπολογισμός του U_W ενός διπλού κουφώματος

Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας ενός διπλού κουφώματος, δηλαδή ενός κουφώματος αποτελούμενου από δύο χωριστά κουφώματα με τους υαλοπίνακές τους (μονούς, διπλούς ή τριπλούς) θα υπολογισθεί σύμφωνα με την παραπάνω διαδικασία και κατ' εφαρμογή της σχέσης 2.12. ξεχωριστά για την τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κάθε κουφώματος (δηλαδή των τιμών $U_{W,a}$ του εξωτερικού κουφώματος και $U_{W,i}$ του εσωτερικού) και κατόπιν για την τιμή του διπλού κουφώματος στο σύνολό του βάσει του τύπου:

$$U_W = \frac{1}{\left(\frac{1}{U_{W,i}} - R_a\right) + R_{\delta,w} + \left(\frac{1}{U_{W,a}} - R_i\right)}$$

[W/(m²·K)] (2.18.)

όπου U_W [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας ολόκληρου του διπλού κουφώματος,

$U_{W,i}$ [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του εσωτερικού κουφώματος,

$U_{W,a}$ [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του εξωτερικού κουφώματος,

R_a [m²·K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το διάκενο μεταξύ των δύο κουφωμάτων προς το δομικό στοιχείο, που θα συνυπολογιζόταν, αν το διάκενο θεωρούνταν εξωτερικό περιβάλλον,

R_i [m²·K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το διάκενο μεταξύ των δύο κουφωμάτων προς το δομικό στοιχείο, που θα συνυπολογιζόταν, αν το διάκενο θεωρούνταν εσωτερικό περιβάλλον,

$R_{\delta,w}$ [m²·K/W] Η θερμική αντίσταση του αέρα του διακένου μεταξύ των δύο κουφωμάτων.

Πίνακας τιμών

- Η τιμή της θερμικής αντίστασης του αέρα του διακένου μεταξύ των δύο κουφωμάτων λαμβάνεται από τον πίνακα 3β.
- Οι τιμές των αντιστάσεων θερμικής μετάβασης των επιφανειακών στρωμάτων αέρα εκατέρωθεν των όψεων του δομικού στοιχείου λαμβάνονται από τον πίνακα 2 (πίνακα 2α ή πίνακα 2β).

2.3. Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας τοιχοπετασμάτων

Σ' αυτή την ενότητα παρουσιάζεται η μεθοδολογία υπολογισμού της θερμοπερατότητας τοιχοπετασμάτων και υαλοπετασμάτων. Η μεθοδολογία καλύπτει τοιχοπετάσματα και υαλοπετάσματα, στα οποία το στοιχείο πλήρωσης των διακένων των πλαισίων μπορεί να είναι υαλοπίνακας, κούφωμα με υαλοπίνακα, αδιαφανές στοιχείο πλήρωσης (πέτασμα) ή και συνδυασμός αυτών.

Το πλαίσιο μπορεί να αποτελείται από ορθοστάτες (κατακόρυφα τμήματα πλαισίου) και τραβέρσες (οριζόντια τμήματα πλαισίου), ίδιας ή διαφορετικής διατομής.

Ειδικότερα ορίζονται (σχήμα 4):

- Ως ***ορθοστάτης*** τα κατακόρυφα τμήματα του πλαισίου στήριξης του τοιχοπετάσματος.
- Ως ***τραβέρσα*** τα οριζόντια τμήματα του πλαισίου στήριξης του τοιχοπετάσματος.
- Ως ***υαλοπίνακας πλήρωσης*** ο υαλοπίνακας που συνδέεται απευθείας με το πλαίσιο του τοιχοπετάσματος.
- Ως ***υαλοπίνακας κουφώματος*** ο υαλοπίνακας, ο οποίος βρίσκεται σε κούφωμα, το οποίο προσαρτάται στο πλαίσιο του τοιχοπετάσματος.
- Ως ***πέτασμα*** κάθε αδιαφανές στοιχείο πλήρωσης του τοιχοπετάσματος.

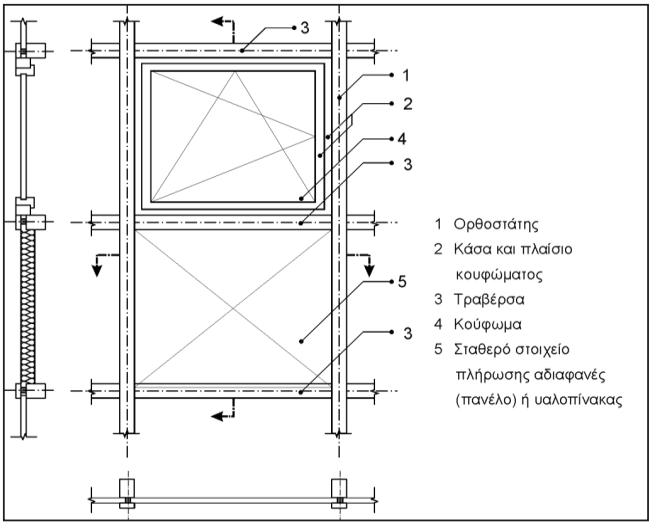
Ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας ενός τοιχοπετάσματος γίνεται σε ένα αντιπροσωπευτικό τμήμα του τοιχοπετάσματος, το οποίο περιορίζεται από τα όρια που φαίνονται στο σχήμα 5. Ως αντιπροσωπευτικό ορίζεται το τμήμα, το οποίο επαναλαμβάνεται στην όψη περισσότερες της μιας φοράς.

Εάν σε ένα τοιχοπέτασμα εμφανίζονται περισσότερα του ενός αντιπροσωπευτικά τμήματα, τότε υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας κάθε διαφορετικού αντιπροσωπευτικού τμήματος και ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$U_{cw} = \frac{\sum_{j=1}^{n} (U_{cw,j} \cdot A_j)}{\sum_{j=1}^{n} A_j}$$

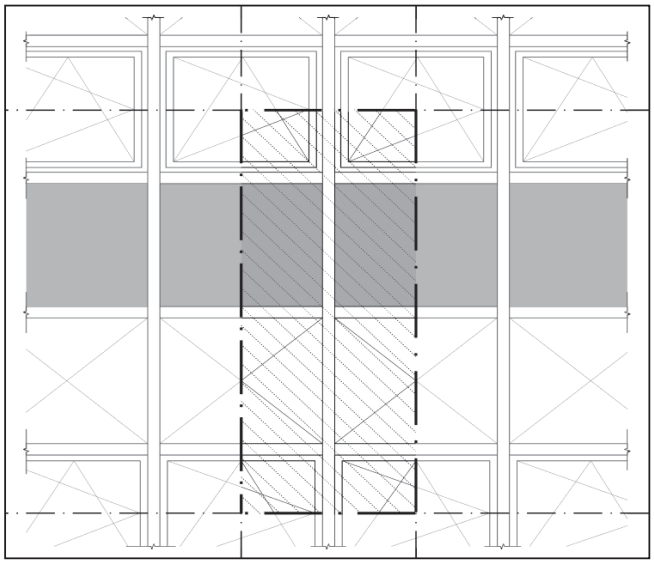
[W/(m²·K)] (2.19.)

όπου U_{cw} [W/(m²·K)] ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του τοιχοπετάσματος,
$U_{cw,j}$ [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του τοιχοπετάσματος j,
A_j [m^2] το εμβαδό του αντιπροσωπευτικού τμήματος.



Σχήμα 4.
Επιφάνειες τοιχοπετάσματος

με διαφορετικές θερμοφυσικές ιδιότητες.



Σχήμα 5.
Αντιπροσωπευτικό τμήμα μελέτης ενός τοιχοπετάσματος.

Ο καθορισμός του αντιπροσωπευτικού τμήματος γίνεται με τομές σε οριζόντιο και σε κατακόρυφο επίπεδο. Οι τομές επιλέγονται με τέτοιο τρόπο, ώστε:

- να αντιπροσωπεύουν επίπεδα συμμετρίας του τοιχοπετάσματος ή
- να βρίσκονται σε επίπεδο κάθετο στην όψη, στο οποίο η ροή θερμότητας γίνεται κάθετα στο τοιχοπέτασμα, δηλαδή δεν υπάρχουν τρισδιάστατα φαινόμενα θερμικής αγωγιμότητας. Τέτοιες θέσεις είναι, για παράδειγμα, αυτές που βρίσκονται τουλάχιστον 19 cm μακριά από την ακμή ενός διπλού υαλοπίνακα.

Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας ενός τοιχοπετάσματος, χωρίζεται το αντιπροσωπευτικό τμήμα σε επιφάνειες με διαφορετικά θερμοφυσικά χαρακτηριστικά (π.χ. υαλοπίνακες, αδιαφανή πετάσματα και κουφώματα).

Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του τοιχοπετάσματος υπολογίζεται από τους αντίστοιχους συντελεστές των επί μέρους στοιχείων με την προσθήκη όρων που περιγράφουν τη θερμική αλληλεπίδραση των τμημάτων μεταξύ τους (γραμμικές θερμογέφυρες):

$$U_{cw} = \frac{\sum A_g \cdot U_g + \sum A_p \cdot U_p + \sum A_f \cdot U_f + \sum A_{dp} \cdot U_{dp} + \sum A_{tr} \cdot U_{tr}}{A_{cw}} +$$

$$+ \frac{\sum \ell_{f,g} \cdot \Psi_{f,g} + \sum \ell_{dp,g} \cdot \Psi_{dp,g} + \sum \ell_{tr,g} \cdot \Psi_{tr,g} + \sum \ell_p \cdot \Psi_p + \sum \ell_{dp,f} \cdot \Psi_{dp,f} + \sum \ell_{tr,f} \cdot \Psi_{tr,f}}{A_{cw}} \quad (2.20.)$$

όπου U_{cw} [W/(m²·K)] ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του τοιχοπετάσματος,
U_g [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας του υαλοπίνακα ,
U_p [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας του πετάσματος,
U_f [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας των πλαισίων,
U_{dp} [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας των ορθοστατών,

U_{tr}	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας των τραβερσών,
$\Psi_{f,g}$	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής διαπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου και υαλοπίνακα,
$\Psi_{dp,g}$	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής διαπερατότητας στη συναρμογή ορθοστάτη και υαλοπίνακα,
$\Psi_{tr,g}$	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής διαπερατότητας στη συναρμογή τραβέρσας και υαλοπίνακα,
Ψ_{p}	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής διαπερατότητας στη συναρμογή πετάσματος και πλαισίων,
$\Psi_{dp,f}$	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής διαπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου κουφώματος και ορθοστάτη,
$\Psi_{tr,f}$	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής διαπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου κουφώματος και τραβέρσας,
A_g	[m^2]	το εμβαδό του υαλοπίνακα πλήρωσης του τοιχοπετάσματος,
A_p	[m^2]	το εμβαδό του πετάσματος πλήρωσης του τοιχοπετάσματος,
A_{dp}	[m^2]	το εμβαδό ορθοστάτη του πλαισίου του τοιχοπετάσματος,
A_{tr}	[m^2]	το εμβαδό ης τραβέρσας του πλαισίου του τοιχοπετάσματος,
A_f	[m^2]	το εμβαδό του πλαισίου του κουφώματος,
$\ell_{f,g}$	[m]	το μήκος περιμέτρου στη συναρμογή κουφώματος και υαλοπίνακα κουφώματος,
$\ell_{dp,g}$	[m]	το μήκος περιμέτρου στη συναρμογή ορθοστάτη πλαισίου και υαλοπίνακα πλήρωσης,
$\ell_{tr,g}$	[m]	το μήκος περιμέτρου στη συναρμογή τραβέρσας πλαισίου και υαλοπίνακα πλήρωσης,
ℓ_{p}	[m]	το μήκος περιμέτρου στη συναρμογή πετάσματος και πλαισίου τοιχοπετάσματος (στη θέση της τραβέρσας ή του ορθοστάτη),
$\ell_{dp,f}$	[m]	το μήκος περιμέτρου στη συναρμογή ορθοστάτη πλαισίου και κουφώματος,
$\ell_{tr,f}$	[m]	το μήκος περιμέτρου στη συναρμογή τραβέρσας πλαισίου και κουφώματος.

Πίνακες τιμών

- Ο συντελεστής γραμμικής διαπερατότητας Ψ_p λαμβάνει τιμές από τον πίνακα 14α.
- Οι συντελεστές γραμμικής διαπερατότητας $\Psi_{dp,g}$, $\Psi_{tr,g}$λαμβάνουν τιμές από τον πίνακα 14β.
- Οι συντελεστές γραμμικής διαπερατότητας $\Psi_{dp,f}$, $\Psi_{tr,f}$ λαμβάνουν τιμές από τους πίνακες 14γ και 14δ, ανάλογα με το υλικό.

Η επιφάνεια του τοιχοπετάσματος υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση:

$$A_{cw} = A_g + A_p + A_f + A_{dp} + A_{tr} \quad [m^2] \quad (2.21.)$$

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας του πλαισίου του τοιχοπετάσματος δεν λαμβάνουν υπόψη την παρουσία κοχλιών στερέωσης του πλαισίου στα δομικά στοιχεία της όψης του κτηρίου. Προκειμένου να ληφθεί υπόψη η σημειακή θερμογέφυρα που δημιουργείται στη σύνδεση με την όψη, οι συντελεστές θερμοπερατότητας του πλαισίου αυξάνονται κατά 0,3 W/(m²·K) όταν η απόσταση των κοχλιών είναι μικρότερη ή ίση των 0,3 m. Όταν η απόσταση μεταξύ των κοχλιών υπερβαίνει τα 0,3 m,η επίδρασή τους μπορεί να αγνοηθεί.

2.4. Υπολογισμός των θερμογεφυρών

Θερμογέφυρες ονομάζονται οι θέσεις στο κέλυφος ενός κτηρίου, στις οποίες εμφανίζεται σε σχέση με τις γειτονικές τους διαφοροποίηση στη θερμική αντίσταση των δομικών στοιχείων είτε λόγω ασυνέχειας της στρώσης θερμομόνωσης είτε λόγω διαφοροποίησης του υλικού κατά μήκος του δομικού στοιχείου είτε λόγω αλλαγής της γεωμετρίας της διατομής. Σ' αυτές τις θέσεις παρατηρείται μεταβολή στη ροή θερμότητας και στην εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία σε σχέση με τις γειτονικές τους.

Οι θερμογέφυρες αποτελούν τα "ασθενή" σημεία του κτηριακού περιβλήματος και λειτουργούν επιβαρυντικά στη θερμική του προστασία. Επηρεάζουν την ενεργειακή του συμπεριφορά και επιφέρουν μείωση της αίσθησης της θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του χώρου. Συχνά καταλήγουν να είναι πρόξενοι ποικίλων φθορών και καταστροφών, ενίοτε ασήμαντων και επουσιωδών, κατά το πλείστον όμως επικίνδυνων και σοβαρών. Οι περισσότερες φθορές οφείλονται στην επιφανειακή συμπύκνωση των υδρατμών, λόγω της πτώσης της επιφανειακής θερμοκρασίας των δομικών στοιχείων σε τιμή χαμηλότερη της θερμοκρασίας δρόσου.

Από μελέτες έχει αποδειχθεί ότι οι θερμογέφυρες προσαυξάνουν κατά μέσο όρο την πραγματική ενεργειακή κατανάλωση του συνολικού κελύφους του κτηρίου συγκριτικά με τη θεωρητικά υπολογιζόμενη, θεωρούμενης της θερμικής ροής στον υπολογισμό κατά παραδοχή ως μονοδιάστατο μέγεθος και κάθετο στην επιφάνεια του εξεταζόμενου δομικού στοιχείου, σε ποσοστό που συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 5% και 30%. Αυτό το ποσοστιαίο εύρος έχει να κάνει με το μέγεθος του κτηρίου, τα γεωμετρικά του χαρακτηριστικά, τα αρχιτεκτονικά του στοιχεία και κατ' επέκταση με το πλήθος των εμφανιζόμενων θερμογεφυρών.

Οι θερμογέφυρες μπορούν να διακριθούν σε δύο τύπους:

– στις γραμμικές και
– στις σημειακές.

Οι γραμμικές θερμογέφυρες έχουν ομοιόμορφη διατομή κατά μία διάσταση και οφείλονται στη δημιουργία θέσεων, στις οποίες η ροή θερμότητας παρουσιάζει έντονα δισδιάστατη φύση και η παραδοχή της μονοδιάστατης ροής θερμότητας παύει να ισχύει. Οι σημειακές θερμογέφυρες εμφανίζονται στις ενώσεις των γραμμικών θερμογεφυρών, στις οποίες η ροή θερμότητας έχει τρισδιάστατη φύση. Οι σημειακές θερμογέφυρες δεν έχουν καμία διάσταση, ενώ η επίδρασή τους στις θερμικές ανταλλαγές θεωρείται πρακτικά αμελητέα· γι' αυτό και δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς. Αντιθέτως, οι γραμμικές θερμογέφυρες λαμβάνονται υπόψη και συγκριτικά με τις σημειακές έχουν μεγαλύτερη επίδραση στη θερμική συμπεριφορά του κελύφους.

Ως προς τις αιτίες δημιουργίας τους οι γραμμικές θερμογέφυρες διακρίνονται σε τρεις τύπους:

– στις γεωμετρικές,
– στις κατασκευαστικές,
– σε συνδυασμό των δύο παραπάνω τύπων.

Οι γεωμετρικές θερμογέφυρες δημιουργούνται σε θέσεις, στις οποίες η βασική γεωμετρία του δομικού στοιχείου παύει να είναι γραμμική, π.χ. στη θέση κάθετης τομής δύο εξωτερικών δομικών στοιχείων με τη συνέχεια της θερμομόνωσης να μην διακόπτεται (γωνία). Σ' αυτή την περίπτωση, επειδή η συνολική εξωτερική επιφάνεια των δομικών στοιχείων διαφέρει από την εσωτερική, αναπτύσσονται έντονα φαινόμενα δισδιάστατης ροής θερμότητας. Αναλόγως, αν χρησιμοποιούνται εσωτερικές ή εξωτερικές διαστάσεις για τους υπολογισμούς των θερμικών ροών, η τιμή του γραμμικού συντελεστή της συγκεκριμένης θερμογέφυρας διαφοροποιείται. Στην περίπτωση χρήσης εσωτερικών διαστάσεων λαμβάνει θετικές τιμές, ενώ στην περίπτωση χρήσης εξωτερικών διαστάσεων λαμβάνει

αρνητικές, λειτουργώντας στην ουσία ως διόρθωση στους υπολογισμούς των ροών θερμότητας με παραδοχή μονοδιάστατης ροής. Για τις ανάγκες των υπολογισμών με βάση τον Κ.Εν.Α.Κ. γίνεται παντού χρήση εξωτερικών διαστάσεων.

Οι κατασκευαστικές θερμογέφυρες δημιουργούνται σε θέσεις, στις οποίες υπάρχει ασυνέχεια του θερμομονωτικού υλικού, π.χ. στις θέσεις ένωσης δοκού με εξωτερική θερμομόνωση και τοιχοποιίας με θερμομόνωση στον πυρήνα. Σ' αυτή την περίπτωση αναπτύσσεται έντονη δισδιάστατη ροή θερμότητας στην περιοχή της ασυνέχειας, η οποία οδηγεί σε αυξημένες θερμικές απώλειες και μείωση της εσωτερικής επιφανειακής θερμοκρασίας. Σ' αυτές τις θερμογέφυρες η τιμή του γραμμικού συντελεστή θερμοπερατότητας είναι πάντα θετική.

Σε πολλές περιπτώσεις υπάρχει συνδυασμός γεωμετρικής και κατασκευαστικής θερμογέφυρας, π.χ. σε ένα γωνιακό υποστύλωμα θερμομονωμένο εξωτερικά, στο οποίο εφάπτονται δύο κάθετες μεταξύ τους τοιχοποιίες με θερμομόνωση στον πυρήνα. Σ' αυτές τις περιπτώσεις εμφανίζονται αυξημένες ροές θερμότητας και μειωμένη εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία, ενώ ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας μπορεί να λάβει, ακόμη και με χρήση εξωτερικών διαστάσεων για τους υπολογισμούς των ροών θερμότητας, τιμή αρνητική, θετική ή μηδενική ανάλογα με την περίπτωση.

Στόχος είναι να υπολογισθούν οι θερμικές απώλειες κατά μήκος της κάθε θερμογέφυρας. Για τον υπολογισμό τους απαιτούνται:

– ο κάθε τύπος θερμογέφυρας, ο οποίος εκφράζεται με ένα συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ, μετρούμενο σε W/(m·K) και
– το συνολικό μήκος του κάθε τύπου θερμογέφυρας ℓ, που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτηρίου, μετρούμενο σε m.

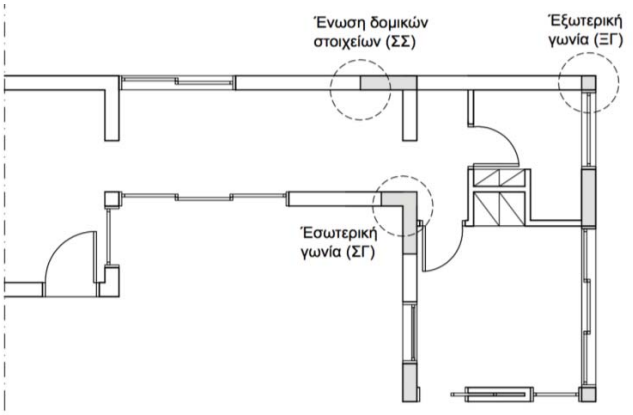
Οι θερμικές απώλειες κατά μήκος μιας θερμογέφυρας ορίζονται από το γινόμενο:

$$\Psi \cdot \ell \qquad [W/K] \qquad (2.22.)$$

Ανάλογα με τη θέση εμφάνισής τους στο κτήριο, οι θερμογέφυρες απαντώνται:

– στη συναρμογή των κατακόρυφων δομικών στοιχείων (**κατακόρυφες θερμογέφυρες**)
– στη συναρμογή των οριζόντιων δομικών στοιχείων με τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία (**οριζόντιες θερμογέφυρες**)
– στη συναρμογή των κουφωμάτων με τα συμπαγή δομικά στοιχεία (**θερμογέφυρες κουφωμάτων**).

Οι κατακόρυφες θερμογέφυρες εντοπίζονται στις κατόψεις του κτηρίου, Δεδομένου ότι η κύρια διάστασή τους αναπτύσσεται καθ’ ύψος, το μήκος τους μετράται με βάση τα σχέδια των τομών. Διακρίνονται τρεις υποκατηγορίες (σχήμα 6):

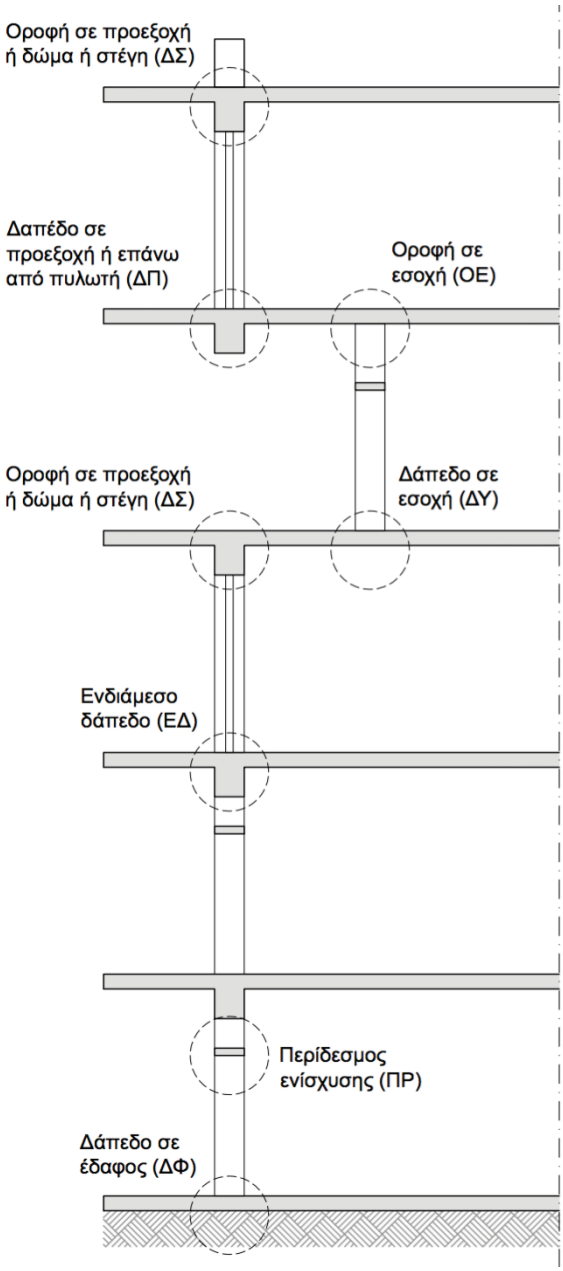


Σχήμα 6.
Ενδεικτικές θέσεις εμφάνισης κατακόρυφων θερμογεφυρών .

– θερμογέφυρες εξωτερικών γωνιών (ΞΓ),
– θερμογέφυρες εσωτερικών γωνιών (ΣΓ),
– θερμογέφυρες ένωσης δομικών στοιχείων (ΣΣ).

Οι οριζόντιες θερμογέφυρες εντοπίζονται στις τομές του κτηρίου. Δεδομένου ότι η κύρια διάστασή τους αναπτύσσεται κατά μήκος των δομικών στοιχείων, το μήκος τους μετράται με βάση τα σχέδια των κατόψεων.

Διακρίνονται επτά υποκατηγορίες (σχήμα 7):



Σχήμα 7. Ενδεικτικές θέσεις εμφάνισης οριζόντιων θερμογεφυρών.

– θερμογέφυρες δώματος ή στέγης ή οροφής σε προεξοχή (ΔΣ),
– θερμογέφυρες δαπέδου σε προεξοχή ή δαπέδου επάνω από πυλωτή (ΔΠ),
– θερμογέφυρες οροφής σε εσοχή (ΟΕ),
– θερμογέφυρες δαπέδου σε εσοχή (ΔΥ),
– θερμογέφυρες ενδιάμεσου δαπέδου (ΕΔ),
– θερμογέφυρες δαπέδου που εδράζεται σε έδαφος (ΔΦ),
– θερμογέφυρες περίδεσμου ενίσχυσης (ΠΡ).

Οι θερμογέφυρες κουφωμάτων εντοπίζονται στις θέσεις συναρμογής των κουφωμάτων με τα συμπαγή δομικά στοιχεία. Το μήκος τους μετράται με βάση τις διαστάσεις των ανοιγμάτων. Διακρίνονται δύο υποκατηγορίες :

– θερμογέφυρες στο λαμπά του κουφώματος (ΛΠ) και
– θερμογέφυρες στο ανωκάσι / κατωκάσι του κουφώματος (ΥΠ).

Για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών λόγω της ύπαρξης θερμογεφυρών και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου ο μελετητής πρέπει να γνωρίζει την τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ και το μήκος ℓ της θερμογέφυρας που δημιουργείται. Στους πίνακες 15α έως 15ιβ παρουσιάζονται υπό μορφή σκαριφημάτων οι πλέον συνήθεις περιπτώσεις θερμογεφυρών που απαντώνται στις ελληνικές κατασκευές, ομαδοποιημένες ως προς τη θέση τους στο κτηριακό κέλυφος σύμφωνα με τα όσα προηγουμένως αναλύθηκαν.

Στους πίνακες όλοι οι τύποι θερμομογεφυρών δίνονται με υλικά δόμησης το οπλισμένο σκυρόδεμα και την οπτοπλινθοδομή. Όταν τα υλικά δόμησης είναι διαφορετικά, προσομοιάζουν προς αυτά:

- Τα βαριά υλικά θεωρούνται αντίστοιχα του οπλισμένου σκυροδέματος.
  Π.χ. σιδηροκατασκευή, λιθοδομή κ.τ.λ.
- Τα ελαφρότερα υλικά θεωρούνται αντίστοιχα της οπτοπλινθοδομής.
  Π.χ. ξύλινη κατασκευή, ξηρή δόμηση (γυψοσανίδες, τσιμεντοσανίδες, σανίδες ορυκτών ινών).

Για κάθε περίπτωση θερμογέφυρας δίνεται ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ, ο οποίος έχει προκύψει με χρήση λογισμικού δισδιάστατης ροής θερμότητας, λαμβάνοντας τις εξωτερικές διαστάσεις των δομικών στοιχείων. Σε περίπτωση που ο τύπος μιας θερμογέφυρας δεν περιλαμβάνεται στις περιπτώσεις των πινάκων 15α έως 15ιβ, επιλέγεται η πλησιέστερη προς τον τύπο μορφή και λαμβάνεται ο αντίστοιχος συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ.

Διευκρινίσεις

- Στην περίπτωση που δημιουργείται θερμογέφυρα σε θέση που διαχωρίζει θερμαινόμενο χώρο από κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο, αναζητείται από τον πίνακα θερμογεφυρών η αντίστοιχη περίπτωση προς εξωτερικό αέρα και ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας (Ψ) πολλαπλασιάζεται με μειωτικό συντελεστή $b_{\theta\gamma} = 0,5$, ώστε να ληφθεί υπόψη η έκθεση του στοιχείου σε συνθήκες ευνοϊκότερες των εξωτερικών.
- Στην περίπτωση που δημιουργείται θερμογέφυρα σε θέση που διαχωρίζει θερμαινόμενο χώρο από **δύο διαφορετικά θερμικά περιβάλλοντα**, των οποίων αντίστοιχη τιμή δεν ορίζεται στον πίνακα θερμογεφυρών, προσδιορίζεται ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας και ισοκατανέμεται προς τα δύο περιβάλλοντα (½ + ½) με μειωτικό συντελεστή $b_{\theta\gamma}$ σε καθένα από αυτά ως εξής:
  $b_{\theta\gamma} = 1,0$ προς τον εξωτερικό αέρα,
  $b_{\theta\gamma} = 0,5$ προς το μη θερμαινόμενο χώρο,
  $b_{\theta\gamma} = 0,0$ προς το έδαφος.

Βάσει των παραπάνω τιμών του μειωτικού συντελεστή b, η τιμή του γραμμικού συντελεστή θερμοπερατότητας Ψ ουσιαστικά θα πολλαπλασιάζεται με το συντελεστή:

$b_{\theta\gamma}$ = 0,75 για ροή θερμότητας προς εξωτερικό αέρα και κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο,

$b_{\theta\gamma}$ = 0,50 για ροή θερμότητας προς εξωτερικό αέρα και έδαφος (εξαιρουμένων των θερμογεφυρών της σειράς ΔΦ, για τις οποίες έχει ήδη γίνει ο υπολογισμός και η τιμή λαμβάνεται ως έχει),

$b_{\theta\gamma}$ = 0,25 για ροή θερμότητας προς κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο και έδαφος (εξαιρουμένων των θερμογεφυρών της σειράς ΔΦ, για τις οποίες έχει ήδη γίνει ο υπολογισμός και η τιμή λαμβάνεται για γειτνίαση με ένα θερμικό περιβάλλον, αυτό του μη θερμαινόμενου χώρου και επομένως ο μειωτικός συντελεστής είναι ίσος με $b_{\theta\gamma}$ = 0,5),

- Στην περίπτωση που δημιουργείται θερμογέφυρα σε θέση **προς τρία διαφορετικά θερμικά περιβάλλοντα** (εξωτερικό αέρα, κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο και έδαφος) προσδιορίζεται ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας και ισοκατανέμεται προς τα τρία περιβάλλοντα (⅓ + ⅓ + ⅓) με μειωτικό συντελεστή $b_{\theta\gamma}$ σε καθένα από αυτά ως εξής:

  $b_{\theta\gamma}$ = 1,0 προς τον εξωτερικό αέρα,

  $b_{\theta\gamma}$ = 0,5 προς το μη θερμαινόμενο χώρο,

  $b_{\theta\gamma}$ = 0,0 προς το έδαφος.

  Βάσει των παραπάνω τιμών του μειωτικού συντελεστή b, η τιμή του γραμμικού συντελεστή θερμοπερατότητας Ψ ουσιαστικά θα πολλαπλασιάζεται με το συντελεστή $b_{\theta\gamma}$ = 0,50.

- Στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης ή στην ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίων, τα οποία μελετήθηκαν σύμφωνα με τις διατάξεις του Κ.Εν.Α.Κ., ο μηχανικός καταχωρεί στο λογισμικό τις υπολογισθείσες τιμές του συντελεστή μετάδοσης θερμότητας λόγω θερμογεφυρών $\Sigma (\Psi \cdot \ell)$: χωριστά αυτές που είναι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (στην καρτέλα «αδιαφανείς επιφάνειες») και χωριστά αυτές που είναι σε επαφή με το μη θερμαινόμενο χώρο (στην καρτέλα «διαχωριστική επιφάνεια»).Σημειώνεται ότι σ' αυτή την περίπτωση δεν λαμβάνονται υπόψη οι μειωτικοί συντελεστές, παρά μόνο το ποσοστό καταμερισμού της θερμογέφυρας προς τον εξωτερικό αέρα (⅓) και προς το μη θερμαινόμενο χώρο (⅓) στη θέση εμφάνισής της. Το ποσοστό καταμερισμού προς το έδαφος (⅓) δεν θα ληφθεί υπόψη πουθενά στο λογισμικό.

2.5. Ο υπολογισμός των εμβαδών και του λόγου A/V

Για την εύρεση του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτηρίου (U_m) και τον έλεγχο της θερμικής του επάρκειας είναι απαραίτητος ο υπολογισμός των γεωμετρικών μεγεθών του κτηρίου και συγκεκριμένα:

- Ο υπολογισμός των εμβαδών όλων των επί μέρους δομικών στοιχείων του κελύφους του κτηρίου, που έχουν διαφορετική τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας U.
- Ο υπολογισμός των μηκών των γραμμικών θερμογεφυρών.
- Ο όγκος του κτηρίου.

Αυτά τα μεγέθη είναι σκόπιμο να υπολογισθούν κατ' όροφο, κατά επιφάνεια και κατά προσανατολισμό, προκειμένου να διευκολυνθεί ο υπολογισμός. Πρόσφορη είναι η χρήση σκαριφημάτων και πίνακα υπολογισμού, στον οποίο θα ορίζονται με σαφή τρόπο:

- το πλάτος του κάθε δομικού στοιχείου,
- το ύψος του,
- το εμβαδό του.

Το άθροισμα των επί μέρους εμβαδών κάθε δομικού στοιχείου θα πρέπει να ισοδυναμεί με την συνολική έκταση του κελύφους του κτηρίου.

Κατ' αντίστοιχο τρόπο, δηλαδή με τη χρήση σκαριφημάτων και πίνακα υπολογισμού, θα πρέπει να ορίζονται και να υπολογίζονται με σαφή τρόπο τα μήκη των γραμμικών θερμογεφυρών για κάθε τύπο θερμογέφυρας.

Για την εμβαδομέτρηση των στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα χρησιμοποιούνται οι διαστάσεις (μήκος, πλάτος, ύψος), όπως αυτές αποτυπώνονται στα σχέδια της αρχιτεκτονικής μελέτης ή όπως αυτές μετρώνται / εκτιμώνται επί τόπου στο κτήριο κατά τη διεξαγωγήτης ενεργειακής επιθεώρησης, εάν δεν υπάρχουν τα σχέδια της αρχιτεκτονικής μελέτης και χωρίς να αφαιρεθούν τα πάχη της θερμομονωτικής στρώσης των δομικών στοιχείων.

Ωστόσο, σε μια ενεργειακή επειθεώρηση (και όχι σε μελέτη ενεργειακής απόδοσης), εάν δεν υφίστανται τα αρχιτεκτονικά σχέδια, ή εάν διατυπώνονται επιφυλάξεις για την ορθότητά τους, ο ενεργειακός επιθεωρητής έχει τη δυνατότητα να υπολογίσει τα γεωμετρικά δεδομένα κατά απλοποιητικό τρόπο, όπως ορίζεται στην παράγραφο 3.1. της αναθεωρημένης έκδοσης της τεχνικής οδηγίας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017.

2.5.1. Ορισμός γραμμικών διαστάσεων

Τα γεωμετρικά στοιχεία του κτηρίου προκύπτουν από τα αρχιτεκτονικά σχέδια της μελέτης. Για όλους τους υπολογισμούς γίνεται χρήση μόνο των εξωτερικών διαστάσεων του κτηριακού κελύφους όπως αυτές ορίζονται από τα αρχιτεκτονικά σχέδια ή όπως αυτές μετρώνται / εκτιμώνται επί τόπου στο κτήριο κατά τη διεξαγωγή της ενεργειακής επιθεώρησης, εάν δεν υπάρχουν τα σχέδια της αρχιτεκτονικής μελέτης. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση παρέχεται στον ενεργειακό επιθεωρητή η δυνατότητα να λάβει υπόψη του τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά κατά απλοποιητικό τρόπο, όπως ορίζεται στην παράγραφο 3.1. της αναθεωρημένης έκδοσης της τεχνικής οδηγίας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017.

Οριζόντιες διαστάσεις

Οι οριζόντιες διαστάσεις των όψεων του κτηριακού κελύφους και των επί μέρους θερμικών ζωνώνμετρώνται στις κατόψεις των ορόφων ως εξής (σχήμα 8):

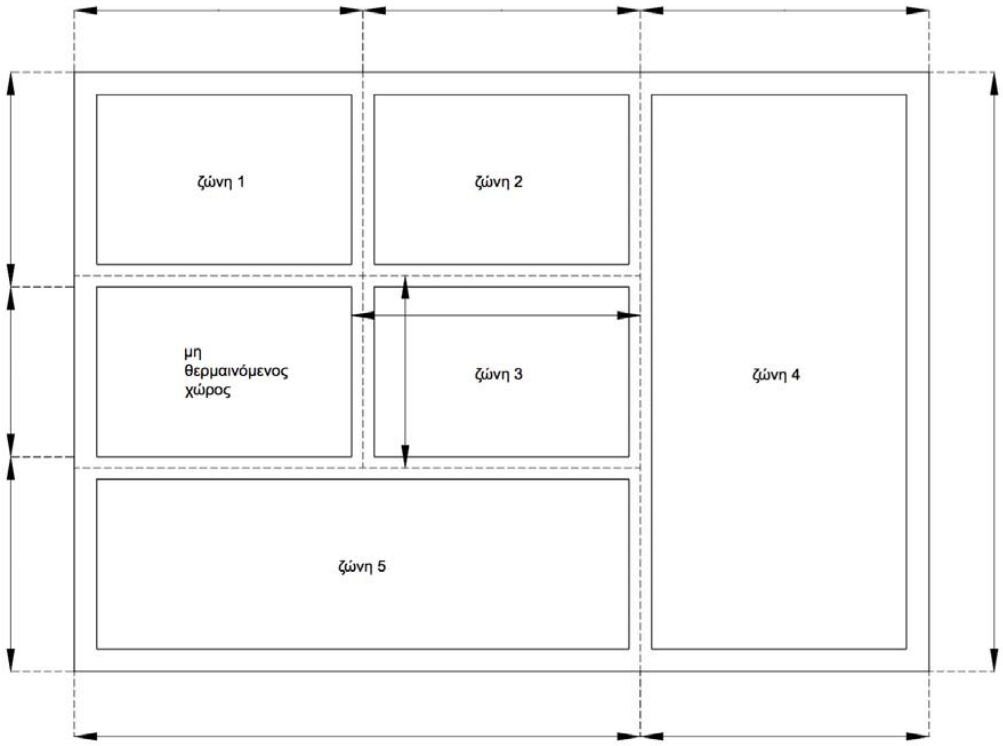
- Η θερμική ζώνη, που είναι σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον (αέρα ή έδαφος) θεωρείται ότι έχει ως όριατις εξωτερικές επιφάνειες, που διαμορφώνονται με την τελική επίστρωση των κατακόρυφων δομικών στοιχείων (π.χ. ζώνη 4).
- Η θερμική ζώνη, που είναι σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο, θεωρείται ότι έχει ως όριο την επιφάνεια της τελικής επίστρωσηςτων δομικών στοιχείων που βρίσκονται προς την πλευρά του μη θερμαινόμενου χώρου (π.χ. ζώνη 1).
- Η θερμική ζώνη, που είναι σε επαφή με άλλη θερμική ζώνη, θεωρείται ότι έχει ως όριο τον άξονα συμμετρίας του δομικού στοιχείου που χωρίζει τις δύο θερμικές ζώνες, ανεξάρτητα από την ύπαρξη θερμομόνωσης (π.χ. ζώνη 3 και ζώνη 4).

Διευκρινίσεις

- Σε περίπτωση, κατά την οποία το κατακόρυφο δομικό στοιχείο έρχεται σε επαφή με το έδαφος, λαμβάνεται ως τελική επίστρωση η επίστρωση της υγρομόνωσης. Οι επιστρώσεις που βρίσκονται από την πλευρά της υγρομόνωσης και προς το έδαφος θεωρούνται ως εν δυνάμει προσβαλλόμενες από την υγρασία εδάφους και συνεπώς με χαμηλή συνεισφορά στη θερμική προστασία του δομικού στοιχείου που θεωρείται αμελητέα, εκτός αν πρόκειται για

θερμομονωτική στρώση από υλικό απρόσβλητο από την υγρασία. Γι' αυτό και δεν λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό.

- Στην περίπτωση, κατά την οποία δεν υπάρχουν αρχιτεκτονικά σχέδια, οι οριζόντιες διαστάσεις των όψεων του κτηριακού κελύφους μετρώνται / εκτιμώνται επί τόπου στο κτήριο κατά τη διεξαγωγή της ενεργειακής επιθεώρησης.



Σχήμα 8. *Ορισμός μέτρησης οριζοντίων διαστάσεων των κατακόρυφων δομικών στοιχείων.*

• Κατακόρυφες διαστάσεις

Το ύψος των ορόφων μετράται από τα σχέδια τομών της αρχιτεκτονικής μελέτης ή όπως αυτό μετράται / εκτιμάται επί τόπου στο κτήριο κατά τη διεξαγωγή της ενεργειακής επιθεώρησης, εάν δεν υπάρχουν τα σχέδια της αρχιτεκτονικής μελέτης.

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση παρέχεται στον ενεργειακό επιθεωρητή η δυνατότητα να λάβει υπόψη του τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά κατά απλοποιητικό τρόπο, όπως ορίζεται στην παράγραφο 3.1. της αναθεωρημένης έκδοσης της τεχνικής οδηγίας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017.

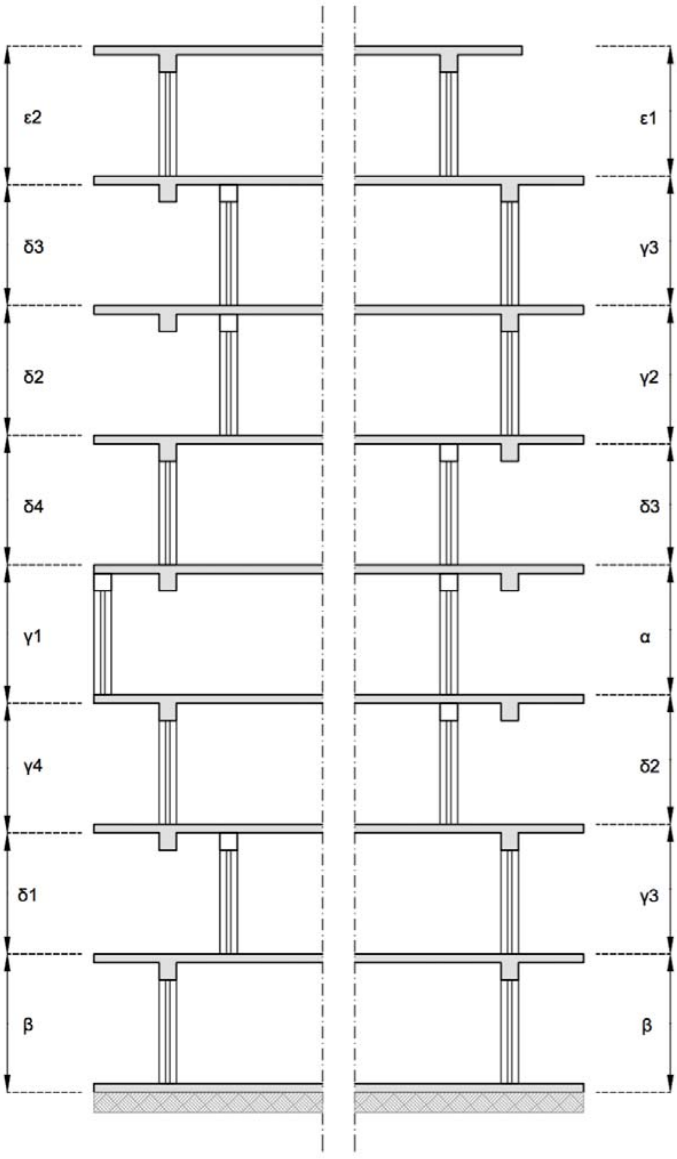
Κατά γενική αρχή, ως ύψος ορόφου λαμβάνεται η διαφορά μεταξύ της άνω στάθμη της πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος ενός ορόφου και της άνω στάθμης της πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος του υποκείμενου ορόφου.

- Σε περίπτωση που η πλάκα οροφής του ορόφου έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον (αέρα, έδαφος ή μη θερμαινόμενο χώρο), τότε στο ύψος του ορόφου προστίθενται και οι επιστρώσεις άνω της πλάκας όπως αυτές διαμορφώνται ανάλογα με τη θέση της.

- Σε περίπτωση που η πλάκα δαπέδου του ορόφου έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον (αέρα, έδαφος ή μη θερμαινόμενο χώρο), τότε στη μέτρηση του ύψους συνυπολογίζεται και το πάχος της πλάκας του δαπέδου και οι υποκείμενες στρώσεις της πλάκας, όπως αυτές διαμορφώνονται ανάλογα με τη θέση της μέχρι και τη στεγανοποιητική στρώση.

Ειδικότερα,για τον υπολογισμό του ύψους του ορόφου τα παραπάνω εξειδικεύονται ως εξής (σχήμα 9):

- Στους ορόφους που έχουν την ίδια κάτοψη με τον υπερκείμενο και τον υποκείμενο όροφό τους, ως ύψος του ορόφου λαμβάνεται η διαφορά στάθμης μεταξύ της άνω επιφάνειας της πλάκας δαπέδου και της άνω επιφάνειας της πλάκας της οροφής, ανεξαρτήτως της ύπαρξης θερμομονωτικής στρώσης (π.χ. διάσταση α).



Σχήμα 9. *Ορισμός μέτρησης κατακόρυφων διαστάσεων των κατακόρυφων δομικών στοιχείων.*

- Στον κατώτατο όροφο του κτηρίου, ως ύψος του ορόφου λαμβάνεται η διαφορά στάθμης μεταξύ της κάτω επιφάνειας της πλάκας του δαπέδου (είτε αυτή έρχεται σε επαφή με το έδαφος, είτε με τον αέρα είτε με μη θερμαινόμενο χώρο) και της άνω επιφάνειας της πλάκας της οροφής (π.χ. διάσταση β).
- Σε όροφο του κτηρίου που βρίσκεται σε προεξοχή:
  - ως προς τον υποκείμενο και ως προς τον υπερκείμενο όροφο, το ύψος του ορόφου λαμβάνεται ως η διαφορά στάθμης μεταξύ της κάτω επιφάνειας της πλάκας του δαπέδου και της άνω επιφάνειας της πλάκας της οροφής (π.χ. διάσταση γ1),
  - μόνο ως προς τον υποκείμενο όροφο, ως ύψος του ορόφου λαμβάνεται η διαφορά στάθμης μεταξύ της κάτω επιφάνειας της πλάκας του δαπέδου και της άνω επιφάνειας της πλάκας της οροφής (π.χ. διάσταση γ2),
  - μόνο ως προς τον υπερκείμενο όροφο, ως ύψος του ορόφου λαμβάνεται η διαφορά στάθμης μεταξύ της άνω επιφάνειας της πλάκας του δαπέδου και της άνω επιφάνειας της πλάκας της οροφής (π.χ. διάσταση γ3),
  - μόνο ως προς τον υποκείμενο και σε εσοχή ως προς τον υπερκείμενο όροφο, ως ύψος του ορόφου λαμβάνεται η διαφορά στάθμης μεταξύ της κάτω επιφάνειας της πλάκας του δαπέδου και της κάτω επιφάνειας της πλάκας της οροφής (π.χ. διάσταση γ4)
- Σε όροφο του κτηρίου που βρίσκεται σε εσοχή:
  - ως προς τον υποκείμενο και ως προς τον υπερκείμενο όροφο, το ύψος του ορόφου λαμβάνεται ως η διαφορά στάθμης της άνω επιφάνειας της πλάκας του δαπέδου και της κάτω επιφάνειας της πλάκας της οροφής (π.χ. διάσταση δ1).
  - μόνο ως προς τον υποκείμενο όροφο, το ύψος του ορόφου λαμβάνεται ως η διαφορά στάθμης της άνω επιφάνειας της πλάκας του δαπέδου και της άνω επιφάνειας της πλάκας της οροφής (π.χ. διάσταση δ2).
  - μόνο ως προς τον υπερκείμενο όροφο, το ύψος του ορόφου λαμβάνεται ως η διαφορά στάθμης της άνω επιφάνειας της πλάκας του δαπέδου και της κάτω επιφάνειας της πλάκας της οροφής (π.χ. διάσταση δ3).
  - μόνο ως προς τον υποκείμενο όροφο και σε εξοχή ως προς τον υπερκείμενο, το ύψος του ορόφου λαμβάνεται ως η διαφορά στάθμης της άνω επιφάνειας της πλάκας του δαπέδου και της άνω επιφάνειας της πλάκας της οροφής (π.χ. διάσταση δ4).
- Στον τελευταίο όροφο:
  - στην περίπτωση που καταλαμβάνει την ίδια έκταση με τον υποκείμενο όροφο ή βρίσκεται σε εσοχή, το ύψος του ορόφου λαμβάνεται ως η διαφορά στάθμης της άνω επιφάνειας της πλάκας του δαπέδου και της άνω στάθμης της πλάκας της οροφής (π.χ. διάσταση ε1).
  - Στην περίπτωση που ο υποκείμενος όροφος είναι σε εσοχή, το ύψος του ορόφου λαμβάνεται ως η διαφορά στάθμης της κάτω επιφάνειας της πλάκας του δαπέδου και της άνω επιφάνειας της πλάκας της οροφής (π.χ. διάσταση ε2).

<u>Διευκρινίσεις</u>

- Σε όλες τις περιπτώσεις που περιγράφονται παραπάνω, όταν η μετρούμενη ως άνω ή κάτω επιφάνεια της πλάκας είναι σε επαφή με τον αέρα στο ύψος του ορόφου συμπεριλαμβάνονται και όλες οι επιστρώσεις άνω ή κάτω της πλάκας, όπως αυτές διαμορφώνονται ανάλογα με τη θέση της.
- Σε όλες τις περιπτώσεις που η μετρούμενη ως άνω ή κάτω επιφάνεια της πλάκας έρχεται σε επαφή με το έδαφος, τότε συμπεριλαμβάνονται στο ύψος όλες οι επιστρώσεις (όπως

διαμορφώνονται ανάλογα με τη θέση της πλάκας) έως και την υγρομονωτική στρώση. Οι επιστρώσεις που βρίσκονται από την υγρομονωτική στρώση και προς την πλευρά του εδάφους θεωρούνται μόνιμα προσβεβλημένες από την υγρασία και δεν λαμβάνονται υπόψη (εκτός αν πρόκειται για θερμομονωτική στρώση από υλικό απρόσβλητο από την υγρασία, οπότε συμπεριλαμβάνεται στο ύψος του ορόφου).

- Σε περίπτωση, κατά την οποία δεν υπάρχουν αρχιτεκτονικά σχέδια, οι κατακόρυφες διαστάσεις των όψεων του κτηριακού κελύφους μετρώνται / εκτιμώνται επί τόπου στο κτήριο κατά τη διεξαγωγή της ενεργειακής επιθεώρησης.

Διαστάσεις στέγης

Σε μια στέγη επάνω από οριζόντια πλάκα η θερμομονωτική στρώση μπορεί να τοποθετηθεί είτε επάνω στην κεκλιμένη επιφάνεια της στέγης είτε επάνω στην οριζόντια επιφάνεια της πλάκας.

- Όταν η θερμομονωτική στρώση τοποθετείται στην κεκλιμένη επιφάνεια της στέγης, το συνολικό εμβαδό της επιφάνειάς της προκύπτει από την κεκλιμένη επιφάνεια σύμφωνα με τη γεωμετρία της και λαμβάνοντας υπόψη την κλίση των επιφανειών της και δεν υπολογίζεται με βάση την ορθή προβολή των επιφανειών της στο οριζόντιο επίπεδο.
- Όταν η θερμομονωτική στρώση τοποθετείται επάνω στην οριζόντια πλάκα, τότε το εμβαδό της στέγης αντιστοιχεί σ' αυτό της οριζόντιας πλάκας και οι κεκλιμένες επιφάνειες δεν λαμβάνονται καθόλου υπόψη.
- Όταν η θερμομονωτική στρώση τοποθετείται και στην κεκλιμένη και στην οριζόντια επιφάνεια, τότε θα πρέπει να προσδιοριστεί ποια από τις δύο θεωρείται ως εξωτερικό κέλυφος του κτηρίου και η εμβαδομέτρηση θα γίνει βάσει αυτής της επιφάνειας.

2.5.2. Ογκομέτρηση κτηρίου

Για τον υπολογισμό του λόγου A/V λαμβάνονται υπόψη όλες οι εξωτερικές επιφάνειες, που διαμορφώνουν το κέλυφος του κτηρίου είτε έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα είτε έρχονται σε επαφή με το έδαφος είτε με χώρο χαμηλότερης θερμοκρασίας.

Ειδικότερα:

- Για την εύρεση του εμβαδού Α υπεισέρχονται στον υπολογισμό οι εξωτερικές επιφάνειες του κελύφους στο σύνολό τους και με τις εξωτερικές τους διαστάσεις, παρακολουθώντας απολύτως τη γεωμετρία του κτηρίου.
- Αντιστοίχως, ο όγκος V είναι ο όγκος του κτηρίου, που περικλείεται από όλες αυτές τις επιφάνειες.

Στον όγκο του κτηρίου **δεν** συμπεριλαμβάνονται:

– Ο ανοικτός υπόστυλος χώρος που βρίσκεται στην πυλωτή.

– Ο χώρος της εισόδου, το κλιμακοστάσιο και η απόληξή του στο δώμα, οι διάδρομοι πολυκατοικίας και γενικώς όλοι οι κοινόχρηστοι χώροι, αν θεωρηθούν ως μη θερμαινόμενοι. Αντιθέτως, συμπεριλαμβάνονται στον όγκο του κτηρίου αν θεωρηθούν θερμαινόμενοι.

– Οι χώροι των υπογείων, όταν δεν είναι θερμαινόμενοι.

– Οι χώροι των αποθηκών που βρίσκονται μέσα στο κυρίως σώμα του κτηρίου ή σε επαφή με αυτό, εφόσον δεν θεωρούνται θερμαινόμενοι.

– Ο χώρος του προσαρτημένου θερμοκηπίου, που λειτουργεί ως παθητικό ηλιακό σύστημα (και είναι μη θερμαινόμενος χώρος).

– Οι κλειστοί χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων.

– Κάθε κλειστός χώρος που δεν θεωρείται θερμαινόμενος(π.χ. εργαστήρια που από τη φύση της λειτουργίας τους δεν θερμαίνονται).
– Όλοι οι όγκοι, τους οποίους καταλαμβάνουν οι αίθριοι χώροι μέσα στο σώμα του κτηρίου, δηλαδή –σύμφωνα με το Ν.Ο.Κ.– τα μη στεγασμένα τμήματα του κτηρίου, που περιβάλλονται από όλες τις πλευρές τους από το κτήριο ή από άλλα κτήρια του οικοπέδου.
– Οι φωταγωγοί του κτηρίου.
– Οι υποχρεωτικώς ή προαιρετικώς ακάλυπτοι χώροι.
– Ο χώρος που διαμορφώνεται μεταξύ της μη θερμομονωμένης κεκλιμένης επιφάνειας της στέγης και της οριζόντιας θερμομονωμένης οροφής του ανώτερου ορόφου του κτηρίου. Αντιθέτως, όταν η τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης γίνεται στην κεκλιμένη επιφάνεια της στέγης και η οριζόντια οροφή του ανώτερου ορόφου του κτηρίου παραμένει χωρίς θερμομονωτική προστασία, ο χώρος που διαμορφώνεται μεταξύ των δύο επιφανειών (κεκλιμένης και οριζόντιας) συμπεριλαμβάνεται στον όγκο του κτηρίου. Τέλος, αν και οι δύο επιφάνειες είναι θερμομονωμένες ο μελετητής οφείλει να προσδιορίσει ποια από τις δύο θεωρεί ως εξωτερικό κέλυφος του κτηρίου και αναλόγως να συμπεριλάβει η όχι τον ενδιάμεσο των δύο επιφανειών όγκο στο θερμικά προστατευμένο όγκο του κτηρίου.
– Κάθε ανοικτός χώρος, που έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, είτε βρίσκεται μέσα στο κυρίως σώμα του κτηρίου είτε όχι.

Οι εξωτερικές επιφάνειες σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, εφόσον αποτελούν διαχωριστικά στοιχεία με θερμαινόμενο χώρο, υπεισέρχονται στον υπολογισμό της επιφάνειας Α στο σύνολό τους, όπως ορίζεται στην ενότητα 2.6.1.

Στα προσαρτημένα θερμοκήπια, τα οποία λειτουργούν ως παθητικά ηλιακά συστήματα, ως εξωτερική επιφάνεια λαμβάνεται ο διαχωριστικός τοίχος μεταξύ κυρίως χώρου του κτηρίου και του προσαρτημένου θερμοκηπίου και όχι η εξωτερική γυάλινη όψη του θερμοκηπίου.

Επιφάνειες του κτηρίου που έρχονται σε επαφή με εξωτερική επιφάνεια άλλου κτηρίου είτε αυτό το κτήριο βρίσκεται εντός του ιδίου οικοπέδου είτε στο όμορο (δηλαδή τα δύο κτήρια βρίσκονται σε επαφή στο διαχωριστικό όριο των δύο οικοπέδων) λαμβάνονται ως συνορεύουσες με το εξωτερικό περιβάλλον και δεν υπάρχει κάποια ξεχωριστή αντιμετώπιση.

Σε περίπτωση που ο θερμαινόμενος όγκος του κτηρίου αποτελείται από επί μέρους όγκους, που διαχωρίζονται μεταξύ τους από μη θερμαινόμενους χώρους και δεν έχουν δυνατότητα μεταξύ τους επικοινωνίας μέσω άλλου θερμαινόμενου χώρου, ως όγκος του κτηρίου λαμβάνεται για τον υπολογισμό του λόγου A/V το άθροισμα όλων αυτών των επί μέρους θερμαινόμενων όγκων (π.χ. θερμαινόμενος υπόγειος χώρος που χωρίζεται από τους θερμαινόμενους ορόφους με το μη θερμαινόμενο χώρο του κλιμακοστασίου και της εισόδου της πολυκατοικίας). Ομοίως, ως εξωτερική επιφάνεια Α λαμβάνεται το άθροισμα όλων των εξωτερικών επιφανειών των θερμαινόμενων χώρων.

Σε όλες τις περιπτώσεις η εύρεση του λόγου A/V οδηγεί στον προσδιορισμό της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής του συντελεστή θερμοπερατότητας U_m του κτηρίου, όπως αυτή ορίζεται για κάθε ζώνη από τον πίνακα 6.

2.6. Υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου (U_m)

Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου (U_m) προκύπτει από το συνυπολογισμό των συντελεστών όλων των επί μέρους δομικών στοιχείων του περιβλήματος του θερμαινόμενου χώρου του κτηρίου κατά την ποσοστιαία αναλογία των αντίστοιχων εμβαδών τους. Στον υπολογισμό του U_m θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι γραμμικές θερμογέφυρες που αναπτύσσονται στα δομικά στοιχεία, ιδίως στα όρια της περιμέτρου των δομικών στοιχείων.

Στη γενική του έκφραση ο υπολογισμός του U_m προκύπτει από τον τύπο:

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^{n} A_j \cdot U_j \cdot b_j + \sum_{i=1}^{v} l_i \cdot \Psi_i \cdot b_{\theta\gamma}}{\sum_{j=1}^{n} A_j} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \qquad (2.23.)$$

όπου

U_m	[W/(m²·K)]	ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κελύφους όλου του κτηρίου,
n	[–]	το πλήθος των επί μέρους δομικών στοιχείων στο κέλυφος του κτηρίου,
v	[–]	το πλήθος των θερμογεφυρών που αναπτύσσονται στα εξωτερικά ή εσωτερικά όρια κάθε επιφάνειας A_j του κελύφους,
A_j	[m²]	το εμβαδό επιφάνειας που καταλαμβάνει το κάθε δομικό στοιχείο στη συνολική επιφάνεια του κελύφους του κτηρίου,
U_m	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κάθε δομικού στοιχείου j του κελύφους του κτηρίου,
ℓ_j	[m]	το συνολικό μήκος του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτηρίου,
Ψ_j	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτηρίου,
b_j	[–]	μειωτικός συντελεστής (όπως αναλύεται στην επόμενη ενότητα για κάθε τύπο δομικού στοιχείου),
$b_{\theta\gamma}$	[–]	μειωτικός συντελεστής του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας (Ψ) σε κάθε θέση θερμογέφυρας (όπως αναλύεται στις διευκρινίσεις της § 2.4. για κάθε τύπο δομικού στοιχείου),

Το ευρισκόμενο πηλίκο U_m συγκρίνεται με αυτό που ορίζεται για κάθε κλιματική ζώνη ως μέγιστο επιτρεπόμενο $U_{m,max}$ από το λόγο A/V σύμφωνα με:

- τον πίνακα 6α όταν πρόκειται για νεόδμητο κτήριο και
- τον πίνακα 6β, όταν πρόκειται για ριζικώς ανακαινιζόμενο κτήριο.

Πρέπει πάντα να ισχύει:

$$U_m \leq U_{m,max} \qquad (2.24.)$$

Οι παραπάνω τιμές των ελάχιστων απαιτήσεων ισχύουν για κάθε κτήριο, αδιαφόρως της χρήσης που αυτό έχει.

Αν δεν ικανοποιείται αυτή η συνθήκη, ο υπολογισμός επαναλαμβάνεται από την αρχή, έχοντας προηγουμένως βελτιώσει τα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά των επί μέρους δομικών στοιχείων (π.χ. αύξηση του πάχους της θερμομονωτικής στρώσης των αδιαφανών στοιχείων, βελτίωση της ποιότητας των κουφωμάτων, μείωση του μεγέθους των ανοιγμάτων κ.ά.).

Πίνακες τιμών

- Η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας (U_m) του κελύφους του κτηρίου θα συγκριθεί με αυτήν που προκύπτει βάσει του λόγου A/V από τον πίνακα 6α όταν πρόκειται για νεόδμητο

κτήριο και από τον πίνακα 6β, όταν πρόκειται για ριζικώς ανακαινιζόμενο κτήριο.

- Η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας (Ψ) λαμβάνεται από τον πίνακα 15, που ορίζει τους τύπους των γραμμικών θερμογεφυρών.

2.6.1. Ο μειωτικός συντελεστής (b)

Ο μειωτικός συντελεστής (b) προσαρμόζει τις υπολογισθείσες θερμικές απώλειες από κάθε επιφάνεια του κελύφους του κτηρίου στις πραγματικές θερμοκρασιακές συνθήκες. Η κάθε ποσότητα A·U (συντελεστής μεταφοράς θερμότητας) ορίζει τη μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον μέσω των επί μέρους δομικών στοιχείων του κελύφους του κτηρίου στη μονάδα του χρόνου και για διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού - εξωτερικού περιβάλλοντος 1°C (ή 1 K). Όμως σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως σε επιφάνειες που συνορεύουν με μη θερμαινόμενους χώρους ή με το έδαφος αυτή η ποσότητα είναι υπερεκτιμημένη. Με το μειωτικό συντελεστή επιχειρείται η επαναφορά της σε μεγέθη πλησιέστερα προς την πραγματικότητα.

Έτσι, ο μειωτικός συντελεστής (b) λαμβάνει τιμές όπως ορίζονται σε καθεμιά από τις παρακάτω περιπτώσεις:

- **Σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.**

  Ο συντελεστής λαμβάνει τιμή b = 1,0, καθώς η ποσότητα A·U θεωρείται η πραγματικά υπολογισθείσα. Η τιμή b = 1,0 ισχύει τόσο για κατακόρυφες επιφάνειες, όσο και για οριζόντιες, είτε είναι η ροή θερμότητας στις τελευταίες από επάνω προς τα κάτω είτε από κάτω προς τα επάνω.

- **Σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με όμορο κτήριο.**

  Αν και στην περίπτωση ενός όμορου κτηρίου η μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου που εφάπτεται σε αντίστοιχο δομικό στοιχείο του όμορου είναι μειωμένη συγκριτικά με τη μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, η μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας θα πρέπει να παραμένει υπερεκτιμημένη με τιμή συντελεστή b = 1,0, διότι είναι απροσδιόριστος ο χρόνος ζωής του όμορου κτηρίου. Ίδια θα είναι η αντιμετώπιση είτε οι χώροι του όμορου κτηρίου είναι θερμαινόμενοι είτε όχι.

  Αντιθέτως, στην ενεργειακή επιθεώρηση εκτιμάται η πραγματική κατάσταση του κτηρίου και αποτιμάται η πραγματικά μεταφερόμενη ποσότητα ενέργειας μέσω των δομικών στοιχείων των ερχόμενων σε επαφή με τα δομικά στοιχεία του όμορου κτηρίου.

- **Σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με θερμαινόμενους χώρους του ίδιου κτηρίου.**

  Σε περίπτωση που υφίστανται χώροι του ίδιου κτηρίου οι οποίοι, αν και θερμαινόμενοι, δεν συνυπολογίζονται στη μελέτη θερμικής προστασίας και επομένως παραμένουν ενδεχομένως αδιαβατικοί, τα διαχωριστικά δομικά στοιχεία προς αυτούς τους χώρους λαμβάνονται κατά τον υπολογισμό κατά απλοποιητική παραδοχή με τιμή μειωτικού συντελεστή b = 0,5.

  Για παράδειγμα, σε περίπτωση προσθήκης νέου κτίσματος σε υφιστάμενο θερμομονωμένο ή μη θερμομονωμένο κτήριο τα δομικά στοιχεία που διαχωρίζουν το υφιστάμενο κτήριο από την προσθήκη υπάγονται σ' αυτήν την κατηγορία. Αν το διαχωριστικό δομικό στοιχείο αποτελεί μέρος του υφιστάμενου, θα πρέπει να θερμομονωθεί κατά την κατασκευή του νέου προστιθέμενου κτίσματος. Παρέχεται ωστόσο η δυνατότητα ο έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας να γίνει για το σύνολο του κτηρίου (υφιστάμενου και προσθήκης) με την προϋπόθεση της ριζικής ανακαίνισης του υφιστάμενου και της πλήρους θερμομονωτικής του προστασίας.

- **Σε οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη.**

Ο μειωτικός συντελεστής διατηρεί την τιμή b = 1,0, καθώς η διόρθωση στην απόκλιση έχει ήδη γίνει κατά τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας U της διατομής, λαμβάνοντας υπόψη την αντίσταση R_u του στρώματος αέρα μεταξύ της οριζόντιας οροφής και της κεκλιμένης στέγης. Σ' αυτήν την τιμή, όπως έχει αναφερθεί στην παράγραφο 2.1.5., συμπεριλαμβάνεται και η θερμική αντίσταση των στρώσεων της μη θερμομονωμένης στέγης.

- **Σε επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με κλειστό, μη θερμαινόμενο χώρο.**

Σ’ αυτή την περίπτωση η ροή θερμότητας μέσω του δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο από το μη θερμαινόμενο χώρο είναι ίση με τη ροή θερμότητας από το μη θερμαινόμενο χώρο προς το εξωτερικό περιβάλλον, επηρεασμένη κατά την ποσότητα θερμότητας που μεταφέρεται ή απάγεται μέσω αερισμού στο μη θερμαινόμενο χώρο.

Ο μειωτικός συντελεστής (b), που καθορίζει την απομείωση της υπολογισθείσας ροής θερμότητας μέσω του διαχωριστικού δομικού στοιχείου μεταξύ ενός θερμαινόμενου και ενός μη θερμαινόμενου χώρου, προκύπτει από την αναλογική σχέση των μεταφερόμενων ποσοτήτων θερμότητας από τον ένα χώρο στον άλλο και κατά το βαθμό επηρεασμού τους από τον αερισμό του χώρου σύμφωνα με τον τύπο:

$$b_u = \frac{\sum_{j=1}^{n}(U_{ua,i} \cdot A_{ua,i}) + (n_u \cdot V_u \cdot c_{\alpha\varepsilon\rho\alpha})}{\sum_{i=1}^{n} U_{ua,j} \cdot A_{ua,j} + (n_u \cdot V_u \cdot c_{\alpha\varepsilon\rho\alpha}) + \sum_{j=1}^{n}(U_{iu,i} \cdot A_{iu,j}) + \sum_{j=1}^{n}(l_{iu,j} \cdot \Psi_{iu,j})} \quad [-] \qquad (2.25.)$$

όπου

U_{ua}	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον,
U_{iu}	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο χώρο από το μη θερμαινόμενο χώρο,
A_{ua}	[m²]	το εμβαδό επιφάνειας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον,
A_{iu}	[m²]	το εμβαδό επιφάνειας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο χώρο από το μη θερμαινόμενο χώρο,
n_u	[h^{-1}]	το πλήθος των εναλλαγών του αέρα ανά ώρα,
V_u	[m^3]	ο όγκος του μη θερμαινόμενου χώρου,
$c_{αέρα}$	[Wh/(m^3·K)]	η θερμοχωρητικότητα του αέρα ανά μονάδα όγκου: $c_{αέρα}$ = 0,333 Wh/(m^3·K)[Σημειώνεται ότι 0,333 Wh/(m^3·K) = 1200 J/(m^3·K)],
ℓ_{iu}	[m]	το μήκος του κάθε τύπου γραμμικής θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στα δομικά στοιχεία του κτηρίου σε επαφή με το μη θερμαινόμενο χώρο,
Ψ_{iu}	[W/(m K)	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του κάθε τύπου γραμμικής θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στα δομικά στοιχεία του κτηρίου σε επαφή με το μη θερμαινόμενο χώρο.

Πίνακες τιμών

- Το πλήθος των εναλλαγών αέρα n_u ορίζεται ανάλογα με το βαθμό αεροστεγανότητας του χώρου από τον πίνακα 7.

Ωστόσο, εναλλακτικά παρέχεται η δυνατότητα σε όλες τις περιπτώσεις που το δομικό στοιχείο έρχεται σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο να ληφθεί κατά απλοποιητική παραδοχή ως τιμή του μειωτικού συντελεστή b_u = 0,50.

- **Σε επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με το έδαφος.**

Για επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με έδαφος θεωρείται ότι η διόρθωση των θερμικών ροών με χρήση του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας είναι επαρκής και επομένως δεν απαιτείται περαιτέρω διόρθωση. Συνεπώς, σ' αυτήν την περίπτωση λαμβάνεται b = 1,0.

2.6.2. Παρατηρήσεις κατά τον υπολογισμό του U_m

Για τη εύρεση του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου (U_m) λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

- Στον υπολογισμό του U_m συμμετέχουν όλες οι επιφάνειες που περικλείουν το κέλυφος του κτηρίου. Συμμετέχουν επίσης παντός είδους επιφάνειες που συνορεύουν με αίθριους χώρους, φωταγωγούς κ.τ.λ., και βρίσκονται μέσα στο σώμα του κτηρίου, όπως περιγράφονται αναλυτικά στην ενότητα 2.4. για τον προσδιορισμό του λόγου A/V.

  Το άθροισμα όλων αυτών των επιφανειών δίνει τον παρονομαστή ΣA_j της σχέσης 2.23.

- Ο τοίχος Trombe, ο τοίχος θερμικής μάζας και γενικώς οποιοσδήποτε τοίχος ή άλλο στοιχείο θερμικής συσσώρευσης υπεισέρχεται στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου (U_m) κατά παραδοχή με τιμή τη μέγιστη επιτρεπόμενη για εξωτερικό τοίχο σε επαφή με εξωτερικό αέρα της αντίστοιχης κλιματικής ζώνης από τον πίνακα 5α όταν πρόκειται για νεόδμητο κτήριο και από τον πίνακα 5β, όταν πρόκειται για ριζικώς ανακαινιζόμενο κτήριο.

- Το προσαρτημένο θερμοκήπιο θεωρείται μη θερμαινόμενος χώρος και ως εξωτερικό στοιχείο του κελύφους λαμβάνεται το διαχωριστικό δομικό στοιχείο μεταξύ του κυρίως χώρου του κτηρίου και του προσαρτημένου θερμοκηπίου. Αυτό το δομικό στοιχείο θα υπεισέρχεται στον υπολογισμό κατά παραδοχή με τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή U που προβλέπεται ανά ζώνη από τον πίνακα 5α όταν πρόκειται για νεόδμητο κτήριο και από τον πίνακα 5β, όταν πρόκειται για ριζικώς ανακαινιζόμενο κτήριο ως εξής:
  - Για αδιαφανές δομικό στοιχείο (τοιχοποιία) με την τιμή της τοιχοποιίας, της ερχόμενης σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο.
  - Για διαφανές δομικό στοιχείο (κούφωμα) με την τιμή του κουφώματος ανοίγματος.

  Αν, ωστόσο, ένα δομικό στοιχείο του ενδιάμεσου διαχωριστικού τοίχου του προσαρτημένου θερμοκηπίου παρουσιάζει τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας U μικρότερη της μέγιστης επιτρεπόμενης, υπεισέρχεται στον υπολογισμό μ' αυτήν την καλύτερη τιμή.

  Όλα τα δομικά στοιχεία του προσαρτημένου θερμοκηπίου, θεωρούμενα ως δομικά στοιχεία προς μη θερμαινόμενο χώρο, υπεισέρχονται στον υπολογισμό του U_m με το μειωτικό συντελεστή, όπως αυτός υπολογίζεται από τη σχέση 2.23.

3. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

1. Αραβαντινός Δ. «Η θερμομόνωση των κτηρίων και τα θερμομονωτικά υλικά», διδακτικό εγχειρίδιο για τις απαιτήσεις του μαθήματος «Οικοδομική ΙΙ», Εργαστήριο Οικοδομικής και Φυσικής των Κτηρίων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 2015.
2. Αραβαντινός Δ. «Το φράγμα υδρατμών στην εξωτερική τοιχοποιία», «Τεχνικά Χρονικά - Επιστημονική Έκδοση Τ.Ε.Ε.», περιοχή Ι, ISSN 1106-4935, τόμος 15, τεύχος 1-3, σελ. 45-58, Ιανουάριος - Δεκέμβριος 1995.
3. ΕΛΟΤ ΕΝ 1279-5:2005+A2:2010. Ύαλος για δομική χρήση - Μονωμένα στοιχεία υαλοστασίων - Μέρος 5: Αξιολόγηση της συμμόρφωσης.
4. ΕΛΟΤ ΕΝ 13162:2012+A1:2015. Θερμομονωτικά προϊόντα κτηρίων − Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από ορυκτόμαλλο (MW) - Προδιαγραφή.
5. ΕΛΟΤ ΕΝ 13163:2012+A2:2016 Θερμομονωτικά προϊόντα κτηρίων − Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από διογκωμένη πολυστερίνη (EPS) - Προδιαγραφή.
6. ΕΛΟΤ ΕΝ 13164:2012+A1:2015. Θερμομονωτικά προϊόντα κτηρίων − Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από εξηλασμένο αφρό πολυστερίνης (XPS) - Προδιαγραφή.
7. ΕΛΟΤ ΕΝ 13165:2012+A2:2016. Θερμομονωτικά προϊόντα κτηρίων - Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από άκαμπτο αφρό πολυουρεθάνης (PUR) - Προδιαγραφή.
8. ΕΛΟΤ ΕΝ 13166:2012+A2:2016. Θερμομονωτικά προϊόντα κτηρίων - Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από φαινολικό αφρό (PF) - Προδιαγραφή.
9. ΕΛΟΤ ΕΝ 13167:2012+A1:2015. Θερμομονωτικά προϊόντα κτηρίων - Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από κυψελωτό γυαλί (CG) - Προδιαγραφή.
10. ΕΛΟΤ ΕΝ 13168:2012+A1:2015. Θερμομονωτικά προϊόντα κτηρίων - Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από ξυλόμαλλο (WW) – Προδιαγραφή.
11. ΕΛΟΤ ΕΝ 13169:2012+A1:2015. Θερμομονωτικά προϊόντα κτηρίων - Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από διογκωμένο περλίτη (EPB) – Προδιαγραφή.
12. ΕΛΟΤ ΕΝ 13170:2012+A1:2015. Θερμομονωτικά προϊόντα κτηρίων - Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από διογκωμένο φελό (ICB) - Προδιαγραφή.
13. ΕΛΟΤ ΕΝ 13171:2012+A1:2015. Θερμομονωτικά προϊόντα κτηρίων - Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από ίνες ξύλου (WF) - Προδιαγραφή.
14. ΕΛΟΤ ΕΝ 14316.01 (2005). Θερμομονωτικά προϊόντα κτηρίων - Επί τόπου κατασκευαζόμενη θερμομόνωση από προϊόντα διογκωμένου περλίτη (EP) - Μέρος 1: Προδιαγραφή για συνδεδεμένα και χαλαρής πλήρωσης προϊόντα πριν από την εγκατάσταση.
15. ΕΛΟΤ ΕΝ 14316.02 (2007). Θερμομονωτικά προϊόντα κτηρίων - Επί τόπου κατασκευαζόμενη θερμομόνωση από προϊόντα διογκωμένου περλίτη (EP) - Μέρος 2: Προδιαγραφή για εγκατεστημένα προϊόντα.
16. ΕΛΟΤ ΕΝ 13830 (2015). Πετάσματα όψεων - Πρότυπο προϊόντος.
17. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 12631 (2014). Θερμική επίδοση τοιχοπετασμάτων - Υπολογισμός της θερμικής μετάδοσης
18. ΕΛΟΤ ΕΝ 14351-1:2006+A2:2016. Παράθυρα και πόρτες - Πρότυπο προϊόντος, χαρακτηριστικά επίδοσης - Μέρος 1: Παράθυρα και εξωτερικά συστήματα θυρών για πεζούς χωρίς χαρακτηριστικά πυραντίστασης ή/και διαρροής καπνού.
19. ΕΛΟΤ ΕΝ 1745 (2012). Τοιχοποιία και προϊόντα τοιχοποιίας - Μέθοδοι προσδιορισμού των θερμικών μεθόδων σχεδιασμού.
20. ΕΛΟΤ ΕΝ 572.09 (2005). Ύαλος για δομική χρήση - Βασικά προϊόντα από νάτριο-άσβεστο-πυριτική ύαλο - Μέρος 9: Αξιολόγηση της συμμόρφωσης/πρότυπο προϊόντος.

21. ΕΛΟΤ ΕΝ 771-1:2011+Α1:2015. Προδιαγραφή στοιχείων τοιχοποιίας - Μέρος 1: Στοιχεία τοιχοποιίας από άργιλο (οπτόπλινθοι).
22. ΕΛΟΤ ΕΝ 771-2:2011+Α1:2015. Προδιαγραφή στοιχείων τοιχοποιίας - Μέρος 2: Στοιχεία τοιχοποιίας από πυριτικό ασβέστιο.
23. ΕΛΟΤ ΕΝ 771-3:2011+Α1:2015. Προδιαγραφές στοιχείων τοιχοποιίας - Μέρος 3: Στοιχεία τοιχοποιίας από σκυρόδεμα (με συνήθη και ελαφρά αδρανή).
24. ΕΛΟΤ ΕΝ 771-4:2011+Α1:2015. Προδιαγραφές στοιχείων τοιχοποιίας - Μέρος 4: Στοιχεία τοιχοποιίας από αυτόκλειστο κυψελωτό σκυρόδεμα.
25. ΕΛΟΤ ΕΝ 771-5:2011+Α1:2015. Προδιαγραφές στοιχείων τοιχοποιίας - Μέρος 5: Στοιχεία τοιχοποιίας από τεχνητούς λίθους.
26. ΕΛΟΤ ΕΝ 771-6:2011+Α1:2015. Προδιαγραφές στοιχείων τοιχοποιίας - Μέρος 6: Στοιχεία τοιχοποιίας από φυσικό λίθο.
27. ΕΛΟΤ ΕΝ 998-1:2016. Προδιαγραφή κονιαμάτων τοιχοποιίας- Μέρος 1: Εξωτερικά και εσωτερικά επιχρίσματα.
28. ΕΛΟΤ ΕΝ 998-2:2016. Προδιαγραφή κονιαμάτων τοιχοποιίας- Μέρος 2: Κονίαμα τοιχοποιίας.
29. ΕΛΟΤ ΕΝ 15824 (2009). Προδιαγραφές για εξωτερικά και εσωτερικά επιχρίσματα με βάση οργανικά συνδετικά.
30. ΕΛΟΤ ΕΝΙSO 10077-1 (2006). Θερμική επίδοση παραθύρων, θυρών και εξωφύλλων. - Υπολογισμός θερμικής μετάδοσης. - Μέρος 1: Απλοποιημένη μέθοδος.
31. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 10211 (2009). Θερμογέφυρες στις κτηριακές κατασκευές - Ροές θερμότητας και επιφανειακές θερμοκρασίες - Λεπτομερείς υπολογισμοί.
32. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13370 Ε2 (2009). Θερμικές επιδόσεις κτηρίων - Μετάδοση θερμότητας μέσω του εδάφους - Μέθοδοι υπολογισμού.
33. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13789 Ε2 (2009). Θερμική επίδοση κτηρίων - Συντελεστές μεταφοράς θερμότητας σχετικά με μετάδοση και αερισμό - Μέθοδος υπολογισμού.
34. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13790 Ε2 (2009). Ενεργειακή επίδοση κτηρίων - Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη χώρων.
35. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 14683 (2009). Θερμογέφυρες σε κτηριακές κατασκευές - Γραμμική θερμική μετάδοση - Απλοποιημένες μέθοδοι και τιμές προεπιλογής.
36. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 6946 Ε2 (2009). Κτηριακά μέρη και στοιχεία - Θερμική αντίσταση και θερμοπερατότητα - Μέθοδος υπολογισμού.
37. Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 305/2011 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 9ης Μαρτίου 2011 για τη θέσπιση εναρμονισμένων όρων εμπορίας προϊόντων του τομέα των δομικών κατασκευών και για την κατάργηση της οδηγίας 89/106/ΕΟΚ του Συμβουλίου, L 88/11.
38. Κ.Υ.Α. 12395/407/12-08-2009 «Επιχρίσματα τοιχοποιίας» (ΦΕΚ Β’ 1794).
39. Κ.Υ.Α. 12396/408/12-09-2009 «Κονιάματα τοιχοποιίας» (ΦΕΚ Β’ 1794).
40. Κ.Υ.Α. 12397/409/12-09-2009 «Παράθυρα και εξωτερικά συστήματα θυρών για πεζούς χωρίς χαρακτηριστικά πυραντίστασης ή/και διαρροής καπνού» (ΦΕΚ Β’ 1794).
41. Κ.Υ.Α. 15914/340/20-07-2007 «Στοιχεία τοιχοποιίας» (ΦΕΚ Β’ 1557).
42. Κ.Υ.Α. 1781/62/17-02-2010 «Πετάσματα όψεων, πόρτες για χώρους βιομηχανικούς, εμπορικού και στάθμευσης και ύαλος για δομική χρήση» (ΦΕΚ Β’ 210).
43. Κ.Υ.Α. 9451/208/03-05-2007 «Βιομηχανικώς παραγόμενα θερμομονωτικά προϊόντα» (ΦΕΚ Β’ 815).
44. Απόφαση Δ6/Β/οικ.5825/30-03-2010 των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων» (ΦΕΚ Β΄ 407).

45. Λάσκος Κ., Αξαρλή Κλ. «Εφαρμογή του προτύπου EN ISO 13790 για τον υπολογισμό της ενεργειακής ζήτησης για θέρμανση και ψύξη κτηρίου με χρήση προγραμμάτων δυναμικής προσομοίωσης», 9ο εθνικό συνέδριο για τις ήπιες μορφές ενέργειας, Ι.Η.Τ., Πάφος 26-27 Μαρτίου 2009.
46. Νόμος 4122/2013 «Ενεργειακή απόδοση κτηρίων – Εναρμόνιση με την οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 42)
47. Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίουκαι του Συμβουλίου της 19ης Μαΐου 2010 για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων (αναδιατύπωση), L 153/13
48. Οδηγία 89/106/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 21ης Δεκεμβρίου 1988 για την προσέγγιση των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων των κρατών μελών όσον αφορά στα προϊόντα του τομέα των δομικών κατασκευών, ΕΕΕΚ L 40, 11.2.1989, 1989.
49. Π.Δ. της 1-6/4-7-1979 «Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτηρίων - Κ.Θ.Κ.» (ΦΕΚ Δ’ 362).
50. Π.Δ. 334/1994 «Προϊόντα δομικών κατασκευών» (ΦΕΚ Α’ 176).

Ξένη βιβλιογραφία

1. ASHRAE Handbook of Fundamentals. American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineering., Atlanta, Georgia, Edition 2013.
2. CIBSE - Guide A: Environmental design, The Chartered Institution of Building Services Engineers, UK, 2015.
3. Clarke J A, Yaneske P P and Pinney A A. The Harmonisation of Thermal Properties of Building Materials, BEPAC Publication TN91/6 (1991).
4. EN ISO 10456:2007/AC:2009. Building materials and products - Hygrothermal properties - Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values - Technical Corrigendum 1.
5. EN 16012:2012+A1:2015. Thermal insulation for buildings - Reflective thermal insulation for buildings - Reflective insulation products - Determination of the declared thermal performance.
6. EN 16025-1:2013. Thermal and/or sound insulating products in building construction - Bound EPS ballastings - Part 1: Requirements for factory premixed EPS dry plaster.
7. EN 16025-2:2013 Thermal and/ or sound insulating products in building construction - Bound EPS ballastings - Part 2: Processing of the factory premixed EPS dry plaster
8. Theodosiou T.G, Papadopoulos A.M. «The impact of thermal bridges on the energy demand of buildings with double brick wall constructions». Energy and Buildings Vol.40, 2008, pages 2083-2089.
9. Tsikaloudaki K.: «The contribution of the glazing type to the achievement of comfort in interior spaces in the region of Thessaloniki, Greece». Πρακτικά συνεδρίου σελ.199-203 «Glass Processing Days 2001», Tampere, Φινλανδία, 18-21.06.2001.
10. TsikaloudakiK., LaskosK., Theodosiou Th., Bikas D.:“The energy performance of windows in Mediterranean regions”.Energy and Buildings, 92, 2015, pp. 180-187.
11. Theodosiou Th,, Tsikaloudaki K., Kontoleon K., Bikas D.: “Thermal bridging analysis on cladding systems for building facades”.Energy and Buildings, 109, 2015, pp. 377-384.

4. ΠΙΝΑΚΕΣ ΤΙΜΩΝ

Πίνακας 1. *Τιμές συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (τιμές σχεδιασμού), ειδικής θερμοχωρητικότητας και συντελεστών αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών.*

Δομικά υλικά		Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας Τιμές σχεδιασμού	Ειδική θερμοχωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
		ρ	λ	c_p	μ	
		kg/m³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
1. Ανόργανα δομικά υλικά						
1.1. Φυσικοί λίθοι και γαίες						
1.1.1. Συμπαγείς λίθοι						
1.1.1.1. Ιζηματογενή πετρώματα (σκληρά)		2600	2,300	1 000	250	200
1.1.1.2. Ομογενής βράχος			3,500			
1.1.1.3. Βασάλτης		2700 - 3000	3,500	1 000	10 000	10 000
1.1.1.4. Γνεύσιος		2400 - 2700	3,500	1 000	10 000	10 000
1.1.1.5. Γρανίτης		2500 - 2700	2,800	1 000	10 000	10 000
1.1.1.6. Μάρμαρο		2800	3,500	1 000	10 000	10 000
1.1.1.7. Σχιστόλιθος		2000 - 2800	2,200	1 000	1 000	800
1.1.1.8. Ασβεστόλιθος	πολύ σκληρός	2600	2,300	1 000	250	200
	σκληρός	2200	1,700	1 000	200	150
	ημίσκληρος	2000	1,400	1 000	50	40
1.1.2. Πορώδεις λίθοι						
1.1.2.1. Ασβεστόλιθος	μαλακός	1800	1,100	1 000	40	25
	πολύ μαλακός	1600	0,850	1 000	30	20
1.1.2.2. Ψαμμίτης		2600	2,300	1 000	40	30
1.1.2.3. Ιζηματογενή πετρώματα (μαλακά)		1500	0,850	1 000	30	20
1.1.2.4. Κίσηρη υπό μορφή πέτρας, λάβα, πορώδης λάβα		1600	0,550	800	20	15
1.1.2.5. Ελαφρόπετρα, θηραϊκή γη		400	0,120	1 000	8	6
1.1.2.6. Πλάκες τύπου Μάλτας (μαλτεζόπλακες)			1,050			
1.2. Γαιώδη υλικά και υλικά πλήρωσης διακένων δαπέδων, οροφών, τοίχων κ.τ.λ.						
1.2.1. Χώμα συμπαγές		1800	2,000			
1.2.2. Άργιλος / ιλύς		1200 - 1800	1,500	1 670 - 2 500	50	50
1.2.3. Ιλυώδης άμμος (υγρή)		1700	1,500	1 800	—	
1.2.4. Τύρφη (σε ξηρή κατάσταση)		400	0,200	1 000		
(σε υγρή κατάσταση)		900	0,500	1 500		
1.2.5. Άμμος διαμέτρου κόκκου < 5 mm		1520	0,350	800		
1.2.6. Αμμοχάλικο		2200	2,000	910 - 1180	50	50
1.2.7 Χονδρόκοκκη κίσηρη			0,190		40 180	
1.2.8 Διογκωμένος περλίτης		50 - 130	0,070	900	1 - 2	
1.2.9 Ψηφίδες διαμέτρου κόκκου 50 - 10 mm, συλλεκτές και θραυστές			0,810			
1.2.10. Θραύσματα οπτόπλινθων και κεραμιδιών		1400	0,410			
1.3. Κατεργασμένη άργιλος (πηλός)						
1.3.1. Ελαφρός πηλός (κίσηρη + πηλός)		760	0,230	1 000	6	
1.3.2. Πηλός μπαγδατί			0,470			
1.3.3. Πηλός, λάσπη		1200 - 1800	1,500	1670 - 2500	50	50
1.3.4. Ωμόπλινθοι συμπαγείς		1990	0,800	1 000	10	
1.3.5. Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου		300	0,100	1 500	5	
		660	0,190	1 500	5	
		1400	0,700			
1.4. Επιχρίσματα, κονιάματα στρώσεων και συνδετικά κονιάματα αρμών						
1.4.1. Ασβεστοκονίαμα		1800	0,870	1 000	15	
1.4.2. Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα		1800	0,870	1 000	25 - 35	
		1900	1,000	1 100	35	
1.4.3. Τσιμεντοκονίαμα, επίστρωση τσιμέντου		2000	1,400	1 100	25 - 35	
1.4.4. Ασβεστογυψοκονίαμα		1400	0,700	1 000	10	
1.4.5. Γυψοκονίαμα	χωρίς συμπλήρωμα άμμου	1200	0,350	900	10	6
	με συμπλήρωμα άμμου	1600	0,800	900	10	6
1.4.6. Θερμομονωτικό επίχρισμα (εξωτερικά)		250	0,080	1 100	10	
		350	0,100	1 100	10	
		500	0,140	1 100	10	
1.4.7. Συνθετικά κονιάματα		1800	0,870	1 100	80 - 250	
1.4.8. Επίστρωση χυτής ασφάλτου		2300	0,900		∞	
1.5. Σκυροδέματα και ελαφρά σκυροδέματα (σε κατασκευαστικά στοιχεία χωρίς αρμούς και σε πλάκες μεγάλου μεγέθους)						
1.5.1. Σκυρόδεμα άοπλο ή ελαφρώς οπλισμένο	μέσης πυκνότητας	1800	1,150	1 000	100	60
		2000	1,350	1 000	100	60

Πίνακας 1. *(συνέχεια)* *Τιμές συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (τιμές σχεδιασμού), ειδικής θερμοχωρητικότητας και συντελεστών αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών.*

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας Τιμές σχεδιασμού	Ειδική θερμοχωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
	ρ	λ	c_p	μ	
	kg/m³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
	2200	1,650	1 000	120	70
υψηλής πυκνότητας	2400	2,000	1 000	130	80
1.5.2. Οπλισμένο σκυρόδεμα χαμηλής ποιότητας (παλαιού τύπου Β120)		1,510			
1.5.3. Οπλισμένο σκυρόδεμα (1% σίδηρος)	2300	2,300	1 000	130	80
(≥2% σίδηρος)	2400	2,500	1 000	130	80
1.5.4. Γαρμπιλοσκυρόδεμα, γαρμπιλόδεμα	1500	0,640		20	
	1700	0,810		25	
	1900	1,100		35	
1.5.5. Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	500	0,200		5 - 20	
	600	0,220		5 - 20	
	800	0,280		5 - 20	
	1000	0,350		5 - 20	
	1200	0,460		5 - 20	
1.5.6. Σύμμεικτα ελαφροσκυροδέματα με διογκωμένη πολυστερίνη	200	0,065		11	
	250	0,070		12	
	300	0,080		12	
	350	0,110		22	
1.5.7. Κυψελωτό σκυρόδεμα σκληρυμένο με ατμό	400	0,140	1 000	3	
	500	0,190	1 000	4	
	600	0,230	1 000	4	
	800	0,290	1 000	5	
	1000	0,350	1 000	6	
1.5.8. Περλιτόδεμα (το ειδικό βάρος εξαρτάται από την κατ' όγκον αναλογία τσιμέντου : περλίτη)					
1.5.8.1. Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποιητικού παράγοντα	350	0,130			
	450	0,140			
	500	0,160			
	600	0,200			
1.5.8.2. Περλιτόδεμα με τη χρήση αφροποιητικού παράγοντα	350	0,094			
	450	0,110			
	500	0,116			
	600	0,140			
1.5.9. Ελαφροβαρείς πλάκες					
1.5.9.1. Πλάκες από κισηρόδεμα	800	0,280		5 - 10	
1.5.9.2. Πλάκες από ελαφρό σκυρόδεμα με ανάμεικτα αδρανή	1400	0,580		10 - 25	
1.5.10. Πλάκες μικρού πάχους, σανίδες					
1.5.10.1. Γυψοσανίδες	700	0,210	1 000	10	4
	900	0,250	1 000	10	4
	1150	0,360	1 000	10	
1.5.10.2. Τσιμεντοσανίδες	1200 - 1300	0,280 - 0,320		20 - 30	
1.5.10.3. Ινοπλισμένες τσιμεντόπλακες	2000	0,480	1 100	60	
1.6. Λιθοσώματα					
1.6.1. Τεχνητοί λίθοι	1750	1,300	1 000	50	40
1.7. Τοιχοποιίες από λιθοσώματα, συμπεριλαμβανομένου του συνδετικού κονιάματος των αρμών [(1)]					
1.7.1. Τοιχοποιία από πλίνθους τσιμεντοειδούς βάσης					
1.7.1.1. Τσιμεντόλιθοι από ασβεστολιθικά αδρανή (ασβέστη - άμμο)	1200	0,560	1 100	8 - 10	
	1400	0,700	1 100	8 - 10	
	1600	0,790	1 100	15 - 25	
	1800	0,990	1 100	15 - 25	
	2000	1,100	1 100	15 - 25	
	2200	1,300	1 100	15 - 25	
1.7.1.2. Ελαφροβαρείς τσιμεντόλιθοι (ελαφροτσιμεντόλιθοι)	400	0,110	1 000	3 - 5	
	500	0,130	1 000	4 - 6	
	600	0,160	1 000	5 - 7	
	700	0,190	1 000	6 - 8	
	800	0,220	1 000	8 - 10	
1.7.1.3. Διάτρητες πλίνθοι από κυψελωτό σκυρόδεμα	600	0,350	1 100	5 - 10	
	800	0,470	1 100	5 - 10	
	1000	0,650	1 100	5 - 10	

Πίνακας 1. *(συνέχεια)* *Τιμές συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (τιμές σχεδιασμού), ειδικής θερμοχωρητικότητας και συντελεστών αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών.*

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας Τιμές σχεδιασμού	Ειδική θερμοχωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
	ρ	λ	c_p	μ	
	kg/m³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
	1200	0,770	1 100	5 - 10	
	1400	0,910	1 100	5 - 10	
	1600	1,000	1 100	5 - 10	
1.7.1.4. Κισηρόλιθοι (πλίνθοι από φυσική ελαφρόπετρα)	500	0,170	1 000	5 - 10	
	600	0,200	1 000	5 - 10	
	700	0,220	1 000	5 - 10	
	800	0,260	1 000	5 - 10	
1.7.2. Οπτοπλινθοδομή, ανεπίχριστη, συμπεριλαμβανομένου και του κονιάματος των αρμών πάχους 12 mm					
1.7.2.1. Οπτοπλινθοδομή με πλήρεις οπτοπλίνθους	1200	0,490	1 000	10 - 25	
	1500	0,600	1 000	10 - 25	
	1700	0,680	1 000	10 - 25	
	1900	0,780	1 000	10 - 25	
1.7.2.2. Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους	1200 (2)	0,450	1 000	5 - 10	
	1500 (2)	0,510	1 000	5 - 10	
	1700 (2)	0,580	1 000	5 - 10	
	1900 (2)	0,640	1 000	5 - 10	
1.7.2.3. Πορώδεις αργιλικές οπτόπλινθοι (πορώδη τούβλα)	940	0,260	1 000	10	
1.7.2.4. Οξύμαχες οπτόπλινθοι (κλίνκερ)	1800	1,800	900	100	
1.8. Υαλότουβλα	2500	1,400	840	∞	
1.9. Κεραμίδια					
1.9.1. Κεραμίδια		0,400			
1.9.2. Αργιλικά πλακίδια επιστέγασης	2000	1,000	800	40	30
2. Ξύλα					
2.1. Συμπαγής ξυλεία					
2.1.1. Κατεργασμένη και ακατέργαστη ξυλεία, γενικώς	450	0,120	1 600	50	20
	500	0,130	1 600	50	20
	700	0,180	1 600	200	50
2.1.2. Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.)	600	0,140	1 600	50	20
2.1.3. Οξιά	800	0,170	1 600	200	50
2.1.4. Δρυς (βελανιδιά)	800	0,210	1 600	200	50
2.1.5. Ξύλινα τεμάχια παρκέτου		0,210	1 600		
2.2. Προϊόντα ξύλου					
2.2.1. Μοριοσανίδες	300	0,100	1 700	50	10
	600	0,140	1 700	50	15
	900	0,180	1 700	50	20
2.2.2. Αντικολλητά φύλλα ξυλείας (κόντρα πλακέ)	300	0,090	1 600	150	50
	500	0,130	1 600	200	70
	700	0,170	1 600	220	90
	1000	0,240	1 600	250	110
2.2.3. Σκληρές πλάκες ινώδους ξύλου, ινοσανίδες (MDF)	250	0,070	1 700	5	3
	400	0,100	1 700	10	5
	600	0,140	1 700	20	12
	800	0,180	1 700	30	20
3. Μέταλλα και γυαλί					
3.1. Γυαλί					
3.1.1. Γυαλί, υαλοπίνακας	2 500	1,00	750	∞	∞
3.1.2. Ψηφιδωτό γυαλί, υαλογράφημα	2 000	1,20	750	∞	∞
3.2. Μέταλλα					
3.2.1. Σίδηρος, χυτός	7 500	50,00	450	∞	∞
3.2.2. Χάλυβας (ατσάλι)	7 800	50,00	450	∞	∞
3.2.3. Ανοιξείδωτος χάλυβας	7 900	17,00	500	∞	∞
3.2.4. Χαλκός	8 900	380,00	380	∞	∞
3.2.5. Ορείχαλκος (κράμα χαλκού και ψευδάργυρου)	8 400	120,00	380	∞	∞
3.2.6. Μπρούντζος (κράμα χαλκού και κασσίτερου)	8 700	65,00	380	∞	∞
3.2.7. Μόλυβδος	11 300	35,00	130	∞	∞
3.2.8. Ψευδάργυρος	7 200	110,00	380	∞	∞
3.2.9. Αλουμίνιο, κράμα αλουμινίου	2 800	160,00	880	∞	∞
3.2.10. Φύλλο αλουμινίου των 125 kg/m² (ως φράγμα υδρατμών)	2 500	54,00		∞	∞

Πίνακας 1. *(συνέχεια)* *Τιμές συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (τιμές σχεδιασμού), ειδικής θερμοχωρητικότητας και συντελεστών αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών.*

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας Τιμές σχεδιασμού	Ειδική θερμοχωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
	ρ	λ	c_p	μ	
	kg/m³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
3.2.11. Φύλλο λαμαρίνας		58,00		∞	∞
4. Υλικά υποστρωμάτων και επιστρώσεων					
4.1. Λινέλαιο	1 200	0,170	1 400	1 000	800
4.2. Υποστρώματα					
4.2.1. Υπόστρωμα απο τσόχα, πίλημα	120	0,050	1 300	20	15
4.2.2. Υπόστρωμα απο κυτταρίνη, καουτσούκ ή πλαστικό	270	0,100	1 400	10 000	10 000
4.2.3. Υπόστρωμα απο λινάτσα	200	0,060	1 300	20	15
4.2.4. Υπόστρωμα φελλού	< 200	0,050	1 500	20	10
4.2.5. Υαλοϋφασμα, υαλόνημα, γεωύφασμα	60 - 140	0,040	1 030	2	2
	> 140	0,045	1 030	2	2
4.2.6. Πεπιεσμένες ορυκτές ίνες	200 - 400	0,060	1 030	10	10
4.3. Πλακίδια φελλού					
4.3.1. Απλά πλακίδια φελλού	100 - 150	0,042	1 560	10 - 30	
	> 400	0,065	1 500	40	20
4.3.2. Πλακίδια φελλού, οπλισμένα με ψαθωτή ύφανση	100 - 150	0,046	1 560	10 - 30	
4.4. Μοκέτα	200	0,060	1 300	5	5
4.5. Καουτσούκ, λάστιχο					
4.5.1. Φυσικό καουτσούκ	910	0,130	1 100	10 000	10 000
4.5.2. Νεοπρένιο (συνθετικό καουτσούκ)	1 240	0,230	2 140	10 000	10 000
4.5.3. Βουτυλικό καουτσούκ	1 200	0,240	1 400	200 000	200 000
4.5.4. Διογκωμένο καουτσούκ (αφρώδες, σπογγώδες, λατέξ)	60 - 80	0,060	1 500	7 000	7 000
4.5.5. Σκληρυμμένο (σκληρό) καουτσούκ (εβονίτης)	1 200	0,170	1 400	∞	∞
4.5.6. Μονομερές αιθυλένιο-προπυλένιο-διένιο (EPDM)	1 150	0,250	1 000	6 000	6 000
4.5.7. Πολυισοβουτυλένιο	930	0,200	1 100	10 000	10 000
4.5.8. Πολυσουλφίδια	1 700	0,400	1 000	10 000	10 000
4.5.9. Βουταδιένιο	980	0,250	1 000	100 000	100 000
4.6. Ασφαλτικά υλικά					
4.6.1. Καθαρή άσφαλτος, μαστίχη ασφάλτου, πίσσα	1 050	0,170	1 700	50 000	50 000
4.6.2. Ασφαλτικά μείγματα με αδρανή, ασφαλτικό σκυρόδεμα	2 100	0,700	1 000	50 000	50 000
4.6.3. Επίστρωση χυτής ασφάλτου	2 300	0,900	920	50 000	50 000
4.6.4. Ασφαλτικά φύλλα (ασφαλτόχαρτα)	1 100	0,190	1 000	50 000	50 000
4.6.5. Ασφαλτικά φύλλα (ασφαλτόπανα)	1 100	0,230	1 000	50 000	50 000
4.7. Κεραμικά υλικά και υλικά με βάση το τσιμέντο					
4.7.1. Πλακίδια επίστρωσης τοίχων	2 000	1,050		250	
4.7.2. Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2 000	1,840	840	250	
4.7.3. Κεραμικά πλακίδια με εφυάλωση / πορσελάνες	2 300	1,300	840	∞	∞
4.7.4. Μωσαϊκό	1 900	1,200			
4.8. Συνθετικά (πλαστικά) πλακίδια	1 000	0,200	1 000	10 000	10 000
4.9. Πλάκες πεζοδρομίου	2 100	1,500	1 000	100	60
5. Συνθετικά υλικά, ρητίνες, σιλικόνες					
5.1. Πλαστικά					
5.1.1. Πολυκαρβονικά φύλλα	1 200	0,200	1 200	5 000	5 000
5.1.2. Φύλλο πολυαιθυλενίου (υψηλής πυκνότητας)	980	0,500	1 800	100 000	100 000
(χαμηλής πυκνότητας)	920	0,330	2 200	100 000	100 000
5.1.3. Φύλλο χλωριούχου πολυβινυλίου (PVC)	1 390	0,170	900	50 000	50 000
5.1.4. Πολυπροπυλένιο (PP)	910	0,220	1 800	10 000	10 000
5.1.5. Πολυστυρένιο (PS)	1 050	0,160	1 300	100 000	100 000
5.1.6. Ακρυλικά	1 050	0,200	1 500	10 000	10 000
5.1.7. Πολυτετραφθοροαιθυλένιο (PTFE)	2 200	0,250	1 000	10 000	10 000
5.1.8. Πολυακετόνη	1 410	0,300	1 400	100 000	100 000
5.1.9. Πολυαμίδιο	1 150	0,250	1 600	50 000	5 000
5.1.10. Πολυουρεθάνη	1 200	0,250	1 800	6 000	6 000
5.1.11. Αφρός πολυουρεθάνης (ως σφραγιστικό υλικό)	70	0,050	1 500	60	60
5.2. Ρητίνες					
5.2.1. Εποξεική (εποξειδική) ρητίνη	1 200	0,200	1 400	10 000	10 000
5.2.2. Φενολική ρητίνη	1 300	0,300	1 700	100 000	100 000
5.2.3. Πολυεστερική ρητίνη	1 400	0,190	1 200	10 000	10 000
5.3. Σιλικόνες					

Πίνακας 1. *(συνέχεια)* *Τιμές συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (τιμές σχεδιασμού), ειδικής θερμοχωρητικότητας και συντελεστών αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών.*

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας Τιμές σχεδιασμού	Ειδική θερμοχωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
	ρ	λ	c_p	μ	
	kg/m³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
5.3.1. Καθαρή σιλικόνη	1 200	0,350	1 000	5 000	5 000
5.3.2. Γέμισμα σιλικόνης	1 450	0,500	1 000	5 000	5 000
5.3.3. Σιλικονόχουχος αφρός	750	0,120	1 000	10 000	10 000
5.3.4. Κόκκοι οξειδίου του πυριτίου, πηκτή πυριτίου (silica gel)	720	0,130	1 000	∞	∞
6 Βερνίκια και βαφές					
6.1. Βερνίκια					
6.1.1. Βερνίκι		0,260			
6.2. Βαφές					
6.2.1. Τυπική βαφή ακρυλικής βάσης		0,500			
6.2.2. Βαφή με προσθήκη νανοσφαιριδίων κεραμικών υλικών ή θυλάκων αέρα		0,130			
7. Θερμομονωτικά υλικά					
7.1. Ινώδη ανόργανα υλικά					
7.1.1. Υαλοβάμβακας					
7.1.1.1. Υαλοβάμβακας σε μορφή παπλώματος	13 - 50	0,035 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
7.1.1.2. Υαλοβάμβακας σε μορφή πλακών	20 - 110	0,033 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
7.1.2. Πετροβάμβακας					
7.1.2.1. Πετροβάμβακας σε μορφή παπλώματος	40 - 100	0,035 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
7.1.2.2. Πετροβάμβακας σε μορφή πλακών	50 - 180	0,033 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
7.1.2.3. Πετροβάμβακας σε χύμα μορφή		0,036 - 0,040			
7.1.3. Άλλα είδη ορυκτοβάμβακα					
7.1.3.1. Πετροβάμβακας σε μορφή παπλώματος	40 - 100	0,035 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
7.1.3.2. Πετροβάμβακας σε μορφή πλακών	50 - 180	0,033 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
7.2. Ανόργανα υλικά κυψελωτής δομής					
7.2.1. Αφρώδες γυαλί	125 - 140	0,040 - 0,052	1 000	100 000	100 000
7.2.2. Τρίμματα θηραϊκής γης	150 - 230	0,060 - 0,080	1 000		
7.3. Συνθετικά οργανικά υλικά κυψελωτής δομής					
7.3.1. Πλάκες ξυλόμαλου με ανόργανο συνδετικό κονίαμα d < 25 mm	570	0,150	1 470	2 - 5	
d ≥ 25 mm	360 - 480	0,090 - 0,100	1 470	2 - 5	
7.3.2. Φελλός					
7.3.2.1. Σκληρά πλακίδια από φελλό	> 400	0,065	1 500	40	20
7.3.2.2. Φύλλα και πλάκες από φελλό	100 - 150	0,042 - 0,046	1 560	10 - 30	
7.3.3. Διογκωμένη πολυστερίνη					
7.3.3.1. Διογκωμένη πολυστερίνη σε κόκκους	15 - 30	0,045	1 450		
7.3.3.2. Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκες		0,032 - 0,041	1 450	25 - 70	
Κατηγοριοποίηση βάσει αντοχής σε θλίψη σ_{10} (kPa)					
EPS 50	> 12	0,038 - 0,041	1 450	20 - 40	
EPS 60	> 14	0,037 - 0,041	1 450	20 - 40	
EPS 80	> 16	0,036	1 450	20 - 40	
EPS 100	> 19	0,035	1 450	30 - 70	
EPS 150	> 25	0,034	1 450	40 - 70	
EPS 200	> 30	0,033	1 450	60 - 100	
7.3.3.3. Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφίτη, σε πλάκες		0,031 - 0,034	1 550	30 - 80	
7.3.4. Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη	30 - 40				
7.3.4.1. Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη σε πλάκες		0,031 - 0,038	1 450	80 - 250	
7.3.4.2. Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη με άνθρακα, σε πλάκες		0,030 - 0,032	1 451	80 - 250	
7.3.5. Πολυουρεθάνη με κλειστές κυψελίδες (σε αφρό ή πλάκες)	30 - 80	0,023 - 0,030 [3]	1400 - 1500	50 - 100	
7.3.6. Φαινολικός αφρός	40 - 50	0,026 - 0,038	1 400	50	50
7.4. Υλικά φυτικής και ζωικής προέλευσης					
7.4.1. Πλάκες ή μπάλες πεπιεσμένου άχυρου	200	0,040 - 0,070		2	
7.4.2. Φύκια θαλάσσης	75 - 80	0,045 - 0,050		2	
7.4.3. Πλάκες από καλάμια	120 - 230	0,065 - 0,090	1 200		
7.4.4. Κυτταρίνη (κολλώδης)	120 - 220	0,040 - 0,060	800 - 1100		
(ινώδης)	30 - 80	0,040 - 0,045	1700 - 2100		
7.4.5. Λινάρι	20 - 80	0,038 - 0,045	1300 - 1600		
7.4.6. Βαμβάκι	20 - 60	0,040	840 - 1300		
7.4.7. Μαλλί προβάτου	25 - 30	0,040 - 0,050	960 -1300		
8. Αέρια					
8.1. Ξηρός αέρας (στους 20°C)	1,23	0,025	1 008	1	

Πίνακας 1. *(συνέχεια)* *Τιμές συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (τιμές σχεδιασμού), ειδικής θερμοχωρητικότητας και συντελεστών αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών.*

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας Τιμές σχεδιασμού	Ειδική θερμοχωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
	ρ	λ	c_p	μ	
	kg/m³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
8.2. Διοξείδιο του άνθρακα	1,95	0,014	820	1	
8.3. Αργό	1,70	0,017	519	1	
8.4. Κρυπτό	3,56	0,009	245	1	
8.5. Ξένο	5,68	0,0054	160	1	
9. Νερό					
9.1. Νερό σε υγρή φάση					
9.1.1. Νερό στους 10°C	1000	0,600	4 187	—	—
9.1.2. Νερό στους 40°C	990	0,630	4 190	—	—
9.1.3. Νερό στους 80°C	970	0,670	4 190	—	—
9.2. Νερό σε στερεά φάση					
9.2.1. Πάγος στους -10°C	920	2,300	2 000	—	—
9.2.2. Πάγος στους 0°C	900	2,200	2 000	—	—
9.2.3. Φρέσκο χιόνι (πάχος στρώσης < 30 mm)	100	0,050	2 000	—	—
9.2.4. Χιόνι, μαλακό (πάχος στρώσης 30 έως 70 mm)	200	0,120	2 000	—	—
9.2.5. Χιόνι, ελαφρώς συμπιεσμένο (πάχος στρώσης 70 έως 100 mm)	300	0,230	2 000	—	—
9.2.6. Χιόνι, συμπιεσμένο (πάχος στρώσης < 200 mm)	500	0,600	2 000	—	—

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

(1) Οι πυκνότητες που αναγράφονται σ' αυτήν την κατηγορία (§ 1.7.), εφόσον δεν ορίζονται αλλιώς, αναφέρονται στα στοιχεία (λίθους, πλίνθους) και όχι στον τοίχο.

(2) Η πυκνότητα (στην ενότητα § 1.7.2.2.) αναφέρεται στο υλικό κατασκευής του στοιχείου και όχι σε ολόκληρο το στοιχείο (πλίνθο).

(3) Η αναγραφόμενη τιμή του λ της πολυουρεθάνης (§ 6.3.5.) αντιστοιχεί σε πολυουρεθάνη 40 kg/m³. Όμως με την πάροδο του χρόνου αυτή η τιμή αυξάνεται και τότε σταδιακά μπορεί να πλησιάσει την τιμή των συνηθισμένων αφρωδών θερμοονωτικών υλικών αντίστοιχης πυκνότητας

Οι τιμές που δίδονται στον πίνακα 1 είναι ενδεικτικές τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ (τιμές σχεδιασμού) για διάφορα υλικά.

- Για δομικά υλικά με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ ≤ 0,18 W/(m·K):
  - εφόσον υπόκεινται σε υποχρέωση σήμανσης CE, θα γίνεται χρήση της τιμής του λ, που αναγράφεται στην ετικέτα CE του προϊόντος βάσει του προτύπου προδιαγραφής τους ή βάσει ευρωπαϊκής τεχνικής έγκρισης,
  - εφόσον δεν υπόκεινται σε υποχρέωση σήμανσης CE, θα γίνεται χρήση της τιμής λ του υλικού από πιστοποιητικό διαπιστευμένου φορέα / εργαστηρίου.
  - για στρώση υλικού πάχους μικρότερου των 2 cm και λ > 0,06 W/(m·K) της οποίας η βασική λειτουργία δεν προορίζεται να παράσχει θερμομονωτική προστασία στο δομικό στοιχείο, μπορεί να γίνεται χρήση των ενδεικτικών τιμών του πίνακα.
- Για τις τοιχοποιίες (ενότητα 1.7. στον πίνακα 1) οι τιμές που αναγράφονται είναι ενδεικτικές και αναφέρονται στον ισοδύναμο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας σχεδιασμού (λ΄σχεδιασμού) της τοιχοποιίας για ποσοστό υγρασίας 4% κατ’ όγκο. Η τιμή λ΄ του ισοδύναμου συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας σχεδιασμού συμπεριλαμβάνει στις θερμικές ιδιότητες της τοιχοποιίας την επίδραση συνδετικού κονιάματος πάχους 12 mm και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ = 0,80 W/(m·K).
- Για προϊόντα τοιχοποιίας με λ΄σχεδιασμού ≤ 0,30 W/(m·K)
  - εφόσον υπάρχει δεδηλωμένη τιμή του ισοδύναμου συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας, λ΄, που αναγράφεται στην ετικέτα CE του προϊόντος από τον κατασκευαστή βάσει της μεθοδολογίας του προτύπου EN 1745 (είτε από μετρήσεις, είτε από χρήση υπολογιστικών εργαλείων προσομοίωσης, είτε από χρήση πινακοποιημένων τιμών), αυτή θα προσαυξάνεται κατά 24% και θα λαμβάνεται ως $λ'_{σχεδιασμού}$,
  - εάν δίνεται από τον κατασκευαστή η τιμή λ΄ σχεδιασμού,θα γίνεται απευθείας χρήση αυτής,
  - εάν ο κατασκευαστής δεν παρέχει την τιμή λ΄ αλλά την τιμή λ της μονάδας τοιχοποιίας (π.χ. της οπτοπλίνθου) θα ακολουθείται η μεθοδολογία που αναπτύσσεται στην ενότητα 2.1.9.,
  - σε κάθε περίπτωση όταν η τιμή λ΄ δίνεται από τον κατασκευαστή για συνδετικό κονίαμα με λ < 0,80 W/(m·K) η τιμή λ του συνδετικού κονιάματος θα λαμβάνεται από την ετικέτα σήμανσης CE του υλικού.

Πίνακας 2α. *Τιμές συντελεστών θερμικής μετάβασης και αντιστάσεων θερμικής μετάβασης επιφανειακού στρώματος αέρα κατά ISO 6946 (πηγή: ISO 6946).*

Α/Α	**Κατεύθυνση θερμικής ροής**	**Συντελεστές θερμικής μετάβασης**		**Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης**	
		$1/R_i$	**$1/R_a$**	**R_i**	**R_a**
		W/(m²·K)	**W/(m²·K)**	**(m²·K)/W**	**(m²·K)/W**
1	Οριζόντια θερμική ροή	7,70	25,00	0,13	0,04
2	Κατακόρυφη θερμική ροή προς τα άνω	10,00	25,00	0,10	0,04
3	Κατακόρυφη θερμική ροή προς τα κάτω	5,88	25,00	0,17	0,04

Πίνακας 2β. *Τιμές συντελεστών θερμικής μετάβασης και αντιστάσεων θερμικής μετάβασης κατά το ISO 6946, εξειδικευμένες ανά δομικό στοιχείο (πηγή: πρωτότυπος πίνακας, επεξεργασμένος βάσει του ISO 6946).*

Α/Α	**Δομικό στοιχείο**	**Συντελεστές θερμικής μετάβασης**		**Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης**	
		$1/R_i$	**$1/R_a$**	**R_i**	**R_a**
		W/(m²·K)	**W/(m²·K)**	**(m²·K)/W**	**(m²·K)/W**
1	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	7,70	25,00	0,13	0,04
2	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	7,70	7,70	0,13	0,13
3	Τοίχος σε επαφή με έδαφος	7,70	–	0,13	0,00
4	Στέγη, δώμα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10,00	25,00	0,10	0,04
5	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10,00	10,00	0,10	0,10
6	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (πυλωτή) (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5,88	25,00	0,17	0,04
7	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5,88	5,88	0,17	0,17
8	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	5,88	–	0,17	0,00

Παρατηρήσεις

- Οι τιμές για την αντίσταση θερμικής μετάβασης εσωτερικού χώρου έχουν υπολογισθεί κατά παραδοχή για θερμοκρασία εσωτερικού χώρου $\theta_i = 20°C$.
- Οι τιμές για την αντίσταση θερμικής μετάβασης εξωτερικού χώρου έχουν υπολογισθεί κατά παραδοχή για θερμοκρασία εξωτερικού χώρου $\theta_a = 0°C$ και ταχύτητα ανέμου $υ = 4$ m/s.

Πίνακας 2γ. *Τιμές συντελεστών θερμικής μετάβασης και αντιστάσεων θερμικής μετάβασης επιφανειακού στρώματος σε διάκενο αέρα για διαφορετικές θερμοκρασίες επιφανειών κατά ISO 6946:2007 (πηγή: ISO 6946:2007).*

		Συντελεστές θερμικής μετάβασης			**Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης**		
		$1/R_i$			**R_i**		
		W/(m²·K)			**(m²·K)/W**		
Α/Α	**Κατεύθυνση θερμικής ροής**	**0 °C**	**10°C**	**20°C**	**0°C**	**10°C**	**20°C**
1	Οριζόντια θερμική ροή	6,67	7,14	7,70	0,15	0,14	0,13
2	Κατακόρυφη θερμική ροή προς τα άνω	9,09	10,00	10,00	0,11	0,10	0,10
3	Κατακόρυφη θερμική ροή προς τα κάτω	4,76	5,26	5,88	0,21	0,19	0,17

Πίνακας 3α. *Θερμική αντίσταση μη αεριζόμενου στρώματος αέρα, ευρισκόμενου πρακτικά σε κατάσταση ηρεμίας*

Πάχος ακίνητης στρώσης αέρα	**Χωρίς ανακλαστική επιφάνεια (ε = 0,80) σε καμιά πλευρά του διακένου**			**Με ανακλαστική επιφάνεια (ε = 0,05) στη μία πλευρά του διακένου**		
	Οριζόντια ροή	**Ροή από κάτω προς τα άνω**	**Ροή από άνω προς τα κάτω**	**Οριζόντια ροή**	**Ροή από κάτω προς τα άνω**	**Ροή από άνω προς τα κάτω**
mm	**m²·K/W**	**m²·K/W**	**m²·K/W**	**m²·K/W**	**m²·K/W**	**m²·K/W**
5	0,11	0,11	0,11	0,19	0,19	0,19
7	0,13	0,13	0,13	0,26	0,26	0,26
10	0,15	0,15	0,15	0,36	0,36	0,36
15	0,17	0,16	0,17	0,52	0,45	0,52
25	0,18	0,16	0,19	0,67	0,45	0,80
50	0,18	0,16	0,21	0,67	0,45	0,80
100	0,18	0,16	0,22	0,67	0,45	0,80
300	0,18	0,16	0,23	0,67	0,45	0,80

Πάχος ακίνητης στρώσης αέρα	**Με ανακλαστική επιφάνεια (ε = 0,10) στη μία πλευρά του διακένου**			**Με ανακλαστική επιφάνεια (ε = 0,20) στη μία πλευρά του διακένου**		
	Οριζόντια ροή	**Ροή από κάτω προς τα άνω**	**Ροή από άνω προς τα κάτω**	**Οριζόντια ροή**	**Ροή από κάτω προς τα άνω**	**Ροή από άνω προς τα κάτω**
mm	**m²·K/W**	**m²·K/W**	**m²·K/W**	**m²·K/W**	**m²·K/W**	**m²·K/W**
5	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17
7	0,25	0,25	0,25	0,22	0,22	0,22
10	0,33	0,33	0,33	0,29	0,29	0,29
15	0,46	0,41	0,46	0,38	0,34	0,38
25	0,57	0,41	0,66	0,44	0,34	0,50
50	0,57	0,41	0,66	0,44	0,34	0,67
100	0,57	0,41	0,66	0,44	0,34	0,75
300	0,57	0,41	0,66	0,44	0,34	0,75

Παρατηρήσεις

- Οι τιμές του πίνακα δίνονται για στρώση αέρα που ορίζεται μεταξύ δύο παράλληλων επιφανειών, οι οποίες είναι κάθετες στην κατεύθυνση της θερμικής ροής και υπό τις προϋποθέσεις ότι:
  - ο αέρας βρίσκεται εγκλωβισμένος μέσα στο δομικό στοιχείο, δηλαδή δεν έχει εναλλαγές με το εξωτερικό περιβάλλον εκατέρωθεν των όψεων του δομικού στοιχείου,
  - η στρώση έχει πάχος μικρότερο του 1/10 εκάστης των άλλων δύο διαστάσεων και πάντως όχι μεγαλύτερο των 30 cm.
- Ως οριζόντια θεωρείται η θερμική ροή που παρουσιάζει απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο μέχρι ±30°.
- Η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα στην περίπτωση τοποθέτησης ανακλαστικής μεμβράνης στη μία πλευρά του διακένου έχει υπολογιστεί με βάση τη μεθοδολογία του προτύπου ISO 6946 (παράρτημα Β) για μέση τιμή θερμοκρασίας 10°C και διαφορά θερμοκρασίας κατά το πλάτος του διακένου ίση με 5 K. Θεωρήθηκε ότι η μία κατακόρυφη επιφάνεια του διακένου διαμορφώνεται από συμβατικά δομικά υλικά (π.χ. σκυρόδεμα ή οπτόπλινθους) με εκπεμπτικότητα ίση με ε = 0,8. Η εκπεμπτικότητα της ανακλαστικής μεμβράνης που εφαρμόζεται στη δεύτερη πλευρά του διακένου λήφθηκε διαδοχικά ίση με 0,05, 0,10 και 0,20.

Πίνακας 3β. *Θερμική αντίσταση του αέρα του διακένου υαλοπίνακα.*

Πάχος διακένου mm	**Θερμική αντίσταση διακένου υαλοπινάκων $R_{δ,w}$ [W/(m²·K)]**		
	Χωρίς επίστρωση	**Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής ίσης με:**	
		0,20	**0,10**
6	0,127	0,191	0,211
9	0,154	0,259	0,299
12	0,173	0,316	0,377
15	0,186	0,364	0,447
50	0,179	0,336	0,406

Παρατήρηση

- Οι τιμές του πίνακα ισχύουν για κατακόρυφα τοποθετημένα παράθυρα με αέρα στο διάκενο.

Πίνακας 4. *Η θερμική αντίσταση που προβάλλει στρώμα αέρα μεταξύ οριζόντιας θερμομονωμένης οροφής και κεκλιμένης στέγης (πηγή: ISO 6946).*

Α/Α	**Περιγραφή της οροφής**	**R_u**
		(m²·K)/W
1	Στέγη με επικάλυψη από αργιλικά κεραμίδια (βυζαντινού, ρωμαϊκού, γαλλικού ή ολλανδικού τύπου) / φυσική πέτρα / μεταλλικά / ασφαλτικά ή συνθετικά κεραμίδια, επί τεγίδων, χωρίς ενδιάμεσο σανίδωμα ή στεγανοποιητική υδρατμοδιαπερατή μεμβράνη.	0,06
2	Κεραμοσκεπή με σανίδωμα ή μεμβράνη κάτω από τα αργιλικά κεραμίδια (βυζαντινού, ρωμαϊκού, γαλλικού ή ολλανδικού τύπου).	0,20
3	Στέγη με επικάλυψη από φυσική πέτρα, μεταλλικά, συνθετικά ή ασφαλτικά φύλλα και με επικάλυψη φύλλου αλουμινίου με σανίδωμα ή μεμβράνη κάτω από τα κεραμίδια.	0,20
4	Στέγη με φυσική πέτρα, μεταλλικά, συνθετικά ή ασφαλτικά φύλλα και με επικάλυψη φύλλου αλουμινίου ή άλλη χαμηλής εκπομπής επιφάνεια κάτω από τα κεραμίδια.	0,30
5	Στέγη αποτελούμενη από σανίδωμα και μεμβράνη.	0,30

Παρατήρηση

- Στις τιμές του R_u συμπεριλαμβάνεται και η θερμική αντίσταση που προβάλλουν οι στρώσεις της κεκλιμένης στέγης.

Πίνακας 5α. *Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των επί μέρους δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη σε περίπτωση ανέγερσης νέου κτηρίου (πηγή: Κ.Εν.Α.Κ.).*

Δομικό στοιχείο	**Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας U [W/(m^2·K)]**			
	Ζώνη Α'	**Ζώνη Β'**	**Ζώνη Γ'**	**Ζώνη Δ'**
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφή)	0,45	0,40	0,35	0,30
Εξωτερικός τοίχος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0,55	0,45	0,40	0,35
Δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτή)	0,45	0,40	0,35	0,30
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,10	0,80	0,65	0,60
Τοίχος σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,30	0,90	0,70	0,65
Δάπεδο σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,10	0,80	0,65	0,60
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με το έδαφος	1,10	0,80	0,65	0,60
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	1,30	0,90	0,70	0,65
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	1,10	0,80	0,65	0,60
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,80	2,60	2,40	2,20
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,80	2,60	2,40	2,20
Γυάλινη πρόσοψη κτηρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,10	1,90	1,75	1,70
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,00	4,60	4,30	4,00
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,00	4,60	4,30	4,00
Γυάλινη πρόσοψη κτηρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	3,80	3,40	3,00	2,80

Πίνακας 6α. *Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός κτηρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο τουσε περίπτωση ανέγερσης νέου κτηρίου (πηγή: Κ.Εν.Α.Κ.).*

Λόγος A/V	**Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m [W/(m^2·K)]**			
[m^{-1}]	**Ζώνη Α'**	**Ζώνη Β'**	**Ζώνη Γ'**	**Ζώνη Δ'**
≤ 0,2	1,25	1,13	1,04	0,95
0,3	1,17	1,05	0,96	0,88
0,4	1,10	0,99	0,91	0,83
0,5	1,04	0,93	0,86	0,78
0,6	0,98	0,89	0,81	0,73
0,7	0,92	0,83	0,76	0,68
0,8	0,86	0,77	0,71	0,63
0,9	0,80	0,73	0,65	0,59
≥ 1,0	0,77	0,69	0,62	0,55

Πίνακας 5β. *Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των επί μέρους δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη σε περίπτωση ριζικής ανακαίνισης υφιστάμενου κτηρίου (πηγή: Κ.Εν.Α.Κ.).*

Δομικό στοιχείο	**Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας U [W/(m^2·K)]**			
	Ζώνη Α'	**Ζώνη Β'**	**Ζώνη Γ'**	**Ζώνη Δ'**
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφή)	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικός τοίχος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτή)	0,50	0,45	0,40	0,35
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχος σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδο σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,20	0,90	0,75	0,70
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με το έδαφος	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	1,20	0,90	0,75	0,70
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,20	3,00	2,80	2,60
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινη πρόσοψη κτηρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,20	2,00	1,80	1,80
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,70	5,20	4,80	4,40
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,70	5,20	4,80	4,40
Γυάλινη πρόσοψη κτηρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	4,00	3,60	3,10	2,90

Πίνακας 6β. *Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός κτηρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο τουσε περίπτωση ριζικής ανακαίνισης υφιστάμενου κτηρίου (πηγή: Κ.Εν.Α.Κ.).*

Λόγος A/V [m^{-1}]	**Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m [W/(m^2·K)]**			
	Ζώνη Α'	**Ζώνη Β'**	**Ζώνη Γ'**	**Ζώνη Δ'**
≤ 0,2	1,26	1,14	1,05	0,96
0,3	1,20	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,95	0,87
0,5	1,09	0,98	0,90	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78
0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
≥ 1,0	0,81	0,73	0,66	0,60

Πίνακας 7. *Εναλλαγές αέρα ανά ώρα ενός μη αεριζόμενου χώρου με το εξωτερικό του περιβάλλον βάσει του βαθμού αεροστεγανότητάς του (πηγή: ISO 13789).*

Α/Α	**Βαθμός αεροστεγανότητας**	**Εναλλαγές αέρα ανά ώρα n_u**
		[h^{-1}]
1	Χωρίς ανοίγματα, υψηλή αεροστεγανότητα, χωρίς αερισμό	0,1
2	Υψηλή αεροστεγανότητα, χωρίς χρήση ανοιγμάτων για αερισμό	0,5
3	Υψηλή αεροστεγανότητα, μικρά ανοίγματα για αερισμό	1
4	Χωρίς αεροστεγανότητα λόγω τοπικών διαμπερών αρμών ή λόγω μόνιμα ανοικτών ανοιγμάτων για αερισμό	3
5	Χωρίς αεροστεγανότητα λόγω μεγάλου πλήθους διαμπερών αρμών ή μεγάλων ή πολλών μόνιμα ανοικτών ανοιγμάτων για αερισμό	10

Πίνακας 8α. *Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας οριζόντιου δομικού στοιχείου (πλάκας) σε επαφή με το έδαφος U' [W/(m²·K).*

Ονομ. συντ. U [W/(m²·K)]	z (m)	Χαρακτηριστική διάσταση πλάκας B΄ (m)														
		≤ 2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	18	22	26	≥ 30
4.50	0.00	1.21	0.98	0.83	0.73	0.64	0.58	0.53	0.49	0.45	0.40	0.36	0.30	0.25	0.22	0.20
	0.50	1.05	0.87	0.75	0.66	0.59	0.53	0.49	0.45	0.42	0.37	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19
	1.00	0.92	0.78	0.68	0.60	0.54	0.49	0.45	0.42	0.39	0.35	0.31	0.26	0.23	0.20	0.18
	1.50	0.82	0.71	0.62	0.55	0.50	0.46	0.42	0.39	0.37	0.33	0.30	0.25	0.22	0.19	0.17
	2.00	0.74	0.65	0.57	0.52	0.47	0.43	0.40	0.37	0.35	0.31	0.28	0.24	0.21	0.18	0.17
	2.50	0.67	0.60	0.53	0.48	0.44	0.41	0.38	0.35	0.33	0.30	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16
	3.00	0.62	0.55	0.50	0.45	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.28	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15
	4.00	0.53	0.48	0.44	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.26	0.24	0.21	0.18	0.16	0.15
	5.00	0.47	0.43	0.39	0.37	0.34	0.32	0.30	0.29	0.27	0.25	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14
	6.00	0.42	0.38	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.27	0.25	0.23	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13
	9.00	0.32	0.30	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.19	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
4.00	0.00	1.17	0.96	0.81	0.71	0.63	0.57	0.52	0.48	0.45	0.39	0.35	0.29	0.25	0.22	0.20
	0.50	1.01	0.85	0.73	0.64	0.58	0.52	0.48	0.44	0.41	0.36	0.33	0.27	0.24	0.21	0.19
	1.00	0.89	0.76	0.66	0.59	0.53	0.48	0.45	0.41	0.39	0.34	0.31	0.26	0.22	0.20	0.18
	1.50	0.80	0.69	0.61	0.55	0.49	0.45	0.42	0.39	0.36	0.32	0.29	0.25	0.21	0.19	0.17
	2.00	0.72	0.63	0.56	0.51	0.46	0.43	0.39	0.37	0.35	0.31	0.28	0.24	0.20	0.18	0.16
	2.50	0.66	0.59	0.53	0.48	0.44	0.40	0.37	0.35	0.33	0.29	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16
	3.00	0.61	0.54	0.49	0.45	0.41	0.38	0.36	0.33	0.31	0.28	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15
	4.00	0.53	0.47	0.43	0.40	0.37	0.35	0.32	0.31	0.29	0.26	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14
	5.00	0.47	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.24	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14
	6.00	0.42	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.23	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13
	9.00	0.32	0.30	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.19	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
3.50	0.00	1.12	0.92	0.79	0.69	0.61	0.55	0.51	0.47	0.44	0.38	0.34	0.29	0.25	0.22	0.19
	0.50	0.98	0.82	0.71	0.63	0.56	0.51	0.47	0.43	0.40	0.36	0.32	0.27	0.23	0.20	0.18
	1.00	0.87	0.74	0.65	0.58	0.52	0.47	0.44	0.41	0.38	0.34	0.30	0.25	0.22	0.19	0.18
	1.50	0.77	0.68	0.60	0.53	0.48	0.44	0.41	0.38	0.36	0.32	0.29	0.24	0.21	0.19	0.17
	2.00	0.70	0.62	0.55	0.50	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.30	0.28	0.23	0.20	0.18	0.16
	2.50	0.64	0.57	0.52	0.47	0.43	0.40	0.37	0.34	0.32	0.29	0.26	0.22	0.20	0.17	0.16
	3.00	0.59	0.53	0.48	0.44	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.28	0.25	0.22	0.19	0.17	0.15
	4.00	0.52	0.46	0.43	0.40	0.37	0.34	0.32	0.30	0.29	0.26	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14
	5.00	0.46	0.41	0.38	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.27	0.24	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14
	6.00	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.23	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13
	9.00	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.19	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
3.00	0.00	1.06	0.88	0.75	0.66	0.59	0.54	0.49	0.45	0.42	0.37	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19
	0.50	0.93	0.79	0.68	0.61	0.54	0.50	0.46	0.42	0.39	0.35	0.31	0.26	0.23	0.20	0.18
	1.00	0.83	0.71	0.63	0.56	0.51	0.46	0.43	0.40	0.37	0.33	0.30	0.25	0.22	0.19	0.17
	1.50	0.74	0.65	0.58	0.52	0.47	0.43	0.40	0.37	0.35	0.31	0.28	0.24	0.21	0.18	0.17
	2.00	0.68	0.60	0.54	0.49	0.44	0.41	0.38	0.36	0.33	0.30	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16
	2.50	0.62	0.56	0.50	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.29	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15
	3.00	0.58	0.52	0.47	0.43	0.40	0.37	0.34	0.32	0.31	0.27	0.25	0.21	0.19	0.17	0.15
	4.00	0.50	0.45	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.25	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14
	5.00	0.45	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.24	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14
	6.00	0.40	0.37	0.34	0.32	0.30	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13
	9.00	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.21	0.19	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
2.50	0.00	0.99	0.83	0.71	0.63	0.57	0.51	0.47	0.44	0.41	0.36	0.32	0.27	0.23	0.21	0.18
	0.50	0.87	0.75	0.65	0.58	0.52	0.48	0.44	0.41	0.38	0.34	0.30	0.26	0.22	0.20	0.18
	1.00	0.78	0.68	0.60	0.54	0.49	0.45	0.41	0.38	0.36	0.32	0.29	0.24	0.21	0.19	0.17
	1.50	0.71	0.62	0.56	0.50	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.31	0.28	0.23	0.20	0.18	0.16
	2.00	0.65	0.58	0.52	0.47	0.43	0.40	0.37	0.35	0.33	0.29	0.26	0.22	0.20	0.17	0.16
	2.50	0.60	0.53	0.49	0.44	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.28	0.25	0.22	0.19	0.17	0.15
	3.00	0.56	0.50	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.27	0.24	0.21	0.18	0.16	0.15
	4.00	0.49	0.44	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.28	0.25	0.23	0.20	0.17	0.15	0.14
	5.00	0.44	0.40	0.37	0.34	0.32	0.30	0.29	0.27	0.26	0.23	0.21	0.19	0.16	0.15	0.13
	6.00	0.39	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.22	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13
	9.00	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.11

***Πίνακας 8α**. (συνέχεια). Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας οριζόντιου δομικού στοιχείου (πλάκας) σε επαφή με το έδαφος U' [W/(m²·K).*

Ονομ. συντ. U [W/(m²·K)]	z (m)	Χαρακτηριστική διάσταση πλάκας Β΄(m)														
		≤ 2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	18	22	26	≥ 30
2.00	0.00	0.89	0.76	0.66	0.59	0.53	0.48	0.45	0.41	0.39	0.34	0.31	0.26	0.22	0.20	0.18
	0.50	0.80	0.69	0.61	0.55	0.49	0.45	0.42	0.39	0.36	0.32	0.29	0.25	0.21	0.19	0.17
	1.00	0.72	0.63	0.56	0.51	0.46	0.43	0.39	0.37	0.35	0.31	0.28	0.24	0.20	0.18	0.16
	1.50	0.66	0.59	0.53	0.48	0.44	0.40	0.37	0.35	0.33	0.29	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16
	2.00	0.61	0.54	0.49	0.45	0.41	0.38	0.36	0.33	0.31	0.28	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15
	2.50	0.56	0.51	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.27	0.25	0.21	0.18	0.16	0.15
	3.00	0.53	0.47	0.43	0.40	0.37	0.35	0.32	0.31	0.29	0.26	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14
	4.00	0.47	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.24	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14
	5.00	0.42	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.23	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13
	6.00	0.38	0.35	0.32	0.30	0.29	0.27	0.26	0.25	0.23	0.22	0.20	0.17	0.15	0.14	0.13
	9.00	0.29	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.21	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11
1.50	0.00	0.77	0.67	0.59	0.53	0.48	0.44	0.41	0.38	0.36	0.32	0.29	0.24	0.21	0.19	0.17
	0.50	0.70	0.62	0.55	0.50	0.45	0.42	0.39	0.36	0.34	0.30	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16
	1.00	0.64	0.57	0.51	0.47	0.43	0.40	0.37	0.34	0.32	0.29	0.26	0.22	0.19	0.17	0.16
	1.50	0.59	0.53	0.48	0.44	0.40	0.38	0.35	0.33	0.31	0.28	0.25	0.22	0.19	0.17	0.15
	2.00	0.55	0.49	0.45	0.42	0.38	0.36	0.33	0.31	0.30	0.27	0.24	0.21	0.18	0.16	0.15
	2.50	0.52	0.46	0.43	0.39	0.37	0.34	0.32	0.30	0.29	0.26	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14
	3.00	0.48	0.44	0.40	0.37	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.20	0.17	0.15	0.14
	4.00	0.43	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.26	0.23	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13
	5.00	0.39	0.36	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.22	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13
	6.00	0.36	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23	0.21	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12
	9.00	0.28	0.26	0.25	0.24	0.22	0.21	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11
1.00	0.00	0.61	0.54	0.49	0.45	0.41	0.38	0.36	0.33	0.31	0.28	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15
	0.50	0.56	0.51	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.27	0.25	0.21	0.18	0.16	0.15
	1.00	0.53	0.47	0.43	0.40	0.37	0.35	0.32	0.31	0.29	0.26	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14
	1.50	0.49	0.44	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.28	0.25	0.23	0.20	0.17	0.16	0.14
	2.00	0.47	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.24	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14
	2.50	0.44	0.40	0.37	0.35	0.32	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.19	0.16	0.15	0.13
	3.00	0.42	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.23	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13
	4.00	0.38	0.35	0.32	0.30	0.29	0.27	0.26	0.25	0.23	0.22	0.20	0.17	0.15	0.14	0.13
	5.00	0.35	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.20	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12
	6.00	0.32	0.30	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.19	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
	9.00	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.19	0.18	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11
0.90	0.00	0.57	0.51	0.46	0.43	0.39	0.37	0.34	0.32	0.30	0.25	0.21	0.21	0.18	0.17	0.15
	0.50	0.53	0.48	0.44	0.40	0.37	0.35	0.33	0.31	0.29	0.24	0.20	0.20	0.18	0.16	0.15
	1.00	0.50	0.45	0.41	0.38	0.36	0.33	0.31	0.29	0.28	0.23	0.20	0.20	0.17	0.16	0.14
	1.50	0.47	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.22	0.19	0.19	0.17	0.15	0.14
	2.00	0.44	0.40	0.37	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.22	0.19	0.19	0.17	0.15	0.13
	2.50	0.42	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.21	0.18	0.18	0.16	0.14	0.13
	3.00	0.40	0.37	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.26	0.24	0.20	0.18	0.18	0.16	0.14	0.13
	4.00	0.36	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.19	0.17	0.17	0.15	0.14	0.12
	5.00	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.18	0.16	0.16	0.14	0.13	0.12
	6.00	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.18	0.15	0.15	0.14	0.13	0.12
	9.00	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.19	0.18	0.18	0.15	0.14	0.14	0.12	0.11	0.10
0.80	0.00	0.53	0.47	0.43	0.40	0.37	0.35	0.32	0.31	0.29	0.24	0.20	0.20	0.18	0.16	0.14
	0.50	0.49	0.44	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.28	0.23	0.20	0.20	0.17	0.16	0.14
	1.00	0.47	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.22	0.19	0.19	0.17	0.15	0.14
	1.50	0.44	0.40	0.37	0.35	0.32	0.31	0.29	0.27	0.26	0.22	0.19	0.19	0.16	0.15	0.13
	2.00	0.42	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.21	0.18	0.18	0.16	0.14	0.13
	2.50	0.40	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.20	0.18	0.18	0.16	0.14	0.13
	3.00	0.38	0.35	0.32	0.30	0.29	0.27	0.26	0.25	0.23	0.20	0.17	0.17	0.15	0.14	0.13
	4.00	0.35	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.19	0.16	0.16	0.15	0.13	0.12
	5.00	0.32	0.30	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.18	0.16	0.16	0.14	0.13	0.12
	6.00	0.29	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.21	0.20	0.17	0.15	0.15	0.14	0.12	0.11
	9.00	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.15	0.14	0.14	0.12	0.11	0.10

Πίνακας 8α. *(συνέχεια).* *Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας οριζόντιου δομικού στοιχείου (πλάκας) σε επαφή με το έδαφος U' [W/(m²·K)].*

Ονομ. συντ. U [W/(m²·K)]	z (m)	Χαρακτηριστική διάσταση πλάκας B΄(m)														
		≤ 2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	18	22	26	≥ 30
0.70	0.00	0.48	0.43	0.40	0.37	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.23	0.20	0.20	0.17	0.15	0.14
	0.50	0.45	0.41	0.38	0.36	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.22	0.19	0.19	0.17	0.15	0.14
	1.00	0.43	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.26	0.21	0.18	0.18	0.16	0.15	0.13
	1.50	0.41	0.37	0.34	0.32	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.21	0.18	0.18	0.16	0.14	0.13
	2.00	0.39	0.36	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.20	0.18	0.18	0.16	0.14	0.13
	2.50	0.37	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.20	0.17	0.17	0.15	0.14	0.13
	3.00	0.35	0.33	0.30	0.29	0.27	0.26	0.25	0.24	0.22	0.19	0.17	0.17	0.15	0.13	0.12
	4.00	0.33	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.18	0.16	0.16	0.14	0.13	0.12
	5.00	0.30	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.17	0.15	0.15	0.14	0.12	0.11
	6.00	0.28	0.26	0.25	0.23	0.22	0.21	0.21	0.20	0.19	0.17	0.15	0.15	0.13	0.12	0.11
	9.00	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.17	0.15	0.13	0.13	0.12	0.11	0.10
0.60	0.00	0.43	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.26	0.21	0.18	0.18	0.16	0.15	0.13
	0.50	0.41	0.37	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.21	0.18	0.18	0.16	0.14	0.13
	1.00	0.39	0.36	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.20	0.18	0.18	0.16	0.14	0.13
	1.50	0.37	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.26	0.24	0.23	0.20	0.17	0.17	0.15	0.14	0.13
	2.00	0.36	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23	0.19	0.17	0.17	0.15	0.13	0.12
	2.50	0.34	0.32	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.19	0.16	0.16	0.15	0.13	0.12
	3.00	0.33	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.18	0.16	0.16	0.14	0.13	0.12
	4.00	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.17	0.15	0.15	0.14	0.12	0.11
	5.00	0.28	0.26	0.25	0.24	0.22	0.21	0.21	0.20	0.19	0.17	0.15	0.15	0.13	0.12	0.11
	6.00	0.26	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.20	0.19	0.18	0.16	0.14	0.14	0.13	0.12	0.11
	9.00	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	0.16	0.14	0.13	0.13	0.12	0.11	0.10
0.50	0.00	0.38	0.35	0.32	0.30	0.29	0.27	0.26	0.25	0.23	0.20	0.17	0.17	0.15	0.14	0.13
	0.50	0.36	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.19	0.17	0.17	0.15	0.14	0.12
	1.00	0.35	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.19	0.16	0.16	0.15	0.13	0.12
	1.50	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.23	0.22	0.21	0.18	0.16	0.16	0.14	0.13	0.12
	2.00	0.32	0.30	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.18	0.16	0.16	0.14	0.13	0.12
	2.50	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.18	0.15	0.15	0.14	0.13	0.12
	3.00	0.29	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.21	0.20	0.17	0.15	0.15	0.14	0.12	0.11
	4.00	0.27	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.20	0.19	0.16	0.15	0.15	0.13	0.12	0.11
	5.00	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.19	0.18	0.16	0.14	0.14	0.13	0.12	0.11
	6.00	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.15	0.14	0.14	0.12	0.11	0.10
	9.00	0.20	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	0.15	0.15	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.10
0.40	0.00	0.32	0.30	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.19	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
	0.50	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.15	0.14	0.13	0.12
	1.00	0.29	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.21	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11
	1.50	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11
	2.00	0.27	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.20	0.19	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11
	2.50	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11
	3.00	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.19	0.18	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11
	4.00	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10
	5.00	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	0.15	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
	6.00	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.14	0.13	0.11	0.11	0.10
	9.00	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14	0.13	0.13	0.11	0.11	0.10	0.09
0.30	0.00	0.25	0.24	0.23	0.21	0.20	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	0.14	0.13	0.11	0.11
	0.50	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10
	1.00	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
	1.50	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
	2.00	0.22	0.21	0.20	0.19	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
	2.50	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
	3.00	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.10
	4.00	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09
	5.00	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09
	6.00	0.18	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09
	9.00	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08

Πίνακας 8β. *Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας U'[W/(m^2·K)] ενός κατακόρυφου δομικού στοιχείου ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας U [W/(m^2·K)] που εκτείνεται σε βάθος z [m].*

z (m)	**Ονομαστικός συντελεστής U_{TB} [W/(m^2·K)]**											
	4,50	**3,00**	**2,00**	**1,50**	**1,00**	**0,90**	**0,80**	**0,70**	**0,60**	**0,50**	**0,40**	**0,30**
0,50	2,14	1,70	1,30	1,06	0,77	0,71	0,64	0,57	0,50	0,43	0,35	0,27
1,00	1,59	1,31	1,05	0,88	0,67	0,62	0,57	0,51	0,45	0,39	0,32	0,25
1,50	1,30	1,09	0,89	0,76	0,59	0,55	0,51	0,47	0,42	0,36	0,30	0,24
2,00	1,10	0,94	0,78	0,68	0,54	0,50	0,47	0,43	0,39	0,34	0,29	0,23
2,50	0,97	0,83	0,70	0,61	0,49	0,46	0,43	0,40	0,36	0,32	0,27	0,22
3,00	0,87	0,75	0,64	0,56	0,46	0,43	0,40	0,37	0,34	0,30	0,26	0,21
4,50	0,67	0,59	0,51	0,45	0,38	0,36	0,34	0,31	0,29	0,26	0,23	0,19
6,00	0,56	0,49	0,43	0,39	0,33	0,31	0,29	0,27	0,25	0,23	0,20	0,17
9,00	0,42	0,38	0,33	0,30	0,26	0,25	0,24	0,22	0,21	0,19	0,17	0,15

Παρατηρήσεις

- Οι πίνακες 8α και 8β προέκυψαν με χρήση της μεθοδολογίας που αναπτύσσεται αναλυτικά στο ευρωπαϊκό πρότυπο ENISO 13370 (2007). Για τους υπολογισμούς έγιναν οι εξής παραδοχές:
  1. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του εδάφους θεωρήθηκε ίσος με 2,0 W/(m·K).
  2. Το πάχος των κατακόρυφων δομικών στοιχείων που εδράζονται επί της πλάκας έχουν συνολικό πάχος 30 cm.
  3. Το συνολικό ισοδύναμο πάχος των κατακόρυφων δομικών στοιχείων είναι μικρότερο από το συνολικό ισοδύναμο πάχος της πλάκας.
- Σύμφωνα με το ENISO 13370 (2007) οι τιμές των πινάκων ισχύουν για χρήση εσωτερικών διαστάσεων. Επειδή όμως για όλους τους υπόλοιπους υπολογισμούς γίνεται χρήση εξωτερικών διαστάσεων και το σφάλμα που προκύπτει από την χρήση των πινάκων με εξωτερικές διαστάσεις είναι μικρό, για λόγους απλοποίησης οι υπολογισμοί που θα γίνονται με χρήση των πινάκων θα βασίζονται σε εξωτερικές διαστάσεις.

Πίνακας 9. *Τυπικές τιμές συντελεστών θερμοπερατότητας υαλοπινάκων (πηγή: EN ISO 10077-1).*

Υάλωση			**U_g [W/(m^2·K)] για διαφορετικούς τύπους αερίων στο διάκενο των υαλοπινάκων**			
Τύπος υάλωσης	**Υαλοπίνακας**	**Συντελεστής εκπομπής**	**Διαστάσεις [mm]**	**Αέρας**	**Αργό**	**Κρυπτό**
Διπλή	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής. Συνήθεις υαλοπίνακες	0,89	4-6-4	3,3	3,0	2,8
			4-8-4	3,1	2,9	2,7
			4-12-4	2,8	2,7	2,6
			4-16-4	2,7	2,6	2,6
			4-20-4	2,7	2,6	2,6
	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής ενός φύλλου	≤0,10	4-6-4	2,6	2,2	1,7
			4-8-4	2,2	1,9	1,4
			4-12-4	1,8	1,5	1,3
			4-16-4	1,6	1,4	1,3
			4-20-4	1,6	1,4	1,4
	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής ενός φύλλου	≤0,05	4-6-4	2,5	2,1	1,5
			4-8-4	2,1	1,7	1,3
			4-12-4	1,7	1,3	1,1
			4-16-4	1,4	1,2	1,2
			4-20-4	1,5	1,2	1,2
Τριπλή	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής. Συνήθεις υαλοπίνακες	0,89	4-6-4-6-4	2,3	2,1	1,8
			4-8-4-8-4	2,1	1,9	1,7
			4-12-4-12-4	1,9	1,8	1,6
	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής δύο φύλλων	≤ 0,10	4-6-4-6-4	1,7	1,3	1,0
			4-8-4-8-4	1,4	1,1	0,8
			4-12-4-12-4	1,1	0,9	0,6
	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής δύο φύλλων	≤ 0,05	4-6-4-6-4	1,6	1,2	0,9
			4-8-4-8-4	1,3	1,0	0,7
			4-12-4-12-4	1,0	0,8	0,5

Πίνακας 10. *Τυπικές τιμές συντελεστών θερμοπερατότητας πλαισίου (πηγή: EN ISO 10077-1).*

Υλικό πλαισίου	**Χαρακτηριστικό πλαισίου**	**Συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου U_f [W/(m^2·K)]**
Μεταλλικό πλαίσιο	Χωρίς θερμοδιακοπή	7,0
	Με θερμοδιακοπή	1,0 - 4,0
Συνθετικό πλαίσιο	Πολυουρεθάνη	2,8
	PVC με δύο θαλάμους	2,2
	PVC με τρεις θαλάμους	2,0
	PVC πολυθαλαμικό	1,0 - 2,0
Ξύλινο πλαίσιο	Σκληρής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου - κάσας 5 cm	2,4
	Μαλακής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου - κάσας 5 cm	2,0
	Σκληρής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου - κάσας 10 cm	1,7
	Μαλακής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου - κάσας 10 cm	1,5

Πίνακας 11α. *Τυπικές τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας* Ψ_g *στη συναρμογή πλαισίου - υαλοπίνακα* για συνήθεις τύπους αποστάτη*. (Πηγή: EN ISO 10077-1).*

Τύπος πλαισίου	**Γραμμική θερμοπερατότητα για διάφορους τύπους υαλοπινάκων Ψ_g [W/(m·K)]**	
	Διπλή ή τριπλή υάλωση	**Διπλή με επίστρωση χαμηλής εκπομπής ενός φύλλου**
	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	**Τριπλή υάλωση με επίστρωση χαμηλής εκπομπής δύο φύλλων**
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	0,02	0,05
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή	0,08	0,11
Συνθετικό πλαίσιο	0,06	0,08
Ξύλινο πλαίσιο	0,06	0,08

Πίνακας 11β. *Τυπικές τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου - υαλοπίνακα, για θερμικά βελτιωμένους τύπους αποστάτη (Πηγή: EN ISO 10077-1).*

Τύπος πλαισίου	**Γραμμική θερμοπερατότητα για διάφορους τύπους υαλοπινάκων Ψ_g [W/(m·K)]**	
	Διπλή ή τριπλή υάλωση	**Διπλή με επίστρωση χαμηλής εκπομπής ενός φύλλου**
	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	**Τριπλή υάλωση με επίστρωση χαμηλής εκπομπής δύο φύλλων**
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	0,01	0,04
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή	0,06	0,08
Συνθετικό πλαίσιο	0,05	0,06
Ξύλινο πλαίσιο	0,05	0,06

Πίνακας 12. *Ενδεικτικές τιμές του συντελεστής θερμοπερατότητας του κυτίου περιέλιξης του επικαθήμενου ρολού.*

Υλικό κουτιού	**Συντελεστής θερμοπερατότητας κυτίου περιέλιξης ρολού (U_{rb}) [W/(m^2·K)]**
Μεταλλικόχωρίς θερμοδιακοπή	7,0
Μεταλλικό με θερμοδιακοπή και θερμομόνωση	1,0 - 2,0
Συνθετικό	1,0 - 1,5

Πίνακας 13. *Η τιμή της θερμικής αντίστασης (R_{rb}), που προσφέρει η χρήση του ρολού ή του εξωφύλλου αναλόγως της προσφερόμενης αεροστεγανότητας (πηγή EN ISO 10077-1).*

Τύπος περσίδας	**Η τιμή της θερμικής αντίστασης R_{rb} για αεροστεγανότητα ρολού ή εξωφύλλου:**		
	χαμηλή	**μέση**	**υψηλή**
	[m²·K/W]	[m²·K/W]	[m²·K/W]
Αλουμινίου	0,09	0,12	0,15
Ξύλινες	0,12	0,16	0,22
Συνθετικές	0,12	0,16	0,22
Συνθετικές με γέμισμα αφρού	0,13	0,19	0,26

Παρατηρήσεις

- Χαμηλή αεροστεγανότητα έχουν τα ρολά και τα εξώφυλλα στην περίπτωση που σε κλειστή θέση υπάρχουν οπές στις περσίδες ή δημιουργούνται σχισμές στις ενώσεις τους.
- Υψηλή αεροστεγανότητα έχουν τα ρολά και τα εξώφυλλα στην περίπτωση που δεν υπάρχουν οπές ή σχισμές και περιμετρικά υπάρχουν λάστιχα σφράγισης.
- Μέση αεροστεγανότητα έχουν τα ρολά και τα εξώφυλλα σε όλες τις άλλες περιπτώσεις.

Πίνακας 14α. *Τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας για αδιαφανή πετάσματα Ψ_p(πηγή: EN ISO 12631).*

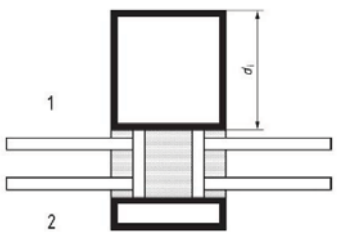
Τύπος πετάσματος	**Θερμική αγωγιμότητα θερμοδιακοπής**	***Συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας**
Εσωτερική / εξωτερική επίστρωση	**λ [W/(m·K)]**	**Ψ_p [W/(m·K)]**
Θερμομονωτικό πέτασμα με στρώση διακένου αέρα		
Αλουμίνιο / αλουμίνιο Αλουμίνιο / γυαλί Σίδηρος / γυαλί	–	0,13
Θερμομονωτικό πέτασμα χωρίς στρώση διακένου αέρα		
Αλουμίνιο / αλουμίνιο	0,2 0,4	0,20 0,29
Αλουμίνιο / γυαλί	0,2 0,4	0,18 0,20
Σίδηρος / γυαλί	0,2 0,4	0,14 0,18

* *Αυτή η τιμή μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν δεν υπάρχουν άλλες πληροφορίες από μετρήσεις ή αναλυτικούς υπολογισμούς.*

Πίνακας 14β. *Τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας $\Psi_{dp,g}$ και $\Psi_{tr,g}$, που χρησιμοποιούνται σε ορθοστάτες και τραβέρσες (Πηγή: EN ISO 12631).*

Τύπος πλαισίου τοιχοπετάσματος		**Γραμμική θερμοπερατότητα για διάφορους τύπους υαλοπινάκων $\Psi_{dp,g}$, $\Psi_{tr,g}$ [W/(m·K)]**	
		Δίδυμος ή τριπλός υαλοπίνακας χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	**Δίδυμος ή τριπλός υαλοπίνακας με επίστρωση χαμηλής εκπομπής**
Αλουμίνιο - ξύλο για συνήθεις τύπους αποστάτη		0,08	0,11
Μέταλλο με θερμοδιακοπή για συνήθεις τύπους αποστάτη	d_i * ≤ 100 mm	0,13	0,17
	100< d_i≤ 200 mm	0,15	0,19
Αλουμίνιο - ξύλο για θερμικά βελτιωμένους τύπους αποστάτη		0,06	0,08
Μέταλλο με θερμοδιακοπή για θερμικά βελτιωμένους τύπους αποστάτη	d_i * ≤ 100 mm	0,09	0,11
	100< d_i≤ 200 mm	0,10	0,12

d_i : είναι το εσωτερικό βάθος του ορθοστάτη ή της τραβέρσας.



1 Μέσα

2 Έξω

d_i Εσωτερικό βάθος ορθοστάτη ή τραβέρσας

Εσωτερικό βάθος ορθοστάτη ή τραβέρσας (Πηγή: EN ISO 12631).

Πίνακας 14γ. *Τιμές γραμμικού συντελεστή θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου τοιχοπετάσματος – κουφώματος για διατομές αλουμινίου και σιδήρου(Πηγή: EN ISO 12631).*

α/α	**Περιγραφή**	**Τιμές γραμμικού συντελεστή θερμοπερατότητας * $\Psi_{dp,f}$ ή $\Psi_{tr,f}$**
1	Συναρμογή του πλαισίου κουφώματος στο πλαίσιο τοιχοπετάσματος με την παρεμβολή διατομής αλουμινίου με θερμοδιακοπή	0,11
2	Συναρμογή του πλαισίου κουφώματος στο πλαίσιο τοιχοπετάσματος με την παρεμβολή μιας διατομής με υλικό χαμηλής θερμικής αγωγιμότητας (π.χ. πολυαμίδιο με 25% ίνες γυαλιού)	0,05
3	Συναρμογή του πλαισίου κουφώματος στο πλαίσιο τοιχοπετάσματος μέσω προεξοχής της θερμοδιακοπής του κουφώματος	0,07
4	Συναρμογή του πλαισίου κουφώματος στο πλαίσιο τοιχοπετάσματος μέσω της επέκτασης διατομής αλουμινίου του εξωτερικού πλαισίου.	0,07

* *Αυτή η τιμή μπορεί να χρησιμοποιηθεί, όταν δεν υπάρχουν μετρημένα ή αναλυτικά υπολογισμένες τιμές. Η τιμή είναι έγκυρη μόνο όταν το πλαίσιο του τοιχοπετάσματος καθώς και του κουφώματος έχουν θερμοδιακοπή και καμία θερμοδιακοπή δεν διακόπτεται από αγώγιμο στοιχείο του άλλου πλαισίου.*

Πίνακας 14δ. *Τιμές γραμμικού συντελεστή θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου τοιχοπετάσματος - κουφώματος για διατομές ξύλου και αλουμινίου(πηγή: EN ISO 12631).*

Είδος συναρμογής	**Τιμές γραμμικού συντελεστή θερμοπερατότητας * $\Psi_{dp,f}$ ή $\Psi_{tr,f}$**
U_{dp}ήU_{tr} > 2,0 (W/(m^2·K)	0,02
U_{dp}ήU_{tr} ≤ 2,0 (W/(m^2·K)	0,04

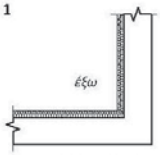
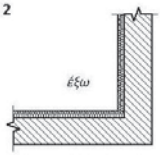
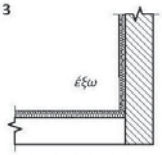
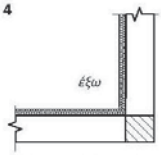
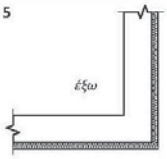
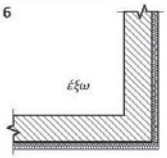
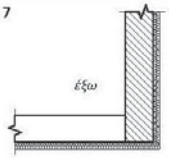
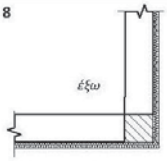
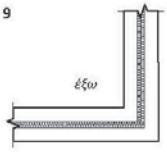
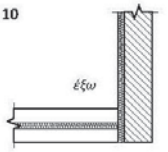
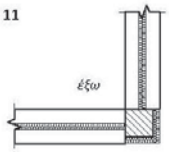
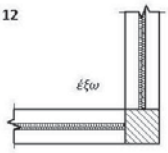
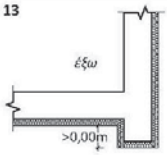
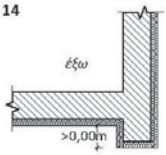
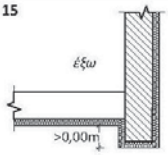
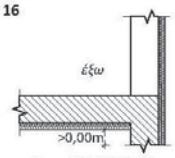
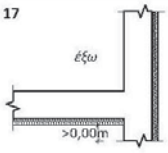
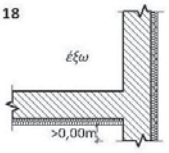
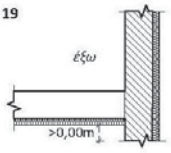
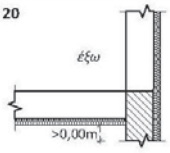
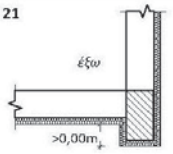
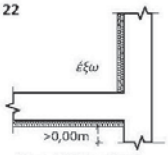
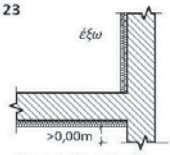
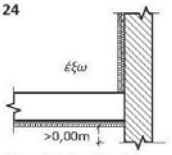
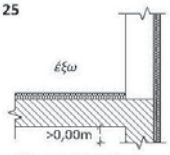
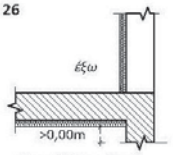
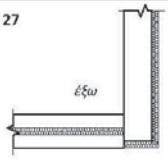
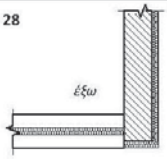
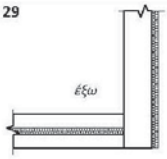
* *Αυτή η τιμή μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν δεν υπάρχουν μετρημένα ή αναλυτικά υπολογισμένες τιμές.*

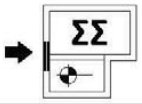
ΞΓ

Πίνακας 15α. *Θερμογέφυρες εξωτερικής γωνίας (οριζόντια τομή)*

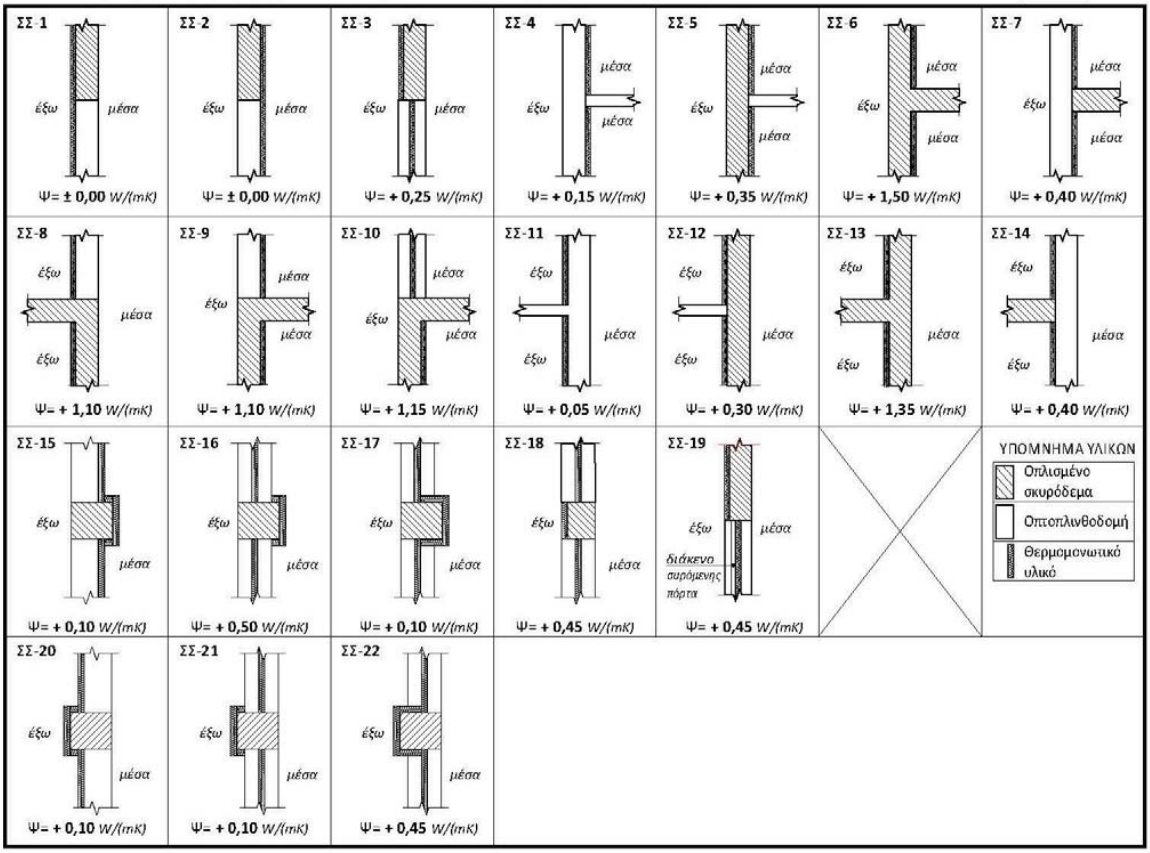
ΣΓ

Πίνακας 15β. *Θερμογέφυρες εσωτερικής γωνίας (οριζόντια τομή)*

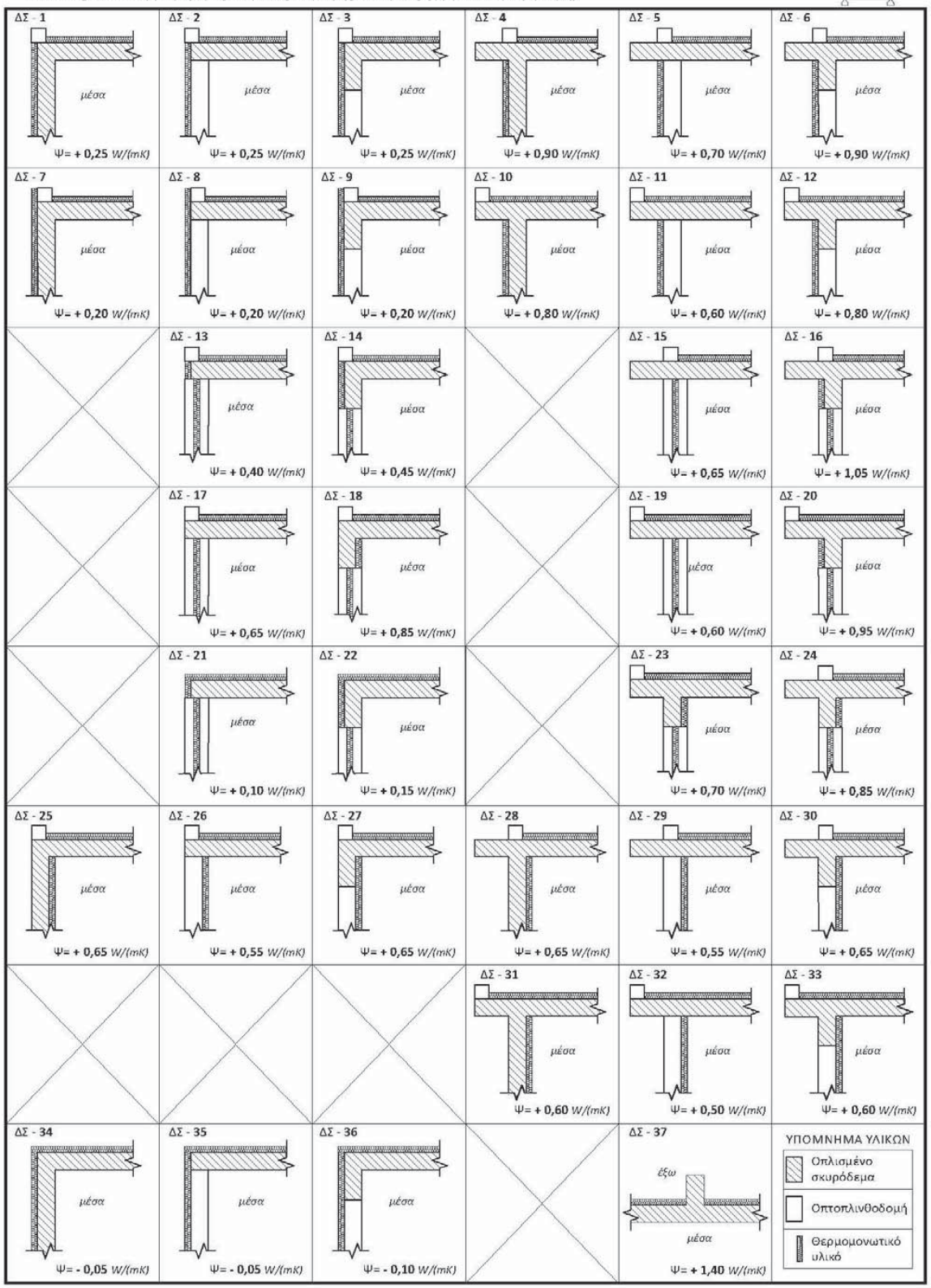
ΣΓ - 1  Ψ= **+ 0,05** *W/(mK)*	ΣΓ - 2  Ψ= **+ 0,05** *W/(mK)*	ΣΓ - 3  Ψ= **+ 0,05** *W/(mK)*	ΣΓ - 4  Ψ= **+ 0,05** *W/(mK)*	ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΥΛΙΚΩΝ Οπλισμένο σκυρόδεμα Οπτοπλινθοδομή Θερμομονωτικό υλικό
ΣΓ - 5  Ψ= **+ 0,15** *W/(mK)*	ΣΓ - 6  Ψ= **+ 0,25** *W/(mK)*	ΣΓ - 7  Ψ= **+ 0,25** *W/(mK)*	ΣΓ - 8  Ψ= **+ 0,25** *W/(mK)*	
ΣΓ - 9  Ψ= **+ 0,10** *W/(mK)*		ΣΓ - 10  Ψ= **+ 0,10** *W/(mK)*	ΣΓ - 11  Ψ= **+ 0,10** *W/(mK)*	ΣΓ - 12  Ψ= **+ 0,70** *W/(mK)*
ΣΓ - 13  Ψ= **+ 0,20** *W/(mK)*	ΣΓ - 14  Ψ= **+ 0,60** *W/(mK)*	ΣΓ - 15  Ψ= **+ 0,55** *W/(mK)*	ΣΓ - 16  Ψ= **+ 0,90** *W/(mK)*	
ΣΓ - 17  Ψ= **+ 0,30** *W/(mK)*	ΣΓ - 18  Ψ= **+ 1,00** *W/(mK)*	ΣΓ - 19  Ψ= **+ 0,80** *W/(mK)*	ΣΓ - 20  Ψ= **+ 0,65** *W/(mK)*	ΣΓ - 21  Ψ= **+ 0,45** *W/(mK)*
ΣΓ - 22  Ψ= **+ 0,30** *W/(mK)*	ΣΓ - 23  Ψ= **+ 1,00** *W/(mK)*	ΣΓ - 24  Ψ= **+ 0,45** *W/(mK)*	ΣΓ - 25  Ψ= **+ 0,40** *W/(mK)*	ΣΓ - 26  Ψ= **+ 1,10** *W/(mK)*
ΣΓ - 27  Ψ= **+ 0,05** *W/(mK)*		ΣΓ - 28  Ψ= **+ 0,25** *W/(mK)*		
ΣΓ - 29  Ψ= **+ 0,10** *W/(mK)*				

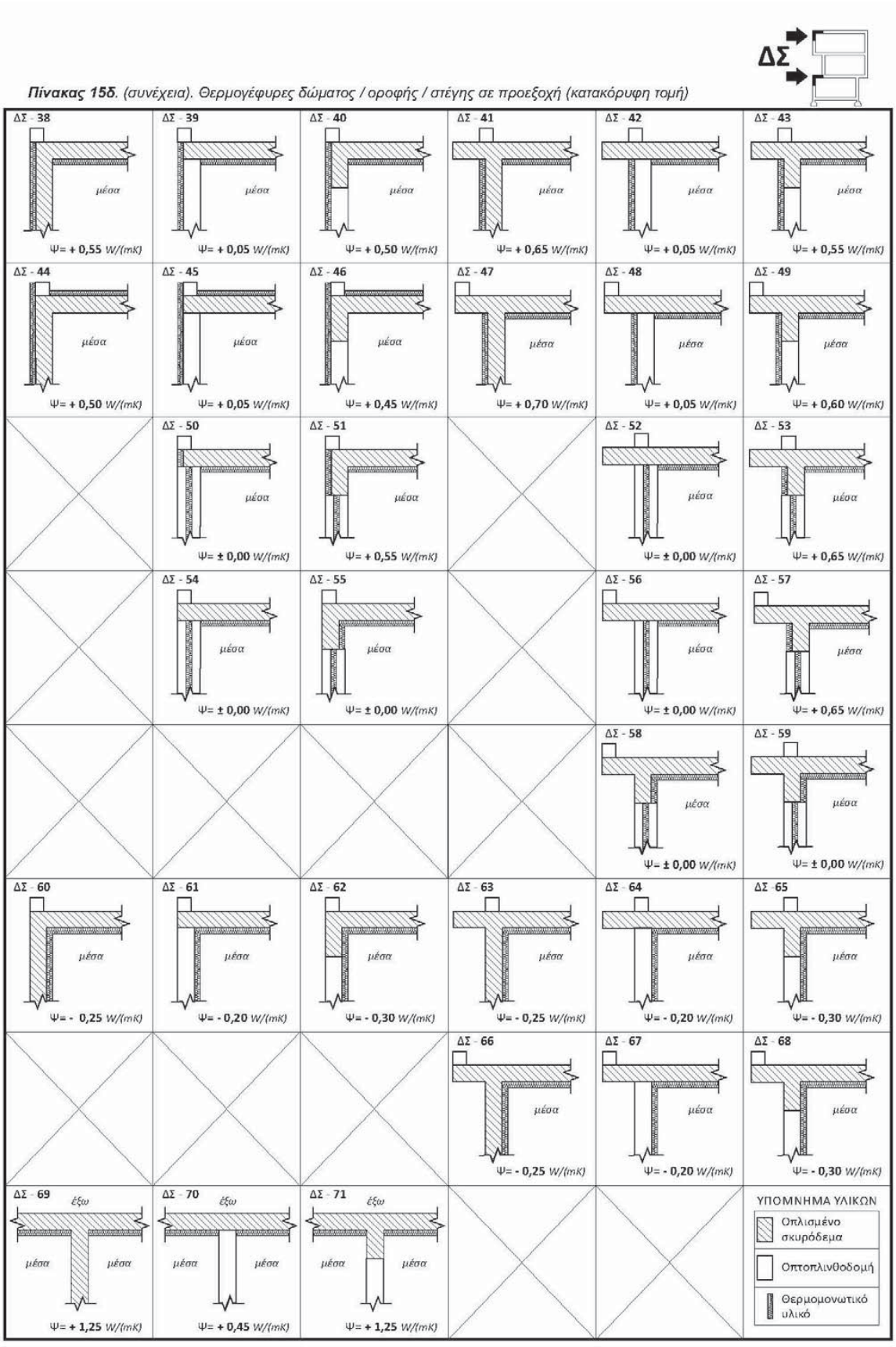


Πίνακας 15γ. *Θερμογέφυρες ενώσεων δομικών στοιχείων (οριζόντια τομή)*

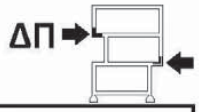


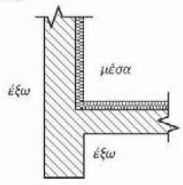
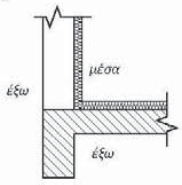
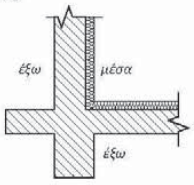
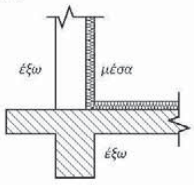
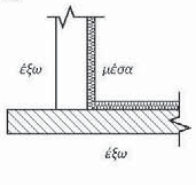
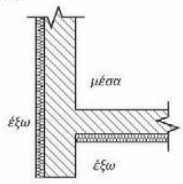
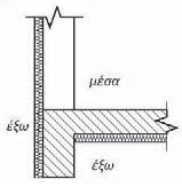
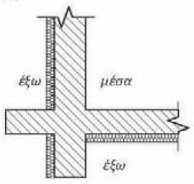
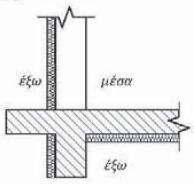
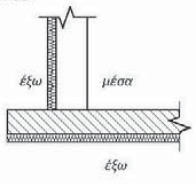
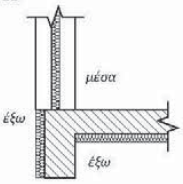
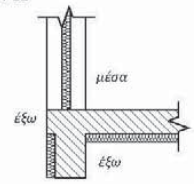
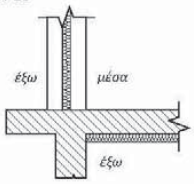
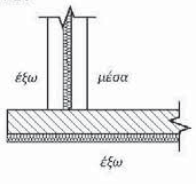
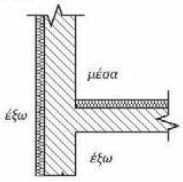
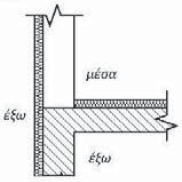
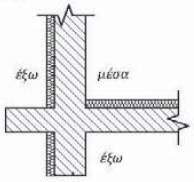
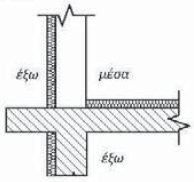
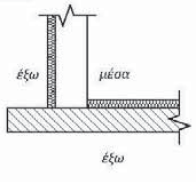
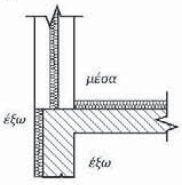
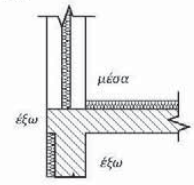
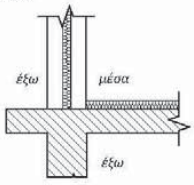
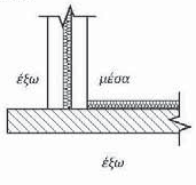
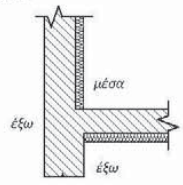
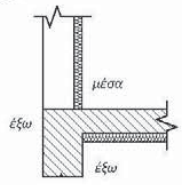
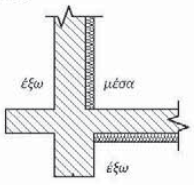
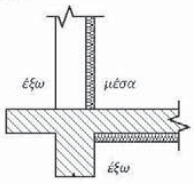
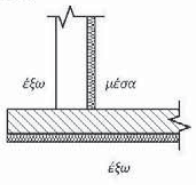
Πίνακας 15δ. *Θερμογέφυρες δώματος / οροφής σε προεξοχή (κατακόρυφη τομή)*

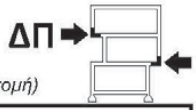



ΔΣ
Πίνακας 15δ. (συνέχεια). Θερμογέφυρες δώματος / οροφής / στέγης σε προεξοχή (κατακόρυφη τομή)
ΔΣ - 38
μέσα
Ψ= + 0,55 W/(mK)
ΔΣ - 39
μέσα
Ψ= + 0,05 W/(mK)
ΔΣ - 40
μέσα
Ψ= + 0,50 W/(mK)
ΔΣ - 41
μέσα
Ψ= + 0,65 W/(mK)
ΔΣ - 42
μέσα
Ψ= + 0,05 W/(mK)
ΔΣ - 43
μέσα
Ψ= + 0,55 W/(mK)
ΔΣ - 44
μέσα
Ψ= + 0,50 W/(mK)
ΔΣ - 45
μέσα
Ψ= + 0,05 W/(mK)
ΔΣ - 46
μέσα
Ψ= + 0,45 W/(mK)
ΔΣ - 47
μέσα
Ψ= + 0,70 W/(mK)
ΔΣ - 48
μέσα
Ψ= + 0,05 W/(mK)
ΔΣ - 49
μέσα
Ψ= + 0,60 W/(mK)
ΔΣ - 50
μέσα
Ψ= ± 0,00 W/(mK)
ΔΣ - 51
μέσα
Ψ= + 0,55 W/(mK)
ΔΣ - 52
μέσα
Ψ= ± 0,00 W/(mK)
ΔΣ - 53
μέσα
Ψ= + 0,65 W/(mK)
ΔΣ - 54
μέσα
Ψ= ± 0,00 W/(mK)
ΔΣ - 55
μέσα
Ψ= ± 0,00 W/(mK)
ΔΣ - 56
μέσα
Ψ= ± 0,00 W/(mK)
ΔΣ - 57
μέσα
Ψ= + 0,65 W/(mK)
ΔΣ - 58
μέσα
Ψ= ± 0,00 W/(mK)
ΔΣ - 59
μέσα
Ψ= ± 0,00 W/(mK)
ΔΣ - 60
μέσα
Ψ= - 0,25 W/(mK)
ΔΣ - 61
μέσα
Ψ= - 0,20 W/(mK)
ΔΣ - 62
μέσα
Ψ= - 0,30 W/(mK)
ΔΣ - 63
μέσα
Ψ= - 0,25 W/(mK)
ΔΣ - 64
μέσα
Ψ= - 0,20 W/(mK)
ΔΣ - 65
μέσα
Ψ= - 0,30 W/(mK)
ΔΣ - 66
μέσα
Ψ= - 0,25 W/(mK)
ΔΣ - 67
μέσα
Ψ= - 0,20 W/(mK)
ΔΣ - 68
μέσα
Ψ= - 0,30 W/(mK)
ΔΣ - 69
έξω
μέσα
μέσα
Ψ= + 1,25 W/(mK)
ΔΣ - 70
έξω
μέσα
μέσα
Ψ= + 0,45 W/(mK)
ΔΣ - 71
έξω
μέσα
μέσα
Ψ= + 1,25 W/(mK)
ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΥΛΙΚΩΝ
Οπλισμένο σκυρόδεμα
Οπτοπλινθοδομή
Θερμομονωτικό υλικό

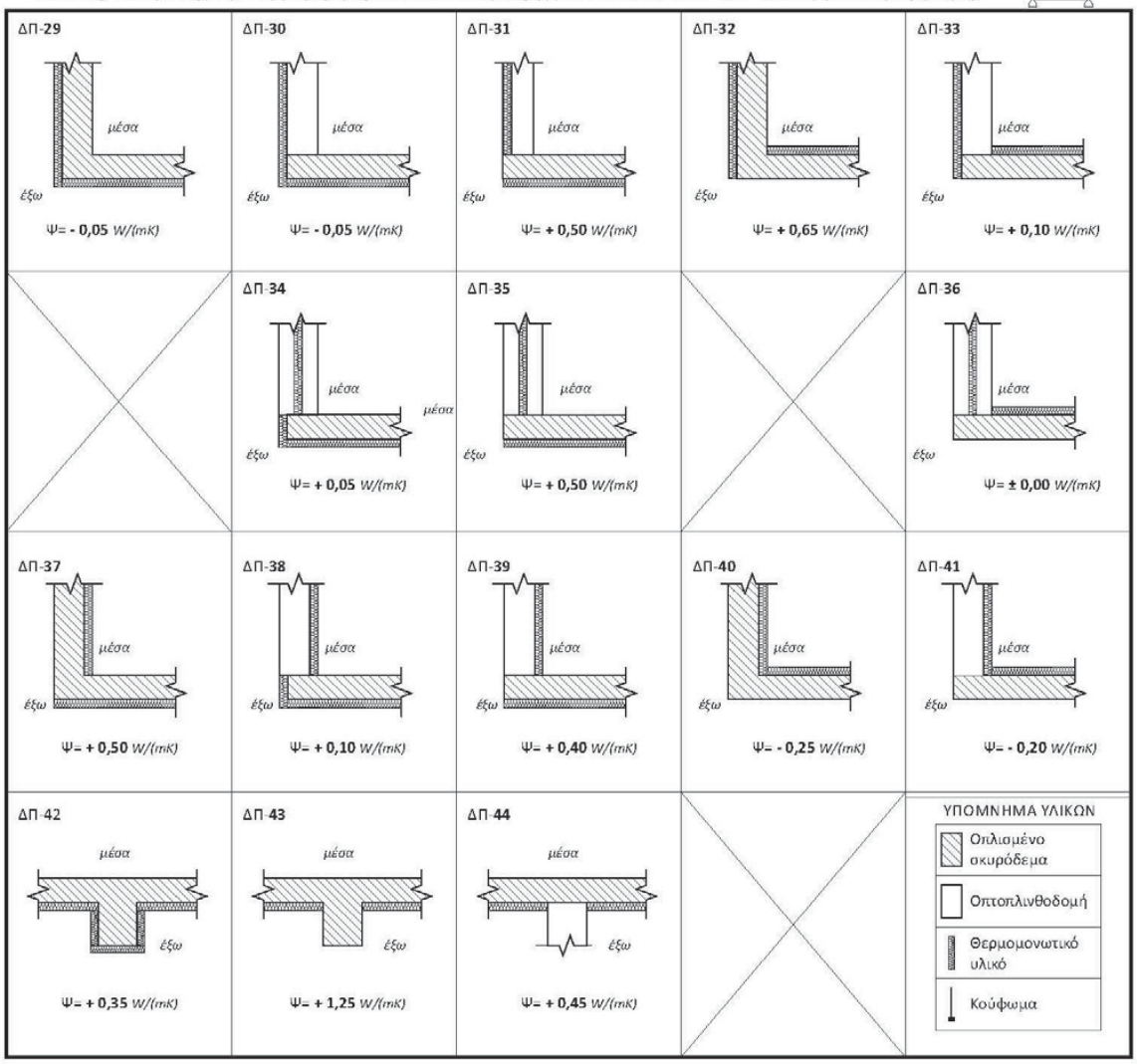
Πίνακας 15ε. *Θερμογέφυρες δαπέδου σε προεξοχή / δαπέδου επάνω απο πυλωτή (κατακόρυφη τομή)*



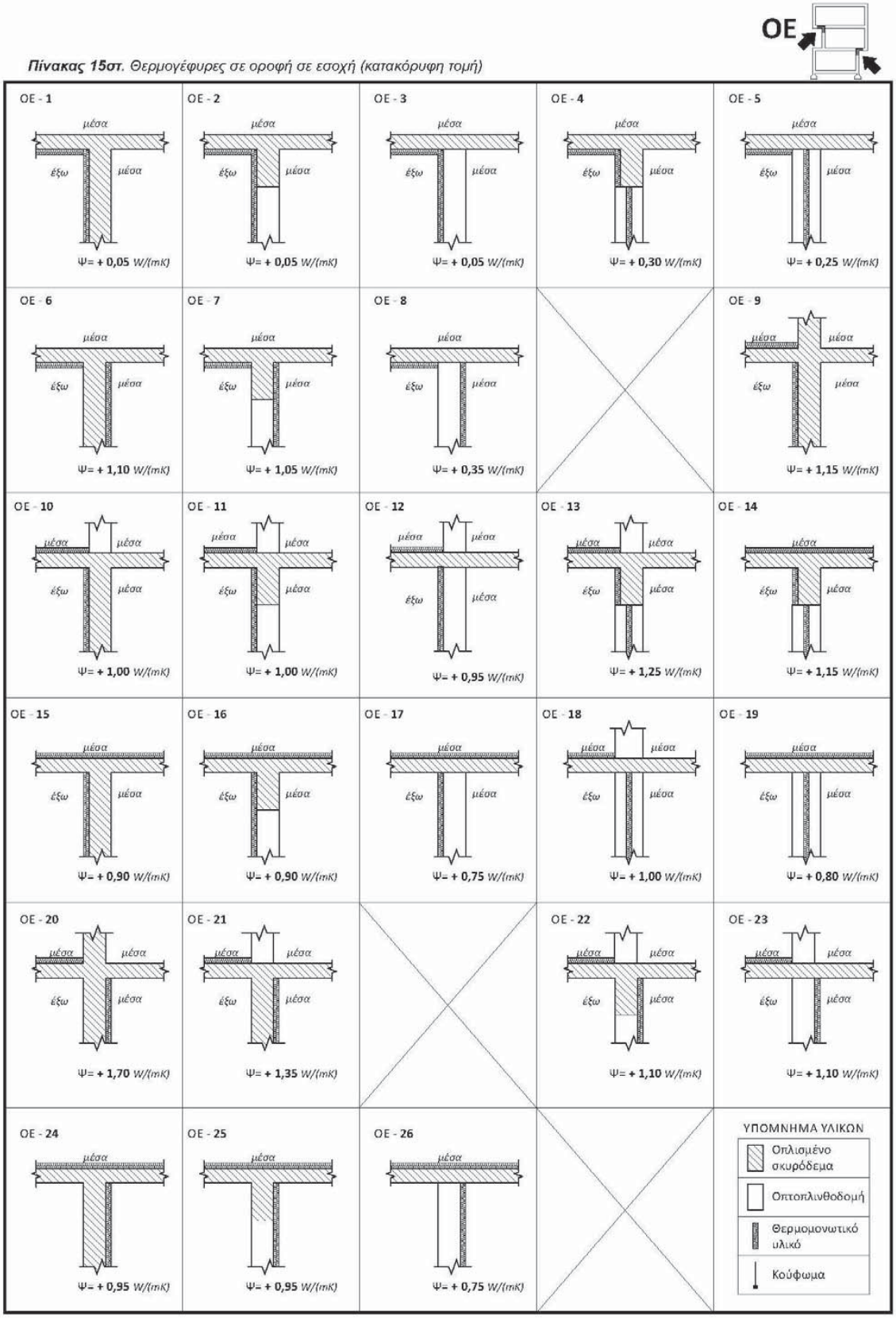
ΔΠ-1  Ψ= **- 0,25** *W/(mK)*	ΔΠ-2  Ψ= **- 0,20** *W/(mK)*	ΔΠ-3  Ψ= **- 0,25** *W/(mK)*	ΔΠ-4  Ψ= **- 0,20** *W/(mK)*	ΔΠ-5  Ψ= **- 0,20** *W/(mK)*
ΔΠ-6  Ψ= **+ 0,80** *W/(mK)*	ΔΠ-7  Ψ= **+ 0,65** *W/(mK)*	ΔΠ-8  Ψ= **+ 1,15** *W/(mK)*	ΔΠ-9  Ψ= **+ 0,85** *W/(mK)*	ΔΠ-10  Ψ= **+ 0,55** *W/(mK)*
	ΔΠ-11  Ψ= **+ 0,65** *W/(mK)*	ΔΠ-12  Ψ= **+ 0,75** *W/(mK)*	ΔΠ-13  Ψ= **+ 0,75** *W/(mK)*	ΔΠ-14  Ψ= **+ 0,50** *W/(mK)*
ΔΠ-15  Ψ= **+ 0,55** *W/(mK)*	ΔΠ-16  Ψ= **+ 0,05** *W/(mK)*	ΔΠ-17  Ψ= **+ 0,65** *W/(mK)*	ΔΠ-18  Ψ= **+ 0,05** *W/(mK)*	ΔΠ-19  Ψ= **+ 0,05** *W/(mK)*
ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΥΛΙΚΩΝ Οπλισμένο σκυρόδεμα Οπτοπλινθοδομή Θερμομονωτικό υλικό Κούφωμα	ΔΠ-20  Ψ= **± 0,00** *W/(mK)*	ΔΠ-21  Ψ= **± 0,00** *W/(mK)*	ΔΠ-22  Ψ= **± 0,00** *W/(mK)*	ΔΠ-23  Ψ= **± 0,00** *W/(mK)*
ΔΠ-24  Ψ= **+ 0,60** *W/(mK)*	ΔΠ-25  Ψ= **+ 0,55** *W/(mK)*	ΔΠ-26  Ψ= **+ 0,60** *W/(mK)*	ΔΠ-27  Ψ= **+ 0,55** *W/(mK)*	ΔΠ-28  Ψ= **+ 0,40** *W/(mK)*



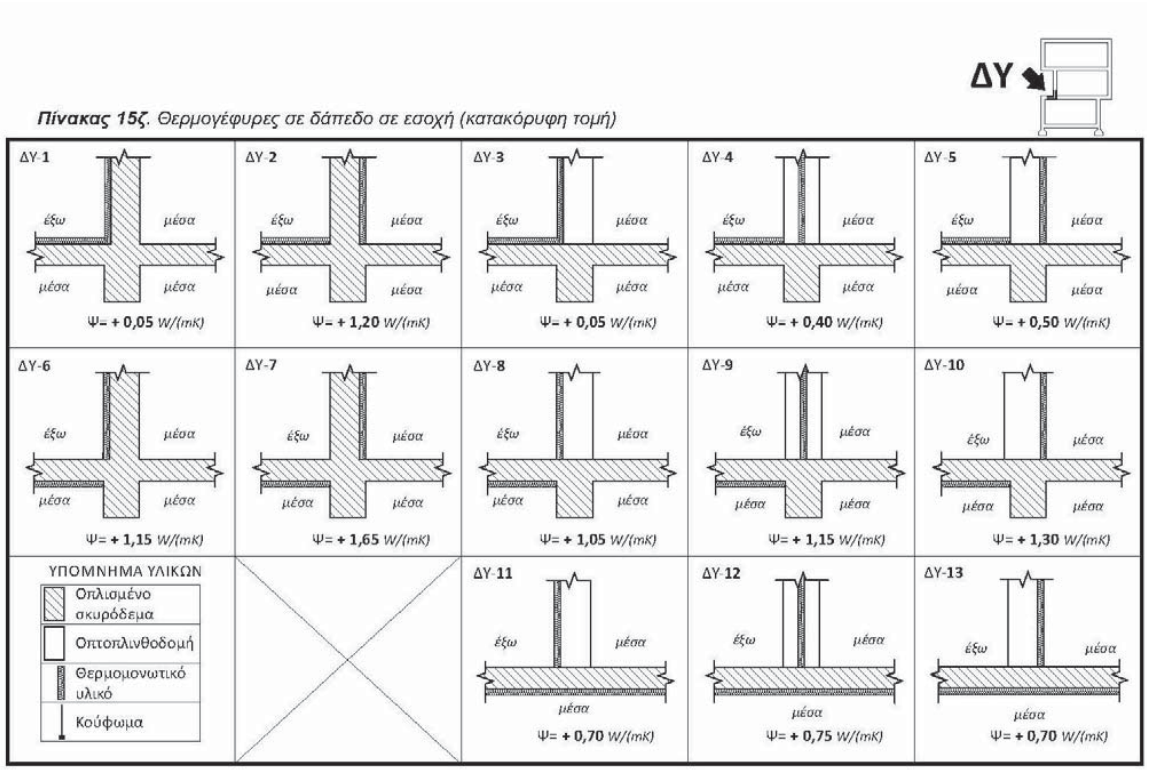
Πίνακας 15ε. *(συνέχεια). Θερμογέφυρες δαπέδου σε προεξοχή / δαπέδου επάνω απο πυλωτή (κατακόρυφη τομή)*



ΟΕ


Πίνακας 15στ. Θερμογέφυρες σε οροφή σε εσοχή (κατακόρυφη τομή)
ΟΕ - 1
μέσα
έξω
μέσα
Ψ= + 0,05 W/(mK)
ΟΕ - 2
μέσα
έξω
μέσα
Ψ= + 0,05 W/(mK)
ΟΕ - 3
μέσα
έξω
μέσα
Ψ= + 0,05 W/(mK)
ΟΕ - 4
μέσα
έξω
μέσα
Ψ= + 0,30 W/(mK)
ΟΕ - 5
μέσα
έξω
μέσα
Ψ= + 0,25 W/(mK)
ΟΕ - 6
μέσα
έξω
μέσα
Ψ= + 1,10 W/(mK)
ΟΕ - 7
μέσα
έξω
μέσα
Ψ= + 1,05 W/(mK)
ΟΕ - 8
μέσα
έξω
μέσα
Ψ= + 0,35 W/(mK)
ΟΕ - 9
μέσα
μέσα
έξω
μέσα
Ψ= + 1,15 W/(mK)
ΟΕ - 10
μέσα
μέσα
έξω
μέσα
Ψ= + 1,00 W/(mK)
ΟΕ - 11
μέσα
μέσα
έξω
μέσα
Ψ= + 1,00 W/(mK)
ΟΕ - 12
μέσα
μέσα
έξω
μέσα
Ψ= + 0,95 W/(mK)
ΟΕ - 13
μέσα
μέσα
έξω
μέσα
Ψ= + 1,25 W/(mK)
ΟΕ - 14
μέσα
έξω
μέσα
Ψ= + 1,15 W/(mK)
ΟΕ - 15
μέσα
έξω
μέσα
Ψ= + 0,90 W/(mK)
ΟΕ - 16
μέσα
έξω
μέσα
Ψ= + 0,90 W/(mK)
ΟΕ - 17
μέσα
έξω
μέσα
Ψ= + 0,75 W/(mK)
ΟΕ - 18
μέσα
μέσα
έξω
μέσα
Ψ= + 1,00 W/(mK)
ΟΕ - 19
μέσα
έξω
μέσα
Ψ= + 0,80 W/(mK)
ΟΕ - 20
μέσα
μέσα
έξω
μέσα
Ψ= + 1,70 W/(mK)
ΟΕ - 21
μέσα
μέσα
έξω
μέσα
Ψ= + 1,35 W/(mK)
ΟΕ - 22
μέσα
μέσα
έξω
μέσα
Ψ= + 1,10 W/(mK)
ΟΕ - 23
μέσα
μέσα
έξω
μέσα
Ψ= + 1,10 W/(mK)
ΟΕ - 24
μέσα
Ψ= + 0,95 W/(mK)
ΟΕ - 25
μέσα
Ψ= + 0,95 W/(mK)
ΟΕ - 26
μέσα
Ψ= + 0,75 W/(mK)
ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΥΛΙΚΩΝ
Οπλισμένο σκυρόδεμα
Οπτοπλινθοδομή
Θερμομονωτικό υλικό
Κούφωμα

Πίνακας 15ζ. *Θερμογέφυρες σε δάπεδο σε εσοχή (κατακόρυφη τομή)*

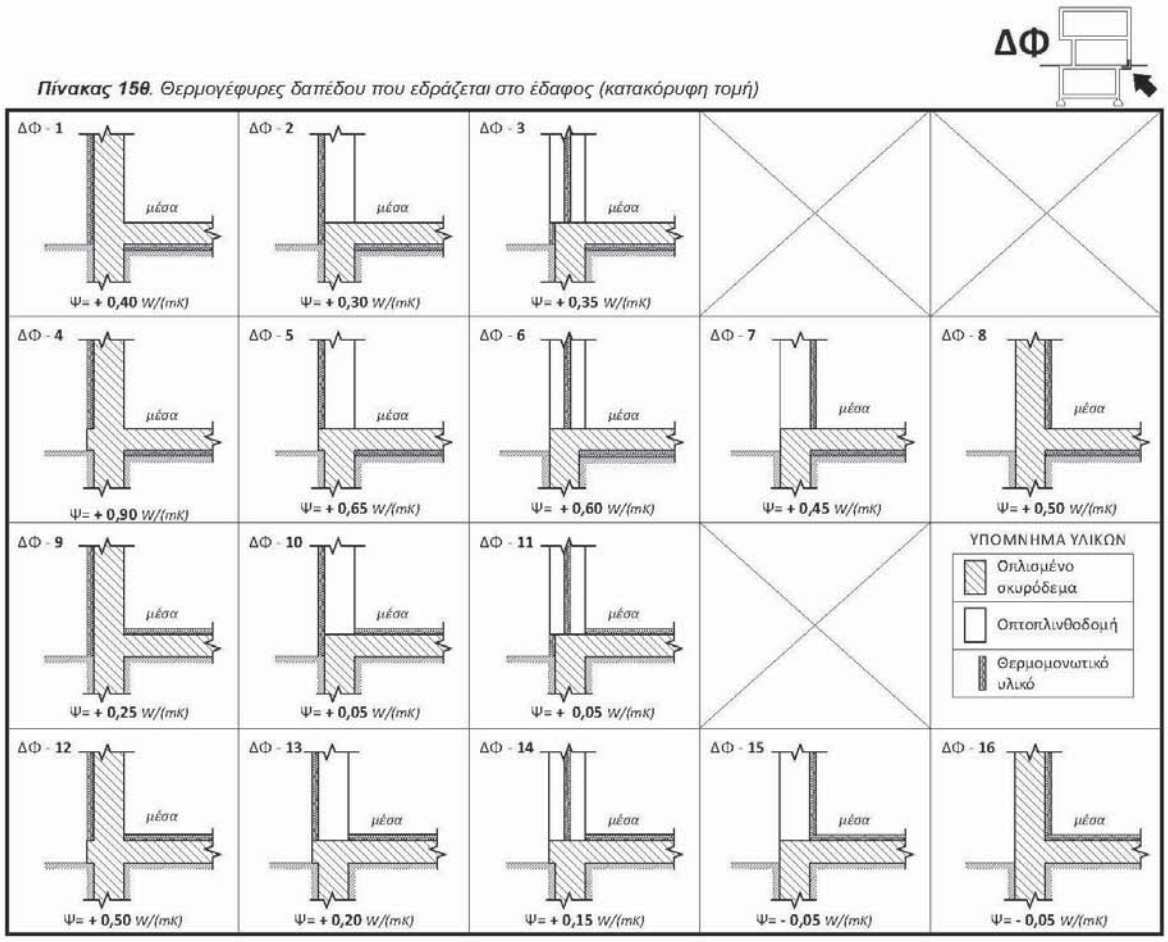


ΕΔ

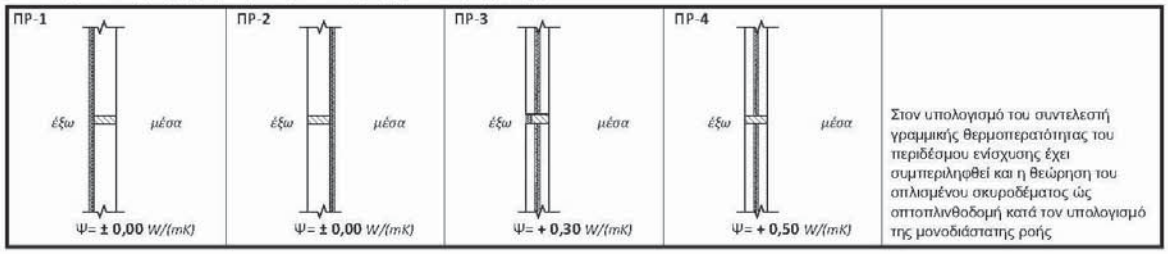
Πίνακας 15η. *Θερμογέφυρες σε ενδιάμεσο δάπεδο (κατακόρυφη τομή)*

ΕΔ - 1 έξω μέσα μέσα Ψ= ± 0,00 W/(mK)	ΕΔ - 2 έξω μέσα μέσα Ψ= ± 0,00 W/(mK)	ΕΔ - 3 έξω μέσα μέσα Ψ= ± 0,00 W/(mK)	ΕΔ - 4 έξω μέσα μέσα Ψ= ± 0,00 W/(mK)
ΕΔ - 5 έξω μέσα μέσα Ψ= + 1,10 W/(mK)	ΕΔ - 6 έξω μέσα μέσα Ψ= + 1,00 W/(mK)	ΕΔ - 7 έξω μέσα μέσα Ψ= + 0,95 W/(mK)	ΕΔ - 8 έξω μέσα μέσα Ψ= + 0,85 W/(mK)
	ΕΔ - 9 έξω μέσα μέσα Ψ= + 0,25 W/(mK)	ΕΔ - 10 έξω μέσα μέσα Ψ= + 0,45 W/(mK)	ΕΔ - 11 έξω μέσα μέσα Ψ= 0,45 W/(mK)
	ΕΔ - 12 έξω μέσα μέσα Ψ= + 1,10 W/(mK)	ΕΔ - 13 έξω μέσα μέσα Ψ= + 1,25 W/(mK)	ΕΔ - 14 έξω μέσα μέσα Ψ= + 0,90 W/(mK)
ΕΔ - 15 έξω μέσα μέσα Ψ= + 1,25 W/(mK)	ΕΔ - 16 έξω μέσα μέσα Ψ= + 1,05 W/(mK)	ΕΔ - 17 έξω μέσα μέσα Ψ= + 1,05 W/(mK)	ΕΔ - 18 έξω μέσα μέσα Ψ= + 0,90 W/(mK)
ΕΔ - 19 έξω μέσα μέσα Ψ= + 1,10 W/(mK)	ΕΔ - 20 έξω μέσα μέσα Ψ= + 1,00 W/(mK)	ΕΔ - 21 έξω μέσα μέσα Ψ= + 0,95 W/(mK)	ΕΔ - 22 έξω μέσα μέσα Ψ= + 0,85 W/(mK)
ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΥΛΙΚΩΝ Οπλισμένο σκυρόδεμα Οπτοπλινθοδομή Θερμομονωτικό υλικό Κούφωμα	ΕΔ - 23 έξω μέσα μέσα Ψ= + 1,10 W/(mK)	ΕΔ - 24 έξω μέσα μέσα Ψ= + 1,25 W/(mK)	ΕΔ - 25 έξω μέσα μέσα Ψ= + 0,90 W/(mK)

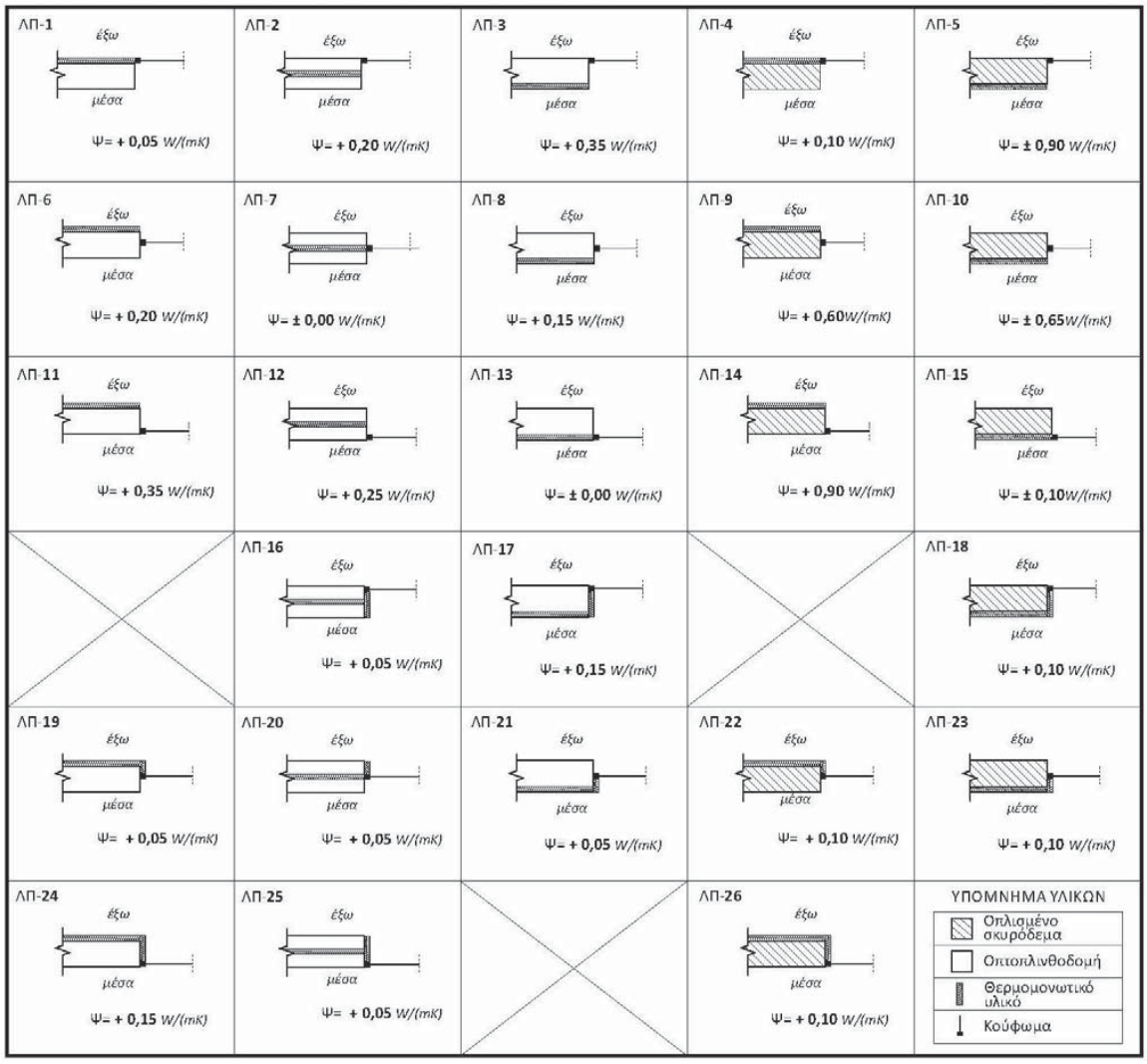
Πίνακας 15θ. *Θερμογέφυρες δαπέδου που εδράζεται στο έδαφος (κατακόρυφη τομή)*



Πίνακας 15ι. *Θερμογέφυρες περίδεσμου ενίσχυσης (κατακόρυφη τομή)*

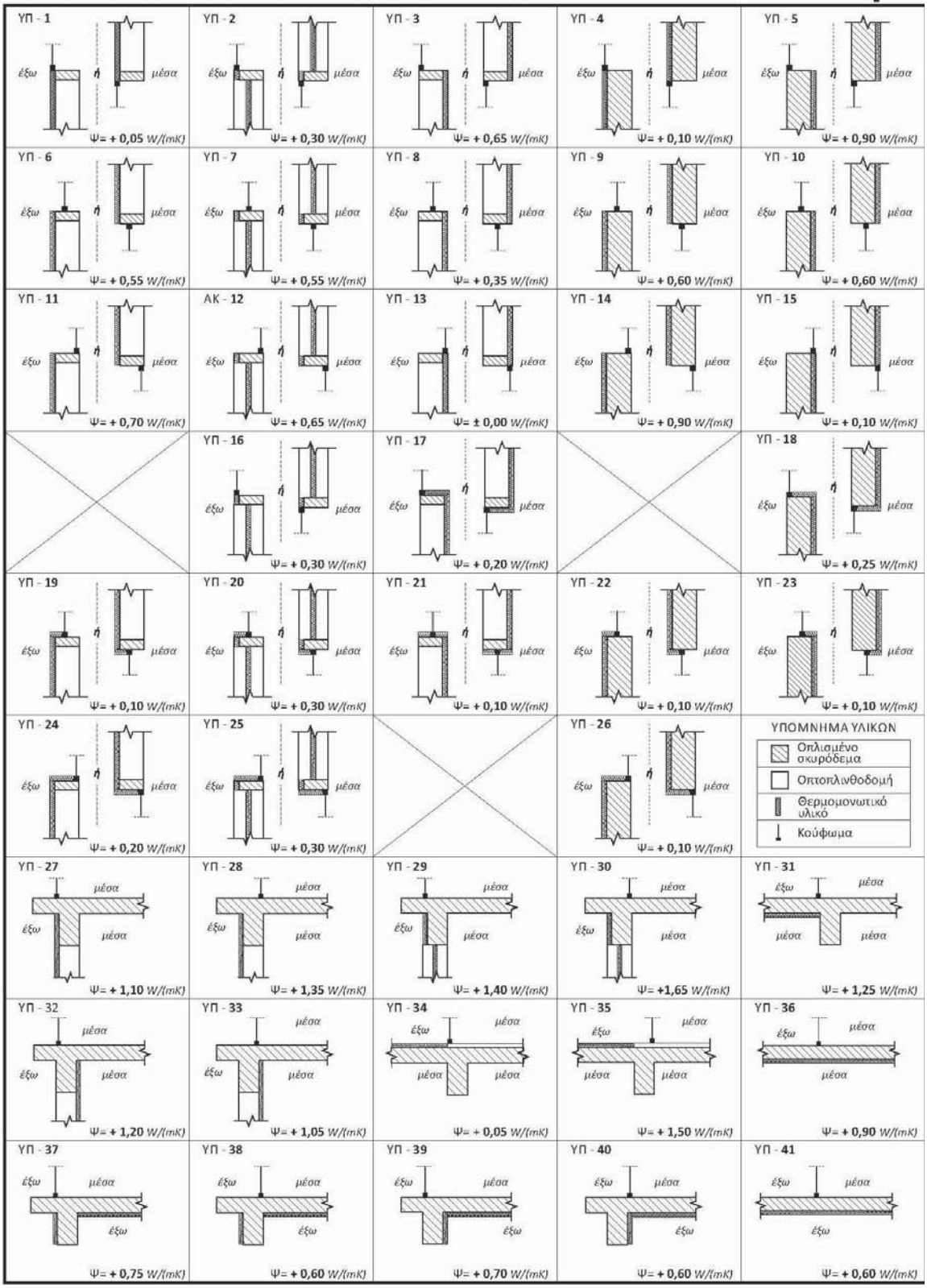


Πίνακας 15ια. *Θερμογέφυρες σε λαμπά κουφώματος (οριζόντια τομή)*



Πίνακας 15ιβ. *Θερμογέφυρες σε ανωκάσι / κατωκάσι κουφώματος (κατακόρυφη τομή)*

ΥΠ



Παράρτημα 3

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - Υ.Π.ΕΝ.
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ
ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2017

ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΕΝΤΥΠΑ ΕΚΘΕΣΕΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ, ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΤΟΥ Κ.ΕΝ.Α.Κ. (2017)

Α΄ έκδοση

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2017

Η ομάδα εργασίας που επεξεργάστηκε την παρούσα αναθεωρημένη έκδοση της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.:

Ονοματεπώνυμο	**Ειδικότητα**
ΑΡΑΒΑΝΤΙΝΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	Δρ ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΒΟΥΡΛΙΩΤΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ	Δρ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΔΑΣΚΑΛΑΚΗ ΕΛΕΝΑ	Δρ ΦΥΣΙΚΟΣ ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΔΟΥΛΟΣ ΛΑΜΠΡΟΣ	Δρ ΦΥΣΙΚΟΣ ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΔΡΟΥΤΣΑ ΚΑΛΛΙΟΠΗ	MSc ΦΥΣΙΚΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΥΘΥΜΙΑΔΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ	Δρ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΘΕΟΔΟΣΙΟΥ ΘΕΟΔΩΡΟΣ	Δρ ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΚΑΡΕΛΛΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ	Δρ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΚΟΡΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ	Δρ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΛΑΣΚΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΜΑΝΤΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	MSc ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΜΠΑΛΑΡΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	Δρ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΜΠΑΡΜΠΑΡΙΤΣΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	MPhil ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΠΑΛΛΗΣ ΠΛΑΤΩΝΑΣ	ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΠΑΝΤΕΛΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ	ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΠΕΤΡΟΛΙΑΓΚΗ ΜΑΡΓΑΡΙΤΑ	Δρ ΧΗΜΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΤΣΙΚΑΛΟΥΔΑΚΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ	Δρ ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ 2017

Στο πλαίσιο της Κοινοτικής Οδηγίας 91/2002/ΕΚ «για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων», η χώρα μας είχε την υποχρέωση να εναρμονιστεί μέχρι τον Ιανουάριο του 2006 με την έκδοση και την εφαρμογή σχετικών νομοθετικών διατάξεων. Το πρώτο βήμα για την εναρμόνισή μας με την Κοινοτική Οδηγία αυτή ήταν η έκδοση του ν. 3661/2008 (ΦΕΚ Α΄ 89) «Μέτρα για τη μείωση της Ενεργειακής Κατανάλωσης των Κτιρίων και άλλες διατάξεις». Βάσει του νόμου υπήρχε η υποχρέωση έκδοσης σχετικού «Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης κτηρίων» (Κ.Εν.Α.Κ.) στον οποίο, μεταξύ άλλων, θα πρέπει να καθορίζονται οι ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές και απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης των νέων και ριζικά ανακαινιζόμενων, καθώς και η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων (ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13790 και των λοιπών σχετικών προτύπων). Η οδηγία 91/2002/ΕΚ τροποποιήθηκε από την οδηγία 31/2010/ΕΚ και η εναρμόνισή μας με τη νέα οδηγία έγινε με την έκδοση του νέου νόμου 4122/2013 (ΦΕΚ Α' 42) «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων - Εναρμόνιση με την οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις».

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) αποτελεί υποχρέωση της χώρας τόσο προς τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Κοινοτική Οδηγία), αλλά περισσότερο προς τους πολίτες της. Ο κτιριακός πλούτος της χώρας πρέπει, σύμφωνα με τις σύγχρονες απαιτήσεις διαβίωσης, να αποκτήσει καλύτερη ενεργειακή συμπεριφορά μέσω της σωστής διαχείρισης και εξοικονόμησης ενέργειας. Με αυτό τον τρόπο, εκτός από την ασφάλεια και την αισθητική που μέχρι σήμερα ήταν τα κυριότερα στοιχεία ενός κτηρίου, προστίθεται και η μέριμνα, έτσι ώστε η κατανάλωση ενέργειας να είναι κατά το δυνατόν χαμηλότερη, με ταυτόχρονη εξασφάλιση άριστων συνθηκών για τους χρήστες. Η αποτελεσματική διαχείριση της ενέργειας προστατεύει άμεσα και έμμεσα το περιβάλλον, εξοικονομεί ενεργειακούς πόρους και επιπλέον συμβάλλει στην οικονομία όχι μόνο των χρηστών των κτηρίων, αλλά και της ίδιας της χώρας.

Το 2010, το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας αξιοποιώντας το επιστημονικό δυναμικό των Μελών, του κατάρτισε σε συνεργασία με την Πολιτεία τις απαραίτητες Τεχνικές Οδηγίες, οι οποίες εξειδικεύουν τα πρότυπα των μελετών και των επιθεωρήσεων της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, στα Ελληνικά κλιματικά και κτιριακά δεδομένα. Παράλληλα το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας ανέπτυξε ειδικό λογισμικό για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και κατάταξης (βαθμονόμησης) των κτηρίων, τόσο κατά την διαδικασία ενεργειακών επιθεωρήσεων, όσο και κατά την εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης.

Το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας υλοποιώντας τη δέσμευση του για τη συνεχή υποστήριξη της αποτελεσματικής εφαρμογής του Κ.Εν.Α.Κ, συνέβαλε καθοριστικά στην αναθεώρηση του ΚΕΝΑΚ, βάσει των διατάξεων του Ν. 4122/2013, και προχώρησε στην αναθεώρηση των σχετικών Τεχνικών Οδηγιών σε συνεργασία με την Πολιτεία.

Οφείλω να ευχαριστήσω όλους τους συναδέλφους, και τους υπόλοιπους επιστήμονες άλλων ειδικοτήτων, που με όραμα και επιμονή συνέβαλαν καθοριστικά στη διαμόρφωση του Κ.Εν.Α.Κ και των ΤΟΤΕΕ.

Το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας ως τεχνικός σύμβουλος της πολιτείας, αλλά και εκπροσωπώντας τα Μέλη του, τους Διπλωματούχους Μηχανικούς, στήριξε και θα συνεχίσει να στηρίζει στο μέλλον την αποτελεσματική εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ.

Ο Πρόεδρος του ΤΕΕ

Γιώργος Ν. Στασινός

Ομάδα εργασίας που συνέταξε αυτήν την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε:

Ονοματεπώνυμο	**Ειδικότητα**
ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	Πολιτικός Μηχανικός
ΓΑΓΛΙΑ ΑΘΗΝΑ	Μηχανολόγος Μηχανικός MSc
ΓΙΑΝΝΑΚΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΔΑΣΚΑΛΑΚΗ ΕΛΕΝΑ	Δρ. Φυσικός
ΔΡΟΥΤΣΑ ΚΑΛΛΙΟΠΗ	Φυσικός MSc
ΚΟΝΤΟΓΙΑΝΝΙΔΗΣ ΣΙΜΩΝ	Φυσικός MSc
ΚΟΡΑΣ ΓΙΩΡΓΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΜΑΛΛΑΧΙΑΣ ΓΙΩΡΓΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΜΑΝΤΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός MSc
ΜΑΡΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΜΑΡΗΣ ΤΗΛΕΜΑΧΟΣ	Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
ΜΠΑΛΑΡΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΣΩΦΡΟΝΗΣ ΗΛΙΑΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η κλιματική αλλαγή, η ενεργειακή απεξάρτηση από τρίτες χώρες και η αναγκαιότητα αναβάθμισης του υπάρχοντος κτιριακού αποθέματος οδήγησαν την Ευρώπη στην έκδοση της Κοινοτικής Οδηγίας 2002/91/ΕΚ περί ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων. Η Χώρα μας, ως όφειλε απέναντι στις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης και κυρίως απέναντι στους Πολίτες της, εναρμόνισε την εθνική μας νομοθεσία με την Κοινοτική Οδηγία, σύμφωνα με τον Νόμο 3661/2008.

Προϋπόθεση για την εφαρμογή του Νόμου υπήρξε η έκδοση του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ) και το Προεδρικό Διάταγμα που θα καθόριζε τις προδιαγραφές και τις διαδικασίες εφαρμογής του συστήματος των Ενεργειακών Επιθεωρητών των Κτηρίων.

Η προσπάθεια έκδοσής τους διήρκησε συνολικά τρία χρόνια και έχει πια ολοκληρωθεί. Σε αυτήν τη μακρά πορεία δοκιμάστηκαν πολλά διαφορετικά μοντέλα επιστημονικής μεθοδολογίας και άλλαξαν αμέτρητες φορές οι επιμέρους διατάξεις. Είναι αξιοσημείωτη η μεγάλη καθυστέρηση, ενώ η Χώρα, αρκετά χρόνια πριν την έκδοση της Κοινοτικής Οδηγίας, είχε ανενεργή πλήρη πρόταση και κανονισμό (Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.).

Το ΤΕΕ, ως τεχνικός Σύμβουλος της Πολιτείας και εκπροσωπώντας τα 106.000 πλέον Μέλη του, συνέβαλε καθοριστικά στη σύνταξη του Κ.Εν.Α.Κ και των Τεχνικών Οδηγιών του ΤΕΕ (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.), οι οποίες εξειδικεύουν τα πρότυπα των μελετών και των επιθεωρήσεων της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στα ελληνικά κλιματικά και κτιριακά δεδομένα. Για τον λόγο αυτόν, ενεργοποίησε πάνω από εκατό επιστήμονες διαφόρων ειδικοτήτων οι οποίοι ανέπτυξαν και ολοκλήρωσαν τις παραπάνω οδηγίες και έθεσαν τις βάσεις, ώστε τα οφέλη του εγχειρήματος εξοικονόμησης ενέργειας να είναι πολλαπλά, δηλαδή

- να είναι η ενεργειακή επιθεώρηση μια ουσιαστική επιθεώρηση αναβάθμισης του κτιριακού αποθέματος και όχι μια γραφειοκρατική, τυπική διαδικασία και
- να αλλάξει η ενεργειακή μελέτη τις ως σήμερα διακριτές μελέτες αρχιτεκτονικών, στατικών και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και να εισαγάγει στην εκπόνηση των μελετών την ουσιαστική συνεργασία και το κοινό σχεδιασμό, τη συμφιλίωση, δηλαδή, της σύγχρονης αρχιτεκτονικής με την τεχνολογία.

Αξίζει να επισημανθεί η καινοτομία εισαγωγής της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής Κτηρίων, μέσω του Κ.Εν.Α.Κ και των Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., στο σχεδιασμό των κτηρίων μας.

Οφείλω να ευχαριστήσω όλους τους συναδέλφους, και τους υπόλοιπους επιστήμονες άλλων ειδικοτήτων, που με όραμα και επιμονή και κυρίως εθελοντική εργασία συνέβαλαν καθοριστικά στη διαμόρφωση του Κ.Εν.Α.Κ και των Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Ιδιαίτερα, θα ήθελα να ξεχωρίσω τη συμβολή των παρακάτω συναδέλφων, τους οποίους και αναφέρω αλφαβητικά:

- Γαγλία Αθηνά, ΜΜ, που καθ’ όλη τη διάρκεια της προσπάθειας αυτής του ΤΕΕ κατέβαλε υπεράνθρωπες προσπάθειες
- Γιδάκου Λία, ΧΜ, στέλεχος του ΥΠΕΚΑ που στήριξε πολύπλευρα την προσπάθεια του ΤΕΕ
- Ευθυμιάδη Απόστολο, ΜΜ, και την Επιτροπή Κ.Εν.Α.Κ του ΤΕΕ, που εισήγαγαν και στήριξαν τη μέθοδο του κτηρίου αναφοράς
- Λάσκο Κώστα, ΠΜ
- Μαντά Δημήτρη, ΜΜ
- Μπαλαρά Κωνσταντίνο, ΜΜ, Διευθυντή Ερευνών Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών

και

- τον Αραβαντινό Δημήτρη, Αναπληρωτή Καθηγητή του ΑΠΘ,
- τα στελέχη του ΚΑΠΕ,
- τα στελέχη του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών.

Το ΤΕΕ, υπερήφανο για την έως σήμερα συμβολή του, δεσμεύεται για τη συνέχιση της έκδοσης νέων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. και την αναβάθμιση των υπαρχόντων.

Το εγχείρημα της εξοικονόμησης ενέργειας, του μεγαλύτερου εγχώριου ενεργειακού κοιτάσματος της χώρας μας, μπορεί να αποτελέσει την αιχμή της προσπάθειάς μας για την ανάταξη του περιβάλλοντος για την αναβάθμιση των φυσικών και τεχνητών συνθηκών της ποιότητας της ζωής μας, για μια νέα παραγωγική δομή, για την ανάπτυξη της χώρας μας.

Ο Πρόεδρος του ΤΕΕ

Χρήστος Σπίρτζης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....
1.1. Σύμβολα - Συντομογραφίες .....
2. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ .....
2.1. Οδηγίες συμπλήρωσης έκθεσης ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου .....
2.1.1. Πίνακας 1α. Γενικά στοιχεία κτηρίου .....
2.1.2. Πίνακας 1β. Κλιματικά .....
2.1.3. Πίνακας 1γ. Πηγές δεδομένων .....
2.1.4. Πίνακας 2. Τοπογραφικό διάγραμμα, σκαρίφημα & φωτογραφία κτηρίου .....
2.1.5. Πίνακας 3α. Γενικά κατασκευαστικά στοιχεία κτηρίου .....
2.1.6. Πίνακας 3β. Κατανάλωση ενέργειας - Ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος .....
2.1.7. Πίνακας 4. Συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
2.1.8. Πίνακας 4.1. Φωτοβολταϊκά (Φ/Β) .....
2.1.9. Πίνακας 4.2. Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος .....
2.1.10. Πίνακας 5. Συμπαραγωγή ηλεκτρισμού & θερμότητας (Σ.Η.Θ.) .....
2.1.11. Πίνακας 6. Ύδρευση, αποχέτευση, άρδευση κτηρίου .....
2.1.12. Πίνακας 7. Ανελκυστήρες & κυλιόμενες σκάλες κτηρίου .....
2.1.13. Πίνακας 8. Γενικά χαρακτηριστικά θερμικών ζωνών .....
2.1.14. Πίνακας 9. Κτηριακό κέλυφος .....
2.1.15 Πίνακας 10. Παθητικά ηλιακά συστήματα .....
2.1.16 Πίνακας 11. Συστήματα παραγωγής, διανομής και εκπομπής για θέρμανση, ψύξη και κλιματισμό ...
2.1.17 Πίνακας 12. Συστήματα παραγωγής και διανομής Z.N.X. .....
2.1.18 Πίνακας 13. Συστήματα φωτισμού .....
2.1.19 Πίνακας 14. Συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) για παραγωγή θερμικής ενέργειας
2.1.20 Πίνακας 15. Μη θερμαινόμενοι χώροι ή/και ηλιακοί χώροι .....
2.1.21 Έλεγχος παραμέτρων ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου .....
2.2 Οδηγίες ηλεκτρονικής καταχώρησης ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου .....
2.2.1 Απόδοση αριθμού πρωτοκόλλου .....
2.2.2 Εισαγωγή ενεργειακής επιθεώρησης στη βάση δεδομένων (Β.Δ.) .....
2.2.3 Οριστική υποβολή ενεργειακής επιθεώρησης - Έκδοση Π.Ε.Α. .....
2.3 ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (Π.Ε.Α.) ΚΤΗΡΙΩΝ .....
3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ .....
3.1 Οδηγίες συμπλήρωσης έκθεσης ενεργειακής επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης .....
3.1.1 Πίνακας 1. Γενικά στοιχεία κτηρίου .....
3.1.2 Πίνακας 2. Γενικά χαρακτηριστικά κτηρίου & συστημάτων .....
3.1.3 Πίνακας 3. Υφιστάμενη κατάσταση συστήματος .....
3.1.4 Πίνακας 4. Κατανάλωση καυσίμων .....
3.1.5 Πίνακας 5. Κατανομή δαπανών .....
3.1.6 Πίνακας 6. Τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος διανομής .....
3.1.7 Πίνακας 7. Διάγνωση υφιστάμενης κατάστασης λέβητα / καυστήρα .....
3.1.8 Πίνακας 8. Τεχνικά χαρακτηριστικά λέβητα / καυστήρα .....
3.1.8.1 Πίνακας 8.1. Τεχνικά χαρακτηριστικά λέβητα .....
3.1.8.2 Πίνακας 8.2. Τεχνικά Χαρακτηριστικά Καυστήρα .....
3.1.8.3 Πίνακας 8.3. Τεχνικά Χαρακτηριστικά Καπναγωγού & Καπνοδόχου .....
3.1.8.4 Πίνακας 8.4. Δεξαμενή καυσίμου .....
3.1.9 Πίνακας 9. Ενδείξεις μετρητών .....
3.1.10 Πίνακας 10. Μετρούμενα - υπολογιζόμενα μεγέθη από φύλλο συντήρησης και ρύθμισης των εγκαταστάσεων σταθερών εστιών καύσης για τη θέρμανση κτηρίων και νερού .....
3.1.11 Πίνακας 11. Θερμοστατικές Ρυθμίσεις Λειτουργίας Λέβητα .....
3.1.12 Πίνακας 12. Έλεγχος Σωστής Λειτουργίας .....

3.1.13 Πίνακας 13. Τελική Διάγνωση για το σύστημα λέβητα / καυστήρα
3.1.14 Πίνακας 14. Τεχνικά χαρακτηριστικά τερματικών μονάδων (Τ.Μ.) απόδοσης θέρμανσης
3.1.15 Πίνακας 15. Χαρακτηριστικά συστημάτων ελέγχου
3.1.16 Πίνακας 16. Τελική διάγνωση για το σύστημα θέρμανσης
3.1.17 Πίνακας 17. Διαπιστώσεις / Υποδείξεις
3.2 Οδηγίες ηλεκτρονικής καταχώρησης έκθεσης επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης
3.2.1 Απόδοση αριθμού πρωτοκόλλου
3.2.2 Εισαγωγή ενεργειακής επιθεώρησης στη Β.Δ.
3.2.3 Οριστική υποβολή ενεργειακής επιθεώρησης
4 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ
4.1 Οδηγίες συμπλήρωσης έκθεσης συστημάτων κλιματισμού
4.1.1 Πίνακας 1. Γενικά στοιχεία κτηρίου
4.1.2 Πίνακας 2. Γενικά χαρακτηριστικά κτηρίου & συστημάτων
4.1.3 Πίνακας 3. Υφιστάμενη κατάσταση συστήματος
4.1.4 Πίνακας 4. Κατανάλωση ενέργειας
4.1.5 Πίνακας 5. Κατανομή Δαπανών
4.1.6 Πίνακας 6. Τεχνικά χαρακτηριστικά μονάδας παραγωγής ψύξης
4.1.7 Πίνακας 7. Τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος διανομής
4.1.8 Πίνακας 8. Τεχνικά χαρακτηριστικά τερματικών μονάδων
4.1.8.1 Πίνακας 8.1 Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες (Κ.Κ.Μ.)
4.1.8.2 Πίνακας 8.2 Διάγνωση υφιστάμενης κατάστασης Κ.Κ.Μ.
4.1.8.3 Πίνακας 8.3. Συστήματα μηχανικού αερισμού / εξαερισμού
4.1.8.4 Πίνακας 8.4 Μετρήσεις Τεχνικών Χαρακτηριστικών Κ.Κ.Μ. και συστήματος αερισμού
4.1.8.5 Πίνακας 8.5. Άλλες τερματικές μονάδες (ΤΜ)
4.1.8.6 Πίνακας 8.6. Διάγνωση υφιστάμενης κατάστασης Τ.Μ.
4.1.8.7 Πίνακας 8.7. Βοηθητικές μονάδες διανομής θερμικής και ψυκτικής ενέργειας
4.1.9 Πίνακας 9. Χαρακτηριστικά Συστημάτων Ελέγχου
4.1.10 Πίνακας 10. Τελική διάγνωση
4.1.11 Πίνακας 11. Διαπιστώσεις / υποδείξεις
4.2. Οδηγίες ηλεκτρονικής καταχώρησης έκθεσης επιθεώρησης συστημάτων κλιματισμού
4.2.1 Απόδοση αριθμού πρωτοκόλλου
4.2.2 Εισαγωγή ενεργειακής επιθεώρησης στη Β.Δ.
4.2.3 Οριστική υποβολή ενεργειακής επιθεώρησης
5 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.1
Έκθεση ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.2
Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.)
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'
Έκθεση ενεργειακής επιθεώρησης συστήματος θέρμανσης
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ'
Έκθεση ενεργειακής επιθεώρησης συστήματος κλιματισμού
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ'
Κατάλογος επιτρεπόμενων και προτεινόμενων τιμών για την ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίου

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα τεχνική οδηγία δίνονται αναλυτικές οδηγίες για :

α) τη σύνταξη των εκθέσεων που αφορούν στην:

- ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίου,
- ενεργειακή επιθεώρηση συστημάτων θέρμανσης,
- ενεργειακή επιθεώρηση συστημάτων κλιματισμού,

β) την ηλεκτρονική καταχώρηση των ενεργειακών επιθεωρήσεων κτηρίου και των εκθέσεων επιθεώρησης, συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού,

γ) την ηλεκτρονική έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (Π.Ε.Α.) κτηρίου και των εκθέσεων επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού.

Επίσης, καθορίζονται οι επιτρεπόμενες τιμές παραμέτρων που καταχωρούνται στα ηλεκτρονικά αρχεία δεδομένων για την ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίου.

Κατά τη διάρκεια των επιθεωρήσεων πρέπει να καταγράφονται όλες οι παράμετροι που απαιτούνται. Η σύνταξη των οδηγιών και των εκθέσεων για τις ενεργειακές επιθεωρήσεις βασίστηκε στα ευρωπαϊκά και εθνικά πρότυπα που αναφέρονται στον πίνακα που ακολουθεί και τα επιπρόσθετα στοιχεία που απαιτούνται από άλλες σχετικές τεχνικές οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.).

ΕΛΟΤ ΕΝ 15217: 2007	Ενεργειακή επίδοση κτηρίων – Μέθοδοι έκφρασης ενεργειακών επιδόσεων και ενεργειακής πιστοποίησης κτηρίων (Energy performance of buildings – Methods for expressing energy performance and for energy certification of buildings).
ΕΛΟΤ ΕΝ 15251:2007	Παράμετροι εσωτερικών περιβαλλοντικών εισροών για το σχεδιασμό και την αποτίμηση των ενεργειακών επιδόσεων κτηρίων σχετικά με την εσωτερική ποιότητα του αέρα, το θερμικό περιβάλλον, το φωτισμό και την ακουστική (Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics).
ΕΛΟΤ ΕΝ 7730:2005	Εργονομία θερμικού περιβάλλοντος - Αναλυτικός προσδιορισμός και ερμηνεία θερμικής άνεσης που χρησιμοποιεί υπολογισμό των δεικτών PMV και PPD και τοπικά κριτήρια θερμικής άνεσης (Moderate thermal environments - Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort).
EN 12464-1:2011	Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places.
EN 15378:2007	Heating systems in buildings – Inspection of boilers and heating systems (Συστήματα θέρμανσης στα κτήρια - Επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης).
EN 15239:2007	Ventilation for buildings - Energy performance of buildings - Guidelines for inspection of ventilation systems (Αερισμός κτηρίων – Ενεργειακή απόδοση κτηρίων – Οδηγίες για την επιθεώρηση εγκαταστάσεων αερισμού).
EN 15240:2007	Ventilation for buildings - Energy performance of buildings - Guidelines for inspection of air-conditioning systems (Αερισμός κτηρίων – Ενεργειακή απόδοση κτηρίων – Οδηγίες για την επιθεώρηση εγκαταστάσεων κλιματισμού).
ΕΕ 1253: 2014	Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 1253/2014 για την εφαρμογή της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2009/125/ΕΚ - Απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού μονάδων εξαερισμού (ή μηχανικού αερισμού), και κατ' εξουσιοδότηση κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 1254/2014 για την σήμανση της κατανάλωσης ενέργειας των οικιακών μονάδων εξαερισμού (ή μηχανικού αερισμού)
ΕΕ 1254: 2014	Κατ' εξουσιοδότηση κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 1254/2014 για τη συμπλήρωση της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2010/30/ΕΕ - Σήμανση της κατανάλωσης ενέργειας των οικιακών μονάδων εξαερισμού (ή μηχανικού αερισμού)
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1	Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017: Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για

	τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης.
T.O.T.E.E. 20701-2	T.O.T.E.E. 20701-2/2017: Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων.
T.O.T.E.E. 20701-3	T.O.T.E.E. 20701-3/2017: Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών.
T.O.T.E.E. 20701-5	T.O.T.E.E. 20701-5/2017: Συμπαραγωγή ηλεκτρισμού, θερμότητας & ψύξης: Εγκαταστάσεις σε κτήρια.

1.1. Σύμβολα - Συντομογραφίες

Αγγλικά	
AC	Εναλλασσόμενο ρεύμα
ACH	Αλλαγές αέρα ανά ώρα
BEMS	Κεντρικό σύστημα ενεργειακής διαχείρισης κτηρίου
BMS	Κεντρικό σύστημα διαχείρισης κτηρίου
COP	Ονομαστικός συντελεστής απόδοσης αντλίας θερμότητας σε λειτουργία θέρμανσης (-) (Χρήση μόνο σε περιπτώσεις που ο αντίστοιχος εποχιακός δεν είναι διαθέσιμος)
SCOP	Εποχιακός συντελεστής απόδοσης αντλίας θερμότητας σε λειτουργία θέρμανσης– με αναφορά στο μέσο κλίμα EN14825:2016
DC	Συνεχές ρεύμα
EER	Ονομαστικός βαθμός ενεργειακής απόδοσης αντλίας θερμότητας σε λειτουργία ψύξης (-) (Χρήση μόνο σε περιπτώσεις που ο αντίστοιχος εποχιακός δεν είναι διαθέσιμος)
SEER	Εποχιακός βαθμός ενεργειακής απόδοσης αντλίας θερμότητας σε λειτουργία ψύξης – με αναφορά στο μέσο κλίμα EN14825:2016
Q_{CE}	Ετήσια Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας για ψύξη (kWh/m^2)
Q_{HE}	Ετήσια Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας για θέρμανση (kWh/m^2)
EP	Ετήσια συνολική υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτηρίου / κτηριακής μονάδας (kWh/m^2)
F_D	Συντελεστής επίδρασης ΦΦ (-)
F_o	Συντελεστής επίδρασης χρηστών (-)
$R_{_se}$	Συντελεστής θερμικής αντίστασης εξωτερικής επιφάνειας, (m²K/W)
R_R	Ετήσια συνολική υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτηρίου αναφοράς (kWh/m^2)
U	Συντελεστής θερμοπερατότητας (W/m^{2}K)
VAV	Σύστημα μεταβλητής παροχής αέρα
Ελληνικά	
α	Γωνία θέασης εμποδίου (^{o}) (υπολογισμός συντελεστών σκίασης)
Α.Α.	Αριθμός ασφαλείας
α/α	Αύξων αριθμός
Α/Γ	Ανεμογεννήτριες
Α.Θ.	Αντλία θερμότητας
Α.Π.	Αριθμός πρωτοκόλλου
Α.Π.Ε.	Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
β	Γωνία προβόλου (^{o}) (υπολογισμός συντελεστών σκίασης)
Β.Δ.	Βάση δεδομένων
γ	Γωνία πλευρικής προεξοχής (^{o}) (υπολογισμός συντελεστών σκίασης)
Ε.Ε.Ι.	Δείκτης ενεργειακής απόδοσης
Ε.ΚΑ.	Ενεργειακή κατηγορία
Ζ.Ν.Χ.	Ζεστό νερό χρήσης
Η/Μ	Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις
θ/δ	Θερμοδιακοπή
Κ.Α.Ε.Κ.	Κωδικός Αριθμός Εθνικού Κτηματολογίου
Κ.Εν.Α.Κ.	Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων
Κ.Κ.Μ.	Κεντρική κλιματιστική μονάδα
λ	Αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού (W/m K)

Μ.Ε.Κ.	Μηχανές εσωτερικής καύσης
Π.Ε.Α.	Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης
Σ.Η.Θ.	Συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας
Τ.Μ.	Τερματικές μονάδες
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.	Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας
Φ.Α.	Φυσικό αέριο
Φ/Β	Φωτοβολταϊκά
Φ.Φ.	Φυσικός φωτισμός
Π.Φ.Φ.	Παράγοντας Φυσικού Φωτισμού
	Σύμβολο για τις επισημάνσεις στο κείμενο που απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή ή έχουν συμβουλευτικό χαρακτήρα.
	Σύμβολο για τις επισημάνσεις στο κείμενο που αφορούν στην ηλεκτρονική καταχώρηση παραμέτρων των ενεργειακών επιθεωρήσεων

2. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

Η ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίου διενεργείται από ενεργειακούς επιθεωρητές, εγγεγραμμένους στο προβλεπόμενο από το άρθρο 17 του ν. 4122/2013 (ΦΕΚ Α’ 42), όπως αντικαταστάθηκε από το άρθρο 54 του ν. 4409/2016 (ΦΕΚ Α’ 136), μητρώο ενεργειακών επιθεωρητών και σύμφωνα με τα οριζόμενα στο άρθρο 12 του ν.4122/2013.

Η ενεργειακή επιθεώρηση αποσκοπεί:

α) στη συλλογή στοιχείων του κτηρίου, του κελύφους και των ηλεκτρομηχανολογικών (Η/Μ) συστημάτων που απαιτούνται για την έκδοση του Π.Ε.Α.,
β) στην εκτίμηση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμό, φωτισμό, ζεστό νερό χρήσης) και συνολικά, βάσει τυπικών δεδομένων λειτουργίας ανά χρήση κτηρίου,
γ) στην ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου,
δ) στην έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (Π.Ε.Α.),
ε) στη σύνταξη τεχνικά εφικτών και οικονομικά συμφερουσών συστάσεων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου.

Ο ενεργειακός επιθεωρητής κατά τη διενέργεια της επιθεώρησης του κτηρίου καταγράφει στοιχεία του κτηρίου σχετικά με:

α) το κτηριακό κέλυφος,
β) το σύστημα θέρμανσης,
γ) το σύστημα ψύξης,
δ) το σύστημα αερισμού,
ε) το σύστημα φωτισμού (για κτήρια τριτογενούς τομέα μόνο),
στ) το σύστημα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας & συμπαραγωγής,
ζ) το σύστημα ύδρευσης, αποχέτευσης & άρδευσης (ενεργοβόρες συσκευές),
η) τους ανελκυστήρες & κυλιόμενες σκάλες κτηρίου,
θ) τις ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος
ι) τις παραμέτρους εσωτερικών συνθηκών άνεσης.

Η διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

1. Ανάθεση της ενεργειακής επιθεώρησης του κτηρίου στον ενεργειακό επιθεωρητή κατόπιν πρόσκλησης από τον ιδιοκτήτη / διαχειριστή του κτηρίου (δηλαδή τον εντολοδόχο του ιδιοκτήτη ή των ιδιοκτητών κτηρίου ή της κτηριακής μονάδας βάσει έγγραφης συμφωνίας αυτών, όπως είναι η απόφαση γενικής συνέλευσης, η σύμβαση μεσιτείας, σύμβαση οικοδομήσεως κ.ά.). Κατά την ανάθεση καθορίζονται με έγγραφη συμφωνία οι υποχρεώσεις των συμβαλλόμενων μερών, του ενεργειακού επιθεωρητή (όπως έκδοση Π.Ε.Α., αριθμός αντιγράφων Π.Ε.Α. ιδίως κατά την κοινή πιστοποίηση της παρ. 5 του άρθρου 11 του ν. 4122/2013, σύνταξη έκθεσης επιθεώρησης, κ.ά.) και του ιδιοκτήτη / διαχειριστή (όπως παροχή γενικών πληροφοριών για τη χρήση και κατασκευή του κτηρίου, το ιδιοκτησιακό καθεστώς, παράδοση της άδειας δόμησης και τυχόν αρχιτεκτονικών και Η/Μ σχεδίων του κτηρίου ως κατασκευασθέντος κ.ά.), για τη

διευκόλυνση της ενεργειακής επιθεώρησης. Δεν αποτελεί υποχρέωση του ενεργειακού επιθεωρητή η ακριβής αποτύπωση του κτηρίου που πρόκειται να επιθεωρήσει.

2. Ηλεκτρονική απόδοση αριθμού πρωτοκόλλου (Α.Π.) ενεργειακής επιθεώρησης, κατόπιν ηλεκτρονικής καταχώρησης των γενικών στοιχείων του κτηρίου σε ειδική μερίδα του προβλεπόμενου, από το άρθρο 17 του ν. 4122/2013, όπως αντικαταστάθηκε από το άρθρο 54 του ν. 4409/2016, αρχείου επιθεωρήσεως κτηρίων. Ο ίδιος αριθμός πρωτοκόλλου χρησιμοποιείται για την ηλεκτρονική καταχώρηση του Π.Ε.Α. στο προαναφερόμενο αρχείο.

3. Επιτόπιο έλεγχο του ενεργειακού επιθεωρητή στο κτήριο, για την επαλήθευση των στοιχείων που του έχουν παρασχεθεί από τον ιδιοκτήτη / διαχειριστή και την καταγραφή όλων των απαραίτητων στοιχείων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου και την έκδοση του Π.Ε.Α. Εφόσον ο ενεργειακός επιθεωρητής δεν έχει στη διάθεσή του τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτηρίου (κατόψεις, όψεις, τομές) «ως κατασκευασθέντος», συντάσσει σκαριφήματα για τη σχηματική αποτύπωση της γεωμετρίας του κτηρίου. Στον ενεργειακό επιθεωρητή παρέχεται από τον ιδιοκτήτη / διαχειριστή, η δυνατότητα επίσκεψης των εσωτερικών κοινόχρηστων και ιδιόκτητων χώρων που πρόκειται να επιθεωρήσει.

4. Σε περίπτωση κτηρίων μεγάλης επιφάνειας με πολύπλοκα τεχνικά συστήματα, πέρα από την απλή καταγραφή των στοιχείων του, δύναται να χρησιμοποιηθεί κατάλληλος εξοπλισμός για τη μέτρηση των διαφόρων παραμέτρων που συμβάλλουν στην αποτύπωση των κτηριακών εγκαταστάσεων και των συνθηκών λειτουργίας. Ωστόσο, δεν είναι αντικείμενο της επιθεώρησης, ούτε και ευθύνη του ενεργειακού επιθεωρητή, η μέτρηση και ανάλυση μετρήσεων της λειτουργίας των τεχνικών συστημάτων (ανάλυση καυσαερίων, μέτρηση βαθμών απόδοσης μηχανημάτων κ.λπ..). Όλα τα στοιχεία που αφορούν στις συνθήκες και στις παραμέτρους λειτουργίας των Η/Μ εγκαταστάσεων του κτηρίου πρέπει να παρέχονται στον επιθεωρητή με μέριμνα του ιδιοκτήτη / διαχειριστή (ειδικά στις περιπτώσεις μεγάλων κτηρίων με πολύπλοκες εγκαταστάσεις).

5. Επεξεργασία των στοιχείων του κτηρίου με την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου, όπως αναφέρεται στο κεφάλαιο Β΄ του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων – Κ.Εν.Α.Κ. Από τους υπολογισμούς προκύπτει η ενεργειακή κατανάλωση του κτηρίου (για ΘΨΚ, Ζ.Ν.Χ. και φωτισμό) και η αντίστοιχη ενεργειακή του κατάταξη.

6. Σύνταξη του Π.Ε.Α. κτηρίου, όπως περιγράφεται στο άρθρο 13 του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - Κ.Εν.Α.Κ.

7. Ηλεκτρονική υποβολή και καταχώρηση του Π.Ε.Α. σε ειδική μερίδα του αρχείου επιθεωρήσεως κτηρίων, την έκδοση του Π.Ε.Α. και την παράδοση των συμφωνημένων αντιγράφων αυτού, σφραγισμένων και υπογεγραμμένων, στον ιδιοκτήτη / διαχειριστή, με μέριμνα του ενεργειακού επιθεωρητή.

8. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίου δύναται να συμπληρώνεται το τυποποιημένο έντυπο της έκθεσης ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου (Παράρτημα Α.1), το οποίο περιλαμβάνει τα απαιτούμενα στοιχεία για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου και την έκδοση του Π.Ε.Α. Το έντυπο συστήνεται να συμπληρώνεται γιατί διευκολύνει τον ενεργειακό επιθεωρητή στην ποιοτική και ποσοτική εκτίμηση των παραμέτρων που αφορούν στα δομικά στοιχεία του κελύφους και στα τεχνικά συστήματα των κτηρίων / κτηριακών μονάδων και συμβάλλει στη σύντομη διεξαγωγή της ενεργειακής επιθεώρησης. Το έντυπο της έκθεσης ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου δεν υποβάλλεται ηλεκτρονικά στο αρχείο επιθεωρήσεως κτηρίων.

9. Η έκθεση ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου περιλαμβάνει στοιχεία του κτηρίου που αφορούν: α) στο κτηριακό κέλυφος, β) στα συστήματα Θ.Ψ.Κ., γ) στο Ζ.Ν.Χ., δ) στο φωτισμό και η) στις παραμέτρους εσωτερικών συνθηκών άνεσης και λαμβάνονται από τα αρχιτεκτονικά και τα Η/Μ σχέδια του κτηρίου, τη μελέτη θερμομόνωσης ή την ενεργειακή μελέτη, το αρχείο συντήρησης εγκαταστάσεων (εφόσον υπάρχει), από πληροφορίες του ιδιοκτήτη / διαχειριστή και από τα τεχνικά στοιχεία των συστημάτων που καταγράφονται από τον ενεργειακό επιθεωρητή κατά τη διάρκεια της ενεργειακής επιθεώρησης.

10. Για τη σύνταξη των συστάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, ο ενεργειακός επιθεωρητής δύναται να ανατρέχει σε κατάλογο προτεινόμενων συστάσεων, όπως καθορίζονται παρακάτω.

11. Μετά την περάτωση κατασκευής ή ριζικής ανακαίνισης νέου κτηρίου ή κτηριακής μονάδας αντίγραφο του Π.Ε.Α. προσκομίζεται στην οικεία Υπηρεσία Δόμησης συνοδευόμενο από πόρισμα του ενεργειακού επιθεωρητή, για την ικανοποίηση ή μη των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης, ήτοι:
α) για την πλήρωση ή μη των προδιαγραφών των δομικών στοιχείων του κελύφους και των τεχνικών συστημάτων του κτηρίου ή της κτηριακής μονάδας και
β) για την τήρηση ή μη της ενεργειακής κατηγορίας που προσδιορίζεται στη Μ.Ε.Α.

12. Εάν διαπιστωθεί ότι δεν πληρούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, τότε ο εκάστοτε ιδιοκτήτης/διαχειριστής του κτηρίου υποχρεούται να εφαρμόσει εντός προθεσμίας ενός (1) έτους από την έκδοση του Π.Ε.Α., μέτρα βελτίωσης σύμφωνα με τις συστάσεις του ενεργειακού επιθεωρητή που αναφέρονται στο Π.Ε.Α., τα οποία εξασφαλίζουν τα ανωτέρω (α) και (β). Ακολούθως, διενεργείται εκ νέου ενεργειακή επιθεώρηση και εκδίδεται νέο Π.Ε.Α. και σε περίπτωση μη ικανοποίησης των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης, εφαρμόζονται αναλόγως οι διατάξεις του άρθρου 382 του Π.Δ. 580/Δ/1999 (ΦΕΚ Α' 210) «Κώδικας Βασικής Πολεοδομικής Νομοθεσίας».

13. Σε περίπτωση που το Π.Ε.Α. εκδίδεται στο πλαίσιο χρηματοδοτούμενων - από εθνικούς ή/και κοινοτικούς πόρους - προγραμμάτων, οι συστάσεις αναφέρονται, κατά προτεραιότητα, με βάση τις επιλέξιμες, κάθε φορά, παρεμβάσεις που ικανοποιούν τις απαιτήσεις του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων – Κ.Εν.Α.Κ. και του προγράμματος, τις αντίστοιχες τιμολογούμενες δαπάνες, καθώς και την εξοικονομούμενη ενέργεια από τις παρεμβάσεις.

Οι αναλυτικές οδηγίες που παρουσιάζονται παρακάτω καθοδηγούν τον ενεργειακό επιθεωρητή στη σωστή συμπλήρωση του εντύπου της έκθεσης ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου (παράρτημα Α.1.) και στην ηλεκτρονική καταχώρηση των παραμέτρων της ενεργειακής επιθεώρησης στο αρχείο επιθεωρήσεως κτηρίων.

Επισημάνσεις που απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή ή έχουν συμβουλευτικό χαρακτήρα αναγνωρίζονται με το σύμβολο .

Επίσης, η ηλεκτρονική καταχώρηση των παραμέτρων της ενεργειακής επιθεώρησης στο αρχείο επιθεωρήσεως κτηρίων μπορεί να διαφέρει σε ορισμένα σημεία από το έντυπο της έκθεσης ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου. Σ' αυτές τις περιπτώσεις γίνονται οι αντίστοιχες επισημάνσεις, οι οποίες αναγνωρίζονται με το σύμβολο .

Κατά περίπτωση, οι <u>ελάχιστες</u> απαιτούμενες πληροφορίες και στοιχεία που πρέπει να συμπληρωθούν κατά τη διάρκεια της ενεργειακής επιθεώρησης του κτηρίου αναγνωρίζονται μέσα στο ειδικά διαμορφωμένο πλαίσιο, όπως εδώ.

Ο ενεργειακός επιθεωρητής οφείλει να συγκεντρώνει και να τηρεί αυτές τις <u>ελάχιστες</u> απαιτούμενες πληροφορίες και στοιχεία στο προσωπικό του αρχείο. Επίσης, όσα από αυτά τα στοιχεία δεν υποβάλλονται ηλεκτρονικά στο αρχείο επιθεωρήσεως κτηρίων, ο ενεργειακός επιθεωρητής οφείλει να τα διαθέτει αμέσως σε περίπτωση ζήτησή τους.

Σε περίπτωση που ο ενεργειακός επιθεωρητής αποφασίσει να εισαγάγει συγκεκριμένες τιμές για όλες τις παραμέτρους, καταγράφει ή υπολογίζει όλες τις επιπλέον πληροφορίες και τα στοιχεία.

Ο όρος «κτήριο» αναφέρεται και σε «κτηριακή μονάδα».

2.1. Οδηγίες συμπλήρωσης έκθεσης ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου

Ο ενεργειακός επιθεωρητής κατά τη διάρκεια της ενεργειακής επιθεώρησης του κτηρίου υποχρεούται να συγκεντρώσει τα στοιχεία που περιλαμβάνονται στους πίνακες με το ειδικά διαμορφωμένο πλαίσιο των κεφαλαίων 2.1.1. έως και 2.1.20. της παρούσας. Επίσης, ο ενεργειακός επιθεωρητής δύναται να χρησιμοποιήσει και να συμπληρώσει το έντυπο της έκθεσης ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου (παράρτημα Α.1.).

Το έντυπο διευκολύνει τον ενεργειακό επιθεωρητή στην ποιοτική και ποσοτική συλλογή, οργάνωση και εκτίμηση των παραμέτρων που αφορούν τα δομικά στοιχεία και στα Η/Μ συστήματα του κτηρίου και συμβάλλει στη σύντομη διεξαγωγή της ενεργειακής επιθεώρησης.

Ο διαχωρισμός σε θερμικές ζώνες του προς επιθεώρηση κτηρίου γίνεται σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στην ενότητα 2.2. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Ο καθορισμός διαφορετικών θερμικών ζωνών εφαρμόζεται, μεταξύ άλλων, στις περιπτώσεις όπου:

- Οι χώροι διαφορετικών χρήσεων έχουν συνήθως και διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού (θερμοκρασία, υγρασία, νωπό αέρα κ.ά.), πρόγραμμα λειτουργίας κ.ά.
- Υπάρχουν εγκατεστημένα διαφορετικά συστήματα θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού, με διαφορετικά χαρακτηριστικά (απόδοση, είδος καυσίμου κ.ά.)
- Ο όγκος της ζώνης είναι σχετικά σημαντικός (μεγαλύτερος από 10% του όγκου του κτηρίου), άλλως κατανέμεται σε άλλες παρόμοιες ζώνες.

Σε περίπτωση, όμως, όπου το κτήριο δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ των τμημάτων του, η βέλτιστη προσέγγιση είναι να αντιμετωπιστεί ως μία ενιαία θερμική ζώνη.

Οι θερμικές ζώνες του κτηρίου διαθέτουν συστήματα θέρμανσης, ψύξης, αερισμού και φωτισμού, και εισάγονται αναλυτικές πληροφορίες για τα γενικά χαρακτηριστικά της ζώνης, την κατασκευή του κελύφους και τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα που διαθέτει. Αντιθέτως, οι «μη θερμαινόμενοι χώροι» ή «ηλιακοί χώροι» δεν διαθέτουν συστήματα θέρμανσης, ψύξης, αερισμού και φωτισμού, και συνεπώς, απαιτούν την εισαγωγή πληροφοριών μόνο για τα γενικά χαρακτηριστικά του χώρου και την κατασκευή του κελύφους τους.

Η ενεργειακή επιθεώρηση των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού σκόπιμο είναι να προηγούνται της αρχικής ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου, ώστε να διευκολύνεται η διαδικασία συλλογής στοιχείων.

Το έντυπο της έκθεσης ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίων περιλαμβάνει στοιχεία του κτηρίου που αφορούν:

α) στο κτηριακό κέλυφος,
β) στο σύστημα θέρμανσης,
γ) στο σύστημα ψύξης,
δ) στο σύστημα αερισμού,
ε) στο σύστημα φωτισμού,
στ) στο σύστημα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας & συμπαραγωγής
ζ) στο σύστημα ύδρευσης, αποχέτευσης & άρδευσης (ενεργοβόρες συσκευές)
η) στους ανελκυστήρες & στις κυλιόμενες σκάλες του κτηρίου,
θ) στις ανεμογεννήτριες του αστικού περιβάλλοντος,
ι) στις παραμέτρους εσωτερικών συνθηκών άνεσης.

2.1.1. Πίνακας 1α. Γενικά στοιχεία κτηρίου

Τα γενικά στοιχεία υποβάλλονται στο πρώτο στάδιο της ηλεκτρονικής καταχώρησης της ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου, όπως περιγράφεται στην ενότητα 2.2.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, εμφανίζονται τα γενικά στοιχεία του κτηρίου που έχουν υποβληθεί στο πρώτο στάδιο και δεν μπορούν να αλλαχθούν.

- **Χρήση κτηρίου.** Καταγράφεται η χρήση του κτηρίου, σύμφωνα με τις τελικές χρήσεις από τον κατάλογο που ακολουθεί. Η ταξινόμηση προσαρμόστηκε λαμβάνοντας υπόψη το άρθρο 3 του Κτηριοδομικού Κανονισμού. Η επιθεώρηση κτηρίου γίνεται για όλες τις χρήσεις κτηρίων όπως ορίζονται στην παράγραφο 6 του άρθρου 3 του ν.4122/2013, εκτός από τις εξαιρέσεις όπως ορίζονται στην παράγραφο 7 στο άρθρο 4 του ίδιου νόμου.

Για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη οι τυπικές τιμές για τη συγκεκριμένη χρήση του κτηρίου σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Η επιλογή της χρήσης καθορίζει τους μήνες λειτουργίας του κτηρίου, καθώς επίσης και τις τελικές χρήσεις κατανάλωσης που λαμβάνονται υπόψη.

Σε περίπτωση ενιαίας χρήσης κτηρίου επιλέγεται μία από τις χρήσεις κτηρίων του παρακάτω πίνακα.

Σε περίπτωση μεικτής χρήσης κτηρίου με διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας (π.χ. κτήριο πολυκατοικίας με εμπορικά καταστήματα στο ισόγειο), οι υπολογισμοί για την ενεργειακή απόδοση και ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίου για την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης γίνονται ξεχωριστά για κάθε χρήση των επί μέρους τμημάτων του κτηρίου.

Σε περίπτωση που μια συγκεκριμένη χρήση κτηρίου δεν συμπεριλαμβάνεται στις κατηγορίες του παρακάτω πίνακα, τότε αναγκαστικά κατατάσσεται στην πλησιέστερη κατηγορία από άποψη συνθηκών λειτουργίας (ώρες λειτουργίας, εσωτερικές συνθήκες, κ.λπ.).

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων που περιλαμβάνονται στις βασικές κατηγορίες κτηρίων
Κατοικία	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (κτήρια περισσοτέρων του ενός διαμερισμάτων)
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχείο, ξενώνες, οικοτροφεία και κοιτώνες
Συνάθροισης κοινού	Χώροι συνεδρίων, χώροι εκθέσεων, μουσεία, χώροι συναυλιών, θέατρα, κινηματογράφοι, αίθουσες δικαστηρίων, κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο, εστιατόρια, ζαχαροπλαστεία, καφενεία, τράπεζες, αίθουσες πολλαπλών χρήσεων
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγεία, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσες διδασκαλίας, φροντιστήρια
Υγείας και Κοινωνικής Πρόνοιας	Νοσοκομεία, κλινικές, αγροτικά ιατρεία, υγειονομικοί σταθμοί, κέντρα υγείας, ιατρεία, ψυχιατρεία, ιδρύματα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ιδρύματα χρονίως πασχόντων, οίκοι ευγηρίας, βρεφοκομεία, βρεφικοί σταθμοί, παιδικοί σταθμοί
Σωφρονισμού	Κρατητήρια, αναμορφωτήρια, φυλακές
Εμπορίου	Καταστήματα, εμπορικά κέντρα, αγορές και υπεραγορές, φαρμακεία, κουρεία και κομμωτήρια, ινστιτούτα γυμναστικής.
Γραφείων	Γραφεία, βιβλιοθήκες.

- **Κτήριο:** Καταγράφεται εάν πρόκειται για «κτήριο».
- **Αριθμός κτηρίου:** Δηλώνεται μόνο αν το κτήριο είναι μέρος συγκροτήματος κτηρίου και αναφέρεται στην ονομασία του κτηρίου στο συγκρότημα (π.χ. κτήριο Α, κτήριο 2 κλπ).

- **Κτηριακή μονάδα.** Καταγράφεται εάν πρόκειται για «κτηριακή μονάδα» (π.χ. διαμέρισμα /γραφείο /ιατρείο, όροφος, κοκ).
- **Τίτλος κτηριακής μονάδας:** Δηλώνεται ο τίτλος της κτηριακής μονάδας (π.χ. αριθμός ορόφου ή διαμερίσματος, κ.ο.κ.). Αυτή η πληροφορία είναι απαραίτητη για την έκδοση του Π.Ε.Α. (βλέπε ενότητα 2.3.).

Σε περίπτωση συγκροτήματος κτηρίων με την ίδια επωνυμία και διεύθυνση θα πρέπει να καθορίζεται ακριβώς το προς επιθεώρηση κτήριο.

- **Όνομα Ιδιοκτήτη.** Σε περίπτωση φυσικών προσώπων, καταγράφεται το/τα ονοματεπώνυμο/α των σημερινών ιδιοκτητών. Σε περίπτωση νομικών προσώπων, καταγράφεται η πλήρης επωνυμία της/των επιχείρησης/σεων ή οργανισμού/ών.
- **Α.Φ.Μ. ιδιοκτήτη.** Καταγράφεται ο/οι αριθμός φορολογικού μητρώου (Α.Φ.Μ.) των σημερινών ιδιοκτητών.
- **Κ.Α.Ε.Κ.** Καταγράφεται ο κωδικός αριθμός εθνικού κτηματολογίου, όπου υπάρχει.
- **Α.Π. δήλωσης & κωδικός ιδιοκτησίας**. Καταγράφονται τα στοιχεία, όπως αυτά εμφανίζονται στη δήλωση του ακινήτου στο Κτηματολόγιο: (α) Ανάλογα με τον οργανισμό τοπικής αυτοδιοίκησης, στον οποίο ανήκει το ακίνητο, η διαδικτυακή εφαρμογή καταχώρησης της επιθεώρησης ζητάει είτε τον Κ.Α.Ε.Κ. (στις περιοχές στις οποίες έχει ολοκληρωθεί η διαδικασία της κτηματογράφησης), ή τον αριθμό πρωτοκόλλου δήλωσης και τον κωδικό ιδιοκτησίας (στις περιοχές υπό κτηματογράφηση). (β) Αν στο ίδιο κτήριο έχουν δηλωθεί περισσότερα του ενός δικαιώματα, καταγράφεται ο κωδικός ιδιοκτησίας για κάθε ένα.
- **Ιδιοκτησιακό καθεστώς.** Καταγράφεται το ιδιοκτησιακό καθεστώς του συγκεκριμένου κτηρίου: δημόσιο / ιδιωτικό δημόσιου ενδιαφέροντος / δημόσιο Ιδιωτικού ενδιαφέροντος / ιδιωτικό, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- **Ταχυδρομική διεύθυνση**. Καταγράφεται η περιοχή, ο οδός, ο αριθμός, και ο ταχυδρομικός κώδικας της περιοχής στην οποία βρίσκεται το κτήριο.
- **Στοιχεία επικοινωνίας υπευθύνου**. Καταγράφονται τα στοιχεία του υπευθύνου του κτηρίου, με τον οποίον επικοινωνεί ο ενεργειακός επιθεωρητής για τη συλλογή των απαραίτητων πληροφοριών και στοιχείων, όπως ονοματεπώνυμο, τηλέφωνο / φαξ ή/και ηλεκτρονικό ταχυδρομείο. Καταγράφεται και η ιδιότητα του υπευθύνου: ιδιοκτήτης / διαχειριστής / ενοικιαστής / τεχνικός υπεύθυνος / άλλο.
- **Ιστορικό κατασκευής κτηρίου**. Καταγράφονται πληροφορίες για την κατασκευή του κτηρίου, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου («Αρχ. κατασκευή» / «Ριζική ανακαίνιση» / «Προσθήκη ορόφου (-ων)» / «Προσθήκη δωματίου» / «Προσθήκη πτέρυγας» / «Ρύθμιση αυθαιρεσιών» / «Άλλο»). Συμπληρώνεται το πεδίο «συνοπτική περιγραφή», εφόσον κρίνεται απαραίτητο, και δηλώνονται τα στοιχεία της αντίστοιχης πολεοδομικής άδειας (έτος, αριθμός, πολεοδομικό γραφείο ή γραφείο δόμησης) ή της αντίστοιχης ρύθμισης (αρ. πρωτοκόλλου, πολ. γραφείο ή γραφείο δόμησης) για κάθε αλλαγή στην κατασκευή του κτηρίου. Αν τα στοιχεία δεν προκύπτουν από επίσημη πηγή πληροφόρησης, καταγράφεται ως πηγή η «προφορική επικοινωνία με τον ιδιοκτήτη».
- **Έτος έκδοσης οικοδομικής άδειας.** Καταγράφεται, εφόσον υφίσταται, το έτος έκδοσης οικοδομικής άδειας. Σε περίπτωση όπου δεν υφίσταται οικοδομική άδεια, δηλώνεται ότι «δεν υπάρχει οικοδομική άδεια».
- **Έτος ολοκλήρωσης κατασκευής**. Καταγράφεται το έτος αρχικής ολοκλήρωσης της κατασκευής, όπως και το έτος ολοκλήρωσης κάθε αλλαγής στην κατασκευή του κτηρίου. Εφόσον, δεν υπάρχει διαθέσιμη πληροφορία, δηλώνεται μία από τις παρακάτω χρονικές περιόδους, «Προ του 1955» / «1956-1980» / «1981-2000» / «2001-2009» /«2010-2016» / «Μετά του 2017».

Στην περίπτωση της κτηριακής μονάδας, καταγράφεται μόνο το ιστορικό κατασκευής που αφορά

σ' αυτή και όχι στο υπόλοιπο κτήριο.

- **Τύπος.** Καταγράφεται ο τύπος του συγκεκριμένου κτηρίου σε σχέση με την/τις πολεοδομική/ές άδεια/ες: Παλαιό (άδειες πριν από την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ.), ριζικά ανακαινιζόμενο (με την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ.), νέο (με την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ.), ριζικά ανακαινιζόμενο (με την εφαρμογή του αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.), νέο (με την εφαρμογή του αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.).

2.1.2. Πίνακας 1β. Κλιματικά

- **Κλιματική ζώνη & υψόμετρο**. Καταγράφεται η κλιματική ζώνη στην οποία βρίσκεται το κτήριο σύμφωνα με το άρθρο 6 του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - Κ.Εν.Α.Κ. και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 & 20701-3. Καταγράφεται επίσης το υψόμετρο στο οποίο βρίσκεται το κτήριο, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου στην περίπτωση που το κτήριο βρίσκεται σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 500 m. Εάν το κτήριο βρίσκεται σε περιοχή με υψόμετρο άνω των 500 μέτρων, δεν αλλάζουν τα κλιματικά δεδομένα, αλλά για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη οι παραδοχές (π.χ. περίοδος θέρμανσης) της επόμενης ψυχρότερης κλιματικής ζώνης από εκείνη στην οποία βρίσκεται. Σ' αυτή την περίπτωση το κτήριο αναφοράς λαμβάνει τις ελάχιστες προδιαγραφές, τα τεχνικά χαρακτηριστικά (π.χ. τους συντελεστές θερμοπερατότητας) και τις παραδοχές της κλιματικής ζώνης στην οποία εντάσσεται βάσει υψομέτρου. Στην περίπτωση περιοχών που ήδη εντάσσονται στην κλιματική ζώνη Δ’, η επιλογή υψομέτρου μεγαλύτερου των 500 m δεν επιφέρει καμία αλλαγή. Ειδικότερα, για το τμήμα του νομού Αρκαδίας που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Γ', η επιλογή του υψομέτρου δεν είναι ενεργή.
- **Κλιματικά δεδομένα**. Καταγράφεται το όνομα του κλιματικού αρχείου που επιλέγεται για τους υπολογισμούς, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, επιλέγεται ένα από τα κλιματικά αρχεία που εμφανίζονται στον κατάλογο με τα κλιματικά δεδομένα.

2.1.3. Πίνακας 1γ. Πηγές δεδομένων

Ο ενεργειακός επιθεωρητής καταγράφει τις διαθέσιμες πηγές δεδομένων, όπως αναφέρονται στο έντυπο της έκθεσης, και τις οποίες χρησιμοποίησε για τη διενέργεια της ενεργειακής επιθεώρησης του κτηρίου.

- Αρχιτεκτονικά σχέδια
- Η/Μ σχέδια
- Φύλλο συντήρησης λέβητα
- Φύλλο συντήρησης συστήματος κλιματισμού
- Έκθεση ενεργειακής επιθεώρησης συστήματος θέρμανσης
- Έκθεση ενεργειακής επιθεώρησης συστήματος κλιματισμού
- Έκθεση μελέτης φωτισμού και αντίστοιχα φωτομετρικά αρχεία φωτιστικών σωμάτων
- Τιμολόγια ενεργειακών καταναλώσεων
- Δελτία αποστολής ή τιμολόγια αγοράς υλικών
- Πληροφορίες από ιδιοκτήτη / διαχειριστή

2.1.4. Πίνακας 2. Τοπογραφικό διάγραμμα, σκαρίφημα & φωτογραφία κτηρίου

Το τοπογραφικό σχέδιο συμπεριλαμβάνεται στο έντυπο της έκθεσης ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει διαθέσιμο τοπογραφικό σχέδιο για το συγκεκριμένο κτήριο, ο ενεργειακός επιθεωρητής θα πρέπει να απεικονίσει τον περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου, ώστε να φαίνεται η δόμηση της ευρύτερης περιοχής, καθώς και τα παράπλευρα κτήρια. Η απεικόνιση γίνεται σε περιβάλλον πληροφοριακών συστημάτων του εθνικού κτηματολογίου: (http://gis.ktimanet.gr/wms/ktbasemap/).

Το σχέδιο και το σκαρίφημα πρέπει να είναι διαθέσιμα σε ηλεκτρονική μορφή, στις προδιαγραφές (ανάλυση, μέγεθος αρχείου) που ορίζονται στη διαδικτυακή εφαρμογή, www.buildingcert.gr, ώστε να μπορούν να υποβληθούν κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση της ενεργειακής επιθεώρησης του κτηρίου.

Η φωτογραφία του εξωτερικού του κτηρίου συμπεριλαμβάνεται στο Π.Ε.Α. Η φωτογραφία πρέπει να είναι πρόσφατη (του τελευταίου έτους). Εάν πρόκειται για κτηριακή μονάδα, πρέπει να υπάρχει αντίστοιχη ένδειξη (π.χ. βέλος) που να προσδιορίζει τη θέση της.

Η φωτογραφία πρέπει να είναι διαθέσιμη σε ηλεκτρονική μορφή, στις προδιαγραφές (ανάλυση, μέγεθος αρχείου) που ορίζονται στη διαδικτυακή εφαρμογή, www.buildingcert.gr, ώστε να μπορεί να υποβληθεί κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση της ενεργειακής επιθεώρησης. Η φωτογραφία χρησιμοποιείται για την έκδοση του Π.Ε.Α. (ενότητα 2.3).

2.1.5. Πίνακας 3α. Γενικά κατασκευαστικά στοιχεία κτηρίου

- **Χρήση κτηρίου**. Σε περίπτωση που η πραγματική χρήση του κτηρίου διαφέρει από αυτές που συμπεριλαμβάνονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, καταγράφεται η συγκεκριμένη χρήση, η οποία χρησιμοποιείται ΜΟΝΟ σε συνδυασμό με τις πραγματικές καταναλώσεις ενέργειας (ενότητα 2.1.6.).
- **Συνολική επιφάνεια (m^2)**. Καταγράφεται η συνολική μεικτή επιφάνεια δαπέδων, κλειστών στεγασμένων θερμαινόμενων και μη χώρων, μετρούμενη βάσει εξωτερικών διαστάσεων.

Στην περίπτωση διαμερίσματος σε κτήριο πολυκατοικίας, δεν συνυπολογίζεται στη συνολική επιφάνεια του διαμερίσματος, το κλιμακοστάσιο του κτηρίου, καθώς και η αναλογία κοινόχρηστων χώρων του διαμερίσματος.

- **Ωφέλιμη επιφάνεια (m^2)**. Καταγράφεται η μεικτή επιφάνεια δαπέδων των κλειστών στεγασμένων χώρων του κτηρίου που προορίζονται για την εξυπηρέτηση των αναγκών της κύριας χρήσης του, μετρούμενη βάσει εξωτερικών διαστάσεων. Στην ωφέλιμη επιφάνεια δεν προσμετρώνται οι ανεξάρτητοι βοηθητικοί χώροι, όπως χώροι αποθήκευσης, στάθμευσης και εγκατάστασης ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού του κτηρίου, η επιφάνεια των κοινόχρηστων κλιμακοστασίων και του ανελκυστήρα (όταν είναι μη θερμαινόμενοι χώροι), η επιφάνεια των αιθρίων και όλων των διαμπερών ανοιγμάτων ή οδεύσεων που λειτουργούν ως φωταγωγοί ή ως αγωγοί κυκλοφορίας του αέρα για τον κλιματισμό του κτηρίου.
- **Ψυχόμενη επιφάνεια (m^2)**. Καταγράφεται η μεικτή επιφάνεια δαπέδων των κλειστών στεγασμένων χώρων του κτηρίου που ψύχονται, μετρούμενη βάσει εξωτερικών διαστάσεων.

Στα κτήρια των κατοικιών, καταγράφεται ως ψυχόμενη επιφάνεια, το 50% της συνολικής ψυχόμενης επιφάνειας, σύμφωνα με την ενότητα 4.2.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.-20701-1. Αν το σύστημα ψύξης της κατοικίας είναι κεντρικό και καλύπτει τμήμα του κτηρίου μεγαλύτερο από 50% χωρίς δυνατότητα κάλυψης μερικών μόνο χώρων, τότε εισάγεται ως ψυχόμενη επιφάνεια, το ποσοστό της συνολικής επιφάνειας που καλύπτει το σύστημα αυτό στην πραγματικότητα.

- **Αριθμός ορόφων**. Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός ορόφων του κτηρίου (επάνω από το ισόγειο). Το ισόγειο και τα επίπεδα του υπογείου (εάν υπάρχουν) θα πρέπει επίσης να δηλώνονται. Στην περίπτωση κτηριακής μονάδας, ο αριθμός ορόφων αφορά μόνο σ' αυτήν και όχι σε όλο το κτήριο.
- **Συνολικός όγκος (m^3)**. Καταγράφεται ο συνολικός όγκος των χώρων που συμπεριλαμβάνονται στη συνολική επιφάνεια του κτηρίου, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.
- **Ωφέλιμος όγκος (m^3)**. Καταγράφεται ο συνολικός όγκος των χώρων που συμπεριλαμβάνονται στην ωφέλιμη επιφάνεια του κτηρίου, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής. Ο ωφέλιμος όγκος είναι ο συνολικός όγκος των υπό εξέταση θερμικών ζωνών, οι οποίες σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., θεωρείται ότι θερμαίνονται πλήρως.
- **Ψυχόμενος όγκος (m^3)**. Καταγράφεται ο συνολικός όγκος των χώρων που συμπεριλαμβάνονται στη ψυχόμενη επιφάνεια του κτηρίου, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.

- **Ύψος τυπικού ορόφου (m)**. Καταγράφεται το μέσο ύψος του τυπικού ορόφου. Σε περίπτωση που το ισόγειο έχει διαφορετικό ύψος, αλλά ανήκει στην ίδια ιδιοκτησία, καταγράφονται και τα δύο.

- **Έκθεση κτηρίου**. Καταγράφεται η πυκνότητα δόμησης της περιοχής του κτηρίου, εάν το κτήριο είναι εκτεθειμένο, ενδιάμεσο ή προστατευμένο, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

- **Αριθμός θερμικών ζωνών**. Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός των θερμαινόμενων / κλιματιζόμενων ζωνών, στις οποίες θα χωριστεί το κτήριο. Τα κριτήρια καθορισμού των θερμικών ζωνών αναφέρονται στο άρθρο 3 του Κ.Εν.Α.Κ.

Προτείνεται ο διαχωρισμός σε θερμικές ζώνες τού προς επιθεώρηση κτηρίου να γίνεται σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στην ενότητα 2.2. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων.** Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός των μη θερμαινόμενων χώρων που διαθέτει το κτήριο.

Στην περίπτωση της επιθεώρησης τμήματος κτηρίου (π.χ. διαμέρισμα), το οποίο εφάπτεται με μη θερμαινόμενους χώρους (π.χ. κλιμακοστάσιο), δεν ορίζεται ο αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων, αλλά χρησιμοποιείται η απλοποιητική παραδοχή του κεφαλαίου 2.2. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.-20701-1.

- **Αριθμός ηλιακών χώρων.** Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός των ηλιακών χώρων που διαθέτει το κτήριο.

2.1.6. Πίνακας 3β. Κατανάλωση ενέργειας - Ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος

Η κατανάλωση ενέργειας, εάν είναι διαθέσιμη, καταγράφεται συνολικά για το κτήριο και ανά πηγή ενέργειας. Οι καταναλώσεις πρέπει να είναι μέσες ετήσιες τιμές, π.χ. kWh, l (liter) ή N·m³, και να τεκμηριώνονται από τα τιμολόγια / παραστατικά αγοράς / χρέωσης των επί μέρους καυσίμων ή ηλεκτρικής ενέργειας. Προτείνεται ο υπολογισμός της ετήσιας κατανάλωσης να προκύπτει από δεδομένα τουλάχιστον τριετίας (εάν υπάρχουν). Όπου απαιτείται ο καταμερισμός των καταναλώσεων, για παράδειγμα πετρέλαιο θέρμανσης σε μια πολυκατοικία, γίνεται σύμφωνα με την κατανομή δαπανών, ή τα στοιχεία ωρομέτρησης, ή θερμιδομέτρησης. Σε όλες τις περιπτώσεις, καταγράφεται η αντίστοιχη περίοδος, από την οποία προκύπτει η κατανάλωση ενέργειας (π.χ. 15/12/15 μέχρι 15/6/18).

- **Πηγή ενέργειας**. Καταγράφεται η πηγή ενέργειας που καταναλώνεται: Φυσικό αέριο, πετρέλαιο θέρμανσης, ηλεκτρική ενέργεια, υγραέριο, βιομάζα, τυποποιημένη βιομάζα, τηλεθέρμανση (από Δ.Ε.Η.), τηλεθέρμανση (από Α.Π.Ε.).

- **Τελική χρήση**. Καταγράφεται η τελική χρήση της καταναλισκόμενης ενέργειας: θέρμανση, ψύξη, αερισμό, Ζ.Ν.Χ., φωτισμό, συσκευές, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

- **Ετήσια κατανάλωση και περίοδος.** Καταγράφεται η πραγματική μέση ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια, για παράδειγμα, ηλεκτρική ενέργεια (kWh), πετρέλαιο θέρμανσης l (liter), φυσικό αέριο σε N·m³, σύμφωνα με τα τιμολόγια / παραστατικά αγοράς / χρέωσης. Αντίστοιχα καταγράφεται η περίοδος, από την οποία προκύπτει η κατανάλωση ενέργειας (π.χ. 15/12/15 μέχρι 15/6/18).

Το κόστος των διαφορετικών πηγών ενέργειας λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς, όπως κατά περίπτωση καθορίζεται από τους αρμόδιους φορείς.

Ο ενεργειακός επιθεωρητής, κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης του κτηρίου, λαμβάνοντας υπόψη:

- τις συνθήκες σχεδιασμού σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1,
- τις επικρατούσες εσωτερικές συνθήκες, για παράδειγμα, θερμοκρασία, υγρασία, συνολικές αλλαγές αέρα και νωπού αέρα, επανακυκλοφορία, εξαερισμό, πιθανές πηγές και επίπεδα εσωτερικών ρύπων σε σχέση με τα επιτρεπτά όρια,
- τους τύπους και την ποιότητα των Η/Μ συστημάτων και συστημάτων κλιματισμού και φωτισμού, και

- τη λειτουργική τους κατάσταση,

καταγράφει εάν ικανοποιούνται κάποιες από τις συνθήκες άνεσης και ποιότητας εσωτερικού αέρα, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου (όπως φαίνεται παρακάτω, αν θεωρείται, για παράδειγμα, ότι πληρούνται οι συνθήκες θερμικής άνεσης και ποιότητας εσωτερικού αέρα):

- Συνθήκες θερμικής άνεσης ☑
- Συνθήκες οπτικής άνεσης ☐
- Συνθήκες ακουστικής άνεσης ☐
- Ποιότητα εσωτερικού αέρα ☑

Απουσία συμβόλου ελέγχου δηλώνει είτε ότι δεν ικανοποιούνται κάποιες συνθήκες, είτε ότι δεν είναι εφικτή η αποτίμηση των επικρατουσών συνθηκών από τον επιθεωρητή.

2.1.7. Πίνακας 4. Συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) στοιχεία μετατρέπουν μέρος της διαθέσιμης (άμεσης και διάχυτης) ηλιακής ενέργειας σε συνεχές ρεύμα (DC). Η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα ή να αποθηκευτεί σε μπαταρίες. Το συνεχές ρεύμα μπορεί μέσω ενός μετατροπέα να μετατραπεί σε εναλλασσόμενο (AC), το οποίο χρησιμοποιούν οι περισσότερες ηλεκτρικές συσκευές. Το υλικό που συνήθως χρησιμοποιείται για την κατασκευή φωτοβολταϊκών είναι το πυρίτιο με διάφορες προσμείξεις (π.χ. φώσφορο, βόριο) για την ενίσχυση της διαφοράς δυναμικού. Υπάρχουν διαφόρων τύπων Φ/Β, ανάλογα την κρυσταλλική τους δομή, με διαφορετικές αποδόσεις. Το μονοκρυσταλλικό πυρίτιο αποτελείται από μεγάλους κρυστάλλους στη σύστασή του, με σύνηθες χρώμα συνήθως ομοιόμορφο γαλάζιο ή μπλε. Το πολυκρυσταλλικό πυρίτιο είναι κοκκοειδές στη μορφή του, με σύνηθες χρώμα γαλάζιο με πιο ανοιχτόχρωμα "σύννεφα". Αντικατέστησε το μονοκρυσταλλικό στην κατασκευή Φ/Β σε επίγειες εφαρμογές, λόγω του μικρότερου κόστους. Έχουν όμως μικρότερη απόδοση. Το άμορφο πυρίτιο είναι καθαρό πυρίτιο, που δεν έχει κρυσταλλική δομή, ενώ το πάχος των επιφανειών τους είναι περίπου μόνο 1 μm (10^{-6} cm). Είναι πολύ φθηνά στην κατασκευή τους και έχουν σημαντικά μικρότερο κόστος. Όμως οι αποδόσεις είναι μικρότερες σε σχέση με τα μονοκρυσταλλικά. Τα φωτοβολταϊκά άμορφου πυριτίου εμφανίζουν το πρόβλημα μείωσης της απόδοσης με την πάροδο του χρόνου. Οι αποδόσεις των Φ/Β μετρώνται σε συνθήκες εργαστηρίου (ένταση ακτινοβολίας 1000 W/m², θερμοκρασία επιφανείας Φ/Β 25, 45, & 60 ^{o}C, και αέρια μάζα 1,5).

Οι εφαρμογές της αιολικής ενέργειας βασίζονται στην εκμετάλλευση των επιφανειακών ανέμων. Η ταχύτητα του ανέμου μειώνεται λόγω της τραχύτητας του εδάφους και τα εμπόδια, ενώ η διεύθυνση του ανέμου κοντά στο έδαφος διαφοροποιείται από την διεύθυνση των γεωστροφικών ανέμων. Οι ανεμογεννήτριες (Α/Γ) είναι μηχανές, οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια. Η εγκατάσταση μικρής ισχύος Α/Γ στο αστικό περιβάλλον προϋποθέτει, όπως πάντα, προσεκτική μελέτη του αιολικού δυναμικού σε συνδυασμό με τα γειτονικά εμπόδια, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της ισχύουσας νομοθεσίας.

Οι βασικοί δυο τύποι Α/Γ, που πλέον χρησιμοποιούνται, είναι οριζόντιου άξονα και κατακόρυφου άξονα, με διαφορετικού τύπου πύργους στήριξης και αριθμό πτερυγίων. Η ταχύτητα του ανέμου επηρεάζει άμεσα τη δυνατότητα παραγωγής ενέργειας από μια Α/Γ. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι περιοχές, στις οποίες επικρατούν άνεμοι με ικανοποιητικές μέσες ετήσιες ταχύτητες (π.χ. 3,6 m/s ή 13 km/h για μικρές έως 25 kW μηχανές), δεδομένου ότι η απόδοση των Α/Γ είναι συνάρτηση της τρίτης δύναμης, της ταχύτητας του ανέμου. Οι ασύγχρονες γεννήτριες είναι πιο οικονομικές και απλής κατασκευής. Συνδέονται χωρίς προβλήματα με το ηλεκτρικό δίκτυο (δεν υπάρχει κίνδυνος ταλαντώσεων συχνότητας) εάν είναι σύμφωνο με την ισχύουσα νομοθεσία. Οι ασύγχρονοι ηλεκτροκινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα είναι οι πλέον διαδεδομένοι και απλούστεροι ηλεκτροκινητήρες. Συγκριτικά έχουν χαμηλό κόστος αγοράς και συντήρησης. Οι σύγχρονες μηχανές είναι κατά κανόνα λιγότερο οικονομικές και λιγότερο απλές στην κατασκευή τους απ’ ότι οι ασύγχρονες. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε για αυτόνομη λειτουργία, είτε παράλληλα με το ηλεκτρικό δίκτυο (εάν είναι σύμφωνο με την ισχύουσα νομοθεσία) ακόμα και στην περίπτωση που η ισχύς τους είναι συγκρίσιμη με αυτή του δικτύου, αφού οι μηχανές αυτές αυτοδιεγείρονται. Για την σύνδεσή τους όμως με το

ηλεκτρικό δίκτυο (εάν είναι σύμφωνο με την ισχύουσα νομοθεσία) απαιτείται μετατροπέας ηλεκτρικού ρεύματος.

Η ποσότητα της ενέργειας που αποδίδει ο άνεμος στην πτερωτή της Α/Γ εξαρτάται από την επιφάνεια του δρομέα της Α/Γ, την ταχύτητα του ανέμου και την πυκνότητα του αέρα. Η ετήσια συλλεγόμενη ενέργεια είναι μέγιστη όταν η ονομαστική ταχύτητα της ανεμογεννήτριας είναι 1,5 ÷ 2 φορές μεγαλύτερη από την μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου σε μια περιοχή. *Μια Α/Γ εκμεταλλεύεται μέχρι το 59,3% της κινητικής ενέργειας του ανέμου* (νόμος του Betz)*, δηλαδή η μέγιστη ισχύς μιας Α/Γ* για δεδομένη ταχύτητα ανέμου υπολογίζεται με ένα συντελεστή ισχύος C_p=0,593 (πηλίκο της πραγματικής ενεργειακής απόδοσης της μηχανής προς τη θεωρητικά μέγιστη τιμή, εάν η μηχανή λειτουργούσε συνεχώς σε συνθήκες μέγιστης απόδοσης για όλες τις ώρες του χρόνου). Ο συντελεστής ισχύος μεταβάλλεται σε συνάρτηση με την ταχύτητα του ανέμου και συνήθως κυμαίνεται από 20-70% και τις περισσότερες φορές 25-30%.

Η καταγραφή των φωτοβολταϊκών (Φ/Β) αφορά στην περίπτωση που το κτήριο διαθέτει φωτοβολταϊκά για κάλυψη του συνόλου ή μέρους των αναγκών του σε ηλεκτρική ενέργεια ή στην περίπτωση που το κτήριο διαθέτει φωτοβολταϊκά, με τα οποία συμψηφίζεται η παραγόμενη ενέργεια με την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια (NET METERING) και όχι για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που εγχέεται στο δίκτυο, η οποία δεν συμψηφίζεται με την ιδιοκατανάλωση.

2.1.8. Πίνακας 4.1. Φωτοβολταϊκά (Φ/Β)

- **Τύπος.** Καταγράφεται ο τύπος των Φ/Β: Μονοκρυσταλλικό, πολυκρυσταλλικό, λεπτού υμένα άμορφο a-Si, λεπτού υμένα μικρομορφικό μ-Si., λεπτού υμένα CIS-CIGS, λεπτού υμένα CdTe, τριπλής επαφής (triple junction).
- **Έτος εγκατάστασης**. Καταγράφεται το έτος εγκατάστασης.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της απόδοσης, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας**. Καταγράφεται ο ετήσιος συντελεστής αξιοποίησης της διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας ανάλογα με τον τύπο του Φ/Β, σύμφωνα με τις αντίστοιχες τιμές που προέρχονται από τον κατασκευαστή ή με τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- **Επιφάνεια (m²)**. Καταγράφεται η συνολική επιφάνεια των Φ/Β.
- **Ισχύς (kW)**. Καταγράφεται η συνολική ονομαστική ισχύς.
- **Ιδιοκατανάλωση με συμψηφισμό.** Καταγράφεται το αν τα φωτοβολταϊκά που διαθέτει το κτήριο για κάλυψη του συνόλου ή μέρους των αναγκών του σε ηλεκτρική ενέργεια είναι με συμψηφισμό της παραγόμενης ενέργειας από τα ΦΒ με την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια.
- **Προσανατολισμός (°)**. Καταγράφεται ο προσανατολισμός της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών (συνήθως νότιος). Για παράδειγμα, επιφάνεια προς Βορά η τιμή είναι 0°, προς Ανατολή 90°, προς Νότο 180° και προς Δύση 270°.
- **Κλίση (°).** Καταγράφεται η κλίση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών. Συνήθως για την Ελλάδα και για ετήσια χρήση η κλίση κυμαίνεται μεταξύ 26° - 30° ή σύμφωνα με τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- **Γωνία θέασης εμποδίου α (°)**. Καταγράφεται η γωνία θέασης του εμποδίου σύμφωνα με τον ορισμό που παρουσιάζεται αναλυτικά στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του συντελεστή σκίασης.

- **Συντελεστής σκίασης**. Καταγράφεται ο συντελεστής σκίασης της επιφάνειας των Φ/Β, λόγω της σκίασης από εμπόδια στον περιβάλλοντα χώρο, σύμφωνα με τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε

περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).

- **Κόστος (€/m²)**. Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) ανά τετραγωνικό μέτρο συλλέκτη από την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών.

Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

2.1.9. Πίνακας 4.2. Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

- **Ισχύς (kW)**. Καταγράφεται η συνολική ονομαστική ισχύς των ανεμογεννητριών αστικού περιβάλλοντος.
- **Συντελεστής ισχύος**. Καταγράφεται ο συντελεστής ισχύος.
- **Σύνδεση δικτύου**. Καταγράφεται ο τρόπος σύνδεσης των ανεμογεννητριών με το ηλεκτρικό δίκτυο, εάν είναι αυτόνομο ή διασυνδεδεμένο με το τοπικό ηλεκτρικό δίκτυο της περιοχής (εάν είναι σύμφωνο με την ισχύουσα νομοθεσία).
- **Χώρος τοποθέτησης**. Καταγράφεται ο χώρος τοποθέτησης των ανεμογεννητριών (π.χ. δώμα, προαύλιος χώρος κ.ά.).

Η χρήση Α/Γ δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων.

2.1.10. Πίνακας 5. Συμπαραγωγή ηλεκτρισμού & θερμότητας (Σ.Η.Θ.)

Η συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (Σ.Η.Θ.) είναι η τεχνολογία συνδυασμένης παραγωγής ηλεκτρικής και αξιοποιούμενης θερμικής ενέργειας από την ίδια πηγή καυσίμου (CHP - Combined Heat & Power). Με τον τρόπο αυτό, επιτυγχάνεται σημαντική αύξηση στην εξοικονόμηση ενέργειας. Ιδιαίτερα σε μεγάλα κτήρια, τα οποία παρουσιάζουν παράλληλα μεγάλες ανάγκες σε ηλεκτρική και θερμική ενέργεια (π.χ. νοσοκομεία, ξενοδοχεία) για όλη τη διάρκεια του έτους, η συμπαραγωγή αποτελεί πλέον μια δοκιμασμένη και επιτυχημένη τεχνολογία.

Οι μονάδες Σ.Η.Θ. που συνήθως χρησιμοποιούνται είναι: μηχανές εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ), μονάδες αεριοστροβίλων, μονάδες συνδυασμένου κύκλου, κυψέλες καυσίμου κ.ά. Ανάλογα με το είδος της εφαρμοζόμενης τεχνολογίας, για την λειτουργία των μονάδων μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε ορυκτό καύσιμο ή βιομάζα. Οι συνολικές αποδόσεις (συνυπολογίζοντας την παραγόμενη ηλεκτρική και ωφέλιμη θερμική ενέργεια) συστημάτων συμπαραγωγής φτάνουν το 90%. Η τιμή αυτή είναι πολύ υψηλή σε σύγκριση με τους χαμηλότερους βαθμούς απόδοσης που επιτυγχάνονται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας από ξεχωριστά συστήματα. Ο λόγος της παραγόμενης ηλεκτρικής προς τη θερμική ισχύ είναι ένα βασικό χαρακτηριστικό της κάθε τεχνολογίας συμπαραγωγής και λαμβάνει τιμές γύρω στο 1. Το θερμικό φορτίο είναι συνήθως το κριτήριο για τη διαστασιολόγηση του συστήματος. Ανάλογα, η πλεονάζουσα ηλεκτρική ενέργεια που θα παράγεται μπορεί να διοχετεύεται προς το κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο (εάν είναι σύμφωνο με την ισχύουσα νομοθεσία). Η παραγόμενη θερμότητα χρησιμοποιείται για θέρμανση το χειμώνα, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και το καλοκαίρι για ψύξη σε συνδυασμό, για παράδειγμα, με ψύκτες απορρόφησης ή προσρόφησης (τρι-παραγωγή).

- **α/α θερμικής ζώνης**. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- **Μονάδα**. Καταγράφεται η μονάδα Σ.Η.Θ.: Κυψέλες καυσίμου, μηχανή Stirling, μηχανή OTTO, μηχανή DIESEL, μικροτουρμπίνα, ατμοστρόβιλος απομάστευσης, αεριοστρόβιλος με λέβητα ανάκτησης θερμότητας.

- **Πηγή ενέργειας**. Καταγράφεται η πηγή ενέργειας της συγκεκριμένης μονάδας Σ.Η.Θ.: Φυσικό αέριο, πετρέλαιο θέρμανσης, πετρέλαιο κίνησης, ηλεκτρική ενέργεια, υγραέριο, βιομάζα, τυποποιημένη βιομάζα, τηλεθέρμανση (από Δ.Ε.Η.), τηλεθέρμανση (από Α.Π.Ε.).
- **Τελικές χρήσεις**. Καταγράφονται οι τελικές επί μέρους χρήσεις της παραγόμενης ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από την μονάδα Σ.Η.Θ.: θέρμανση, ψύξη, αερισμό, Z.N.X., φωτισμός, συσκευές, άλλο (προσδιορίζεται).

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, ανάλογα με τις τελικές χρήσεις που καλύπτονται καταχωρούνται στις αντίστοιχες οθόνες του συστήματος θέρμανσης, ψύξης και Z.N.X. ως καύσιμο του συστήματος παραγωγής το σύστημα Σ.Η.Θ.

- **Κάλυψη φορτίων (kW)**. Καταγράφονται τα ηλεκτρικά και θερμικά φορτία που καλύπτει η μονάδα Σ.Η.Θ., σύμφωνα με τις αντίστοιχες τιμές που προέρχονται από τους υπολογισμούς διαστασιολόγησης της εγκατάστασης.
- **Συνολική Ισχύς (kW)**. Καταγράφεται η συνολική ηλεκτρική & θερμική ισχύς της μονάδας Σ.Η.Θ.

Η κάλυψη φορτίων και η συνολική ισχύς δεν απαιτούνται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της απόδοσης, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Βαθμός απόδοσης**. Καταγράφεται ο ετήσιος βαθμός ηλεκτρικής και θερμικής απόδοσης της μονάδας Σ.Η.Θ., σύμφωνα με τις τιμές που προέρχονται από τον κατασκευαστή ή με τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- **Κόστος (€)**. Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις που σχετίζονται με το Σ.Η.Θ.

Το κόστος επέμβασης πρέπει να εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

2.1.11. Πίνακας 6. ΄Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση κτηρίου

Ο ενεργειακός επιθεωρητής δύναται να καταγράψει τα επιπλέον στοιχεία για τον Η/Μ εξοπλισμό των εγκαταστάσεων ύδρευσης, αποχέτευσης και άρδευσης που εξυπηρετούν το κτήριο.

- **Τύπος**. Καταγράφεται ο τύπος του συστήματος: ΄Υδρευση, αποχέτευση ή άρδευση.
- **Αριθμός**. Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός των συστημάτων του συγκεκριμένου τύπου, που είναι εγκατεστημένα στο κτήριο.
- **Ισχύς (kW)**. Καταγράφεται η συνολική ισχύς των κινητήρων, οι οποίοι λειτουργούν για τα συγκεκριμένου τύπου συστήματα, που είναι εγκατεστημένα στο κτήριο.
- **Χρόνος λειτουργία**ς **(h).** Καταγράφεται ο μέσος ετήσιος χρόνος λειτουργίας των κινητήρων που λειτουργούν για τα συγκεκριμένου τύπου συστήματα, που είναι εγκατεστημένα στο κτήριο.
- **Ρυθμιστής στροφών (inverter)**. Καταγράφεται η χρήση ρυθμιστή στροφών (inverter), εάν υπάρχουν, στους κινητήρες, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

Η χρήση κινητήρων των εγκαταστάσεων ύδρευσης, αποχέτευσης και άρδευσης, που εξυπηρετούν το κτήριο, δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων.

2.1.12. Πίνακας 7. Ανελκυστήρες & κυλιόμενες σκάλες κτηρίου

Ο ενεργειακός επιθεωρητής δύναται να καταγράψει τα επιπλέον στοιχεία για τον Η/Μ εξοπλισμό των εγκαταστάσεων οριζόντιας και κατακόρυφης κίνησης που εξυπηρετούν το κτήριο.

- **Τύπος**. Καταγράφεται ο τύπος του συστήματος: Μηχανικός ανελκυστήρας, υδραυλικός ανελκυστήρας, κυλιόμενες σκάλες, κυλιόμενοι διάδρομοι.

- **Αριθμός**. Καταγράφεται ο αριθμός των συστημάτων του συγκεκριμένου τύπου, που είναι εγκατεστημένα στο κτήριο.
- **Ισχύς (kW)**. Καταγράφεται η συνολική ισχύς των κινητήρων, που λειτουργούν για τα συγκεκριμένου τύπου συστήματα και είναι εγκατεστημένα στο κτήριο.
- **Χρόνος λειτουργίας (h)**. Καταγράφεται ο μέσος ετήσιος χρόνος λειτουργίας των κινητήρων, που λειτουργούν για τα συγκεκριμένου τύπου συστήματα και είναι εγκατεστημένα στο κτήριο.
- **Αυτοματισμοί**. Καταγράφεται η χρήση αυτοματισμών διακοπτόμενης λειτουργίας, εάν υπάρχουν, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

Η χρήση κινητήρων των εγκαταστάσεων οριζόντιας και κατακόρυφης κίνησης, που εξυπηρετούν το κτήριο, δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων.

Οι πίνακες 8 -15.2 **συμπληρώνονται για κάθε θερμική ζώνη** του κτηρίου ή κτηριακής μονάδας.

2.1.13. Πίνακας 8. Γενικά χαρακτηριστικά θερμικών ζωνών

Προτείνεται ο διαχωρισμός σε θερμικές ζώνες του κτηρίου προς επιθεώρηση, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, και η καταγραφή των απαιτούμενων πληροφοριών.

Για κάθε θερμική ζώνη, ή συνολικά για όλο το κτήριο, εάν είναι μονοζωνικό, καθορίζονται οι γενικές πληροφορίες της ζώνης, οι οποίες περιλαμβάνουν:

- **α/α θερμικής ζώνης**. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης (π.χ. 1, 2 κ.ά.), ανάλογα με το πόσες θερμικές ζώνες έχουν οριστεί στο συγκεκριμένο κτήριο. Αυτός ο αριθμός χρησιμοποιείται κατόπιν για να προσδιορίσει την αντίστοιχη θερμική ζώνη.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο της έκθεσης για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- **Χρήση**. Καταγράφεται η χρήση της θερμικής ζώνης σύμφωνα με τον πίνακα 1α της ενότητας 2.1.1. Η χρήση της θερμικής ζώνης συνδέεται με συγκεκριμένες εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας (επιθυμητή θερμοκρασία, υγρασία, απαιτούμενο αερισμό, επίπεδα φωτισμού και εσωτερικά κέρδη, ωράριο λειτουργίας, κ.ά.), σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση επιλέγεται μια από τις χρήσεις που εμφανίζονται στον κατάλογο για τη χρήση της θερμικής ζώνης.

- **Συνολική επιφάνεια (m^2)**. Καταγράφεται το συνολικό εμβαδό δαπέδου της θερμικής ζώνης, το οποίο, σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., θεωρείται θερμαινόμενο, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.
- **Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα [kJ/(m^2·K)]**. Καταγράφεται η μέση ανηγμένη θερμοχωρητικότητα της κατασκευής, σύμφωνα με τη λεπτομερή περιγραφή και τις τυπικές τιμές που περιλαμβάνονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση που έχουν προηγηθεί σχετικοί υπολογισμοί, καταγράφεται η συγκεκριμένη τιμή.
- **Αριθμός υπνοδωματίων ή αριθμός κλινών**. Καταγράφεται ο αριθμός κυρίων δωματίων (υπνοδωμάτια) για κατοικίες ή ο αριθμός των κλινών για κτήρια προσωρινής διαμονής, υγείας και κοινωνικής πρόνοιας.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της ετήσιας κατανάλωσης Ζ.Ν.Χ., σύμφωνα με τον πίνακα 2.5 από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Μέση κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. (m^3/έτος)**. Καταγράφεται η συνολική κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. ετησίως, η οποία προκύπτει **μόνο** από τον πίνακα 2.5. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, σε συνδυασμό με τη χρήση της θερμικής ζώνης.

Για τις θερμικές ζώνες του κτηρίου που έχουν χρήση με μηδενική κατανάλωση Z.N.X., σύμφωνα με τον πίνακα 2.5. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, η τιμή της μέσης κατανάλωσης Z.N.X. είναι μηδενική, ανεξάρτητα εάν το κτήριο διαθέτει σύστημα παραγωγής Z.N.X. (π.χ. τοπικό ηλεκτρικό θερμαντήρα).

- **Διατάξεις αυτομάτου ελέγχου Z.N.X.** Καταγράφεται η ύπαρξη διατάξεων αυτομάτου ελέγχου του κεντρικού συστήματος παραγωγής Z.N.X.
- **Τύπος αυτοματισμών.** Καταγράφονται οι τύποι αυτοματισμών, λόγω της λειτουργίας συστημάτων ελέγχου και αυτοματισμών. Για παράδειγμα, από απλά τοπικά συστήματα ελέγχου μέχρι κεντρικά συστήματα διαχείρισης ενέργειας (BEMS), σύμφωνα με τον πίνακα 5.5. από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της κατηγορίας διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών.

- **Κατηγορία διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών**. Καταγράφεται, η κατηγορία διατάξεων αυτομάτου ελέγχου, σύμφωνα με τον πίνακα 5.5. από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, ανεξάρτητα για θέρμανση και ψύξη.
- **Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m^3/h)**. Καταγράφεται η συνολική διείσδυση του εξωτερικού (νωπού) αέρα από τις χαραμάδες κουφωμάτων, σύμφωνα με την ενότητα 3.4. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- **Αριθμός καμινάδων**. Καταγράφεται ο αριθμός των καμινάδων εστιών καύσης στη συγκεκριμένη ζώνη.
- **Αριθμός θυρών προς εξωτερικό περιβάλλον με περιθώριο στο κάτω μέρος >1,0cm**. Καταγράφεται ο αριθμός των εξώθυρων του κτηρίου (πόρτες σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, πόρτες εισόδου), οι οποίες δεν έχουν πλαίσιο στο κάτω μέρος και δημιουργείται χαραμάδα μεταξύ του ανοιγόμενου τμήματος και του δαπέδου ίσο η μεγαλύτερο του 1,0 cm.

Η διείσδυση αέρα επιβαρύνει επιπλέον τα φορτία λόγω αερισμού του κτηρίου, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Η διείσδυση αέρα από τις καμινάδες και θυρίδες εξαερισμού για συσκευές φυσικού αερίου, εάν υπάρχουν, επηρεάζουν τη διείσδυση αέρα στους εσωτερικούς χώρους, σύμφωνα με τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Αριθμός ανεμιστήρων οροφής**. Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός ανεμιστήρων οροφής, που λειτουργούν στη συγκεκριμένη ζώνη. Από τις πλέον επιτυχημένες τεχνικές υβριδικού δροσισμού είναι η χρήση των ανεμιστήρων οροφής, οι οποίοι βελτιώνουν τις συνθήκες θερμικής άνεσης σε μη κλιματιζόμενους χώρους και σε κλιματιζόμενα κτήρια, επιτρέπουν τη ρύθμιση του θερμοστάτη μιας κλιματιστικής μονάδας σε υψηλότερη θερμοκρασία, μειώνοντας έτσι την κατανάλωση ενέργειας για κλιματισμό.
- **Κόστος (€)**. Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από εγκατάσταση ανεμιστήρων οροφής.

Το κόστος επέμβασης πρέπει να εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

2.1.14. Πίνακας 9. Κτηριακό κέλυφος

Για κάθε θερμική ζώνη καταγράφονται όλα τα στοιχεία για τις αδιαφανείς και διαφανείς επιφάνειες του κελύφους και για τις εσωτερικές επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή αίθρια.

Τα στοιχεία του κελύφους που ανήκουν σε «μη θερμαινόμενους χώρους» και «ηλιακούς χώρους», εάν υπάρχουν, καταγράφονται στον πίνακα 15.1 και 15.2. της ενότητας 2.1.20.

- **Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών**. Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός των εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών που διαθέτει το κτήριο. Ως εσωτερικές διαχωριστικές επιφάνειες ορίζονται οι επιφάνειες μεταξύ θερμικών ζωνών και μη θερμαινόμενων χώρων ή/και ηλιακών χώρων.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, το πεδίο «Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών» είναι ενεργό, μόνο σε περίπτωση που έχει καταγραφεί «Μη θερμαινόμενος χώρος» ή/και «Ηλιακός χώρος» (Πίνακας 3α), αλλιώς είναι ανενεργό.

Σε περίπτωση της επιθεώρησης κτηριακής μονάδας (π.χ. διαμέρισμα), η οποία εφάπτεται με μη θερμαινόμενους χώρους (π.χ. κλιμακοστάσιο), δεν ορίζεται ο αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών, αλλά χρησιμοποιείται η απλοποιητική παραδοχή του κεφαλαίου 2.2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Θα πρέπει να καθορίζεται με ποιον μη θερμαινόμενο χώρο εφάπτεται κάθε διαχωριστική επιφάνεια.

2.1.14.1 Πίνακας 9.1 Αδιαφανείς επιφάνειες

2.1.14.1.1 Πίνακας 9.1α. Δομικά στοιχεία σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον

- **α/α στοιχείου**. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός του δομικού στοιχείου (π.χ. τοίχου, οροφής, πυλωτής).

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο της έκθεσης για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- **Τύπος / περιγραφή.** Καταγράφεται ο τύπος του δομικού στοιχείου (τοίχος, οροφή, πυλωτή, πόρτα, μεσοτοιχία) και μια σύντομη περιγραφή.

Ο τύπος «μεσοτοιχία» αναφέρεται ΜΟΝΟ σε μεσοτοιχίες με όμορα κτίσματα, που είναι θερμαινόμενα (λόγω χρήσης). Στην περίπτωση που το όμορο κτίσμα είναι μη θερμαινόμενος χώρος (λόγω χρήσης), τότε η συγκεκριμένη επιφάνεια θεωρείται ότι συνορεύει με τον εξωτερικό αέρα προς την πλευρά του όμορου κτηρίου και χαρακτηρίζεται «τοίχος».

- **Προσανατολισμός (°)**. Καταγράφεται ο προσανατολισμός του δομικού στοιχείου. Για παράδειγμα, σε επιφάνεια με προσανατολισμό προς το βορρά η τιμή είναι 0°, προς την ανατολή 90°, προς το νότο 180° και προς τη δύση 270°.
- **Κλίση (°)**. Καταγράφεται η κλίση του δομικού στοιχείου, μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου (ζενίθ) της περιοχής. Ένας κατακόρυφος τοίχος έχει κλίση 90°, μια επίπεδη οριζόντια οροφή 0°, ενώ μια πυλωτή 180°.
- **Εμβαδό (m²)**. Καταγράφεται το συνολικό καθαρό εμβαδό της αδιαφανούς επιφάνειας (δεν περιλαμβάνονται τα ανοίγματα), λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής. Αναλυτική περιγραφή για τον τρόπο εκτίμησης των επιφανειών των δομικών στοιχείων κατά την ενεργειακή επιθεώρηση γίνεται στην ενότητα 2.5. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2.
- **Συντελεστής θερμοπερατότητας, U [W/(m²·K)]**. Καταγράφεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου. Για τα νέα κτήρια υπολογίζεται σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2 και πρέπει να είναι μικρότερος από τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή που ορίζει ο αναθεωρημένος Κ.Εν.Α.Κ. για κάθε κλιματική ζώνη. Για τα νέα κτήρια, μετά την ισχύ του Κ.Εν.Α.Κ., ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων για τις διαφορετικές κλιματικές ζώνες πρέπει να πληροί τις απαιτήσεις της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2. Για υφιστάμενα κτήρια ο συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων υπολογίζεται με βάση τη μεθοδολογία που περιγράφεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1.
- **Υλικό / χρώμα επιφάνειας**. Καταγράφεται το υλικό και το χρώμα της εξωτερικής επιφάνειας του δομικού στοιχείου, που καθορίζουν την εκπεμπτικότητα ε και την απορροφητικότητα α_s του δομικού στοιχείου σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της απορροφητικότητας και της εκπομπής στη θερμική ακτινοβολία.

- **Απορροφητικότητα**. Καταγράφεται η απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία στην εξωτερική πλευρά της επιφάνειας του δομικού στοιχείου. Εξαρτάται από τον τύπο του δομικού στοιχείου, το υλικό και το χρώμα των τελικών επιστρώσεων, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με την απορροφητικότητα του δομικού στοιχείου, καταγράφεται η συγκεκριμένη τιμή.

- **Εκπομπή στη θερμική ακτινοβολία**. Καταγράφεται ο συντελεστής εκπομπής για τη θερμική ακτινοβολία της εξωτερικής πλευράς της επιφάνειας του δομικού στοιχείου σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με την εκπεμπτικότητα του δομικού στοιχείου, καταγράφεται η συγκεκριμένη τιμή.
- **Γωνία θέασης εμποδίου α (°)**. Καταγράφεται η γωνία θέασης του εμποδίου σύμφωνα με τον ορισμό που παρουσιάζεται αναλυτικά στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του συντελεστή σκίασης από τον ορίζοντα.

- **Συντελεστής σκίασης - ορίζοντας**. Καταγράφεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τον ορίζοντα, λαμβάνοντας υπόψη τη σκίαση από τον περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου λόγω φυσικών εμποδίων (π.χ. λόφων) ή τεχνητών εμποδίων (π.χ. υψηλών γειτονικών κτηρίων), κατά τη χειμερινή και θερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τιμές της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 και βάσει του προσανατολισμού του δομικού στοιχείου και της γωνίας θέασης του εμποδίου από το κέντρο του δομικού στοιχείου. Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα, ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).

Κατά παραδοχή, είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας ενιαίας τιμής για το συντελεστή σκίασης ορίζοντα για τα αδιαφανή στοιχεία του κτηρίου μιας όψης (με ίδιο προσανατολισμό), σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Γωνία προβόλου / τέντας / περσίδων β (°).** Καταγράφεται η γωνία προβόλου ή τέντας ή περσίδων σύμφωνα με τον ορισμό που παρουσιάζεται αναλυτικά στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του συντελεστή σκίασης από προβόλους ή τέντες ή περσίδες.

- **Συντελεστής σκίασης -πρόβολοι / τέντες / περσίδες**. Καταγράφεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα οριζόντια σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πρόβολοι, σκέπαστρα ανοιγμάτων, προεξοχές, εξώστες κ.ά.) κατά τη χειμερινή και θερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τιμές της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 και βάσει του προσανατολισμού και της γωνίας θέασης του σκιάστρου από το κέντρο του δομικού στοιχείου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει οριζόντια προεξοχή, ο συντελεστής ισούται με την μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ο συντελεστής ισούται με μηδέν (0).

Σε περίπτωση εξωτερικού κινητού σκιάστρου, για παράδειγμα τέντας και εξωτερικών περσίδων, η γωνία σκιάστρου και ο συντελεστής σκίασης κατά τη θερινή περίοδο, προσδιορίζονται σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 και καταγράφονται στη θέση των ανωτέρω.

Κατά παραδοχή, είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας ενιαίας τιμής για το συντελεστή σκίασης προβόλου για τα αδιαφανή στοιχεία του κτηρίου μιας όψης (με ίδιο προσανατολισμό), σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Γωνία πλευρικής προεξοχής γ (°)**. Καταγράφεται η γωνία της αριστερής και της δεξιάς πλευρικής προεξοχής, σύμφωνα με τον ορισμό που παρουσιάζεται αναλυτικά στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του συντελεστή σκίασης από πλευρικές προεξοχές.

- **Συντελεστής σκίασης -πλευρικές προεξοχές**. Καταγράφεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα πλευρικά κατακόρυφα σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πτερύγια, πλευρικές εσοχές, ή εξοχές ανοιγμάτων κ.ά.) κατά τη χειμερινή και θερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τιμές της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 και βάσει του προσανατολισμού και της γωνίας θέασης της πλευρικής προεξοχής από το κέντρο του δομικού στοιχείου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει πλευρική προεξοχή, ο συντελεστής ισούται με μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).

Κατά παραδοχή, είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας ενιαίας τιμής για το συντελεστή σκίασης πλευρικής προεξοχής για τα αδιαφανή στοιχεία του κτηρίου μιας όψης (με ίδιο προσανατολισμό), σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Συγκεκριμένα, για τα κτήρια της 3ης και 4ης κατηγορίας, ο μηχανικός καταχωρεί στο λογισμικό τις υπολογισθείσες τιμές του συντελεστή μετάδοσης θερμότητας λόγω θερμογεφυρών Σ(Ψ x ℓ): χωριστά αυτές που είναι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (στην καρτέλα «αδιαφανείς επιφάνειες») και χωριστά αυτές που είναι σε επαφή με το μη θερμαινόμενο χώρο (στην καρτέλα «διαχωριστική επιφάνεια») και δεν καταχωρεί πουθενά στο λογισμικό τον καταμερισμό των ροών θερμότητας προς το έδαφος. Σημειώνεται ότι, αυτές οι τιμές δεν θα πρέπει να εισαχθούν στο λογισμικό πολλαπλασιασμένες με τους μειωτικούς συντελεστές που λήφθηκαν υπόψη κατά τη μελέτη θερμομονωτικής επάρκειας για τον υπολογισμό του U_m, διότι η απομείωση των θερμικών ροών γίνεται με τον υπολογισμό του μειωτικού συντελεστή b από το ίδιο το λογισμικό πρόγραμμα σύμφωνα με την ενότητα 2.6.1. της αναθεωρημένης τεχνικής οδηγίας 20701-2. Κατά τον υπολογισμό του συντελεστή μετάδοσης θερμότητας λόγω θερμογεφυρών.

- **Θερμογέφυρες επί της επιφάνειας**. Καταγράφονται, για κτήρια με τύπο «νέο» ή «ριζικά ανακαινιζόμενο» ($3^η$ και $4^η$ κατηγορία κτηρίων σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, αναλυτικά δεδομένα για τις θερμογέφυρες των αντίστοιχων δομικών στοιχείων, όπως μια σύντομη περιγραφή, το μήκος (m) της θερμογέφυρας και ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ, (W/(m·K)).

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση δεν εμφανίζεται το πεδίο για τις θερμογέφυρες, εάν ο τύπος του κτηρίου είναι «παλαιό». Εάν ο τύπος του κτηρίου είναι «νέο» ή «ριζικά ανακαινιζόμενο», κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση εμφανίζεται πεδίο για τις θερμογέφυρες, στο οποίο πρέπει να καταγραφεί ο συνολικός συντελεστής μετάδοσης από θερμογέφυρες, δηλαδή το Σ(Ψ x ℓ).

- **Κόστος (€/m^2)**. Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) ανά m^2 επιφάνειας από επεμβάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας στο συγκεκριμένο δομικό στοιχείο (π.χ. θερμομόνωση, βάψιμο εξωτερικής επιφάνειας, εξωτερική σκίαση κ.ά.).

Το κόστος επέμβασης πρέπει να εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

Αδιαφανείς επιφάνειες που χαρακτηρίζονται «έμμεσου ηλιακού κέρδους» και περιλαμβάνουν, για παράδειγμα, τοίχο θερμικής μάζας (χωρίς θερμοσιφωνική ροή, χωρίς θυρίδες αερισμού) συμπαγούς κατασκευής, ή τοίχο Trombe, δεν λαμβάνονται υπόψη ως παθητικά ηλιακά συστήματα, αλλά ως απλά δομικά στοιχεία (πίνακας 9.1α). Τα στοιχεία «έμμεσου ηλιακού κέρδους» δεν λαμβάνονται προς το παρόν υπόψη στους υπολογισμούς.

2.1.14.1.2 Πίνακας 9.1β. Δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος

- **α/α στοιχείου**. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός του δομικού στοιχείου

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- **Τύπος / περιγραφή**. Καταγράφεται ο τύπος του δομικού στοιχείου (Τοίχος, Δάπεδο) και μια σύντομη περιγραφή.
- **Εμβαδό (m²)**. Καταγράφεται το συνολικό εμβαδόν της αδιαφανούς επιφάνειας (δεν περιλαμβάνονται τα ανοίγματα), λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.
- **Συντελεστής θερμοπερατότητας, U [(W/(m²·K)]**. Καταγράφεται ο ονομαστικός συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου. Για τα νέα κτήρια υπολογίζεται σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2. Για τα νέα κτήρια μετά την ισχύ του Κ.Εν.Α.Κ., ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων για τις διαφορετικές κλιματικές ζώνες πρέπει να πληροί τις απαιτήσεις της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2. Σε κτήρια για τα οποία δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία χρησιμοποιούνται εναλλακτικά οι τυπικές κατασκευές δομικών στοιχείων ανά χρονική περίοδο κατασκευής, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- **Βάθος έδρασης (m)**. Καταγράφεται το βάθος μέσα στο έδαφος στο οποίο βρίσκεται η επιφάνεια, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2. Για τοίχους (κατακόρυφα δομικά στοιχεία), καταγράφονται δύο τιμές, που αντιστοιχούν στο βάθος από το οποίο ξεκινάει το δομικό στοιχείο (ανώτερο) και στο βάθος μέχρι του οποίου εκτείνεται το δομικό στοιχείο (κατώτερο). Για δάπεδα (πλάκα σε έδαφος), καταγράφεται μόνο το βάθος, μέχρι το οποίο εκτείνεται το δομικό στοιχείο (κατώτερο). Για δάπεδα σε επαφή με το έδαφος, το βάθος λαμβάνεται 0.
- **Περίμετρος πλάκας (m)**. Καταγράφεται η εκτεθειμένη περίμετρος της πλάκας. Σε περίπτωση τοίχου δεν απαιτείται η καταγραφή.
- **Κόστος (€/m²)**. Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) ανά m^2 επιφάνειας από επεμβάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας στο συγκεκριμένο δομικό στοιχείο (π.χ. θερμομόνωση κ.ά.).

Το κόστος επέμβασης πρέπει να εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

2.1.14.1.3 Πίνακας 9.1γ. Δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο ή ηλιακό χώρο

Συμπληρώνεται όπως ο πίνακας 9.1α. στην ενότητα 2.1.14.1.1., εάν υπάρχει «μη θερμαινόμενος χώρος» ή «ηλιακός χώρος».

- **Διαχωρισμός με χώρο**. Καθορισμός του μη θερμαινόμενου χώρου ή του ηλιακού χώρου με τον οποίο εφάπτεται η συγκεκριμένη εσωτερική διαχωριστική επιφάνεια.
- **Κυκλοφορία αέρα (m³/h)**. Ο ρυθμός της φυσικής κυκλοφορίας του αέρα μεταξύ της ζώνης και του συγκεκριμένου εφαπτόμενου μη θερμαινόμενου χώρου, ή ηλιακού χώρου, λαμβάνεται μηδενικός σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση εμφανίζεται η προεπιλεγμένη τιμή 0 m³/h.

2.1.14.2 Πίνακας 9.2 Διαφανείς επιφάνειες

Διαφανείς επιφάνειες που χαρακτηρίζονται «άμεσου ηλιακού κέρδους» σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 καταγράφονται **ΜΟΝΟ** στα παθητικά ηλιακά συστήματα, πίνακας 10.1.

Διαφανείς επιφάνειες που χαρακτηρίζονται «έμμεσου ηλιακού κέρδους» και περιλαμβάνουν, για παράδειγμα, νότια υαλοστάσια σε μικρή απόσταση από τοίχο θερμικής μάζας (χωρίς

θερμοσιφωνική ροή, χωρίς θυρίδες αερισμού) συμπαγούς κατασκευής, ή τοίχο Trombe, δεν λαμβάνονται υπόψη. Τα στοιχεία «έμμεσου ηλιακού κέρδους» δεν λαμβάνονται προς το παρόν υπόψη στους υπολογισμούς. Προς το παρόν, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, στην περίπτωση που ένα κτήριο διαθέτει τοίχο Trombe ή/και τοίχο θερμικής μάζας, στους υπολογισμούς η επιφάνεια του Π.Η.Σ. λαμβάνεται ως μια συμβατική αδιαφανής επιφάνεια, με συντελεστή θερμοπερατότητας U [W/(m²K)] ίσο με το μισό του μέγιστου επιτρεπτού για την αντίστοιχη θερμική ζώνη**.** Τα υπόλοιπα τεχνικά χαρακτηριστικά, π.χ. οι συντελεστές σκίασης, η απορροφητικότητα και ο συντελεστής εκπομπής στη θερμική ακτινοβολία, λαμβάνονται όπως στις αδιαφανείς επιφάνειες του κτηρίου αναφοράς.

2.1.14.2.1 <u>Πίνακας 9.2α. Δομικά στοιχεία σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον</u>

- **α/α στοιχείου.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός του δομικού στοιχείου (παράθυρα, γυάλινες προσόψεις, φεγγίτες κ.ά.).

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο της έκθεσης για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- **Τύπος / περιγραφή**: Καταγράφεται ο τύπος του δομικού στοιχείου (ανοιγόμενο κούφωμα, μη ανοιγόμενο κούφωμα, ανοιγόμενη πρόσοψη, μη ανοιγόμενη πρόσοψη) και μια σύντομη περιγραφή.
- **Προσανατολισμός (°)**: Καταγράφεται ο προσανατολισμός του δομικού στοιχείου. Για παράδειγμα, σε επιφάνεια με προσανατολισμό προς το βορρά η τιμή είναι 0°, προς την ανατολή 90°, προς το νότο 180° και προς τη δύση 270°.
- **Κλίση (°)**: Καταγράφεται η κλίση του δομικού στοιχείου, μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου (ζενίθ περιοχής). Ένα κατακόρυφο άνοιγμα έχει κλίση 90°, ένας φεγγίτης σε μια επίπεδη οροφή 0°.
- **Διαστάσεις κατακόρυφων στοιχείων**: Καταγράφεται το πλάτος (m) της διαφανούς επιφάνειας του ανοίγματος.
- **Διαστάσεις στοιχείων οροφής**: Καταγράφεται το εμβαδό (m²) της περιοχής που βρίσκεται κάτω από το στοιχείο και εκτείνεται 1,5 m πέρα από τα όρια της προβολής του.

Δεν απαιτούνται (διαστάσεις κατακόρυφων στοιχείων, διαστάσεις στοιχείων οροφής) κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της περιοχής φυσικού φωτισμού, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Εμβαδό (m²)**: Καταγράφεται το συνολικό εμβαδό της διαφανούς επιφάνειας, συμπεριλαμβανομένου και του πλαισίου.
- **Τύπος πλαισίου**: Καταγράφεται ο τύπος του πλαισίου: Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή (θ.δ.), μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm, μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 24 mm, συνθετικό πλαίσιο, ξύλινο πλαίσιο.
- **Ποσοστό πλαισίου (%)**: Καταγράφεται το ποσοστό του πλαισίου επί του κουφώματος.
- **Τύπος υαλοπίνακα:** Καταγράφεται το υλικό του υαλοπίνακα: Μονός υαλοπίνακας, δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 12 mm αέρα, δίδυμος έγχρωμος υαλοπίνακας με διάκενο 12 mm αέρα, δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 6 mm, δίδυμος έγχρωμος υαλοπίνακας με διάκενο 6 mm αέρα, δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 12 mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας, δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 6 mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας, διπλό παράθυρο.
- **Κούφωμα με εξωτερικά προστατευτικά φύλλα:** Καταγράφεται το εμβαδόν των κουφωμάτων με εξωτερικά προστατευτικά φύλλα (ρολά / εξώφυλλα). Τα χαρακτηριστικά των εξωτερικών προστατευτικών φύλλων λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του διορθωμένου συντελεστή θερμοπερατότητας κουφώματος για χρήση εξωτερικών προστατευτικών φύλλων, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2.

- **Συντελεστής θερμοπερατότητας κουφωμάτων, U [W/(m²·K)]**: Καταγράφεται ο συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος (για τον υαλοπίνακα μαζί με το πλαίσιο του κουφώματος χωρίς εξωτερικά προστατευτικά φύλλα / με χρήση ρολών, ανεξαρτήτως της αεροστεγανότητας των ρολών / με χρήση εξώφυλλων, αδιαφόρως της αεροστεγανότητάς τους), σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ενότητα 3.2.3.6 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση τα πεδία για τον τύπο πλαισίου, το ποσοστό πλαισίου και τον τύπο υαλοπίνακα εισάγονται στο πεδίο «τύπος ανοίγματος» και καθορίζουν το συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με το U του δομικού στοιχείου, καταγράφεται η περιγραφή του τύπου ανοίγματος και η συγκεκριμένη τιμή για τον συντελεστή θερμοπερατότητας.

- **Διαπερατότητα**: Καταγράφεται ο συντελεστής διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία της διαφανούς επιφάνειας, όπως προκύπτει από τις προδιαγραφές του κατασκευαστή ή σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση τα πεδία για το ποσοστό πλαισίου και τον τύπο υαλοπίνακα καθορίζουν τον συντελεστή διαπερατότητας του δομικού στοιχείου, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε διαφορετική περίπτωση, εισάγεται η τιμή για τον συντελεστή διαπερατότητας.

- **Γωνία θέασης εμποδίου α (°):** Καταγράφεται η γωνία θέασης του εμποδίου σύμφωνα με τον ορισμό που παρουσιάζεται αναλυτικά στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του συντελεστή σκίασης από τον ορίζοντα.

- **Συντελεστής σκίασης ορίζοντας:** Καταγράφεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τον ορίζοντα, λαμβάνοντας υπόψη τη σκίαση από τον περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου, λόγω φυσικών εμποδίων (π.χ. λόφων) ή τεχνητών εμποδίων (π.χ. υψηλών γειτονικών κτηρίων), κατά τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τιμές του σχετικού πίνακα της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 και βάσει του προσανατολισμού του κουφώματος και της γωνίας θέασης του εμποδίου α. Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα, ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με το μηδέν (0).

- **Γωνία προβόλου / τέντας / περσίδων β (°):** Καταγράφεται η γωνία προβόλου ή τέντας ή περσίδων σύμφωνα με τον ορισμό που παρουσιάζεται αναλυτικά στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του συντελεστή σκίασης από προβόλους ή τέντες ή περσίδες.

- **Συντελεστής σκίασης - πρόβολοι / τέντες / περσίδες**. Καταγράφεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα οριζόντια σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (προβόλους σκέπαστρα ανοιγμάτων, προεξοχές, εξώστες κ.ά.) κατά τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τιμές του σχετικού πίνακα της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 και βάσει του προσανατολισμού και της γωνίας θέασης β του σκιάστρου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει οριζόντια προεξοχή, ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με το μηδέν (0).

Σε περίπτωση εξωτερικού κινητού σκιάστρου, για παράδειγμα τέντας και εξωτερικών περσίδων, η γωνία σκιάστρου και ο συντελεστής σκίασης κατά τη θερινή περίοδο, προσδιορίζονται σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 και καταγράφονται στη θέση των ανωτέρω.

- **Γωνία πλευρικής προεξοχής γ (°).** Καταγράφεται η γωνία της αριστερής και της δεξιάς πλευρικής προεξοχής σύμφωνα με τον ορισμό που παρουσιάζεται αναλυτικά στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του συντελεστή σκίασης από πλευρικές προεξοχές.

- **Συντελεστής σκίασης - πλευρικές προεξοχές:** Καταγράφεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα πλευρικά κατακόρυφα σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πτερύγια, πλευρικές εσοχές ή εξοχές ανοιγμάτων κ.ά.) κατά τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τιμές του σχετικού πίνακα της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 και βάσει του προσανατολισμού και της γωνίας θέασης γ του σκιάστρου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει πλευρική προεξοχή, ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με το μηδέν (0).

Ο ορισμός των διαφανών επιφανειών γίνεται σε σχέση με τον προσδιορισμό των συντελεστών σκίασης και των αντίστοιχων γωνιών σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Κόστος (€/m²)**. Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικών, εργασιών κ.τ.λ.) ανά m^2 επιφάνειας από επεμβάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας στο συγκεκριμένο δομικό στοιχείο (π.χ. αλλαγή κουφωμάτων, αλλαγή υαλοπινάκων, αεροστεγανότητα ανοιγμάτων, εξωτερική σκίαση κ.ά.).

Το κόστος επέμβασης πρέπει να εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

2.1.14.2.2 Πίνακας 9.2β. Δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο ή ηλιακό χώρο

Συμπληρώνεται όπως ο πίνακας 9.2α. στην ενότητα 2.1.14.2.1, εάν υπάρχει «μη θερμαινόμενος χώρος» ή «ηλιακός χώρος».

2.1.15 Πίνακας 10. Παθητικά ηλιακά συστήματα

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων (η λειτουργία τους βασίζεται κυρίως στο φαινόμενο του θερμοκηπίου) και για το φυσικό φωτισμό εσωτερικών χώρων. Στα ελληνικά κτήρια, σε συνδυασμό με τις τεχνικές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής μπορούν να καλύψουν σημαντικά ποσοστά των ενεργειακών αναγκών σε σχέση με τα συμβατικά κτήρια και να εξασφαλίσουν συνθήκες άνεσης στο χώρο, όταν υπάρχει δυνατότητα ελέγχου και προσαρμογής για την περίοδο του καλοκαιριού (ελαχιστοποίηση των ηλιακών κερδών) με την κατάλληλη ηλιοπροστασία και πιθανώς φυσικό αερισμό.

Για να λειτουργήσουν σωστά τα παθητικά ηλιακά συστήματα, προϋποθέτουν :

- σωστή τοποθέτηση των επιφανειών (προσανατολισμό, σχήμα κτηρίου για την συλλογή και εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, μεγιστοποιώντας τα ηλιακά κέρδη),
- κατάλληλο εξωτερικό κέλυφος (ιδιότητες επιφανειών, μέγεθος διαφανών επιφανειών, δομικά υλικά με κατάλληλη θερμοχωρητικότητα για την αποθήκευση της συλλεγόμενης θερμότητας, οπτικές ιδιότητες διαφανών επιφανειών),
- ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών μέσω του κελύφους του χώρου ή των υλικών που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση της θερμότητας,
- κατάλληλη διάταξη εσωτερικών χώρων για την συλλογή, αποθήκευση και διανομή της θερμότητας.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους, περιλαμβάνουν συστήματα:

- **Άμεσου ηλιακού κέρδους**. Ο εσωτερικός χώρος θερμαίνεται με άμεσο τρόπο από την ηλιακή ακτινοβολία, που εισέρχεται από τα νότια μεγάλα υαλοστάσια ή ανοίγματα.

Οι διαφανείς επιφάνειες που χαρακτηρίζονται ως «άμεσου ηλιακού κέρδους» δεν καταγράφονται στον πίνακα 9.2. (διαφανείς επιφάνειες), αλλά στον πίνακα 10.1.

- **Έμμεσου ηλιακού κέρδους - τοίχου θερμικής μάζας**. Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας γίνεται με έμμεσο τρόπο, μέσω αποθηκευτικού συστήματος, για παράδειγμα, νότια υαλοστάσια σε μικρή απόσταση από τοίχο θερμικής μάζας (χωρίς θερμοσιφωνική ροή, χωρίς θυρίδες αερισμού) συμπαγούς κατασκευής.

- **Έμμεσου ηλιακού κέρδους - τοίχου Trombe**. Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας γίνεται με έμμεσο τρόπο, μέσω αποθηκευτικού συστήματος, για παράδειγμα, με νότια υαλοστάσια σε μικρή απόσταση από τοίχο θερμικής μάζας με θυρίδες αερισμού μέσω θερμοσιφωνική ροής.

Τα στοιχεία «έμμεσου ηλιακού κέρδους» δεν λαμβάνονται, προς το παρόν, υπόψη στους υπολογισμούς. Προς το παρόν, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, στην περίπτωση που ένα κτήριο ή τμήμα κτηρίου διαθέτει τοίχο Trombe ή/και τοίχο θερμικής μάζας, στους υπολογισμούς, η επιφάνεια του παθητικού ηλιακού συστήματος λαμβάνεται ως μια συμβατική αδιαφανής επιφάνεια, με συντελεστή θερμοπερατότητας U_{V-W} [W/(m²·K)] το μισό του μέγιστου επιτρεπτού για την αντίστοιχη θερμική ζώνη (πίνακας 3.3.). Τα υπόλοιπα τεχνικά χαρακτηριστικά, συντελεστής σκίασης, απορροφητικότητα και συντελεστής εκπομπής στη θερμική ακτινοβολία, λαμβάνονται όπως οι αδιαφανείς επιφάνειες του κτηρίου αναφοράς.

2.1.15.1 Πίνακας 10.1. Άμεσου ηλιακού κέρδους

Συμπληρώνεται όπως ο πίνακας 9.2α. στην ενότητα 2.1.14.2.1.

- **α/α θερμικής ζώνης σε επαφή**. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης ή των θερμικών ζωνών, με τις οποίες έρχεται σε επαφή το συγκεκριμένο παθητικό σύστημα.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- **Ειδική θερμοχωρητικότητα ζώνης [kJ/(m²·K)]**. Καταγράφεται η ειδική θερμοχωρητικότητα της ζώνης.
- **Ηλιοπροστασία θερινής περιόδου**. Καταγράφεται το σύστημα ηλιοπροστασίας του συστήματος κατά τη θερινή περίοδο.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του αντίστοιχου συντελεστή σκίασης.

2.1.15.2 Πίνακας 10.2. Έμμεσου ηλιακού κέρδους - τοίχος θερμικής μάζας

Τα στοιχεία «έμμεσου ηλιακού κέρδους» δεν λαμβάνονται, προς το παρόν, υπόψη στους υπολογισμούς. Προς το παρόν, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, στην περίπτωση που ένα κτήριο ή τμήμα κτηρίου διαθέτει τοίχο Trombe ή/και τοίχο θερμικής μάζας, τότε στους υπολογισμούς, η επιφάνεια του παθητικού ηλιακού συστήματος λαμβάνεται ως μια συμβατική αδιαφανής επιφάνεια, με συντελεστή θερμοπερατότητας U_{V-W} [W/(m²·K)] το μισό του μέγιστου επιτρεπτού για την αντίστοιχη θερμική ζώνη. Τα υπόλοιπα τεχνικά χαρακτηριστικά, συντελεστής σκίασης, απορροφητικότητα και συντελεστής εκπομπής στην θερμική ακτινοβολία λαμβάνονται όπως των αδιαφανών επιφανειών του κτηρίου αναφοράς.

- **α/α θερμικής ζώνης σε επαφή**. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης ή των θερμικών ζωνών, με τις οποίες έρχεται σε επαφή το συγκεκριμένο παθητικό σύστημα.
- **α/α στοιχείου**. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός του δομικού στοιχείου.

Δεν απαιτούνται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιούνται στο έντυπο της έκθεσης για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- **Περιγραφή**. Καταχωρείται μια σύντομη περιγραφή.
- **Προσανατολισμός (°)**. Καταγράφεται ο προσανατολισμός του δομικού στοιχείου. Για παράδειγμα, για επιφάνεια με προσανατολισμό το βορρά η τιμή είναι 0°, προς την ανατολή 90°, προς το νότο 180° και προς τη δύση 270°.
- **Εμβαδόν (m²)**. Καταγράφεται το συνολικό εμβαδό του δομικού στοιχείου, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.

- **Συντελεστής θερμοπερατότητας, U [W/(m²·K)]**. Καταγράφεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας του αδιαφανούς δομικού στοιχείου. Για τα νέα κτήρια υπολογίζεται, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2. Για τα νέα κτήρια μετά την ισχύ του Κ.Εν.Α.Κ., ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων για τις διαφορετικές κλιματικές ζώνες πρέπει να πληροί τις απαιτήσεις της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2. Σε κτήρια για τα οποία δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία χρησιμοποιούνται, εναλλακτικά, οι τυπικές κατασκευές δομικών στοιχείων ανά χρονική περίοδο κατασκευής, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- **Υλικό / χρώμα επιφάνειας**. Καταγράφεται το υλικό και το χρώμα της εξωτερικής επιφάνειας του αδιαφανούς δομικού στοιχείου, που καθορίζουν τις θερμοοπτικές ιδιότητες σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της απορροφητικότητας.

- **Απορροφητικότητα**. Καταγράφεται η απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία στην εξωτερική πλευρά της επιφάνειας του αδιαφανούς δομικού στοιχείου. Εξαρτάται από τον τύπο του δομικού στοιχείου, το υλικό και το χρώμα των τελικών επιστρώσεων, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με την απορροφητικότητα του δομικού στοιχείου, καταγράφεται η συγκεκριμένη τιμή.
- **Εκπομπή στη θερμική ακτινοβολία**. Καταγράφεται ο συντελεστής εκπομπής για τη θερμική ακτινοβολία στην εξωτερική πλευρά της επιφάνειας του αδιαφανούς δομικού στοιχείου, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με την εκπεμπτικότητα του δομικού στοιχείου τότε καταγράφεται η συγκεκριμένη τιμή.
- **Θερμογέφυρες επί της επιφάνειας**. Καταγράφονται, για κτήρια με τύπο νέο ή ριζικά ανακαινιζόμενο ($3^{η}$ και $4^{η}$ κατηγορία κτηρίων σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1), αναλυτικά δεδομένα για τις θερμογέφυρες των αντίστοιχων δομικών στοιχείων, όπως μια σύντομη περιγραφή, το μήκος (m) της θερμογέφυρας και ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ [W/(m·K)].

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση δεν εμφανίζεται το πεδίο για τις θερμογέφυρες, εάν ο τύπος του κτηρίου είναι «παλαιό». Εάν ο τύπος του κτηρίου είναι «νέο» ή «ριζικά ανακαινιζόμενο», κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση εμφανίζεται πεδίο για τις θερμογέφυρες, στο οποίο πρέπει να καταγραφεί ο συνολικός συντελεστής μετάδοσης από θερμογέφυρες, δηλαδή το Σ(Ψ x ℓ).

- **Απόσταση διακένου (cm)**. Καταγράφεται η απόσταση διακένου μεταξύ του αδιαφανούς δομικού στοιχείου και της διαφανούς επιφάνειας.
- **Εμβαδό διαφανούς (m²)**. Καταγράφεται το συνολικό εμβαδό της διαφανούς επιφάνειας, συμπεριλαμβανομένου και του πλαισίου.
- **Τύπος πλαισίου**. Καταγράφεται ο τύπος του πλαισίου: Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή, μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm, μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 24 mm, συνθετικό πλαίσιο, ξύλινο πλαίσιο.
- **Ποσοστό πλαισίου (%)**. Καταγράφεται το ποσοστό του πλαισίου επί του κουφώματος.
- **Τύπος υαλοπίνακα**. Καταγράφεται το υλικό του υαλοπίνακα: Μονός υαλοπίνακας, δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 12 mm αέρα, δίδυμος έγχρωμος υαλοπίνακας με διάκενο 12 mm αέρα, δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 6 mm, δίδυμος έγχρωμος υαλοπίνακας με διάκενο 6 mm αέρα, δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 6 mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας, δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 12 mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας, διπλό παράθυρο.
- **Συντελεστής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα / πλαίσιο, U [W/(m²·K)]**. Καταγράφεται ο συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος (για τον υαλοπίνακα μαζί με το πλαίσιο του κουφώματος), σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση τα πεδία για τον τύπο πλαισίου, το ποσοστό πλαισίου και τον τύπο υαλοπίνακα εισάγονται στο πεδίο «τύπος ανοίγματος» και καθορίζουν το συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με το U του δομικού στοιχείου, καταγράφεται η περιγραφή του τύπου ανοίγματος και η συγκεκριμένη τιμή για το συντελεστή θερμοπερατότητας.

- **Διαπερατότητα**. Καταγράφεται ο συντελεστής διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία της διαφανούς επιφάνειας, όπως προκύπτει από τις προδιαγραφές του κατασκευαστή ή σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση τα πεδία για το ποσοστό πλαισίου και τον τύπο υαλοπίνακα καθορίζουν το συντελεστή διαπερατότητας του δομικού στοιχείου, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε διαφορετική περίπτωση, εισάγεται η τιμή για το συντελεστή διαπερατότητας.

- **Διάχυτη - ημισφαιρική διαπερατότητα**. Καταγράφεται ο ολικός συντελεστής διαπερατότητας σε διάχυτη - ημισφαιρική πρόσπτωση στην ηλιακή ακτινοβολία της διαφανούς επιφάνειας, όπως προκύπτει από τις προδιαγραφές του κατασκευαστή ή σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Γωνία θέασης εμποδίου α (°)**. Καταγράφεται η γωνία θέασης του εμποδίου σύμφωνα με τον ορισμό που παρουσιάζεται αναλυτικά στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του συντελεστή σκίασης από τον ορίζοντα.

- **Συντελεστής σκίασης -ορίζοντας**. Καταγράφεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τον ορίζοντα λαμβάνοντας υπόψη τη σκίαση από τον περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου, λόγω φυσικών εμποδίων (π.χ. λόφων) ή τεχνητών εμποδίων (π.χ. υψηλών γειτονικών κτηρίων), κατά τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 βάσει του περιβάλλοντος χώρου. Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα, ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με το μηδέν (0).

- **Γωνία προβόλου / τέντας / περσίδων β (°)**. Καταγράφεται η γωνία προβόλου ή τέντας ή περσίδων σύμφωνα με τον ορισμό που παρουσιάζεται αναλυτικά στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του συντελεστή σκίασης από προβόλους ή τέντες ή περσίδες.

- **Συντελεστής σκίασης -πρόβολοι τέντες / περσίδες**. Καταγράφεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα οριζόντια σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (προβόλους, σκέπαστρα ανοιγμάτων, προεξοχές, εξώστες κ.ά.) κατά τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 και βάσει του προσανατολισμού και της γεωμετρίας του σκιάστρου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει οριζόντια προεξοχή, ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με το μηδέν (0).

Σε περίπτωση εξωτερικού κινητού σκιάστρου, για παράδειγμα τέντας και εξωτερικών περσίδων, η γωνία σκιάστρου και ο συντελεστής σκίασης κατά τη θερινή περίοδο, προσδιορίζονται σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 και καταγράφονται στη θέση των ανωτέρω.

- **Γωνία πλευρικής προεξοχής γ (°)**. Καταγράφεται η γωνία της αριστερής και της δεξιάς πλευρικής προεξοχής, σύμφωνα με τον ορισμό που παρουσιάζεται αναλυτικά στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του συντελεστή σκίασης από πλευρικές προεξοχές.

- **Συντελεστής σκίασης -πλευρικές προεξοχές**. Καταγράφεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα πλευρικά κατακόρυφα σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πτερύγια, πλευρικές εσοχές, ή εξοχές ανοιγμάτων κ.ά.) κατά τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 και βάσει του προσανατολισμού και της γεωμετρίας του σκιάστρου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει

πλευρική προεξοχή, ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με το μηδέν (0).

Για όλους τους συντελεστές σκίασης ανά όψη (με ίδιο προσανατολισμό), κατά παραδοχή, είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας ενιαίας τιμής, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Κόστος (€/m²)**. Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικών, εργασιών κ.τ.λ.) ανά m^2 επιφάνειας από επεμβάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας στο συγκεκριμένο δομικό στοιχείο (π.χ. εγκατάσταση παθητικού στοιχείου, βάψιμο εξωτερικής επιφάνειας, εξωτερική σκίαση κ.ά.).

Το κόστος επέμβασης πρέπει να εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

2.1.15.3 Πίνακας 10.3. Έμμεσου ηλιακού κέρδους - Τοίχος Trombe

Τα στοιχεία «έμμεσου ηλιακού κέρδους» δεν λαμβάνονται, προς το παρόν, υπόψη στους υπολογισμούς. Προς το παρόν, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, στην περίπτωση που ένα κτήριο ή τμήμα κτηρίου διαθέτει τοίχο Trombe ή/και τοίχο θερμικής μάζας, στους υπολογισμούς, η επιφάνεια του παθητικού ηλιακού συστήματος λαμβάνεται ως μια συμβατική αδιαφανής επιφάνεια, με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{V\text{-}W}$ [W/(m²·K)] το μισό του μέγιστου επιτρεπτού για την αντίστοιχη θερμική ζώνη. Τα υπόλοιπα τεχνικά χαρακτηριστικά, συντελεστής σκίασης, απορροφητικότητα και συντελεστής εκπομπής στην θερμική ακτινοβολία, λαμβάνονται όπως των αδιαφανών επιφανειών του κτηρίου αναφοράς.

Συμπληρώνεται όπως ο πίνακας 10.2. στην ενότητα 2.1.15.2.

- **Επιφάνεια θυρίδων αερισμού (m²)**. Καταγράφεται το συνολικό εμβαδό των θυρίδων αερισμού στο κατώτερο τμήμα του αδιαφανούς δομικού στοιχείου.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της κυκλοφορία αέρα μέσω των θυρίδων αερισμού.

- **Κυκλοφορία αέρα μέσω θυρίδων (m³/h)**. Καταγράφεται η συνολική κυκλοφορία αέρα μέσω των θυρίδων αερισμού.

2.1.16 Πίνακας 11. Συστήματα παραγωγής, διανομής και εκπομπής για θέρμανση, ψύξη και κλιματισμό

Ο ενεργειακός επιθεωρητής καταγράφει όλα τα συστήματα παραγωγής, διανομής και εκπομπής για την θέρμανση, ψύξη και κλιματισμό που εξυπηρετούν την συγκεκριμένη θερμική ζώνη.

Η ενεργειακή επιθεώρηση των συστημάτων θέρμανσης και συστημάτων κλιματισμού σκόπιμο είναι να προηγείται της αρχικής ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου, έτσι ώστε να διευκολύνεται η διαδικασία συλλογής στοιχείων.

Σε μεγάλα κτήρια, οι απαιτήσεις και οι ρυθμίσεις λειτουργίας των εγκαταστάσεων είναι συνήθως σύνθετες, ιδίως όταν απαιτούνται διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες ανάλογα με τη χρήση των χώρων ή λειτουργούν με διαφορετικά ωράρια. Σ' αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούνται κεντρικά συστήματα ενεργειακής διαχείρισης (BEMS), που ελέγχουν πλήρως τη λειτουργία της θέρμανσης, της ψύξης, του αερισμού, του κλιματισμού, του φωτισμού, της παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, κ.τ.λ. Η ρύθμιση και ο έλεγχος της λειτουργίας γίνεται από ένα κεντρικό σημείο ελέγχου, σε διαφορετικές ζώνες, ανάλογα με τις απαιτήσεις και σε συνδυασμό με αισθητήρια μέτρησης των συνθηκών λειτουργίας, βελτιστοποιώντας τις συνθήκες λειτουργίας, με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας. Γι' αυτό το λόγο χρειάζονται αισθητήρια μέτρησης των συνθηκών λειτουργίας.

Συνολικά, ένα κεντρικό σύστημα ελέγχου επιτρέπει την καλύτερη δυνατή ενεργειακή διαχείριση του κτηρίου, και επιπλέον τη συστηματική παρακολούθηση των ωρών λειτουργίας των επί μέρους μηχανημάτων, έτσι ώστε να μπορεί να γίνεται προληπτική συντήρηση και γενικά βελτιστοποίηση των περιόδων λειτουργίας

του κάθε μηχανήματος. Επιπλέον, μπορεί να επιτευχθεί παραλληλισμός της λειτουργίας ορισμένων μηχανημάτων για τη μείωση των φορτίων αιχμής και την ορθολογική λειτουργία των μηχανημάτων ενός συγκροτήματος ψύξης ή και θέρμανσης. Στις λειτουργίες ενός κεντρικού συστήματος ελέγχου μπορούν να προστεθούν, πέρα από τον έλεγχο των εγκαταστάσεων κλιματισμού, ο έλεγχος των εγκαταστάσεων φωτισμού, της πυρασφάλειας κ.τ.λ. Το κατάλληλα εκπαιδευμένο τεχνικό προσωπικό είναι απαραίτητη προϋπόθεση για να λειτουργήσει και να συντηρήσει ένα σύνθετο σύστημα ελέγχου. Γι’ αυτό είναι προτιμότερο τα συστήματα ελέγχου και αυτοματισμών να είναι όσο το δυνατόν πιο απλά.

Η καταγραφή των αυτοματισμών πραγματοποιείται στον πίνακα 8.

2.1.16.1 Πίνακας 11.1. Μονάδες παραγωγής

Καταγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των μονάδων παραγωγής θέρμανσης & ψύξης. Τα στοιχεία λαμβάνονται από τη σήμανση των κατασκευαστών, εάν υπάρχει, τις σχετικές μελέτες ή άλλα διαθέσιμα στοιχεία, όπως, για παράδειγμα, την ανάλυση καυσαερίων, η οποία είναι υποχρεωτική σύμφωνα με την Υ.Α. 189533/07-11-2011 (ΦΕΚ Β΄ 2654). Συγκεκριμένα, καταγράφονται τα εξής:

- **α/α θερμικής ζώνης.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

Μονάδες θέρμανσης

- **α/α μονάδας θέρμανσης**. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της μονάδας θέρμανσης.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- **Τύπος**. Καταγράφεται ο τύπος της μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας: Λέβητας, τοπική αερόψυκτη αντλία θερμότητας (Α.Θ.), κεντρική υδρόψυκτη αντλία θερμότητας, κεντρική αερόψυκτη αντλία θερμότητας, γεωθερμική αντλία θερμότητας με οριζόντιο εναλλάκτη, γεωθερμική αντλία θερμότητας με κατακόρυφο εναλλάκτη, κεντρική αντλία θερμότητας άλλου τύπου, τοπικές ηλεκτρικές μονάδες (ηλεκτρικά σώματα καλοριφέρ, θερμοπομποί κ.ά.), τοπικές μονάδες αερίου ή υγρού καυσίμου, ανοικτές εστίες καύσης, τηλεθέρμανση, Σ.Η.Θ., μονάδα παραγωγής άλλου τύπου.
- **Έτος εγκατάστασης**. Καταγράφεται το έτος εγκατάστασης για τις αντλίες θερμότητας.
- **Θερμομόνωση μονάδας**. Καταγράφεται η κατάσταση της θερμομόνωσης του συστήματος λέβητα - καυστήρα: καλή κατάσταση μόνωσης, μέτρια μόνωση και κακή ή χωρίς μόνωση.
- **Κατάσταση μονάδας**. Καταγράφεται η κατάσταση της μονάδας θέρμανσης. Για παράδειγμα, εμφανείς βλάβες, διαβρώσεις, σύμφωνα με τους κατά περίπτωση ορισμούς από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτούνται (έτος εγκατάστασης, θερμομόνωση μονάδας, κατάσταση μονάδας) κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιούνται για την επιλογή τυπικών τιμών απόδοσης, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Πηγή ενέργειας.** Καταγράφεται η πηγή ενέργειας της συγκεκριμένης μονάδας: Φυσικό αέριο, πετρέλαιο θέρμανσης, πετρέλαιο κίνησης, ηλεκτρική ενέργεια, υγραέριο, βιομάζα, τυποποιημένη βιομάζα, τηλεθέρμανση (από Δ.Ε.Η.), τηλεθέρμανση (από Α.Π.Ε.), Σ.Η.Θ.
- **Καπνοδόχος.** Καταγράφεται η ύπαρξη καπνοδόχου στην περίπτωση τοπικών μονάδων αερίου.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για την επιλογή τυπικών τιμών απόδοσης, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Ονομαστική θερμική ισχύς (kW).** Καταγράφεται η ονομαστική ισχύς της μονάδας.

Στην περίπτωση που δεν υπάρχει σύστημα θέρμανσης καταγράφεται η τιμή μηδέν (0). Σε περίπτωση

μονάδας λέβητα – καυστήρα:
α. Για τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια είναι υποχρεωτική η αναζήτηση:
- Της ονομαστικής θερμικής ισχύος του λέβητα και της ενεργειακής απόδοσης εποχιακής θέρμανσης χώρου από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κατασκευαστή για λέβητες με ενεργειακή σήμανση.
- Της ονομαστικής θερμικής ισχύος του λέβητα και του πραγματικού βαθμού απόδοσης από την ανάλυση καυσαερίων για λέβητες χωρίς ενεργειακή σήμανση.
Σε καμία περίπτωση νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτηρίου **δεν είναι αποδεκτή** η χρήση των πραγματικών βαθμών απόδοσης του Πίνακα 4.2β της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
β. Για τα υφιστάμενα κτήρια χρησιμοποιούμε τη θερμική ισχύ από το φύλλο ανάλυσης καυσαερίων της μονάδας λέβητα-καυστήρα, το οποίο είναι υποχρεωτικό να εκδίδεται κάθε χρόνο ή κάθε 6 μήνες (ανάλογα την ισχύ), για όλα τα κτήρια με κεντρικό σύστημα θέρμανσης λέβητα – καυστήρα (σταθερές εστίες καύσης). Σε περίπτωση έλλειψης φύλλου συντήρησης αλλά και οποιουδήποτε στοιχείου για την πραγματική θερμική ισχύ του λέβητα, ο ενεργειακός επιθεωρητής θα πρέπει να εκτιμήσει την πραγματική θερμική ισχύ του λέβητα από άλλα στοιχεία (όπως τις διαστάσεις του λέβητα και τη σύγκρισή τους με αντίστοιχους λέβητες της αγοράς, σε συνδυασμό με την ισχύ του καυστήρα). Για τους υφιστάμενους αναλογικούς (π.χ. επίτοιχους) λέβητες αερίου παραγωγής θερμότητας ή/και ΖΝΧ (μονάδες ροής) χωρίς ενεργειακή σήμανση, ο βαθμός απόδοσης (n_{gm}) λαμβάνεται ίσος με το βαθμό απόδοσης που δίνουν οι προδιαγραφές του κατασκευαστή και βάσει της πιστοποίησης του.

- **Βαθμός Απόδοσης.** Καταγράφεται ο συνολικός βαθμός απόδοσης της μονάδας λέβητα-καυστήρα, ή ο βαθμός απόδοσης των λοιπών μονάδων παραγωγής θερμότητας, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Για τον συνολικό βαθμό απόδοσης της μονάδας λέβητα-καυστήρα χρησιμοποιείται ο εποχιακός βαθμός απόδοσης μειωμένος με τους συντελεστές υπερδιαστασιολόγησης και κατάστασης μόνωσης, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **SCOP:** Καταγράφεται ο εποχιακός συντελεστής απόδοσης (SCOP) της αντλίας θερμότητας με Ενεργειακή Σήμανση, ή ο ονομαστικός συντελεστής απόδοσης αντλίας θερμότητας σε λειτουργία θέρμανσης (COP), σε περιπτώσεις που ο αντίστοιχος εποχιακός δεν είναι διαθέσιμος.

Για τις αντλίες θερμότητας με θερμαινόμενο μέσο τον αέρα, οι οποίες είναι σύμφωνες με τον κανονισμό Οικολογικού σχεδιασμού και συνοδεύονται από Ενεργειακή Σήμανση, σύμφωνα με τον κανονισμό Ενεργειακής Επισήμανσης της ΕΕ 626/2011, λαμβάνεται υπόψη ο Εποχιακής Συντελεστής Απόδοσης της μονάδας $SCOP_{ΕΣ}$ στο μέσο κλίμα.

Για τις αντλίες θερμότητας με θερμαινόμενο μέσο το νερό, οι οποίες είναι σύμφωνες με τον κανονισμό Οικολογικού σχεδιασμού (813/2113) και συνοδεύονται από Ενεργειακή Σήμανση, σύμφωνα με τον κανονισμό Ενεργειακής Επισήμανσης 811/2011 της ΕΕ, λαμβάνεται υπόψη η Ενεργειακή Απόδοση Εποχιακής Θέρμανσης Χώρου $η_{s35^{\circ}CΘK}$ (για νερό 35°C) και $η_{s55^{\circ}CΘK}$ (για νερό 55°C) της μονάδας στο θερμό Κλίμα (Κλιματική ζώνη με αντιπροσωπευτική πόλη την Αθήνα), σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Για τις αντλίες θερμότητας με θερμαινόμενο μέσο τον αέρα ή το νερό για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, ο εποχιακός βαθμός απόδοσης (SCOP) για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου λαμβάνει τιμές που περιγράφονται στην ενότητα 4.1.2.2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Σε κάθε περίπτωση κεντρικού συστήματος αντλίας θερμότητας γίνεται έλεγχος της υπερδιαστασιολόγησης αυτής και ο εποχιακός συντελεστής απόδοσης (SCOP) ή ο ονομαστικός συντελεστής απόδοσης σε λειτουργία θέρμανσης (COP) διορθώνεται με βάση τον Πίνακα 4.5β της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Ως κεντρικό σύστημα εννοείται ένα σύστημα, το οποίο καλύπτει ενιαίους

λειτουργικά χώρους (π.χ. ολόκληρο διαμέρισμα, γραφείο, κατάστημα κλπ) και όχι ανεξάρτητες μονάδες ανά χώρο.

Ο υπολογισμός της υπερδιαστασιολόγησης τόσο για μονάδες λέβητα-καυστήρα όσο και για αντλίες θερμότητας γίνεται βρίσκοντας το λόγο $P_m/P_{gen.}$ Ως P_m είναι η ονομαστική ισχύς του λέβητα ή της αντλίας θερμότητας και P_{gen} είναι η υπολογιζόμενη θερμική ισχύ της μελέτης εφαρμογής θέρμανσης του κτηρίου ή της σχέσης 4.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Από τον λόγο αυτό και τον πίνακα 4.3 και 4.5β της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 υπολογίζεται ο συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης για τους λέβητες και τις αντλίες θερμότητας αντίστοιχα.

Η συνολική προσαγωγή νωπού αέρα $\dot{V}$ στη σχέση 4.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 σε περίπτωση κτηρίων με διαφορετικές χρήσεις είναι το άθροισμα των επιμέρους παροχών νωπού αέρα για κάθε χρήση βάσει του Πίνακα 2.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Σε περίπτωση που το σύστημα θέρμανσης χώρων είναι ένα Σ.Η.Θ., αν η παραγόμενη θερμική ενέργεια από το Σ.Η.Θ. χρησιμοποιείται χωρίς την παρεμβολή εναλλάκτη θερμότητας, ως βαθμός απόδοσης του συστήματος θέρμανσης λαμβάνεται η μονάδα (1). Αντίθετα, εάν παρεμβάλλεται κάποιος εναλλάκτης για την παροχή θερμικής ενέργειας σε ένα δευτέρων κύκλωμα, τότε ως βαθμός απόδοσης του συστήματος θέρμανσης λαμβάνεται ο θερμικός βαθμός απόδοσης του εναλλάκτη.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση απαιτείται η καταγραφή και των δυο παραμέτρων (βαθμός απόδοσης και SCOP), οι οποίες είναι προεπιλεγμένες ως μονάδα. Για παράδειγμα, σε περίπτωση μονάδας λέβητα – καυστήρα, εισάγεται ο βαθμός απόδοσης και το SCOP καταχωρείται με τιμή ίση με τη μονάδα (1), ενώ σε περίπτωση αντλίας θερμότητας εισάγεται το SCOP και καταχωρείται ο βαθμός απόδοσης με τιμή ίση με τη μονάδα (1).

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, υποβάλλεται το φύλλο συντήρησης και ρύθμισης του συστήματος θέρμανσης, εφόσον υφίσταται, για τις μονάδες θέρμανσης χώρων λέβητα – καυστήρα, οι οποίες δεν πληρούν τον κανονισμό Οικολογικού σχεδιασμού 811/2013 της ΕΕ και δεν έχουν Ενεργειακή Σήμανση βάσει του κανονισμού Ενεργειακής Επισήμανσης 811/2013 της ΕΕ.

- **Βαθμός κάλυψης φορτίων.** Καταγράφεται ο μέσος μηνιαίος βαθμός κάλυψης (από 0 μέχρι 1) της απαιτούμενης θερμικής ενέργειας για την θέρμανση της ζώνης από την συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής θερμικής ενέργειας, κατά την περίοδο λειτουργίας της θερμικής ζώνης.

Το άθροισμα όλων των βαθμών κάλυψης, από όλες τις μονάδες παραγωγής θερμικής ενέργειας, για την υπό μελέτη θερμική ζώνη, πρέπει να ισούται με τη μονάδα (1) σε μηνιαία βάση.

- **Κόστος (€).** Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στη συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής θερμότητας του συστήματος θέρμανσης (π.χ. αντικατάσταση μονάδας, αλλαγή καυσίμου, εγκατάσταση αυτοματισμών κ.ά.).

Το κόστος επέμβασης καταγράφεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

Αν το εξεταζόμενο κτήριο δεν έχει σύστημα θέρμανσης, θεωρείται ότι θερμαίνεται με τοπικές ηλεκτρικές μονάδες, με βαθμό απόδοσης 100%, χωρίς δίκτυο διανομής (βαθμός απόδοσης 100%), απόδοση εκπομπής τερματικών μονάδων 94%, και βοηθητικές μονάδες με ειδική ισχύ 0W/m^2, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Αντίστοιχα, αν το εξεταζόμενο κτήριο διαθέτει συστήματα θέρμανσης, τα οποία δεν το καλύπτουν πλήρως, τότε θεωρείται ότι το υπόλοιπο τμήμα θερμαίνεται με το θεωρητικό σύστημα θέρμανσης, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Μονάδες ψύξης

- **α/α μονάδας ψύξης.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της μονάδας ψύξης.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- **Τύπος.** Καταγράφεται ο τύπος της μονάδας παραγωγής ψυκτικής ενέργειας: Αερόψυκτος ψύκτης, υδρόψυκτος ψύκτης, υδρόψυκτη Α.Θ., αερόψυκτη Α.Θ., γεωθερμική Α.Θ. με οριζόντιο εναλλάκτη, γεωθερμική Α.Θ. με κατακόρυφο εναλλάκτη, Α.Θ. απορρόφησης - προσρόφησης, κεντρική Α.Θ. άλλου τύπου, μονάδα παραγωγής άλλου τύπου.
- **Έτος εγκατάστασης.** Καταγράφεται το έτος εγκατάστασης για τις Α.Θ.
- **Κατάσταση μονάδας.** Καταγράφεται η κατάσταση των μονάδων ψύξης, για παράδειγμα εμφανείς βλάβες, διαβρώσεις, σύμφωνα με τους κατά περίπτωση ορισμούς από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτούνται (έτος εγκατάστασης, κατάσταση μονάδας) κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιούνται για την επιλογή τυπικών τιμών απόδοσης, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Πηγή ενέργειας.** Καταγράφεται η πηγή ενέργειας της συγκεκριμένης μονάδας: Φυσικό αέριο, πετρέλαιο θέρμανσης, πετρέλαιο κίνησης, ηλεκτρική ενέργεια, υγραέριο, βιομάζα, τυποποιημένη βιομάζα, τηλεθέρμανση (από Δ.Ε.Η.), τηλεθέρμανση (από Α.Π.Ε.), Σ.Η.Θ.
- **Ονομαστική ισχύς (kW).** Καταγράφεται η ονομαστική ισχύς της μονάδας. Για την περίπτωση που δεν υπάρχει σύστημα ψύξης καταγράφεται η τιμή μηδέν (0).
- **SEER.** Για τις αντλίες θερμότητας - ψύκτες με ψυχόμενο μέσο τον αέρα, τις αντλίες θερμότητας/ή και τους ψύκτες με ψυχόμενο μέσο το νερό και με συνολική ψυκτική ικανότητα κάτω των 100kW καταγράφεται ο ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας (EER). Για τις αντλίες θερμότητας – ψύκτες με ψυχόμενο μέσο τον αέρα, οι οποίες είναι σύμφωνες με τον κανονισμό Οικολογικού σχεδιασμού και συνοδεύονται από Ενεργειακή Σήμανση και για τις αντλίες θερμότητας ή/και τους ψύκτες με ψυχόμενο μέσο το νερό και με συνολική ψυκτική ικανότητα άνω των 100kW με έλεγχο ως προς την υπερδιαστασιολόγηση, ανάλογα με τον τύπο, καταγράφεται ο μέσος εποχιακός δείκτης αποδοτικότητας – με αναφορά στο μέσο κλίμα EN14825:2016 (SEER), σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Η συνολική ψυκτική ικανότητα των 100kW αφορά στο σύνολο της ονομαστικής ισχύος των μονάδων που καλύπτουν τις απαιτήσεις ψύξης του κτηρίου και όχι την ονομαστική ισχύ κάθε μονάδας ξεχωριστά. Σε κτήριο δηλαδή με 2 ψυκτικές μονάδες με ονομαστική ψυκτική ισχύ 60kW η κάθε μία θα πρέπει να γίνει υπολογισμός του μέσου εποχιακού δείκτη αποδοτικότητας όπως περιγράφεται στην ενότητα 4.2.2.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1

Για τις αντλίες θερμότητας – ψύκτες με ψυχόμενο μέσο τον αέρα ή το νερό, για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, ο μέσος εποχιακός δείκτης αποδοτικότητας SEER για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου λαμβάνει τιμές που περιγράφονται στην ενότητα 4.2.2.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Η συνολική προσαγωγή νωπού αέρα $\dot{V}$ στη σχέση 4.6 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 σε περίπτωση κτηρίων με διαφορετικές χρήσεις, αλλά και τα εσωτερικά φορτία ατόμων, φωτισμού και συσκευών είναι το άθροισμα των επιμέρους αντίστοιχων μεγεθών για κάθε χρήση βάσει των Πινάκων 2.3, 2.7, 2.4α, και 2.8 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Σε περίπτωση συνδυασμού τηλεθέρμανσης ή Σ.Η.Θ. με ψυκτικό συγκρότημα απορρόφησης ή προσρόφησης καταγράφεται και ο συνολικός βαθμός απόδοσης του συστήματος παροχής θερμότητας και ο μέσος εποχιακός δείκτης αποδοτικότητας (SEER), όπως ορίστηκε προηγουμένως. Όσον αφορά στον βαθμό απόδοσης, όταν η παραγόμενη θερμική ενέργεια από το Σ.Η.Θ. χρησιμοποιείται από τον

ψύκτη χωρίς την παρεμβολή εναλλάκτη θερμότητας, ως βαθμός απόδοσης του συστήματος ψύξης λαμβάνεται η μονάδα (1), ενώ όταν παρεμβάλλεται κάποιος εναλλάκτης για την παροχή θερμικής ενέργειας σε ένα δευτερεύων κύκλωμα, τότε ως βαθμός απόδοσης του συστήματος ψύξης λαμβάνεται ο θερμικός βαθμός απόδοσης του εναλλάκτη.

Για τις αντλίες θερμότητας ή/και τους ψύκτες με **ψ**υχόμενο μέσο το νερό και με συνολική ψυκτική ικανότητα άνω των 100 kW πρέπει να ελέγχεται η κάθε ψυκτική εγκατάσταση ως προς την υπερδιαστασιολόγησή της και των επιπτώσεων αυτής στο μέσο εποχιακό δείκτη αποδοτικότητας (SEER), ο οποίος λαμβάνεται από τις σχέσεις [4.7] και [4.8] της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Ο υπολογισμός της υπερδιαστασιολόγησης γίνεται βρίσκοντας τον λόγο της εγκατεστημένης ονομαστικής ψυκτικής ικανότητας της κεντρικής ψυκτικής εγκατάστασης ως προς τα απαιτούμενα ψυκτικά φορτία σχεδιασμού (P_{gen}), όπως εκτιμώνται από την υφιστάμενη μελέτη κλιματισμού ή απλουστευτικά από τον τύπο 4.6 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Από τον λόγο αυτό, υπολογίζεται ο βαθμός υπερδιαστασιολόγησης Υ βάσει του οποίου γίνεται η διόρθωση του SEER, όπως αναφέρεται παραπάνω.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση απαιτείται η εισαγωγή και των δυο παραμέτρων (βαθμός απόδοσης και SEER), οι οποίες είναι προεπιλεγμένες ως μονάδα. Για παράδειγμα, σε περίπτωση αντλίας θερμότητας εισάγεται το SEER και καταχωρείται ο βαθμός απόδοσης με τιμή ίση με τη μονάδα (1).

- **Βαθμός κάλυψης φορτίων.** Καταγράφεται ο μέσος μηνιαίος βαθμός κάλυψης (από 0 μέχρι 1) της απαιτούμενης ψυκτικής ενέργειας για την ψύξη της ζώνης από την συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής ψυκτικής ενέργειας, κατά την περίοδο λειτουργίας της θερμικής ζώνης.

Το άθροισμα όλων των βαθμών κάλυψης, από όλες τις μονάδες παραγωγής ψυκτικής ενέργειας, για την υπό μελέτη θερμική ζώνη, πρέπει να ισούται με μονάδα (1) σε μηνιαία βάση. Ειδικά για τα κτήρια κατοικιών, το άθροισμα όλων των βαθμών κάλυψης, από όλες τις μονάδες παραγωγής ψυκτικής ενέργειας, για την υπό επιθεώρηση θερμική ζώνη, μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 0,5 και 1 σε μηνιαία βάση, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Κόστος (€).** Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στην συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής ψύξης του συστήματος ψύξης (π.χ. αντικατάσταση μονάδας, αλλαγή καυσίμου, εγκατάσταση αυτοματισμών κ.ά.).

Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

Αν το εξεταζόμενο κτήριο δεν έχει σύστημα ψύξης, τότε ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να ορίσει ένα **θεωρητικό σύστημα ψύξης,** με αντλίες θερμότητας (με μέσο εποχικό δείκτη αποδοτικότητας SEER 1,7 για κατοικίες και 2,2 για τριτογενή τομέα και μέσο μηνιαίο βαθμό κάλυψης της απαιτούμενης ψυκτικής ενέργειας 0,5 για κατοικίες και 1 για τριτογενή τομέα), με δίκτυο διανομής (βαθμού απόδοσης 1 για κατοικίες και 0,95 για τριτογενή τομέα), τερματικά (βαθμού απόδοσης 0,93) και βοηθητικές μονάδες (ισχύος 0 W/m^2 για κατοικίες και 5 W/m^2 για τριτογενή τομέα), σύμφωνα με την ενότητα 4.2.2. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

2.1.16.2 Πίνακας 11.2. Τερματικές μονάδες

Η απόδοση θερμότητας ή ψύξης στους εσωτερικούς χώρους γίνεται μέσω των τερματικών μονάδων (Τ.Μ.). Για παράδειγμα, το ζεστό νερό που παράγεται από το λέβητα τροφοδοτείται μέσω της υδραυλικής εγκατάστασης του δικτύου διανομής σε μονάδες άμεσης απόδοσης, για παράδειγμα, θερμαντικά σώματα (καλοριφέρ) ή τοπικές κλιματιστικές μονάδες (ανεμιστήρα-στοιχείου γνωστά ως fan coils), ή έμμεσης απόδοσης, για παράδειγμα ενσωματωμένες τερματικές μονάδες σε δομικά στοιχεία (ενδοδαπέδιο, ενδοτοίχιο).

- **α/α Θερμικής ζώνης.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο της έκθεσης για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- **Τύπος.** Καταγράφεται ο τύπος των **Τ.Μ. θέρμανσης**: Άμεσης απόδοσης σε εσωτερικό τοίχο, άμεσης απόδοσης σε εξωτερικό τοίχο, ενδοδαπέδιο σύστημα, ενδοτοίχιο σύστημα, σύστημα οροφής, τοπικές θερμάστρες υγραερίου, ανοικτές εστίες καύσης, τοπικές Α.Θ., τοπικές ηλεκτρικές μονάδες σε εσωτερικό τοίχο, τοπικές ηλεκτρικές μονάδες σε εξωτερικό τοίχο, στόμια (ΜΟΝΟ για Κ.Κ.Μ.). **Τ.Μ. ψύξης:** Άμεσης απόδοσης, εσωτερικές μονάδες συστημάτων άμεσης εξάτμισης, τερματικά στοιχεία αέρα (στόμια δικτύου αεραγωγών), ενδοδαπέδιο σύστημα, ενδοτοίχιο σύστημα, σύστημα οροφής, τοπικές Α.Θ., στόμια (ΜΟΝΟ για Κ.Κ.Μ.).
- **Θέση.** Καταγράφεται η θέση των Τ.Μ. για μονάδες άμεσης απόδοσης και τοπικές ηλεκτρικές μονάδες: εσωτερικός τοίχος, εξωτερικός τοίχος.
- **Αριθμός.** Καταγράφεται ο αριθμός των Τ.Μ. του συγκεκριμένου τύπου.
- **Ποσοστό θερμικής ζώνης (%).** Καταγράφεται το ποσοστό της θερμικής ζώνης που καλύπτουν οι Τ.Μ. του συγκεκριμένου τύπου.
- **Υδραυλική εξισορρόπηση.** Καταγράφεται ο τύπος του υδραυλικού δικτύου (π.χ. μονοσωλήνιο, δισωλήνιο) και ο εξοπλισμός ελέγχου και ρύθμισής του (π.χ. ρυθμιστικές βαλβίδες), ώστε να προκύπτει αν το δίκτυο είναι υδραυλικά εξισορροπημένο ή σύστημα εκτός ισορροπίας.
- **Κατάσταση μονάδας.** Καταγράφεται η κατάσταση των τερματικών μονάδων, για παράδειγμα κατεστραμμένα τμήματα, διαβρώσεις κ.ά.
- **Λειτουργία μονάδας.** Καταγράφεται αν υπάρχει δυνατότητα ανεξάρτητου ελέγχου της λειτουργίας σε επίπεδο τερματικής μονάδας και εάν από αυτήν προκύπτει δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας. Αν δηλαδή, η τερματική μονάδα έχει ρυθμιζόμενο θερμοστάτη, ο οποίος ελέγχει τη λειτουργία της (π.χ. τοπικές αντλίες θερμότητας, μονάδες fan-coil με ανεξάρτητο χειριστήριο κ.ά). Στην περίπτωση αυτή επιλέγεται τιμή συντελεστή διακοπτόμενης λειτουργίας ίση με 0,97 για τον υπολογισμό του βαθμού απόδοσης των τερματικών μονάδων, σύμφωνα με την ενότητα 4.4.2 και 4.4.3 της ΤΟΤΕΕ-20701-1..

Σε κεντρικές θερμάνσεις με πολλές ιδιοκτησίες, οι οποίες διαθέτουν δυνατότητα ανεξάρτητου ελέγχου των τερματικών μονάδων (π.χ. θερμοστατικές βαλβίδες), χωρίς, όμως θερμιδομέτρηση, επιλέγεται τιμή συντελεστή διακοπτόμενης λειτουργίας ίση με μονάδα (1), για τον υπολογισμό του βαθμού απόδοσης των τερματικών μονάδων, σύμφωνα με την ενότητα 5.2 της ΤΟΤΕΕ-20701-1.

Δεν απαιτούνται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιούνται για την επιλογή τυπικών τιμών απόδοσης, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Περιγραφή μονάδας.** Καταγράφεται μια σύντομη περιγραφή των Τ.Μ. της ζώνης.
- **Βαθμός απόδοσης.** Καταγράφεται ο μέσος βαθμός απόδοσης των Τ.Μ., λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση των συστημάτων, την αποδοτική λειτουργία και την επαρκή συντήρηση, σύμφωνα με τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Για την απόδοση της Τ.Μ., χρησιμοποιείται η απόδοση εκπομπής της Τ.Μ. διορθωμένη με τους παράγοντες αποτελεσματικότητας της ακτινοβολίας, διακοπτόμενης λειτουργίας και υδραυλικής ισορροπίας, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, σε περίπτωση ύπαρξης περισσότερων του ενός τύπων Τ.Μ. εισάγεται μια σύντομη περιγραφή και η συνολική απόδοση εκπομπής λαμβάνεται ως μια μέση σταθμισμένη τιμή, ανάλογα με την απόδοση της κάθε τερματικής μονάδας και του ποσοστού συμμετοχής της στο σύνολο του καλυπτόμενου φορτίου (από το σύνολο των τερματικών μονάδων), σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, σε περίπτωση που υπάρχουν μόνο Κ.Κ.Μ. τότε στον τύπο των

Τ.Μ. επιλέγεται το «Στόμια (ΜΟΝΟ για Κ.Κ.Μ.)» και για λόγους σύμβασης ως βαθμός απόδοσης καταχωρείται η τιμή μηδέν (0), που αντιστοιχεί σε απόδοση εκπομπής θερμικής/ψυκτικής ενέργειας ίση με 100% σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Κόστος (€).** Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στις Τ.Μ. του συστήματος θέρμανσης / και ψύξης (π.χ. αντικατάσταση μονάδων, εγκατάσταση αυτοματισμών κ.ά.).

Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, τα στοιχεία για τις Τ.Μ., καταχωρούνται και στην οθόνη του συστήματος θέρμανσης και στην αντίστοιχη του συστήματος ψύξης, ακόμη και εάν πρόκειται για τις ίδιες μονάδες.

2.1.16.3 Πίνακας 11.3. Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες (Κ.Κ.Μ.)

Κλιματιστική μονάδα (Κ.Μ.) είναι το συγκρότημα συσκευών και μηχανημάτων επεξεργασίας αέρα, προκειμένου αυτός να προσαχθεί στους κλιματιζόμενους χώρους στις κατά περίπτωση επιβαλλόμενες συνθήκες :

- θερμοκρασίας,
- υγρασίας,
- καθαρότητας.

Είναι σημαντικό να διευκρινισθεί πως οι ΚΜ δεν παράγουν θερμότητα ή ψύξη. Τα «στοιχεία» (βλ. παρακάτω) των Κ.Μ. δέχονται έτοιμο θερμό ή ψυχρό νερό που έχει παραχθεί αλλού (π.χ. από λέβητες, ψύκτες, αντλίες θερμότητας) ή ψυκτικό μέσο, που χρησιμοποιούν για να επεξεργαστούν τον αέρα. Τα συνήθη βασικά στάδια επεξεργασίας του αέρα σε μια κλιματιστική μονάδα είναι τα εξής :

- Επιστροφή (χρησιμοποιημένου) αέρα από τους χώρους και προώθησή του για πλήρη ή μερική ανακυκλοφορία του πάλι στους χώρους, αφού προηγηθεί η επεξεργασία των επόμενων σταδίων, ή πλήρης απόρριψή του στο περιβάλλον.
- Αναρρόφηση φρέσκου («νωπού») αέρα περιβάλλοντος για να καλυφθεί η ποσότητα επιστρεφόμενου αέρα που απορρίφθηκε στο περιβάλλον.
- Φίλτρανση του νωπού και του αέρα επιστροφής και μίξη τους για περαιτέρω επεξεργασία. Ανάλογα με την εφαρμογή, η φίλτρανση μπορεί να είναι από απλή μηχανική συγκράτηση σωματιδίων μέχρι βιολογική αποστείρωση του προς ανακυκλοφορία στους χώρους αέρα (π.χ. χειρουργεία).
- Θέρμανση και ύγρανση του αέρα (την περίοδο θέρμανσης) και ανακυκλοφορία του στους χώρους, ή
- Ψύξη και αφύγρανση του αέρα (την περίοδο ψύξης αλλά και ενίοτε την περίοδο θέρμανσης σε αρκετές περιπτώσεις). Σε πολλές περιπτώσεις (π.χ. όταν ο επιστρεφόμενος από τους χώρους αέρας είναι πολύ «υγρός», μεταφέρει δηλαδή σχετικά μεγάλο «λανθάνον» φορτίο), απαιτείται και αναθέρμανση του αέρα αμέσως μετά την αφύγρανσή του και πριν την ανακυκλοφορία του στους χώρους.

Να σημειωθεί πως ήδη σε πολλές υφιστάμενες εφαρμογές, αλλά και υποχρεωτικά πλέον σε όλες σχεδόν τις νέες εγκαταστάσεις, στις περιπτώσεις αναρρόφησης νωπού αέρα από το περιβάλλον, πριν την προώθησή του για επεξεργασία, παρεμβάλλεται εναλλάκτης ανάκτησης θερμότητας του απορριπτόμενου αέρα, ώστε οι συνθήκες του εισερχόμενου νωπού αέρα (κατά κύριο λόγο η θερμοκρασία αλλά και η υγρασία του) να είναι πιο ήπιες, πιο κοντά δηλαδή στις επιθυμητές συνθήκες χώρων.

Η ανάκτηση θερμότητας είναι πολύ σημαντική διεργασία γιατί προκύπτει εξοικονόμηση ενέργειας που κυμαίνεται μεταξύ 35-60%, αλλά σε ειδικές περιπτώσεις μπορεί να φτάσει και το 80-90% του συνολικού (αισθητού και λανθάνοντος) φορτίου του νωπού αέρα. Το φορτίο νωπού με τη σειρά του είναι σημαντικό ποσοστό του συνολικού φορτίου μιας Κ.Κ.Μ. (σε δυσμενή κλίματα μπορεί να είναι και μεγαλύτερο από το 60% του συνολικού φορτίου της Κ.Κ.Μ.). Η απόδοση της ανάκτησης επηρεάζεται από αρκετές παραμέτρους:

- την εποχή (θέρμανση ή ψύξη),
- τις κλιματικές συνθήκες,

- το είδος του εναλλάκτη (π.χ. πλακοειδής, ομορροής ή αντιρροής, τροχός-enthalpy wheel, χρήσης προσροφητικών υλικών-desiccants, σταδίων ανάκτησης κ.λπ..).

Μια κλιματιστική μονάδα μπορεί να είναι και τοπική, μέσα στους κλιματιζόμενους χώρους (π.χ. σε ψευδοροφή, σε ντουλάπι κ.λπ..), ωστόσο οι μεγάλες μονάδες, οι «Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες – ΚΚΜ» συνήθως είναι ογκώδεις και τοποθετούνται σε ελεύθερα δώματα, ακάλυπτους χώρους κ.λπ..

Τα βασικά μηχανήματα μια κλιματιστικής μονάδας είναι τα εξής :

- Ο ανεμιστήρας επιστροφής αέρα από τους χώρους (μπορεί και να μην υπάρχει, ανάλογα με το είδος της μονάδας και τις επεξεργασίες που συμβαίνουν σε αυτήν).
- Το κιβώτιο μίξης όπου διαμορφώνεται το μίγμα επιστρεφόμενου από τους χώρους αέρα, η είσοδος νωπού αέρα και η απόρριψη στο περιβάλλον όλου ή μέρους του επιστρεφόμενου αέρα. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται χειροκίνητα ή ηλεκτροκίνητα διαφράγματα ρύθμισης παροχής (volume dampers).
- Ο εναλλάκτης ανάκτησης θερμότητας από τον απορριπτόμενο αέρα επιστροφής από τους χώρους προς τον εισερχόμενο στη μονάδα νωπό αέρα.
- Τα φίλτρα.
- Τα στοιχεία θέρμανσης / ψύξης του αέρα (με εργαζόμενο μέσο συνηθέστερα νερό ή σπανιότερα ψυκτικό μέσο).
- Τα στοιχεία ύγρανσης του αέρα (συνήθως με νερό, προθερμασμένο νερό ή ατμό) – Σε μικρές (τοπικές) κλιματιστικές μονάδες ύγρανση του αέρα μπορεί να μην εφαρμόζεται. Στην περίπτωση αυτή η μονάδα ουσιαστικά είναι μια απλή μονάδα ανεμιστήρα-στοιχείου (FCU) και όχι «κλιματιστική» (αφού ο «κλιματισμός» παραπέμπει σε πλήρη επεξεργασία του αέρα και όχι μόνο σε θερμοκρασιακή επεξεργασία).
- Τα στοιχεία αναθέρμανσης (όπου απαιτείται) του ανακυκλοφορούντος (προσαγόμενου) στους χώρους αέρα (συνήθως νερού ή ηλεκτρικά).
- Ο ανεμιστήρας προσαγωγής.

Στην κεντρική κλιματιστική μονάδα (Κ.Κ.Μ.) εισάγεται (συνήθως) καθαρός εξωτερικός νωπός αέρας, ο οποίος αυτούσιος (μονάδες νωπού) ή αναμιγνυόμενος (μονάδες ανακυκλοφορίας) με επιστρεφόμενο από τους χώρους αέρα, αφού περάσει από διάφορα στάδια επεξεργασίας όπως προαναφέρθηκε, προσάγεται μέσω δικτύου αεραγωγών στους κλιματιζόμενους χώρους και αποδίδεται σε αυτούς μέσω τερματικών στομίων. Στις περισσότερες εφαρμογές ο χρησιμοποιημένος πλέον αέρας επιστρέφει πάλι, μέσω δικτύου στομίων και αεραγωγών επιστροφής, στην Κ.Κ.Μ. όπου αναμιγνύεται με τον εξωτερικό φρέσκο (νωπό) αέρα.

Ο ανεμιστήρας προσαγωγής του κλιματισμένου αέρα στους χώρους είναι βασική συσκευή και υπάρχει σε κάθε κλιματιστική μονάδα. Ο ανεμιστήρας επιστροφής δεν υπάρχει στις περιπτώσεις που ο χρησιμοποιημένος αέρας δεν επιστρέφει στην Κ.Κ.Μ. (πρόκειται δηλαδή για μονάδα 100% νωπού) ή σε περιπτώσεις που οι απώλειες πίεσης και η διάταξη της Κ.Κ.Μ. επιτρέπει την πλήρη κυκλοφορία του αέρα σε όλον τον προαναφερόμενο κύκλο μόνο με έναν ανεμιστήρα.

Ωστόσο, ακόμη και στις περιπτώσεις μονάδων 100% νωπού, ο ανεμιστήρας επιστροφής πλέον είναι συνήθως απαραίτητος όταν υπάρχει και εναλλάκτης ανάκτησης θερμότητας ή/και κιβώτιο μίξης. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στις Κ.Κ.Μ. είναι σημαντική, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις μεγάλων δικτύων προσαγωγής-επιστροφής και μεγάλων παροχών. Για τον λόγο αυτό, η ισχύς των ανεμιστήρων των μονάδων είναι σημαντική παράμετρος. Να σημειωθεί εδώ πως η απόδοση (άρα και η κατανάλωση ενέργειας) των ανεμιστήρων δεν είναι σταθερή, αλλά συνάρτηση του «σημείου λειτουργίας» του ανεμιστήρα, δηλαδή του συνδυασμού παροχής (m^3/h ή m^3/s) και πίεσης (Pa ή mm Υ.Σ. κ.λπ..)

Για κάθε θερμική ζώνη και κάθε Κ.Κ.Μ. ή απλή μονάδα αερισμού (προσαγωγή αέρα στους χώρους) ή εξαερισμού (απαγωγή αέρα από τους χώρους), απαιτείται η καταγραφή και ο καθορισμός των εξής τεχνικών χαρακτηριστικών:

- **α/α Θερμικής ζώνης.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.
- **α/α Κ.Κ.Μ.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της Κ.Κ.Μ.

Δεν απαιτούνται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιούνται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- **Θέρμανση.** Καταγράφεται σαν ενεργό το τμήμα θέρμανσης της Κ.Κ.Μ., επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου (checkbox). Επιλέγεται όταν η μονάδα διαθέτει στοιχείο θέρμανσης του αέρα.
- **Ψύξη.** Καταγράφεται σαν ενεργό το τμήμα ψύξης της Κ.Κ.Μ., επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. (checkbox). Επιλέγεται όταν η μονάδα διαθέτει στοιχείο ψύξης του αέρα.
- **Ύγρανση.** Καταγράφεται σαν ενεργό το τμήμα ύγρανσης της ΚΚΜ, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου (checkbox). Επιλέγεται, όταν η μονάδα διαθέτει στοιχείο ύγρανσης του αέρα.
- **Παροχή αέρα (m^3/h).** Καταγράφεται η ονομαστική (σε συνθήκες σχεδιασμού) παροχή του κλιματιζόμενου αέρα, ξεχωριστά για την χειμερινή και την θερινή περίοδο λειτουργίας της Κ.Κ.Μ. Δεν είναι απαραίτητο η ονομαστική παροχή σε χειμερινή (θέρμανση) και θερινή (ψύξη) λειτουργία να ταυτίζονται.
- **Ανακυκλοφορία αέρα (R).** Καταγράφεται ο συντελεστής ανακυκλοφορίας του προσαγόμενου αέρα στην θερμική ζώνη, ξεχωριστά για τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο, δηλαδή το ποσοστό του επιστρεφόμενου από τους χώρους – χρησιμοποιημένου – αέρα που – αφού υποστεί επεξεργασία (κλιματιστεί) – επαναπροσάγεται στους χώρους. Όταν, το σύνολο του επιστρεφόμενου αέρα επαναπροσάγεται στους χώρους, τότε η ανακυκλοφορία λαμβάνει την τιμή ίση με την μονάδα (1). Αντίθετα, όταν η μονάδα λειτουργεί με 100% νωπό αέρα, τότε η ανακυκλοφορία λαμβάνει τιμή ίση με το μηδέν.

Ειδικές διευκρινίσεις για την ποσότητα νωπού αέρα :

Σε κτήρια του τριτογενούς τομέα, για κάθε ζώνη ξεχωριστά, αν το σύνολο της ποσότητας του νωπού αέρα από τις Κ.Κ.Μ. ή/και τα συστήματα αερισμού, διαφέρει από το καθοριζόμενο στον πίνακα 2.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, είναι όμως εντός των καθοριζομένων από τα ισχύοντα πρότυπα και κανονισμούς διαστασιολόγησης εγκαταστάσεων αερισμού ορίων, τεκμηριωμένα από σχετική συνοδευτική έκθεση/μελέτη, τότε στα σχετικά πεδία του λογισμικού θα εισαχθεί η τιμή παροχής που αντιστοιχεί στον πίνακα 2.3 με τα πραγματικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης. Κατά τη θεώρηση αυτή, η απομείωση ή προσαύξηση της παροχής νωπού αέρα γίνεται ομοιόμορφα (με το ίδιο ποσοστό) σε όλες τις Κ.Κ.Μ. και τα συστήματα μηχανικού αερισμού της θερμικής ζώνης. Αντίθετα, αν η συνολική παροχή αέρα είναι ατεκμηρίωτα ή αντίθετα από τους ισχύοντες κανονισμούς και πρότυπα αερισμού διαφορετική από την καθοριζόμενη στον πίνακα 2.3, τότε : α) αν είναι μικρότερη, στα αντίστοιχα πεδία του λογισμικού, θα δηλωθεί θεωρητική μονάδα αερισμού με παροχή την υπολειπόμενη μέχρι την καθοριζόμενη στον πίνακα 2.3 ποσότητα, μηδενική ανάκτηση (Q=0) και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά ίδια με αυτά του κτηρίου αναφοράς, β) αν είναι μεγαλύτερη, στο σχετικό πεδίο του λογισμικού των υφισταμένων Κ.Κ.Μ. και μονάδων αερισμού, θα δηλωθεί το σύνολο της παροχής με τα χαρακτηριστικά της υφιστάμενης εγκατάστασης. Επιπλέον, διευκρινίζεται πως η προαναφερόμενη περίπτωση (α) καλύπτει και την περίπτωση πλήρους απουσίας συστήματος μηχανικού αερισμού. Στην περίπτωση αυτή δηλαδή, δηλώνεται στο λογισμικό η καθοριζόμενη από τον πίνακα 2.3 παροχή νωπού αέρα, με Q=0 και τα λοιπά στοιχεία ίδια με αυτά του κτηρίου αναφοράς.

- **Ανάκτηση θερμότητας.** Καταγράφεται το ποσοστό της αισθητής θερμικής ενέργειας που απορροφά ο εισερχόμενος νωπός αέρας, μέσω εναλλάκτη θερμότητας από τον απορριπτόμενο αέρα της ζώνης, ξεχωριστά για την χειμερινή και την θερινή περίοδο.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση εισάγεται ο συντελεστής ανάκτησης θερμότητας με τιμές μηδέν (0) έως ένα (1).

- **Ανάκτηση υγρασίας (%).** Καταγράφεται ο συντελεστής ανάκτησης υγρασίας από τον απορριπτόμενο αέρα της ζώνης.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση εισάγεται ο συντελεστής ανάκτησης υγρασίας με τιμές μηδέν (0) έως ένα (1).

- **Ειδική απορρόφηση ισχύος [(kW.s)/m^3].** Καταγράφεται η συνολική ενιαία ειδική ονομαστική ισχύς E_{vent} των ανεμιστήρων προσαγωγής και επιστροφής (εάν υπάρχει) κάθε Κ.Κ.Μ. / μονάδας αερισμού.

Σε περίπτωση που η Κ.Κ.Μ. έχει ανεμιστήρα προσαγωγής και επιστροφής, κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση θα δηλώνεται σε δυο γραμμές ως εξής:
α) **Γραμμή προσαγωγής** με την παροχή (F) προσαγωγής και την αντίστοιχη ειδική ισχύ (E_{vent}= kW ανεμιστήρα προσαγωγής / παροχή αέρα προσαγωγής) και,
β) **Γραμμή επιστροφής** με τα αντίστοιχα πεδία (E_{vent} = kW ανεμιστήρα επιστροφής / παροχή αέρα επιστροφής).
Η ανακυκλοφορία R και η ανάκτηση Q θα δηλώνονται στη γραμμή προσαγωγής, έτσι ώστε η υπολογιζόμενη ποσότητα νωπού αέρα να είναι αυτή που πρέπει να δηλωθεί (βλ. παραπάνω), ενώ στη γραμμή επιστροφής η ανακυκλοφορία θα έχει πάντα την τιμή R=1 (ώστε να μην υπολογίζεται επιπλέον ποσότητα νωπού αέρα, οπότε και θα αδικείτο το εξεταζόμενο κτήριο).

Όταν δεν υπάρχουν στοιχεία για τους ανεμιστήρες της Κ.Κ.Μ. δηλώνονται τα ίδια στοιχεία με αυτά του κτηρίου αναφοράς (κατά περίπτωση, δηλαδή παροχή αέρα σύμφωνα με τον πίνακα 2.3 της ΤΟΤΕΕ-20701-1/2017, ειδική απορρόφηση ισχύος 1,5 (kW.s)/m³ για κάθε ανεμιστήρα και εφόσον υπάρχει εναλλάκτης, συντελεστής ανάκτησης 0,5. Αν δεν υπάρχει εναλλάκτης, ο συντελεστής ανάκτησης θα είναι μηδέν). Αντίθετα, όταν δεν υπάρχουν στοιχεία για τον έναν μόνο ανεμιστήρα, τότε θα δηλώνεται για αυτόν η μεγαλύτερη τιμή μεταξύ αυτής του κτηρίου αναφοράς (κατά περίπτωση) και αυτή του άλλου ανεμιστήρα τόσο για την παροχή όσο και για την ειδική απορρόφηση ισχύος.

- **Ειδικά φίλτρα.** Καταγράφεται η ύπαρξη ειδικών ή απόλυτων ή τρίτης βαθμίδας φίλτρων, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

- **Κόστος (€).** Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στην συγκεκριμένη Κ.Κ.Μ. (π.χ. αντικατάσταση μονάδων κ.ά.).

Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

2.1.16.4 Πίνακας 11.4. Συστήματα μηχανικού αερισμού / εξαερισμού

Η περίπτωση των συστημάτων μηχανικού αερισμού / εξαερισμού είναι ουσιαστικά ή ίδια με αυτή των Κ.Κ.Μ. αλλά πολύ απλουστευμένη.

Συγκεκριμένα, σε σχέση με τις Κ.Κ.Μ. ο ενεργειακός επιθεωρητής έχει να συμπληρώσει τα ίδια ακριβώς πεδία στην καρτέλα δεδομένων, αλλά με κάποιες τιμές να είναι πάντα ίδιες :

- Τα σύμβολα θέρμανσης / ψύξης (checkboxes) θα είναι πάντα μη επιλεγμένα αφού δεν γίνεται θερμοκρασιακή επεξεργασία του αέρα.
- Η ανακυκλοφορία R θα δηλώνεται με τιμή μηδέν (0), αφού όλος ο επιστρεφόμενος αέρας απορρίπτεται στα συστήματα αερισμού / εξαερισμού.
- Δεν υπάρχει το θέμα «διπλής» καταχώρησης (γραμμή προσαγωγής – γραμμή επιστροφής), αφού η κάθε γραμμή καταχώρησης αφορά σε ένα μόνο δίκτυο με έναν ανεμιστήρα (αερισμού ή εξαερισμού).

Επισημαίνεται ωστόσο, πως αν πρόκειται για δίκτυο αερισμού / εξαερισμού με ενιαία – compact μονάδα ανάκτησης θερμότητας, τότε υπάρχουν δύο ανεμιστήρες και με δυνητικά ελαφρώς διαφορετικές παροχές (μέχρι και 10%), τότε θα πρέπει να συμπληρωθεί η ανάκτηση Q (που γενικά έχει άλλη τιμή σε θέρμανση και άλλη σε ψύξη), καθώς και η τιμή Event που αντιστοιχεί στην ονομαστική παροχή προσαγωγής. Συνήθως οι μονάδες αυτές έχουν σχετικά μικρές παροχές (μέχρι 2-3.000 m^3/h) και όχι μόνιμη λειτουργία (αφού το χειριστήριο είναι συνήθως εντός των χώρων κάλυψης, ελεγχόμενο άμεσα από τους χρήστες). Εν προκειμένω, αν υπάρχουν τέτοιες μονάδες κεντρικά ελεγχόμενες, ο ενεργειακός επιθεωρητής μπορεί να ακολουθήσει την ίδια διαδικασία αναλυτικής καταχώρησης που περιεγράφηκε στην ενότητα 11.3, με ξεχωριστή καταχώρηση για τα δίκτυα προσαγωγής / απαγωγής.

- **α/α Θερμικής ζώνης.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.
- **α/α Συστήματος.** Ο αύξων αριθμός του συστήματος.

Δεν απαιτούνται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιούνται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- **Προσαγωγή νωπού αέρα (m^3/h).** Καταγράφεται η παροχή του νωπού (χωρίς θερμική επεξεργασία πλην της ανάκτησης αν υπάρχει) αέρα.
- **Ισχύς ανεμιστήρα (kW).** Καταγράφεται η ονομαστική ισχύς των ανεμιστήρων προσαγωγής και απαγωγής αέρα.
- **Ειδική απορρόφηση ισχύος [$(kW.s)/m^3$].** Καταγράφεται η ειδική απορρόφηση βάσει της συνολικής ονομαστικής ισχύος των ανεμιστήρων προσαγωγής και απαγωγής (όποιοι υπάρχουν), προς την παροχή αέρα προσαγωγής.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, ο ενεργειακός επιθεωρητής θα περιγράψει ξεχωριστά τα δίκτυα προσαγωγής και απαγωγής νωπού αέρα. Αν μεταξύ των δικτύων προσαγωγής και απαγωγής υπάρχει εναλλάκτης, θα καταχωρείται στο δίκτυο προσαγωγής

- **Ανακυκλοφορία αέρα.** Καταγράφεται πάντα η τιμή μηδέν (0).

Σε ό,τι αφορά στις πραγματικές ποσότητες νωπού αέρα και τη σχέση τους με τις επιβαλλόμενες από τον πίνακα 2.3 της ΤΟΤΕΕ 20701-1, ισχύουν τα ίδια που περιεγράφηκαν αναλυτικά στην περίπτωση των Κ.Κ.Μ.

- **Ανάκτηση θερμότητας (%).** Καταγράφεται το ποσοστό της αισθητής θερμικής ενέργειας που απορροφά ο εισερχόμενος αέρας, μέσω εναλλάκτη θερμότητας από τον απορριπτόμενο αέρα της ζώνης, για την χειμερινή και την θερινή περίοδο.

Όταν δεν υπάρχουν στοιχεία για τους ανεμιστήρες εξαερισμού δηλώνονται τα ίδια στοιχεία με αυτά του κτηρίου αναφοράς (κατά περίπτωση, δηλαδή παροχή αέρα σύμφωνα με τον πίνακα 2.3, ειδική απορρόφηση ισχύος 1 $(kW.s)/m^3$ για κάθε ανεμιστήρα και εφόσον υπάρχει εναλλάκτης συντελεστής ανάκτησης 0,5. Αν δεν υπάρχει εναλλάκτης, ο συντελεστής ανάκτησης θα είναι μηδέν). Αντίθετα, όταν δεν υπάρχουν στοιχεία για τον έναν μόνο ανεμιστήρα (προσαγωγής ή απαγωγής), τότε θα δηλώνεται για αυτόν η μεγαλύτερη τιμή μεταξύ αυτής του κτηρίου αναφοράς (κατά περίπτωση) και αυτή του άλλου ανεμιστήρα τόσο για την παροχή όσο και για την ειδική απορρόφηση ισχύος.

Αν στο εξεταζόμενο κτήριο δεν υπάρχει σύστημα μηχανικού αερισμού / εξαερισμού θεωρείται ότι διαθέτει με παροχή αέρα σύμφωνα με τον πίνακα 2.3 της ΤΟΤΕΕ 20701-1, χωρίς ανάκτηση θερμότητας (Q=0) και ειδική απορρόφηση ισχύος 1 $(kW.s)/m^3$

- **Κόστος (€).** Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στην συγκεκριμένη μονάδα (π.χ. αντικατάσταση μονάδων).

Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, τα στοιχεία του συστήματος μηχανικού αερισμού / εξαερισμού εισάγονται στην οθόνη της Κ.Κ.Μ., ορίζοντας ως ανενεργά τα τμήματα θέρμανσης, ψύξης και ύγρανσης.

2.1.16.5 Πίνακας 11.5. Βοηθητικές μονάδες και διανομή θερμικής και ψυκτικής ενέργειας

Ο κυκλοφορητής ή η αντλία, είναι απαραίτητοι για την κυκλοφορία του ρευστού μέσα στο δίκτυο διανομής θερμότητας και ψύξης. Συνήθως τοποθετείται στην προσαγωγή, αλλά μπορεί να τοποθετηθεί και στην

επιστροφή του ρευστού στην μονάδα παραγωγής. Η επιλογή του γίνεται με τον υπολογισμό της απαιτούμενης παροχής και το μανομετρικό ύψος, τα οποία συνδυάζονται στις καμπύλες απόδοσής των. Σε υδρόψυκτες μονάδες χρησιμοποιούνται αντλίες για την κυκλοφορία του νερού σε πύργους ψύξης, όπου με την βοήθεια ανεμιστήρων αποβάλλεται η θερμότητα στο περιβάλλον. Επίσης, οι Τ.Μ. ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coil) συνήθως διαθέτουν φυγοκεντρικούς ανεμιστήρες με ηλεκτροκινητήρες πολλαπλών ταχυτήτων,

- **α/α Θερμικής ζώνης.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- **Τύπος.** Καταγράφεται ο τύπος των βοηθητικών μονάδων: Αντλία, κυκλοφορητής, ανεμιστήρας τοπικής τερματικής μονάδας (π.χ. FCU, αερόθερμο κ.λπ..), πύργος ψύξης, βοηθητική μονάδα άλλου τύπου. Διευκρινίζεται πως ο τύπος (π.χ. αντλία ή ανεμιστήρας κ.λπ..) του βοηθητικού συστήματος που δηλώνεται, είναι απλώς περιγραφικός και δεν παίζει κανένα ουσιαστικό ρόλο στους υπολογισμούς.
- **Αριθμός.** Καταγράφεται ο αριθμός των μονάδων του συγκεκριμένου τύπου.
- **Ισχύς (kW).** Καταγράφεται η ονομαστική ισχύς των μονάδων του συγκεκριμένου τύπου.

Αν το ίδιο σύστημα (π.χ. κυκλοφορητής), καλύπτει τα απαιτούμενα θερμικά ή ψυκτικά φορτία σε περισσότερες από μία θερμικές ζώνες τότε, για την εκτίμηση της ηλεκτρικής ισχύος που αντιστοιχεί σε κάθε θερμική ζώνη γίνεται επιμερισμός της ισχύος του συστήματος, ανάλογα με το ποσοστό θερμικού ή ψυκτικού φορτίου που καλύπτει. Για παράδειγμα, στην περίπτωση της ενεργειακής επιθεώρησης διαμερίσματος, η ηλεκτρική ισχύς των βοηθητικών συστημάτων εισάγεται επιμερισμένη ανάλογα με τα χιλιοστά θέρμανσης.

- **Τύπος δικτύου.** Καταγράφεται ο τύπος του δικτύου διανομής που καλύπτει την ζώνη: δίκτυο διανομής θερμού και ψυχρού μέσου, αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση εισάγεται ένας τύπος για όλα τα δίκτυα διανομής θερμού ή ψυχρού μέσου που εξυπηρετούν την συγκεκριμένη ζώνη και ένας τύπος για τους αεραγωγούς. Σε περίπτωση ύπαρξης άνω του ενός δικτύων διανομής στη θερμική ζώνη, απαιτείται ο προσδιορισμός μίας μόνο απόδοσης δικτύου, η οποία θα είναι σταθμισμένη, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Θερμομόνωση δικτύου.** Καταγράφεται το είδος θερμομόνωσης: χωρίς μόνωση, ανεπαρκής μόνωση, μόνωση ίση με το πάχος του σωλήνα, μόνωση σύμφωνα με το κτήριο αναφοράς.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση σε περίπτωση δικτύου διανομής θερμού ή/και ψυχρού μέσου, αλλά χρησιμοποιείται για την επιλογή τυπικών τιμών απωλειών, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση αεραγωγών εισάγεται η αντίστοιχη παράμετρος.

- **Χώρος διέλευσης δικτύου.** Καταγράφεται για κάθε δίκτυο διανομής ο χώρος διέλευσης του: Διέλευση σε εσωτερικούς χώρους ή/και μέχρι 20% σε εξωτερικούς χώρους και διέλευση > 20% σε εξωτερικούς χώρους.
- **Ισχύς συστήματος (kW).** Καταγράφεται η συνολική θερμική / ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής.
- **Βαθμός απόδοσης δικτύου διανομής.** Καταγράφεται ο βαθμός απόδοσης (από 0 έως 1) για το δίκτυο διανομής θερμικής και ψυκτικής ενέργειας, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση εισάγεται ένας συντελεστής απόδοσης, για όλα τα δίκτυα διανομής θερμού ή ψυχρού μέσου που εξυπηρετούν την συγκεκριμένη ζώνη, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Κόστος (€).** Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στο συγκεκριμένο δίκτυο διανομής (π.χ. θερμομόνωση δικτύου, κ.ά.).

Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, τα στοιχεία για τις βοηθητικές μονάδες και τα δίκτυα διανομής, καταχωρούνται και στην οθόνη του συστήματος θέρμανσης και στην αντίστοιχη του συστήματος ψύξης, ακόμη και εάν πρόκειται για τις ίδιες μονάδες.

2.1.16.6 Πίνακας 11.6. Σύστημα ύγρανσης

Όπως προαναφέρθηκε στην ενότητα 2.1.16.3 της παρούσας, μια πλήρης Κ.Κ.Μ., συνήθως διαθέτει υγραντήρα, για τον έλεγχο της υγρασίας του αέρα κατά τη λειτουργία θέρμανσης. Υπάρχουν διάφοροι τύποι υγραντήρων, όπως ατμού, νερού (ψεκασμού, υγρών επιφανειών) κ.τ.λ. Η ρύθμιση της υγρασίας του κλιματισμένου αέρα συμβάλει στη θερμική άνεση και στην υγιεινή των εσωτερικών χώρων. Οι υγραντήρες συμπληρώνουν την υγρασία του αέρα (ύγρανση) που συνήθως είναι ξηρός λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας του μετά το θερμαντικό στοιχείο, κατά την περίοδο λειτουργίας τον χειμώνα.

Σε περίπτωση που υπάρχει ατμολέβητας ή άλλη μονάδα παραγωγής ζεστού νερού, που τροφοδοτούν την Κ.Μ.Μ., καταγράφονται τα εξής στοιχεία.

- **α/α Θερμικής ζώνης.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- **Τύπος.** Καταγράφεται ο τύπος της μονάδας παραγωγής: ατμολέβητας κεντρικής παροχής, τοπική μονάδα παραγωγής ατμού, τοπική μονάδα ψεκασμού, μονάδα παραγωγής άλλου τύπου.
- **Βαθμός απόδοσης.** Καταγράφεται ο βαθμός απόδοσης της μονάδας παραγωγής.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση εμφανίζεται η προεπιλεγμένη τιμή 1, για τοπική μονάδα παραγωγής ατμού και τοπική μονάδα ψεκασμού, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση κεντρικής μονάδας ατμού, τότε εισάγεται η συγκεκριμένη τιμή.

- **Πηγή ενέργειας.** Καταγράφεται το είδος καυσίμου της συγκεκριμένης μονάδας: φυσικό αέριο, πετρέλαιο θέρμανσης, πετρέλαιο κίνησης, ηλεκτρική ενέργεια, υγραέριο, βιομάζα, τυποποιημένη βιομάζα, τηλεθέρμανση (από ΔΕΗ), τηλεθέρμανση (από Α.Π.Ε.), Σ.Η.Θ.
- **Ονομαστική ισχύς (kW).** Καταγράφεται η ονομαστική ισχύς της μονάδας.
- **Κατάσταση μονάδας**. Καταγράφεται η κατάσταση της μονάδας παραγωγής, για παράδειγμα εμφανείς βλάβες, διαβρώσεις, σύμφωνα με τους κατά περίπτωση ορισμούς από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για την επιλογή τυπικών τιμών απόδοσης, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Βαθμός κάλυψης φορτίων.** Καταγράφεται ο μέσος μηνιαίος βαθμός κάλυψης (από 0 μέχρι 1) φορτίου από την συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής, κατά την περίοδο λειτουργίας της θερμικής ζώνης.

Το άθροισμα όλων των βαθμών κάλυψης, από όλες τις μονάδες παραγωγής, για την υπό μελέτη θερμική ζώνη, πρέπει να ισούται με τη μονάδα (1) σε μηνιαία βάση.

- **Κόστος (€).** Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στη συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής (π.χ. αντικατάσταση μονάδας, εγκατάσταση αυτοματισμών κ.ά.).

Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

- **Περιγραφή δικτύου.** Καταγράφεται μια σύντομη περιγραφή του συνολικού δικτύου διανομής που καλύπτει τη ζώνη.

- **Χώρος διέλευσης δικτύου.** Καταγράφεται για κάθε δίκτυο διανομής ο χώρος διέλευσης του: Διέλευση σε εσωτερικούς χώρους ή/και μέχρι 20% σε εξωτερικούς χώρους και διέλευση > 20% σε εξωτερικούς χώρους.
- **Θερμομόνωση δικτύου.** Καταγράφεται το είδος θερμομόνωσης: χωρίς μόνωση, ανεπαρκής μόνωση, μόνωση σύμφωνα με το κτήριο αναφοράς.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για την επιλογή τυπικών τιμών απωλειών δικτύου διανομής, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Βαθμός απόδοσης.** Καταγράφεται ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής από την μονάδα παραγωγής προς την Κ.Κ.Μ., σύμφωνα με τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση εμφανίζεται η προεπιλεγμένη τιμή 1 για τοπική μονάδα παραγωγής ατμού και τοπική μονάδα ψεκασμού, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση κεντρικής μονάδας ατμού, τότε εισάγεται η συγκεκριμένη τιμή.

Σε περίπτωση περισσοτέρων της μιας μονάδας παραγωγής ατμού, οι απώλειες του δικτύου διανομής λαμβάνονται για την συνολική ισχύ των μονάδων παραγωγής.

- **Κόστος (€).** Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στο συγκεκριμένο δίκτυο διανομής (π.χ. θερμομόνωση δικτύου κ.ά.).

Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

- **Περιγραφή συστήματος διοχέτευσης.** Καταγράφεται μια σύντομη περιγραφή του συστήματος διοχέτευσης.
- **Βαθμός απόδοσης διοχέτευσης.** Ο βαθμός απόδοσης του συστήματος διοχέτευσης μέσα στην Κ.Κ.Μ., είναι ίσος με τη μονάδα (1), σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση εμφανίζεται η προεπιλεγμένη τιμή 1.

- **Κόστος (€).** Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στο σύστημα διοχέτευσης (π.χ. αντικατάσταση συστήματος κ.ά.).

Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

2.1.17 Πίνακας 12. Συστήματα παραγωγής και διανομής Ζ.Ν.Χ.

Ο ενεργειακός επιθεωρητής καταγράφει όλα τα συστήματα παραγωγής και διανομής ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) που εξυπηρετούν την συγκεκριμένη θερμική ζώνη. Ανάλογα με τη χρήση, υπάρχουν διαφορετικά συστήματα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. Για παράδειγμα, ηλεκτρικός θερμοσίφωνας (με δοχείο – μπόϊλερ αποθήκευσης ζεστού νερού ή ταχυθερμαντήρα ροής), λέβητας (σε συνδυασμό με την κεντρική εγκατάσταση θέρμανσης ή ταχυθερμαντήρα ροής), μέσω του δικτύου τηλεθέρμανσης κ.ά.

Η ενεργειακή επιθεώρηση των συστημάτων θέρμανσης που εξυπηρετούν και το Ζ.Ν.Χ., σκόπιμο είναι να προηγούνται της αρχικής ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου, έτσι ώστε να διευκολύνεται η διαδικασία συλλογής στοιχείων.

Ο περιορισμός της κατανάλωσης Ζ.Ν.Χ. εξοικονομεί ενέργεια και νερό που αποτελεί ένα επιπλέον πολύτιμο φυσικό πόρο.

Εάν υπάρχει ηλιακός συλλέκτης τότε τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος καταγράφονται στην ενότητα για τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

- **α/α Θερμικής ζώνης.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.

Για τις θερμικές ζώνες του κτηρίου που έχουν χρήση με μηδενική κατανάλωση Ζ.Ν.Χ., σύμφωνα με τον πίνακα 2.5. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, δεν συμπληρώνονται τα αντίστοιχα πεδία του συστήματος παραγωγής και διανομής Ζ.Ν.Χ., ανεξάρτητα εάν το κτήριο διαθέτει σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. (π.χ. τοπικό ηλεκτρικό θερμαντήρα).

- **α/α Συστήματος.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός του συστήματος παραγωγής και διανομής Ζ.Ν.Χ.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο της έκθεσης για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- **Διατάξεις αυτόματου ελέγχου.** Καταγράφεται η ύπαρξη διατάξεων αυτόματου ελέγχου του κεντρικού συστήματος παραγωγής Ζ.Ν.Χ, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Τέτοιες διατάξεις μπορεί να είναι αυτοματισμός για τη λειτουργία του συστήματος μόνο όταν ζητείται ζεστό νερό (π.χ. με χρονοδιακόπτη), διαφορικός έλεγχος λειτουργίας μεταξύ λέβητα / αντλίας θερμότητας και ηλιακών κ.ά. συναφή συστήματα.
- **Τύπος.** Καταγράφεται ο τύπος της μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας για Ζ.Ν.Χ.: Λέβητας, τηλεθέρμανση, Σ.Η.Θ., Α.Θ., τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας (θερμοσίφωνας ή ταχυθερμοσίφωνας), τοπική μονάδα φυσικού αερίου, μονάδα παραγωγής (κεντρική) άλλου τύπου.

Αν το εξεταζόμενο κτήριο δε διαθέτει σύστημα Ζ.Ν.Χ., θεωρείται ότι διαθέτει τοπική μονάδα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. (ηλεκτρικό θερμοσίφωνα) με συντελεστή απόδοσης 100%, τοπικό δίκτυο διανομής χωρίς ανακυκλοφορία με βαθμό απόδοσης 100% και σύστημα αποθήκευσης με βαθμό απόδοσης 98%, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, ακόμα και όταν υπάρχει ηλιοθερμικό σύστημα για την κάλυψη ποσοστού του Ζ.Ν.Χ., πάντα ορίζεται τουλάχιστον ένα συμβατικό σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. με μηνιαίο ποσοστό κάλυψης φορτίου μονάδα (1).

- **Πηγή ενέργειας.** Καταγράφεται η πηγή ενέργειας της συγκεκριμένης μονάδας: φυσικό αέριο, πετρέλαιο θέρμανσης, πετρέλαιο κίνησης, ηλεκτρική ενέργεια, υγραέριο, βιομάζα, τυποποιημένη βιομάζα, τηλεθέρμανση (από Δ.Ε.Η.), τηλεθέρμανση (από Α.Π.Ε.), Σ.Η.Θ.
- **Ονομαστική ισχύς (kW).** Καταγράφεται η ονομαστική ισχύς της μονάδας, σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στην ενότητα 4.8 της ΤΟΤΕΕ-20701-1.
- **Κατάσταση μονάδας.** Καταγράφεται η κατάσταση της μονάδας παραγωγής, για παράδειγμα εμφανείς βλάβες, διαβρώσεις, σύμφωνα με τους κατά περίπτωση ορισμούς από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για την επιλογή τυπικών τιμών απόδοσης, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Βαθμός απόδοσης.** Καταγράφεται ο βαθμός απόδοσης της μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας για Ζ.Ν.Χ., σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, ανάλογα με τον τύπο της μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας για Ζ.Ν.Χ. και σύμφωνα με τα αναφερόμενα στις μονάδες παραγωγής θέρμανσης (Πίνακας 11.1).

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση εμφανίζεται η προεπιλεγμένη τιμή 1 για τοπικό ηλεκτρικό θερμαντήρα, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε διαφορετική περίπτωση εισάγεται η συγκεκριμένη τιμή.

- **Βαθμός κάλυψης φορτίων.** Καταγράφεται ο μέσος μηνιαίος βαθμός κάλυψης (από 0 μέχρι 1) της απαιτούμενης θερμικής ενέργειας για Ζ.Ν.Χ. από τη συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής θερμικής ενέργειας, κατά την περίοδο λειτουργίας της θερμικής ζώνης.

Το άθροισμα όλων των βαθμών κάλυψης, από όλες τις μονάδες παραγωγής θερμικής ενέργειας για Z.N.X., για την υπό μελέτη θερμική ζώνη, πρέπει να ισούται με τη μονάδα (1) σε μηνιαία βάση, ανεξάρτητα αν λειτουργεί ή όχι το σύστημα Z.N.X..

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση συστήματος λέβητα που τροφοδοτεί θερμαντήρα με ηλεκτρική αντίσταση, τότε ο λέβητας θα καταγραφεί ως το μόνο συμβατικό σύστημα που καλύπτει τις ανάγκες για Z.N.X. κατά τη χειμερινή περίοδο (χρόνος λειτουργίας θέρμανσης ανάλογα με την κλιματική ζώνη), ενώ η ηλεκτρική αντίσταση θα καταγραφεί ως το μόνο συμβατικό σύστημα που καλύπτει τις ανάγκες για Z.N.X. τη θερινή περίοδο (όλους τους μήνες που δεν εφαρμόζεται θέρμανση χώρων).

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση συστημάτων διπλής ενέργειας (π.χ. θερμαντήρας και ηλιακός συλλέκτης), ο ηλεκτρικός θερμαντήρας (ηλεκτρική αντίσταση) ορίζεται ως το μόνο συμβατικό σύστημα για την παραγωγή Z.N.X. και με μέσο μηνιαίο βαθμό κάλυψης 1, ενώ ο ηλιακός συλλέκτης ορίζεται ξεχωριστά. Η συνεισφορά των ηλιακών συλλεκτών υπολογίζεται και αφαιρείται αυτόματα από την αρχικά υπολογιζόμενη συμβατική κατανάλωση θερμικής ενέργειας για Z.N.X.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση συστημάτων τριπλής ενέργειας (λέβητας με ηλιακό συλλέκτη και ηλεκτρική αντίσταση) για την παραγωγή Z.N.X., η ηλεκτρική αντίσταση μπορεί να λειτουργεί ως εφεδρική ή ως συμβατικό σύστημα παραγωγής Z.N.X. κατά την θερινή περίοδο. Ειδικότερα:

- Εάν ο λέβητας λειτουργεί για την κάλυψη των αναγκών για Z.N.X. όλο το χρόνο (και τους δώδεκα μήνες) με την ηλεκτρική αντίσταση ως εφεδρικό σύστημα, τότε ο λέβητας θα καταγραφεί ως το μόνο συμβατικό σύστημα που καλύπτει τις ανάγκες για Z.N.X της θερμικής ζώνης. Το ποσοστό κάλυψης του θερμικού φορτίου για Z.N.X. από τον λέβητα ορίζεται στο 100% για όλους τους μήνες. Πρέπει οπωσδήποτε να ορίζεται και η απόδοση του δικτύου διανομής και του συστήματος εκπομπής (αποθήκευσης).
- Εάν ο λέβητας λειτουργεί για την κάλυψη των αναγκών για Z.N.X. και για τη θέρμανση χώρων της θερμικής ζώνης ταυτόχρονα, τότε ο λέβητας θα καταγραφεί ως το μόνο συμβατικό σύστημα που καλύπτει τις ανάγκες για Z.N.X. κατά τη χειμερινή περίοδο (χρόνος λειτουργίας θέρμανσης ανάλογα με την κλιματική ζώνη), ενώ η ηλεκτρική αντίσταση θα καταγραφεί ως το μόνο συμβατικό σύστημα που καλύπτει τις ανάγκες για Z.N.X. τη θερινή περίοδο (όλους τους μήνες που δεν εφαρμόζεται θέρμανση χώρων). Το ποσοστό κάλυψης του θερμικού φορτίου για Z.N.X. από το λέβητα ορίζεται στο 100% για όλους τους χειμερινούς μήνες και από την ηλεκτρική αντίσταση ορίζεται στο 100% για όλους τους θερινούς μήνες. Πρέπει οπωσδήποτε να ορίζεται και η απόδοση του δικτύου διανομής και του συστήματος εκπομπής (αποθήκευσης).

Και στις δυο παραπάνω περιπτώσεις, ο ηλιακός συλλέκτης ορίζεται ξεχωριστά. Η συνεισφορά των ηλιακών συλλεκτών υπολογίζεται και αφαιρείται αυτόματα από την αρχικά υπολογιζόμενη συμβατική κατανάλωση θερμικής ενέργειας για Z.N.X.

Εάν ο λέβητας λειτουργεί για την κάλυψη των αναγκών για Z.N.X. και για τη θέρμανση χώρων της θερμικής ζώνης ταυτόχρονα **και δεν υπάρχει ηλεκτρική αντίσταση**, τότε ο λέβητας θα καταγραφεί για τη χειμερινή περίοδο (χρόνος λειτουργίας θέρμανσης ανάλογα με την κλιματική ζώνη) με συνολικό βαθμό απόδοσης σύμφωνα με τα οριζόμενα στην ενότητα 4.1.2.1 της T.O.T.E.E. 20701-1, ενώ για τη θερινή περίοδο (όλους τους μήνες που δεν εφαρμόζεται θέρμανση χώρων) λαμβάνοντας για την απαιτούμενη θερμική ισχύς P_{gen} στον υπολογισμό της υπερδιαστασιολόγησης μόνο το θερμικό φορτίο για ζεστό νερό χρήσης και όχι για θέρμανση χώρων. Θα υπολογιστεί δηλαδή διαφορετικός συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης n_{g1}.

- **Κόστος (€).** Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στην συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής του συστήματος Z.N.X. (π.χ. αντικατάσταση μονάδας, εγκατάσταση αυτοματισμών κ.ά.).

Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

- **Χώρος διέλευσης δικτύου.** Καταγράφεται για το δίκτυο διανομής ο χώρος διέλευσής του από τη μονάδα παραγωγής μέχρι και τα σημεία τελικής κατανάλωσης: Διέλευση σε εσωτερικούς χώρους ή/και μέχρι 20% σε εξωτερικούς χώρους και διέλευση > 20% σε εξωτερικούς χώρους του κτηρίου.
- **Θερμομόνωση δικτύου.** Καταγράφεται το είδος θερμομόνωσης: χωρίς μόνωση, ανεπαρκής μόνωση, μόνωση σύμφωνα με το κτήριο αναφοράς.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για την επιλογή τυπικών τιμών απωλειών δικτύου διανομής, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Ανακυκλοφορία Ζ.Ν.Χ.** Καταγράφεται η ύπαρξη ανακυκλοφορίας Ζ.Ν.Χ.
- **Περιγραφή δικτύου.** Καταγράφεται μια σύντομη περιγραφή του δικτύου διανομής.
- **Βαθμός απόδοσης.** Καταγράφεται ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής Ζ.Ν.Χ. από την μονάδα παραγωγής προς την αποθήκευση, σύμφωνα με τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση εμφανίζεται η προεπιλεγμένη τιμή 1 για τοπικό ηλεκτρικό θερμαντήρα, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε διαφορετική περίπτωση εισάγεται η συγκεκριμένη τιμή.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση εισάγεται ένας βαθμός απόδοσης, για όλα τα δίκτυα διανομής που εξυπηρετούν την συγκεκριμένη ζώνη, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Σε περίπτωση τοπικών μονάδων παραγωγής Ζ.Ν.Χ. (π.χ. τοπικοί ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες ή boiler, επίτοιχοι λέβητες αερίου κ.ά.) που το δίκτυο διανομής είναι μικρό, οι απώλειες δικτύου λαμβάνονται μηδενικές και συνεπώς, ο βαθμός απόδοσης του δικτύου είναι μονάδα.

- **Κόστος (€).** Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας συγκεκριμένο δίκτυο διανομής (π.χ. θερμομόνωση δικτύου κ.ά.).

Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

- **Περιγραφή αποθήκευσης.** Καταγράφεται μια σύντομη περιγραφή της δεξαμενής αποθήκευσης Ζ.Ν.Χ.
- **Θέση.** Καταγράφεται η θέση της δεξαμενής αποθήκευσης Ζ.Ν.Χ.: εσωτερικό θερμαινόμενο ή μη χώρο και εξωτερικό χώρο.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για την επιλογή τυπικών τιμών απωλειών αποθήκευσης, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Βαθμός απόδοσης.** Καταγράφεται ο βαθμός απόδοσης της αποθήκευσης Ζ.Ν.Χ., σύμφωνα με τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- **Κόστος (€).** Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στη δεξαμενή αποθήκευσης Ζ.Ν.Χ. (π.χ. αντικατάσταση δεξαμενής, θερμομόνωση δεξαμενής κ.ά.).

Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

- **Τύπος βοηθητικών μονάδων.** Καταγράφεται ο τύπος των βοηθητικών μονάδων διανομής ή ανακυκλοφορίας: αντλία, κυκλοφορητής, ηλεκτροβάνα, άλλου τύπου.
- **Αριθμός.** Καταγράφεται ο αριθμός των μονάδων του συγκεκριμένου τύπου.
- **Ισχύς (kW).** Καταγράφεται η ονομαστική ισχύς των μονάδων του συγκεκριμένου τύπου.

Εάν το ίδιο σύστημα (π.χ. κυκλοφορητής), καλύπτει τα απαιτούμενα θερμικά φορτία για Ζ.Ν.Χ. σε περισσότερες από μία θερμικές ζώνες τότε, για την εκτίμηση της ηλεκτρικής ισχύος που αντιστοιχεί σε

κάθε θερμική ζώνη γίνεται επιμερισμός της ισχύος του συστήματος, ανάλογα με το ποσοστό θερμικού φορτίου για Ζ.Ν.Χ. που καλύπτει. Για παράδειγμα, στην περίπτωση της ενεργειακής επιθεώρησης διαμερίσματος, η ηλεκτρική ισχύς των βοηθητικών συστημάτων εισάγεται επιμερισμένη ανάλογα με τα χιλιοστά θέρμανσης.

2.1.18 Πίνακας 13. Συστήματα φωτισμού

Ο φωτισμός εκτός από το μεγάλο ποσοστό κατανάλωσης που κατέχει στο σύνολο του κτηρίου, άρχισε να αποκτά επιπλέον ενδιαφέρον, ιδιαίτερα με την κατασκευή νέων μεγάλων κτηρίων, την αύξηση του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας και τις υψηλότερες απαιτήσεις για την ποιότητα εσωτερικού φωτισμού. Νέου τύπου λαμπτήρες με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, υψηλότερες φωτεινές αποδόσεις και καλύτερη ποιότητα φωτισμού, μπορούν να μειώσουν σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας και να βελτιώσουν την ποιότητα του τεχνητού φωτισμού. Ο συνδυασμός ελέγχου και αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού (Φ.Φ.), ιδιαίτερα με αισθητήρες σύζευξης φυσικού τεχνητού φωτισμού (αισθητήρες φωτισμού) και ενεργειακά αποδοτικού τεχνικού φωτισμού με αντίστοιχο εξοπλισμό ρύθμισης της στάθμης φωτισμού (dimming), μπορεί όχι μόνο να επιτύχει τα απαιτούμενα επίπεδα οπτικής άνεσης αλλά να υπάρχει μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας.

Ο Φ.Φ. στο εσωτερικό των κτηρίων επηρεάζεται από: το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, τον προσανατολισμό του κτηρίου, τις διαστάσεις των εσωτερικών χώρων, τις διαστάσεις και σχετική θέση των ανοιγμάτων, τις οπτικές ιδιότητες των υαλοπινάκων, τον τύπο και τις διαστάσεις των σκιάστρων, τις οπτικές ιδιότητες των εσωτερικών επιφανειών, τις ανακλάσεις από το έδαφος ή από γειτονικά κτήρια κ.ά.

Για την σωστή εκμετάλλευση του Φ.Φ. απαιτείται προσεκτική μελέτη έτσι ώστε η είσοδος και η κατανομή του να είναι ομοιόμορφη και να εξασφαλίζεται η απαραίτητη ποσότητα φωτισμού στην επιθυμητή θέση εργασίας. Η θέση του ανοίγματος είναι συνήθως στους εξωτερικούς τοίχους, αλλά μπορεί να βρίσκεται και στην οροφή (φεγγίτης) εάν πρόκειται για κτήρια ενός επιπέδου ή για τον τελευταίο όροφο ενός κτηρίου. Εσωτερικά των ανοιγμάτων της οροφής μπορούν να τοποθετηθούν ανακλαστήρες ή ημιδιαφανείς επιφάνειες έτσι ώστε να διαχέουν καλύτερα το φως και να αποφεύγεται η είσοδος της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας στο χώρο.

Η χρήση ανακλαστικών ραφιών (εξωτερικά ή εσωτερικά) μπορεί να συμβάλει στον περιορισμό των υψηλών επιπέδων φυσικού φωτισμού κοντά στις διαφανείς επιφάνειες και να αυξήσει τα επίπεδα φωτισμού σε περιοχές μακριά τους. Με τον τρόπο αυτό ο εσωτερικός χώρος αποκτά μια πιο ομοιόμορφη κατανομή Φ.Φ. Για την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας από την αξιοποίηση του Φ.Φ., θα πρέπει να τοποθετούνται αισθητήρες φωτισμού στις ζώνες Φ.Φ., οι οποίοι θα ελέγχουν τα αντίστοιχα φωτιστικά σώματα. Οι αισθητήρες φωτισμού ανιχνεύουν την παρουσία του Φ.Φ. και ανάλογα ελέγχουν τη φωτεινή ροή του φωτιστικού ώστε να εκπέμπεται μόνο η αναγκαία ποσότητα φωτισμού. Οι αισθητήρες φωτισμού δεν πρέπει να είναι on – off αλλά να ρυθμίζουν την ένταση του φωτισμού με dimming ώστε να μην υπάρχει ενόχληση στους χρήστες και οπτική δυσφορία.

Το δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας από τη χρήση αισθητήρων φωτισμού μπορεί να εκτιμηθεί στους χώρους με τις Ζώνες Φυσικού Φωτισμού (Ζ.Φ.Φ.) με τον Παράγοντα Φυσικού Φωτισμού Π.Φ.Φ. (Daylight Factor). Σύμφωνα με το CEN/TC 169/WG 11 –Daylight, η ελάχιστη τιμή του Π.Φ.Φ. για να υπάρχουν στη ζώνη φυσικού φωτισμού πάνω από 500lx στο 50% των ωρών με φυσικό φωτισμό είναι 2,6% για την περιοχή της Αθήνας. Αντίστοιχα, οι τιμές του ΠΦΦ για 100lx, 300lx και 750lx είναι 0,5%, 1,5% και 3,9%.

Ανάλογα με την τεχνική, το εμβαδόν και τα υλικά των ανοιγμάτων που θα επιλεγούν, μπορεί να προκύψουν σημαντικά προβλήματα οπτικής άνεσης (θάμβωση, έντονη διαφορά λαμπροτήτων) ή ακόμη και θερμικής άνεσης λόγω υπερθέρμανσης, εξαιτίας των υψηλών θερμικών ηλιακών κερδών. Επίσης, η κατεύθυνση του φυσικού φωτισμού προς την οροφή και στα σημεία που είναι τοποθετημένος κάποιος αισθητήρας φωτισμού μπορεί να δημιουργήσει προβληματική συμπεριφορά στον αισθητήρα ο οποίος θα «βλέπει» περισσότερο φως από ότι υπάρχει στην πραγματικότητα στην επιφάνεια εργασίας. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα, ο αισθητήρας να μειώνει την φωτεινή ροή των φωτιστικών περισσότερο από ότι χρειάζεται δημιουργώντας συνθήκες οπτικής δυσφορίας.

Ο εσωτερικός φωτισμός, συνήθως συνδυάζει τον διαθέσιμο φυσικό φωτισμό (από την ηλιακή ακτινοβολία που τελικά εισέρχεται σε ένα χώρο ανάλογα με την περιοχή, το μέγεθος και τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων κ.ά.) και τον τεχνητό φωτισμό που είναι εγκατεστημένος και χρησιμοποιείται ανάλογα με τις ανάγκες. Ο τεχνητός φωτισμός πρέπει να είναι επαρκής, προκειμένου να καλύψει τις ανάγκες φωτισμού σύμφωνα με το EN12464-1 (2011), σε έναν εσωτερικό χώρο τις νυκτερινές ώρες. Εφόσον υπάρχουν αισθητήρες φωτισμού, ο τεχνητός φωτισμός θα πρέπει να έχει δυνατότητα ρύθμισης της φωτεινής ροής των φωτιστικών σωμάτων (dimming) έτσι ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες φωτισμού (EN12464-1, 2011), όταν τα επίπεδα της διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας δεν είναι επαρκή.

Ο ενεργειακός επιθεωρητής καταγράφει τους αυτοματισμούς και την εγκατάσταση τεχνητού φωτισμού που εξυπηρετούν τη συγκεκριμένη θερμική ζώνη ανάλογα τις ανάγκες φωτισμού (ΤΟΤΕΕ 20701-1).

Η χρήση τεχνητού φωτισμού είναι απαραίτητη για τη λειτουργία όλων των κτηρίων. Ο τεχνητός φωτισμός συμμετέχει στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και στην αύξηση των εσωτερικών θερμικών φορτίων, ιδιαίτερα στα κτήρια του τριτογενούς τομέα που έχουν υψηλή εγκατεστημένη ισχύ για φωτισμό. Οι διάφοροι τύποι λαμπτήρων έχουν διαφορετικά τεχνικά χαρακτηριστικά, αποδόσεις και κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Η φωτιστική απόδοση των λαμπτήρων βελτιώνεται σημαντικά με τη βοήθεια ανακλαστήρων πάνω στα φωτιστικά σώματα ή φακούς. Οι ανακλαστήρες και οι φακοί κατευθύνουν τη φωτεινή ροή από τον λαμπτήρα ή το LED module προς τα κάτω, διαχέοντας ή κατευθύνοντας έτσι τον απαραίτητο φωτισμό προς το επίπεδο εργασίας και όχι σε περιοχές που δεν χρειάζεται.

Ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου και τη λειτουργία των διαφόρων εσωτερικών χώρων, σε πολλά μεγάλα κτήρια τα φώτα παραμένουν σε λειτουργία, χωρίς ο χώρος να χρησιμοποιείται από τους εργαζομένους ή τους χρήστες του κτηρίου. Ανάλογα με τη χρήση του χώρου, οι αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης - παρουσίας μπορούν να ελέγχουν αξιόπιστα τη λειτουργία του φωτισμού. Σε ορισμένες χρήσεις κτηρίων, όπως τα ξενοδοχεία, η λειτουργία των φωτιστικών και άλλων ηλεκτρικών συσκευών, ελέγχεται με την τοποθέτηση της ειδικής κάρτας ή κλειδιού του δωματίου σε ειδική θέση που λειτουργεί σαν κεντρικός διακόπτης και ενεργοποιεί τις ηλεκτρικές παροχές μόνο όταν οι χρήστες βρίσκονται στο δωμάτιο.

Η κατανάλωση ενέργειας από τα συστήματα φωτισμού συνυπολογίζεται μόνο για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων του τριτογενούς τομέα, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Συνεπώς, η καταγραφή των χαρακτηριστικών του συστήματος φωτισμού, αφορά μόνο στην περίπτωση κτηρίων του τριτογενούς τομέα.

Σε όλο το κτήριο καταγράφονται οι ανάγκες φωτισμού σύμφωνα με το EN 12464-1 2011 και ορίζονται ζώνες τεχνητού φωτισμού ανά θερμική ζώνη. Οι ζώνες τεχνητού φωτισμού δημιουργούνται από την ομαδοποίηση των χώρων του κτηρίου ανάλογα με τις απαιτούμενες στάθμες του τεχνητού φωτισμού που καθορίζονται από το EN12464-1 ανάλογα τη χρήση των χώρων. Η κάθε ζώνη τεχνητού φωτισμού θα αντιστοιχεί σε καθορισμένο ποσοστό κάλυψης σε σχέση με το συνολικό εμβαδό της κάθε θερμικής ζώνης. Συνολικά, η κάθε ζώνη τεχνητού φωτισμού θα μπορεί να αντιστοιχεί και με καθορισμένο ποσοστό κάλυψης σε σχέση με το συνολικό πλέον εμβαδόν του κτηρίου. Στη συνέχεια, θα συσχετίζονται τα ποσοστά κάλυψης με τα αντίστοιχα όρια της εγκατεστημένης ισχύος φωτισμού (W/m^2) ανά ζώνη, με σκοπό τη δημιουργία ενός μέσου ορίου εγκατεστημένης ισχύς φωτισμού (W/m^2) που θα είναι μοναδικό για κάθε θερμική ζώνη και για το σύνολο του κτηρίου και συσχετίζεται με τις ανάγκες φωτισμού του, όπως δίνεται στους πίνακες της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **α/α Θερμικής ζώνης.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο της έκθεσης για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

Καταγραφή των αναγκών φωτισμού σύμφωνα με το EN 12464-1/2011 και Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 και καθορισμός ζωνών τεχνητού φωτισμού ανά θερμική ζώνη.

- **Τύπος λαμπτήρα / Αριθμός λαμπτήρων / Ισχύς (W) / Φωτεινή ροή (lm).** Καταγράφεται ο τύπος λαμπτήρα: πυράκτωσης, αλογόνου, συμπαγείς φθορισμού, γραμμικοί φθορισμού, μεταλλικών αλογονιδίων, LED. Για κάθε τύπο λαμπτήρα, καταγράφεται ο αριθμός, η ισχύς και η φωτεινή ροή.

Εφόσον, στα φωτιστικά LED υπάρχει ενσωματωμένο module LED, τότε δίνεται η πληροφορία πως το φωτιστικό έχει ενσωματωμένο module LED και οι αντίστοιχες πληροφορίες (π.χ. ισχύς W, φωτεινή ροή κ.λπ.) καταγράφονται στο σύνολο του φωτιστικού.

- **Φωτεινή ροή φωτιστικού σώματος.** Για τη συνολική φωτεινή ροή (lm) των φωτιστικών σωμάτων πρέπει να ληφθεί υπόψη η επίδραση του καλύμματος ή του ανακλαστήρα ή του φακού του φωτιστικού σώματος στην αρχική φωτεινή ροή (lm) της φωτεινής πηγής (λαμπτήρας, LED module, κ.λπ.) με τον συντελεστή LOR (Light Output Ratio) του φωτιστικού (από αντίστοιχα φωτομετρικά αρχεία του κατασκευαστή του φωτιστικού σώματος). Εφόσον, δεν μπορεί να προσδιοριστεί χρησιμοποιούνται οι αντίστοιχες μειώσεις σύμφωνα με τη διεθνή εμπειρία. Εφόσον, στα φωτιστικά LED υπάρχει ενσωματωμένο module LED, τότε δίνεται η πληροφορία πως το φωτιστικό έχει ενσωματωμένο module LED και οι αντίστοιχες πληροφορίες (π.χ. ισχύς W, φωτεινή ροή κ.λπ.) καταγράφονται στο σύνολο του φωτιστικού.
- **Εξοπλισμός λειτουργίας (ηλεκτρομαγνητικό ballast, ηλεκτρονικό ballast, driver, μετασχηματιστής κ.λπ.).** Καταγράφεται ο τύπος του εξοπλισμού λειτουργίας: μαγνητική ηλεκτρονική ή ηλεκτρονική με ρύθμιση (dimming), δεν χρειάζεται, άλλο (προσδιορίζεται). Η ισχύς τους προστίθεται στην ισχύ των λαμπτήρων. Εφόσον, δεν μπορεί να προσδιοριστεί ή να μετρηθεί χρησιμοποιούνται οι αντίστοιχες προσαυξήσεις σύμφωνα με τη διεθνή εμπειρία (προσαύξηση ισχύος 20% στην ονομαστική των λαμπτήρων για ηλεκτρομαγνητικό ballast κ.λπ.).

Τα δεδομένα που θα απαιτούνται, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, ανά θερμική ζώνη είναι:

- Συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (kW) (ΙΣΧΥΣ), όπου **ΙΣΧΥΣ=ΙΣΧΥΣ1+ ΙΣΧΥΣ2+ ΙΣΧΥΣ3+ ΙΣΧΥΣ4**
- Ποσοστό ζώνης τεχνητού φωτισμού (%)

Ζώνες τεχνητού φωτισμού / Στάθμη φωτισμού [lx]	Ποσοστό ζώνης τεχνητού φωτισμού στην θερμική ζώνη (%)
1000	A1
500	A2
400	A3
300	A4
250	A5
200	A6
100	A7

Θα πρέπει **A1 + A2 + A3 + A4 + A5 + A6 + A7 =100**

- Περιοχή ΦΦ (%)
- Συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (kW) που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες ΦΦ (ΙΣΧΥΣ1)
- Συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (kW) που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες παρουσίας (ΙΣΧΥΣ2)
- Συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (kW) που ελέγχεται και με αισθητήρες ΦΦ και με αισθητήρες παρουσίας (ΙΣΧΥΣ3)
- Συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (kW) που δεν ελέγχεται με αισθητήρες ΦΦ ή/και με αισθητήρες παρουσίας (ΙΣΧΥΣ4)

- **Εγκατεστημένη ισχύς (kW).** Καταγράφεται η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για τον τεχνητό φωτισμό του χώρου ανά θερμική ζώνη. Εφόσον υπάρχει και εξοπλισμός λειτουργίας, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς του φωτιστικού περιλαμβάνει την ισχύ του λαμπτήρα και του εξοπλισμού λειτουργίας.
- **Φωτεινή απόδοση φωτιστικού σώματος (lm/W**). Εφόσον έχει καταγραφεί, η φωτεινή ροή και η εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών σωμάτων, υπολογίζεται η φωτεινή απόδοση του συστήματος φωτισμού (ελάχιστη επιτρεπτή τιμή 60 lm/W).

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον έλεγχο από τον ενεργειακό επιθεωρητή της ελάχιστης απαίτησης για φωτισμό, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Καθορισμός ζωνών τεχνητού φωτισμού ανά απαιτούμενη στάθμη φωτισμού** (π.χ. 500lx, 300lx και 100lx).
- **Εγκατεστημένη ισχύς ανά m^2 (W/m^2),** σύμφωνα με τις ανάγκες φωτισμού (EN12464-1/2011).
- **Έλεγχος οπτικής άνεσης των χώρων.** Εφόσον ο χώρος είναι υποφωτισμένος και τα επίπεδα φωτισμού έχουν μεγαλύτερη διαφοροποίηση από το απαιτούμενο όριο προς τα κάτω κατά 30% (σύμφωνα με τη Κ.Υ.Α. Δ6/Β/14826/17-6-2008), τότε για τους υπολογισμούς της εγκατεστημένης ισχύς ανά m^2 (W/m^2), ως εγκατεστημένη ισχύς γενικού φωτισμού λαμβάνεται η υπολογιζόμενη ελάχιστη απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς φωτιστικών της ίδιας τεχνολογίας με τη χρησιμοποιούμενη στο εξεταζόμενο κτήριο, που πληροί την ελάχιστη στάθμη (lx) γενικού φωτισμού όπως περιγράφεται στους πίνακες της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- **Υπολογισμός του μέσου ορίου εγκατεστημένης ισχύς φωτισμού (W/m^2)** για κάθε θερμική ζώνη, αλλά και του συνολικού κτηρίου.

Δεν απαιτούνται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση (εγκατεστημένη ισχύς ανά m^2, έλεγχος οπτικής άνεσης των χώρων, έλεγχος οπτικής άνεσης των χώρων).

- **Περιοχή Φ.Φ. (%).** Καταγράφεται το ποσοστό της επιφάνειας δαπέδου της θερμικής ζώνης που καλύπτεται με Φ.Φ., σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Για τον προσδιορισμό της περιοχής Φ.Φ. λαμβάνονται υπόψη οι παράμετροι «Διαστάσεις κατακόρυφων στοιχείων» και «Διαστάσεις στοιχείων οροφής», από τον **Πίνακα 9.2α** της έκθεσης ενεργειακής επιθεώρησης.
- **Αυτοματισμοί ελέγχου Φ.Φ.** Καταγράφεται η διάταξη αυτοματισμού στην περιοχή Φ.Φ.: Χειροκίνητος ή αυτόματος έλεγχος Φ.Φ., για τον προσδιορισμό του συντελεστή επίδρασης Φ.Φ. (F_D), σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Ουσιαστικά, μειώνεται η κατανάλωση ενέργειας για τον τεχνητό φωτισμό εξαιτίας αυτοματισμών αξιοποίησης Φ.Φ.

Για να αξιολογηθεί η πραγματική χρήση φυσικού φωτισμού στις ζώνες φυσικού φωτισμού, θα πρέπει οι ζώνες να εξοπλίζονται και από τα ανάλογα συστήματα διαχείρισης φυσικού φωτισμού (αισθητήρες φωτισμού / σύζευξης φυσικού τεχνητού φωτισμού). Για να θεωρηθεί αξιολογήσιμη οποιαδήποτε διάταξη αυτομάτου ελέγχου των συστημάτων φωτισμού ως στρατηγική αξιοποίησης φυσικού φωτισμού, θα πρέπει να ελέγχεται από αισθητήρες φωτισμού. Σε διαφορετική περίπτωση αγνοείται η ύπαρξή της και δεν αξιολογείται. Τα φωτιστικά σώματα πρέπει να διαθέτουν τη δυνατότητα για ρύθμιση της έντασης φωτισμού (dimming) για να μπορούν να συνεργάζονται με τον αντίστοιχο αισθητήρα φωτισμού. Δεν υπάρχει εξοικονόμηση ενέργειας, όταν δεν εφαρμόζεται καμία διάταξη αυτομάτου ελέγχου του συστήματος φωτισμού και μέχρι 50%, όταν εφαρμόζονται διατάξεις αυτομάτου ελέγχου φωτισμού. Το ποσοστό της εξοικονόμησης ενέργειας θα υπολογίζεται μόνο στα φωτιστικά που βρίσκονται στη ζώνη φυσικού φωτισμού ή στην περίμετρό της και ελέγχονται από αισθητήρα φυσικού φωτισμού.

- **Εγκατεστημένη ισχύς (kW) που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες Φ.Φ.:** Καταγράφεται η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για τον τεχνητό φωτισμό του χώρου που ελέγχεται από αισθητήρες φωτισμού ανά θερμική ζώνη.
- **Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης - παρουσίας.** Καταγράφεται η διάταξη αυτοματισμού ανίχνευσης κίνησης στην θερμική ζώνη για τον προσδιορισμό του συντελεστή **επίδρασης χρηστών** (F_o). **Για συστήματα χωρίς αισθητήρες ανίχνευσης παρουσίας ή απουσίας:** χειροκίνητος διακόπτης (αφής/σβέσης), χειροκίνητος διακόπτης (αφής/σβέσης) και πρόσθετη αυτόματη ένδειξη για συνολική σβέση, και **για συστήματα με αισθητήρες ανίχνευσης παρουσίας ή απουσίας:** αυτόματη έναυση / ρύθμιση φωτεινής ροής (dimming), αυτόματη έναυση και σβέση, χειροκίνητη έναυση / ρύθμιση φωτεινής ροής (dimming), χειροκίνητη έναυση / αυτόματη σβέση, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Ο συντελεστής συνδέει τη χρήση της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος για τεχνητό φωτισμό με τη χρήση

αυτοματισμών με αισθητήρες παρουσίας χρηστών. Ουσιαστικά μειώνεται η ενέργεια για φωτισμό εξαιτίας αυτοματισμών ανίχνευσης κίνησης.

- **Αριθμός αισθητήρων ανίχνευσης κίνησης.** Καταγράφεται ο αριθμός και η επιφάνεια των χώρων που καλύπτουν.

Τουλάχιστον ένας αισθητήρας ανά δωμάτιο και για μεγάλους χώρους ένας αισθητήρας ανά 30 m^2, για να είναι δυνατή η επιλογή, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Εγκατεστημένη ισχύς (kW) που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης – παρουσίας.** Καταγράφεται η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για τον τεχνητό φωτισμό του χώρου που ελέγχεται από αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης - παρουσίας ανά θερμική ζώνη.
- **Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης – παρουσίας σε συνδυασμό με την αξιοποίηση του Φ.Φ.** Καταγράφεται η διάταξη αυτοματισμού ανίχνευσης κίνησης σε συνδυασμό με την αξιοποίηση του Φ.Φ. στην θερμική ζώνη για τον προσδιορισμό του αντίστοιχου συντελεστή (F_{OD}): Αυτόματη έναυση και σβέση και αυτόματος έλεγχος φωτισμού (με αισθητήρα φυσικού φωτισμού), Χειροκίνητη έναυση / αυτόματη σβέση και αυτόματος έλεγχος φωτισμού (με αισθητήρα φυσικού φωτισμού).
- **Εγκατεστημένη ισχύς (kW) που ελέγχεται ταυτόχρονα με αισθητήρες φωτισμού και με αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης – παρουσίας.** Καταγράφεται η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για τον τεχνητό φωτισμό του χώρου που ελέγχεται ταυτόχρονα με αισθητήρες φωτισμού και από αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης - παρουσίας ανά θερμική ζώνη.
- **Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας**. Καταγράφεται η ύπαρξη συστήματος απομάκρυνσης της θερμότητας που εκλύεται από τα φωτιστικά, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- **Φωτισμός ασφαλείας.** Καταγράφεται η ύπαρξη συστήματος φωτισμού ασφαλείας, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Σε αυτή την περίπτωση, η ετήσια κατανάλωση για φωτισμό επιβαρύνεται με 1 kWh/m^2, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- **Σύστημα εφεδρείας.** Καταγράφεται η ύπαρξη εφεδρικού συστήματος για φωτισμό, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Σε αυτή την περίπτωση, η ετήσια κατανάλωση για φωτισμό επιβαρύνεται με 5 kWh/m^2, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- **Κόστος (€).** Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στον φωτισμό (π.χ. εγκατάσταση ενεργειακά αποδοτικών λαμπτήρων, εφόσον δεν χαθεί η πιστοποίηση CE του υφιστάμενου φωτιστικού σώματος ή των νέων προτεινόμενων φωτιστικών σωμάτων, εγκατάσταση αυτοματισμών κ.ά.).

Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

2.1.19 Πίνακας 14. Συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) για παραγωγή θερμικής ενέργειας

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα περιλαμβάνουν τους διάφορους τύπους ηλιακών συλλεκτών για θέρμανση νερού, όπως:

- Ηλιακοί συλλέκτες χωρίς κάλυμμα και θερμομόνωση του απορροφητή (μικρής διαμέτρου μαύροι πλαστικοί σωλήνες) που χρησιμοποιούνται για θέρμανση νερού σε πισίνες (24-32°C). Η χρήση τους είναι αποδοτική λόγω του μικρού κόστους των συλλεκτών.
- Επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες για εφαρμογές σε χαμηλές θερμοκρασίες περίπου 50 ÷ 80°C, τοποθετούνται με κατάλληλη κλίση και προσανατολισμό, ώστε να μεγιστοποιείται η ένταση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια του συλλέκτη και συνήθως παραμένουν σταθεροί. Μπροστά από την απορροφητική επιφάνεια του συλλέκτη τοποθετείται μονό ή διπλό διαφανές κάλυμμα για τη μείωση των θερμικών απωλειών.

- Συλλέκτες κενού, οι οποίοι αποτελούνται από πολλούς γυάλινους σωλήνες, κάθε ένας από τους οποίους περιέχει μια μαύρη μεταλλική ή άλλη απορροφητική επιφάνεια, από τους οποίους περνάει το θερμοαπαγωγό μέσο. Στον γυάλινο σωλήνα δημιουργείται κενό αέρος. Οι απώλειες θερμότητας των σωλήνων κενού προς το περιβάλλον είναι μικρότερες και συνεπώς επιτυγχάνονται υψηλότερες θερμοκρασίες (100-150°C), αλλά έχουν υψηλότερο κόστος αγοράς.

Οι συγκεντρωτικοί συλλέκτες, για να λειτουργήσουν, κινούνται και ακολουθούν την πορεία του ήλιου, συγκεντρώνοντας με αντανάκλαση την ηλιακή ακτινοβολία (σε μια περιοχή εστίασης). Η κίνηση των συλλεκτών μπορεί να γίνεται γύρω από ένα άξονα ελευθερίας ή δυο άξονες ελευθερίας. Συγκεντρώνοντας την ηλιακή ακτινοβολία, αυξάνεται σημαντικά η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας που συλλέγεται, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνονται πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες στις επιφάνειες εστίασης. Το μέγεθος και το κόστος παραγωγής των συγκεντρωτικών συλλεκτών είναι πολύ υψηλότερο από τους επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες, απαιτούν πολύπλοκους μηχανισμούς κίνησης, και έχουν γενικότερα πολύ υψηλότερο κόστος συντήρησης.

Επειδή η ηλιακή ενέργεια, παρουσιάζει μια ημερήσια περιοδικότητα, είναι απαραίτητο ότι σε κάθε εφαρμογή, υπάρχει ένα σύστημα αποθήκευσης θερμότητας και ένα βοηθητικό συμβατικό σύστημα παραγωγής θερμότητας. Με τον τρόπο αυτό, αποθηκεύεται η θερμότητα που δεν χρειάζεται κατά την διάρκεια της ημέρας έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και την νύκτα ή κατά τις περιόδους νέφωσης.

Σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. είναι υποχρεωτική η κάλυψη σημαντικού μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα. Το ελάχιστο ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση καθορίζεται σε 60%.

Η εκμετάλλευση της γεωθερμίας (χαμηλής ενθαλπίας ρευστά) μπορεί επίσης να γίνει για εξοικονόμηση ενέργειας σε συνδυασμό με συμβατικά συστήματα θέρμανσης/ψύξης, όπως οι αντλίες θερμότητας. Τα συστήματα αυτά μπορούν να συνδεθούν με το υπέδαφος μέσω ενός εναλλάκτη και να αποδώσουν 3-5 φορές περισσότερη θερμική ενέργεια σε κάποιο κύκλωμα θέρμανσης ζεστού νερού χρήσης, κτηρίων ή ακόμα και ολόκληρων οικοδομικών τετραγώνων (τηλεθέρμανση). Η αξιοποίησή της γίνεται με αβαθείς γεωτρήσεις βάθους 50-150 m, είτε με βαθιές γεωτρήσεις βάθους πάνω από 100 m, στις οποίες εκμεταλλευόμαστε τη θερμική ενέργεια με την χρήση αντλιών θερμότητας. Η αντλία θερμότητας νερού-νερού μπορεί να εκμεταλλευτεί με οικονομικό όφελος ακόμη και θερμοκρασίες 8-10°C.

Η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας χαμηλής ενθαλπίας, με αντλίες θερμότητας μπορεί να γίνει με την εκμετάλλευση του εδάφους, υπόγειων υδάτων, ακόμη και επιφανειακών υδάτων ως πηγή ή καταβόθρα θερμότητας. Σε σύγκριση με τις αντλίες θερμότητας θέρμανσης-ψύξης αέρα-αέρα που συνήθως χρησιμοποιούνται, οι γεωθερμικές αντλίες έχουν πολύ υψηλότερο συντελεστή απόδοσης (COP). Επίσης, το κόστος λειτουργίας και συντήρησης είναι πολύ χαμηλότερο. Η σύνδεση με το έδαφος (κλειστό κύκλωμα) μπορεί να γίνει με κατακόρυφο ή οριζόντιο εναλλάκτη. Η επιλογή εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα χώρου στο οικόπεδο που θα γίνει η εγκατάσταση, τα φορτία και το κόστος.

Η εκμετάλλευση της βιομάζας (φυσικές ύλες, προϊόντα, υποπροϊόντα και κατάλοιπα που προέρχονται από φυσικά ή τεχνητά οικοσυστήματα) αποτελεί μια σημαντική πηγή ενέργειας. Για την άμεση καύση χρησιμοποιούνται καυσόξυλα και γεωργικά υποπροϊόντα. Η καύση ξύλου αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο ποσοστό της ενέργειας που παράγεται από τη βιομάζα. Για την παραγωγή θερμικής ενέργειας στα κτήρια πέρα από τις ανοικτού τύπου εστίες καύσης, κοινώς τζάκια, η πιο κατάλληλη εφαρμογή καύσης βιομάζας είναι οι λέβητες στερεών βιοκαυσίμων. Οι λέβητες αυτοί καταναλώνουν κυρίως υποπροϊόντα ξύλου ή βιοκαυσίμων όπως είναι τα συσσωματώματα ξύλου (wood pellets) και τα θρύμματα ξύλου (wood chips). Οι λέβητες καύσης στερεάς βιομάζας που υπάρχουν διαθέσιμοι στην αγορά είναι υψηλής τεχνολογίας και μπορούν να καλύψουν τόσο το φορτία αιχμής όσο και τα μερικά φορτία.

Η κατανάλωση ενέργειας από την καύση βιομάζας προσμετράται στη μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας – Πίνακας 3β.

Ο ενεργειακός επιθεωρητής καταγράφει τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) για παραγωγή θερμικής ενέργειας και τα χαρακτηριστικά τους που εξυπηρετούν την συγκεκριμένη θερμική ζώνη.

2.1.19.1 Πίνακας 14.1. Ηλιακοί συλλέκτες

- **α/α Θερμικής ζώνης.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο της έκθεσης για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- **Τελική Χρήση.** Καταγράφονται οι επί μέρους τελικές χρήσεις που καλύπτονται από την εγκατάσταση των ηλιακών συλλεκτών για: θέρμανση χώρων, ζεστό νερό χρήσης, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Για παράδειγμα, εάν η κεντρική εγκατάσταση χρησιμοποιείται για την παραγωγή Z.N.X. σε συνδυασμό με την θέρμανση χώρων (συστήματα combi) τότε καταγράφονται και οι δυο τελικές χρήσεις.
- **Τύπος.** Καταγράφεται ο τύπος του ηλιακού συλλέκτη: Απλός επίπεδος συλλέκτης, επιλεκτικός επίπεδος συλλέκτης, συλλέκτης κενού.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση εισάγεται μόνο ένας τύπος συλλέκτη ανά θερμική ζώνη.

- **Κατάσταση συλλεκτών.** Καταγράφεται η κατάσταση των συλλεκτών, για παράδειγμα εμφανής κακοσυντήρηση (π.χ. ύπαρξη διαρροών κ.ά.), φθορές στη συλλεκτική επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη, σύμφωνα με τους κατά περίπτωση ορισμούς από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- **Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας.** Καταγράφεται ο ετήσιος συντελεστής αξιοποίησης της διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας για θέρμανση χώρων ή/και για Z.N.X., ανάλογα με τις τελικές χρήσεις που καλύπτονται από τον συγκεκριμένο ηλιακό συλλέκτη, σύμφωνα με τις αντίστοιχες τιμές που προέρχονται από τους υπολογισμούς διαστασιολόγησης της εγκατάστασης ή με τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- **Επιφάνεια (m^2).** Καταγράφεται η συνολική απορροφητική επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών.
- **Προσανατολισμός (°).** Καταγράφεται ο προσανατολισμός της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών (συνήθως νότιος). Για παράδειγμα, επιφάνεια προς Βορά η τιμή είναι 0°, προς Ανατολή 90°, προς Νότο 180° και προς Δύση 270°.
- **Κλίση (°).** Καταγράφεται η κλίση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- **Γωνία θέασης εμποδίου α (°).** Καταγράφεται η γωνία θέασης του εμποδίου σύμφωνα με τον ορισμό που παρουσιάζεται αναλυτικά στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του συντελεστή σκίασης.

- **Συντελεστής σκίασης.** Καταγράφεται ο συντελεστής σκίασης της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών, λόγω της σκίασης από εμπόδια στον περιβάλλοντα χώρο, σύμφωνα με τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα, ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με το μηδέν (0).
- **Κόστος (€/m^2).** Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) ανά τετραγωνικό μέτρο συλλέκτη από την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών.

Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

2.1.19.2 Πίνακας 14.2. Γεωθερμία

- **α/α Θερμικής ζώνης.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο της έκθεσης για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- **Τύπος εναλλάκτη.** Προσδιορίζεται ο τύπος του εναλλάκτη: οριζόντιος ή κατακόρυφος.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του τύπου της αντλίας θερμότητας και του ονομαστικού βαθμού απόδοσης.

- **Τελική Χρήση.** Καταγράφονται όλες οι επί μέρους τελικές χρήσεις που καλύπτονται από την γεωθερμική εγκατάσταση: θέρμανση χώρων, ψύξη χώρων, ζεστό νερό χρήσης.

Συμπληρώνεται όπως ο **Πίνακας 11.1 για θέρμανση/ψύξη και ο Πίνακας 12 για Ζ.Ν.Χ.**

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, τα τεχνικά στοιχεία για την γεωθερμική αντλία θερμότητας, καταχωρούνται στις οθόνες του συστήματος παραγωγής θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και Ζ.Ν.Χ., ανάλογα με τις τελικές χρήσεις.

2.1.19.3 Πίνακας 14.3. Βιομάζα

- **α/α Θερμικής ζώνης.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο της έκθεσης για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- **Τελική Χρήση.** Καταγράφονται όλες οι επί μέρους τελικές χρήσεις που καλύπτονται από την μονάδα βιομάζας: θέρμανση χώρων, ψύξη χώρων, ζεστό νερό χρήσης.

- **Καύσιμο.** Καταγράφεται το καύσιμο της μονάδας.

  Συμπληρώνεται όπως ο **Πίνακας 11.1 για θέρμανση/ψύξη** και ο **Πίνακας 12** για Ζ.Ν.Χ.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, τα τεχνικά στοιχεία για τη μονάδα βιομάζας, καταχωρούνται στις οθόνες του συστήματος παραγωγής θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και Ζ.Ν.Χ., ανάλογα με τις τελικές χρήσεις.

2.1.20 Πίνακας 15. Μη θερμαινόμενοι χώροι ή/και ηλιακοί χώροι

Οι Μη θερμαινόμενοι Χώροι ή/και Ηλιακοί Χώροι, εάν υπάρχουν, δεν διαθέτουν συστήματα θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού, και συνεπώς, απαιτούν την εισαγωγή πληροφοριών μόνο για τα γενικά χαρακτηριστικά του χώρου, και την κατασκευή του κελύφους.

Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1: Δεν έχουν σύστημα θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού, δηλαδή είναι ενεργειακά αδρανείς χώροι.

Δεν λαμβάνονται υπόψη τα εσωτερικά θερμικά κέρδη, και ο φωτισμός.

2.1.20.1 Πίνακας 15.1. Γενικά χαρακτηριστικά μη θερμαινόμενου χώρου

- **α/α χώρου.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός του χώρου.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο της έκθεσης για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- **α/α Θερμικής ζώνης σε επαφή.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης ή των θερμικών ζωνών με τις οποίες έρχεται σε επαφή ο συγκεκριμένος χώρος (υπόγεια, αποθήκες, χώροι ειδικών χρήσεων κ.ά.).

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στον καθορισμό των δομικών στοιχείων σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο ή ηλιακό χώρο.

- **Περιγραφή.** Καταγράφεται μια σύντομη περιγραφή του χώρου.
- **Συνολική επιφάνεια (m^2).** Καταγράφεται η το συνολικό εμβαδόν δαπέδου του χώρου, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.
- **Φυσικός αερισμός (m^3/h).** Καταγράφεται ο συνολικός αερισμός του χώρου, μέσω διείσδυσης των κουφωμάτων, σύμφωνα με τον Πίνακα 3.27 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Σε περίπτωση της επιθεώρησης κτηριακής μονάδας (π.χ. διαμέρισμα), το οποίο εφάπτεται με μη θερμαινόμενους χώρους (π.χ. κλιμακοστάσιο), χρησιμοποιείται η απλοποιητική παραδοχή του κεφαλαίου 2.2 της ΤΟΤΕΕ-20701-1 και δεν περιγράφονται τα γενικά χαρακτηριστικά του μη θερμαινόμενου χώρου (συνολική επιφάνεια, φυσικός αερισμός, αδιαφανείς και διαφανείς επιφάνειες, κοκ).

2.1.20.1.1 Πίνακας 15.1.1. Αδιαφανείς επιφάνειες

Πίνακας 15.1.1α. Δομικά στοιχεία σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον: Συμπληρώνεται όπως ο **Πίνακας 9.1α στην ενότητα 2.1.14.1.1.**

Πίνακας 15.1.1β. Δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος: Συμπληρώνεται όπως ο **Πίνακας 9.1β στην ενότητα 2.1.14.1.2.**

2.1.20.1.2 Πίνακας 15.1.2. Διαφανείς επιφάνειες

Πίνακας 15.1.2α. Δομικά στοιχεία σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον: Συμπληρώνεται όπως ο **Πίνακας 9.2 στην ενότητα 2.1.14.2.**

2.1.20.2 Πίνακας 15.2 Γενικά χαρακτηριστικά ηλιακού χώρου

2.1.20.2.1 Πίνακας 15.2.1. Αδιαφανείς επιφάνειες

Πίνακας 15.2.1α. Δομικά στοιχεία σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον: Συμπληρώνεται όπως ο **Πίνακας 9.1α στην ενότητα 2.1.14.1.1.**

Πίνακας 15.2.1β Δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος: Συμπληρώνεται όπως ο **Πίνακας 9.1β στην ενότητα 2.1.14.1.2.**

2.1.20.2.2 Πίνακας 15.2.2 Διαφανείς επιφάνειες

Πίνακας 15.2.2α Δομικά στοιχεία σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον: Συμπληρώνεται όπως ο **Πίνακας 9.2 στην ενότητα 2.1.14.2.**

2.1.21 Έλεγχος παραμέτρων ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου

Κατά την καταχώρηση των δεδομένων στο ηλεκτρονικό αρχείο (xml) της ενεργειακής επιθεώρησης των κτηρίων, πραγματοποιείται έλεγχος των τιμών ορισμένων παραμέτρων εισόδου σε τρία στάδια:

- **1ο Στάδιο:**

  Κατά τη διάρκεια εισαγωγής τιμών εμφανίζονται παράθυρα με μηνύματα ελέγχου.

  - Αν πρόκειται για αρνητική τιμή, ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να εισάγει επιτρεπόμενη τιμή για να μπορέσει να συνεχίσει.
  - Αν πρόκειται για λανθασμένη τιμή, ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να εισάγει επιτρεπόμενη τιμή για να μπορέσει να συνεχίσει. (Για παράδειγμα, η τιμή συντελεστή σκίασης μεγαλύτερη από μονάδα (1) δεν είναι επιτρεπόμενη τιμή).

- Σε περίπτωση εύρεσης "μη προτεινόμενης" τιμής, το μήνυμα έχει ενημερωτικό χαρακτήρα και ο ενεργειακός επιθεωρητής μπορεί να συνεχίσει με τη συμπλήρωση των υπόλοιπων πεδίων. (Για παράδειγμα, η εισαγωγή τιμής συντελεστή θερμοπερατότητας τοίχου μεγαλύτερη από έξι (6)).

- **2ο Στάδιο:**

  Όταν ο ενεργειακός επιθεωρητής επιλέξει "Εκτέλεση", πριν πραγματοποιηθούν οι υπολογισμοί, γίνεται ένας έλεγχος σε συγκεκριμένα πεδία και σε περίπτωση που δεν είναι συμπληρωμένα σωστά, δεν επιτρέπεται η εκτέλεση του προγράμματος (μη επιτρεπόμενες τιμές). Σε αυτή την περίπτωση εμφανίζεται ένα txt αρχείο με τις συγκεκριμένες μη επιτρεπόμενες τιμές. Ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να επιστρέψει στις φόρμες εισαγωγής δεδομένων για να διορθώσει τις μη επιτρεπόμενες τιμές και στη συνέχεια να επιλέξει "Εκτέλεση".

- **3ο Στάδιο:**

  Όταν ο ενεργειακός επιθεωρητής επιλέξει "Εκτέλεση", πριν πραγματοποιηθούν οι υπολογισμοί, γίνεται ένας έλεγχος συμβουλευτικού χαρακτήρα (προτεινόμενες τιμές). Σε αυτή την περίπτωση εμφανίζεται ένα αρχείο προειδοποιήσεων με τις «μη προτεινόμενες» τιμές. Ο χρήστης ενημερώνεται και μπορεί είτε να επιστρέψει στις φόρμες εισαγωγής δεδομένων και να τις διορθώσει ή να συνεχίσει την εκτέλεση του προγράμματος εν γνώση του και λαμβάνοντας υπόψη ότι τις πιθανές διοικητικές κυρώσεις που επρόκειτο να του επιβληθούν σε διαπίστωση εισαγωγής ανακριβών δεδομένων, σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις.

Οι επιτρεπόμενες και προτεινόμενες τιμές των παραμέτρων που εισάγονται στο ηλεκτρονικό αρχείο δεδομένων της ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου προσδιορίζονται αναλυτικά στο Παράρτημα Δ.

2.2 Οδηγίες ηλεκτρονικής καταχώρησης ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου

Για την ηλεκτρονική καταχώρηση της ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου απαιτείται ο αριθμός πρωτοκόλλου (Α.Π.) ενεργειακής επιθεώρησης, ο οποίος εκδίδεται κατόπιν ηλεκτρονικής καταχώρησης των γενικών στοιχείων του κτηρίου ή της κτηριακής μονάδας (πίνακας 1α) σε ειδική μερίδα του ηλεκτρονικού αρχείου επιθεωρήσεως κτηρίων, του οποίου η τήρηση, ο έλεγχος και η διαχείριση υπάγεται στην αρμοδιότητα των Τμημάτων Επιθεώρησης Ενέργειας Βορείου και Νοτίου Ελλάδος του Υ.Π.ΕΝ./Σ.Ε.Π.Δ.Ε.Μ.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13790, σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ.

Τα λογισμικά που χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων εφαρμόζουν τα ανωτέρω και εγκρίνονται από τα Τμήματα Επιθεώρησης Ενέργειας Βορείου και Νοτίου Ελλάδος του Σώματος Επιθεώρησης Περιβάλλοντος, Δόμησης, Ενέργειας και Μεταλλείων του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας, και, εφόσον κριθεί απαραίτητο, συγκροτείται με απόφαση του Υπουργού ΠΕΝ και κατόπιν εισήγησης των παραπάνω, ειδική επιτροπή αξιολόγησης αυτών.

Τα δεδομένα των υπολογισμών της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων υποβάλλονται στο αρχείο επιθεώρησης κτηρίων μέσω αρχείου δεδομένων ανοικτής δομής (XML). Στο αρχείο επιθεώρησης κτηρίων υποβάλλεται το αρχείο δεδομένων της επιθεώρησης, όπως αυτό προκύπτει από την κάθε φορά τρέχουσα έκδοση του λογισμικού ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (επιλογή "Αρχείο προς Υποβολή").

Μετά την υποβολή του ηλεκτρονικού αρχείου δεδομένων, οι υπολογισμοί επαναλαμβάνονται στην υπολογιστική υποδομή του αρχείου επιθεωρήσεως κτηρίων για την παραγωγή των τελικών αποτελεσμάτων και την έκδοση του Π.Ε.Α. Το λογισμικό που χρησιμοποιείται για τους υπολογισμούς στην υπολογιστική υποδομή του αρχείου επιθεωρήσεως κτηρίων, γίνεται με την κάθε φορά τρέχουσα έκδοση του ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ.

Οποιεσδήποτε τροποποιήσεις επί των παραπάνω γίνονται κατόπιν εισήγησης από τα Τμήματα Επιθεώρησης Ενέργειας Βορείου και Νοτίου Ελλάδος του Σώματος Επιθεώρησης Περιβάλλοντος, Δόμησης, Ενέργειας και Μεταλλείων του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας και έγκρισης από τον Υπουργό Π.ΕΝ.

2.2.1 Απόδοση αριθμού πρωτοκόλλου

Για την έκδοση του αριθμού πρωτοκόλλου ο ενεργειακός επιθεωρητής υποβάλλει τα δεδομένα του Πίνακα 1 (βλ. παρ. 2.1.1) στην διαδικτυακή εφαρμογή www.buildingcert.gr, χρησιμοποιώντας τον κωδικό πρόσβασης (username / password) που του έχει δοθεί από το αρμόδιο Τμήμα Επιθεώρησης Ενέργειας του Υ.Π.ΕΝ./Σ.Ε.Π.Δ.Ε.Μ. Την πρώτη φορά που θα καταχωρηθούν τα στοιχεία στην βάση δεδομένων (Β.Δ.), επιλέγεται «Καταχώριση στη Β.Δ. & απόδοση αρ. πρωτοκόλλου», αποδίδεται ο Α.Π., ο οποίος και εμφανίζεται στο επάνω μέρος της σχετικής φόρμας.

Εναλλακτικά, ο ενεργειακός επιθεωρητής μπορεί να αντιγράψει τα δεδομένα του πίνακα 1, από άλλη ενεργειακή επιθεώρηση (κτηρίου, συστημάτων θέρμανσης ή συστημάτων κλιματισμού) που γνωρίζει ότι έχει καταχωρηθεί στο σύστημα. Αν πρόκειται για επιθεώρηση που έχει διενεργήσει ο ίδιος μπορεί να την αναζητήσει (επιλογή «Αναζήτηση Επιθεώρησης»), αλλιώς πρέπει να γνωρίζει και να καταχωρήσει στα σχετικά πεδία τον Αρ. Πρωτοκόλλου και τον Αρ. Ασφαλείας της επιθεώρησης. Κατόπιν μπορεί να χρησιμοποιήσει την επιλογή «Νέα Επιθεώρηση Κτηρίου Βασισμένη σε αυτή την Επιθεώρηση», ώστε να δημιουργηθεί η νέα επιθεώρηση, ως αντίγραφο της παλιάς, και να αποδοθεί σε αυτή Αρ. Πρωτοκόλλου. Στην περίπτωση που η προηγούμενη επιθεώρηση είχε διενεργηθεί από άλλον επιθεωρητή, δεν αντιγράφεται το αρχείο XML της επιθεώρησης.

Ο ενεργειακός επιθεωρητής μπορεί, εάν θέλει, να διορθώσει τα δεδομένα του πίνακα 1 και μετά την απόδοση του Α.Π., αλλά οπωσδήποτε πριν την οριστική υποβολή της Επιθεώρησης.

Τέλος, ο επιθεωρητής, αποθηκεύει τα δεδομένα του Πίνακα 1, στον δίσκο του υπολογιστή του, σε μορφή XML. Για το σκοπό αυτό κάνει δεξί κλικ επάνω στο link “δημιουργία αρχείου XML”, και επιλέγει “Save target as...”[1], ώστε να αποθηκεύσει στον δίσκο του υπολογιστή του τα δεδομένα του πίνακα 1, σε μορφή XML. Το αρχείο αυτό (που περιλαμβάνει και τον Α.Π.) μπορεί να φορτωθεί στην εφαρμογή καταχώρισης των δεδομένων της ενεργειακής επιθεώρησης (client).

2.2.2 Εισαγωγή ενεργειακής επιθεώρησης στη βάση δεδομένων (Β.Δ.)

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 και των υπόλοιπων ευρωπαϊκών προτύπων, όπως αυτά απεικονίζονται στο παράρτημα 1 της παρούσας – και ισχύουν. Τα δεδομένα και τα αποτελέσματα των υπολογισμών της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων υποβάλλονται και ανταλλάσσονται μέσω ανοικτής δομής δεδομένων (XML) και διεπαφής προγραμματισμού εφαρμογών (API) τα οποία γίνονται σε πραγματικό χρόνο στην διαδικτυακή εφαρμογή (buildingcert) που υπάγεται στην αρμοδιότητα των Τμημάτων Επιθεώρησης Ενέργειας Βορείου και Νοτίου Ελλάδος του Υ.Π.ΕΝ./Σ.Ε.Π.Δ.Ε.Μ.

Η ενεργειακή επιθεώρηση εισάγεται στο σύστημα με τη μορφή αρχείου XML το οποίο δημιουργείται από την εφαρμογή καταχώρισης των δεδομένων (client). Αυτό γίνεται με χρήση της επιλογής “Εισαγωγή Αρχείου Εν. Επιθεώρησης (XML).

Το παραπάνω βήμα μπορεί να επαναληφθεί όσες φορές θέλει ο ενεργειακός επιθεωρητής, μέχρι την οριστική υποβολή της επιθεώρησης. Κάθε φορά το προηγούμενο αρχείο XML αντικαθίσταται εξ' ολοκλήρου από το νέο.

Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας ο επιθεωρητής μπορεί να ελέγξει την ορθότητα της ενεργειακής επιθεώρησης, χρησιμοποιώντας τις επιλογές “Προβολή Πιστοποιητικού Εν. Αποδοτικότητας” για να βλέπει την προσωρινή κατάσταση αυτού του εντύπου. Μέχρι την οριστική υποβολή της επιθεώρησης, το έντυπο αυτό φέρει την ένδειξη “ΠΡΟΣΟΧΗ: ΑΚΥΡΟ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ”, αντίστοιχα, στη θέση του Αρ. Ασφαλείας (βλ. επόμενη παράγραφο).

---

1. Ανάλογα με τον browser η επιλογή αυτή μπορεί να αναφέρεται και ως “Save Link As...” / “ Αποθήκευση Αρχείου ως....” / “Αποθήκευση Δεσμού ως...”

Σε οποιοδήποτε στάδιο αυτής της διαδικασίας και πριν την οριστική υποβολή ο ενεργειακός επιθεωρητής μπορεί να υποβάλει:
α. Την φωτογραφία του κτηρίου, η οποία θα εμφανίζεται στο πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης (Π.Ε.Α.)
β. Το τοπογραφικό διάγραμμα.
γ. Το σκαρίφημα του περιβάλλοντος χώρου (βλ. ενότητα 2.1.4.), μέσω των αντίστοιχων επιλογών του buildingcert.gr.

2.2.3 Οριστική υποβολή ενεργειακής επιθεώρησης - Έκδοση Π.Ε.Α.

Όταν ο ενεργειακός επιθεωρητής είναι σίγουρος ότι η διαδικασία έχει ολοκληρωθεί σωστά, οριστικοποιεί την επιθεώρηση μέσω της επιλογής “Οριστική υποβολή επιθεώρησης”. Τότε, αποδίδεται *αριθμός ασφαλείας (Α.Α.)* στην επιθεώρηση, ο οποίος εκτυπώνεται στο Π.Ε.Α. Χωρίς τον αρ. ασφαλείας, το έντυπο του Π.Ε.Α. δεν είναι έγκυρο.

Πριν την οριστική υποβολή ο επιθεωρητής οφείλει να ελέγξει το Π.Ε.Α. για την ορθότητα των στοιχείων που εμφανίζονται σε αυτό και για τυχόν τεχνικά προβλήματα.

Στο έντυπο του Π.Ε.Α. που εκδίδεται ηλεκτρονικά από το πληροφοριακό σύστημα www.buildingcert.gr αναγράφονται όλα τα στοιχεία του ενεργειακού επιθεωρητή.

Ο ενεργειακός επιθεωρητής υπογράφει και σφραγίζει το Π.Ε.Α. (βλέπε **παρ. 2.3.**) και τα παραδίδει στον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτηρίου.

2.3 ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (Π.Ε.Α.) ΚΤΗΡΙΩΝ

Σύμφωνα με το άρθρο 13 του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων – Κ.Εν.Α.Κ., το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης (Π.Ε.Α.) απεικονίζει την ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου. Στο Π.Ε.Α. (παράρτημα Α.2) αναφέρονται, μεταξύ άλλων, τα γενικά στοιχεία του κτηρίου, η υπολογιζόμενη ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς και του εξεταζόμενου κτηρίου, η ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά πηγή ενέργειας και τελική χρήση, η πραγματική ετήσια συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας, οι υπολογιζόμενες και πραγματικές ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου.

Κάθε συμβολαιογράφος για την κατάρτιση πράξεως αγοραπωλησίας ακινήτου υποχρεούται να μνημονεύσει στο συμβόλαιο τον αριθμό πρωτοκόλλου του Π.Ε.Α. και να επισυνάψει σε αυτό επίσημο αντίγραφο του Π.Ε.Α. Σε κάθε μίσθωση ακινήτου, ο αριθμός πρωτοκόλλου του Π.Ε.Α. πρέπει να αναγράφεται υποχρεωτικά στην ηλεκτρονική εφαρμογή «Δήλωση πληροφοριακών στοιχείων μισθώσεων ακίνητης περιουσίας» της ιστοσελίδας της Γενικής Γραμματείας Πληροφοριακών Συστημάτων (www.gsis.gr)", σύμφωνα με την παράγραφο 3 του άρθρου 58 του ν. 4342/2015.

Σε περίπτωση που το Π.Ε.Α. εκδίδεται στο πλαίσιο προγραμμάτων για τον οικιακό τομέα χρηματοδοτούμενων από εθνικούς ή/και κοινοτικούς πόρους, οι συστάσεις του ενεργειακού επιθεωρητή αναφέρονται, κατά προτεραιότητα, με βάση τις επιλέξιμες, κάθε φορά, επεμβάσεις.

Το Π.Ε.Α. εκδίδεται ηλεκτρονικά από το πληροφορικό σύστημα www.buildingcert.gr και περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία και πληροφορίες όπως προκύπτουν από την ενεργειακή επιθεώρηση και τους υπολογισμούς:

Αρ. πρωτ. & αρ. ασφαλείας: Αριθμό πρωτοκόλλου (Α.Π.) ενεργειακής επιθεώρησης και αριθμό ασφαλείας (Α.Α.), ο οποίος εκδίδεται κατόπιν ηλεκτρονικής καταχώρησης των γενικών στοιχείων του κτηρίου σε ειδική μερίδα του αρχείου επιθεωρήσεως κτηρίων.

Γενικά στοιχεία κτηρίου

- **Φωτογραφία κτηρίου:** πρόσφατη φωτογραφία (του τελευταίου έτους) του εξωτερικού του κτηρίου. Εάν πρόκειται για κτηριακή μονάδα πρέπει να υπάρχει αντίστοιχη ένδειξη (π.χ. βέλος), σύμφωνα με τα στοιχεία από τον Πίνακα 2 της ενότητας 2.1.4.
- **Χρήση:** Χρήση του κτηρίου, σύμφωνα με τα στοιχεία από τον πίνακα 1α της ενότητας 2.1.1.

- **Κτηριακή μονάδα:** Εάν πρόκειται για κτηριακή μονάδα (π.χ. διαμέρισμα /γραφείο /ιατρείο), θα πρέπει να προσδιορίζεται ο **τίτλος της κτηριακής μονάδας**, σύμφωνα με τα στοιχεία από τον Πίνακα 1α της ενότητας 2.1.1.
- **Κλιματική ζώνη:** Η κλιματική ζώνη στην οποία βρίσκεται το κτήριο, σύμφωνα με τα στοιχεία από τον Πίνακα 1β της ενότητας 2.1.2.
- **Διεύθυνση / Τ.Κ./ Πόλη:** Πλήρης διεύθυνση του κτηρίου.
- **Συνολική επιφάνεια (m^2):** Συνολική μεικτή επιφάνεια δαπέδων, κλειστών στεγασμένων θερμαινόμενων και μη χώρων, μετρούμενη βάσει εξωτερικών διαστάσεων, σύμφωνα με τα στοιχεία από τον Πίνακα 3α της ενότητας 2.1.5.
- **Ωφέλιμη επιφάνεια (m^2).** Καταγράφεται η μεικτή επιφάνεια δαπέδων των κλειστών στεγασμένων χώρων του κτηρίου που προορίζονται για την εξυπηρέτηση των αναγκών της κύριας χρήσης του, μετρούμενη βάσει εξωτερικών διαστάσεων. Στην ωφέλιμη επιφάνεια δεν προσμετρώνται: οι ανεξάρτητοι βοηθητικοί χώροι, όπως χώροι αποθήκευσης, στάθμευσης και εγκατάστασης ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού του κτηρίου, η επιφάνεια των κοινόχρηστων κλιμακοστασίων και του ανελκυστήρα, η επιφάνεια των αιθρίων και όλων των διαμπερών ανοιγμάτων ή οδεύσεων που λειτουργούν ως φωταγωγοί ή ως αγωγοί κυκλοφορίας του αέρα για τον κλιματισμό του κτηρίου.

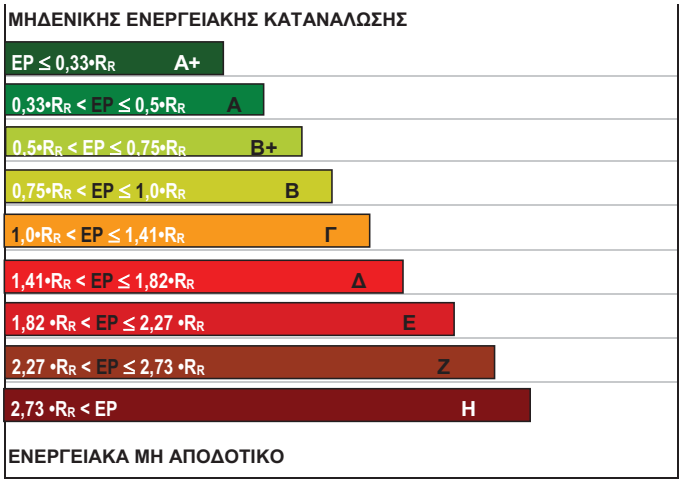
Βαθμολόγηση ενεργειακής απόδοσης

Η **ενεργειακή κατηγορία** (Ε.Κα.) προσδιορίζεται σύμφωνα με το άρθρο 13 του Κ.Εν.Α.Κ., ως ποσοστό κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς. Οι κατηγορίες για την ενεργειακή ταξινόμηση των κτηρίων και τα όρια παρουσιάζονται στην **κλίμακα κατάταξης** που ακολουθεί, όπου:

R_R είναι η ετήσια συνολική υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς (**kWh/m^2**)

EP είναι η ετήσια συνολική υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου (**kWh/m^2**)

Η Ε.Κα. αντιστοιχεί στο άνω όριο της κατηγορίας ενεργειακής απόδοσης Β'. Κτήρια με χαμηλότερη ή υψηλότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατατάσσονται στην αντίστοιχη Ε.Κα.



Ετήσια κατανάλωση ενέργειας

- **Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτηρίου αναφοράς [kWh/m²]:** Η ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ($\mathbf{R_R}$) εκφρασμένη σε kWh ανά m^2 ωφέλιμης επιφάνειας κτηρίου ή κτηριακής μονάδας αναφοράς, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών και των εθνικών συντελεστών μετατροπής. Περιλαμβάνει την κατανάλωση για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, Z.N.X. και - για τα κτήρια / κτηριακές μονάδες του τριτογενούς τομέα – φωτισμό.
- **Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m²]**: Η ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (EP) εκφρασμένη σε kWh ανά m^2 ωφέλιμης επιφάνειας του εξεταζόμενου κτηρίου ή κτηριακής μονάδας, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών και των εθνικών συντελεστών μετατροπής. Περιλαμβάνει την κατανάλωση για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, Z.N.X. και - για τα κτήρια / κτηριακές μονάδες του τριτογενούς τομέα – φωτισμό. Η κατανάλωση αυτή αναγράφεται στο βέλος στη δεξιά στήλη κατάταξης και η αριθμητική τιμή στο αντίστοιχο κελί του Π.Ε.Α. Η τοποθέτηση του δείκτη (βέλους) αντιστοιχεί στην κλίμακα κατάταξης.
- **Πραγματική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας [kWh/m²]**: Η πραγματική μέση ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας εκφρασμένη σε kWh ανά m^2 ωφέλιμης επιφάνειας του εξεταζόμενου κτηρίου ή κτηριακής μονάδας, σύμφωνα με τα στοιχεία από τον Πίνακα 3β της ενότητας 2.1.6, εάν είναι διαθέσιμα.
- **Πραγματική ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας [kWh/m²]**: Η πραγματική μέση ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας από καύσιμα (πετρέλαιο, φυσικό αέριο κ.ά.) εκφρασμένη σε kWh ανά m^2 ωφέλιμης επιφάνειας του εξεταζόμενου κτηρίου ή κτηριακής μονάδας, σύμφωνα με τα στοιχεία από τον πίνακα 3β της ενότητας 2.1.6, εάν είναι διαθέσιμα και των εθνικών συντελεστών μετατροπής.
- **Πραγματική συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m²]**: Η πραγματική μέση ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας εκφρασμένη σε kWh ανά m^2 ωφέλιμης επιφάνειας του εξεταζόμενου κτηρίου ή κτηριακής μονάδας, σύμφωνα με τα στοιχεία από τον πίνακα 3β της ενότητας 2.1.6 εάν είναι διαθέσιμα, και των εθνικών συντελεστών μετατροπής.

Ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO_2)

- **Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO_2 [kg/m²]**: Οι συνολικές ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) σε kg ανά m^2 ωφέλιμης επιφάνειας του εξεταζόμενου κτηρίου ή κτηριακής μονάδας, βάσει της υπολογιζόμενης συνολικής ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας (EP) και των εθνικών συντελεστών μετατροπής.
- **Πραγματικές ετήσιες εκπομπές CO_2 [kg/m²]**: Οι συνολικές μέσες ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) σε kg ανά m^2 ωφέλιμης επιφάνειας του εξεταζόμενου κτηρίου ή κτηριακής μονάδας, βάσει της πραγματικής συνολικής ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας, εάν είναι διαθέσιμη, και των εθνικών συντελεστών μετατροπής.

Ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

- **Πηγή ενέργειας / τελική χρήση / συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου (%):** Τα στοιχεία αυτά προκύπτουν από την ενεργειακή επιθεώρηση και τους υπολογισμούς. Η **πηγή ενέργειας** (ηλεκτρική, πετρέλαιο, φυσικό αέριο, άλλα ορυκτά καύσιμα, ηλιακή, βιομάζα, γεωθερμία και άλλη Α.Π.Ε.), που χρησιμοποιείται ανά **τελική χρήση** (θέρμανση, ψύξη, Z.N.X., φωτισμός) προκύπτει από την ενεργειακή καταγραφή. Η ποσοστιαία συνεισφορά της κάθε **πηγής ενέργειας (%)** στο **ενεργειακό ισοζύγιο** του κτηρίου, προκύπτει από τα αποτελέσματα των υπολογισμών.

Οι τελικές χρήσεις για θέρμανση, ψύξη και Z.N.X., αναφέρονται στο σύστημα παραγωγής θερμότητας και ψύξης. Η ποσοστιαία συνεισφορά της ηλεκτρικής ενέργειας συμπεριλαμβάνει και τις καταναλώσεις για τον βοηθητικό εξοπλισμό ή άλλες συσκευές.

- **Ετήσια κατανάλωση τελικής ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m^2]:** Η ετήσια κατανάλωση τελικής ενέργειας σε kWh ανά m^2 ωφέλιμης επιφάνειας του εξεταζόμενου κτηρίου ή κτηριακής μονάδας για

θέρμανση, ψύξη, ΖΝΧ και - για κτήρια του τριτογενούς τομέα – φωτισμό και η συνεισφορά της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και ΣΗΘ, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών και των εθνικών συντελεστών μετατροπής.

Η κατανάλωση για τον αερισμό συμπεριλαμβάνεται στις καταναλώσεις για θέρμανση / ψύξη, όπως επίσης και η κατανάλωση ενέργειας των βοηθητικών συστημάτων (θέρμανσης, ψύξης και αερισμού) και της ύγρανσης.

Η υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας προκύπτει από το αλγεβρικό άθροισμα των τιμών για τις επί μέρους χρήσεις (θέρμανση, ψύξη, Z.N.X. και - για κτήρια τριτογενούς τομέα – φωτισμός) και της συνεισφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ. Η συνεισφορά της θερμικής ενέργειας, για παράδειγμα από ενεργητικά ηλιακά συστήματα (ηλιακούς συλλέκτες), ήδη εμπεριέχεται στις επί μέρους χρήσεις.

Ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος.

- Οι συνθήκες θερμικής, οπτικής και ακουστικής άνεσης και ποιότητας εσωτερικού αέρα, σύμφωνα με την εκτίμηση του ενεργειακού επιθεωρητή, σύμφωνα με τα στοιχεία από τον πίνακα 3β της ενότητας 2.1.6.

Συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης

Σύμφωνα με τις διαθέσιμες πληροφορίες, τα αποτελέσματα της επιθεώρησης και την ανάλυση των αποτελεσμάτων από τους υπολογισμούς, ο ενεργειακός επιθεωρητής επιλέγει και αξιολογεί συγκεκριμένες συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου.

Εφόσον δεν ικανοποιούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, σύμφωνα με τα οριζόμενα στο άρθρο 7 του Κ.Εν.Α.Κ., προτείνεται τουλάχιστον μία και έως τρεις πιθανές παρεμβάσεις / δέσμες παρεμβάσεων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου ή της κτηριακής μονάδας και τη μείωση των εκπομπών CO_2, οι οποίες πρέπει είναι ιεραρχημένες και σε σχέση με το κόστος - ενεργειακό όφελος που προκύπτει από το βαθμό ενεργειακής αναβάθμισης του κτηρίου και την εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται.

Για τα προστατευόμενα κτίρια της παραγράφου 7 (β) του άρθρου 4 του ν.4122/2013 αποκλείονται συστάσεις, οι οποίες οδηγούν σε αλλοίωση, κατά τρόπο μη αποδεκτό, του χαρακτήρα ή της εμφάνισή τους ή σε παραβίαση των ειδικών όρων και μορφολογικών περιορισμών που επιβάλλουν οι διοικητικές πράξεις προστασίας που διέπουν το προστατευόμενο κτίριο ή περιοχή.

Το Π.Ε.Α. περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία και πληροφορίες:

- Σύντομη περιγραφή τουλάχιστον μίας έως τριών συστάσεων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, οι οποίες πρέπει είναι **ιεραρχημένες** και σε σχέση με το κόστος / ενεργειακό όφελος που συνεπάγονται.

Σε περίπτωση που το Π.Ε.Α. εκδίδεται στο πλαίσιο χρηματοδοτούμενων - από εθνικούς ή/και κοινοτικούς πόρους - προγραμμάτων, οι συστάσεις αναφέρονται, κατά προτεραιότητα, με βάση τις επιλέξιμες, κάθε φορά, παρεμβάσεις που ικανοποιούν τις απαιτήσεις του παρόντος κανονισμού και του προγράμματος, τις αντίστοιχες τιμολογούμενες δαπάνες, καθώς και την εξοικονομούμενη ενέργεια από τις παρεμβάσεις.

- Για κάθε σύσταση προσδιορίζεται το αντίστοιχο:
  α) Εκτιμώμενο αρχικό κόστος της επένδυσης [€], για την αντίστοιχη σύσταση.
  β) Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m^2], σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών και ποσοστό (%) επί της αρχικής υπολογιζόμενης πρωτογενούς ενέργειας.

γ) Εκτιμώμενη τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας [€/kWh], σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για το αρχικό κόστος επένδυσης [€] προς την ετήσια εξοικονομούμενη πρωτογενή ενέργεια [kWh].

δ) Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα [kg/m^2], σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών και των εθνικών συντελεστών μετατροπής.

ε) Εκτιμώμενο εύρος απλών περιόδων αποπληρωμής [έτη] για την αντίστοιχη σύσταση, υπολογιζόμενη με βάση την τελική ενεργειακή κατανάλωση και όχι την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.

στ) Ενεργειακή κατηγορία, στην οποία εντάσσεται το εξεταζόμενο κτήριο μετά την υλοποίηση της αντίστοιχης σύστασης.

Η εξοικονόμηση ενέργειας και τιμή μονάδας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως, για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής.

Το κόστος των διαφορετικών πηγών ενέργειας λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς όπως κατά περίπτωση καθορίζεται από τους αρμόδιους φορείς.

Στο Π.Ε.Α. που εκδίδεται ηλεκτρονικά από το σύστημα αναγράφονται όλα τα στοιχεία του ενεργειακού επιθεωρητή.

Ο ενεργειακός επιθεωρητής υπογράφει και σφραγίζει το Π.Ε.Α. κτηρίου (βλέπε παρ. 2.2) και το παραδίδει στον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτηρίου.

Για τη σύνταξη των συστάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, ο ενεργειακός επιθεωρητής δύναται να ανατρέξει στον παρακάτω κατάλογο προτεινόμενων συστάσεων. Η σειρά της παρουσίασης των συστάσεων του καταλόγου είναι ενδεικτική.

Ενδεικτικές συστάσεις που μπορούν να εφαρμοστούν στο κτηριακό κέλυφος

- ☐ Αεροστεγανώστε τα κουφώματα με την τοποθέτηση ειδικών ταινιών.
- ☐ Αντικαταστήστε τα κουφώματα (πλαίσια και υαλοπίνακες) με νέα διπλού υαλοπίνακα και θερμομονωμένου πλαισίου, με πιστοποίηση.
- ☐ Αντικαταστήστε τους μονούς υαλοπίνακες με διπλούς, πιστοποιημένους, υψηλής ενεργειακής απόδοσης.
- ☐ Προτιμήστε ανοιγόμενα, αντί για συρόμενα ή επάλληλα κουφώματα όπου είναι δυνατό.
- ☐ Εντοπίστε και περιορίστε τις θερμογέφυρες στο κτηριακό κέλυφος και κυρίως των κουφωμάτων.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα προσθήκης, αντικατάστασης ή βελτίωσης της θερμομόνωσης της οροφής.
- ☐ Ενισχύστε τη θερμομόνωση των εξωτερικών τοίχων. Σε περιπτώσεις όπου η τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης δεν είναι δυνατή, επιλέξτε τη λύση εσωτερικής θερμομόνωσης.
- ☐ Τοποθετήστε θερμομόνωση σε κατακόρυφες επιφάνειες που βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος.
- ☐ Τοποθετήστε θερμομόνωση σε εσωτερικές κατακόρυφες επιφάνειες που βρίσκονται σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους (η θερμομόνωση τοποθετείται στην παρειά της τοιχοποιίας προς το μη θερμαινόμενο χώρο).
- ☐ Τοποθετήστε θερμομόνωση σε εσωτερικές οριζόντιες επιφάνειες που βρίσκονται σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους.
- ☐ Εξετάστε την αντικατάσταση των παλαιών θυρών προς τους εξωτερικούς χώρους, με νέες χαμηλότερης θερμοπερατότητας.
- ☐ Βελτιώστε τη θερμική προστασία των ανοιγμάτων με παντζούρια. Εξετάστε τη δυνατότητα τοποθέτησης θερμομονωτικών ρολών.
- ☐ Επισκευάστε τις τυχόν υφιστάμενες ρωγμές για τη βελτίωση της αεροστεγανότητας του κελύφους.

Ενδεικτικές συστάσεις με βελτίωση ή αντικατάσταση των Η/Μ συστημάτων:

- ☐ Χρήση Η/Μ συστημάτων υψηλής θερμικής απόδοσης (λέβητες, ψυκτικά μηχανήματα, φωτιστικά κ.ά.) για περιορισμό της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας.
- ☐ Χρήση πολυβάθμιων Η/Μ συστημάτων για θέρμανση και ψύξη, προκειμένου για την κάλυψη των μερικών

φορτίων σε υψηλές αποδόσεις.

- ☐ Σχεδιασμός του συστήματος θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού, με βάση τις απαιτήσεις των επί μέρους θερμικών ζωνών του κτηρίου, όπως διαφοροποιούνται ανάλογα τον προσανατολισμό, τα εσωτερικά κέρδη και το προφίλ λειτουργίας.
- ☐ Χρήση διατάξεων αυτομάτου ελέγχου και διαχείρισης ενέργειας κτηρίου (BEMS). Οι θερμοστάτες και χρονοδιακόπτες ελέγχου είναι ιδιαίτερα αποδοτικός εξοπλισμός.
- ☐ Χρήση συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού θερμότητας / ψύξης, ιδιαίτερα στα κτήρια του τριτογενούς τομέα με μεγάλα θερμικά φορτία.

Ενδεικτικές συστάσεις με την εφαρμογή συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) :

- ☐ Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και θέρμανσης των χώρων. Για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης απαιτείται 1,2 ÷ 2,0 m² επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών ανά άτομο ανάλογα με την κλιματική ζώνη. Για την θέρμανση χώρων, 1 m^2 επίπεδων ηλιακών συλλεκτών καλύπτει θερμικό φορτίο περίπου 580 ÷ 750 W ανάλογα με την κλιματική ζώνη.
- ☐ Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στοιχείων για ηλεκτροπαραγωγή κυρίως σε κτήρια μη διασυνδεδεμένα με το τοπικό ηλεκτρικό δίκτυο. Μέση απόδοση φωτοβολταϊκών πλαισίων 11% έως 17%.
- ☐ Εγκατάσταση γεωθερμικών αντλιών για ψύξη / θέρμανση. Αυτά τα συστήματα παρουσιάζουν συντελεστές αποδόσεων, COP ≥ 5,0 και EER ≥ 4,5.
- ☐ Εγκατάσταση συστημάτων ηλιακής ψύξης / θέρμανσης. Αυτά τα συστήματα έχουν χαμηλό θερμικό βαθμός ενεργειακής απόδοσης EER = 0,5 - 0,6 (με πηγή ενέργειας τον ήλιο), ενώ ο ηλεκτρικός βαθμός ενεργειακής απόδοσης τους είναι EER = 7 - 10, ανάλογα με τον τύπο της αντλίας θερμότητας.
- ☐ Εγκατάσταση αντλιών ψύξης / θέρμανσης με αξιοποίηση του θαλασσινού νερού στο πύργο ψύξης. Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν ως πηγή θερμότητας το θαλασσινό ή υφάλμυρο νερό που έχει σχεδόν σταθερή θερμοκρασία ανά εποχή. Παρουσιάζουν επιδόσεις COP ≥ 4,5 και EER ≥ 4,0.

Ενδεικτικές Συστάσεις για τη βέλτιστη αξιοποίηση των ηλιακών κερδών για παθητική θέρμανση χώρων

- ☐ Αφήστε κατά το δυνατόν ασκίαστα τα νότια ανοίγματα το χειμώνα, φροντίζοντας παράλληλα να αποφεύγονται προβλήματα υπερθέρμανσης κατά τις θερμές ημέρες.
- ☐ Εξετάστε τη σωστή χρήση ή/και ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων στις νότιες όψεις του κτηρίου (νότια ανοίγματα, θερμοκήπια, θερμοσιφωνικά πανέλα, τοίχοι μάζας, τοίχοι Trombe, τοίχοι νερού κοκ) – με έμφαση στις κλιματικές ζώνες Γ' και Δ', λαμβάνοντας υπόψη τη διεποχιακή τους χρήση.

3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Η ενεργειακή επιθεώρηση συστημάτων θέρμανσης διενεργείται από ενεργειακούς επιθεωρητές, εγγεγραμμένους στο προβλεπόμενο από το άρθρο 17 του ν.4122/2013, όπως αντικαταστάθηκε από το άρθρο 54 του ν.4409/2016 (ΦΕΚ Α’ 136).

Συγκεκριμένα, η επιθεώρηση των συστημάτων θέρμανσης των κτηρίων διενεργείται όπως αναφέρεται στον πίνακα 3^{α} που ακολουθεί.

Πίνακας 3α. Συχνότητα επιθεωρήσεων συστημάτων θέρμανσης σύμφωνα με τα οριζόμενα στην παράγραφο 2 του άρθρου 14 του ν. 4122/2013.

Ωφέλιμη ονομαστική ισχύς λέβητα (kW)	Είδος καυσίμου	Συχνότητα επιθεωρήσεων
20 - 100	Υγρό ή στερεό ή αέριο καύσιμο	Κάθε 5 έτη
> 100	Υγρό ή στερεό καύσιμο	Κάθε 2 έτη
> 100	Αέριο καύσιμο	Κάθε 4 έτη

Η αρχική επιθεώρηση των συστημάτων θέρμανσης είναι σκόπιμο να προηγείται της αρχικής ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου ή κτηριακής μονάδας, έτσι ώστε να διευκολύνεται η διαδικασία συλλογής στοιχείων.

Για τη διενέργεια της ενεργειακής επιθεώρησης των συστημάτων θέρμανσης είναι απαραίτητη η ύπαρξη έγκυρου φύλλου συντήρησης και ρύθμισης του συστήματος σύμφωνα με την Υ.Α. 189533/07-11-2011 (ΦΕΚ Β΄ 2654). Η μη ύπαρξη αυτού ή η μερική συμπλήρωσή του καθιστά αδύνατη τη διενέργεια της επιθεώρησης. Επίσης, είναι απαραίτητο να υπάρχουν καταγεγραμμένα όλα τα στοιχεία των συσκευών (ρυθμίσεις, αποδόσεις, συντήρηση κ.λπ..) και να προσκομισθούν στον ενεργειακό επιθεωρητή με μέριμνα του ιδιοκτήτη/διαχειριστή.

Η διαδικασία επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

1. Ανάθεση της ενεργειακής επιθεώρησης του συστήματος θέρμανσης στον ενεργειακό επιθεωρητή κατόπιν πρόσκλησης από τον ιδιοκτήτη ή διαχειριστή του κτηρίου (δηλαδή τον εντολοδόχο του ιδιοκτήτη ή των ιδιοκτητών κτηρίου ή κτηριακής μονάδας βάσει έγγραφης συμφωνίας αυτών, όπως είναι η απόφαση γενικής συνέλευσης, η σύμβαση μεσιτείας, σύμβαση οικοδομήσεως κ.ά.) Κατά την ανάθεση καθορίζονται με έγγραφη συμφωνία οι υποχρεώσεις των συμβαλλόμενων μερών, του ενεργειακού επιθεωρητή (όπως σύνταξη έκθεσης επιθεώρησης κ.ά.) και του ιδιοκτήτη ή του διαχειριστή του κτηρίου (όπως παροχή γενικών πληροφοριών για τη χρήση και κατασκευή του κτηρίου, το ιδιοκτησιακό καθεστώς, παράδοση της άδειας δόμησης και τυχόν αρχιτεκτονικών και Η/Μ σχεδίων του κτηρίου ως κατασκευασθέντος, του δελτίου εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης, του φύλλου συντήρησης και ρύθμισης των εγκαταστάσεων κεντρικής θέρμανσης κ.ά.), για τη διευκόλυνση της ενεργειακής επιθεώρησης. Δεν αποτελεί υποχρέωση του ενεργειακού επιθεωρητή η ακριβής αποτύπωση του κτηρίου που πρόκειται να επιθεωρήσει, καθώς και η συλλογή των παραπάνω στοιχείων σε περίπτωση που αυτά δεν υφίστανται ή είναι ελλιπή.
2. Ηλεκτρονική απόδοση αριθμού πρωτοκόλλου (Α.Π.) ενεργειακής επιθεώρησης, κατόπιν ηλεκτρονικής καταχώρησης των γενικών στοιχείων του κτηρίου σε ειδική μερίδα του προβλεπόμενου, από το άρθρο 17 του ν. 4122/2013, όπως αντικαταστάθηκε από το άρθρο 54 του ν. 4409/2016, αρχείου επιθεωρήσεως κτηρίων. Ο ίδιος αριθμός πρωτοκόλλου χρησιμοποιείται για την ηλεκτρονική καταχώρηση της έκθεσης επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης, στο προαναφερόμενο αρχείο.
3. Επιτόπιο έλεγχο του ενεργειακού επιθεωρητή στα κεντρικά συστήματα θέρμανσης του κτηρίου, την επαλήθευση των στοιχείων που του έχουν παρασχεθεί από τον ιδιοκτήτη / διαχειριστή και την καταγραφή όλων των απαραίτητων στοιχείων για τη σύνταξη της έκθεσης επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης (παράρτημα Β). Τα στοιχεία που καταγράφονται λαμβάνονται από το δελτίο εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης και το φύλλο συντήρησης και ρύθμισης των εγκαταστάσεων κεντρικής θέρμανσης. Στον ενεργειακό επιθεωρητή παρέχεται η δυνατότητα επίσκεψης των εσωτερικών κοινόχρηστων και ιδιόκτητων χώρων που πρόκειται να επιθεωρήσει.

4. Επεξεργασία των στοιχείων και αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης του συστήματος θέρμανσης. Επιπλέον, λαμβάνονται υπόψη οι μέσες τιμές για όμοια συστήματα θέρμανσης, όπως καθορίζονται σε εθνικά πρότυπα, τα οποία βασίζονται σε τυπολογίες λεβήτων και συστημάτων θέρμανσης.

5. Σύνταξη της έκθεσης επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης με τα αποτελέσματα της αξιολόγησης, διαπιστώσεις και συστάσεις για την οικονομικώς συμφέρουσα βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του επιθεωρούμενου συστήματος ή την αντικατάστασή του. Οι συστάσεις βασίζονται στα αποτελέσματα της επιθεώρησης, λαμβάνοντας υπόψη και τη διαθεσιμότητα νέων τεχνολογιών. Σχετικές οδηγίες παρουσιάζονται στη συνέχεια.

6. Ηλεκτρονική υποβολή και καταχώρηση της έκθεσης επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης σε ειδική μερίδα του αρχείου επιθεωρήσεως κτηρίων, την έκδοση της έκθεσης επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης και την παράδοση των συμφωνημένων αντιγράφων αυτής, σφραγισμένων και υπογεγραμμένων, στον ιδιοκτήτη / διαχειριστή, με μέριμνα του ενεργειακού επιθεωρητή.

7. Στις περιπτώσεις που το σύστημα θέρμανσης βρίσκεται εκτός των θεσμοθετημένων ορίων, έπειτα από την επιθεώρηση που θα διενεργηθεί, θα πρέπει να γίνει επανέλεγχος της συγκεκριμένης εγκατάστασης από τον ίδιο ή άλλο ενεργειακό επιθεωρητή. Σε εύλογο χρονικό διάστημα, θα πρέπει ο ιδιοκτήτης ή ο διαχειριστής να έχει φροντίσει για τη ρύθμιση ή την αντικατάσταση της εγκατάστασης, ώστε ο επανέλεγχος να εξακριβώσει εάν το σύστημα λειτουργεί εντός ορίων. Οποιοδήποτε και εάν είναι το αποτέλεσμα της νέας επιθεώρησης, το κόστος αυτής επιβαρύνει τον ιδιοκτήτη ή τον διαχειριστή.

Οι αναλυτικές οδηγίες που παρουσιάζονται στη συνέχεια καθοδηγούν τον ενεργειακό επιθεωρητή στη σωστή συμπλήρωση του εντύπου της έκθεσης ενεργειακής επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης (παράρτημα Β') και στη συνέχεια την ηλεκτρονική του καταχώρηση.

Το ηλεκτρονικό έντυπο μπορεί να διαφέρει σε ορισμένα σημεία από την έντυπη μορφή του. Σε αυτές τις περιπτώσεις, γίνονται οι αντίστοιχες επισημάνσεις οι οποίες αναγνωρίζονται με το σύμβολο 💻.

3.1 Οδηγίες συμπλήρωσης έκθεσης ενεργειακής επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης

Ο ενεργειακός επιθεωρητής κατά τη διάρκεια της ενεργειακής επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης συγκεντρώνει τα στοιχεία που αναλυτικά παρουσιάζονται στη συνέχεια, ώστε να συμπληρώσει όλους τους πίνακες που περιλαμβάνει το έντυπο της έκθεσης επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης (παράρτημα Β') και να ολοκληρώσει με επιτυχία την ηλεκτρονική του καταχώρηση.

3.1.1 Πίνακας 1. Γενικά στοιχεία κτηρίου

⚠ Τα γενικά στοιχεία υποβάλλονται στο πρώτο στάδιο της ηλεκτρονικής καταχώρησης του εντύπου της έκθεσης επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης, όπως περιγράφεται στην ενότητα 3.2.

💻 Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, εμφανίζονται τα γενικά στοιχεία του κτηρίου που έχουν υποβληθεί στο πρώτο στάδιο και δεν μπορούν να αλλαχθούν.

Συμπληρώνεται όπως ο πίνακας 1α στην ενότητα 2.1.1.

3.1.2 Πίνακας 2. Γενικά χαρακτηριστικά κτηρίου & συστημάτων

- **Αριθμός κτηρίου**. Σε περίπτωση συγκροτήματος κτηρίων, καταγράφεται ο αριθμός κτηρίου του συγκροτήματος. Σε περίπτωση αυτόνομου κτηρίου, δεν συμπληρώνεται.

💻 Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, σε περίπτωση αυτόνομου κτηρίου, εισάγεται η τιμή «0».

- **Έτος λειτουργίας.** Καταγράφεται το/τα έτος/η έναρξης λειτουργίας/χρήσης του κτηρίου στις αντίστοιχες περιόδους έκδοσης οικοδομικής άδειας.

- **Περίοδος λειτουργίας.** Καταγράφονται οι τυπικές συνολικές ώρες λειτουργίας του κτηρίου σε ημερήσια και εβδομαδιαία βάση, και αριθμητικά οι μήνες για το ετήσιο πρόγραμμα λειτουργίας (για παράδειγμα, από «1» έως «12» για συνεχή ετήσια λειτουργία, ή από «4» έως «9» για θερινή λειτουργία).
- **Συνολική επιφάνεια.** Καταγράφεται η συνολική μεικτή επιφάνεια δαπέδων, κλειστών στεγασμένων θερμαινόμενων και μη χώρων, μετρούμενη βάσει εξωτερικών διαστάσεων.
- **΄Υψος.** Καταγράφεται το συνολικό ύψος του κτηρίου σε μέτρα (m).
- **Συνολικός όγκος.** Καταγράφεται ο συνολικός όγκος (κύριων, βοηθητικών και κοινόχρηστων χώρων) του κτηρίου σε κυβικά μέτρα (m^3), λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις του κτηρίου.
- **Ωφέλιμη επιφάνεια (m^2).** Καταγράφεται η μεικτή επιφάνεια δαπέδων των κλειστών στεγασμένων χώρων του κτηρίου που προορίζονται για την εξυπηρέτηση των αναγκών της κύριας χρήσης του, μετρούμενη βάσει εξωτερικών διαστάσεων. Στην ωφέλιμη επιφάνεια δεν προσμετρώνται: οι ανεξάρτητοι βοηθητικοί χώροι, όπως χώροι αποθήκευσης, στάθμευσης και εγκατάστασης ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού του κτηρίου, η επιφάνεια των κοινόχρηστων κλιμακοστασίων και του ανελκυστήρα, η επιφάνεια των αιθρίων και όλων των διαμπερών ανοιγμάτων ή οδεύσεων που λειτουργούν ως φωταγωγοί ή ως αγωγοί κυκλοφορίας του αέρα για τον κλιματισμό του κτηρίου.
- **Ωφέλιμος όγκος.** Καταγράφεται ο συνολικός όγκος των **θερμαινόμενων χώρων** του κτηρίου σε κυβικά μέτρα (m^3), λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις του κτηρίου.
- **Εξωτερικές συνθήκες σχεδιασμού.** Καταγράφονται η εξωτερική θερμοκρασία (^oC) και η σχετική υγρασία (%) σχεδιασμού της εγκατάστασης, αν υπάρχει η σχετική μελέτη θέρμανσης (βλ. παρακάτω).
- **Διάγνωση υφιστάμενης κατάστασης θερμομόνωσης των δομικών στοιχείων.** Η υφιστάμενη κατάσταση της θερμομόνωσης του κάθε δομικού στοιχείου του κτηρίου εκτιμάται σε σχέση με τα νέα όρια του Κ.Εν.Α.Κ., λαμβάνοντας υπόψη την περίοδο κατασκευής του κτηρίου, σε συνδυασμό με την ισχύουσα νομοθεσία (π.χ. Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτηρίων Π.Δ. 4-7-1979 (ΦΕΚ Δ’ 362) «*Περί εγκρίσεως κανονισμού δια την θερμομόνωσιν των κτηρίων*»), τις κατασκευαστικές πρακτικές και πιθανές αστοχίες κατά την περίοδο κατασκευής του κτηρίου (σχετικές πληροφορίες παρουσιάζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2), τον οπτικό έλεγχο που θα κάνει ο ενεργειακός επιθεωρητής και τον εντοπισμό πιθανών προβλημάτων (π.χ. υγρασία σε θερμογέφυρες), την κλιματική ζώνη που βρίσκεται το κτήριο κ.ά. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η θερμομόνωση των δομικών στοιχείων χαρακτηρίζεται ως :
  - Ανεπαρκής: Στην περίπτωση όπου τα αδιαφανή δομικά στοιχεία του κελύφους δεν έχουν καθόλου θερμομόνωση και τα κουφώματα έχουν μονούς υαλοπίνακες.
  - Μερικώς μονωμένα: Στην περίπτωση όπου τα αδιαφανή δομικά στοιχεία του κελύφους έχουν μερική θερμομόνωση (π.χ. στους τοίχους και όχι στο φέρονται οργανισμό) ή υπάρχουν τμήματα της θερμομόνωσης κατεστραμμένα και τα κουφώματα έχουν διπλούς υαλοπίνακες και πλαίσια χωρίς θερμοδιακοπή.
  - Επαρκής: Στην περίπτωση όπου τα δομικά στοιχεία του κελύφους έχουν θερμομόνωση σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ και τα κουφώματα έχουν διπλούς υαλοπίνακες και πλαίσια με θερμοδιακοπή.
- **Αλλαγή χρήσης.** Καταγράφεται η αλλαγή χρήσης του κτηρίου από το έτος εγκατάστασης του συστήματος θέρμανσης. Η «Μερική» αλλαγή χρήσης μπορεί να περιλαμβάνει αλλαγές χρήσεων σε ένα ποσοστό του κτηρίου, για παράδειγμα, σε μια πολυκατοικία η αλλαγή χρήσης ορισμένων διαμερισμάτων, από κατοικία σε γραφεία. Η «Ολική» αλλαγή χρήσης μπορεί να περιλαμβάνει αλλαγή χρήσης μια πολυκατοικίας από κατοικία σε γραφεία. Ανάλογα επιλέγεται το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου και περιγράφεται η αρχική και η ισχύουσα χρήση του κτηρίου, επισημαίνοντας τυχόν αλλαγές που έγιναν στην εγκατάσταση θέρμανσης.
- **Αριθμός συστημάτων.** Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός συστημάτων θέρμανσης που εξυπηρετούν το κτήριο.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, ο μέγιστος επιτρεπόμενος αριθμός συστημάτων θέρμανσης είναι 50.

Οι **πίνακες 3 – 5 και 14 - 15 συμπληρώνονται για κάθε σύστημα θέρμανσης**, ενώ οι **πίνακες 7 - 13 συμπληρώνονται για κάθε μονάδα λέβητα / καυστήρα** που λειτουργεί στο κτήριο.

3.1.3 Πίνακας 3. Υφιστάμενη κατάσταση συστήματος

Καταγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά για την υφιστάμενη κατάσταση της εγκατάστασης θέρμανσης για κάθε σύστημα, για παράδειγμα, ανά χρήση ή/και θερμική ζώνη, που υπάρχει στο κτήριο. Τα στοιχεία σχεδιασμού λαμβάνονται από τη μελέτη θέρμανσης και τα μηχανολογικά σχέδια, εάν υπάρχουν.

- **α/α Συστήματος.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός του συστήματος θέρμανσης που εξυπηρετεί το κτήριο.
- **Μελέτη θέρμανσης.** Καταγράφεται η διαθεσιμότητα της μελέτης θέρμανσης, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- **Μηχανολογικά σχέδια.** Καταγράφεται η διαθεσιμότητα των μηχανολογικών σχεδίων της εγκατάστασης θέρμανσης, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- **Σύντομη περιγραφή.** Καταγράφεται μια σύντομη περιγραφή της εγκατάστασης θέρμανσης.
- **Θερμικές ζώνες**. Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός θερμικών ζωνών που καλύπτει το σύστημα θέρμανσης και για κάθε ζώνη προσδιορίζεται η τελική χρήση της.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, εισάγεται η χρήση των θερμικών ζωνών εάν πρόκειται για ενιαία χρήση. Σε περίπτωση μικτής χρήσης στη θερμική ζώνη, εισάγονται περισσότερες από μια χρήσεις.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, ο μέγιστος επιτρεπόμενος αριθμός θερμικών ζωνών είναι 100.

- **Εσωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού.** Καταγράφεται η εσωτερική θερμοκρασία (^{o}C) σχεδιασμού της εγκατάστασης θέρμανσης, εάν υπάρχει από τη μελέτη θέρμανσης, που αντιστοιχεί σε κάθε θερμική ζώνη που ορίστηκε.
- **Τύπος.** Καταγράφεται ο τύπος συστήματος, προσδιορίζοντας εάν είναι μονοζωνικό ή πολυζωνικό, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- **Έτος εγκατάστασης & λειτουργίας.** Καταγράφεται το έτος εγκατάστασης και λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης.
- **Μονάδα παραγωγής θερμότητας.** Καταγράφονται οι μονάδες παραγωγής θερμότητας για την κεντρική θέρμανση χώρων. Οι μονάδες μπορεί να είναι: Λέβητας πετρελαίου, λέβητας φυσικού αερίου, λέβητας βιομάζας, τηλεθέρμανση, Σ.Η.Θ., κεντρική Α.Θ., ηλιακοί συλλέκτες, ή άλλο (προσδιορίζεται). Μπορεί επίσης, να υπάρχουν συνδυασμοί μονάδων, όπως λέβητας φυσικού αερίου σε συνδυασμό με ηλιακούς συλλέκτες.
- **Αμίαντος.** Καταγράφεται εάν υλικά που περιέχουν αμίαντο έχουν χρησιμοποιηθεί πραγματοποιώντας μία οπτική επιθεώρηση των μονωτικών υλικών (σωληνώσεις, αεραγωγοί, λέβητες κ.ά.). Ο αμίαντος είναι μία ορυκτή ίνα που χρησιμοποιούταν πολύ συχνά κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του εβδομήντα ως μονωτικό και πυρασφαλές υλικό, εξαιτίας των πολύ καλών μονωτικών ιδιοτήτων του. Η χρήση του αμιάντου έχει πλέον απαγορευτεί εφόσον βρέθηκε ότι έχει επιπτώσεις στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου και μπορεί να προκαλέσει καρκίνο. Βέβαια είναι πιθανό να βρεθεί και σήμερα σε τοίχους, σωλήνες, αεραγωγούς, μονώσεις λεβήτων, πλακάκια και ηχομονωτικά υλικά κυρίως σε κτήρια που κατασκευάστηκαν κατά την διάρκεια της δεκαετίας του εβδομήντα. Γενικά, τα υλικά που περιέχουν αμίαντο τα οποία βρίσκονται σε καλή κατάσταση δεν είναι επικίνδυνα για ανθρώπινη έκθεση στον αμίαντο. Όμως, εάν το περίβλημα των ινών αμιάντου είναι φθαρμένο ή σκισμένο, οι ίνες μπορεί να ελευθερωθούν στον αέρα και να εισπνευσθούν.

Μην διαχειρίζεστε μόνοι σας υλικά που μπορεί να περιέχουν αμίαντο. Συμβουλεύστε τον ιδιοκτήτη να επικοινωνήσει με έναν πιστοποιημένο επιθεωρητή για αμίαντο με στόχο την πραγματοποίηση επιθεώρησης και εργαστηριακής ανάλυσης των υλικών.

3.1.4 Πίνακας 4. Κατανάλωση καυσίμων

Η κατανάλωση καυσίμου καταγράφεται συνολικά ή για κάθε μονάδα (λέβητα / καυστήρα) ξεχωριστά (εάν είναι διαθέσιμη) ή ανά χρήση καυσίμου για θέρμανση χώρων ή για θέρμανση χώρων και ζεστό νερό χρήσης (εάν είναι διαθέσιμη) και ανά είδος καυσίμου. Βάσει του άρθρου 6 (παράγραφος 2, εδάφιο στ) της Υ.Α. 189533/07-11-2011 (ΦΕΚ Β΄ 2654), οι υπεύθυνοι των εγκαταστάσεων θέρμανσης θα πρέπει να διατηρούν αρχείο με τα τιμολόγια και αποδείξεις προμήθειας καυσίμων για πέντε τουλάχιστον έτη. Οι καταναλώσεις πρέπει να είναι μέσες ετήσιες τιμές (l /έτος ή m^3/έτος ή kWh/έτος) και να τεκμηριώνονται από τα τιμολόγια/παραστατικά αγοράς/χρέωσης των επί μέρους καυσίμων για την περίοδο των 3 τελευταίων ετών. Σε όλες τις περιπτώσεις, καταγράφεται η αντίστοιχη περίοδος από την οποία προκύπτει η κατανάλωση ενέργειας (π.χ. 15/12/05 μέχρι 15/6/08).

Σε περίπτωση μη διαθέσιμων στοιχείων κατανάλωσης καυσίμων ανά μονάδα ή ανά τελική χρήση, τότε η καταγραφή γίνεται για το σύνολο των συστημάτων λέβητα / καυστήρων και δεν συμπληρώνεται ξανά.

3.1.5 Πίνακας 5. Κατανομή δαπανών

Σε κτήρια που περιλαμβάνουν περισσότερες της μιας ιδιοκτησίες, η λειτουργία της κεντρικής θέρμανσης ελέγχεται με διάφορους τρόπους. Η κατανομή ανά ιδιοκτησία των δαπανών κεντρικής θέρμανσης κτηρίων που περιλαμβάνουν περισσότερες της μιας ιδιοκτησίες καθορίζεται από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2427/1983 (Κατανομή Δαπανών Κεντρικής Θέρμανσης Κτηρίων) και έγινε υποχρεωτική με το Π.Δ. 27-09/07-11-1985 (ΦΕΚ Δ’ 631).

Σε περίπτωση ύπαρξης συστήματος κατανομής δαπανών θέρμανσης ή διαφορετικών χρήσεων, καταγράφεται και δίνεται μια σύντομη περιγραφή της διάταξης που μπορεί να περιλαμβάνει σύστημα:

- **Ωρομέτρησης ή μετρητής χρονικών μονάδων.** Στα περισσότερα υφιστάμενα κτήρια, κάθε ιδιοκτησία που διαθέτει βάνα αυτονομίας η λειτουργία της ελέγχεται με εντολές που δέχεται από τον θερμοστάτη του χώρου. Η βάνα αυτονομίας είναι ηλεκτρονικά συνδεδεμένη με τον αντίστοιχο ωρομετρητή ή μετρητή χρονικών μονάδων, που καταγράφει τις ώρες ή τις μονάδες λειτουργίας της βάνας.
- **Θερμιδομέτρησης.** Τα συστήματα αυτονομίας μπορούν να χρησιμοποιήσουν θερμιδόμετρα, δηλαδή μετρητές θερμότητας, που αποδίδουν με μεγαλύτερη ακρίβεια την πραγματική χρήση του συστήματος θέρμανσης. Η ποσότητα θερμότητας που καταναλώνεται υπολογίζεται από το γινόμενο της παροχής του ζεστού νερού που περνάει από την ηλεκτροβάνα στον συλλέκτη παροχής ζεστού νερού για κάθε ιδιοκτησία, επί την διαφορά θερμοκρασίας προσαγωγής και επιστροφής του νερού. Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθούν συσκευές κατανομής δαπανών θέρμανσης σε κάθε θερμαντικό σώμα οργάνων κατανομής της δαπάνης κεντρικής θέρμανσης (κατανεμητές δαπανών). Οι συσκευές αυτές μπορούν να θεωρηθούν ως όργανα θερμιδομέτρησης που τοποθετούνται σε κάθε ανεξάρτητο σώμα και συνήθως συνδυάζονται με τοποθέτηση θερμοστατικής βαλβίδας στο σώμα.
- **Μέτρησης καυσίμου.** Μετράει την παροχή καυσίμου ανά σύστημα. Τέτοια μετρητική διάταξη μπορεί να εμφανιστεί σε περίπτωση πολλών συστημάτων διαφορετικής ιδιοκτησίας αλλά με κοινή δεξαμενή καυσίμου.
- **Κεντρικό σύστημα διαχείρισης ενέργειας – BEMS.** Σε ελάχιστες περιπτώσεις μπορεί η κατανομή δαπανών, να γίνεται μέσω διάταξης μετρητών που ελέγχονται από κεντρικό σύστημα διαχείρισης της εγκατάστασης θέρμανσης.

3.1.6 Πίνακας 6. Τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος διανομής

Καταγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του δικτύου διανομής (προσαγωγής και επιστροφής) για τη θέρμανση χώρων για κάθε σύστημα, για παράδειγμα, ανά χρήση ή/και θερμική ζώνη, που υπάρχει στο κτήριο.

- **α/α συστήματος**. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός του συστήματος θέρμανσης που εξυπηρετεί το κτήριο.
- **Τύπος δικτύου.** Καταγράφεται ο τύπος του δικτύου διανομής για την τροφοδοσία του ζεστού νερού από και προς την μονάδα παραγωγής θερμότητας και τους εσωτερικούς χώρους.

Το δισωλήνιο σύστημα είναι το παλαιότερο σύστημα θέρμανσης που χρησιμοποιούσαν μέχρι πρόσφατα σε όλες τις εγκαταστάσεις. Το κύριο χαρακτηριστικό μιας τέτοιας εγκατάστασης είναι οι δυο κατακόρυφες εμφανείς σωλήνες θέρμανσης κοντά στα θερμαντικά σώματα. Από τον συλλέκτη του συστήματος παραγωγής θερμότητας (λέβητας) ξεκινούν οι σωληνώσεις προσαγωγής ζεστού νερού μέσω του δικτύου διανομής προς το σύστημα απόδοσης (θερμαντικά σώματα). Αντίστοιχα, οι επιστροφές του νερού με τον ίδιο αριθμό σωλήνων συγκεντρώνονται σε ένα δεύτερο συλλέκτη του λέβητα. Οι σωλήνες διατρέχουν συνήθως την οροφή του υπογείου και συνδέονται με κατακόρυφες στήλες που διαπερνούν όλα τα επίπεδα του κτηρίου. Η μια στήλη μεταφέρει προς τα πάνω το ζεστό νερό (π.χ. από τον λέβητα προς τα θερμαντικά σώματα) και η δεύτερη στήλη μεταφέρει προς τα κάτω το κρύο τελικά νερό (π.χ. από τα σώματα προς τον λέβητα) για να ζεσταθεί και να αρχίσει πάλι η ίδια διαδικασία. Ο συνδυασμός των κατακόρυφων σωληνώσεων γίνεται συνήθως με 2 ή 3 σώματα σε κάθε επίπεδο του κτηρίου.

Το μονοσωλήνιο σύστημα με δίοδες βάνες αυτονομίας επικράτησε, ιδιαίτερα στις κατοικίες, από τη δεκαετία του 1980. Από το σύστημα παραγωγής θερμότητας ξεκινάει μια σωλήνα προσαγωγής και επιστρέφει μια σωλήνα επιστροφής του νερού. Συνήθως υπάρχει μια κατακόρυφη στήλη, από δυο σωλήνες για την προσαγωγή και την επιστροφή. Σε μεγάλα κτήρια, μπορεί να χρησιμοποιηθούν δυο κατακόρυφες στήλες. Σε κάθε επίπεδο του κτηρίου, τροφοδοτούνται οι συλλέκτες προσαγωγής του ζεστού νερού και αντίστοιχα συλλέγονται οι επιστροφές του κρύου νερού. Οι οριζόντιοι κλάδοι που ξεκινούν από τον συλλέκτη συνδέονται σε σειρά με τα θερμαντικά σώματα (έως τρία με τέσσερα σώματα) και τελικά καταλήγουν στο συλλέκτη επιστροφής. Με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται μια σειρά από κυκλώματα ενός σωλήνα που τροφοδοτεί στη σειρά τα θερμαντικά σώματα, έχοντας την έξοδο του ενός σώματος σαν είσοδο στο επόμενο σώμα που είναι συνδεδεμένο στο κύκλωμα.

- **Είδος Αυτονόμησης**. Καταγράφεται ο τύπος ελέγχου αυτονομίας του δικτύου διανομής εφόσον υπάρχει: με δίοδη ή τρίοδη ηλεκτροβάνα, με ανεξάρτητο κυκλοφορητή, με ανεξάρτητο λεβητοστάσιο κ.ά.
- **Οπτική επιθεώρηση θερμομόνωσης δικτύου.** Καταγράφεται η κατάσταση της θερμομόνωσης για κάθε τμήμα του δικτύου, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Ο χαρακτηρισμός ανά περίπτωση (ανεπαρκής, μέτρια ή επαρκής) βασίζεται στα εξής:

Πίνακας 3β. Χαρακτηρισμός θερμομόνωσης δικτύου.

Χαρακτηρισμός θερμομόνωσης δικτύου: Αφορά στη θερμομόνωση του δικτύου ώστε να ελαχιστοποιήσει τις θερμικές απώλειες.	
Ανεπαρκής	Δίκτυο χωρίς θερμομόνωση ή το θερμομονωτικό υλικό έχει εκτεταμένες φθορές σε ποσοστό πάνω από 30%.
Μέτρια	Μικρού πάχους θερμομόνωση, ή στο θερμομονωτικό υλικό παρατηρούνται τοπικές φθορές ή έως το 30% του δικτύου είναι χωρίς θερμομόνωση.
Επαρκής	Η θερμομόνωση του δικτύου έχει το απαιτούμενο πάχος. Το θερμομονωτικό υλικό είναι σε καλή κατάσταση, σε όλο το εκτεθειμένο δίκτυο.

Για να μειωθούν οι θερμικές απώλειες στο δίκτυο διανομής ζεστού νερού, ιδιαίτερα σε κτήρια με μεγάλες διαδρομές δικτύου και εμφανής σωλήνες σε μη θερμαινόμενους χώρους, απαιτείται κατάλληλη θερμομόνωση των σωλήνων του δικτύου. Η θερμομόνωση των σωλήνων μπορεί να γίνει ακόμη και σε υπάρχοντα δίκτυα χρησιμοποιώντας διάφορα υλικά.

Σε νέα κτήρια πρέπει να ικανοποιούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. και της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Για παράδειγμα, σύμφωνα με το άρθρο 8, παράγραφο 3.1α του Κ.Εν.Α.Κ., οι εγκαταστάσεις δικτύων που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους διαθέτουν κατ’ ελάχιστον πάχος θερμομόνωσης 19mm για θέρμανση ή/και ψύξη χώρων και 13mm για Ζ.Ν.Χ., με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού λ=0,040 W/(m.K) (στους 20°C).

Η υφιστάμενη κατάσταση της θερμομόνωσης του συστήματος διανομής αξιολογείται για τα διαφορετικά τμήματα του δικτύου, όπως: σωλήνες εντός λεβητοστασίου, κατακόρυφες στήλες σε κοινόχρηστους μη θερμαινόμενους χώρους, κατακόρυφες στήλες σε κοινόχρηστους θερμαινόμενους χώρους, κατακόρυφες

στήλες σε φρεάτια ή ψευδοροφές, κατακόρυφες στήλες σε εξωτερικούς χώρους, άλλος χώρος διέλευσης (προσδιορίζεται).

- **Οπτική επιθεώρηση λειτουργίας δικτύου.** Η υφιστάμενη κατάσταση λειτουργίας του δικτύου διανομής θερμότητας μπορεί να παρουσιάζει διάφορα προβλήματα που μειώνουν την αποτελεσματικότητά του. Καταγράφονται τα εμφανή προβλήματα που εμφανίζονται και ως ποσοστό (%) εμφάνισής τους επί του συνολικού δικτύου, ανά περίπτωση για: διαρροές στο δίκτυο, διαβρωμένοι σωλήνες, κατεστραμμένα τμήματα στο δίκτυο, συσσωρεύσεις αλάτων στις ενώσεις, αποφράξεις στο δίκτυο, άλλο (προσδιορίζεται).
- **Θερμοκρασία θερμού μέσου (°C).** Καταγράφεται η θερμοκρασία σχεδιασμού προσαγωγής και επιστροφής του θερμού μέσου του δικτύου διανομής.
- **Εναλλάκτης.** Καταγράφεται η ύπαρξη εναλλάκτη θερμότητας μεταξύ της μονάδας παραγωγής και διανομής θερμότητας (επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου), η θερμική του απόδοση (%) από την σήμανση του κατασκευαστή, εάν υπάρχει, και δίνεται μια σύντομη περιγραφή της υπάρχουσας εγκατάστασης.
- **Δοχείο αδράνειας.** Καταγράφεται η ύπαρξη δοχείου αδράνειας στην εγκατάσταση (επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου), η χωρητικότητά του (l) και δίνεται μια σύντομη περιγραφή.
- **Δοχείο διαστολής.** Καταγράφεται η ύπαρξη δοχείου διαστολής και ο τύπος του, ανοικτού τύπου ή κλειστού τύπου, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- **Ρυθμιστικές βαλβίδες εξισορρόπησης δικτύου.** Καταγράφεται η ύπαρξη ρυθμιστικών βαλβίδων εξισορρόπησης δικτύου (επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου) και το είδος τους
- **Κυκλοφορητές-Αντλίες.** Καταγράφεται ο τύπος του κυκλοφορητή (π.χ. σταθερών στροφών, ρυθμιζόμενων στροφών, ηλεκτρονικό, μόνιμου μαγνήτη κ.ά.), ο αριθμός των συγκεκριμένων τύπων κυκλοφορητών στο δίκτυο, η συνολική ονομαστική ισχύ (W), και η ενεργειακή κλάση στην οποία αντιστοιχούν.

Οι κυκλοφορητές θέρμανσης σταθερών στροφών, επιλέγονται ώστε να καλύψουν το μέγιστο φορτίο. Συνεπώς η κατανάλωση ενέργειας ξεπερνάει τις απαιτήσεις για τον μεγαλύτερο χρόνο λειτουργίας του και συνήθως εμφανίζονται θόρυβοι ροής, εισροή αέρα και φθορές στα εξαρτήματα. Οι υδρολίπαντοι ηλεκτρικοί κινητήρες επικράτησαν από τη δεκαετία του 1960, σε σχέση με τους «μεγάλους» ηλεκτρονικούς ελαιολίπαντους κινητήρες. Με σκοπό τη μείωση της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας των κυκλοφορητών, τη δεκαετία του 1970 εφαρμόστηκαν συστήματα αυτόματης ρύθμισης στροφών (μεταξύ τεσσάρων ταχυτήτων περιστροφής), ενώ τη δεκαετία του 1980 έγιναν οι πρώτες προσπάθειες αδιαβάθμητης μεταβολής στροφών με εξωτερικό έλεγχο και αισθητήριο διαφορικής πίεσης. Από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 άρχισαν να χρησιμοποιούνται πλήρως ηλεκτρονικοί κυκλοφορητές, οι οποίοι με την αύξηση του μανομετρικού μειώνουν τις στροφές προσπαθώντας να διατηρήσουν το μανομετρικό σταθερό (Δp-σταθερό) σε μια προεπιλεγμένη τιμή. Η εξέλιξη των ηλεκτρονικών κυκλοφορητών με πρόσθετες λειτουργίες ρύθμισης, όπως: μεταβλητό μανομετρικό (Δp-μεταβλητό), αυτόματη μετάβαση σε μειωμένο πρόγραμμα, και αυτόματη αλλαγή επιθυμητού μανομετρικού σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία νερού (Δp-T), επιτυγχάνουν καλύτερη ενεργειακή απόδοση. Οι σύγχρονοι κυκλοφορητές υψηλής απόδοσης με κινητήρα μόνιμου μαγνήτη για ρότορα (αντί του ασύγχρονου κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα) επιτυγχάνουν υψηλότερη απόδοση από τους ασύγχρονους κινητήρες που χρησιμοποιούνταν στο παρελθόν. Από το 2005 οι κορυφαίοι κατασκευαστές υδρολίπαντων κυκλοφορητών στην Ευρώπη καθιέρωσαν την ενεργειακή σήμανση στους κυκλοφορητές. Ο δείκτης ενεργειακής απόδοσης (EEI) για την ενεργειακή κλάση Α είναι μικρότερος από 0,4. Η εξοικονόμηση ενέργειας από κλάση σε κλάση αντιστοιχεί κατά μέσο όρο σε 22%. Οι κυκλοφορητές υψηλής απόδοσης πετυχαίνουν δείκτες EEI μεταξύ 0,26 έως 0,31 (ανάλογα τον τύπο).

- **Μονάδες παραγωγής θερμότητας.** Καταγράφεται ο αριθμός μονάδων παραγωγής θερμότητας που τροφοδοτούν το δίκτυο διανομής και δίνεται μια σύντομη περιγραφή της εγκατάστασης.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, ο μέγιστος επιτρεπόμενος αριθμός μονάδων παραγωγής θερμότητας είναι 100.

3.1.7 Πίνακας 7. Διάγνωση υφιστάμενης κατάστασης λέβητα / καυστήρα

Η υφιστάμενη κατάσταση του συστήματος λέβητα / καυστήρα αρχικά εκτιμάται από τα στοιχεία που βρίσκονται στο ημερολόγιο λεβητοστασίου. Το ημερολόγιο συνήθως περιλαμβάνει εγχειρίδια με:

- Οδηγίες λειτουργίας & συντήρησης λέβητα / καυστήρα.
- Αρχείο φύλλων συντήρησης και ρύθμισης λειτουργίας του συστήματος σύμφωνα με την Υ.Α. 189533/07-11-2011 (ΦΕΚ Β΄ 2654) (παράγραφος 3 του άρθρου 5 και εδάφιο γ, παράγραφος 2 του άρθρου 6), που έχουν εκδοθεί από αδειούχο εγκαταστάτη και συντηρητή καυστήρων.
- Θεωρημένο βιβλίο καταγραφής μετρήσεων σύμφωνα με την Υ.Α. 189533/07-11-2011 (ΦΕΚ Β΄ 2654).
- Κατασκευαστικά σχέδια της εγκατάστασης.
- Τιμολόγια ή αποδείξεις τροφοδοσίας καυσίμου, σύμφωνα με την Υ.Α. 189533/07-11-2011 (ΦΕΚ Β΄ 2654).

Καταγράφεται η διαθεσιμότητα των ανωτέρω εγχειριδίων και στοιχείων, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

Κατά την επιθεώρηση ελέγχεται η χωροθέτηση του λέβητα και γενικότερα του λεβητοστασίου, ώστε να είναι σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στη σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2421/86, “Εγκαταστάσεις σε Κτήρια: Λεβητοστάσια παραγωγής ζεστού νερού για θέρμανση κτηριακών χώρων”. Ειδικότερα, όπως ορίζεται και στην παράγραφο 3 του άρθρου 4 της Υ.Α. 189533/07-11-2011 (ΦΕΚ Β΄ 2654), ελέγχονται τα εξής:

- **Θέση λεβητοστασίου**: εάν είναι σε εξωτερικό ή εσωτερικό χώρο. Στην περίπτωση που το λεβητοστάσιο είναι σε εξωτερικό χώρο τότε θα πρέπει να έχει ληφθεί υπόψη στην τελική απόδοση του λέβητα, όπως αναφέρεται στο φύλλο συντήρησης.
- **Ευκολία πρόσβασης στο λεβητοστάσιο.** Η πρόσβαση στο λεβητοστάσιο πρέπει να είναι εύκολη χωρίς εμπόδια.
- **Ευκολία συντήρησης – επισκευή.** Η πρόσβαση στο λέβητα από τον συντηρητή είναι πολύ σημαντική για την επαρκή συντήρηση και επισκευή του. Η θέση του λέβητα πρέπει να πληροί κάποιες ελάχιστες αποστάσεις από τις τοιχοποιίες του λεβητοστασίου ή άλλων διατάξεων (π.χ. δεξαμενή καυσίμου) μέσα στο λεβητοστάσιο.

Κατά την οπτική επιθεώρηση λαμβάνεται υπόψη το φύλλο συντήρησης και ρύθμισης της εγκατάστασης και ανάλογα με την περίοδο που θα γίνει η επιθεώρηση, βεβαιώνονται ή και ελέγχονται με κατάλληλα όργανα, τα ακόλουθα:

- **Επαρκής αερισμός** λεβητοστασίου ή χώρου εγκατάστασης του συστήματος λέβητα – καυστήρα, ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή καύση στο σύστημα. Το λεβητοστάσιο πρέπει να αερίζεται με φυσικό τρόπο, είτε μέσω σήραγγας, είτε με κατάλληλα διαστασιολογημένα ανοίγματα που να επικοινωνούν με το εξωτερικό περιβάλλον, για την προσαγωγή και απαγωγή του αέρα.

Σε συμμόρφωση με τους εκάστοτε ισχύοντες κανονισμούς, οδηγίες και τροποποιήσεις αυτών, όπως: την Τεχνική Οδηγία του ΤΕΕ 2421/86, τον Τεχνικό Κανονισμό Εσωτερικών Εγκαταστάσεων Φυσικού Αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 500mbar (ΦΕΚ 976/Β/28.03.2012), τον Τεχνικό Κανονισμό εγκαταστάσεων υγραερίου στα κτήρια (ΦΕΚ 1257/Β/03.09.2003), τον Κτηριοδομικό Κανονισμό (ΦΕΚ 59/Δ/03.02.1989) (εγκαταστάσεις θέρμανσης, άρθρο 27).

- **Διαρροές καυσίμου**:
  α) για την περίπτωση χρήσης πετρελαίου: διαρροές από τη δεξαμενή αποθήκευσης, από τη γραμμή τροφοδοσίας κατά την προσαγωγή του καυσίμου από τη δεξαμενή αποθήκευσης στον καυστήρα και από τη γραμμή τροφοδοσίας κατά την επιστροφή του καυσίμου από τον καυστήρα προς τη δεξαμενή αποθήκευσης, β) για την περίπτωση χρήσης αερίου έλεγχος διαρροών, του δικτύου τροφοδοσίας από τον μετρητή προς το λέβητα, τις βαλβίδες ασφαλείας του δικτύου καθώς και στεγανότητας βαλβίδων καυστήρα.
- **Διαρροές καυσαερίων**, από την πόρτα & τα πλευρικά τοιχώματα του λέβητα, από τον καυστήρα, τον καπναγωγό και την καμινάδα.

- **Διαρροές στο θερμικό μέσο του λέβητα** (νερό, ατμό, λάδι, αέρα).
- **Ύπαρξη επαρκούς** και εάν είναι σε καλή κατάσταση η θερμομόνωση του λέβητα, για τον περιορισμό θερμικών απωλειών κατά τη λειτουργία του.
- **Ύπαρξη επαρκούς** και εάν είναι σε καλή κατάσταση η θερμομόνωση στον καπναγωγό ή/και την καπνοδόχο για τον περιορισμό θερμικών απωλειών και αποφυγή συμπύκνωσης των καυσαερίων,
- **Ελέγχεται η κατάσταση λειτουργίας του καπναγωγού & καπνοδόχου**: επικαθήσεις στα τοιχώματα, αποφράξεις, που επηρεάζουν τον επαρκή ελκυσμό και κατά συνέπεια την απόδοση της μονάδας,
- **Ύπαρξη υγροποιήσεων** στην καπνοδόχο από τη συμπύκνωση καυσαερίων λόγω χαμηλών θερμοκρασιών.
- **Ύπαρξη καπνοθυρίδας** στον καπναγωγό για τη δυνατότητα πρόσβασης καθαρισμού της καπνοδόχου.

Η διαθεσιμότητα δικτύου φυσικού αερίου (ΦΑ) στην περιοχή επιλέγεται εάν υπάρχει διαθέσιμο δίκτυο στην άμεση περιοχή που βρίσκεται το κτήριο (π.χ. στα όρια του οικοπέδου).

Από τα διαθέσιμα στοιχεία του ημερολογίου, και την οπτική επιθεώρηση, ο ενεργειακός επιθεωρητής μπορεί να διαπιστώσει την εφαρμογή επαρκούς συντήρησης της εγκατάστασης θέρμανσης.

3.1.8 Πίνακας 8. Τεχνικά χαρακτηριστικά λέβητα / καυστήρα

Καταγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του λέβητα / καυστήρα για κάθε μονάδα που υπάρχει στο κτήριο. Τα στοιχεία λαμβάνονται από την πινακίδα (επίθεσης) των κατασκευαστών, εάν υπάρχει. Συγκεκριμένα καταγράφονται τα εξής:

- **α/α Μονάδας**, ο αύξων αριθμός της μονάδας θέρμανσης σε περίπτωση που υπάρχουν στο κτήριο πάνω από μία μονάδες.
- **Τελική Χρήση**, ανάλογα εάν η μονάδα λειτουργεί για θέρμανση χώρων, Z.N.X. ή και τα δύο ταυτόχρονα.

3.1.8.1 Πίνακας 8.1. Τεχνικά χαρακτηριστικά λέβητα

- **Εταιρεία κατασκευής, τύπος (μοντέλο) και σειριακός αριθμός** του λέβητα όπως αναγράφονται στη σήμανση του κατασκευαστή, εάν υπάρχει.
- **Έτος κατασκευής και έτος εγκατάστασης**. Ο χρόνος εγκατάστασης προσδιορίζει τον πραγματικό χρόνο λειτουργίας του λέβητα.
- **Ονομαστική ισχύ του λέβητα**, όπως αναγράφεται στη σήμανση του κατασκευαστή, εάν υπάρχει. Η τιμή εισάγεται σε kW.
- **Είδος λέβητα:**
  α) **ως προς τον τρόπο λειτουργίας:** ατμοσφαιρικός, πιεστικός, ατομική μονάδα, δαπέδου / επίτοιχος συνήθης, χαμηλών θερμοκρασιών, συμπύκνωσης, συμπύκνωσης με εναλλάκτη.
  β) **ως προς το υλικό κατασκευής:** χυτοσιδηρός, χαλύβδινος, ανοξείδωτος, άλλος.
  γ) **ως προς την πίεση λειτουργίας:** Μέγιστη δηλωμένη επιτρεπόμενη πίεση: 2 bar ☐ 4 bar ☐ 6 bar ☐ Άλλο _____☐.

Οι λέβητες θα πρέπει να λειτουργούν σε πίεση μικρότερη ή ίση από τη δηλωμένη από τον κατασκευαστή μέγιστη πίεση λειτουργίας, για την οποία έχουν σχεδιαστεί. Για τον έλεγχο αυτό, στον εξοπλισμό της εγκατάστασης του λέβητα θα πρέπει να υπάρχει η κατάλληλη βαλβίδα ασφαλείας για προστασία από υπερπίεση.

- **Ενεργειακή απόδοση Συστήματος Λέβητα-Καυστήρα, για υγρό & αέριο καύσιμο:** Σημειώνεται η δηλωμένη στην πινακίδα επίθεσης ενεργειακή απόδοση και ελέγχεται σε συμφωνία με τις απαιτήσεις της αντίστοιχης χρονικής περιόδου διάθεσης του λέβητα στην αγορά.

1. Περίπτωση α): **Μέχρι και την 31 Δεκεμβρίου 1986.** Παλαιές εγκαταστάσεις πριν την εφαρμογή.
2. Περίπτωση β): **Από 1 Ιανουαρίου 1987 μέχρι και την 31 Δεκεμβρίου 1997**. Παλαιές εγκαταστάσεις, με πλήρη εφαρμογή του Π.Δ. 300/1986 «*Λειτουργία μονάδων παραγωγής θερμότητας σε υπάρχοντα και νέα μη Βιομηχανικά κτήρια, σε συμμόρφωση προς τις οδηγίες του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 78/170/ΕΟΚ της 13.2,78 και 82/885/ΕΟΚ της 10.12.82*» (ΦΕΚ Α΄ 134).
3. Περίπτωση γ): **Από 1 Ιανουαρίου 1998 μέχρι 26/9/2015** και κατ’ εξαίρεση μέχρι 31/12/17 για την περίπτωση αντικατάστασης με πανομοιότυπους τύπος. Νέες Παλαιές εγκαταστάσεις, με πλήρη εφαρμογή του Π.Δ. 335/1993 «*Απαιτήσεις απόδοσης για του νέους λέβητες ζεστού νερού που τροφοδοτούνται με υγρά ή αέρια καύσιμα, σε συμμόρφωση προς την οδηγία του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 92/42/ΕΟΚ της 21^{ης} Μαΐου 1992*» (ΦΕΚ Α΄ 143).
4. Περίπτωση δ): **Από 26 Σεπτεμβρίου 2015 και μετά.** Νέες εγκαταστάσεις. Από 1η Ιανουαρίου 2018: Νέες εγκαταστάσεις, με πλήρη εφαρμογή του Κανονισμού της Επιτροπής (ΕΕ) Νο 813/2013 της 2 Αυγούστου 2013 για την εφαρμογή της Οδηγίας 2009/125/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Συμβουλίου όσον αφορά τις απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού των θερμαντήρων χώρου και θερμαντήρων συνδυασμένης λειτουργίας και του Κανονισμού της Επιτροπής (ΕΕ) Νο 811/2013 της 18 Φεβρουαρίου 2013 για τη συμπλήρωση της Οδηγίας 2010/30/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Συμβουλίου όσον αφορά την ενεργειακή επισήμανση των θερμαντήρων χώρου, των θερμαντήρων συνδυασμένης λειτουργίας, των συγκροτημάτων θερμαντήρα χώρου, ρυθμιστή θερμοκρασίας και ηλιακής συσκευής, καθώς και των συγκροτημάτων θερμαντήρα συνδυασμένης λειτουργίας, ρυθμιστή θερμοκρασίας και ηλιακής συσκευής.

- **Σήμανση CE,** η οποία καλύπτει τις απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση & την ασφάλεια λειτουργίας, σε συμφωνία με τις σχετικές οδηγίες, ΠΔ και Κανονισμούς της ΕΕ της αντίστοιχης χρονικής περιόδου διάθεσης του συστήματος λέβητα-καυστήρα στην αγορά:
  α) Συστήματος λέβητα-καυστήρα, μέχρι 400kW για υγρό & αέριο καύσιμο.
  β) Συστήματος και μέχρι 50kW για οικιακούς θερμαντήρες χώρου που λειτουργούν με στερεά καύσιμα χειρωνακτικής ή αυτοματοποιημένης τροφοδοσίας, σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κανονισμό 305/2011/ΕΕ.
  γ) Λέβητες στερεού καυσίμου χειρωνακτικής τροφοδοσίας για ασφάλεια ως δοχείο υπό πίεση, σύμφωνα με την οδηγία 2014/68/ΕΕ.

  Σημειώνεται, εάν υπάρχει ΝΑΙ ή ΟΧΙ στην πινακίδα (επίθεσης) και ελέγχεται σε συμφωνία με τις απαιτήσεις της αντίστοιχης χρονικής περιόδου διάθεσης του λέβητα στην αγορά.

Σύμφωνα με την παράγραφο 3 του άρθρου 4 της Υ.Α. 189533/07-11-2011 (ΦΕΚ Β΄ 2654), σε εγκαταστάσεις λεβήτων χαμηλών θερμοκρασιών και συμπύκνωσης, πρέπει να τηρούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή για την κατασκευή της καπνοδόχου και για την αντιμετώπιση πιθανής συμπύκνωσης των υδρατμών των καυσαερίων.

Σύμφωνα με την παράγραφο 8 του άρθρου 4 της Υ.Α. 189533/07-11-2011 (ΦΕΚ Β΄ 2654), σε νέες και υφιστάμενες εγκαταστάσεις θέρμανσης του άρθρου 1 της ίδιας Υ.Α. – εκτός των εγκαταστάσεων που χρησιμοποιούν καύσιμα στερεής βιομάζας – στις οποίες είναι αναγκαία η αντικατάσταση είτε του καυστήρα είτε του λέβητα, επιβάλλεται (με συνυπευθυνότητα του υπεύθυνου της εγκατάστασης και του συντηρητή) να υπάρχει η σήμανση CE σε καυστήρα και λέβητα, που αντικαθίσταται ή τοποθετείται σε νέα εγκατάσταση, εφόσον η σήμανση προβλέπεται από την ελληνική ή ευρωπαϊκή νομοθεσία. Στις παραπάνω περιπτώσεις θα πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη βαρύτητα από τον εγκαταστάτη του νέου συστήματος ή το συντηρητή, στην καταλληλότητα (ταίριασμα) του καυστήρα που τοποθετείται σε σχέση με το λέβητα, σύμφωνα με τις προδιαγραφές των συσκευών αυτών και τις οδηγίες του κατασκευαστή. Ο εγκαταστάτης ή ο συντηρητής θα χορηγούν στον υπεύθυνο της εγκατάστασης βεβαίωση, όπου θα αιτιολογείται τεκμηριωμένα και επαρκώς η καταλληλότητα του καυστήρα που τοποθετήθηκε, σε σχέση με το λέβητα.

- **Καύσιμο σχεδιασμού:** Πετρέλαιο, φυσικό αέριο, LPG, άλλο (προσδιορίζεται). Καταγράφεται το καύσιμο για το οποίο είναι σχεδιασμένος ο λέβητας να λειτουργεί. Πολλοί λέβητες πετρελαίου χρησιμοποιούνται σήμερα με καύση φυσικού αερίου.
- **Θερμικό μέσο για τη μεταφορά θερμότητας** από τον λέβητα προς την εκάστοτε χρήση. Συνήθως χρησιμοποιείται νερό ή ατμός σε μεγάλες μονάδες. Ο αέρας ή το λάδι χρησιμοποιείται σπανιότερα αλλά υπάρχει κυρίως σε μεγάλες μονάδες του τριτογενούς τομέα.

3.1.8.2 Πίνακας 8.2. Τεχνικά Χαρακτηριστικά Καυστήρα

- **Εταιρεία κατασκευής, τύπος (μοντέλο) και σειριακός αριθμός του καυστήρα** όπως αναγράφονται στη σήμανση του κατασκευαστή, εάν υπάρχει.
- **Έτος κατασκευής και έτος εγκατάστασης**. Ο χρόνος εγκατάστασης προσδιορίζει τον πραγματικό χρόνο λειτουργίας του καυστήρα.
- **Ενσωματωμένος καυστήρας**. Οι ενσωματωμένοι καυστήρες είναι τμήμα των μονάδων θέρμανσης που συνήθως είναι μικρής ισχύος (μέχρι 35.000 kcal/h), και δεν απαιτείται λεβητοστάσιο για την εγκατάσταση τους. Είναι δύσκολη η ρύθμιση τους και συνήθως όχι και τόσο αποτελεσματική. Τα ενσωματωμένα συστήματα εγκαθίστανται εκτός από εσωτερικούς και σε εξωτερικούς χώρους (μπαλκόνια, ακάλυπτοι χώροι κ.ά.) κοντά στους υπό θέρμανση εσωτερικούς χώρους.
- **Ισχύς καυστήρα.** Η ισχύς, που αναγράφεται από τον κατασκευαστή, ως μέγιστη και ελάχιστη τιμή σε [kW].
- **Καύσιμο λειτουργίας**: Πετρέλαιο, φυσικό αέριο, LPG, άλλο (προσδιορίζεται). Καταγράφεται το καύσιμο που χρησιμοποιεί ο καυστήρας.
- **Παροχή καυσίμου στον καυστήρα**. Η παροχή που αναγράφεται από τον κατασκευαστή, ως μέγιστη και ελάχιστη τιμή σε [kg/h] ή [Nm^3/h].
- **Κατηγορία καυστήρα.** Οι καυστήρες διαχωρίζονται σε πιεστικούς ή ατμοσφαιρικούς. Συνήθως είναι πιεστικοί (εξαναγκασμένη τροφοδοσία αέρα) και διακρίνονται σε μονοβάθμιους, διβάθμιους, τριβάθμιους και προοδευτικής λειτουργίας.
- **Αυτόματη φραγή του αέρα στον καυστήρα κατά την σβέση**. Καταγράφεται η ύπαρξη διαφράγματος (damper) στον καυστήρα για την αυτόματη παροχή και διακοπή αέρα.
- **Συμβατότητα λέβητα με καυστήρα.** Καταγράφεται η συμβατότητα λειτουργίας του λέβητα και του καυστήρα (ισχύς, είδος καυσίμου κ.ά.). Σύμφωνα με την παράγραφο 8 του άρθρου 4 της Κ.Υ.Α. 189533/07-11-2011, σε κάθε αντικατάσταση παλιών μονάδων λεβήτων ή καυστήρων θα πρέπει να ελέγχεται η καταλληλότητα (ταίριασμα) των μονάδων σύμφωνα με τις προδιαγραφές των μονάδων αυτών. Ο εγκαταστάτης ή συντηρητής θα χορηγούν στον υπεύθυνο της εγκατάστασης βεβαίωση στην οποία τεκμηριώνεται και αιτιολογείται η συμβατότητα των μονάδων λέβητα και καυστήρα.

3.1.8.3 Πίνακας 8.3. Τεχνικά Χαρακτηριστικά Καπναγωγού & Καπνοδόχου

- **Υλικό κατασκευής καπναγωγού**. Καταγράφεται το υλικό κατασκευής του καπναγωγού, αλουμίνιο, ανοξείδωτο κ.ά.
- **Ευκολία όδευσης προς καπνοδόχο**. Καταγράφεται εάν είναι εύκολη η όδευση των καπναερίων μέσα από τον καπναγωγό ή υπάρχει μερική απόφραξη.
- **Διάφραγμα ρύθμισης ελκυσμού**. Καταγράφεται η ύπαρξη διαφράγματος ελκυσμού, για τη ρύθμιση της βέλτιστης παροχής των καυσαερίων.
- **Αυτόματο διάφραγμα φραγής αέρα στον καπναγωγό**, ώστε να διακόπτεται η όδευση των καπναερίων κατά τη σβέση του καυστήρα.

- **Υλικό κατασκευής καπνοδόχου**. Καταγράφεται το υλικό κατασκευής της καπνοδόχου, αλουμίνιο, ανοξείδωτο κ.ά.
- **Διέλευση καπνοδόχου από εσωτερικό χώρο**, ώστε να περιορίζονται στο ελάχιστο οι θερμικές απώλειες και η συμπύκνωση των καυσαερίων πριν την έξοδό τους από την καπνοδόχο.
- **Βάση καπνοδόχου σε επισκέψιμο σημείο**. Η βάση της καπνοδόχου πρέπει να είναι προσβάσιμη για τον επαρκή καθαρισμό της, όπου συλλέγονται όλα τα στερεά σωματίδια και υπολείμματα από τα καυσαέρια.
- **Θυρίδα καθαρισμού επί του καπναγωγού**, προκειμένου να εξασφαλίζεται ο καθαρισμός του καπναγωγού και της βάσης της καπνοδόχου από τα στερεά υπολείμματα.

3.1.8.4 Πίνακας 8.4. Δεξαμενή καυσίμου

Κατά την επιθεώρηση ελέγχεται η δεξαμενή καυσίμου, ως προς τα εξής:

- **Θέση δεξαμενής καυσίμου: εάν είναι σε εξωτερικό ή εσωτερικό χώρο,** εάν είναι **υπέργεια ή υπόγεια.**
- **Έλεγχος ποσότητας παράδοσης**: με μετρητή στάθμης, ηλεκτρονικό ή άλλου τύπου.
- **Ένδειξη στάθμης καυσίμου**: με πλωτήρα, συγκοινωνούντα δοχεία, ηλεκτρονικό σύστημα με υπερήχους.
- **Ευκολία πρόσβασης στην δεξαμενή**. Προκειμένου να ελέγχεται η δεξαμενή ως προς τις διαρροές κ.ά., καθώς επίσης και να υπάρχει δυνατότητα καθαρισμού, ελέγχεται η ευκολία πρόσβασης.

3.1.9 Πίνακας 9. Ενδείξεις μετρητών

Σε περίπτωση ύπαρξης μετρητών, καταγράφεται η ένδειξη της προηγούμενης (εάν έχει προηγηθεί άλλη επιθεώρηση λέβητα/καυστήρα) και της τελευταίας μέτρησης (της τρέχουσας επιθεώρησης). Οι πιθανοί μετρητές καυσίμου μπορεί να είναι:

- **Μετρητής αερίου καυσίμου (m^3) ή πετρελαίου (l).** Μετράει την παροχή καυσίμου ανά σύστημα. Τέτοια μετρητική διάταξη μπορεί να εμφανιστεί σε περίπτωση πολλών συστημάτων διαφορετικής ιδιοκτησίας αλλά με κοινή δεξαμενή καυσίμου.
- **Ωρομετρητής λειτουργίας καυστήρα (hr)** όπου καταγράφει τον πραγματικό χρόνο λειτουργίας του συστήματος. Από την ένδειξη αυτή μπορεί να εκτιμηθεί και η πραγματική κατανάλωση καυσίμου.
- **Μετρητής τροφοδοσίας νερού στο δίκτυο διανομής θέρμανσης**. Μετράει το κοινόχρηστο νερό που καταναλώνεται για πλήρωση του δικτύου διανομής.
- **Μετρητής Ζ.Ν.Χ.** σε περίπτωση κοινόχρηστου συστήματος θέρμανσης Ζ.Ν.Χ. με πολλούς ιδιοκτήτες.

3.1.10 Πίνακας 10. Μετρούμενα - υπολογιζόμενα μεγέθη από φύλλο συντήρησης και ρύθμισης των εγκαταστάσεων σταθερών εστιών καύσης για τη θέρμανση κτηρίων και νερού

Συμπληρώνονται τα στοιχεία που έχουν καταγραφεί στο φύλλο συντήρησης και ρύθμισης του συστήματος σύμφωνα με την Υ.Α. 189533/07-11-2011 (ΦΕΚ Β΄ 2654) για πλήρη ή μερική φόρτιση του λέβητα. Σύμφωνα με την παράγραφο 1 του άρθρου 5 της Υ.Α. 189533/07-11-2011 (ΦΕΚ Β΄ 2654), η διαδικασία συντήρησης και ρύθμισης λειτουργίας των εγκαταστάσεων, μέρος της οποίας είναι και η ανάλυση καυσαερίων, είναι υποχρεωτική για όλα τα κτήρια που διαθέτουν συστήματα λέβητα/καυστήρα (ανεξαρτήτου θερμικής ισχύος), μία φορά τον χρόνο όταν χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση χώρων και μία φορά ανά εξάμηνο όταν χρησιμοποιούνται για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ. ή/και ατμού, ανεξάρτητα από την παράλληλη χρήση τους για θέρμανση χώρων. Επιπλέον, σύμφωνα με την παράγραφο 2 του άρθρου 5 της Υ.Α. 189533/07-11-2011 (ΦΕΚ Β΄ 2654), για όλες τις εγκαταστάσεις θέρμανσης χώρων (για την περίοδο 15 Οκτωβρίου έως 15 Απριλίου) και παραγωγής Ζ.Ν.Χ. ή/και ατμού με συνολική θερμική ισχύ ίση ή μεγαλύτερη των 400 kW,

επιβάλλεται ο έλεγχος και η διενέργεια μέτρησης καυσαερίων τουλάχιστον μια φορά τον μήνα. Οι μετρήσεις αυτές καταχωρούνται σε σχετικό βιβλίο μετρήσεως καυσαερίων θεωρημένο από την αρμόδια δ/νση του Υ.Π.ΕΝ. ή τις κατά τόπους αρμόδιες υπηρεσίες της περιφερειακής ανάπτυξης.

Ενδεικτικά όρια των επιτρεπόμενων τιμών στα μετρούμενα μεγέθη κατά τη ρύθμιση λειτουργίας και κατά την ανάλυση του καυσαερίου παρουσιάζονται στον πίνακα 3γ που ακολουθεί.

Πίνακας 3γ. Επιτρεπόμενα όρια για εγκαταστάσεις θέρμανσης, σύμφωνα με την Υ.Α. 189533/07-11-2011 (ΦΕΚ Β΄ 2654).[2]

Παράμετρος	Οριακή τιμή πετρέλαιο	Οριακή τιμή αέρια καύσιμα
Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή απωλειών θερμότητας λόγω θερμών καυσαερίων σε (%)	15	15
Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή περιεκτικότητας κατ’ όγκο των καυσαερίων σε μονοξείδιο του άνθρακα (CO) ανηγμένη σε οξυγόνο αναφοράς 3%, σε ppm.[3]	90	90
Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή περιεκτικότητας κατ’ όγκο των καυσαερίων σε οξείδια του αζώτου (NOx) ανηγμένη σε οξυγόνο αναφοράς 3%, σε ppm.	150	150 για υγραέριο 125 για φυσικό αέριο
Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του δείκτη αιθάλης της κλίμακας Bacharach.[4]	1	1 για υγραέριο 0 για φυσικό αέριο
Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή περιεκτικότητας κατ’ όγκο των καυσαερίων σε οξυγόνο (O_2), σε % κ.ο. (Ισχύει μόνο για πιεστικούς καυστήρες.	7	7

Ανά τακτά χρονικά διαστήματα έχουν επέλθει σημαντικές αλλαγές στη νομοθεσία των λεβήτων κυρίως όσον αφορά στα επιτρεπτά όρια της ενεργειακής απόδοσής τους. Στον ακόλουθο πίνακα 3δ δίνονται ενδεικτικά όρια για τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή απωλειών θερμότητας λόγω θερμού καυσαερίου (σε %) για λέβητες που τροφοδοτούνται με **πετρέλαιο και αέριο καύσιμο**, ως συνάρτηση της ωφέλιμης ονομαστικής ισχύος και της χρονικής περιόδου διάθεσης του λέβητα στην αγορά.

Πίνακας 3δ. Ενδεικτικά όρια για τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή απωλειών θερμότητας λόγω θερμού καυσαερίου (σε %) για λέβητες που τροφοδοτούνται με πετρέλαιο και αέριο καύσιμο.

Παράμετρος	Κατηγοριοποίηση σε αντιστοιχία με την καλυπτόμενη χρονική περίοδο διάθεσης στην αγορά του λέβητα.	Ονομαστική θερμική ισχύς μικρότερη από 400 (kW)					Ονομαστική θερμική ισχύς μεγαλύτερη από 400 (kW)
		≤ 25	≥ 25 -- 35	≥ 35 -- 70	≥ 70 -- 180	≥ 180 -- 400	≥ 400
Περίπτωση για υγρό καύσιμο (ελαφρύ πετρέλαιο θέρμανσης) και αέριο καύσιμο.							
Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή απωλειών θερμότητας λόγω θερμού καυσαερίου (σε %).	**Περίπτωση α): Μέχρι και την 31 Δεκεμβρίου 1986. Παλαιές εγκαταστάσεις πριν την εφαρμογή του Π.Δ. 300/1986 (ΦΕΚ Α΄ 134).**	15,0	14,0	13,5	13,0	12,5	12,0
	Περίπτωση β): Από 1 Ιανουαρίου 1987 μέχρι και την 31 Δεκεμβρίου 1997. Παλαιές εγκαταστάσεις με πλήρη εφαρμογή του Π.Δ. 300/1986 (ΦΕΚ Α΄ 134).	14,0	13,0	12,5	12,0	11,5	11,0

[2] Οι τιμές που προτείνονται στην Υ.Α. 189533/7-11-2011 (ΦΕΚ Β΄ 2654) θα μπορούσαν να ισχύουν για τους λέβητες πριν την εφαρμογή του Π.Δ. 300/1986 (ΦΕΚ Α΄ 134).

[3] Ισχύει για όλες τις χρονικές περιόδους.

[4] Ισχύει για όλες τις χρονικές περιόδους.

	Περίπτωση γ): **Από 1 Ιανουαρίου 1998 μέχρι 26/9/2015 και κατ’ εξαίρεση μέχρι 31/12/17 για την περίπτωση αντικατάστασης με πανομοιότυπο τύπο.** **Εγκαταστάσεις με πλήρη εφαρμογή του Π.Δ. 335/1993 (ΦΕΚ Α΄ 143).** **Εγκαταστάσεις με πλήρη εφαρμογή του Π.Δ. 335/1993 (ΦΕΚ Α΄ 143).**	12,0	11,0	10,5	10,0	9,5	9,0
	Περίπτωση δ): **Από 26 Σεπτεμβρίου 2015 και μετά. Νέες εγκαταστάσεις.** **Από 1η Ιανουαρίου 2018: Νέες εγκαταστάσεις με πλήρη εφαρμογή των Κανονισμών: 813/2013 & 811/2013.** **δ1) Για υγρό καύσιμο:** **δ2) Για αέριο καύσιμο:**	 7,0 4,0	 7,0 4,0	 7,0 4,0	 7,0 4,0	 7,0 4,0	 7,0 4,0

Οι απώλειες θερμότητας λόγω θερμού καυσαερίου (σε %) υπολογίζονται από τη μετρημένη κατ’ όγκο συγκέντρωση σε οξυγόνο O_2 ή διοξείδιο του άνθρακα CO_2 στο ξηρό καυσαέριο, από τις ακόλουθες σχέσεις 1 και 2, αντίστοιχα.

$$qG = (TG - TL) * (A1 / yCO_2\text{μετρ.ξκ.}(\%) + B), \text{ σε } (\%) \quad (1)$$

$$qG = (TG - TL) * (A2 / (21\text{-}yO_2\text{μετρ.ξκ.}(\%)) + B), \text{ σε } (\%) \quad (2)$$

όπου:

qG	:	απώλειες θερμότητας λόγω θερμού καυσαερίου (σε %).
TG	:	Θερμοκρασία καυσαερίου σε (^oC).
TL	:	Θερμοκρασία εισόδου αέρα καύσης σε (^oC).
yCO_2max	:	Ανώτατη κατ’ όγκο συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα CO_2 συναρτήσει του χρησιμοποιούμενου καυσίμου σε (%).
yCO_2μετρ.	:	Μετρούμενη κατ’ όγκο συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα CO_2 στο ξηρό καυσαέριο σε (%).
yO_2μετρ.	:	Μετρούμενη κατ’ όγκο συγκέντρωση του οξυγόνου O_2 στο ξηρό καυσαέριο σε (%).
A1, A2 & B	:	Παράμετροι που λαμβάνονται από τον ακόλουθο πίνακα συναρτήσει του χρησιμοποιούμενου καυσίμου.

Συντελεστές	**Πετρέλαιο θέρμανσης (Light Oil)**	**Φυσικ αέριο (Natural Gas)**	**Υγραέριο (Liquified gas)**	**Βιοντίζελ (BioDiesel)**	**Ξυλώδης βιομάζα (Dry wood)**
yCO_2max (%)[5]	15,4	11,7	14	15,7	19,4
A1	0,5	0,37	0,42	0,4567	0,65
A2	0,68	0,66	0,63		
B	0,007	0,009	0,008	0,005	0,0

Επιπρόσθετα, στον Πίνακα 3ε **με τα επιτρεπόμενα όρια για εγκαταστάσεις θέρμανσης, σύμφωνα με την Υ.Α. 189533/07-11-2011 (ΦΕΚ Β’ 2654) προτείνεται** να εισαχθεί ως ελεγχόμενη παράμετρος ο λόγος αέρα καύσης (ισχύει μόνο για πιεστικούς καυστήρες) ως συνάρτηση της ωφέλιμης ισχύος, ο οποίος θα υπολογίζεται από τη μετρούμενη τιμή της κατ΄ όγκο συγκέντρωσης O_2 ή CO_2, στο ξηρό καυσαέριο.

Πίνακας 3ε. Ενδεικτικά όρια για τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του λόγου αέρα καύσης συναρτήσει της ωφέλιμης ισχύος, για λέβητες που τροφοδοτούνται με πετρέλαιο και αέριο καύσιμο.

Παράμετρος	**Ονομαστική θερμική ισχύς σε (kW)**	**Λόγος αέρα καύσης λ (-)**	**Ανοχή για υγρό καύσιμο (Ελαφρό πετρέλαιο θέρμανσης) σε (%)**	**Ανοχή για αέριο καύσιμο σε (%)**
Μέγιστη	≤ 100	$= 1,4 – 0,1\log_{10}Pn$[6]	±10	±10

[5] Όπου **yCO_2max (%)**: Ανώτατη κατ’ όγκο συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα CO_2 συναρτήσει του χρησιμοποιούμενου καυσίμου σε (%).

[6] Όπου, **P_n** : Η ωφέλιμη ονομαστική ισχύς του λέβητα (για μέση θερμοκρασία νερού 70^oC), σε kW.

επιτρεπόμενη τιμή του λόγου αέρα καύσης (-)	≥ 100 – 300	1,2	±10	±10
	≥ 300 Έως 1000	1,2	±1,67 ή 1,18 – 1,22	±5

Μία απλή σχέση προσδιορισμού του λόγου αέρα καύσης με καλή προσέγγιση όταν έχει μετρηθεί η κατ΄όγκον συγκέντρωση:

- του CO_2 είναι: $\lambda \approx \gamma CO_2 max / \gamma CO_2$μετρ.
- του O_2 είναι: $\lambda \approx 20.95 / (20.95 - \gamma O_2$μετρ.).
- Αναγωγή μετρήσεων σε οξυγόνο αναφοράς: $\lambda \approx 20.95 / (20.95 - \gamma O_2$μετρ.).

Από την 26η Σεπτεμβρίου 2015, εφαρμόζονται οι ακόλουθοι Κανονισμοί:

- **Κανονισμός 813/2013**, για τη συμπλήρωση της οδηγίας 2009/125/ΕΚ (Απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού, Eco-design).
- **Κανονισμός 811/2013**, για τη συμπλήρωση της οδηγίας 2010/30/ΕΕ (Ενεργειακή επισήμανση, Energy labelling).

Οι απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού & ενεργειακής επισήμανσης είναι:

α) Οι λέβητες πετρελαίου και αερίου με ονομαστική ισχύ ≤ 70kW πρέπει να εκπληρώνουν τις απαιτήσεις για την **εποχιακή ενεργειακή απόδοση** θέρμανσης χώρου κατά τη θέρμανση χώρων που αναφέρονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 3στ. Απαιτήσεις για την εποχιακή ενεργειακή απόδοση θέρμανσης χώρου.

Τύπος Θερμαντήρα (Λέβητα)	Απαιτήσεις για εποχιακή ενεργειακή απόδοση θέρμανσης χώρου
Θερμαντήρας χώρου	≥ 86%
Θερμαντήρας συνδυασμένης λειτουργίας	≥ 86%
Εξαίρεση: Τύπος B1 θερμαντήρα με ονομαστική ισχύ ≤ 10 kW	≥ 75%
Εξαίρεση: Τύπος B1 θερμαντήρα συνδυασμένης λειτουργίας με ονομαστική ισχύ ≤ 30 kW.	≥ 75%

Όπου: «**λέβητας τύπου Β1**»: θερμαντήρας χώρου με λέβητα καυσίμου με ενσωματωμένο διακόπτη προσαγωγής αέρα, ο οποίος προορίζεται να συνδεθεί με καπναγωγό φυσικού ελκυσμού απαγωγής των υπολειμμάτων της καύσης εκτός του χώρου εγκατάστασης του θερμαντήρα χώρου με λέβητα καυσίμου και ο οποίος προσάγει τον απαραίτητο για την καύση αέρα από το χώρο εγκατάστασης· ο λέβητας τύπου Β1 διατίθεται στην αγορά μόνο ως λέβητας τύπου Β1.

β) Για λέβητες πετρελαίου και αερίου με ονομαστική ισχύ>70kW και ≤400kW: πρέπει να εκπληρώνουν τις απαιτήσεις της ωφέλιμης απόδοσης στο ονομαστικό φορτίο **τουλάχιστον 86%** και μιας ωφέλιμης απόδοσης στο 30% μερικό φορτίο **τουλάχιστον 94%**. Αυτές οι απαιτήσεις οδηγούν σε θερμαντήρες συμπύκνωσης.

Η προσδιδόμενη ενέργεια από το καύσιμο (πετρέλαιο ή αέριο) υπολογίζεται με αναφορά την **Ανώτερη Θερμογόνος Ικανότητα, ΑΘΙ (Gross Calorific Value, GCV)**.

Απαιτήσεις για NO_X εκπομπές.

Από τις 26 Σεπτεμβρίου 2018, οι NO_X εκπομπές εκφρασμένες σε ισοδύναμο NO_2 και σχετιζόμενες με το είδος του καυσίμου και με βάση την ανωτέρω θερμογόνο ικανότητα δεν πρέπει να ξεπερνούν τις τιμές που αναφέρονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 3ζ. Απαιτήσεις για NO_X εκπομπές.

Τύπος θερμαντήρα	Καύσιμο	NO_X εκπομπές σε (mg/kWh)	NO_X εκπομπές σε (ppm) και ανηγμένες σε 0% κ.ο. O_2
Θερμαντήρας χώρου	Αέριο	≤ 56	≤ 31,7
Θερμαντήρας συνδυασμένης λειτουργίας	Αέριο	≤ 56	≤ 31,7
Θερμαντήρας χώρου	Υγρό	≤ 120	≤ 69,8
Θερμαντήρας συνδυασμένης λειτουργίας	Υγρό	≤ 120	≤ 69,8

Στην περίπτωση πολυβάθμιων καυστήρων και καυστήρων προοδευτικής λειτουργίας απαιτείται η προσκόμιση φύλλων ελέγχων καυσαερίων, από τον αδειούχο εγκαταστάτη και συντηρητή καυστήρων, για όλες τις βαθμίδες λειτουργίας καθώς και ‘τρεις’ ενδιάμεσες σε περιπτώσεις καυστήρων προοδευτικής λειτουργίας. Σύμφωνα με την παράγραφο 7 του άρθρου 4 της ΚΥ.Α. 189533/07-11-2011, σε νέες και υφιστάμενες εγκαταστάσεις θέρμανσης στις οποίες είναι αναγκαία η εγκατάσταση καυστήρα και έχουν ωφέλιμη ονομαστική θερμική ισχύ μεγαλύτερη από 180 kW, επιβάλλεται η χρήση διβάθμιων καυστήρων ή καυστήρων προοδευτικής έναυσης.

Από την πίεση αντλίας καυστήρα και την παροχή του ακροφυσίου (μπεκ) του καυστήρα προσδιορίζεται βάση του τυποποιημένου εντύπου η παροχή καυσίμου στον καυστήρα. Από την παροχή καυσίμου, τον εσωτερικό βαθμό απόδοσης (Υ.Α. 189533/07-11-2011) και τη θερμογόνο ικανότητα του καυσίμου (ενδεικτικές τιμές παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί), προσδιορίζεται και η πραγματική ισχύς λειτουργίας του λέβητα, η οποία καταγράφεται στον Πίνακα 8 της έκθεσης επιθεώρησης λέβητα (Παράρτημα Β). Από την πραγματική ισχύ του λέβητα που προκύπτει, ο ενεργειακός επιθεωρητής μπορεί να εκτιμήσει και τη συνολική κατάσταση λειτουργίας του λέβητα και να προτείνει τις απαραίτητες επεμβάσεις αναβάθμισης.

Πίνακας 3η. Ενδεικτικές τιμές για Θερμογόνο Ικανότητα και πυκνότητα καυσίμων

Καύσιμο	Πετρέλαιο Θέρμανσης[7]	Αέριο[8] G20 ως 100% Μεθάνιο CH_4	Φυσικό αέριο[9] από δίκτυο Αθήνας	Φυσικό αέριο[10] από δίκτυο Αθήνας στους 0°C | 15°C & 1013,25 mbar	Φυσικό αέριο[11] από δίκτυο Αθήνας	Υγραέριο[12] 80%Βουτάνιο C_4H_{10} 20%Προπάνιο C_3H_8	Πελέτες Ξύλου[13] A1 | A2 | B με Υγρασία M10 ≤ 10%	Καυσόξυλο[14] A1 με Υγρασία M20	Ελαιοπυρηνόξυλο με Υγρασία M10
Ανώτερη Θερμογόνος Ικανότητα σε (kWh/kg)	12,602	15,412	15,146	*15,154* | *15,322*	14,733	13,792	4,98 | 4,92 | 4,83	4,78	5,525
(kWh/m³)		10,494	11,352	*11,128* | *11,343*	11,500	49,650	17,93 | 17,72 | 17,39	17,22	19,89
(MJ/kg)		55,480	54,530	*54,550* | *55,160*	53,040				
(MJ/m³)	45.366	37,780	40,868	*42,582* | 40,836	41,400				
Κατώτερη Θερμογόνος Ικανότητα (kWh/kg)	11,858	13,878	13,666	*13,690* | *13,842*	13,324	12,719	4,58 |	4,31	5,14

[7] Από ΕΛΟΤ ΕΝ 304.
[8] Από ΕΛΟΤ ΕΝ 473+Α1. Για αέριο G20 (2ης Οικογένειας Ομάδας Η), ξηρό στους 15°C & 1013.25mbar.
[9] Από αναλύσεις μίγμα Φυσικού Αερίου (ξηρό στους 0°C & 1013.25mbar), στη ΜΠΣΘ-ΕΑΛ-ΕΜΠ, από 18/11/2009 έως 12/10/2010, Δημοσίευση:.P. Vourliotis, P. Pallis, S. Kaligeros & E. Kakaras: «Natural Gas Quality Analysis Survey in Greece», Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 19/01/2012.
[10] Από ανάλυση ΜΠΣΘ-ΕΑΛ-ΕΜΠ, στις 3/3/2016, μίγμα Φυσικού Αερίου ξηρό στους 0°C | 15°C & 1013.25mbar
[11] Από αναφορά της ΕΠΑ Αττικής, μίγμα Φυσικού Αερίου ξηρό στους 0°C & 1013.25mbar
[12] Από ΕΛΟΤ ΕΝ 473+Α1. Για αέριο G30 & G31 (3ης Οικογένειας Ομάδας Β/Ρ), ξηρό στους 15°C & 1013.25mbar.
[13] Από ΕΛΟΤ ΕΝ 14691-2 & 5.
[14] Από ανάλυση ΙΔΕΠ/ΕΚΕΤΑ.

(kWh/m^3) (MJ/kg) (MJ/m^3)	42,689	9,450 49,962 34,02	10,242 49,197 36,873	*10,686* | *10,248* *49,284* | *49,832* *38,469* | 36,892	10,400 47,965 37,440	45,788	4,53 | 4,44 16,50 | 16,30 | 16,00	15,50	18,50
Πυκνότητα στους 0°C σε (kg/m^3)			0,75	0,781	0,781				
Πυκνότητα στους 15°C σε (kg/m^3)	850	0,681		0,74		2,417	600		

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ ΟΡΙΩΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΟΥ για Λέβητες Βιομάζας

Οι λέβητες που χρησιμοποιούν ως καύσιμη ύλη στερεή βιομάζα για μη βιομηχανική χρήση, οι οποίοι κυκλοφορούν στην ελληνική αγορά και προορίζονται για χρήση στις εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης του άρθρου 1 της παρούσας, θα πρέπει να πληρούν εκ κατασκευής και κατ’ ελάχιστο τα όρια απόδοσης και τα όρια ποιότητας καυσαερίου, του προτύπου ΕΛΟΤ ΕΝ 303.05, σύμφωνα με την κλάση 3:2012, όπως αυτά παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 3θ.

Πίνακας 3θ. Όρια απόδοσης και όρια ποιότητας καυσαερίου για λέβητες που τροφοδοτούνται με καύσιμη ύλη στερεή βιομάζα.

Μέθοδος τροφοδοσίας	**Ονομαστική ισχύς**	**Οριακές τιμές εκπομπών ρύπων (εκφρασμένες σε mg/m^3 και ανηγμένες σε 10 % O_2) [τιμές εκφρασμένες σε ppm και ανηγμένες σε 10 % O_2]**			**Βαθμός Απόδοσης**
	(kW)	**CO**	**OGC (Ολικός αέριος οργανικός άνθρακας)**	**Σωματίδια**	**%**
Χειροκίνητη	< 50	5000 [4000]	150 [91]	150	**η = 67 + 6log Qn, όπου Qn είναι η ονομαστική ισχύς του λέβητα σε kW**
	50 – 150	2500 [2000]	100 [61]	150	
	150 - 500	1200 [960]	100 [61]	150	
Αυτόματη	< 50	3000 [2400]	100 [61]	150	
	50 – 150	2500 [2000]	80 [49]	150	
	150 - 500	1200 [960]	80 [49]	150	

Επιπλέον των ανωτέρω, και όσον αφορά τις οριακές τιμές εκπομπών NO_x (εκφρασμένα ως NO_2), ακολουθείται η οριακή τιμή των 340 mg/m^3 ή 166 ppm (ανηγμένες σε 10 % O_2), όπως ισχύει στον πίνακα 2 της Υ.Α. 189533/07-11-2011 (ΦΕΚ Β’ 2654).

3.1.11 Πίνακας 11. Θερμοστατικές Ρυθμίσεις Λειτουργίας Λέβητα

Καταγράφεται η πραγματική και η προτεινόμενη θερμοκρασία λειτουργίας του λέβητα, υψηλή (~75°C) ή χαμηλή (~45°C), καθώς και η θερμοκρασία του νερού στο δίκτυο διανομής της εγκατάστασης θέρμανσης ή για την κάλυψη αναγκών σε Ζ.Ν.Χ.

3.1.12 Πίνακας 12. Έλεγχος Σωστής Λειτουργίας

Προσδιορίζονται τα δεδομένα για τη σωστή λειτουργία του συστήματος λέβητα / καυστήρα. Συγκεκριμένα καταγράφονται, επιλέγοντας τα αντίστοιχα σύμβολα ελέγχου:

- **Η λειτουργία εντός προβλεπόμενων ορίων του λέβητα.** Σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. 189533/07-11-2011 (ΦΕΚ Β΄ 2654) και τα επιτρεπόμενα όρια των μετρούμενων μεγεθών κατά την καυσανάλυση, η λειτουργία στο φύλλο συντήρησης κρίνεται εντός ή εκτός ορίων. Σύμφωνα με το αποτέλεσμα της καυσανάλυσης, καταγράφεται εάν ο λέβητας λειτουργεί εντός προβλεπόμενων ορίων, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

- **Η απόκλιση από την ονομαστική ισχύ.** Ελέγχεται εάν έχει φορτιστεί ο λέβητας (ισχύς εισόδου) σύμφωνα με την αναγραφόμενη ισχύ εισόδου του λέβητα και πόση είναι αυτή. Από τον προσδιορισμό της πραγματικής θερμικής ισχύος του λέβητα και την ονομαστική ισχύ του κατασκευαστή, καταγράφεται η απόκλιση και λαμβάνεται υπόψη στον χαρακτηρισμό της ενεργειακής απόδοσης του λέβητα. Σύμφωνα με την παράγραφο 6 του άρθρου 4 της ΚΥ.Α. 189533/07-11-2011, οι λέβητες των κεντρικών εγκαταστάσεων θέρμανσης θα πρέπει να λειτουργούν στην ωφέλιμη ονομαστική ισχύ τους ή στο πεδίο της μέγιστης και ελάχιστης ωφέλιμης ονομαστικής ισχύος όπως καθορίζεται από τον κατασκευαστή.
- **Η σωστή λειτουργία του θερμοστάτη ελέγχου λειτουργίας του λέβητα**, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- **Η σωστή λειτουργία του θερμοστάτη ασφαλείας του καυστήρα**, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- **Η σωστή λειτουργία τη ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας διακοπής παροχής καυσίμου στον καυστήρα**, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

Ο έλεγχος των θερμοστατών ελέγχου λειτουργίας και ασφαλείας και της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας διακοπής παροχής καυσίμου πρέπει να γίνονται μόνο από ειδικευμένο τεχνικό, ο οποίος διαθέτει την κατά νόμο αντίστοιχη άδεια. Επομένως, ο ενεργειακός επιθεωρητής βεβαιώνει μόνο εάν έχει διενεργήσει τους ελέγχους αυτούς ο αδειούχος συντηρητής σύμφωνα με το φύλλο συντήρησης και ρύθμισης.

3.1.13 Πίνακας 13. Τελική Διάγνωση για το σύστημα λέβητα / καυστήρα

Καταγράφεται η σωστή λειτουργία του συστήματος λέβητα / καυστήρα, με κριτήριο την ενεργειακή απόδοση του λέβητα και λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση του συστήματος, την αποδοτική λειτουργία και την επαρκή συντήρηση του, επιλέγοντας τα αντίστοιχα σύμβολα ελέγχου. Ο χαρακτηρισμός ανά περίπτωση (κακή, μέτρια, καλή, πολύ καλή) βασίζεται στα εξής:

Πίνακας 3ι. Χαρακτηρισμός συνολικής εγκατάστασης.

Χαρακτηρισμός συνολικής εγκατάστασης: Αφορά σε συμπεράσματα σχετικά με την εγκατάσταση του λέβητα (σήμανση CE ή όχι), συμβατότητα λέβητα καυστήρα, διάφραγμα σβέσης καυστήρα, πρόσβαση στο λεβητοστάσιο, ευκολία συντήρησης, θέση δεξαμενής καυσίμου, όδευση καπναγωγού – καπνοδόχου, μονώσεις, θέση λεβητοστασίου, ικανότητα κυκλοφορητή κ.ά.	
Κακή (Ακατάλληλη)	1. Ασυμβατότητα του λέβητα με τον καυστήρα και κυκλοφορητές με ανικανότητα απόδοσης θερμικής ισχύος στο δίκτυο διανομής. 2. Λέβητας χωρίς σήμανση και προδιαγραφές εγκατεστημένος στο εξωτερικό περιβάλλον, χωρίς διάφραγμα σβέσης καυστήρα, με δυσκολία συντήρησης, χωρίς μόνωση κελύφους λέβητα, με δυσκολία όδευσης καυσαερίων στον καπναγωγό και καπνοδόχο και κυκλοφορητής με ανικανότητα απόδοσης θερμικής ισχύος στο δίκτυο διανομής.
Μέτρια (Ανεπαρκής)	Λέβητας χωρίς σήμανση και προδιαγραφές περίπτωσης β), χωρίς διάφραγμα σβέσης καυστήρα, με δυσκολία συντήρησης, με μερική μόνωση κελύφους λέβητα, με μερική δυσκολία όδευσης καυσαερίων στον καπναγωγό και καπνοδόχο.
Καλή (Επαρκής)	Λέβητας με σήμανση και προδιαγραφές περίπτωσης γ), με διάφραγμα σβέσης καυστήρα, με ευκολία συντήρησης, με μόνωση κελύφους λέβητα, με ευκολία όδευσης καυσαερίων στον καπναγωγό και καπνοδόχο
Πολύ καλή (υψηλής απόδοσης)	Λέβητας με σήμανση CE και προδιαγραφές περίπτωσης δ), με διάφραγμα σβέσης καυστήρα, με ευκολία συντήρησης, με μόνωση κελύφους λέβητα, με επαρκή όδευσης καυσαερίων.

Πίνακας 3κ. Χαρακτηρισμός λειτουργίας εγκατάστασης.

Χαρακτηρισμός λειτουργίας εγκατάστασης: Αφορά την απόδοση καύσης του συστήματος και τα μετρούμενα μεγέθη εκλυόμενων ρύπων κατά την καύση (Υ.Α. 189533/07-11-2011) και την ικανότητα απόδοσης της ονομαστικής ισχύος του λέβητα.		
	Απόκλιση ρύπων σε σχέση με το ονομαστικό όριο σε (ppm)	**Απόκλιση φόρτισης σε σχέση με την ονομαστική**
Κακή	**> από ον. όριο**	**> 25%**
Μέτρια	**< 100÷75% του ον. ορίου**	**15% ÷ 25%**
Καλή	**< 75÷30% του ον. ορίου**	**5% ÷15%**
Πολύ καλή	**< 30% του ον. ορίου**	**< 5%**

Για να ανήκει σε κάποια από τις πιο πάνω κατηγορίες λειτουργίας εγκατάστασης ο λέβητας θα πρέπει να πληροί όλους του όρους της κατηγορίας αυτής.

Πίνακας 3κα. Χαρακτηρισμός συντήρησης εγκατάστασης.

Χαρακτηρισμός συντήρησης εγκατάστασης: Αφορά στη συντήρηση του λέβητα-καυστήρα	
Κακή	Δεν εφαρμόζεται συντήρηση. Δεν υπάρχει αρχείο με φύλλα ελέγχου & ανάλυσης καυσαερίων. Δεν υπάρχει θεωρημένο Βιβλίο Καταγραφής Μετρήσεων (όπου απαιτείται). Δεν υπάρχει δυνατότητα συντήρησης λόγω περιορισμένης πρόσβασης στον λέβητα-καυστήρα.
Μέτρια	Εφαρμόζεται συντήρηση αλλά όχι τακτικά. Δεν υπάρχει αρχείο με φύλλα ελέγχου & ανάλυσης καυσαερίων. Δεν υπάρχει θεωρημένο βιβλίο καταγραφής μετρήσεων (όπου απαιτείται). Υπάρχει περιορισμένη δυνατότητα συντήρησης λόγω μερικής πρόσβασης στον λέβητα-καυστήρα.
Καλή	Εφαρμόζεται τακτική συντήρηση. Υπάρχει ελλιπές αρχείο με φύλλα ελέγχου & ανάλυσης καυσαερίων. Υπάρχει θεωρημένο βιβλίο καταγραφής μετρήσεων (όπου απαιτείται). Υπάρχει δυνατότητα συντήρησης λόγω πρόσβασης στον λέβητα-καυστήρα.
Πολύ καλή	Εφαρμόζεται τακτική συντήρηση. Υπάρχει πλήρες αρχείο με φύλλα ελέγχου & ανάλυσης καυσαερίων. Υπάρχει θεωρημένο βιβλίο καταγραφής μετρήσεων (όπου απαιτείται). Υπάρχει δυνατότητα συντήρησης λόγω πρόσβασης στον λέβητα-καυστήρα. Εφαρμόζονται οι παρατηρήσεις του συντηρητή και ελέγχονται εξαρχής.

3.1.14 Πίνακας 14. Τεχνικά χαρακτηριστικά τερματικών μονάδων (Τ.Μ.) απόδοσης θέρμανσης

Η απόδοση θερμότητας στους εσωτερικούς χώρους γίνεται μέσω των Τ.Μ. Το ζεστό νερό που παράγεται από το λέβητα τροφοδοτείται μέσω της υδραυλικής εγκατάστασης, για παράδειγμα, στα θερμαντικά σώματα (καλοριφέρ) ή σε τοπικές κλιματιστικές μονάδες (ανεμιστήρα - στοιχείου γνωστά ως fan coils) ή σε Κ.Κ.Μ.

Τα θερμαντικά σώματα αποτελούν τον βασικό εξοπλισμό μιας κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης και είναι οι πλέον συνηθισμένες ΤΜ. Η διαφοροποίηση του ενδοδαπέδιου (υποδαπέδιου) ή ενδοτοίχιου συστήματος θέρμανσης από τα άλλα συστήματα προσαγωγής του ζεστού νερού στους εσωτερικούς χώρους και απόδοσης θερμότητας, είναι στο ότι οι σωλήνες παροχής/κυκλοφορίας ζεστού νερού τοποθετούνται στο δάπεδο ή τους τοίχους, αντίστοιχα. Για παράδειγμα, το ζεστό νερό κυκλοφορεί μέσα από τους σωλήνες που είναι απλωμένοι στο δάπεδο, μετατρέποντας ουσιαστικά το δάπεδο σε ένα μεγάλο θερμαντικό σώμα. Το μεγάλο πλεονέκτημα αυτού του τύπου των εγκαταστάσεων είναι η λειτουργία τους σε χαμηλά σχετικά θερμοκρασίες (θερμοκρασία ζεστού νερού 30-40°C και σπανιότερα 45-55°C). Συνεπώς, η λειτουργία σε αυτές τις χαμηλές θερμοκρασίες επιτρέπει εξοικονόμηση ενέργειας και δυνατότητα συνδυασμού εναλλακτικών συστημάτων θέρμανσης νερού, για παράδειγμα, ηλιακούς συλλέκτες. Οι τοπικές ή κεντρικές κλιματιστικές μονάδες, χρησιμοποιούνται συνήθως και για ψύξη σε εγκαταστάσεις κλιματισμού, αφού οι ίδιες μονάδες τροφοδοτούνται με κρύο νερό από ένα ψύκτη. Οι μονάδες στοιχείου-ανεμιστήρα μπορεί να είναι τοποθετημένες στην οροφή ή στο δάπεδο.

- **α/α Συστήματος.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός των Τ.Μ. απόδοσης θέρμανσης που εξυπηρετεί το συγκεκριμένο σύστημα.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, ο μέγιστος επιτρεπόμενος αριθμός τερματικών μονάδων είναι 100.

- **Είδος.** Καταγράφεται το είδος των Τ.Μ. απόδοσης (εκπομπής) θέρμανσης που τροφοδοτούνται από το κάθε σύστημα θέρμανσης, και αξιολογείται η υφιστάμενη κατάσταση των ΤΜ, λαμβάνοντας υπόψη τις εξής παραμέτρους:
  - **Σωστή θέση εγκατάστασης των Τ.Μ.** κοντά σε ανοίγματα (π.χ. παράθυρα, μπαλκονόπορτες) όπου παρουσιάζονται οι απώλειες θερμότητας, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Η προσεκτική τους χωροθέτηση μέσα στον χώρο πρέπει να εξασφαλίζει τη σωστή διανομή θερμότητας, έτσι ώστε να μην υπάρχουν έντονες θερμοκρασιακές διαφορές.
  - **Εμπόδια γύρω από τις μονάδες**, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Τα θερμαντικά σώματα είναι το πιο ορατό τμήμα της εγκατάστασης και πολλές φορές καλύπτονται από διακοσμητικά στοιχεία ή έπιπλα. Αντιμετωπίζονται περισσότερο σαν διακοσμητικά στοιχεία, περιορίζοντας έτσι τη λειτουργικότητά τους και τη θερμική τους απόδοση. Ο μελετητής έχει να αντιμετωπίσει πρακτικά προβλήματα στην επιλογή τοποθέτησής τους, λόγω του όγκου που καταλαμβάνουν, της εσωτερικής διαρρύθμισης των χώρων κ.ά. Η επιλογή του μεγέθους του κάθε θερμαντικού σώματος γίνεται έτσι ώστε να καλύψει τα φορτία που προκύπτουν από τη μελέτη θέρμανσης.
  - **Χρήση πρόσθετου τοπικού συστήματος θέρμανσης**, για παράδειγμα, αντλία θερμότητας που καλύπτει πρόσθετα θερμικά φορτία του χώρου, σε συνδυασμό με τη λειτουργία της κεντρικής εγκατάστασης, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
  - **Διαβρώσεις και φθορές** που παρουσιάζουν οι Τ.Μ. σε επιφάνειές τους, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
  - **Διαρροή θερμικού μέσου** κατά την κυκλοφορία του μέσα από τις ΤΜ, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Οι διαρροές έχουν ως αποτέλεσμα την κακή απόδοση της συνολικής εγκατάστασης θέρμανσης.
  - **Επαρκής λειτουργία βαλβίδων παροχής**, **επιστροφής και ρύθμισης στις ΤΜ**, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
  - **Σωστή υδραυλική εξισορρόπηση των ΤΜ**, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
  - **Επαρκής καθαρισμός και συντήρηση των ΤΜ**, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Συμβάλει στην καλύτερη θερμική απόδοση.

3.1.15 Πίνακας 15. Χαρακτηριστικά συστημάτων ελέγχου

Ο έλεγχος λειτουργίας της μονάδας παραγωγής θερμότητας ή απόδοσης των επί μέρους κλάδων της εγκατάστασης θέρμανσης, επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την κατανάλωση ενέργειας του κτηρίου.

- **Κεντρικό σύστημα ελέγχου – ρύθμισης.** Η λειτουργία της μονάδας κεντρικής θέρμανσης σε κτήρια που δεν υπάρχει αυτονομία, έχει περιοδική λειτουργία που συνήθως ελέγχεται από έναν απλό 24ωρο χρονοδιακόπτη (ωρολογιακό ελεγκτή με πρόγραμμα λειτουργίας αφής/σβέσης (on/off)). Ο ελεγκτής αντιστάθμισης είναι το σύστημα που ρυθμίζει αυτόματα τη θερμοκρασία του προσαγόμενου θερμού νερού στις τερματικές μονάδες. Η θέση ρύθμισης γίνεται σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος και σε πιο εξελιγμένα συστήματα, με την επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων ή/και τη ζήτηση (ελέγχοντας τη θερμοκρασία επιστροφής του νερού). Η εγκατάσταση είναι υποχρεωτική σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. 20840/79. Το σύστημα αντιστάθμισης ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις για ορθολογική χρήση ενέργειας, επιτρέποντας περισσότερες ώρες λειτουργίας της εγκατάστασης θέρμανσης, με μικρότερο κόστος, ελαχιστοποιώντας τα προβλήματα θερμικής άνεσης των ενοίκων. Σε μεγάλα κτήρια, οι απαιτήσεις και οι ρυθμίσεις είναι συνήθως πιο σύνθετες, ιδίως όταν απαιτούνται διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες ανάλογα με τη χρήση των χώρων ή όταν λειτουργούν με διαφορετικά ωράρια. Στις περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιούνται BEMS που ελέγχουν πλήρως τη λειτουργία της θέρμανσης και επιπλέον πολλών άλλων παραμέτρων και συστημάτων (π.χ. έλεγχος λειτουργίας του αερισμού, φωτισμού κ.ά.). Η ρύθμιση

και ο έλεγχος της λειτουργίας μπορεί να γίνει εύκολα από ένα κεντρικό σημείο ελέγχου, σε διαφορετικές ζώνες ανάλογα με τις απαιτήσεις.

- **Σύστημα ελέγχου – ρύθμισης επί μέρους κλάδων δικτύου θέρμανσης**. Η λειτουργία του συστήματος θέρμανσης πρέπει να ελέγχεται σε συνάρτηση με εσωτερικούς θερμοστάτες χώρων (ηλεκτρομηχανικός, ηλεκτρονικός, ψηφιακός), έτσι ώστε να αποφεύγεται η υπερθέρμανση, αλλά και η παράλληλη χρήση θερμοστατών αντιστάθμισης εξωτερικών χώρων. Οι εσωτερικοί θερμοστάτες χώρου, χρησιμοποιούνται σε κεντρικές εγκαταστάσεις θέρμανσης με μονοσωλήνιο σύστημα, προσφέροντας παράλληλα αυτονομία λειτουργίας. Υπάρχουν διάφοροι τύποι. Με τους απλούς χειροκίνητους θερμοστάτες ελέγχεται η επιθυμητή θερμοκρασία που καθορίζει τη λειτουργία του συγκεκριμένου κυκλώματος θέρμανσης. Για μεγαλύτερη ευελιξία στη ρύθμιση της λειτουργίας της εγκατάστασης θέρμανσης, χρησιμοποιούνται προγραμματιζόμενοι θερμοστάτες (π.χ. για διάφορες περιόδους της ημέρας και της εβδομάδας). Οι ηλεκτρομηχανολογικοί θερμοστάτες συνήθως έχουν υψηλότερη ακρίβεια από τους ψηφιακούς.
- **Σύστημα ελέγχου – με θερμοστάτη για κάθε χώρο ή θερμική ζώνη.** Οι ίδιες διατάξεις θερμοστατών εφαρμόζονται και σε επίπεδο θερμικής ζώνης ή επί μέρους χώρων. Για να είναι ενεργειακά αποδοτικές τέτοιου είδους διατάξεις, θα πρέπει και το δίκτυο διανομής καθώς και οι τερματικές μονάδες να ελέγχονται ξεχωριστά, ώστε να εφαρμόζεται διακοπτόμενη λειτουργία ανά χώρο.

Προσδιορίζονται τα δεδομένα για τη σωστή λειτουργία του συστήματος ελέγχου. Συγκεκριμένα καταγράφονται, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου για την:

- Σωστή θέση του θερμοστάτη στις θερμικές ζώνες του κτηρίου, ανάλογα με τις επικρατούσες εσωτερικές συνθήκες και τα πιθανά ηλιακά ή άλλα εσωτερικά θερμικά κέρδη.
- Σωστή ρύθμιση του θερμοστάτη στην επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία.
- Ύπαρξη θερμοστατικών κεφαλών σε όλα τα θερμαντικά σώματα, για την ρύθμιση της κυκλοφορίας του ζεστού νερού ανάλογα με την επιθυμητή θερμοκρασία και τις επικρατούσες εσωτερικές συνθήκες και τα πιθανά ηλιακά ή άλλα εσωτερικά θερμικά κέρδη.
- Ύπαρξη οδηγιών λειτουργίας για τα επί μέρους συστήματα ελέγχου.

3.1.16 Πίνακας 16. Τελική διάγνωση για το σύστημα θέρμανσης

Καταγράφεται η σωστή λειτουργία του συστήματος θέρμανσης, λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση των μονάδων και του εξοπλισμού, την αποδοτική λειτουργία και την επαρκή συντήρηση των μονάδων και του λοιπού εξοπλισμού. Ο χαρακτηρισμός ανά περίπτωση (κακή, μέτρια, καλή, πολύ καλή) βασίζεται στα εξής:

Πίνακας 3κβ. Χαρακτηρισμός συντήρησης εγκατάστασης.

Χαρακτηρισμός συνολικής εγκατάστασης: Αφορά την ικανότητα της εγκατάστασης να καλύψει τις ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση. Η απόδοση ελέγχεται από την θερμοκρασία παροχής και επιστροφής του θερμικού μέσου.	
Κακή	Η θερμική ικανότητα των μονάδων παραγωγής είναι μικρότερη από το 50% της ονομαστικής ισχύος.
Μέτρια	Η θερμική ικανότητα των μονάδων παραγωγής είναι μεταξύ του 50 και 60% της ονομαστικής ισχύος.
Καλή	Η θερμική ικανότητα των μονάδων παραγωγής είναι μεταξύ του 60 και 80% της ονομαστικής ισχύος.
Πολύ καλή	Η θερμική ικανότητα των μονάδων παραγωγής είναι μεγαλύτερη ή ίση του 80% της ονομαστικής ισχύος.

Πίνακας 3κγ. Χαρακτηρισμός εξοπλισμού εγκατάστασης.

Χαρακτηρισμός εξοπλισμού εγκατάστασης: Αφορά την επάρκεια του εξοπλισμού για τη σωστή και την αποδοτική λειτουργία της εγκατάστασης θέρμανσης.	
Κακή	Ο εξοπλισμός της εγκατάστασης θέρμανσης δεν περιλαμβάνει τα περισσότερα από τα βασικά στοιχεία όπως: ρυθμιστικές βάνες στα δίκτυα διανομής, τοπικές ή κεντρικές διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου λειτουργίας του επί μέρους εξοπλισμού, καθόλου θερμομόνωση σε όλα τα τμήματα του δικτύου διανομής. Επίσης υπάρχουν πολλά στοιχεία του εξοπλισμού που είναι εκτός λειτουργίας. Κακή λειτουργία και συμβατότητα λειτουργίας του λέβητα-καυστήρα

	και λοιπού εξοπλισμού. Μηδενική συντήρηση και αντικατάσταση του εξοπλισμού εκτός λειτουργίας. Εξοπλισμός εγκατάστασης χωρίς σήμανση και τεχνικές προδιαγραφές.
Μέτρια	Ο εξοπλισμός της εγκατάστασης θέρμανσης δεν περιλαμβάνει αρκετά βασικά στοιχεία όπως: ρυθμιστικές βάνες στα δίκτυα. διανομής, τοπικές ή κεντρικές διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου λειτουργίας του επί μέρους εξοπλισμού, επαρκή θερμομόνωση στο 30% του δικτύου διανομής. Υπάρχουν στοιχεία του εξοπλισμού που είναι σε υπο-λειτουργία (κυκλοφορητές κ.ά.). Μέτρια λειτουργία και συμβατότητα λειτουργίας του λέβητα-καυστήρα και λοιπού εξοπλισμού. Ανεπαρκής συντήρηση της εγκατάστασης θέρμανσης. Εξοπλισμός εγκατάστασης με σήμανση, αλλά χωρίς τεχνικές προδιαγραφές.
Καλή	Ο εξοπλισμός της εγκατάστασης θέρμανσης δεν περιλαμβάνει αρκετά βασικά στοιχεία όπως: όλες τις απαραίτητες τοπικές ή κεντρικές διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου λειτουργίας του επί μέρους εξοπλισμού προκειμένου να διασφαλίζεται η ενεργειακά αποδοτική λειτουργία της εγκατάστασης. Επαρκή θερμομόνωση του δικτύου διανομής. Βοηθητικός εξοπλισμός εγκατάσταση σε επαρκή λειτουργία. Καλή λειτουργία και συμβατότητα λειτουργίας του λέβητα-καυστήρα και του λοιπού εξοπλισμού. Τακτική συντήρηση της εγκατάστασης θέρμανσης. Εξοπλισμός εγκατάστασης με σήμανση και τεχνικές προδιαγραφές.
Πολύ καλή	Ο εξοπλισμός της εγκατάστασης θέρμανσης είναι πλήρης και περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα στοιχεία νέας τεχνολογίας με όλες τις δυνατές διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου. Εφαρμόζεται συστηματική συντήρηση της εγκατάστασης θέρμανσης και άμεση αποκατάσταση των βλαβών και φθορών που παρουσιάζονται. Υπάρχει ενεργειακός υπεύθυνος που παρακολουθεί και ρυθμίζει κατά περίπτωση τη λειτουργία της εγκατάστασης. Υπάρχουν συστήματα εφεδρείας για εναλλακτική λειτουργία σε περίπτωση συστηματικής συντήρησης. Τηρούνται βιβλία ανάλυσης καυσαερίων των μονάδων λεβήτων-καυστήρων. Εξοπλισμός εγκατάστασης με σήμανση και τεχνικές προδιαγραφές υψηλής απόδοσης.

Πίνακας 3κδ. Χαρακτηρισμός συντήρησης εγκατάστασης.

Χαρακτηρισμός συντήρησης εγκατάστασης: Αφορά τη συντήρηση της εγκατάστασης θέρμανσης.	
Κακή	Η εγκατάσταση θέρμανσης δεν έχει συντηρηθεί την τελευταία πενταετία. Υπάρχουν πολλές φθορές και εξοπλισμός εκτός λειτουργίας.
Μέτρια	Η εγκατάσταση θέρμανσης συντηρείται πλημμελώς και όχι σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών. Εφαρμόζεται μερική αντικατάσταση του απαραίτητου εξοπλισμού που υπόκειται σε φθορές ή βλάβη.
Καλή	Η εγκατάσταση θέρμανσης συντηρείται ικανοποιητικά αλλά όχι σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών. Εφαρμόζεται συστηματική αντικατάσταση του απαραίτητου εξοπλισμού που υπόκειται σε φθορές ή βλάβη.
Πολύ καλή	Η εγκατάσταση θέρμανσης συντηρείται ικανοποιητικά, τακτικά και σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών. Εφαρμόζεται συστηματική αντικατάσταση του απαραίτητου εξοπλισμού που υπόκειται σε φθορές ή βλάβη.

Πίνακας 3κε. Χαρακτηρισμός της συνολικής ενεργειακής απόδοσης της εγκατάστασης.

Χαρακτηρισμός της συνολικής ενεργειακής απόδοσης της εγκατάστασης: Αφορά τη συνολική ενεργειακή απόδοση της εγκατάστασης θέρμανσης λαμβάνονται υπόψη τις επί μέρους διαγνώσεις.	
Κακή	Όταν η τελική διάγνωση για την εγκατάσταση, τον εξοπλισμό, τη λειτουργία και τη συντήρηση, χαρακτηρίζεται ως κακή.
Μέτρια	Όταν η τελική διάγνωση για την εγκατάσταση, τον εξοπλισμό, τη λειτουργία και τη συντήρηση, χαρακτηρίζεται ως μέτρια.
Καλή	Όταν η τελική διάγνωση για την εγκατάσταση, τον εξοπλισμό, τη λειτουργία και τη συντήρηση, χαρακτηρίζεται ως καλή.
Πολύ καλή	Όταν η τελική διάγνωση για την εγκατάσταση, τον εξοπλισμό, τη λειτουργία και τη συντήρηση, χαρακτηρίζεται ως πολύ καλή.

3.1.17 Πίνακας 17. Διαπιστώσεις / Υποδείξεις

Σύμφωνα με τις διαθέσιμες πληροφορίες, τα αποτελέσματα της επιθεώρησης και την ανάλυση των στοιχείων ο ενεργειακός επιθεωρητής προτείνει ενδεικτικές συστάσεις για τη μείωση των θερμικών απωλειών μέσω του κτηριακού κελύφους, τη μείωση των θερμικών φορτίων με την εκμετάλλευση των ηλιακών κερδών και ενσωμάτωσης Α.Π.Ε, την αναβάθμιση και την επαναφορά του βαθμού απόδοσης και της θερμικής ισχύος στα ονομαστικά επίπεδα της μονάδας. Στους πίνακες που ακολουθούν δίνονται ενδεικτικές συστάσεις /

υποδείξεις τις οποίες μπορεί να χρησιμοποιήσει ο ενεργειακός επιθεωρητής ως βοήθημα, προκειμένου να συνοψίσει τις διαπιστώσεις και τις υποδείξεις που προέκυψαν από την επιθεώρηση.

Ο ενεργειακός επιθεωρητής επιλέγει και ιεραρχεί τις κατάλληλες – κατά περίπτωση και κατά την κρίση του - συστάσεις ή συμπληρώνει τις δικές του, που τελικά θα συνοδεύουν το έντυπο της έκθεσης επιθεώρησης. Επισημαίνεται ότι, η εφαρμογή όλων των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας πρέπει να γίνεται πριν την αντικατάσταση τμημάτων του εξοπλισμού ή/και της εγκατάστασης. Η σειρά της παρουσίασης των συστάσεων του καταλόγου είναι ενδεικτική.

Ενδεικτικές Συστάσεις για το λέβητα - καυστήρα

- ☐ Εφαρμόστε πρόγραμμα τακτικής συντήρησης του συστήματος ακόμη και εάν η αποδοτικότητά του είναι εντός αποδεκτών ορίων.
- ☐ Ελέγξτε τη θερμομόνωση του λέβητα (πόρτα, περιμετρικά του υδροθαλάμου καθώς και τα καλύμματα).
- ☐ Αξιολογείστε τη δυνατότητα μείωσης των θερμικών φορτίων με την εφαρμογή κατάλληλων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας πριν προχωρήσετε στην επαναδιαστασιολόγηση και αντικατάσταση του λέβητα.
- ☐ Επαναδιαστασιολογείστε το σύστημα λέβητα / καυστήρα, εφόσον η ισχύς του δεν αντιστοιχεί στα απαιτούμενα θερμικά φορτία (υποδιαστασιολόγηση / υπερδιαστασιολόγηση).
- ☐ Μειώστε τη θερμοκρασία του σημείου ρύθμισης του νερού στο λέβητα όσο το δυνατόν περισσότερο. Η χαμηλότερη δυνατή θερμοκρασία εξαρτάται από τη ζήτηση θέρμανσης και από τα υλικά που χρησιμοποιούνται για τον λέβητα και τα καυσαέρια (κίνδυνος διάβρωσης).
- ☐ Κλείστε το λέβητα όταν δεν χρησιμοποιείται (π.χ. το καλοκαίρι, εάν δεν χρησιμοποιείται για παραγωγή ζεστού νερού οικιακής χρήσης). Χρησιμοποιήστε χρονοδιακόπτη για τη μείωση του χρόνου λειτουργίας (π.χ. κατά τη διάρκεια της νύχτας).
- ☐ Ελέγξτε τη θερμοκρασία καυσαερίων. Πρέπει να είναι όσο το δυνατόν χαμηλότερη, αλλά αρκετά υψηλή για να αποφευχθεί η διάβρωση. Η χαμηλότερη δυνατή θερμοκρασία εξαρτάται από τα υλικά που χρησιμοποιούνται για το λέβητα και την καμινάδα.
- ☐ Ελέγξτε το «ταίριασμα» καυστήρα με λέβητα. Εάν όχι, πράξτε αναλόγως.
- ☐ Συγκρίνετε τη ισχύ του καυστήρα - λέβητα με τις πραγματικές ανάγκες σε εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού. Αν η ισχύς είναι πολύ μεγάλη, μειώστε την με αλλαγή της ισχύος του καυστήρα (νέο ακροφύσιο) ή με άλλον καυστήρα.
  Εξετάστε τη δυνατότητα εγκατάστασης πολυβάθμιου καυστήρα.
- ☐ Αντικαταστήστε τον λέβητα με άλλον υψηλότερης ενεργειακής απόδοσης.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα εγκατάστασης λέβητα συμπύκνωσης.
- ☐ Εξετάστε την αντικατάσταση καυσίμου (από πετρέλαιο σε φυσικό αέριο).
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα εγκατάστασης ξεχωριστού συστήματος λέβητα-καυστήρα για την παραγωγή ζεστού νερού
- ☐ χρήσης.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα κατανομής του φορτίου σε περισσότερους του ενός λέβητες.

Ενδεικτικές συστάσεις για το σύστημα θέρμανσης

- ☐ Προμηθευτείτε πιστοποιημένο εξοπλισμό (με ενεργειακή σήμανση) υψηλής ενεργειακής απόδοσης.
- ☐ Επανατοποθετήστε τον θερμοστάτη σε κατάλληλο σημείο μέσα στον χώρο, σε θέση που δεν εκτίθεται σε ρεύμα αέρα και στην άμεση ηλιακή ακτινοβολία, σε απόσταση από θερμαντικά σώματα ή άλλες πηγές θερμότητας.
- ☐ Κατά την τακτική συντήρηση, θα πρέπει να ελέγχονται όλες οι τοπικές και οι κεντρικές διατάξεις αυτομάτου ελέγχου, οι θερμοστάτες, το σύστημα αντιστάθμισης, οι ρυθμιστικές βάνες κ.ά.
- ☐ Εξετάστε εάν οι ρυθμίσεις της εγκατάστασης είναι σύμφωνες με τις απαιτήσεις, με τη βοήθεια του εγκαταστάτη / συντηρητή σας.
- ☐ Εξετάστε εάν στην ενδοδαπέδια θέρμανση έχει εγκατασταθεί και ρυθμιστεί κατάλληλα τρίοδη ή τετράοδη βάνα.
- ☐ Ελέγξτε τις ρυθμίσεις της εγκατάστασής σας, εφ΄ όσον η θερμική εκπομπή των θερμαντικών σωμάτων σε κάποιους χώρους είναι πάρα πολύ υψηλή.
- ☐ Ενημερώστε τον εγκαταστάτη/ συντηρητή σας, εφ’ όσον όλοι οι θερμαινόμενοι χώροι δεν θερμαίνονται ταυτόχρονα ή ικανοποιητικά.
- ☐ Φροντίστε ώστε η εγκατάστασή σας να εξαερώνεται και να είναι πλήρης ύδατος.
- ☐ Απομακρύνετε από τα θερμαντικά σώματα τυχόν εμπόδια ή έπιπλα που τα καλύπτουν.
- ☐ Ρυθμίστε τη θερμοκρασία σε χαμηλότερα επίπεδα το χειμώνα, στους κοινόχρηστους χώρους. Όταν μία θερμική ζώνη δεν χρησιμοποιείται, ρυθμίστε κατάλληλα την λειτουργία της θέρμανσης.
- ☐ Αντικαταστήστε τους κυκλοφορητές / αντλίες, εφ΄ όσον είναι σε κακή κατάσταση (π.χ. διαβρώσεις, θόρυβος, προβληματική κυκλοφορία νερού), εξετάζοντας τη δυνατότητα επιλογής μονάδων μεταβλητής ροής (inverter).
- ☐ Ελέγξτε και επιδιορθώστε τις διαρροές νερού στο δίκτυο διανομής θέρμανσης.
- ☐ Φροντίστε για την απομάκρυνση των στοιχείων της εγκατάστασης θέρμανσης που περιέχουν αμίαντο. Η απομάκρυνση να γίνεται από εξειδικευμένο προσωπικό.

- ☐ Θερμομονώστε τους εκτεθειμένους σωλήνες του δικτύου διανομής ζεστού νερού ιδιαίτερα στα σημεία που εκτίθενται σε χαμηλές θερμοκρασίες (διέλευση από εξωτερικούς χώρους).
- ☐ Θερμομονώστε τις δεξαμενές αποθήκευσης ζεστού νερού ή θερμικής αδράνειας.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα εγκατάστασης μονάδας συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας. Προτείνεται για περιπτώσεις θερμικών φορτίων κατά 25% μεγαλύτερα από τα ηλεκτρικά φορτία.
- ☐ Όταν είναι διαθέσιμοι περισσότεροι από ένας λέβητες, βεβαιωθείτε ότι λειτουργούν μόνο οι απαραίτητοι λέβητες, όπως απαιτείται από τη μεταβολή του φορτίου.
- ☐ Ελέγξτε ότι ο έλεγχος των λεβήτων εν σειρά (cascade) κλείνει επίσης το υδραυλικό κύκλωμα.
- ☐ Ελέγξτε ότι η στρατηγική του τμηματικού ελέγχου (cascade control) είναι κατάλληλη ανάλογα με τον τύπο του λέβητα.
- ☐ Ένας λέβητας συμπύκνωσης μπορεί να πλεονεκτεί από τη συνεχή λειτουργία πολλαπλών λεβήτων στην ελάχιστη ωφέλιμη ισχύ.
- ☐ Ελέγξτε ότι ο τμηματικός έλεγχος (cascade control) δίνει προτεραιότητα σε συσκευές ή / και υποσυστήματα παραγωγής υψηλότερης απόδοσης.

Σύστημα διανομής θέρμανσης χώρου:

- ☐ Κλείστε τις αντλίες κυκλοφορίας όταν δεν απαιτείται θερμότητα.
- ☐ Ελέγξτε εάν οι αντλίες κυκλοφορίας είναι σωστά διαστασιολογημένες. Εάν είναι υπερδιαστασιολογημένες, αλλάξτε τις με το σωστό μέγεθος.
- ☐ Προσθέστε θερμική μόνωση στους σωλήνες ζεστού νερού, ειδικά εκείνους που είναι πάντα θερμοί. Εξαλείψτε τα κενά μόνωσης (π.χ. προκαλούμενα από τη συρρίκνωση (συστολή) της μόνωσης των σωλήνων) και μειώστε τις θερμικές γέφυρες (π.χ. με χρήση μονωμένων στηρίξεων των σωλήνων).
- ☐ Ελέγξτε την ισορροπία του δικτύου διανομής θερμότητας.
- ☐ Χρησιμοποιήστε αντλίες μεταβλητής ταχύτητας με inverter, όπου αναμένεται μεταβλητός ρυθμός ροής.
- ☐ Προτιμάτε χαμηλό ρυθμό ροής και λειτουργία με υψηλό ΔΤ αντί για υψηλό ρυθμό και λειτουργία με χαμηλό ΔΤ.
- ☐ Ελέγξτε για απώλειες θερμικού μέσου.
- ☐ Ελέγξτε αν οι αντλίες κυκλοφορίας είναι σωστά διαστασιολογημένες και ρυθμισμένες. Αν μια αντλία είναι υπερδιαστασιολογημένη, επιλέξτε χαμηλότερη ρύθμιση ή αντικαταστήστε την με μια κατάλληλη μικρότερη. Συστήστε αντλίες ελέγχου διαφορικής πίεσης.
- ☐ Ελέγξτε την ποιότητα του μέσου μεταφοράς θερμότητας για να διατηρήσετε την ενεργειακή ποιότητα.
- ☐ Ελέγξτε αν η κατανάλωση ενέργειας των αντλιών κυκλοφορίας είναι υψηλή σε σύγκριση με τις σύγχρονες αντλίες. Εάν ναι, αντικαταστήστε τις αντλίες με πιο αποδοτικές (ενεργειακή επισήμανση της ΕΕ).
- ☐ Προσθέστε αυτόματο ελεγκτή πίεσης ανά κύκλωμα σε εγκαταστάσεις με περισσότερους από τρεις κύκλους και απώλεια πίεσης υψηλότερη από 160 mbar.

Σύστημα εκπομπών θέρμανσης χώρου:

- ☐ Αντικαταστήστε τα υποδιαστασιολογημένα θερμαντικά σώματα, επιτρέποντας έτσι χαμηλότερη θερμοκρασία ροής. Προσαρμόστε τους ελέγχους ανάλογα.
- ☐ Βελτίωση της απόδοσης των θερμαντικών σωμάτων. Αποφύγετε κουρτίνες ή πλαίσια γύρω τους. Καθαρίστε περιοδικά αέρα και λάσπη.
- ☐ Αποφύγετε τη στρωματοποίηση. Δώστε προσοχή στα δωμάτια υψηλής οροφής.

Έλεγχος συστήματος θέρμανσης:

- ☐ Ελέγξτε τις θερμοκρασίες των σημείων ρύθμισης. Ρυθμίστε στις χαμηλότερες δυνατές τιμές και προσαρμόστε τις θερμοκρασίες σε κάθε δωμάτιο.
- ☐ Εφαρμόστε τη ρύθμιση νυχτερινής θερμοκρασίας ή αντιστάθμιση.
  ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Δεν είναι πάντα κατάλληλο για συστήματα συμπύκνωσης.
- ☐ Απενεργοποιήστε τη θέρμανση (ή ψύξη) σε χώρους που δεν θα έπρεπε να θερμαίνονται (ή να ψύχονται).
- ☐ Βελτίωση του συστήματος ελέγχου, προσθέστε θερμοστατικές βαλβίδες ή θερμοστάτες, ειδικά σε χώρους θερμαινόμενους από άλλες πηγές εκτός από το σύστημα θέρμανσης.
- ☐ Υδραυλική εξισορρόπηση κάθε θερμαντικού σώματος με προκαθορισμό των θερμοστατικών βαλβίδων ή θερμοστατών.
- ☐ Βελτίωση του συστήματος ελέγχου με υδραυλική εξισορρόπηση με αυτόματες βαλβίδες εξισορρόπησης, θερμοστατικές βαλβίδες ή θερμοστάτες με προεπιλογή κάθε πομπού θερμότητας, π.χ. συμπεριλαμβανομένου του χρονικού ελέγχου.
- ☐ Βελτιστοποίηση ελέγχου με τη δημιουργία προγραμμάτων θέρμανσης και μειωμένης ισχύος λειτουργίας.
- ☐ Προσθήκη θερμοστατικών βαλβίδων σε συνδυασμό με λέβητες συμπύκνωσης για τον έλεγχο της θερμοκρασίας επιστροφής.
- ☐ Διαχωρίστε το κτήριο σε ζώνες θέρμανσης και ψύξης, διαχωρίζοντας χώρους με διαφορετικές ανάγκες και συνδυάζοντας χώρους που έχουν παρόμοιες ανάγκες (π.χ. τμήματα του κτηρίου που εκτίθενται στον ήλιο και

τμήματα του κτηρίου που δεν εκτίθενται στον ήλιο).

Ζεστό νερό οικιακής χρήσης:

- ☐ Εξοικονομήστε νερό: επισκευάστε βρύσες με διαρροή, εγκαταστήστε οικονομικές κεφαλές ντους κ.λπ...
- ☐ Ελέγξτε τη θερμοκρασία του ζεστού νερού. Δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 60 °C. Οι 50 °C είναι αρκετές για τις περισσότερες χρήσεις, αλλά δεν είναι ασφαλείς κατά της λεγιονέλλας.
- ☐ Βελτιστοποίηση ελέγχου με τη δημιουργία προγραμμάτων θέρμανσης.
- ☐ Απενεργοποιήστε την κυκλοφορία του ζεστού νερού όταν δεν είναι απαραίτητο το ζεστό νερό. Χρησιμοποιήστε έλεγχο θερμοκρασίας.
- ☐ Ελέγξτε εάν οι αντλίες κυκλοφορίας είναι σωστά διαστασιολογημένες και ρυθμισμένες. Αν μια αντλία είναι υπερδιαστασιολογημένη, επιλέξτε χαμηλότερη ρύθμιση ή αντικαταστήστε την με μια κατάλληλη μικρότερη με inverter. Προτείνετε αντλίες ελεγχόμενης θερμοκρασίας ή διαφορικής θερμοκρασίας.
- ☐ Ελέγξτε εάν η κατανάλωση ενέργειας των αντλιών κυκλοφορίας είναι υψηλή σε σύγκριση με τις σύγχρονες αντλίες. Αν ναι, αντικαταστήστε τις αντλίες με πιο αποδοτικές (ενεργειακή επισήμανση της ΕΕ).
- ☐ Αποσυνδέστε τις αχρησιμοποίητες βρύσες ζεστού νερού και τους σωλήνες που οδηγούν σε αυτές.
- ☐ Προσθέστε θερμική μόνωση στους σωλήνες ζεστού νερού, ειδικά εκείνους που είναι πάντα θερμοί. Εξαλείψτε τα κενά μόνωσης (π.χ. προκαλούμενα από τη συρρίκνωση (συστολή) της μόνωσης των σωλήνων) και μειώστε τις θερμικές γέφυρες (π.χ. με χρήση μονωμένων στηρίξεων των σωλήνων).
- ☐ Εντοπίστε και σφραγίστε όλες τις διαρροές, συμπεριλαμβανομένων των διαρροών των βρυσών.
- ☐ Διαστασιολογήστε κανονικά τον λέβητα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης και εγκαταστήστε έναν αποσκληρωτή νερού, όπου το νερό είναι σκληρό.
- ☐ Το καλοκαίρι, μη χρησιμοποιείτε τον λέβητα θέρμανσης χώρου, για τη θέρμανση του νερού.
- ☐ Εγκαταστήστε έναν ηλιακό θερμαντήρα για τη θέρμανση του νερού χρήσης.
- ☐ Αντικαταστήστε ξεχωριστές βρύσες κρύου και ζεστού νερού με βαλβίδες ανάμιξης.
- ☐ Αντικαταστήστε ή ανανεώστε τις παλιές βαλβίδες ανάμιξης.
- ☐ Εγκαταστήστε ατομικούς μετρητές ζεστού νερού χρήσης σε πολυκατοικίες.

Επιπρόσθετα:

- ☐ Για συστήματα συμπύκνωσης: προσπαθήστε να ελαχιστοποιήσετε τη θερμοκρασία επιστροφής νερού στο λέβητα. Αποφύγετε την ανάμιξη ζεστού νερού με το νερό επιστροφής στο λέβητα.
- ☐ Καθαρίστε το λεβητοστάσιο τακτικά.
- ☐ Τηρείτε τα χρονοδιαγράμματα συντήρησης για καυστήρες, λέβητες, μονάδες HVAC κ.λπ..
- ☐ Καταγράψτε τακτικά (συνιστάται εβδομαδιαίο διάστημα) τη χρήση ενέργειας για όλα τα καύσιμα. Η σχεδίαση της εβδομαδιαίας μέσης θερμικής ισχύος σε σχέση με τη μέση εξωτερική θερμοκρασία βοηθά στην ανίχνευση δυσλειτουργιών.
- ☐ Ενημερώστε τους ενοικιαστές τακτικά σχετικά με τη χρήση ενέργειας και τα πιθανά μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας.
- ☐ Χρησιμοποιήστε ανανεώσιμη ενέργεια. Σε πολλά Ευρωπαϊκά κλίματα, οι ηλιακοί θερμαντήρες είναι οικονομικά αποδοτικοί.
- ☐ Αντικαταστήστε το σύστημα απαγωγής καυσαερίων εάν αυτό επιτρέπει τη μείωση της θερμοκρασίας καυσαερίων (σύστημα καυσαερίων που δεν είναι κατάλληλο για υγρή λειτουργία απαιτεί υψηλή θερμοκρασία καυσαερίων και επομένως χαμηλότερό βαθμό απόδοσης).

Επιπρόσθετες Συμβουλές:

Η κατανάλωση ενέργειας και η βελτίωση της αποτελεσματικότητας συμβαδίζουν με τα μέσα κτήρια. Οι επιπτώσεις της υπερδιαστασιολόγησης του εγκατεστημένου λέβητα και των απωλειών αναμονής περιορίζονται από τον έλεγχο χρονισμού του υποσυστήματος παραγωγής.

Η εποχιακή απόδοση της παραγωγής μπορεί να βελτιωθεί με:

- ☐ Μειώνοντας τη καθορισμένη προσδιδόμενη ισχύ.
- ☐ Μείωση της περίσσειας του αέρα.
- ☐ Προσθέτοντας μια σύνδεση που ενεργοποιεί το λέβητα μόνο όταν τουλάχιστον μία ζώνη ή η αποθήκευση ζεστού νερού χρήσης απαιτεί θερμότητα.

Η αποδοτικότητα διανομής και ελέγχου μπορεί να βελτιωθεί: με τη μείωση της ταχύτητας της αντλίας κυκλοφορίας στο σύστημα διανομής θέρμανσης χώρου, με αντικατάσταση με αντλία κυκλοφορίας με inverter, μετά την εκ νέου εξισορρόπηση του συστήματος ή την εγκατάσταση θερμοστατικών βαλβίδων (ψυχρός χώρος).

Όταν πρόκειται να αντικατασταθεί ο λέβητας, εξετάστε την ακόλουθη ολοκληρωμένη λύση για τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης του συστήματος θέρμανσης:

- ☐ Εγκαταστήστε ένα λέβητα συμπύκνωσης που επιτρέπει χαμηλή ταχύτητα ροής και υψηλή Δ.θ. (σύνδεση με θερμαντικά σώματα).
- ☐ Εγκαταστήστε έναν καυστήρα με πλήρες κλείσιμο του στομίου εισαγωγής αέρα καύσης σε κατάσταση αναμονής.
- ☐ Εγκαταστήστε έναν καυστήρα που επιτρέπει τη ρύθμιση τόσο του αέρα όσο και του καυσίμου αερίου.
- ☐ Αφαιρέστε τη βαλβίδα ανάμιξης τριών διαδρομών και συνδέστε απευθείας το κύκλωμα θέρμανσης στον λέβητα. Χρησιμοποιήστε το σύστημα ελέγχου του λέβητα για να αποκτήσετε την απαιτούμενη θερμοκρασία ροής.
- ☐ Εγκαταστήστε θερμοστατικές βαλβίδες στα θερμαντικά σώματα για να ρυθμίσετε ξεχωριστές θερμοκρασίες δωματίου.
- ☐ Εγκαταστήστε μια αντλία κυκλοφορίας μεταβλητής ταχύτητας (με inverter) στο κύκλωμα του συστήματος θέρμανσης.
- ☐ Χρήση ζωνών μόνο για σκοπούς χρονισμού (διακοπή νύχτας ή ημέρας).
- ☐ Περιορίστε την ισχύ του καυστήρα στη λειτουργία θέρμανσης.
- ☐ Μειώστε τον ρυθμό ροής στο κύριο κύκλωμα ζεστού νερού οικιακής χρήσης για να μειώσετε τη θερμοκρασία επιστροφής νερού στον λέβητα.

Σε περίπτωση αντικατάστασης του αποθηκευτικού χώρου, σκεφτείτε να χρησιμοποιήσετε έναν εξωτερικό εναλλάκτη θερμότητας και μια αντλία φόρτωσης διαστασιολογημένη ώστε να επιτευχθεί χαμηλή θερμοκρασία επιστροφής στον λέβητα.

Μπορεί να προβλεφθεί η εγκατάσταση αντλίας μεταβλητής ταχύτητας και θερμοστατικών βαλβίδων για τη βελτίωση της εξισορρόπησης του συστήματος θέρμανσης.

Η τακτική συντήρηση από το αρμόδιο προσωπικό είναι απαραίτητη για τη διατήρηση μιας σταθερής καλής ενεργειακής απόδοσης του λέβητα και του συστήματος θέρμανσης.

Ενδεικτικές συστάσεις για την ενσωμάτωση Α.Π.Ε.

- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα εγκατάστασης θερμικών ηλιακών συστημάτων για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα εγκατάστασης θερμικών ηλιακών συστημάτων για τη θέρμανση του νερού πισίνας.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα εγκατάστασης θερμικών ηλιακών συστημάτων για την υποστήριξη του συστήματος θέρμανσης (συστήματα combi) ή/και για ηλιακή ψύξη.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα χρήσης γεωθερμικών αντλιών θερμότητας για τη θέρμανση και τη ψύξη των χώρων.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα εγκατάστασης συστήματος θέρμανσης με βιομάζα (λέβητας ή ενεργειακά τζάκια).

3.2 Οδηγίες ηλεκτρονικής καταχώρησης έκθεσης επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης

Για την ηλεκτρονική καταχώρηση της έκθεσης ενεργειακής επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης απαιτείται ο Α.Π. ενεργειακής επιθεώρησης, ο οποίος εκδίδεται κατόπιν ηλεκτρονικής καταχώρησης των γενικών στοιχείων του κτηρίου (Πίνακας 1) σε ειδική μερίδα του ηλεκτρονικού αρχείου επιθεωρήσεως κτηρίων, του οποίου η τήρηση, ο έλεγχος και η διαχείριση υπάγεται στην αρμοδιότητα των Τμημάτων Επιθεώρησης Ενέργειας Βορείου και Νοτίου Ελλάδος του Υ.Π.ΕΝ./Σ.Ε.Π.Δ.Ε.Μ.

Τα δεδομένα της έκθεσης ενεργειακής επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης υποβάλλονται στο αρχείο επιθεώρησης κτηρίων μέσω αρχείου δεδομένων ανοικτής δομής (XML). Στο αρχείο επιθεώρησης κτηρίων υποβάλλεται το αρχείο δεδομένων της επιθεώρησης, όπως αυτό προκύπτει από την κάθε φορά τρέχουσα έκδοση του λογισμικού ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (επιλογή "Αρχείο προς Υποβολή").

Το λογισμικό που χρησιμοποιείται για τους υπολογισμούς στην υπολογιστική υποδομή του αρχείου επιθεωρήσεως κτηρίων, γίνεται με την κάθε φορά τρέχουσα έκδοση του ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ.

Οποιεσδήποτε τροποποιήσεις επί των παραπάνω γίνονται κατόπιν εισήγησης από τα Τμήματα Επιθεώρησης Ενέργειας Βορείου και Νοτίου Ελλάδος του Σώματος Επιθεώρησης Περιβάλλοντος, Δόμησης, Ενέργειας και Μεταλλείων του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας και έγκρισης από τον Υπουργό Π.ΕΝ.

3.2.1 Απόδοση αριθμού πρωτοκόλλου

Για την έκδοση του Α.Π. ο ενεργειακός επιθεωρητής υποβάλλει τα δεδομένα του Πίνακα 1 (βλ. παρ. 3.1.1) στην διαδικτυακή εφαρμογή www.buildingcert.gr, χρησιμοποιώντας τον κωδικό πρόσβασης (username / password) που του έχει δοθεί από το αρμόδιο Τμήμα Επιθεώρησης Ενέργειας του Υ.Π.ΕΝ./Σ.Ε.Π.Δ.Ε.Μ. Την

πρώτη φορά που θα καταχωρηθούν τα στοιχεία στην Β.Δ., επιλογή “Καταχώριση στη Β.Δ. & Απόδοση Αρ. Πρωτοκόλλου”, αποδίδεται ο Α.Π. ο οποίος και εμφανίζεται στο επάνω μέρος της σχετικής φόρμας.

Εναλλακτικά, ο ενεργειακός επιθεωρητής μπορεί να αντιγράψει τα δεδομένα του Πίνακα 1, από άλλη ενεργειακή επιθεώρηση (κτηρίου, συστημάτων θέρμανσης ή συστημάτων κλιματισμού) που γνωρίζει ότι έχει καταχωρηθεί στο σύστημα. Αν πρόκειται για επιθεώρηση που έχει διενεργήσει ο ίδιος μπορεί να την αναζητήσει (επιλογή «Αναζήτηση Επιθεώρησης»), αλλιώς πρέπει να γνωρίζει και να καταχωρήσει στα σχετικά πεδία τον Αρ. Πρωτοκόλλου και τον Αρ. Ασφαλείας της επιθεώρησης. Κατόπιν μπορεί να χρησιμοποιήσει την επιλογή «Νέα Επιθεώρηση Κτηρίου Βασισμένη σε αυτή την Επιθεώρηση», ώστε να δημιουργηθεί η νέα επιθεώρηση, ως αντίγραφο της παλιάς, και να αποδοθεί σε αυτή Αρ. Πρωτοκόλλου. Στην περίπτωση που η προηγούμενη επιθεώρηση είχε διενεργηθεί από άλλον επιθεωρητή, δεν αντιγράφεται το αρχείο XML της επιθεώρησης.

Ο ενεργειακός επιθεωρητής μπορεί, εάν θέλει, να διορθώσει τα δεδομένα του Πίνακα 1 και μετά την απόδοση του Α.Π., αλλά οπωσδήποτε πριν την οριστική υποβολή της επιθεώρησης.

Τέλος, ο επιθεωρητής, αποθηκεύει τα δεδομένα του Πίνακα 1, στον δίσκο του υπολογιστή του, σε μορφή XML. Για το σκοπό αυτό κάνει δεξί κλικ επάνω στο σύνδεσμο “Δημιουργία Αρχείου XML”, και επιλέγει “Save Target As...”[15], ώστε να αποθηκεύσει στον δίσκο του υπολογιστή του τα δεδομένα του Πίνακα 1, σε μορφή XML. Το αρχείο αυτό (που περιλαμβάνει και τον Α.Π.) μπορεί να φορτωθεί στην εφαρμογή καταχώρισης των δεδομένων της ενεργειακής επιθεώρησης (client).

Με την ολοκλήρωση της επιθεώρησης και της επεξεργασίας των διαθέσιμων στοιχείων για την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των συστημάτων θέρμανσης, ο ενεργειακός επιθεωρητής τα υποβάλει ηλεκτρονικά στην ειδική μερίδα του αρχείου επιθεωρήσεως κτηρίων.

3.2.2 Εισαγωγή ενεργειακής επιθεώρησης στη Β.Δ.

Στο πρώτο βήμα επικοινωνίας με την ηλεκτρονική Β.Δ. εισάγονται τα Γενικά Στοιχεία (χρησιμοποιώντας την επιλογή "Εισαγωγή στοιχείων"). Στη συνέχεια, εισάγονται όλα τα απαιτούμενα στοιχεία για κάθε πίνακα του εντύπου της έκθεσης που εμφανίζεται στο δέντρο στην αριστερή πλευρά της οθόνης.

Για την εισαγωγή των απαιτούμενων πληροφοριών και στοιχείων κατά τη συμπλήρωση του ηλεκτρονικού εντύπου επιλέγονται, όπου είναι διαθέσιμα, τα αντίστοιχα σύμβολα ελέγχου ώστε να καταχωρούνται οι συγκεκριμένες επιλογές.

Για την επιλογή των ενδεικτικών συστάσεων βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας των συστημάτων θέρμανσης, επιλέγετε μια από τις προτεινόμενες ενδεικτικές συστάσεις του καταλόγου, χρησιμοποιώντας την επιλογή «Προσθήκη». Η συγκεκριμένη σύσταση αυτόματα αφαιρείται από τον αρχικό κατάλογο συστάσεων και προστίθεται στον χώρο των τελικών επιλογών. Για την ακύρωση κάποιας σύστασης, επιλέξτε «Διαγραφή» και αυτόματα ενημερώνεται πάλι ο αρχικός κατάλογος των συστάσεων. Στο χώρο «άλλες συστάσεις του ενεργειακού επιθεωρητή» εισάγονται οι πιθανές πρόσθετες συστάσεις του ενεργειακού επιθεωρητή.

Οι **τελικές συστάσεις** του ενεργειακού επιθεωρητή πρέπει να είναι **ιεραρχημένες**.

Η ενεργειακή επιθεώρηση εισάγεται στο σύστημα με τη μορφή αρχείου XML το οποίο δημιουργείται από την εφαρμογή καταχώρισης των δεδομένων (client). Αυτό γίνεται με χρήση της επιλογής «Εισαγωγή Αρχείου Εν. Επιθεώρησης (XML)».

Το παραπάνω βήμα μπορεί να επαναληφθεί όσες φορές θέλει ο ενεργειακός επιθεωρητής, μέχρι την οριστική υποβολή της επιθεώρησης. Κάθε φορά το προηγούμενο αρχείο XML αντικαθίσταται εξ' ολοκλήρου από το νέο.

Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας ο επιθεωρητής μπορεί να ελέγξει την ορθότητα της ενεργειακής επιθεώρησης, χρησιμοποιώντας την επιλογή «Προβολή Έκθεσης» για να βλέπει την προσωρινή κατάσταση

[15] Ανάλογα με τον browser η επιλογή αυτή μπορεί να αναφέρεται και ως “Save Link As...” / “ Αποθήκευση Αρχείου ως....” / “Αποθήκευση Δεσμού ως...”

αυτής της έκθεσης. Μέχρι την οριστική υποβολή της επιθεώρησης, το έντυπο αυτό φέρει την ένδειξη «ΠΡΟΣΟΧΗ: ΑΚΥΡΗ ΕΚΘΕΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ», στη θέση του Αρ. Ασφαλείας (βλ. επόμενη παράγραφο).

3.2.3 Οριστική υποβολή ενεργειακής επιθεώρησης

Όταν ο ενεργειακός επιθεωρητής είναι σίγουρος ότι η διαδικασία έχει ολοκληρωθεί σωστά, οριστικοποιεί την επιθεώρηση μέσω της επιλογής «Οριστική Υποβολή Επιθεώρησης». Τότε, αποδίδεται *αριθμός ασφαλείας (Α.Α.)* στην επιθεώρηση, ο οποίος εκτυπώνεται στην έκθεση ενεργειακής επιθεώρησης. Χωρίς τον Αρ. Ασφαλείας, η έκθεση αυτή δεν είναι έγκυρη.

Πριν την οριστική υποβολή ο επιθεωρητής οφείλει να ελέγξει την έκθεση για την ορθότητα των στοιχείων που εμφανίζονται σε αυτήν και για τυχόν τεχνικά προβλήματα.

Στην έκθεση ενεργειακής επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης που εκδίδεται ηλεκτρονικά από το σύστημα αναγράφονται όλα τα στοιχεία του ενεργειακού επιθεωρητή.

Ο ενεργειακός επιθεωρητής υπογράφει και σφραγίζει την έκθεση ενεργειακής επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης και την παραδίδει στον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτηρίου.

4 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Η ενεργειακή επιθεώρηση συστημάτων κλιματισμού διενεργείται από Ενεργειακούς Επιθεωρητές, εγγεγραμμένους στο προβλεπόμενο από το άρθρο 17 του ν.4122/2013 (ΦΕΚ Α΄ 42), όπως αντικαταστάθηκε από το άρθρο 54 του ν.4409/2016 (ΦΕΚ Α’ 136).

Συγκεκριμένα η επιθεώρηση στα συστήματα κλιματισμού των κτηρίων διενεργείται τουλάχιστον κάθε 5 έτη για συνολική ωφέλιμη ονομαστική ισχύ μεγαλύτερη από 12 kW, σύμφωνα με το άρθρο 15 του ν.4122/2013 (ΦΕΚ Α΄ 42).

Η αρχική επιθεώρηση των συστημάτων κλιματισμού είναι σκόπιμο να προηγείται της αρχικής ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου ή κτηριακής μονάδας, έτσι ώστε να διευκολύνεται η διαδικασία συλλογής στοιχείων. Επίσης, είναι απαραίτητο να υπάρχουν καταγεγραμμένα όλα τα στοιχεία των συσκευών (ρυθμίσεις, αποδόσεις, συντήρηση κ.λπ..) και να προσκομισθούν στον ενεργειακό επιθεωρητή με μέριμνα του ιδιοκτήτη/διαχειριστή.

Η διαδικασία επιθεώρησης συστημάτων κλιματισμού περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

1. Ανάθεση της ενεργειακής επιθεώρησης των συστημάτων κλιματισμού στον ενεργειακό επιθεωρητή κατόπιν πρόσκλησης από τον ιδιοκτήτη ή διαχειριστή του κτηρίου (δηλαδή τον εντολοδόχο του ιδιοκτήτη ή των ιδιοκτητών κτηρίου ή κτηριακής μονάδας βάσει έγγραφης συμφωνίας αυτών, όπως είναι η απόφαση γενικής συνέλευσης, η σύμβαση μεσιτείας, σύμβαση οικοδομήσεως κ.ά.). Κατά την ανάθεση καθορίζονται με έγγραφη συμφωνία οι υποχρεώσεις των συμβαλλόμενων μερών, του ενεργειακού επιθεωρητή (όπως σύνταξη έκθεσης επιθεώρησης κ.ά.) και του ιδιοκτήτη / διαχειριστή (όπως παροχή γενικών πληροφοριών για τη χρήση και κατασκευή του κτηρίου, το ιδιοκτησιακό καθεστώς, παράδοση της άδειας δόμησης και τυχόν αρχιτεκτονικών και Η/Μ σχεδίων του κτηρίου ως κατασκευασθέντος κ.ά.), για τη διευκόλυνση της ενεργειακής επιθεώρησης. Δεν αποτελεί υποχρέωση του ενεργειακού επιθεωρητή η ακριβής αποτύπωση του κτηρίου που πρόκειται να επιθεωρήσει, καθώς και η συλλογή των παραπάνω στοιχείων σε περίπτωση που αυτά δεν υφίστανται ή είναι ελλιπή.
2. Ηλεκτρονική απόδοση αριθμού πρωτοκόλλου (ΑΠ) ενεργειακής επιθεώρησης, κατόπιν ηλεκτρονικής καταχώρησης των γενικών στοιχείων του κτηρίου σε ειδική μερίδα του προβλεπόμενου, από το άρθρο 17 του ν.4122/2013, όπως αντικαταστάθηκε από το άρθρο 54 του ν.4409/2016, αρχείου επιθεωρήσεως κτηρίων. Ο ίδιος αριθμός πρωτοκόλλου χρησιμοποιείται για την ηλεκτρονική καταχώρηση της έκθεσης επιθεώρησης συστήματος κλιματισμού, στο προαναφερόμενο αρχείο.
3. Επιτόπιο έλεγχο του ενεργειακού επιθεωρητή στα κεντρικά συστήματα κλιματισμού του κτηρίου, την επαλήθευση των στοιχείων που του έχουν παρασχεθεί από τον ιδιοκτήτη / διαχειριστή και την καταγραφή όλων των απαραίτητων στοιχείων για τη σύνταξη της έκθεσης επιθεώρησης συστημάτων κλιματισμού (Παράρτημα Γ). Στον ενεργειακό επιθεωρητή παρέχεται η δυνατότητα επίσκεψης των εσωτερικών κοινόχρηστων και ιδιόκτητων χώρων που πρόκειται να επιθεωρήσει.
4. Επεξεργασία των στοιχείων και αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των συστημάτων κλιματισμού. Επιπλέον, λαμβάνονται υπόψη οι μέσες τιμές για όμοια συστήματα εγκαταστάσεων κλιματισμού, όπως καθορίζονται σε εθνικά πρότυπα και τα οποία βασίζονται σε τυπολογίες εγκαταστάσεων κλιματισμού.
5. Στη διαδικασία επιθεώρησης των συστημάτων κλιματισμού περιλαμβάνεται και η επιθεώρηση του συστήματος αερισμού και των κλιματιστικών μονάδων που υπάρχουν στο κτήριο.
6. Σύνταξη έκθεσης επιθεώρησης συστημάτων κλιματισμού με τα αποτελέσματα της αξιολόγησης, διαπιστώσεις και συστάσεις για την οικονομικώς συμφέρουσα βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των επιθεωρούμενων συστημάτων ή την αντικατάστασή τους. Οι συστάσεις βασίζονται στα αποτελέσματα της επιθεώρησης, λαμβάνοντας υπόψη και τη διαθεσιμότητα νέων τεχνολογιών. Σχετικές οδηγίες παρουσιάζονται στη συνέχεια.
7. Ηλεκτρονική υποβολή και καταχώρηση του εντύπου της έκθεσης επιθεώρησης σε ειδική μερίδα του αρχείου επιθεωρήσεως κτηρίων, την έκδοση της έκθεσης επιθεώρησης συστημάτων κλιματισμού και την

παράδοση των συμφωνημένων αντιγράφων αυτής, σφραγισμένων και υπογεγραμμένων, στον ιδιοκτήτη / διαχειριστή, με μέριμνα του ενεργειακού επιθεωρητή.

Οι αναλυτικές οδηγίες που παρουσιάζονται στη συνέχεια καθοδηγούν τον ενεργειακό επιθεωρητή στη σωστή συμπλήρωση του εντύπου της έκθεσης επιθεώρησης συστημάτων κλιματισμού (Παράρτημα Γ) και στη συνέχεια την ηλεκτρονική του καταχώρηση.

Το ηλεκτρονικό έντυπο μπορεί να διαφέρει σε ορισμένα σημεία από την έντυπη μορφή του. Σε αυτές τις περιπτώσεις, γίνονται οι αντίστοιχες επισημάνσεις, οι οποίες αναγνωρίζονται με το σύμβολο 💻.

Η συχνότητα επιθεωρήσεων των συστημάτων κλιματισμού, εφόσον είναι οικονομικά και τεχνικά εφικτό, σύμφωνα με το άρθρο 15 (παρ.3) της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 31/2010/ΕΕ, θα πρέπει να συμπίπτει με τη συχνότητα ελέγχου διαρροών, όπως αυτή καθορίζεται από το κανονισμό 517/2014 για τα φθοριούχα αέρια.

Πίνακας 4α. Συχνότητα επιθεωρήσεων συστημάτων κλιματισμού σύμφωνα με τα οριζόμενα στην παράγραφο 3 του άρθρου 4 του ΕΚ 517/2014.

Περιεκτικότητα φθοριούχων αερίων του θερμοκηπίου – σε ισοδύναμους τόνους CO_2	Συχνότητα επιθεωρήσεων
5<χ<50	Τουλάχιστον ανά δωδεκάμηνο ή, σε περίπτωση που υπάρχει εγκατεστημένο σύστημα ανίχνευσης διαρροών, τουλάχιστον ανά είκοσι τέσσερις μήνες.
50<χ<500	Τουλάχιστον ανά εξάμηνο ή, σε περίπτωση που υπάρχει εγκατεστημένο σύστημα ανίχνευσης διαρροών, τουλάχιστον ανά δωδεκάμηνο.·
> 500	Τουλάχιστον ανά τρίμηνο ή, σε περίπτωση που υπάρχει εγκατεστημένο σύστημα ανίχνευσης διαρροών, τουλάχιστον ανά εξάμηνο.

Οι υπολογισμοί των ισοδύναμων τόνων CO_2 γίνεται σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2006/40/ΕΚ.

4.1 Οδηγίες συμπλήρωσης έκθεσης συστημάτων κλιματισμού

Ο ενεργειακός επιθεωρητής κατά τη διάρκεια της ενεργειακής επιθεώρησης συστημάτων κλιματισμού συγκεντρώνει τα στοιχεία που αναλυτικά παρουσιάζονται στη συνέχεια, ώστε να συμπληρώσει όλους τους πίνακες που περιλαμβάνει το έντυπο της έκθεσης επιθεώρησης συστημάτων κλιματισμού (Παράρτημα Γ) και να ολοκληρώσει με επιτυχία την ηλεκτρονική του καταχώρηση.

4.1.1 Πίνακας 1. Γενικά στοιχεία κτηρίου

⚠ Τα γενικά στοιχεία υποβάλλονται στο πρώτο στάδιο της ηλεκτρονικής καταχώρησης του εντύπου της Έκθεσης Επιθεώρησης Συστημάτων Κλιματισμού, όπως περιγράφεται στην ενότητα 4.2.

💻 Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, εμφανίζονται τα γενικά στοιχεία του κτηρίου που έχουν υποβληθεί στο πρώτο στάδιο και δεν μπορούν να αλλαχθούν.

Συμπληρώνεται όπως ο Πίνακας 1α στην ενότητα 2.1.1.

4.1.2 Πίνακας 2. Γενικά χαρακτηριστικά κτηρίου & συστημάτων

Τα γενικά χαρακτηριστικά του κτηρίου και των συστημάτων περιλαμβάνουν τις πληροφορίες που ήδη παρουσιάστηκαν στην ενότητα 3.1.2.

💻 Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, ο μέγιστος επιτρεπόμενος αριθμός συστημάτων είναι 50.

Οι **Πίνακες 3 - 5 και 7 - 11 συμπληρώνονται για κάθε σύστημα κλιματισμού**, ενώ ο **Πίνακας 6 συμπληρώνεται για κάθε μονάδα παραγωγής ψύξης/θέρμανσης** που λειτουργεί στο κτήριο.

4.1.3 Πίνακας 3. Υφιστάμενη κατάσταση συστήματος

Καταγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά για την υφιστάμενη κατάσταση για κάθε σύστημα κλιματισμού, για παράδειγμα, ανά χρήση ή/και θερμική ζώνη, που υπάρχει στο κτήριο. Τα στοιχεία σχεδιασμού λαμβάνονται από τη μελέτη κλιματισμού και τα μηχανολογικά σχέδια, εάν υπάρχουν.

- **α/α Συστήματος.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός του συστήματος κλιματισμού που εξυπηρετεί το κτήριο.
- **Μελέτη κλιματισμού.** Καταγράφεται η διαθεσιμότητα της μελέτης κλιματισμού, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- **Μηχανολογικά σχέδια.** Καταγράφεται η διαθεσιμότητα των μηχανολογικών σχεδίων της εγκατάστασης κλιματισμού, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- **Χρήσεις συστήματος κλιματισμού.** Καταγράφονται όλες οι χρήσεις του συστήματος κλιματισμού.
- **Σύντομη περιγραφή.** Καταγράφεται μια σύντομη περιγραφή του συστήματος κλιματισμού.
- **Εργαζόμενο ψυκτικό μέσο:** Καταγραφή του εργαζόμενου ψυκτικού μέσου του συστήματος κλιματισμού.

Σε περίπτωση χρήσης ψυκτικού μέσου σε αντικατάσταση του HCFC-22 ή ανακυκλωμένου HCFC-22 θα πρέπει κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του συστήματος να ληφθεί υπόψη καθώς έχουμε μείωση της απόδοσης του συστήματος από 5-25%.

- **Θερμικές ζώνες.** Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός θερμικών ζωνών που καλύπτει το σύστημα κλιματισμού και για κάθε ζώνη προσδιορίζεται η τελική χρήση της, όπως ήδη παρουσιάστηκαν στην ενότητα 2.1.5.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, εισάγεται η χρήση των θερμικών ζωνών εάν πρόκειται για ενιαία χρήση. Σε περίπτωση μικτής χρήσης στη θερμική ζώνη, εισάγονται περισσότερες από μια χρήσεις.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, ο μέγιστος επιτρεπόμενος αριθμός θερμικών ζωνών είναι 100.

- **Εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού.** Καταγράφεται η εσωτερική θερμοκρασία (^{o}C) και σχετική υγρασία (%) σχεδιασμού της εγκατάστασης κλιματισμού για χειμώνα και καλοκαίρι, και ο νωπός αέρας (εάν υπάρχει η μελέτη κλιματισμού), που αντιστοιχεί σε κάθε θερμική ζώνη που ορίστηκε.
- **Τύπος.** Καταγράφεται ο τύπος συστήματος, προσδιορίζοντας εάν είναι μονοζωνικό ή πολυζωνικό, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- **Έτος εγκατάστασης & λειτουργίας.** Καταγράφεται το έτος εγκατάστασης και λειτουργίας του συστήματος κλιματισμού.
- **Μονάδες παραγωγής ψύξης/θερμότητας.** Καταγράφονται όλες οι μονάδες παραγωγής ψύξης/θερμότητας που χρησιμοποιούνται στο συγκεκριμένο σύστημα κλιματισμού. Οι μονάδες μπορεί να είναι: Ψύκτες, κεντρικές Α.Θ., τοπικές Α.Θ., VRV, πολυδιαιρούμενες Multi Α.Θ. ή άλλο (προσδιορίζεται) και συγκεκριμένα για την θέρμανση: Λέβητας, Σ.Η.Θ. ή τηλεθέρμανση.
- **Τερματικές μονάδες.** Καταγράφονται όλες οι τερματικές μονάδες που χρησιμοποιούνται στο συγκεκριμένο σύστημα κλιματισμού.

Ηλιοπροστασία κλιματιζόμενων χώρων

Η ηλιοπροστασία του εξωτερικού κελύφους και ιδιαίτερα ο σκιασμός των διαφανών επιφανειών του κτηρίου, αποτελεί τη βασικότερη προϋπόθεση για τη μείωση των ψυκτικών φορτίων από τα άμεσα ηλιακά κέρδη. Οι διαθέσιμοι τύποι σκιάστρων προσφέρουν μια μεγάλη ποικιλία εναλλακτικών λύσεων, που μπορούν να ενσωματωθούν στην οποιαδήποτε αρχιτεκτονική κτηρίου, διατηρώντας την αισθητική και την ιδιαιτερότητα του κάθε κτηρίου. Ο κατάλληλος σκιασμός βελτιώνει τις εσωτερικές συνθήκες άνεσης και μειώνει τα εξωτερικά ψυκτικά φορτία, βελτιώνοντας την απόδοση των εγκαταστάσεων κλιματισμού. Η επιλογή του συγκεκριμένου τύπου σκιάστρων εξαρτάται από διαφορετικά κριτήρια, ανάλογα με την αρχιτεκτονική του κτηρίου, και πρακτικές παραμέτρους, όπως για παράδειγμα, σε συνάρτηση με την κατασκευή, τα πιθανά λειτουργικά

προβλήματα, την απαιτούμενη συντήρηση και τον καθαρισμό, την αντοχή και την αισθητική των ίδιων των σκιάστρων, με την πάροδο του χρόνου.

Καταγράφεται ο τύπος των εξωτερικών σκιάστρων και μια σύντομη περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης (π.χ. σε σχέση με την αποτελεσματικότητά τους), προσδιορίζοντας όλες τις όψεις του κτηρίου που είναι εγκατεστημένα (ανατολική, νότια, δυτική), επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

Δεν λαμβάνονται υπόψη τα εσωτερικά σκίαστρα.

Εσωτερικά κέρδη & Φορτία Αερισμού κλιματιζόμενων χώρων

Τα εσωτερικά φορτία προέρχονται από τους ανθρώπους (χρήστες του κτηρίου), τον φωτισμό, και τις συσκευές ή τα μηχανήματα, τα οποία αυξάνουν τη θερμοκρασία του αέρα με τη θερμότητα που αποβάλλουν (αισθητό ψυκτικό φορτίο). Σε ορισμένες περιπτώσεις (π.χ. μέρος της αποδιδόμενης θερμότητας από τους ανθρώπους) αυξάνεται και η υγρασία (λανθάνον ψυκτικό φορτίο). Το καλοκαίρι, τα εσωτερικά θερμικά κέρδη αυξάνουν το ψυκτικό φορτίο, ενώ τον χειμώνα μειώνουν το θερμικό φορτίο. Τα εσωτερικά κέρδη μπορεί να είναι σημαντικά ανάλογα με τον αριθμό των χρηστών και τη δραστηριότητά τους, την εγκατεστημένη ισχύ του τεχνητού φωτισμού και των ηλεκτρικών συσκευών σε συνδυασμό με τον χρόνο λειτουργίας τους. Συγκεκριμένα καταγράφονται τα εξής:

- Αριθμός χρηστών και τα εκτιμώμενα συνολικά εσωτερικά θερμικά φορτία (kW) από τους χρήστες, ανάλογα με τη δραστηριότητά τους.
- Συνολική εγκατεστημένη ισχύ των συστημάτων τεχνητού φωτισμού (kW) και τον μέσο ημερήσιο χρόνο λειτουργίας τους.
- Συνολική εγκατεστημένη ισχύ των συσκευών (kW) και τον μέσο ημερήσιο χρόνο λειτουργίας τους.

Τα φορτία αερισμού προέρχονται από τον εξωτερικό (νωπό) αέρα που απαιτείται για τον αερισμό των εσωτερικών χώρων και την είσοδο του ζεστού εξωτερικού αέρα μέσα από τις χαραμάδες των ανοιγμάτων (π.χ. παράθυρα, πόρτες). Ο ζεστός αέρας αυξάνει το αισθητό ψυκτικό φορτίο, ενώ εάν έχει υψηλή υγρασία αυξάνεται και το λανθάνον ψυκτικό φορτίο. Αντίστοιχα, ο κρύος εξωτερικός αέρας αυξάνει τα θερμικά φορτία.

Οι ανεμιστήρες οροφής βελτιώνουν τις συνθήκες θερμικής άνεσης σε μη κλιματιζόμενους χώρους, προκαλώντας την κυκλοφορία του εσωτερικού αέρα με ταχύτητα 0,5 – 0,8 m/s. Σε κλιματιζόμενα κτήρια, επιτρέπουν τη ρύθμιση του θερμοστάτη μια κλιματιστικής μονάδας σε υψηλότερη θερμοκρασία, μειώνοντας έτσι την κατανάλωση ενέργειας για κλιματισμό. Συγκεκριμένα καταγράφεται το ποσοστό κάλυψης των εσωτερικών χώρων που διαθέτουν ανεμιστήρες οροφής σε σχέση με τη συνολική κλιματιζόμενη επιφάνεια, λαμβάνοντας υπόψη ότι ένας ανεμιστήρας οροφής καλύπτει αποτελεσματικά περίπου 10 m^2, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

4.1.4 Πίνακας 4. Κατανάλωση ενέργειας

Η κατανάλωση ενέργειας καταγράφεται συνολικά ή ανά τελική χρήση (επιλέγοντας όλες τις επί μέρους χρήσεις για: ψύξη, θέρμανση, αερισμό, βοηθητικά συστήματα ή συνολικά για τον κλιματισμό), εάν είναι διαθέσιμη, και ανά πηγή ενέργειας. Οι καταναλώσεις πρέπει να είναι μέσες ετήσιες τιμές (π.χ. kWh/έτος, l/έτος ή Nm^3/έτος) και να τεκμηριώνονται από τα τιμολόγια/παραστατικά αγοράς/χρέωσης των επί μέρους καυσίμων ή ηλεκτρικής ενέργειας. Προτείνεται ο υπολογισμός της ετήσιας κατανάλωσης να προκύπτει από δεδομένα τουλάχιστον τριετίας (εάν υπάρχουν). Σε όλες τις περιπτώσεις, καταγράφεται η αντίστοιχη περίοδος από την οποία προκύπτει η κατανάλωση ενέργειας (π.χ. 15/12/05 μέχρι 15/6/08).

Σε περίπτωση μη διαθέσιμων στοιχείων κατανάλωσης καυσίμων ανά μονάδα ή ανά τελική χρήση, τότε η καταγραφή γίνεται για το σύνολο των συστημάτων λέβητα / καυστήρων και δεν συμπληρώνεται ξανά.

4.1.5 Πίνακας 5. Κατανομή Δαπανών

Σε κτήρια που περιλαμβάνουν περισσότερες της μιας ιδιοκτησίες, η λειτουργία της κεντρικής θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού ελέγχεται με διάφορους τρόπους. Για παράδειγμα, η κατανομή ανά ιδιοκτησία των δαπανών κεντρικής θέρμανσης κτηρίων που περιλαμβάνουν περισσότερες της μιας ιδιοκτησίες καθορίζεται

από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2427/1983 (Κατανομή Δαπανών Κεντρικής Θέρμανσης Κτηρίων) και έγινε υποχρεωτική με το Π.Δ. 27-09/07-11-1985 (ΦΕΚ Δ’ 631).

Σε περίπτωση ύπαρξης συστήματος κατανομής δαπανών καταγράφεται και δίνεται μια σύντομη περιγραφή της διάταξης που μπορεί να περιλαμβάνει σύστημα:

1. **Θερμιδομέτρησης.** Τα συστήματα αυτονομίας μπορούν να χρησιμοποιήσουν θερμιδόμετρα, δηλαδή μετρητές θερμότητας, που αποδίδουν με μεγαλύτερη ακρίβεια την πραγματική χρήση του συστήματος θέρμανσης ή κλιματισμού. Η ποσότητα θερμότητας που καταναλώνεται υπολογίζεται από το γινόμενο της παροχής του ζεστού νερού που περνάει από την ηλεκτροβάνα στον συλλέκτη παροχής ζεστού ή κρύου νερού για κάθε ιδιοκτησία, επί την διαφορά θερμοκρασίας προσαγωγής και επιστροφής του νερού. Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθούν συσκευές κατανομής δαπανών θέρμανσης σε κάθε τερματικό σώμα οργάνων κατανομής της δαπάνης κεντρικού κλιματισμού (κατανεμητές δαπανών). Οι συσκευές αυτές μπορούν να θεωρηθούν ως όργανα θερμιδομέτρησης που τοποθετούνται σε κάθε ανεξάρτητο σώμα και συνήθως συνδυάζονται με τοποθέτηση θερμοστατικής βαλβίδας στο σώμα.
2. Μέτρησης ηλεκτρικής κατανάλωσης. Μετράει την παροχή ηλεκτρικής ισχύος ανά σύστημα. Τέτοια μετρητική διάταξη μπορεί να εμφανιστεί σε περίπτωση πολλών συστημάτων διαφορετικής ιδιοκτησίας αλλά με κοινή ηλεκτρική παροχή.
3. **BEMS.** Κεντρικά συστήματα ενεργειακής διαχείρισης που ελέγχουν πλήρως την λειτουργία των συστημάτων ψύξης, θέρμανσης, κλιματισμού και επιπλέον πολλών άλλων παραμέτρων και συστημάτων (π.χ. έλεγχος λειτουργίας του αερισμού, φωτισμού κ.ά.). Η ρύθμιση και ο έλεγχος της λειτουργίας μπορεί να γίνει εύκολα από ένα κεντρικό σημείο ελέγχου, σε διαφορετικές ζώνες ανάλογα με τις απαιτήσεις.

4.1.6 Πίνακας 6. Τεχνικά χαρακτηριστικά μονάδας παραγωγής ψύξης

Καταγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά της κάθε μονάδας παραγωγής ψύξης της εγκατάστασης. Τα στοιχεία λαμβάνονται από τη σήμανση των κατασκευαστών, εάν υπάρχει, τις σχετικές μελέτες ή άλλα διαθέσιμα στοιχεία και τεχνικά χαρακτηριστικά.

Τα υφιστάμενα συστήματα κλιματισμού χωρίζονται ανάλογα με το μέσο που οδεύει στις τερματικές μονάδες στις παρακάτω κατηγορίες:

- Συστήματα απευθείας εκτόνωσης, όπου στις εσωτερικές μονάδες οδεύει ψυκτικό μέσο – στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται οικιακά κλιματιστικά, multi, συστήματα VRF κτλ
- Συστήματα νερού, όπου στις εσωτερικές μονάδες οδεύει κρύο ή ζεστό νερό – στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται αντλίες θερμότητας αέρος νερού ή νερού νερού, κτλ

Τα συστήματα απευθείας εκτόνωσης περιλαμβάνουν δυο εναλλάκτες θερμότητας, μέσω των οποίων γίνεται η ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ του αέρα και της ψυχρής ή θερμής επιφάνειας των εναλλακτών, με αποτέλεσμα είτε να απορροφά από τον αέρα θερμότητα (πηγή), είτε να αποδίδει θερμότητα (καταβόθρα) στον αέρα. Το καλοκαίρι λειτουργεί για ψύξη και τον χειμώνα για θέρμανση. Μέσα στον εναλλάκτη κυκλοφορεί ένα ρευστό χαμηλής ή υψηλής θερμοκρασίας, αντίστοιχα. Το ψυκτικό ρευστό ή ψυκτικό μέσο ή απλά ψυκτικό είναι το μέσο που απαιτείται για την ανταλλαγή θερμότητας. Η λειτουργία τους βασίζεται στις αλλαγές φάσης του ψυκτικού ρευστού κατά τη διαδικασία της συμπίεσης και της εκτόνωσης. Στα εν λόγω συστήματα, εξαιτίας των Ευρωπαϊκών Οδηγιών Ecodesign 2009/125/ΕΚ και της οδηγίας για την ενεργειακή σήμανση των προϊόντων 2010/30/EU χρησιμοποιούνται πλέον μόνο συμπιεστές μεταβλητών στροφών.

Ανάλογα με την πηγή από την οποία αντλούν θερμότητα (αέρας, νερό, έδαφος) και το μέσο στο οποίο την αποδίδουν (αέρας, νερό) ως καταβόθρα θερμότητας, οι αντλίες θερμότητας διαχωρίζονται σε: Αέρα – Νερού, Νερού – Νερού κ.ά., με διαφορετικές αποδόσεις.

Η μέγιστη απόδοση της μονάδας επιτυγχάνεται όσο μικρότερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας της πηγής απ’ όπου αντλείται η θερμότητα, από την θερμοκρασία του μέσου στο οποίο αποδίδεται η θερμότητα. Η συνηθέστερη πηγή ή καταβόθρα θερμότητας είναι ο ατμοσφαιρικός αέρας, η θερμοκρασία του οποίου μεταβάλλεται συνεχώς, οδηγώντας σε διαρκή μεταβολή τις στροφές του συμπιεστή, τα βήματα της εκτονωτικής διάταξης καθώς και τη θερμοκρασία εξάτμιση του ψυκτικού μέσου. Το νερό μπορεί επίσης να

χρησιμοποιηθεί σαν πηγή ή καταβόθρα θερμότητας, συνδέοντας τη μονάδα μέσω του εξωτερικού εναλλάκτη με επιφανειακά ή υπόγεια ύδατα, ή ακόμη και με τη θάλασσα. Το έδαφος σαν πηγή ή καταβόθρα θερμότητας (γεωθερμικές αντλίες θερμότητας) συνδέεται με τη μονάδα μέσω υπόγειων εναλλακτών θερμότητας. Οι εναλλάκτες μπορούν να τοποθετηθούν οριζόντια ή κατακόρυφα. Η θερμοκρασία του εδάφους, σε μικρό βάθος, παραμένει πρακτικά σταθερή καθ’ όλη τη διάρκεια του έτους, επιτυγχάνοντας υψηλότερη απόδοση σε σχέση με τις συμβατικές μονάδες, αφού λειτουργεί υπό ευνοϊκότερες συνθήκες.

Οι εξωτερικές μονάδες απευθείας εκτόνωσης είτε αερόψυκτες, είτε υδρόψυκτες μπορούν να παραλληλίσουν τη λειτουργία τους για να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μεγάλες εγκαταστάσεις ώστε να εξοικονομήσουν ενέργεια. Η παράλληλη σύνδεση τους είναι η βέλτιστη λύση σε περιπτώσεις όπως: πολύ μεγάλο ψυκτικό φορτίο που δεν μπορεί να καλυφθεί από ένα μόνο μηχάνημα, μεγάλες διακυμάνσεις των φορτίων, περιορισμένος διαθέσιμος χώρος για την εγκατάσταση ενός μεγάλου μηχανήματος, κρισιμότητα εφαρμογής καθώς σε περίπτωση αστοχίας μιας μονάδας, οι υπόλοιπες μπορούν να συνεχίσουν απρόσκοπτα τη λειτουργία τους.

Τα συστήματα νερού συνδυάζονται με τοπικά στοιχεία fan coil ή με ΚΚΜ, και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή κρύου νερού. Οι αρχές λειτουργίας τους είναι παρόμοιες με της αντλίας θερμότητας, που περιεγράφηκαν στις προηγούμενες ενότητες. Ανάλογα με τον τρόπο απόρριψης της θερμότητας στο περιβάλλον, από τον συμπυκνωτή ή τον εξατμιστή του μηχανήματος, υπάρχουν δύο τύποι ψυκτών: αερόψυκτοι και υδρόψυκτοι.

Επίσης, υπάρχουν μηχανήματα, που ο συμπυκνωτής δεν βρίσκεται πάνω στο κυρίως μηχάνημα, αλλά σε κάποιο απομακρυσμένο σημείο, όπου ψύχεται με αέρα ή με νερό. Στα συστήματα νερού χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι συμπιεστών. Οι εναλλάκτες είναι διαφόρων τύπων, είτε πλακοειδείς, είτε κελύφους και σωλήνων. Στην περίπτωση κελύφους σωληνώσεων εναλλάκτη διακρίνονται δυο κατηγορίες· στη μεν πρώτη, το κέλυφος γεμίζει με νερό και από τους σωλήνες οδεύει ψυκτικό μέσο, στη δε δεύτερη, το κέλυφος γεμίζει με ψυκτικό μέσο και στους σωλήνες οδεύει νερό. Στους κλειστού τύπου συμπιεστές, ο κινητήρας και ο συμπιεστής βρίσκονται εγκιβωτισμένοι μέσα σε έναν ερμητικά κλειστό κέλυφος και σε περίπτωση βλάβης, επειδή η επισκευή τους είναι δαπανηρή και οικονομικά σύμφορη, αντικαθίστανται. Στους ημιερμητικού τύπου συμπιεστές, ο συμπιεστής και ο κινητήρας του βρίσκονται επίσης μέσα στο ίδιο κέλυφος, αλλά σε ορισμένες θέσεις αυτού υπάρχουν κατάλληλες θυρίδες πρόσβασης στο εσωτερικό του συστήματος κινητήρα – συμπιεστή, για την επισκευή τους. Ο ανεμιστήρας στα αερόψυκτα συστήματα νερού είναι συνήθως οριζόντιου αξονικού τύπου και τοποθετείται πάνω από τους εναλλάκτες της μονάδας. Στα υδρόψυκτα συστήματα νερού, ο ανεμιστήρας τοποθετείται στους πύργους ψύξης, που εξυπηρετούν τη μονάδα, και είναι συνήθως φυγοκεντρικού τύπου.

Τα αερόψυκτα συστήματα νερού είναι συνήθως ενιαίου τύπου (packaged) και παραδίδονται πλήρως συναρμολογημένα, με προφορτισμένα κυκλώματα ψυκτικού ρευστού και λαδιού στον συμπιεστή, με τις απαιτούμενες ηλεκτρικές καλωδιώσεις κ.τ.λ. Τα αερόψυκτα συστήματα νερού τοποθετούνται συνήθως σε εξωτερικούς χώρους, όπως για παράδειγμα στο δώμα ή τον περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου, αλλά υπάρχουν και μικρού μεγέθους μονάδες για εσωτερική εγκατάσταση. Στον χώρο εγκατάστασης απαιτείται η υδραυλική σύνδεση του μηχανήματος με τους σωλήνες εισόδου και εξόδου του νερού, και η ηλεκτρική σύνδεση του πίνακα του μηχανήματος. Η διάταξη τους πρέπει να επιτρέπει την ελεύθερη κυκλοφορία του αέρα, και να υπάρχει από όλες τις πλευρές εύκολη πρόσβαση για εργασίες συντήρησης.

Τα υδρόψυκτα συστήματα νερού χρησιμοποιούν νερό για την αποβολή ή πρόσληψη θερμότητας του συμπυκνωτή ή του εξατμιστή τους. Το μέγεθος του ψύκτη και ο αριθμός των απαιτούμενων μηχανημάτων, καθορίζεται από τα φορτία και τις ανάγκες της εγκατάστασης. Τα υδρόψυκτα συστήματα νερού τοποθετούνται σε εσωτερικούς χώρους, όπως για παράδειγμα το μηχανοστάσιο, και συνδέονται μέσω αντλιών με τους πύργους ψύξης που τοποθετούνται στο δώμα ή τον περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου. Για την απόρριψη της θερμότητας στο περιβάλλον, το νερό κυκλοφορεί σε ένα πύργο ψύξης. Η μείωση της θερμοκρασίας του νερού στους πύργους ψύξης, μειώνεται με την διαδικασία της άμεσης εξατμιστικής ψύξης.

Ο παραλληλισμός της λειτουργίας των ψυκτών, σε ορισμένες εφαρμογές, επιτρέπει την ορθολογική λειτουργία μιας μεγάλης εγκατάστασης και την εξοικονόμηση ενέργειας. Η παράλληλη σύνδεση ψυκτών είναι η βέλτιστη λύση σε περιπτώσεις όπως: πολύ μεγάλο ψυκτικό φορτίο που δεν μπορεί να καλυφθεί από ένα

μόνο μηχάνημα, μεγάλες διακυμάνσεις των φορτίων, περιορισμένος διαθέσιμος χώρος για την εγκατάσταση ενός μεγάλου μηχανήματος, κρισιμότητα εφαρμογής καθώς σε περίπτωση αστοχίας μιας μονάδας οι υπόλοιπες μπορούν να συνεχίσουν απρόσκοπτα τη λειτουργία τους. Η εγκατάσταση χρησιμοποιεί έναν ψύκτη σαν κεντρικό μηχάνημα (master) και τα υπόλοιπα λειτουργούν σαν δευτερεύοντα (slaves), υποστηρικτικά του κεντρικού μηχανήματος.

Η ηλιακή ενέργεια ή άλλη πηγή θερμότητας, όπως από μια μονάδα ΣΗΘ, μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σαν πηγή θερμότητας. Η μονάδα λειτουργεί με τον κύκλο απορρόφησης/absorption ή προσρόφησης/ adsorption.

Ανάλογα με τον σχεδιασμό της μονάδας, της εγκατάστασης και τη θέση των διαφόρων εξαρτημάτων του κυκλώματος, οι κεντρικές αντλίες θερμότητας διαχωρίζονται σε πολυδιαιρούμενες μονάδες (multi) διαχωρίζοντας την εξωτερική μονάδα με τον συμπιεστή (στο εξωτερικό περιβάλλον) από τις εσωτερικές μονάδες που τοποθετούνται στους κλιματιζόμενους χώρους. Οι μεγάλου μεγέθους αντλίες θερμότητας κεντρικών μονάδων είναι συνήθως αέρα-νερού. Σε κεντρικές εγκαταστάσεις που κυκλοφορεί νερό, απαιτούνται αντλίες οι οποίες κυκλοφορούν το ζεστό και το κρύο νερό από την εξωτερική μονάδα στους διάφορους τύπους εσωτερικών συσκευών, που βρίσκονται στους εσωτερικούς χώρους, για να κλιματίσουν τον εσωτερικό αέρα που κυκλοφορεί γύρω από έναν εναλλάκτη των εσωτερικών κλιματιστικών συσκευών. Όταν χρησιμοποιείται ψυκτικό ρευστό μεταξύ των εξωτερικών και εσωτερικών μονάδων τότε το σύστημα είναι γνωστό σαν μονάδα απευθείας εκτόνωσης (ή με διάφορες εμπορικές ονομασίες όπως VRV, VRF, HRV κ.τ.λ.). Συγκεκριμένα καταγράφονται τα εξής:

- **α/α Μονάδας**. Ο αύξων αριθμός της μονάδας ψύξης του συστήματος κλιματισμού σε περίπτωση που υπάρχουν στο κτήριο πάνω από μία μονάδες.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, ο μέγιστος επιτρεπόμενος αριθμός μονάδων παραγωγής ψύξης είναι 100.

- **Κεντρική μονάδα.** Εάν η μονάδα λειτουργεί ως κεντρική μονάδα και όχι ως δευτερεύουσα ή εφεδρική, επιλέγεται το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- **Τελική Χρήση**. Ανάλογα εάν η μονάδα λειτουργεί για ψύξη χώρων ή και θέρμανση χώρων (π.χ. με Α.Θ.), επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- **Τύπος** της μονάδας παραγωγής ψύξης για τους ψύκτες ή αντλίες θερμότητας.
- **Πηγή ενέργειας** που χρησιμοποιεί η συγκεκριμένη μονάδα: ηλεκτρισμός, φυσικό αέριο, προπάνιο, ηλιακή ενέργεια, τηλεθέρμανση, άλλο (προσδιορίζεται), επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- **Εταιρεία κατασκευής**, τύπος (μοντέλο) και σειριακός αριθμός της μονάδας όπως αναγράφονται στη σήμανση του κατασκευαστή, εάν υπάρχει.
- **Έτος κατασκευής και έτος εγκατάστασης.** Ο χρόνος εγκατάστασης προσδιορίζει τον πραγματικό χρόνο λειτουργίας της μονάδας.
- **Ονομαστική ισχύς της μονάδας** (kW) ή (Btu/h), όπως αναγράφεται στη σήμανση του κατασκευαστή, εάν υπάρχει, για την απορροφούμενη ηλεκτρική και την αποδιδόμενη ψυκτική ή/και θερμική (π.χ. για τις αντλίες θερμότητας) .
- **Ώρες λειτουργίας (h)** που εκτιμάται ότι λειτουργεί η μονάδα κατά τη θερινή και τη χειμερινή περίοδο.
- **Απόδοση της μονάδας** σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά και προδιαγραφές για τον ονομαστικό συντελεστή απόδοσης (COP), τον ονομαστικό βαθμό ενεργειακής απόδοσης (EER), τον εποχιακό συντελεστή απόδοσης (SCOP), του εποχιακό βαθμό ενεργειακής απόδοσης (SEER), στις ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας (εξωτερικής θερμοκρασίας υγρού και ξηρού βολβού).
- Ψυκτικό ρευστό που χρησιμοποιείται στην μονάδα, όπως χλωροφθοράνθρακες (CFC, για παράδειγμα, R-11, R-12, R-113, R-114, R-115), υδροφθοράνθρακες (HFC, για παράδειγμα, R-152a, R-134a), υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFC, για παράδειγμα R-22) κ.ά.

Η παραγωγή και η χρήση των CFC έχει πλέον απαγορευθεί.

Η παραγωγή και η χρήση κάθε είδους HCFC έχει πλέον απαγορευθεί.

Από το 2025 απαγορεύεται η διάθεση στην αγορά συστημάτων κλιματισμού με πλήρωση έως 3kgr που περιέχει ψυκτικό μέσο με GWP>750. Επιπλέον δε, τα φορητά κλιματιστικά που θα διατίθενται από το 2020 και μετά θα πρέπει να χρησιμοποιούν ψυκτικό μέσο με GWP<150.

- **Θερμοκρασία (^{o}C).** Καταγράφεται η θερμοκρασία προσαγωγής και επιστροφής του ψυκτικού μέσου, καθώς και η θερμοκρασία εισόδου και εξόδου του νερού ή του αέρα.
- **Συμπιεστές.** Καταγράφεται ο τύπος συμπιεστή της μονάδας και ο αριθμός που διαθέτει η μονάδα, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι συμπιεστών, όπως για παράδειγμα, εμβολοφόροι παλινδρομικοί, περιστροφικοί, φυγοκεντρικοί (centrifugal), ή σπειροειδείς (scroll), ερμητικού (κλειστού) ή ημιερμητικού τύπου, και συμπιεστές με ρυθμιστή στροφών (inverter).
- **Απόρριψη θερμότητας**. Καταγράφεται το μέσο απόρριψης θερμότητας για τη μονάδα και τον τύπο του συμπυκνωτή, αν χρησιμοποιείται πύργος ψύξης (αερόψυκτος ή υδρόψυκτος), γεωθερμικός εναλλάκτης, ή εναλλάκτης θαλασσινού νερού, εναλλάκτης καυσαερίων (ψύκτες απορρόφησης με ΣΗΘ κ.ά.), καταγράφοντας σε κάθε περίπτωση τη συνολική ονομαστική ισχύ των ανεμιστήρων ή των κυκλοφορητών που χρησιμοποιούνται. Σε περίπτωση μονάδων απευθείας εκτόνωσης καταγράφεται αν οι ανεμιστήρες είναι φυγοκεντρικοί ή αξονικοί. Επίσης, καταγράφεται αν οι ανεμιστήρες είναι αφής/σβέσης (on/off), με ρυθμιστή στροφών (inverter) ή ρυθμίζονται με triac ή άλλο σύστημα. Στην περίπτωση γεωθερμικού, ή υδροθερμικού, ή θαλασσινού νερού εναλλάκτη, καταγράφεται ο συγκεκριμένος τύπος εναλλάκτη, το μήκος (m) ή η επιφάνεια κάλυψης (έδαφος κ.ά.) από τον εναλλάκτη (m^2) και η διατομή του εναλλάκτη (mm), το βάθος τοποθέτησης (m).
- **Ψυκτικό μέσο προς τερματικές μονάδες.** Καταγράφεται το ψυκτικό μέσο απόδοσης ψύξης προς τις τερματικές μονάδες: Νερό, αέρας, ψυκτικό ρευστό, άλλο (προσδιορίζεται), επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου, και η θερμοκρασία (^{o}C) προσαγωγής και επιστροφής.
- **Τοπικές Μονάδες.** Καταγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των τοπικών μονάδων παραγωγής ψύξης/θέρμανσης, όπως: η κυκλοφορία αέρα (m^3/hr), η θερμοκρασία αέρα προσαγωγής (^{o}C) για τη θερινή και τη χειμερινή περίοδο.
- **Ενεργειακή Σήμανση,** σύμφωνα με την κλίμακα από A (περισσότερο αποδοτικό) ως G (λιγότερο αποδοτικό).
- **Φύλλα συντήρησης.** Καταγράφεται, εάν υπάρχουν, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- **Θέση** ψυκτικής μονάδας σε εσωτερικό χώρο ή εξωτερικό χώρο.
- **Ευκολία πρόσβασης στο ψυχροστάσιο.**
- **Ευκολία στη συντήρηση – επισκευή μονάδας**

4.1.6.1 <u>Πίνακας 6.1 Διάγνωση υφιστάμενης κατάστασης μονάδας</u>

Κατά την επίσκεψη του ενεργειακού επιθεωρητή καταγράφεται η υφιστάμενη λειτουργία της μονάδας παραγωγής ψύξης (απευθείας εκτόνωσης, συστήματα νερού) με κριτήριο την ενεργειακή απόδοσή της, λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση των συστημάτων, την αποδοτική λειτουργία, το εργαζόμενο ψυκτικό μέσο και την επαρκή συντήρηση των συστημάτων, επιλέγοντας τα αντίστοιχα σύμβολα ελέγχου.

Ανάλογα με τη περιεκτικότητα της μονάδας σε ψυκτικό μέσο κατηγοριοποιείται σύμφωνα με τον κανονισμό 517/2014 στις παρακάτω κατηγορίες:

- Μονάδες με περιεκτικότητα σε ψυκτικό μέσο μικρότερη των 5 τόνων ισοδύναμου CO_2
- Μονάδες με περιεκτικότητα σε ψυκτικό μέσο μεταξύ 5 και 50 τόνων ισοδύναμου CO_2

- Μονάδες με περιεκτικότητα σε ψυκτικό μέσο μεταξύ 50 και 500 τόνων ισοδύναμου CO_2
- Μονάδες με περιεκτικότητα σε ψυκτικό μέσο μεγαλύτερη των 500 τόνων ισοδύναμου CO_2

Στη μεν πρώτη κατηγορία μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια απλή μορφή ελέγχου, στις άλλες θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί πλήρης καταγραφή και έλεγχος.

- **α/α Μονάδας**, ο αύξων αριθμός της μονάδας ψύξης του συστήματος κλιματισμού σε περίπτωση που υπάρχουν στο κτήριο πάνω από μία μονάδες.

Η υφιστάμενη κατάσταση της μονάδας ψύξης αρχικά εκτιμάται από τα διαθέσιμα στοιχεία για τη λειτουργία της μονάδας, που συνήθως περιλαμβάνει εγχειρίδια με:

- **Φύλλο εκκίνησης κατασκευαστή**.
- **Οδηγίες λειτουργίας & συντήρησης μονάδας ψύξης**.
- **Καταγραφή του ψυκτικού μέσου** που χρησιμοποιεί η μονάδα – σε περιπτώσεις όπου το HCFC-22 έχει αντικατασταθεί από άλλο ψυκτικό μέσο ή από ανακυκλωμένο HCFC-22 θα πρέπει να ληφθεί υπόψη στους υπολογισμούς του εποχιακού βαθμού απόδοσης.
- **Χρήση αντικαταστατών** ψυκτικών μέσων του HCFC-22.
- **Χρήση μη παρθένου HCFC-22** οδηγεί σε μείωση της ενεργειακής απόδοσης της μονάδας από 5-20%.
- **Αρχείο Συντήρησης – Ρύθμισης Λειτουργίας**, (δεν απαιτείται σε μονάδες που εμπίπτουν στον απλό έλεγχο)
- **Αρχείο ελέγχου διαρροών ψυκτικού μέσου** (δεν απαιτείται σε μονάδες που εμπίπτουν στον απλό έλεγχο)
- **Κατασκευαστικά Σχέδια Εγκατάστασης**, (δεν απαιτείται σε μονάδες που εμπίπτουν στον απλό έλεγχο)
- **Τιμολόγια ενέργειας**.

Καταγράφεται η διαθεσιμότητα των ανωτέρω εγχειριδίων και στοιχείων, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

Κατά την οπτική επιθεώρηση, προσδιορίζονται τα δεδομένα για τη σωστή λειτουργία της μονάδας, ανάλογα με την περίοδο που θα γίνει η επιθεώρηση, επιλέγοντας τα αντίστοιχα σύμβολα ελέγχου, για:

- Τυχόν διαρροές ψυκτικού μέσου στο κύκλωμα της ψυκτικής μονάδας έχουν σαν αποτέλεσμα τη μείωση της ψυκτικής απόδοσης του συστήματος. Οι διαρροές ανιχνεύονται οπτικά κυρίως, από τα λάδια (περιέχονται στο ψυκτικό μέσο) που εντοπίζονται στο σημείο διαρροής ή τον σχηματισμό πάγου στο τμήμα εξάτμισης της ψυκτικής μονάδας, ή την πτώση πίεσης που καταγράφεται στα μανόμετρα της μονάδας. Επίσης, οι διαρροές ελέγχονται εύκολα με τη χρήση της ειδικής λυχνίας (γκαζιού, ηλεκτρονική κ.ά.) και λοιπά ηλεκτρονικά μέσα.

Το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 378-1:2016, καθορίζει τα μέτρα ασφαλείας που πρέπει να λαμβάνονται κατά τη σχεδίαση, την κατασκευή, την εγκατάσταση και τη συντήρηση συστημάτων κλιματισμού και ψύξης για την ασφαλή τους λειτουργία. Αναφέρεται σε σταθερό και κινητό εξοπλισμό ψύξης και Α.Θ. απευθείας εκτόνωσης, ενιαίου ή διαιρούμενου τύπου, αλλά δεν εφαρμόζεται σε συστήματα κλιματισμού, ψύξης-θέρμανσης με δίκτυο διανομής ψυχρού αέρα ή ψυχρού νερού. Στις υπάρχουσες 5 κλάσεις ασφαλείας χρήσης, από Α1 (χαμηλότερου κινδύνου) και C3 (υψηλού κινδύνου) έχει πλέον προστεθεί και η κλάση A2L (ελαφρώς εύφλεκτα ψυκτικά). Η νέα αυτή κλάση προστέθηκε για να επιτρέψει τη σχεδίαση και την ανάπτυξη μηχανημάτων με ψυκτικά μέσα με χαμηλότερο GWP, όπως HFC-32 αλλά και τα HFO.

- Παρουσία συμπυκνωμάτων νερού στο σύστημα από την υγροποίηση των υδρατμών του αέρα πάνω στις χαμηλής θερμοκρασίας επιφάνειες, πιθανώς αναδεικνύει ελλιπή θερμομόνωση στοιχείων της μονάδας, κακή απορροή συμπυκνωμάτων κ.ά.

Η υγρασία ευνοεί την ανάπτυξη παθογόνων και αλλεργικών μικροοργανισμών.

- Φθορές και διαβρώσεις στα επιμέρους μεταλλικά τμήματα της ψυκτικής μονάδας όπως: κέλυφος, σωληνώσεις, ενώσεις, βάνες κ.ά. Οι φθορές και διαβρώσεις προκαλούνται από την υγρασία και την έκθεσή της στο εξωτερικό περιβάλλον. Οι διαβρώσεις των μεταλλικών τμημάτων της ψυκτικής μονάδας έχουν σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση διαρροών και κατά συνέπεια την πτώση της απόδοσής της.
- Καθαριότητα της μονάδας, η οποία δεικνύει την επαρκή συντήρησή της και τη δυνατότητα επαρκούς ελέγχου της λειτουργίας της.
- Την επαρκή θερμομόνωση μονάδας ψύξης για τη μείωση των θερμικών απωλειών ή κερδών, που επιβαρύνουν τη λειτουργία της μονάδας και μειώνουν την απόδοσή της.
- Την επαρκή θερμομόνωση σωληνώσεων μεταφοράς ψυκτικού μέσου για τη μείωση των θερμικών απωλειών, την αποφυγή δημιουργίας συμπυκνωμάτων κ.ά.
- Καταγραφή κραδασμών και θορύβων κατά τη λειτουργία της μονάδας ψύξης, οι οποίοι μπορεί να προκαλέσουν θραύσεις και άλλες βλάβες στα διάφορα τμήματά της.
- Έλεγχος λειτουργίας του θερμοστάτη ελέγχου της ψυκτικής μονάδας.
- Έλεγχος λειτουργίας των μανομέτρων ελέγχου της ψυκτικής μονάδας (δεν απαιτείται στον απλό έλεγχο).
- Έλεγχος λειτουργίας πρεσσοστάτη ελέγχου της ψυκτικής μονάδας.
- Έλεγχος λειτουργίας του ηλεκτρικού πίνακα αυτοματισμών της ψυκτικής μονάδας.
- Έλεγχος των ηλεκτρικών συνδέσεων και στοιχείων της ψυκτικής μονάδας. Ηλεκτρικά καλώδια μονωμένα και προστατευμένα κ.ά.
- Η σωστή χωροθέτηση μονάδας ψύξης, διευκολύνει τη σωστή λειτουργία και την πρόσβαση για συντήρηση.
- Επαρκής αερισμός του ψυχροστασίου για την περίπτωση διαρροών που μπορούν να προκαλέσουν έλλειψη οξυγόνου με αποτέλεσμα την ακαταλληλότητα για επίσκεψη από τον υπεύθυνο συντηρητή.

4.1.6.2 <u>Πίνακας 6.2. Τελική διάγνωση μονάδας</u>

Καταγράφεται η σωστή λειτουργία της μονάδας παραγωγής ψύξης (σύστημα απευθείας εκτόνωσης, συστήματα νερού κ.ά.) με κριτήριο την ενεργειακή απόδοση της μονάδας, λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση λειτουργίας, την αποδοτική λειτουργία και την επαρκή συντήρηση της μονάδας, επιλέγοντας τα αντίστοιχα σύμβολα ελέγχου. Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης μονάδας, μικρότερη των 12kW, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί η μεθοδολογία που αναφέρεται στην ENER LOT 10. Οι μετρήσεις που θα πρέπει να ληφθούν είναι οι παρακάτω:

- Μέτρηση θερμοκρασίας τόσο στο εσωτερικό χώρο όσο και στο εξωτερικό περιβάλλον.
- Μέτρηση θερμοκρασίας εξόδου του αέρα από την εσωτερική και την εξωτερική μονάδα.
- Η απόδοση της μονάδας (παρεχόμενη ισχύ προς κατανάλωση).

Ο χαρακτηρισμός ανά περίπτωση (κακή, μέτρια, καλή, πολύ καλή) βασίζεται στα εξής:

Πίνακας 4β. Χαρακτηρισμός συνολικής εγκατάστασης.

Χαρακτηρισμός συνολικής εγκατάστασης: Αφορά συμπεράσματα σχετικά με την μονάδα παραγωγής ψύξης ή/και θέρμανσης (συστήματα απευθείας εκτόνωσης ή συστήματα νερού). Σήμανση ή όχι, πιστοποίηση, πρόσβαση στο ψυχροστάσιο, ευκολία συντήρησης, μονώσεις, θέση ψυχροστασίου κ.ά.

Κακή (Ακατάλληλη)	Μονάδα χωρίς σήμανση και προδιαγραφές, εγκατεστημένη σε εξωτερικό ή εσωτερικό περιβάλλον, με δυσκολία συντήρησης, με σοβαρές φθορές και διαβρώσεις, χωρίς μόνωση κελύφους, με διαρροές ψυκτικού μέσου, με εμφάνιση συμπυκνωμάτων, με αυτοματισμούς ελέγχου (θερμόμετρα, αισθητήρες θερμοκρασίας και πίεσης, διακόπτες πίεσης, πρεσσοστάτες, μανόμετρα κ.ά.) εκτός λειτουργίας. Παρουσιάζει έντονους κραδασμούς κατά τη λειτουργία λόγω κακής έδρασης και ρύθμισης.
Μέτρια (Ανεπαρκής)	Μονάδα χωρίς σήμανση και προδιαγραφές, εγκατεστημένη σε εξωτερικό ή εσωτερικό περιβάλλον, με δυσκολία συντήρησης, χωρίς σοβαρές φθορές και διαβρώσεις, με μόνωση κελύφους, χωρίς διαρροές ψυκτικού μέσου, με εμφάνιση συμπυκνωμάτων, με ορισμένους αυτοματισμούς ελέγχου (θερμόμετρα, αισθητήρες θερμοκρασίας και πίεσης, διακόπτες πίεσης, πρεσσοστάτες, μανόμετρα κ.ά.) εκτός λειτουργίας. Παρουσιάζει έντονους κραδασμούς κατά τη λειτουργία λόγω κακής έδρασης.
Καλή (Επαρκής)	Μονάδα με σήμανση και προδιαγραφές, εγκατεστημένος σε εξωτερικό ή εσωτερικό περιβάλλον όπως ορίζει ο κατασκευαστής, με ευκολία συντήρησης, με αμελητέες φθορές και διαβρώσεις, με μόνωση κελύφους, χωρίς διαρροές ψυκτικού μέσου, με μερική εμφάνιση συμπυκνωμάτων, με αυτοματισμούς ελέγχου (θερμόμετρα, αισθητήρια θερμοκρασίας και πίεσης, διακόπτες πίεσης, πρεσσοστάτες, μανόμετρα κ.ά.) σε επαρκή λειτουργία. Παρουσιάζει χαμηλούς κραδασμούς κατά τη λειτουργία του. Η μονάδα δε χρησιμοποιεί παρθένο ή ανακυκλωμένο HCFC-22 αλλά αντικατάστατο.
Πολύ καλή (υψηλής απόδοσης)	**Μονάδα με σήμανση και προδιαγραφές, με υψηλή απόδοση (SCOP ή SEER),** εγκατεστημένη σε εξωτερικό ή εσωτερικό περιβάλλον όπως ορίζει ο κατασκευαστής, με ευκολία συντήρησης, χωρίς φθορές και διαβρώσεις, με άριστη μόνωση κελύφους, χωρίς διαρροές ψυκτικού μέσου, χωρίς εμφάνιση συμπυκνωμάτων, με αυτοματισμούς ελέγχου (θερμόμετρα, αισθητήρια θερμοκρασίας και πίεσης, διακόπτες πίεσης, πρεσσοστάτες, μανόμετρα κ.ά.) σε βέλτιστη λειτουργία. Δεν παρουσιάζει κραδασμούς κατά τη λειτουργία του. Η μονάδα δε χρησιμοποιεί παρθένο ή ανακυκλωμένο HCFC-22 ούτε αντικατάστατο αυτού.

Πίνακας 4γ. Χαρακτηρισμός λειτουργίας εγκατάστασης.

Χαρακτηρισμός λειτουργίας εγκατάστασης: Αφορά την απόδοση ψύξης ή/και θέρμανσης (αντλία θερμότητας) της μονάδας και την ικανότητα απόδοσης της ονομαστικής ψυκτικής ή /και θερμικής ισχύος.			
	Χρήση ψυκτικού μέσου	**Συντελεστής επίδοσης ψύξης EER ή/και θέρμανσης COP**	**Απόκλιση απόδοση σε σχέση με την ονομαστική**
Κακή	CFC, HCFC (παρθένων ή ανακυκλωμένων), ψυκτικού μέσου άλλου από αυτό που αναφέρεται στο μηχάνημα	SEER ή SCOP < 1,5	> 25%
Μέτρια	HFC	1,5 < EER ή COP < 2,8	15% ÷ 25%
Καλή	HFC	2,8 < SEER ή SCOP < 4	5% ÷15%
Πολύ καλή	**HFC, HFO κτλ**	SEER ή SCOP > 4	< 5%

Σημείωση :

1. Για μηχανήματα κάτω των 12 kW, οι εποχιακοί βαθμοί απόδοσης αναφέρονται στο μέσο κλίμα – υποχρεωτική η σχετική αναφορά κατά το ENERLOT10.
2. Για τα συστήματα νερού, η προσέγγιση βασίζεται στο EN 14825:2013 με χρήση της σχέσης:

ESEER = A*EER(100%)+B*EER(75%)+C*EER(50%)+D*EER(25%)

Όπου,

i. A=3% σε εξωτερική θερμοκρασία 35° C

ii. B=33% σε εξωτερική θερμοκρασία 30° C

iii. C= 41% σε εξωτερική θερμοκρασία 25° C

iv. D=23% σε εξωτερική θερμοκρασία 20° C

Στον εξατμιστή έχουμε 7° /12° C. Αν έχουμε άλλες συνθήκες κάνουμε γραφική παρεμβολή.

3. Στα συστήματα VRF έχουμε τους ίδιους συντελεστές A,B,C και D, αλλά σε συνδυασμό εσωτερικής θερμοκρασίας 27° C με εξωτερική 35° /30° /25° /20° αντίστοιχα.

Για να ανήκει σε κάποια από τις πιο πάνω κατηγορίες λειτουργίας εγκατάστασης το σύστημα ψύξης θα πρέπει να πληροί όλους τους όρους της κατηγορίας αυτής.

Πίνακας 4δ. Χαρακτηρισμός συντήρησης εγκατάστασης.

Χαρακτηρισμός συντήρησης εγκατάστασης: Αφορά την συντήρηση της μονάδας παραγωγής ψύξης ή/και θέρμανσης (ψύξης ή αντλίας θερμότητας)	
Κακή	Δεν εφαρμόζεται συντήρηση. Δεν υπάρχει αρχείο συντήρησης. Δεν υπάρχει δυνατότητα συντήρησης λόγω περιορισμένης πρόσβασης στη μονάδα παραγωγής ψύξης ή/και θέρμανσης. Μονάδα με σοβαρές φθορές και διαρροές. Λόγω έλλειψης καθαρότητας δεν υπάρχει η δυνατότητα οπτικού ελέγχου.
Μέτρια	Εφαρμόζεται συντήρηση αλλά όχι τακτικά. Δεν υπάρχει αρχείο συντήρησης. Υπάρχει περιορισμένη δυνατότητα συντήρησης λόγω μερικής πρόσβασης στη μονάδα παραγωγής ψύξης ή/και θέρμανσης. Μονάδα με μερικές φθορές. Υπάρχει μερική δυνατότητα οπτικού ελέγχου.
Καλή	Εφαρμόζεται τακτική συντήρηση. Υπάρχει ελλιπές αρχείο συντήρησης. Υπάρχει δυνατότητα συντήρησης λόγω πρόσβασης στην μονάδα παραγωγής ψύξης ή/και θέρμανσης. Υπάρχει τεχνικός υπεύθυνος συντηρητής σε μόνιμη βάση. Μονάδα χωρίς σημαντικές φθορές ή διαρροές. Υπάρχει δυνατότητα οπτικού ελέγχου.
Πολύ καλή	Εφαρμόζεται τακτική συντήρηση. Υπάρχει πλήρες και αναλυτικό αρχείο συντήρησης. Υπάρχει δυνατότητα εύκολης συντήρησης λόγω πρόσβασης στον μονάδα. Υπάρχει τεχνικός υπεύθυνος συντηρητής σε μόνιμη βάση. Μονάδα χωρίς φθορές ή διαρροές. Εφαρμόζονται οι παρατηρήσεις του συντηρητή και ελέγχονται εξ’ αρχής.

4.1.7 Πίνακας 7. Τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος διανομής

Καταγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του δικτύου διανομής (προσαγωγής και επιστροφής) για τον κλιματισμό χώρων για κάθε σύστημα, για παράδειγμα, ανά χρήση ή/και θερμική ζώνη, που υπάρχει στο κτήριο, επιλέγοντας τα αντίστοιχα σύμβολα ελέγχου.

- **α/α Συστήματος**. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός του συστήματος κλιματισμού που εξυπηρετεί το κτήριο.
- **Τύπος δικτύου.** Καταγράφεται ο τύπος του δικτύου διανομής από και προς την μονάδα και τους εσωτερικούς χώρους, ανάλογα με τη μονάδα παραγωγής ψύξης/θέρμανσης. Για παράδειγμα, ψυκτικό ρευστό για μονάδες απευθείας εκτόνωσης, νερό από ψύκτη ή Α.Θ. αέρα-νερού κ.ά.
- **Είδος Αυτονόμησης.** Καταγράφεται ο τύπος ελέγχου αυτονομίας του δικτύου διανομής εφόσον υπάρχει: με δίοδη ή τρίοδη ηλεκτροβάνα, με ανεξάρτητο κυκλοφορητή, με ανεξάρτητο ψυχροστάσιο κ.ά.
- **Οπτική επιθεώρηση θερμομόνωσης δικτύου.** Καταγράφεται η κατάσταση της θερμομόνωσης για κάθε τμήμα του δικτύου, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Ο χαρακτηρισμός ανά περίπτωση (ανεπαρκής, μέτρια ή επαρκής) βασίζεται στα εξής:

Πίνακας 4ε. Χαρακτηρισμός θερμομόνωσης δικτύου.

Χαρακτηρισμός θερμομόνωσης δικτύου: Αφορά τη θερμομόνωση του δικτύου ώστε να ελαχιστοποιήσει τις ψυκτικές ή/και θερμικές απώλειες.	
Ανεπαρκής	Δίκτυο χωρίς θερμομόνωση ή το θερμομονωτικό υλικό έχει εκτεταμένες φθορές σε ποσοστό πάνω από 30%.
Μέτρια	Μικρού πάχους θερμομόνωση, ή στο θερμομονωτικό υλικό παρατηρούνται τοπικές φθορές ή έως το 30% του δικτύου είναι χωρίς θερμομόνωση.
Επαρκής	Η θερμομόνωση του δικτύου έχει το απαιτούμενο πάχος. Το θερμομονωτικό υλικό είναι σε

	καλή κατάσταση, σε όλο το εκτεθειμένο δίκτυο.

Για να μειωθούν οι θερμικές απώλειες στο δίκτυο διανομής κρύου/ζεστού νερού ή ψυκτικού ρευστού, ιδιαίτερα σε κτήρια με μεγάλες διαδρομές δικτύου και εμφανής σωλήνες σε μη κλιματιζόμενους χώρους, απαιτείται κατάλληλη θερμομόνωση των σωλήνων του δικτύου. Η θερμομόνωση των σωλήνων μπορεί να γίνει ακόμη και σε υπάρχοντα δίκτυα χρησιμοποιώντας διάφορα υλικά.

Σε νέα κτήρια πρέπει να ικανοποιούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. και της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Η υφιστάμενη κατάσταση της θερμομόνωσης του συστήματος διανομής αξιολογείται για τα διαφορετικά τμήματα του δικτύου, όπως: σωλήνες σε εξωτερικούς χώρους, κατακόρυφες στήλες σε κοινόχρηστους μη κλιματιζόμενους χώρους, κατακόρυφες στήλες σε κοινόχρηστους κλιματιζόμενους χώρους, κατακόρυφες στήλες σε φρεάτια ή ψευδοροφές, άλλος χώρος διέλευσης (προσδιορίζεται).

- **Οπτική επιθεώρηση λειτουργίας δικτύου.** Η υφιστάμενη κατάσταση λειτουργίας του δικτύου διανομής μπορεί να παρουσιάζει διάφορα προβλήματα που μειώνουν την αποτελεσματικότητά του. Καταγράφονται τα εμφανή προβλήματα που εμφανίζονται και ως ποσοστό (%) εμφάνισής τους επί του συνολικού δικτύου, ανά περίπτωση για: Διαρροές στο δίκτυο, διαβρωμένοι σωλήνες, κατεστραμμένα τμήματα στο δίκτυο, συσσωρεύσεις αλάτων στις ενώσεις, αποφράξεις στο δίκτυο, συμπυκνώσεις δικτύου σε εξωτερικούς χώρους, άλλο (προσδιορίζεται).
- **Μέσο απόδοσης.** Καταγράφεται το μέσο μεταφοράς θερμότητας που χρησιμοποιείται μεταξύ της μονάδας κλιματισμού και των τερματικών μονάδων, για παράδειγμα, νερό, ψυκτικό ρευστό κ.ά.
- **Θερμοκρασία μέσου (^{o}C).** Καταγράφεται η θερμοκρασία σχεδιασμού προσαγωγής και επιστροφής του μέσου μεταφοράς στο δίκτυο διανομής, για ψύξη & θέρμανση.
- **Εναλλάκτης**. Καταγράφεται η ύπαρξη εναλλάκτη θερμότητας μεταξύ της μονάδας παραγωγής και διανομής θερμότητας (επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου), η θερμική του απόδοση (%) από τη σήμανση του κατασκευαστή, εάν υπάρχει και δίνεται μια σύντομη περιγραφή της υπάρχουσας εγκατάστασης.
- **Δοχείο αδράνειας.** Καταγράφεται η ύπαρξη δοχείου αδράνειας στην εγκατάσταση (επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου), η χωρητικότητά του (l) για ψύξη & θέρμανση και δίνεται μια σύντομη περιγραφή.
- **Ροή μέσου.** Καταγράφεται η ροή του μέσου, εάν είναι σταθερή ή μεταβλητή ανάλογα με τα φορτία.
- **Κυκλοφορητές-Αντλίες.** Καταγράφεται ο τύπος του κυκλοφορητή (π.χ. σταθερών στροφών, ρυθμιζόμενων στροφών, ηλεκτρονικό, μόνιμου μαγνήτη κ.ά.), ο αριθμός των συγκεκριμένων τύπων κυκλοφορητών στο δίκτυο, η συνολική ονομαστική ισχύ (W), και η ενεργειακή κλάση στην οποία αντιστοιχούν.

Μετρούμενα μεγέθη: Προκειμένου να ελεγχθεί η αποδοτική λειτουργία της μονάδας ψύξης μπορούν να μετρηθούν τα ακόλουθα μεγέθη:

- **Η πτώση πίεσης του δικτύου (Pa) ψυκτικού μέσου.** Η πτώση πίεσης σε σχέση με την πίεση λειτουργίας συντελεί στη χαμηλή απόδοση ψύξης. Συνήθως η πτώση πίεσης σε μεγάλες κεντρικές ψυκτικές μονάδες, ελέγχεται με ειδική διάταξη μετρητή (πρεσσοστάτη) που είναι ενσωματωμένος πάνω στη μονάδα παραγωγής ψύξης.
- **Παροχή ψυκτικού μέσου (m^3/sec).** Η παροχή ψυκτικού μέσου στις μεγάλες ψυκτικές μονάδες ελέγχεται μέσω παροχόμετρου.
- **Εκτιμώμενος χρόνος λειτουργίας της μονάδας ψύξης.** Ο χρόνος λειτουργίας μπορεί να καταγραφεί μόνο σε περιπτώσεις που υπάρχει BEMS.

4.1.8 Πίνακας 8. Τεχνικά χαρακτηριστικά τερματικών μονάδων

Η απόδοση θερμότητας ή ψύξης στους εσωτερικούς χώρους γίνεται μέσω των ΤΜ. Για παράδειγμα, το κρύο νερό που παράγεται από τον ψύκτη τροφοδοτείται μέσω της υδραυλικής εγκατάστασης του δικτύου διανομής, σε τοπικές κλιματιστικές μονάδες (ανεμιστήρα-στοιχείου γνωστά ως fan coils) ή σε Κ.Κ.Μ.

- **α/α Συστήματος.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός του συστήματος.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, ο μέγιστος επιτρεπόμενος αριθμός τερματικών μονάδων είναι 50.

- **Τύπος.** Καταγράφεται ο τύπος των Τ.Μ. και σε ορισμένες περιπτώσεις η θέση τους (π.χ. δάπεδο, οροφής): μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coil) οροφής ή δαπέδου ή κασέτας ή ντουλάπας ή τοίχου, Κ.Κ.Μ., ενδοδαπέδιο, ενδοτοίχιο, άλλο (προσδιορίζεται). Επιπλέον, καταγράφονται και τα αυτόνομα τοπικά κλιματιστικά που περιλαμβάνουν τις: ενιαίες (monoblock) ή διαιρούμενες (split) μονάδες και τα κλιματιστικά τύπου καναλάτα χαμηλού προφίλ.
- **Αριθμός & Περιγραφή.** Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός και μια σύντομη περιγραφή των Τ.Μ. τύπου ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coil) και Κ.Κ.Μ., του συγκεκριμένου συστήματος, και των τοπικών κλιματιστικών.

4.1.8.1 Πίνακας 8.1 Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες (Κ.Κ.Μ.)

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της Κ.Κ.Μ. που καταγράφονται περιλαμβάνουν τα εξής:

- **α/α Κ.Κ.Μ.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της Κ.Κ.Μ.
- **α/α Θερμικής ζώνης.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.
- **Λειτουργίες**. Καταγράφονται οι λειτουργίες κλιματισμού της Κ.Κ.Μ. για: ψύξη, θέρμανση, προθέρμανση, φίλτρανση, ύγρανση, αφύγρανση, παροχή νωπού αέρα.
- **Θέση.** Καταγράφεται η θέση εγκατάστασης της Κ.Κ.Μ. σε εσωτερικό ή εξωτερικό χώρο, και η σχετική μικρή ή μεγάλη απόσταση της Κ.Κ.Μ. από τις κλιματιζόμενες θερμικές ζώνες.
- **Εταιρεία κατασκευής, τύπος (μοντέλο) και σειριακός αριθμός της Κ.Κ.Μ**., όπως αναγράφονται στη σήμανση του κατασκευαστή, εάν υπάρχει.
- **Έτος κατασκευής και έτος εγκατάστασης.** Ο χρόνος εγκατάστασης προσδιορίζει τον πραγματικό χρόνο λειτουργίας της Κ.Κ.Μ.
- **Δήλωση κατασκευαστή (αν υπάρχει) σύμφωνα με το Ecodesign ErP 2016 & Er P2018.** Οι **Κ.Κ.Μ.** (που διακινούνται στην ευρωπαϊκή αγορά **από 1/1/2016**) θα πρέπει να συμφωνούν με την Ευρωπαϊκή Οδηγία **ErP 2016**, ενώ για μετά την 1/1/2018 με την Ευρωπαϊκή Οδηγία **ErP 2018.** Καταγράφεται εάν, οι Κ.Κ.Μ. διαθέτουν την δήλωση συμμόρφωσης με την Οδηγία Ecodesign (ErP 2016, ErP 2018), είτε από την ενεργειακή σήμανση, είτε από το Δελτίο Προϊόντος Ecodesign του κατασκευαστή (υποχρεωτικά για τις οικιακές μονάδες), είτε από το τεχνικό πληροφοριακό δελτίο του κατασκευαστή (για τις μη οικιακές μονάδες). Καταγράφεται η ενεργειακή σήμανση της μονάδας, αν υπάρχει, σύμφωνα με την κλίμακα από A (περισσότερο αποδοτικό) ως G (λιγότερο αποδοτικό).
- **Χαρακτηρισμός μονάδας:** Σύμφωνα με τα οριζόμενα στον Κανονισμό (ΕΕ) αρ.1253/2014 Ecodesign για τις απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού μονάδων εξαερισμού ή μηχανικού αερισμού, ο χαρακτηρισμός της μονάδας περιγράφεται είτε στην ενεργειακή σήμανση του κατασκευαστή, είτε στο Δελτίο Προϊόντος Ecodesign του κατασκευαστή ή στο Τεχνικό Πληροφοριακό Δελτίο του κατασκευαστή. Σύμφωνα με τον εν λόγω κανονισμό, οι μονάδες εξαερισμού στις οποίες συγκαταλέγονται και οι Κ.Κ.Μ. (ως υποκατηγορία αυτών), και χαρακτηρίζονται σε 4 τύπους:

  - **ΟΜΕ**: Οικιακή μονάδα εξαερισμού, μονάδα μέχρι 250m^3/h, είτε και μεγαλύτερη μέχρι και 1000m^3/h κατά δήλωση του κατασκευαστή.

  - **ΜΟΜΕ**: Μη οικιακή μονάδα εξαερισμού, μεγαλύτερης παροχής αέρα των 1.000 m^3/h.

- **MEAP**: Μονάδα εξαερισμού αμφίδρομης ροής αέρα νοείται η μονάδα, η οποία έχει δυο ανεμιστήρες, ένας προσαγωγής νωπού αέρα και ένας απαγωγής αέρα από το χώρο, όπως μια Κ.Κ.Μ. ή μονάδα ανάκτησης ενέργειας.

- **MEMP**: Μονάδα εξαερισμού μονοκατευθυντικής ροής αέρα νοείται η μονάδα, η οποία έχει μόνο ένα ανεμιστήρα, είτε προσαγωγής φρέσκου αέρα (όπως ΚΜ φίλτρων), είτε απόρριψης αέρα από τον χώρο.

Ο Κανονισμός (ΕΕ) αρ.1253/2014 δεν εφαρμόζεται στις περιπτώσεις, στις οποίες οι μονάδες ενδεικτικά είναι:

– Μονάδες (μονοκατευθυντικής ή αμφίδρομης ροής)- με ενεργειακή κατανάλωση μικρότερη από 30 W ανά ανεμιστήρα.

– Μονάδες, οι οποίες χρησιμοποιούνται για περίπτωσης έκτακτης ανάγκης.

– Μονάδες, οι οποίες λειτουργούν σε εκρηκτικό-εύφλεκτο υψηλά διαβρωτικό, τοξικό περιβάλλον.

– Μονάδες, οι οποίες έχουν θερμοκρασία λειτουργίας χαμηλότερη από -40° C ή μεγαλύτερη από +100°C.

– Μονάδες που περιλαμβάνουν εναλλάκτη θερμότητας και επιπρόσθετα ενσωματωμένη αντλία θερμότητας για ανάκτηση.

Καταγράφεται η περίπτωση μη απαίτησης σύμφωνα με τα ανωτέρω.

- **Ονομαστική ισχύς της μονάδας (kW)**, όπως αναγράφεται στη σήμανση του κατασκευαστή, εάν υπάρχει, για την αποδιδόμενη ψυκτική και θερμική ισχύ.
- **Ώρες λειτουργίας (h)** που εκτιμάται ότι λειτουργεί η μονάδα κατά τη θερινή και τη χειμερινή περίοδο.
- **Ψυκτικό / Θερμικό μέσο.** Καταγράφεται η παροχή (m^3/h) και η θερμοκρασία προσαγωγής και επιστροφής (^oC) του ψυκτικού και θερμικού μέσου που χρησιμοποιείται.
- **Παροχή αέρα (m^3/h).** Καταγράφεται η μέση παροχή του κλιματιζόμενου αέρα που εισέρχεται στην κλιματιζόμενη ζώνη μέσω της Κ.Κ.Μ., για όλη την περίοδο λειτουργίας της Κ.Κ.Μ.
- **Ανακυκλοφορία αέρα (%).** Καταγράφεται το μέσο ποσοστό ανακυκλοφορίας του προσαγόμενου αέρα στη θερμική ζώνη τη θερινή και τη χειμερινή περίοδο. Ανακυκλοφορία 100% σημαίνει ότι, το ποσοστό του εξωτερικού (νωπού) αέρα είναι 0 και ανακυκλοφορία 0% σημαίνει ότι, το ποσοστό του εξωτερικού (νωπού) αέρα είναι 100%.
- **Ρύθμιση ανακυκλοφορίας:** Καταγράφεται η ρύθμιση του ποσοστού ανακυκλοφορίας με: αναλογική ή αφής/σβέσης (on/off), ρύθμιση πεταλούδας (damper), ρύθμιση νωπού βάση αισθητηρίου CO_2, ρύθμιση νωπού βάση λειτουργίας free cooling.
- **Ανεμιστήρες.** Καταγράφεται ο τύπος των ανεμιστήρων προσαγωγής και επιστροφής, ανάλογα με την κλίση των πτερυγίων τους (εμπρός ή πίσω), εάν είναι έμμεσης ή άμεσης κίνησης και τη χρήση ρυθμιστή στροφών (inverter). Ο κινητήρας του ανεμιστήρα πρέπει να έχει μεταβαλλόμενη συχνότητα λειτουργίας προσαρμόζοντας τις στροφές του, και συνεπώς την παροχή αέρα, μέσω ενός ρυθμιστή στροφών (inverter) στις πραγματικές απαιτήσεις της εγκατάστασης. Πέραν από ρυθμιστή στροφών (inverter), η μεταβολή των στροφών μπορεί να επιτευχθεί και με κινητήρες τεχνολογίας EC που διαθέτουν ενσωματωμένο το ηλεκτρονικό μέρος μεταβαλλόμενης συχνότητας μέσω σήματος 0-10V. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί παράλληλα να ρυθμιστεί και η μεταβολή της πίεσης του αέρα, στην περίπτωση πτώσης πίεσης λόγω αύξησης της αντίστασης των φίλτρων από τη συγκράτηση ρύπων. Όταν οι χώροι που εξυπηρετεί μια εγκατάσταση, βρίσκονται σε μερική χρήση ή δεν υπάρχει παρουσία ατόμων στους χώρους, η προσαγωγή αέρα μπορεί να ρυθμιστεί σε χαμηλότερα επίπεδα, για παράδειγμα, στο 30% της πλήρους λειτουργίας. Αντίστοιχα, ρυθμίζεται και ο ανεμιστήρας που χρησιμοποιείται για την απαγωγή του εσωτερικού αέρα. Η μανομετρική πίεση ενός ανεμιστήρα επιστροφής (απαγωγής αέρα) κυμαίνεται περίπου στα 60 mm H_2O. Η χρήση ρυθμιστών στροφών (inverters) στους ανεμιστήρες έχει ως αποτέλεσμα την σημαντική μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για τη λειτουργία τους.

- **Ειδική ισχύς ανεμιστήρα SFP [kW/(m^3/s)]**. Καταγράφεται η ειδική ισχύς των ανεμιστήρων προσαγωγής ή απαγωγής. Εάν ο ανεμιστήρας είναι έμμεσης κίνησης καταγράφεται το SFP μαζί με τους ιμάντες, ενώ σε περίπτωση που διαθέτει φίλτρα τότε η SFPv (με φίλτρο και Inverter).
- **Κατηγορία κινητήρα.** Καταγράφεται η ενεργειακή κλάση του κινητήρα είτε από την σήμανση του κινητήρα, είτε από το Τεχνικό Πληροφοριακό Δελτίο του κατασκευαστή της Κ.Κ.Μ., είτε από το Δελτίο Προϊόντος Ecodesign του κατασκευαστή. Υποχρεωτικά από το 2015 ακολουθείται η Ευρωπαϊκή Οδηγία ΕΕ 327/2011, όπου όλοι οι κινητήρες >0,75kW θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ενεργειακής κατανάλωσης IE3 ή IE2 με υποχρεωτικό συνδυασμό λειτουργίας με ρυθμιστή στροφών (inverter). Κινητήρες με τεχνολογία EC ή τύπου PM (pro-magnet) υπερκαλύπτουν την ενεργειακή κλάση IE2 και είναι αποδεκτοί.
- **Εσωτερική ειδική ισχύς των κατασκευαστικών στοιχείων της μονάδας SFPint [kW/(m^3/s)]**. Καταγράφεται η εσωτερική ειδική ισχύς της μονάδας που δίνεται από την σήμανση του κατασκευαστή, είτε από το Δελτίο Προϊόντος Ecodesign.
- **Ειδική ισχύς εισόδου SPI [kW/(m^3/h)]**. Αφορά τις ΟΜΕ-ΜΕΑΡ (οικιακές μονάδες αμφίδρομης ροής), όπως οι οικιακές μονάδες ανάκτησης αέρα. Καταγράφεται η ειδική ισχύς εισόδου της μονάδας που δίνεται από τη σήμανση του κατασκευαστή, είτε από το Δελτίο Προϊόντος Ecodesign.
- **Ειδική ενεργειακή κατανάλωση SEC [(kWh/m^2.α]**. Αφορά τις ΟΜΕ-ΜΕΑΡ (οικιακές μονάδες αμφίδρομης ροής), όπως είναι οι οικιακές μονάδες ανάκτησης αέρα. Καταγράφεται η ειδική ενεργειακή κατανάλωση της μονάδας που δίνεται από τη σήμανση του κατασκευαστή, είτε από το Δελτίο Προϊόντος Ecodesign.
- **Συνθήκες αέρα προσαγωγής.** Καταγράφεται η θερμοκρασία (^{o}C) και η υγρασία (gr υδρατμών / kg ξηρού αέρα) του αέρα προσαγωγής κατά τη θερινή και τη χειμερινή περίοδο λειτουργίας. Η αναλογία υγρασίας, W, είναι ο αδιάστατος αριθμός που ισούται με τον λόγο της μάζας των υδρατμών προς τη μάζα του ξηρού αέρα (gr υδρατμών / kg ξηρού αέρα).
- **Εναλλάκτης ανάκτησης.** Στο τμήμα εξοικονόμησης ενέργειας (οικονομητήρας) τοποθετείται ένας πλακοειδής εναλλάκτης θερμότητας, τροχός, ή άλλου (προσδιορίζεται) τύπου εναλλάκτης. Το κιβώτιο μείξης τοποθετείται σε Κ.Κ.Μ. που έχουν επιστροφή και απόρριψη αέρα, στο άκρο της μονάδας, ακριβώς μετά τα στόμια εισόδου και εξόδου του αέρα. Στον εναλλάκτη διασταυρώνονται ο νωπός αέρας και ο αέρας απόρριψης, έτσι ώστε να ανακτηθεί κάποιο ποσοστό θερμότητας από τον κλιματισμένο εσωτερικό αέρα που απορρίπτεται και να προκλιματιστεί ο νωπός αέρας. Οι τροχοί θερμότητας ή/και ενέργειας (ενθαλπίας), γνωστοί και ως sensible wheels (τροχοί αισθητής θερμότητας), enthalpy wheels (τροχοί ενθαλπίας), desiccant wheels (τροχοί προσροφητικών υλικών) χρησιμοποιούνται για την ανταλλαγή θερμότητας ή/και υγρασίας (energy wheel) ανάλογα με το υλικό, σε μια διάταξη αέρα-αέρα. Καταγράφεται εάν, καλύπτουν το ελάχιστο ποσοστό ανάκτησης, σύμφωνα με τον τύπο του εναλλάκτη και με τις οδηγίες ErP 2016 και ErP 2018, όπως τα ποσοστά αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα:

ΤΥΠΟΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ	**ErP 2016**	**ErP2018**
Πλακοειδής-Περιστροφικός	**67%**	**73%**
Round –Round Coil	**63%**	**68%**

- **Σύστημα θερμικού by pass εναλλάκτη:** Καταγράφεται (υποχρεωτικό για μονάδες που έχουν μπει στην αγορά από 1/1/2016) αν στο τμήμα εξοικονόμησης ενέργειας (οικονομητήρας) υπάρχει τμήμα ή σύστημα παράκαμψης (by pass) 100% του εναλλάκτη έτσι ώστε τις ημέρες ή ώρες που η εξωτερική θερμοκρασία είναι κατάλληλη ή σχεδόν ίση με την επιθυμητή του χώρου να παρακάμπτεται ο εναλλάκτης προσφέροντας έτσι με χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας την θερμοκρασιακή άνεση στο χώρο, και ελεύθερη ψύξη (free cooling) κυρίως τις νυχτερινές περιόδους το καλοκαίρι, άνοιξη, φθινόπωρο.

- **Σύστημα ύγρανσης.** Ορισμένες Κ.Κ.Μ. μονάδες, διαθέτουν υγραντήρες, για τον έλεγχο της υγρασίας. Υπάρχουν διάφοροι τύποι υγραντήρων, όπως ατμού, νερού (ψεκασμού, υγρών επιφανειών) κ.τ.λ. Η ρύθμιση της υγρασίας του κλιματισμένου αέρα συμβάλει στη θερμική άνεση και στην υγιεινή των εσωτερικών χώρων. Οι υγραντήρες αυξάνουν την υγρασία του αέρα (ύγρανση) που συνήθως είναι ξηρός λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας του μετά το θερμαντικό στοιχείο, κατά την περίοδο λειτουργίας τον χειμώνα. Καταγράφεται και η μέση ωριαία ποσότητα υδρατμών (gr/hr) που προστίθεται στον αέρα προσαγωγής.

Εάν ο έλεγχος της ποσότητας του νερού δεν είναι επαρκής, τότε υπάρχει ο κίνδυνος δημιουργίας συμπυκνωμάτων μέσα στο σύστημα (π.χ. αεραγωγοί ή στόμια), η οποία ευνοεί την ανάπτυξη παθογόνων και αλλεργικών μικροοργανισμών. Για το λόγο αυτό, εάν είναι πρακτικά δυνατόν, προτιμάται η ύγρανση να γίνεται με τη χρήση ξηρού ατμού αντί των υγρών επιφανειών και συστημάτων ψεκασμού νερού.

- **Φίλτρα.** Ο εξωτερικός αέρας πρέπει να καθαρίζεται από τους διάφορους ρύπους που περιέχει πριν την προσαγωγή του στους εσωτερικούς χώρους. Ο καθαρισμός του γίνεται με φίλτρα τα οποία επιβάλλεται να συντηρούνται τακτικά, ώστε να μην καθίστανται δευτερογενείς εστίες ρύπανσης. Τα φίλτρα είναι ομαδοποιημένα ανάλογα την ικανότητά τους να απομακρύνουν συγκεκριμένου μεγέθους σωματίδια. Οι συνηθέστεροι παράμετροι που κατηγοριοποιούν τα διάφορα φίλτρα είναι: η απόδοση του φίλτρου (ικανότητα να αφαιρεί σωματίδια από το ρεύμα του αέρα, όσο πιο μεγάλη είναι η απόδοση, τόσο περισσότερα σωματίδια μικρότερου μεγέθους μπορεί να συγκρατήσει), η αντίσταση, πτώση στατικής πίεσης (κατά τη διέλευση του αέρα μέσα από το φίλτρο σε δεδομένη παροχή αέρα, η οποία μεταβάλλεται ανάλογα με το πόσο καθαρό είναι το φίλτρο, και με την πάροδο του χρόνου, ανάλογα με τον τύπο του φίλτρου, μειώνεται η διαπερατότητα του λόγω των επικαθίσεων, με αποτέλεσμα να μειώνεται η ροή του αέρα), και την ικανότητα κατακράτησης σωματιδίων/σκόνης (χωρητικότητα σκόνης που μπορεί να συσσωρευτεί σε ένα φίλτρο που λειτουργεί σε καθορισμένη παροχή αέρα). Υπάρχουν διάφορα είδη φίλτρων. Ανάλογα την περίπτωση, καταγράφεται το είδος των φίλτρων και ο αριθμός τους:

  - Το πρώτο φίλτρο που τοποθετείται συνήθως σε μια Κ.Κ.Μ. αμέσως μετά το στόμιο εισόδου του νωπού αέρα, ονομάζεται προφίλτρο ή πρώτης βαθμίδας φίλτρα. Τα φίλτρα της πρώτης βαθμίδας πρέπει να έχουν απόδοση 50% και δυνατότητα κατακράτησης σκόνης και σωματιδίων της τάξεως μέχρι και 0,3 μm. Η πτώση πίεσης πρέπει να είναι της τάξεως των 5 mm H_2O. Η χρήση προφίλτρων βελτιώνει σημαντικά την απόδοση των υπολοίπων φίλτρων που ακολουθούν. Τα πιο πολλά είναι μιας χρήσεως και αχρηστεύονται γρήγορα ανάλογα και με την ποιότητα του νωπού αέρα. Παρόμοιου τύπου είναι τα φίλτρα σε ρολό (ρολόφιλτρα). Η αποδοτική λειτουργία και συντήρηση των προφίλτρων μειώνει την ανάπτυξη των βακτηριδίων στα κύρια φίλτρα που ακολουθούν σε μια εγκατάσταση αερισμού ή/και κλιματισμού και βελτιώνει σημαντικά την απόδοσή τους. Ο συνδυασμός ενός φίλτρου με προφίλτρο έχει ως αποτέλεσμα μεγάλες διαφορές στην ανάπτυξη βακτηριδίων κ.τ.λ.

  - Τα σακόφιλτρα ή δεύτερης βαθμίδας φίλτρα ή αεροθύλακες είναι λεπτά φίλτρα με απόδοση της τάξεως του 95%. Συγκρατούν σωματίδια με διάμετρο μικρότερη από 0,3 μm. Η πτώση πίεσης είναι περίπου 10 mm H_2O. Τα φίλτρα αυτά τοποθετούνται στην έξοδο από μια Κ.Κ.Μ. και σε πολλές περιπτώσεις συγκρατούν ακόμα και ανεπιθύμητους υδρατμούς ή μικροοργανισμούς που αναπτύσσονται στον αέρα που υγροποιείται γύρω από το στοιχείο ψύξης της Κ.Κ.Μ. Τα σακόφιλτρα δεν καθαρίζονται, αλλά αντικαθίστανται.

  - Τα ειδικά ή απόλυτα ή τρίτης βαθμίδας φίλτρα έχουν υψηλή απόδοση κατακράτησης πάνω από 99,999% και χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις για χώρους υψηλές απαιτήσεις καθαρότητας του αέρα, όπως για παράδειγμα, χειρουργεία, αποστειρωμένους χώρους κ.τ.λ. Είναι φτιαγμένα από επεξεργασμένο χαρτί και συνήθως συνοδεύεται με ένα προφίλτρο. Η πτώση πίεσης αέρα είναι της τάξεως των 25 mm H_2O. Τα φίλτρα αυτά είναι γνωστά και ως φίλτρα αιωρούμενης μάζας. Η απόδοσή τους εξαρτάται από το μέγεθος των σωματιδίων (συνήθως οι τιμές απόδοσης αναφέρονται σε μέγεθος σωματιδίων περίπου 10μm, αλλά μπορούν να συγκρατήσουν σωματίδια κάτω από 0,1μm, τα οποία στην πλειοψηφία τους μπορούν να προκαλέσουν αλλεργίες ή άσθμα και κυμαίνονται σε μέγεθος από

10÷0,5μm). Τοποθετούνται όσο το δυνατόν πιο κοντά στα στόμια εξόδου του αέρα προς τον αεριζόμενο/κλιματιζόμενο χώρο, προκειμένου να συγκρατούν και τα τελευταία σωματίδια που έχουν απομείνει ή πιθανόν υπάρχουν στην Κ.Κ.Μ. Η επιλογή και η τοποθέτησή τους πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή. Πριν από το φίλτρο αυτό τοποθετούνται αυτόματες στεγανές δικλείδες (ντάμπερ), που κλείνουν όταν η μονάδα δεν λειτουργεί, για να εμποδίζουν την αντίθετη ροή του αέρα προς την Κ.Κ.Μ.

- Τα ηλεκτροστατικά φίλτρα προκαλούν την θετική ή αρνητική φόρτιση των σωματιδίων του αέρα καθώς περνά μέσα από αυτοφορτιζόμενα φύλλα πολυπροπυλενίου, με διαφορετικό φορτίο το κάθε ένα που εναλλάσσονται στη σειρά που τοποθετούνται. Τα σωματίδια που μεταφέρει ο αέρας (μεγέθους μέχρι 0,1 μm) φορτίζονται και κατόπιν έλκονται και κατακρατούνται από μια επιφάνεια με αντίθετο φορτίο. Το φίλτρο πρέπει να ελέγχεται κάθε 4-6 βδομάδες και να καθαρίζεται. Η τυπική απόδοση κατακράτησης (κατά βάρος) είναι περίπου 85% όταν τοποθετούνται μετά από κάποιο προφίλτρο και 95% όταν τοποθετούνται πριν από κάθε άλλο φίλτρο. Η απόδοση των ηλεκτροστατικών φίλτρων είναι πολύ καλή σε σύγκριση με τα απλά φίλτρα αλλά προϋποθέτει καλή συντήρηση.
- Η εξωτερική ρύπανση που προέρχεται από τις εξατμίσεις των αυτοκινήτων και άλλων τροχοφόρων, λόγω της καύσης, περιέχει αέρια όπως NO_2, SO_2, και φορμαλδεΰδη (HCHO). Τα αέρια καύσης από μηχανές ντίζελ περιέχουν ακόμη πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs) οι οποίες προκαλούν δυσάρεστες οσμές, ακόμη και σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις. Ο έλεγχος των ρύπων αυτών μπορεί να γίνει με τα κατάλληλα χημικά φίλτρα που κυρίως αποτελούνται από ενεργό άνθρακα. Άλλος ένας συνηθισμένος εξωτερικός ρύπος είναι το όζον (O_3), του οποίου η συγκέντρωση εξαρτάται από τα επίπεδα της ακτινοβολίας και τις καιρικές συνθήκες. Επίσης, ανάλογα με τις πηγές που μπορεί να υπάρχουν στην περιοχή, άλλοι εξωτερικοί ρύποι περιλαμβάνουν NH_3, H_2S, HCl. Τα χημικά φίλτρα, για παράδειγμα, φίλτρα ενεργού άνθρακα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αντιμετώπιση των οσμών που προκαλούνται από τους ρύπους αυτούς.

- **Θερμοστάτες λειτουργίας.** Καταγράφονται οι θερμοστάτες που ελέγχουν την λειτουργία της Κ.Κ.Μ., όπως παροχής ψυκτικού μέσου, επιστροφής ψυκτικού μέσου, παροχής θερμικού μέσου, επιστροφής θερμικού μέσου, προσαγωγής, επιστροφής, απόρριψης, νωπού αέρα, κιβωτίου μείξης, παροχής αέρα, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- **Σύστημα ελέγχου ειδοποίησης αλλαγής φίλτρων** (υποχρεωτικά για μονάδες που θα μπουν στην αγορά από 1/1/2018). Καταγράφεται εάν, υπάρχει σύστημα ελέγχου και προειδοποίησης αλλαγής (alarm) φίλτρων (διάταξη παραγωγής οπτικών σημάτων ή με συναγερμό). Όταν τα εν λόγω φίλτρα βουλώσουν από τη ρύπανση, τότε η λειτουργία των κινητήρων επιβαρύνεται – αυξάνεται η ηλεκτρική κατανάλωσή τους - εξαιτίας της μεγαλύτερης στατικής πίεσης που δημιουργείται στα φίλτρα. Επιπρόσθετα, η συχνότερη αλλαγή των φίλτρων προστατεύει το σύστημα ανάκτησης (MEAP) από βουλώματα, αποτρέπει την ανάπτυξη μικροβίων και βακτηριδίων, και βελτιώνει την απόδοση της μονάδας.

4.1.8.2 <u>Πίνακας 8.2 Διάγνωση υφιστάμενης κατάστασης Κ.Κ.Μ.</u>

Η υφιστάμενη κατάσταση της Κ.Κ.Μ. αρχικά εκτιμάται από τα στοιχεία που βρίσκονται στο ημερολόγιο της Κ.Κ.Μ. το οποίο περιλαμβάνει εγχειρίδια με:

- Οδηγίες λειτουργίας & συντήρησης Κ.Κ.Μ.,
- Φύλλο συμμόρφωσης κατά ErP 2016 ή ErP 2018 (Τεχνικό πληροφοριακό δελτίο του κατασκευαστή), ενεργειακή σήμανση μονάδας (για ΟΜΕ), Δελτίο Προϊόντος Ecodesign (για ΜΟΜΕ).
- Αρχείο φύλλων συντήρησης και ρύθμισης λειτουργίας Κ.Κ.Μ.

Καταγράφεται η διαθεσιμότητα των ανωτέρω εγχειριδίων και στοιχείων, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

Κατά την οπτική επιθεώρηση, ανάλογα με την περίοδο που θα γίνει η επιθεώρηση, ελέγχονται και καταγράφονται, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου :

- Εύκολη πρόσβαση στην Κ.Κ.Μ. η οποία διαθέτει πόρτες ελέγχου, για να είναι δυνατή η επίσκεψη του εσωτερικού της μονάδας σε περιόδους συντήρησης

- Επικαθήσεις επί της Κ.Κ.Μ.
- Τακτική συντήρηση Κ.Κ.Μ. (καθαρισμός Κ.Κ.Μ., αλλαγή φίλτρων κ.ά.)
- Διαβρώσεις επί της Κ.Κ.Μ.
- Φθορές στο κέλυφος της Κ.Κ.Μ.
- Αεροστεγανότητα κελύφους Κ.Κ.Μ. έτσι ώστε να περιορίζονται οι απώλειες κλιματισμένου αέρα.
- Επαρκής θερμομόνωση Κ.Κ.Μ., για παράδειγμα, τοιχώματα τύπου sandwich με θερμομόνωση για τη μείωση των θερμικών απωλειών.
- Επαρκής θερμομόνωση αγωγών προσαγωγής και επιστροφής αέρα για τη μείωση των θερμικών απωλειών.
- Διαρροή ψυκτικού/θερμικού μέσου.
- Κακός σιφωνισμός συμπυκνωμάτων από την αφύγρανση του αέρα και τη συμπύκνωση των υδρατμών στο ψυκτικό στοιχείο, τα οποία συγκεντρώνονται σε μία λεκάνη στη βάση του κιβωτίου και λόγω κακής ρύσης ή έλλειψης εξωτερικού σωλήνα δεν απομακρύνονται προς την αποχέτευση.
- Επαρκής λειτουργία βαλβίδων παροχής / επιστροφής ψυκτικού/θερμικού μέσου.
- Επαρκής λειτουργία βαλβίδων του συστήματος ύγρανσης.
- Διαρροή κλιματιζόμενου αέρα Κ.Κ.Μ.
- Σωστή λειτουργία ανεμιστήρα χωρίς θόρυβο.
- Σωστή τοποθέτηση στομίων αναρρόφησης νωπού αέρα.
- Τακτικός καθαρισμός εναλλάκτη Κ.Κ.Μ.
- Σωστή υδραυλική σύνδεση με το δίκτυο (εξισορρόπηση).
- Επικαθήσεις στα στόμια προσαγωγής κλιματιζόμενου αέρα στους κλιματιζόμενους χώρους.
- Επικαθήσεις στα στόμια απαγωγής κλιματιζόμενου αέρα από τους κλιματιζόμενους χώρους.

Από τα διαθέσιμα στοιχεία του ημερολογίου, και την οπτική επιθεώρηση, ο ενεργειακός επιθεωρητής μπορεί να διαπιστώσει την εφαρμογή επαρκούς συντήρησης της μονάδας και λειτουργικών προβλημάτων.

4.1.8.3 Πίνακας 8.3. Συστήματα μηχανικού αερισμού / εξαερισμού

Σε περιοχές όπου οι περιβαλλοντικές συνθήκες δεν επιτρέπουν τη χρήση του φυσικού αερισμού, για παράδειγμα, λόγω αυξημένης ατμοσφαιρικής ρύπανσης, είτε λόγω της χρήσης εσωτερικών τερματικών μονάδων ρύθμισης της θερμοκρασίας (π.χ. μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου - fan coils), η ανανέωση του εσωτερικού αέρα γίνεται με μηχανικά μέσα. Ο εξωτερικός (νωπός) αέρας κυκλοφορεί με τη βοήθεια ανεμιστήρων, χωρίς κλιματισμό ή προκλιματισμό. Η προσαγωγή του εξωτερικού αέρα γίνεται μέσω δικτύου αεραγωγών που μεταφέρουν τον νωπό αέρα στους εσωτερικούς χώρους, αφού πρώτα τον φιλτράρουν ή/και δημιουργώντας μια διαφορά πίεσης με την απαγωγή του εσωτερικού αέρα μέσω αντίστοιχου δικτύου αεραγωγών και αντίστοιχου ανεμιστήρα απαγωγής (εξαερισμός).

Εάν η προσαγωγή του εξωτερικού αέρα γίνεται αφού ρυθμιστεί η θερμοκρασία, και πιθανώς η υγρασία του αέρα, ή εγκατάσταση εξαερισμού επιστρέφει στην Κ.Κ.Μ., τότε καταγράφονται τα απαιτούμενα στοιχεία στον Πίνακα 8.

- **α/α Ανεμιστήρα.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός του ανεμιστήρα.
- **Χρήση.** Καταγράφεται η χρήση του ανεμιστήρα για προσαγωγή νωπού αέρα ή για απαγωγή εσωτερικού αέρα. Επίσης, καταγράφεται εάν το σύστημα διαθέτει φίλτρο (ή συστοιχία φίλτρων), το είδος και ο αριθμός των φίλτρων (πχ προφίλτρα, σακόφιλτρα κ.α.), και στην περίπτωση που διαθέτει μεταθερμαντικό στοιχείο καταγράφεται η σχύς του.
- **Χαρακτηρισμός μονάδας:** Σύμφωνα με τα οριζόμενα στον Κανονισμό (ΕΕ) αρ.1253/2014 Ecodesign για τις απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού μονάδων εξαερισμού ή μηχανικού αερισμού, ο χαρακτηρισμός της μονάδας περιγράφεται είτε στην ενεργειακή σήμανση του κατασκευαστή, είτε στο Δελτίο Προϊόντος Ecodesign του κατασκευαστή ή στο Τεχνικό Πληροφοριακό Δελτίο του κατασκευαστή. Σύμφωνα με τον εν λόγω κανονισμό, τα συστήματα αερισμού/εξαερισμού συγκαταλέγονται στις μονάδες εξαερισμού και

χαρακτηρίζονται είτε στην υποκατηγορία MEMP (Μονάδες Εξαερισμού Μονοκατευθυντικής Ροής), είτε στην κατηγορία MEAP (Μονάδες Εξαερισμού Αμφίδρομης Ροής), και χωρίζονται σε 2 τύπους:

- **OME**: Οικιακή μονάδα εξαερισμού, μονάδα μέχρι 250m^3/h είτε και μεγαλύτερη μέχρι και 1000m^3/h κατά δήλωση του κατασκευαστή.

- **MOME**: Μη οικιακή μονάδα εξαερισμού, μεγαλύτερης παροχής αέρα των 250 m^3/h.

Καταγράφεται ο τύπος της μονάδας.

Σημείωση:

Ο Κανονισμός (ΕΕ) αρ.1253/2014 δεν εφαρμόζεται στις περιπτώσεις μονάδων, οι οποίες έχουν σχεδιαστεί ειδικά για :

- Λειτουργία σε εκρήξιμη ατμόσφαιρα, όπως αυτή ορίζεται στην ευρωπαϊκή οδηγία 94/9/ΕΚ.
- Εφαρμογές έκτακτης ανάγκης – αποκαπνισμού / υψηλών θερμοκρασιών.
- Θερμοκρασία του ρεύματος αέρα ή θερμοκρασία περιβάλλοντος λειτουργίας του κινητήρα, αν βρίσκεται εκτός του ρεύματος αέρα, χαμηλότερη από -40° C ή μεγαλύτερη από +100°C.
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος λειτουργίας του κινητήρα που τροφοδοτεί τον ανεμιστήρα, αν βρίσκεται εκτός του ρεύματος αέρα, μεγαλύτερη από 65 °C.
- Απορροφητήρες κουζίνας που καλύπτονται από τον κανονισμό (ΕΕ) αριθ. 66/2014.
- Εφαρμογές με τοξικό, διαβρωτικό αέρα, Μονάδες Αερισμού (μονοκατευθυντικής ή αμφίδρομης ροής) με ενεργειακή κατανάλωση μικρότερη από 30 W ανά ανεμιστήρα.

Καταγράφεται η περίπτωση μη απαίτησης σύμφωνα με τα ανωτέρω.

- **Εταιρεία κατασκευής, τύπος (μοντέλο) και σειριακός αριθμός του ανεμιστήρα**, όπως αναγράφονται στη σήμανση του κατασκευαστή, εάν υπάρχει, ή στο Τεχνικό Πληροφοριακό Δελτίο του κατασκευαστή.
- **Έτος κατασκευής και έτος εγκατάστασης**. Ο χρόνος εγκατάστασης προσδιορίζει τον πραγματικό χρόνο λειτουργίας του ανεμιστήρα.
- **Σήμανση:** Καταγράφεται η ενεργειακή σήμανση (για ΟΜΕ), είτε από το Δελτίο Προϊόντος Ecodesign (για ΟΜΕ) ή από το Τεχνικό Πληροφοριακό Δελτίο του κατασκευαστή (για ΜΟΜΕ).
- **Ανεμιστήρες.** Καταγράφεται ο τύπος των ανεμιστήρων προσαγωγής και επιστροφής, ανάλογα με την κλίση των πτερυγίων τους (εμπρός ή πίσω), εάν είναι έμμεσης ή άμεσης κίνησης και τη χρήση ρυθμιστή στροφών (inverter).
- **Χαρακτηριστικά μεγέθη.** Καταγράφονται τα ονομαστικά χαρακτηριστικά μεγέθη του ανεμιστήρα: ισχύς κινητήρα Pn(kW), ένταση ρεύματος (A) και αριθμός στροφών ανά λεπτό (rpm).
- **Ενεργειακή Κατηγορία κινητήρων.** Καταγράφεται η ενεργειακή κλάση του κινητήρα είτε από την σήμανση του κινητήρα, είτε από το Τεχνικό Πληροφοριακό Δελτίο, είτε από το Δελτίο προϊόντος Ecodesign του κατασκευαστή.

  Υποχρεωτικά από το 2017 και σε συνέχεια της οδηγίας από το 2015 ακολουθείται η οδηγία ΕΕ 327/2011 όπου όλοι οι κινητήρες >0,75kW θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ενεργειακής κατανάλωσης IE3 ή IE2 με υποχρεωτικό συνδυασμό λειτουργία με ρυθμιστή στροφών (inverter), είτε για τη ρύθμισή τους στο βέλτιστο σημείο λειτουργίας, είτε στη μεταβολή της παροχής σύμφωνα με την αναλογική απαίτηση σε αερισμό μεταβάλλοντας τις στροφές με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας κατά την λειτουργία του κινητήρα.

  Κινητήρες με τεχνολογία EC ή τύπου PM (pro-magnet) υπερκαλύπτουν τη ενεργειακή κλάση IE2 και είναι αποδεκτοί.

- **Ρυθμιστής στροφών (inverter).** Καταγράφεται η ύπαρξη ρυθμιστή στροφών στους ανεμιστήρες αερισμού/εξαερισμού (inverter), για τον έλεγχο των μερικών φορτίων, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Επίσης, καταγράφεται με ποιο τρόπο γίνεται η ρύθμιση των στροφών του/των ανεμιστήρα/ων και εάν υπάρχει κάποιος τύπου ελέγχου λειτουργίας αυτών, καθώς και η περίπτωση χρήσης κινητήρα τεχνολογίας EC, οι οποίοι έχουν ενσωματωμένα τα ηλεκτρονικά μέρη ρύθμισης στροφών.
- **Βαθμός απόδοσης συστήματος μηχανικού αερισμού (%)**. Καταγράφεται ο συνολικός βαθμός απόδοσης του συστήματος (για MEMP) που δίνει ο κατασκευαστής για το συγκρότημα του ανεμιστήρα-κινητήρα – ιμάντες (εάν υπάρχουν) - ρυθμιστή στροφών - κέλυφος ανεμιστήρα (όπως το κιβώτιο ανεμιστήρα περίπτωση BOX FAN). Τα στοιχεία δίνονται από τον κατασκευαστή και περιλαμβάνονται στο Δελτίο Προϊόντος Ecodesign.
- **Συνθήκες λειτουργίας.** Καταγράφονται οι συνθήκες λειτουργίας, υπό συνθήκες πλήρους και μερικού φορτίου, για την παροχή αέρα (m^3/h), την ειδική ισχύ ανεμιστήρα SFP ($kW/(m^3/s)$) και την πτώση πίεσης αέρα στο δίκτυο (Pa).
- **Τύπος εναλλάκτη.** Καταγράφεται ο τύπος του εναλλάκτη ανάκτησης (αν υπάρχει): πλακοειδής, τροχός θερμότητας, τροχός ενθαλπίας, άλλο.
- **Ποσοστό ανάκτησης (%).**Καταγράφεται το ποσοστό ανάκτησης (%) για θερμότητα ή/ και υγρασία. Καταγράφεται εάν καλύπτουν το ελάχιστο ποσοστό ανάκτησης, σύμφωνα με τον τύπο του εναλλάκτη και με τις οδηγίες ErP 2016 και ErP 2018.

4.1.8.4 Πίνακας 8.4 Μετρήσεις Τεχνικών Χαρακτηριστικών Κ.Κ.Μ. και συστήματος αερισμού

Καταγράφονται, εάν υπάρχουν διαθέσιμες μετρήσεις από τον τεχνικό υπεύθυνο και τεχνικά χαρακτηριστικά της Κ.Κ.Μ. ή/και του συστήματος αερισμού, όπως η **ελάχιστη και η μέγιστη τιμή** για την:

- Πτώση πίεσης στα φίλτρα νωπού αέρα (Pa).
- Πτώση πίεσης αέρα στα φίλτρα προσαγωγής και επιστροφής (Pa).
- Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) νωπού αέρα (%).
- Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) προσαγωγής αέρα (%).
- Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) επιστροφής αέρα (%).
- Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) ανεμιστήρα (%).
- Παροχή ψυκτικού μέσου (m^3/s).
- Απόδοση εναλλάκτη θερμότητας (%)

μπορούν να συμβάλουν στην καλύτερη αξιολόγηση των συνθηκών λειτουργίας και τον προσδιορισμό της απόδοσης του εναλλάκτη θερμότητας (%). Για παράδειγμα, η πτώση πίεσης προκαλείται από τη συγκέντρωση σωματιδίων, σκόνης και άλλων που μεταφέρονται από τον αέρα.

4.1.8.5 Πίνακας 8.5. Άλλες τερματικές μονάδες (ΤΜ)

Η απόδοση θερμότητας ή ψύξης στους εσωτερικούς χώρους γίνεται μέσω των ΤΜ. Για παράδειγμα, το κρύο νερό που παράγεται από ένα ψύκτη τροφοδοτείται μέσω της υδραυλικής εγκατάστασης του δικτύου διανομής σε τοπικές κλιματιστικές μονάδες (ανεμιστήρα-στοιχείου γνωστά ως fan coils).

- **Τύπος.** Καταγράφεται ο τύπος των ΤΜ: π.χ. μονάδα ανεμιστήρα στοιχείου (fan coils) οροφής ή δαπέδου, ενδοτοίχιο σύστημα, ενδοδαπέδιο σύστημα, ψυχόμενη οροφή, Fan coils, Άλλο (προσδιορίζεται).
- **Αριθμός:** Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός Τ.Μ. με τα ίδια χαρακτηριστικά.
- **α/α Ζώνης.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης που καλύπτουν οι ΤΜ.
- **Τελική Χρήση,** ανάλογα εάν η μονάδα λειτουργεί για ψύξη χώρων ή και θέρμανσης χώρων (π.χ. με αντλίες θερμότητας), επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- **Εταιρεία κατασκευής, τύπος (μοντέλο) και σειριακός αριθμός της μονάδας** όπως αναγράφονται στη σήμανση του κατασκευαστή, εάν υπάρχει.

- **Έτος κατασκευής και έτος εγκατάστασης.** Ο χρόνος εγκατάστασης προσδιορίζει τον πραγματικό χρόνο λειτουργίας της μονάδας.
- **Ονομαστική ισχύς της μονάδας (kW),** όπως αναγράφεται στη σήμανση του κατασκευαστή, εάν υπάρχει, για την απορροφούμενη ηλεκτρική και την αποδιδόμενη ψυκτική και θερμική (π.χ. για τις αντλίες θερμότητας).
- **Ώρες λειτουργίας (h)** που εκτιμάται ότι λειτουργεί η μονάδα κατά τη θερινή και τη χειμερινή περίοδο.
- **Ψυκτικό / Θερμικό μέσο.** Καταγράφεται η παροχή (m^3/h) και η θερμοκρασία προσαγωγής και επιστροφής (^oC) του ψυκτικού και θερμικού μέσου που χρησιμοποιείται.
- **Κυκλοφορία αέρα (m^3/h).** Καταγράφεται, για παράδειγμα σε περιπτώσεις με μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coils), η κυκλοφορία του αέρα στις διαφορετικές ταχύτητες λειτουργίας της μονάδας.
- **Θερμοκρασία παρεχόμενου αέρα (^oC).** Καταγράφεται η θερμοκρασία του αέρα στην έξοδο της μονάδας κατά την περίοδο λειτουργίας για ψύξη / θέρμανση.

4.1.8.6 Πίνακας 8.6. Διάγνωση υφιστάμενης κατάστασης Τ.Μ.

Η υφιστάμενη κατάσταση των Τ.Μ. αρχικά εκτιμάται από τα στοιχεία που βρίσκονται στο ημερολόγιο των Τ.Μ. το οποίο περιλαμβάνει εγχειρίδια με:
- Οδηγίες λειτουργίας & συντήρησης,
- Αρχείο φύλλων συντήρησης και ρύθμισης λειτουργίας

Καταγράφεται η διαθεσιμότητα των ανωτέρω εγχειριδίων και στοιχείων, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

Κατά την οπτική επιθεώρηση, ανάλογα με την περίοδο που θα γίνει η επιθεώρηση, ελέγχονται και καταγράφονται, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου :
- Τακτικός καθαρισμός και συντήρηση.
- Τακτικός καθαρισμός/αλλαγή φίλτρων (εφόσον υπάρχουν).
- Διαβρώσεις και φθορές στο εξωτερικό κέλυφος της μονάδας παραγωγής ψύξης.
- Διαρροή ψυκτικού/θερμικού μέσου.
- Φθορές στα στοιχεία των εναλλακτών ψύξης ή/και θερμότητας.
- Κακός σιφωνισμός συμπυκνωμάτων από την υγροποίηση των υδρατμών του αέρα πάνω στα στοιχεία του εναλλάκτη (εξατμιστή).
- Σωστή θέση εγκατάστασης.
- Εμπόδια γύρω από τις μονάδες. Περιορίζουν την ψυκτική απόδοση των ΤΜ.
- Επαρκής λειτουργία ανεμιστήρα (εφόσον υπάρχει).

Από τα διαθέσιμα στοιχεία και την οπτική επιθεώρηση, ο ενεργειακός επιθεωρητής μπορεί να διαπιστώσει την εφαρμογή επαρκούς συντήρησης της Τ.Μ. και των λειτουργικών προβλημάτων.

4.1.8.7 Πίνακας 8.7. Βοηθητικές μονάδες διανομής θερμικής και ψυκτικής ενέργειας

Ο κυκλοφορητής ή η αντλία, είναι απαραίτητοι για την κυκλοφορία του ρευστού μέσα στο δίκτυο διανομής θερμότητας και ψύξης. Συνήθως τοποθετείται στην προσαγωγή, αλλά μπορεί να τοποθετηθεί και στην επιστροφή του ρευστού στη μονάδα παραγωγής. Η επιλογή του γίνεται με τον υπολογισμό της απαιτούμενης παροχής και το μανομετρικό ύψος, τα οποία συνδυάζονται στις καμπύλες απόδοσής τους. Καταγράφονται επίσης αντλίες ή ανεμιστήρες, οι οποίες εξυπηρετούν υδρόψυκτα μηχανήματα σε συνδυασμό με τους πύργους ψύξης.

Οι κινητήρες έχουν συγκεκριμένα ονομαστικά χαρακτηριστικά σε σχέση με την παροχή, την πτώση πίεσης, τη μηχανική ισχύ που αποδίδει και την ηλεκτρική ισχύ που απαιτείται για τη λειτουργία του, τον βαθμό απόδοσης και τον θόρυβο που προκαλεί με τη λειτουργία του. Ο κινητήρας μπορεί να έχει μεταβαλλόμενη συχνότητα λειτουργίας προσαρμόζοντας τις στροφές του, και συνεπώς την παροχή αέρα, μέσω ενός ρυθμιστή

στροφών (inverter) στις πραγματικές απαιτήσεις της εγκατάστασης. Για παράδειγμα, για ένα ανεμιστήρα, με τον τρόπο αυτό μπορεί παράλληλα να ρυθμιστεί και η μεταβολή της πίεσης του αέρα, στην περίπτωση πτώσης πίεσης λόγω αύξησης της αντίστασης των φίλτρων από τη συγκράτηση ρύπων. Όταν οι χώροι που εξυπηρετεί μια εγκατάσταση, βρίσκονται σε μερική χρήση ή δεν υπάρχει παρουσία ατόμων στους χώρους, η προσαγωγή αέρα μπορεί να ρυθμιστεί σε χαμηλότερα επίπεδα, όπως για παράδειγμα στο 30% της πλήρους λειτουργίας. Αντίστοιχα ρυθμίζεται και ο ανεμιστήρας που χρησιμοποιείται για την απαγωγή του εσωτερικού αέρα. Η μανομετρική πίεση ενός ανεμιστήρα επιστροφής (απαγωγής αέρα) κυμαίνεται περίπου στα 60 mm H_2O. Η χρήση ρυθμιστή στροφών (inverter) στους ανεμιστήρες έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για τη λειτουργία τους.

- **α/α Ζώνης.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.
- **Τύπος.** Καταγράφεται ο τύπος των βοηθητικών μονάδων: π.χ. αντλία, κυκλοφορητής, ανεμιστήρας, κ.ά.
- **Περιγραφή δικτύου.** Καταγράφεται μια σύντομη περιγραφή του δικτύου διανομής.
- **Αριθμός.** Καταγράφεται ο αριθμός των μονάδων του συγκεκριμένου τύπου.
- **Ισχύς (kW).** Καταγράφεται η συνολική ονομαστική ισχύς των μονάδων του συγκεκριμένου τύπου.
- **Μηνιαίες ώρες λειτουργίας (h).** Καταγράφεται ο μέσος μηνιαίος χρόνος λειτουργίας των βοηθητικών μονάδων.

4.1.9 Πίνακας 9. Χαρακτηριστικά Συστημάτων Ελέγχου

Ο έλεγχος λειτουργίας της μονάδας παραγωγής, αλλά και διανομής και απόδοσης των επί μέρους κλάδων της εγκατάστασης κλιματισμού, επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την κατανάλωση ενέργειας του κτηρίου.

- **α/α Συστήματος.** Καταγράφεται ο αύξων αριθμός του συστήματος κλιματισμού.
- **Κεντρικό σύστημα ελέγχου – ρύθμισης.** Η λειτουργία του κλιματισμού σε κτήρια που δεν υπάρχει αυτονομία, έχει περιοδική λειτουργία που συνήθως ελέγχεται από έναν απλό 24ωρο χρονοδιακόπτη (ωρολογιακό ελεγκτή με πρόγραμμα λειτουργίας αφής/σβέσης (on/off). Ο ρυθμιστής αντιστάθμισης είναι το σύστημα που ρυθμίζει αυτόματα τη θερμοκρασία του προσαγόμενου ρευστού στις Τ.Μ. σε συνάρτηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος και της επιθυμητής θερμοκρασίας των εσωτερικών χώρων. Σε μεγάλα κτήρια, οι απαιτήσεις και οι ρυθμίσεις είναι συνήθως πιο σύνθετες, ιδίως όταν απαιτούνται διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες ανάλογα με τη χρήση των χώρων ή λειτουργούν με διαφορετικά ωράρια. Στις περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιούνται BEMS που ελέγχουν πλήρως τη λειτουργία της εγκατάστασης κλιματισμού και επιπλέον πολλών άλλων παραμέτρων και συστημάτων (π.χ. έλεγχος λειτουργίας του αερισμού, φωτισμού κ.τ.λ.). Η ρύθμιση και ο έλεγχος της λειτουργίας μπορεί να γίνει εύκολα από ένα κεντρικό σημείο ελέγχου, σε διαφορετικές ζώνες ανάλογα με τις απαιτήσεις.
- **Σύστημα ελέγχου – ρύθμισης επί μέρους κλάδων δικτύου κλιματισμού.** Η λειτουργία του συστήματος κλιματισμού πρέπει να ελέγχεται σε συνάρτηση με εσωτερικούς θερμοστάτες χώρων (ηλεκτρομηχανικός, ηλεκτρονικός, ψηφιακός), έτσι ώστε να αποφεύγεται η υπερθέρμανση ή η υπερβολική μείωση της εσωτερικής θερμοκρασίας για ψύξη, αλλά και παράλληλη χρήση θερμοστατών αντιστάθμισης εξωτερικών χώρων. Οι εσωτερικοί θερμοστάτες χώρου, χρησιμοποιούνται σε κεντρικές εγκαταστάσεις, προσφέροντας παράλληλα αυτονομία λειτουργίας. Υπάρχουν διάφοροι τύποι. Με τους απλούς χειροκίνητους θερμοστάτες ελέγχεται η επιθυμητή θερμοκρασία που καθορίζει την λειτουργία του συγκεκριμένου κυκλώματος κλιματισμού. Για μεγαλύτερη ευελιξία στη ρύθμιση της λειτουργίας της εγκατάστασης θέρμανσης, χρησιμοποιούνται προγραμματιζόμενοι θερμοστάτες (π.χ. για διάφορες περιόδους της ημέρας και της εβδομάδας). Οι ηλεκτρομηχανολογικοί θερμοστάτες συνήθως έχουν υψηλότερη ακρίβεια από τους ψηφιακούς.
- **Σύστημα ελέγχου – με θερμοστάτη** για κάθε χώρο ή θερμική ζώνη. Οι ίδιες διατάξεις θερμοστατών εφαρμόζονται και σε επίπεδο θερμικής ζώνης ή επί μέρους χώρων. Για να είναι ενεργειακά αποδοτικές τέτοιου είδους διατάξεις, θα πρέπει και το δίκτυο διανομής καθώς και οι τερματικές μονάδες να ελέγχονται ξεχωριστά, ώστε να εφαρμόζεται διακοπτόμενη λειτουργία ανά **χώρο.**

Προσδιορίζονται τα δεδομένα για τη σωστή λειτουργία του συστήματος ελέγχου. Συγκεκριμένα καταγράφονται, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου για τη:

- Σωστή θέση του θερμοστάτη στις θερμικές ζώνες του κτηρίου, ανάλογα με τις επικρατούσες εσωτερικές συνθήκες και τα πιθανά ηλιακά ή άλλα εσωτερικά θερμικά κέρδη.
- Σωστή ρύθμιση του θερμοστάτη στην επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία.
- Ύπαρξη ρυθμιστικών βανών σε όλες τις ΤΜ, για την ρύθμιση της κυκλοφορίας του θερμοαπαγωγού μέσου ανάλογα με την επιθυμητή θερμοκρασία και τις επικρατούσες εσωτερικές συνθήκες και τα πιθανά ηλιακά ή άλλα εσωτερικά θερμικά κέρδη, προσδιορίζοντας εάν είναι τρίοδες, αναλογικές ή αφής/σβέσης (on/off).
- Ύπαρξη οδηγιών λειτουργίας για τα επί μέρους συστήματα ελέγχου.

4.1.10 Πίνακας 10. Τελική διάγνωση

Καταγράφεται η σωστή λειτουργία των συστημάτων κλιματισμού, λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση των συστημάτων και του εξοπλισμού, την αποδοτική λειτουργία και την επαρκή συντήρηση των συστημάτων. Ο χαρακτηρισμός ανά περίπτωση (κακή, μέτρια, καλή, πολύ καλή) βασίζεται στα εξής:

Πίνακας 4στ. Χαρακτηρισμός συνόλου συστημάτων.

Χαρακτηρισμός συνόλου συστημάτων: Αφορά την ικανότητα της εγκατάστασης να καλύψει τις ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη ή θέρμανση. Η απόδοση ελέγχεται από τη θερμοκρασία παροχής και επιστροφή του ψυκτικού ή θερμικού μέσου.	
Κακή	Η ψυκτική ή θερμική ικανότητα των μονάδων παραγωγής είναι μικρότερη από το 50% της ονομαστικής ισχύος.
Μέτρια	Η ψυκτική ή θερμική ικανότητα των μονάδων παραγωγής είναι μεταξύ του 50 και 60% της ονομαστικής ισχύος.
Καλή	Η ψυκτική ή θερμική ικανότητα των μονάδων παραγωγής είναι μεταξύ του 60 και 80% της ονομαστικής ισχύος.
Πολύ καλή	Η ψυκτική ή θερμική ικανότητα των μονάδων παραγωγής είναι μεγαλύτερη ή ίση του 80% της ονομαστικής ισχύος.

Πίνακας 4ζ. Χαρακτηρισμός εξοπλισμού συστημάτων.

Χαρακτηρισμός εξοπλισμού συστημάτων: Αφορά την επάρκεια του εξοπλισμού για τη σωστή και την αποδοτική λειτουργία της εγκατάστασης κλιματισμού.	
Κακή	Ο εξοπλισμός της εγκατάστασης κλιματισμού δεν περιλαμβάνει τα περισσότερα από τα βασικά στοιχεία όπως: ρυθμιστικές βάνες στα δίκτυα διανομής, φίλτρα στις μονάδες αερισμού, τοπικές ή κεντρικές διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου λειτουργίας του επί μέρους εξοπλισμού, καθόλου θερμομόνωση σε όλα τα τμήματα του δικτύου διανομής και αεραγωγών. Επίσης υπάρχουν πολλά στοιχεία του εξοπλισμού που είναι εκτός λειτουργίας. Κακή λειτουργία και συμβατότητα λειτουργίας του εξοπλισμού. Μηδενική συντήρηση και συστηματική αντικατάσταση του αναλώσιμου εξοπλισμού (π.χ. φίλτρα, φλάντζες). Εξοπλισμός εγκατάστασης χωρίς σήμανση και τεχνικές προδιαγραφές.
Μέτρια	Ο εξοπλισμός της εγκατάστασης κλιματισμού δεν περιλαμβάνει αρκετά βασικά στοιχεία όπως: φίλτρα στις μονάδες αερισμού, τοπικές ή κεντρικές διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου λειτουργίας του επί μέρους εξοπλισμού, επαρκή θερμομόνωση σε όλα τα τμήματα του δικτύου διανομής και αεραγωγών. Ανεπαρκής συντήρηση της εγκατάστασης κλιματισμού. Εξοπλισμός εγκατάστασης με σήμανση, αλλά χωρίς τεχνικές προδιαγραφές.
Καλή	Ο εξοπλισμός της εγκατάστασης κλιματισμού δεν περιλαμβάνει μερικά βασικά στοιχεία όπως: τοπικές ή κεντρικές διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου λειτουργίας του επί μέρους εξοπλισμού, προκειμένου να διασφαλίζεται η ενεργειακά αποδοτική λειτουργία των εγκαταστάσεων κλιματισμού. Επαρκής και συστηματική συντήρηση της εγκατάστασης. Εξοπλισμός εγκατάστασης με σήμανση και τεχνικές προδιαγραφές.
Πολύ καλή	Ο εξοπλισμός της εγκατάστασης κλιματισμού είναι πλήρης και περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα στοιχεία νέας τεχνολογίας με όλες τις δυνατές διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου. Εφαρμόζεται συστηματική συντήρηση της εγκατάστασης κλιματισμού και άμεση αποκατάσταση των βλαβών και φθορών που παρουσιάζονται. Υπάρχει ενεργειακός υπεύθυνος που παρακολουθεί και ρυθμίζει κατά περίπτωση την λειτουργία της εγκατάστασης. Υπάρχουν συστήματα εφεδρείας για εναλλακτική λειτουργία σε περίπτωση συστηματικής συντήρησης. Εξοπλισμός εγκατάστασης με σήμανση και

	τεχνικές προδιαγραφές υψηλής απόδοσης.

Πίνακας 4η. Χαρακτηρισμός λειτουργίας συστημάτων.

Χαρακτηρισμός λειτουργίας συστημάτων: Αφορά την επαρκή λειτουργία των συστημάτων κλιματισμού.	
Κακή	Η εγκατάσταση κλιματισμού καλύπτει τις ανάγκες για κλιματισμό του κτηρίου σε ποσοστό μικρότερο από το 50%. Οι χώροι του κτηρίου δεν πληρούν τις επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας (κρύο τον χειμώνα και ζέστη το καλοκαίρι) στο μεγαλύτερο ποσοστό του χρόνου λειτουργίας τους.
Μέτρια	Η εγκατάσταση κλιματισμού καλύπτει τις ανάγκες για κλιματισμό του κτηρίου σε ποσοστό από 50% έως 60%. Οι χώροι του κτηρίου δεν πληρούν επαρκώς τις επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας και κυρίως για τις δυσμενείς συνθήκες της χειμερινής ή της θερινής περιόδου.
Καλή	Η εγκατάσταση κλιματισμού καλύπτει τις ανάγκες για κλιματισμό του κτηρίου σε ποσοστό από 60% έως 80%. Οι χώροι του κτηρίου πληρούν σχεδόν επαρκώς τις επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας για το μεγαλύτερο ποσοστό του χρόνου λειτουργίας της εγκατάστασης για τη χειμερινή ή τη θερινή περίοδο.
Πολύ καλή	Η εγκατάσταση κλιματισμού καλύπτει τις ανάγκες για κλιματισμό του κτηρίου σε ποσοστό πάνω από το 80%. Οι χώροι του κτηρίου πληρούν επαρκώς όλες τις επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας για στο σύνολο του χρόνου λειτουργίας της εγκατάστασης ακόμα και στις πιο δυσμενείς συνθήκες της χειμερινής ή της θερινής περιόδου.

Πίνακας 4θ. Χαρακτηρισμός συντήρησης συστημάτων.

Χαρακτηρισμός συντήρησης συστημάτων: Αφορά τη συντήρηση της εγκατάστασης	
Κακή	Το σύστημα δεν έχει συντηρηθεί την τελευταία πενταετία. Υπάρχουν πολλές φθορές και εξοπλισμός εκτός λειτουργίας.
Μέτρια	Το σύστημα συντηρείται πλημμελώς και όχι σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών. Εφαρμόζεται μερική αντικατάσταση του απαραίτητου εξοπλισμού που υπόκειται σε φθορές ή βλάβη.
Καλή	Το σύστημα συντηρείται ικανοποιητικά αλλά όχι σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών. Εφαρμόζεται συστηματική αντικατάσταση του απαραίτητου εξοπλισμού που υπόκειται σε φθορές ή βλάβη.
Πολύ καλή	Το σύστημα συντηρείται ικανοποιητικά, τακτικά και σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών. Εφαρμόζεται συστηματική αντικατάσταση του απαραίτητου εξοπλισμού που υπόκειται σε φθορές ή βλάβη.

Πίνακας 4ι. Χαρακτηρισμός της συνολικής ενεργειακής απόδοσης των συστημάτων.

Χαρακτηρισμός της συνολικής ενεργειακής απόδοσης των συστημάτων: Αφορά τη συνολική ενεργειακή απόδοση του συστήματος κλιματισμού λαμβάνονται υπόψη τις επί μέρους διαγνώσεις.	
Κακή	Όταν η τελική διάγνωση για την εγκατάσταση, εξοπλισμό, λειτουργία και συντήρηση, χαρακτηρίζεται ως κακή.
Μέτρια	Όταν η τελική διάγνωση για την εγκατάσταση, εξοπλισμό, λειτουργία και συντήρηση, χαρακτηρίζεται ως μέτρια.
Καλή	Όταν η τελική διάγνωση για την εγκατάσταση, εξοπλισμό, λειτουργία και συντήρηση, χαρακτηρίζεται ως καλή.
Πολύ καλή	Όταν η τελική διάγνωση για την εγκατάσταση, εξοπλισμό, λειτουργία και συντήρηση, χαρακτηρίζεται ως πολύ καλή.

4.1.11 Πίνακας 11. Διαπιστώσεις / υποδείξεις

Σύμφωνα με τις διαθέσιμες πληροφορίες, τα αποτελέσματα της επιθεώρησης και την ανάλυση των στοιχείων ο ενεργειακός επιθεωρητής προτείνει ενδεικτικές συστάσεις για τη μείωση των ψυκτικών και θερμικών φορτίων μέσω του κτηριακού κελύφους, βελτίωση των ψυκτικών μονάδων, του κλιματισμού αέρα, της ενεργειακής διαχείρισης, και της ενσωμάτωσης Α.Π.Ε. Στους πίνακες που ακολουθούν δίνονται ενδεικτικές συστάσεις / υποδείξεις τις οποίες μπορεί να χρησιμοποιήσει ο ενεργειακός επιθεωρητής ως βοήθημα, προκειμένου να συνοψίσει τις διαπιστώσεις και τις υποδείξεις που προέκυψαν από την επιθεώρηση.

Ο ενεργειακός επιθεωρητής επιλέγει και ιεραρχεί τις κατάλληλες – κατά περίπτωση και κατά την κρίση του - συστάσεις ή συμπληρώνει τις δικές του, που τελικά θα συνοδεύουν την έκθεση επιθεώρησης. Επισημαίνεται ότι η εφαρμογή όλων των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας πρέπει να γίνεται πριν την αντικατάσταση τμημάτων του εξοπλισμού ή/και της εγκατάστασης. Η σειρά της παρουσίασης των συστάσεων του καταλόγου είναι ενδεικτική.

Ενδεικτικές συστάσεις για το σύστημα ψύξης

☐ Προμηθευτείτε πιστοποιημένο εξοπλισμό (με ενεργειακή σήμανση) υψηλής ενεργειακής απόδοσης.

- ☐ Αξιολογείστε τη δυνατότητα μείωσης των ψυκτικών φορτίων πριν προχωρήσετε στην επαναδιαστασιολόγηση και αντικατάσταση του ψύκτη.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα κατανομής του φορτίου σε περισσότερους του ενός ψύκτες.
  Εξετάστε τη δυνατότητα εγκατάστασης πολυβάθμιων μονάδων.
- ☐ Ελέγξτε τη δυνατότητα βελτίωσης της λειτουργίας του κεντρικού ψύκτη και του ελέγχου της ψύξης.
- ☐ Αντικαταστήστε ή αναβαθμίστε τον εξοπλισμό για ψύξη που υπάρχουν στις εγκαταστάσεις.
- ☐ Χρησιμοποιείστε παρακείμενες φυσικές πηγές νερού για τον κύκλο συμπύκνωσης (θάλασσα, ποταμοί, λίμνες, υδροφόρος ορίζοντας).
- ☐ Εξετάστε το ενδεχόμενο εφαρμογής μονάδων απορρόφησης/προσρόφησης σε συνδυασμό με Σ.Η.Θ. (τριπαραγωγή) ή ηλιακής ενέργειας (ηλιακή ψύξη), ή τηλεθέρμανσης.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα αντικατάστασης του ψύκτη σε περίπτωση που η ισχύς του υπερβαίνει τα απαιτούμενα ψυκτικά φορτία (υπερδιαστασιολόγηση).
- ☐ Εξετάστε την εφαρμογή φυσικής ψύξης μέσω εξάτμισης εφόσον οι κλιματικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία) είναι κατάλληλες.
- ☐ Εξετάστε το ενδεχόμενο χρήσης εφαρμογών αποθήκευσης ψύξης (κρύο νερό, πάγος, εύτηκτα άλατα), κοινώς δεξαμενές θερμικής αδράνειας.
- ☐ Εξετάστε το ενδεχόμενο ανάκτησης θερμότητας στον συμπυκνωτή.
- ☐ Μειώστε την ισχύ του συμπιεστή ή εγκαταστήστε έναν μικρότερο συμπιεστή.
- ☐ Θέστε εκτός λειτουργίας τον ψύκτη, όταν αυτός δεν χρειάζεται.
- ☐ Βάλτε σε διαδοχική λειτουργία τις πολλαπλές μονάδες.
- ☐ Λειτουργείστε τους ψύκτες ή τους συμπιεστές σε σειρά ή παράλληλα.
- ☐ Διατηρήστε κατάλληλη συχνότητα έναρξης και χρόνο λειτουργίας των ψυκτών.
- ☐ Καθαρίζετε περιοδικά το σύστημα ατμοποίησης (εξάτμισης).
- ☐ Καθαρίστε και συντηρήστε τα κυκλώματα του πύργου ψύξης και των επιφανειών του εναλλάκτη θερμότητας.

Ενδεικτικές συστάσεις για τον κλιματισμό του αέρα, την ανάκτηση θερμότητας και τη διανομή του αέρα

- ☐ Μειώστε την ισχύ του κινητήρα του ανεμιστήρα, εφ΄ όσον είναι δυνατό.
- ☐ Εξετάστε την εφαρμογή συστημάτων ανοιχτού κύκλου με στερεά και υγρά αφυγραντικά μέσα.
- ☐ Εφαρμόστε έλεγχο μεταβλητής ροής (inverter) για τους ανεμιστήρες.
- ☐ Εξετάστε το ενδεχόμενο μετατροπής της Κ.Κ.Μ. σε μονάδα μεταβλητής ροής αέρα (VAV).
- ☐ Απορρίψτε τον κλιματισμένο αέρα μέσα από τους συμπυκνωτές και τους πύργους ψύξης.
- ☐ Εφαρμόστε ανάκτηση θερμότητας από τον αέρα που απορρίπτεται.
- ☐ Εξετάστε το ενδεχόμενο να εφαρμόσετε αερισμό με βάση τη ζήτηση.
- ☐ Επισκευάστε ή αντικαταστήστε τους αγωγούς, εφ΄ όσον έχουν διαρροή.
- ☐ Τροποποιείστε το δίκτυο των αγωγών για τη μείωση των απωλειών
- ☐ Εγκαταστήστε διάφραγμα που λειτουργεί με υποπίεση ή υπερπίεση στο σύστημα απαγωγής αέρα.

Ενδεικτικές συστάσεις για τη διαχείριση και τη διανομή του αέρα και του νερού

- ☐ Τροποποιείστε το δίκτυο των αγωγών για τη μείωση των απωλειών λόγω πτώσης πίεσης.
- ☐ Εγκαταστήστε αντλητικό σύστημα μεταβλητών στροφών (inverter).
- ☐ Εξετάστε τη μεταβολή της θερμοκρασίας του αέρα προσαγωγής (συστήματα αέρα- αέρα και αέρα- νερού).
- ☐ Εφαρμόστε νυχτερινό αερισμό, όταν είναι ενεργειακά αποδοτικός.
- ☐ Διακόψτε τη λειτουργία των κυκλοφορητών - κινητήρων όταν δεν χρειάζονται.
- ☐ Αντικαταστήστε τα διαφράγματα μείξης αέρα.
- ☐ Προσαρμόστε κατάλληλα τους ιμάντες των ανεμιστήρων fan belts (Κ.Κ.Μ., αποκεντρωμένα συστήματα).
- ☐ Περιορίστε τις διαφυγές αέρα (Κ.Κ.Μ., αποκεντρωμένα συστήματα).
- ☐ Προσαρμόστε / εξισορροπήστε το σύστημα αερισμού.
- ☐ Μειώστε την ταχύτητα ροής αέρα ώστε να ικανοποιούνται οι πραγματικές ανάγκες.
- ☐ Μειώστε τις απώλειες του αέρα στους αγωγούς.
- ☐ Καθαρίστε τα πτερύγια των ανεμιστήρων.
- ☐ Καθαρίζετε ή αντικαθιστάτε τα φίλτρα τακτικά.
- ☐ Διορθώστε / βελτιώστε τη μόνωση στους αγωγούς, τους σωλήνες και τα δοχεία αδρανείας.
- ☐ Εξετάστε την πιθανότητα να αυξήσετε την θερμοκρασιακή διαφορά εισόδου-εξόδου και να μειώσετε την ταχύτητα ροής για την μείωση της ισχύος που χρειάζεται για άντληση.
- ☐ Εξισορροπήστε το υδραυλικό σύστημα διανομής.
- ☐ Εξαερώνετε το υδραυλικό σύστημα διανομής.
- ☐ Διατηρείτε το νερό σε κατάλληλο επίπεδο στο δοχείο διαστολής.
- ☐ Επισκευάστε τις διαρροές νερού ή του ψυκτικού/θερμικού μέσου.

- ☐ Μειώστε την ταχύτητα ροής νερού ώστε να ικανοποιούνται οι πραγματικές ανάγκες.

Ενδεικτικές συστάσεις για τα κλιματιστικά σώματα

- ☐ Αυξήστε την επιφάνεια των εναλλακτών θερμότητας.
- ☐ Εξετάστε την αντικατάσταση των υφιστάμενων κλιματιστικών σωμάτων με άλλα αποδοτικότερα.

Ενδεικτικές συστάσεις για αντικατάσταση ή τροποποίηση του συστήματος κλιματισμού

- ☐ Εξετάστε το ενδεχόμενο τροποποίησης του υφιστάμενου συστήματος κλιματισμού με ενεργειακά αποδοτικότερα συστήματα.
- ☐ Εξετάστε το ενδεχόμενο εφαρμογής κεντρικής εγκατάστασης κλιματισμού περιορίζοντας τη χρήση αυτόνομων συστημάτων (split units), σε πολυώροφα κτήρια.

Ενδεικτικές συστάσεις για την εγκατάσταση κλιματισμού

- ☐ Θέστε εκτός λειτουργίας τον εξοπλισμό κλιματισμού, όταν αυτός δεν χρειάζεται.
- ☐ Θέστε εκτός λειτουργίας τις βοηθητικές λειτουργίες, όταν αυτές δεν χρειάζονται.
- ☐ Διατηρήστε κατάλληλα όρια (set points) στα συστήματα ελέγχου του κλιματισμού.
- ☐ Προσαρμόστε τα όρια των τιμών που έχουν οριστεί (set points) για το εσωτερικό του κτηρίου στις εξωτερικές συνθήκες.
- ☐ Προκλιματίστε τον χώρο πριν την έναρξη λειτουργίας του.
- ☐ Βελτιστοποιήστε την ταυτόχρονη λειτουργία θέρμανσης, ψύξης σε τρισωλήνια ή τετρασωλήνια συστήματα.
- ☐ Ρυθμίστε τη θερμοκρασία των κοινόχρηστων χώρων σε χαμηλότερα επίπεδα το χειμώνα και υψηλότερα το καλοκαίρι. Όταν μία θερμική ζώνη δεν χρησιμοποιείται, ρυθμίστε κατάλληλα τη λειτουργία της θέρμανσης.

Ενδεικτικές συστάσεις για τη βελτίωση του συστήματος ενεργειακής διαχείρισης / κεντρικών συστημάτων ελέγχου

- ☐ Εφαρμόστε πρόγραμμα ενεργειακής διαχείρισης.
- ☐ Εγκαταστήστε ή/και χρησιμοποιείστε συστήματα ελέγχου (θερμοστάτες, αισθητήρες φωτισμού/παρουσίας για φωτιστικά, ηλεκτρονικά συστήματα για τη ρύθμιση των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού, φωτισμού και τις ηλεκτρικές συσκευές).
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα εγκατάστασης BEMS. Χρησιμοποιείστε επεκτάσιμα συστήματα.
- ☐ Τροποποιείστε το σύστημα ελέγχου με τέτοιο τρόπο, ώστε οι τιμές που ορίζονται για το εσωτερικό του κτηρίου (set point) να προσαρμόζονται στις εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος.

Ενδεικτικές συστάσεις για την ενσωμάτωση Α.Π.Ε.

- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα εγκατάστασης θερμικών ηλιακών συστημάτων για την υποστήριξη του συστήματος θέρμανσης (συστήματα combi) ή/ και για ηλιακή ψύξη (combi plus).
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα εγκατάστασης Φ/Β για ηλεκτροπαραγωγή σε στέγες, τοίχους, εξωτερικά στέγαστρα, εξωτερικούς χώρους.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα χρήσης γεωθερμικών Α.Θ. για κλιματισμό των χώρων.

Άλλες συστάσεις

- ☐ Διερευνήστε τη δυνατότητα προσθήκης συστήματος που να ανοιγοκλείνει αυτόματα τις πόρτες που βρίσκονται ανάμεσα στους κλιματιζόμενους και μη κλιματιζόμενους χώρους.
- ☐ Φροντίστε για τη σωστή χρήση/λειτουργία των ηλεκτρικών συσκευών, για τον περιορισμό των θερμικών εκπομπών.

4.2. Οδηγίες ηλεκτρονικής καταχώρησης έκθεσης επιθεώρησης συστημάτων κλιματισμού

Για την ηλεκτρονική καταχώρηση της έκθεσης ενεργειακής επιθεώρησης εγκατάστασης κλιματισμού απαιτείται ο Α.Π. ενεργειακής επιθεώρησης, ο οποίος εκδίδεται κατόπιν ηλεκτρονικής καταχώρησης των γενικών στοιχείων του κτηρίου (Πίνακας 1) σε ειδική μερίδα του ηλεκτρονικού αρχείου επιθεωρήσεων, του οποίου η τήρηση, ο έλεγχος και η διαχείριση υπάγεται στην αρμοδιότητα των Τμημάτων Επιθεώρησης Ενέργειας Βορείου και Νοτίου Ελλάδος του ΥΠΕΝ/ΣΕΠΔΕΜ.

Τα δεδομένα της έκθεσης ενεργειακής επιθεώρησης συστημάτων κλιματισμού υποβάλλονται στο αρχείο επιθεώρησης κτηρίων μέσω αρχείου δεδομένων ανοικτής δομής (XML). Στο αρχείο επιθεώρησης κτηρίων υποβάλλεται το αρχείο δεδομένων της επιθεώρησης, όπως αυτό προκύπτει από την κάθε φορά τρέχουσα έκδοση του λογισμικού ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (επιλογή "Αρχείο προς Υποβολή").

Το λογισμικό που χρησιμοποιείται για τους υπολογισμούς στην υπολογιστική υποδομή του αρχείου επιθεωρήσεως κτηρίων, γίνεται με την κάθε φορά τρέχουσα έκδοση του ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ.

Οποιεσδήποτε τροποποιήσεις επί των παραπάνω γίνονται κατόπιν εισήγησης από τα Τμήματα Επιθεώρησης Ενέργειας Βορείου και Νοτίου Ελλάδος του Σώματος Επιθεώρησης Περιβάλλοντος, Δόμησης, Ενέργειας και Μεταλλείων του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας και έγκρισης από τον Υπουργό Π.ΕΝ.

4.2.1 Απόδοση αριθμού πρωτοκόλλου

Για την έκδοση του Α.Π. ο ενεργειακός επιθεωρητής υποβάλλει τα δεδομένα του πίνακα 1 (βλ. παρ. 4.1.1) στη διαδικτυακή εφαρμογή www.buildingcert.gr, χρησιμοποιώντας τον κωδικό πρόσβασης (username / password) που του έχει δοθεί από το αρμόδιο Τμήμα Επιθεώρησης Ενέργειας του ΥΠΕΝ/ΣΕΠΔΕΜ. Την πρώτη φορά που θα καταχωρηθούν τα στοιχεία στην Βάση Δεδομένων (Β.Δ.), επιλογή «Καταχώριση στη Β.Δ. & απόδοση αρ. πρωτοκόλλου», αποδίδεται ο Α.Π. ο οποίος και εμφανίζεται στο επάνω μέρος της σχετικής φόρμας.

Εναλλακτικά, ο ενεργειακός επιθεωρητής μπορεί να αντιγράψει τα δεδομένα του πίνακα 1, από άλλη ενεργειακή επιθεώρηση (κτηρίου, συστημάτων θέρμανσης ή συστημάτων κλιματισμού) που γνωρίζει ότι έχει καταχωρηθεί στο σύστημα. Αν πρόκειται για επιθεώρηση που έχει διενεργήσει ο ίδιος μπορεί να την αναζητήσει (επιλογή «Αναζήτηση Επιθεώρησης»), αλλιώς πρέπει να γνωρίζει και να καταχωρήσει στα σχετικά πεδία τον Αρ. Πρωτοκόλλου και τον Αρ. Ασφαλείας της επιθεώρησης. Κατόπιν μπορεί να χρησιμοποιήσει την επιλογή «Νέα Επιθεώρηση Κτηρίου Βασισμένη σε αυτή την Επιθεώρηση», ώστε να δημιουργηθεί η νέα επιθεώρηση, ως αντίγραφο της παλιάς, και να αποδοθεί σε αυτή Αρ. Πρωτοκόλλου. Στην περίπτωση που η προηγούμενη επιθεώρηση είχε διενεργηθεί από άλλον επιθεωρητή, δεν αντιγράφεται το αρχείο XML της επιθεώρησης.

Ο ενεργειακός επιθεωρητής μπορεί, εάν θέλει, να διορθώσει τα δεδομένα του Πίνακα 1 και μετά την απόδοση του Α.Π., αλλά οπωσδήποτε πριν την οριστική υποβολή της επιθεώρησης.

Τέλος, ο ενεργειακός επιθεωρητής, αποθηκεύει τα δεδομένα του Πίνακα 1, στον δίσκο του υπολογιστή του, σε μορφή XML. Για το σκοπό αυτό κάνει δεξί κλικ επάνω στο link «Δημιουργία Αρχείου XML», και επιλέγει «Save Target As...»[16], ώστε να αποθηκεύσει στον δίσκο του υπολογιστή του τα δεδομένα του Πίνακα 1, σε μορφή XML. Το αρχείο αυτό (που περιλαμβάνει και τον Α.Π.) μπορεί να φορτωθεί στην εφαρμογή καταχώρισης των δεδομένων της ενεργειακής επιθεώρησης (client).

Με την ολοκλήρωση της επιθεώρησης και της επεξεργασίας των διαθέσιμων στοιχείων για την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των συστημάτων κλιματισμού, ο ενεργειακός επιθεωρητής τα υποβάλει ηλεκτρονικά στην ειδική μερίδα του αρχείου επιθεωρήσεως κτηρίων.

4.2.2 Εισαγωγή ενεργειακής επιθεώρησης στη Β.Δ.

Στο πρώτο βήμα επικοινωνίας με την ηλεκτρονική Β.Δ. εισάγονται τα γενικά στοιχεία (χρησιμοποιώντας την επιλογή «Εισαγωγή στοιχείων»). Κατόπιν εισάγονται όλα τα απαιτούμενα στοιχεία για κάθε πίνακα του εντύπου που εμφανίζεται στο δέντρο στην αριστερή πλευρά της οθόνης.

Για την εισαγωγή των απαιτούμενων πληροφοριών και στοιχείων κατά την συμπλήρωση του ηλεκτρονικού εντύπου επιλέγονται, όπου είναι διαθέσιμα, τα αντίστοιχα σύμβολα ελέγχου ώστε να καταχωρούνται οι συγκεκριμένες επιλογές.

Για την επιλογή των ενδεικτικών συστάσεων βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας της εγκατάστασης κλιματισμού, επιλέγεται μια από τις προτεινόμενες ενδεικτικές συστάσεις του καταλόγου, χρησιμοποιώντας την επιλογή «Προσθήκη». Η συγκεκριμένη σύσταση αυτόματα αφαιρείται από τον αρχικό κατάλογο συστάσεων και προστίθεται στον χώρο των τελικών επιλογών. Για την ακύρωση κάποιας σύστασης, επιλέξτε «Διαγραφή» και αυτόματα ενημερώνεται πάλι ο αρχικός κατάλογος των συστάσεων. Στο χώρο «Άλλες συστάσεις του ενεργειακού επιθεωρητή» εισάγονται οι πιθανές πρόσθετες συστάσεις του ενεργειακού επιθεωρητή.

---

[16] Ανάλογα με τον browser η επιλογή αυτή μπορεί να αναφέρεται και ως «Save Link As...» / «Αποθήκευση Αρχείου ως....» / «Αποθήκευση Δεσμού ως...»

Οι **τελικές συστάσεις** πρέπει είναι **ιεραρχημένες**.

Η ενεργειακή επιθεώρηση εισάγεται στο σύστημα με τη μορφή αρχείου XML το οποίο δημιουργείται από την εφαρμογή καταχώρισης των δεδομένων (client). Αυτό γίνεται με χρήση της επιλογής «Εισαγωγή Αρχείου Εν. Επιθεώρησης (XML)».

Το παραπάνω βήμα μπορεί να επαναληφθεί όσες φορές θέλει ο ενεργειακός επιθεωρητής, μέχρι την οριστική υποβολή της επιθεώρησης. Κάθε φορά το προηγούμενο αρχείο XML αντικαθίσταται εξ' ολοκλήρου από το νέο.

Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας ο επιθεωρητής μπορεί να ελέγξει την ορθότητα της ενεργειακής επιθεώρησης, χρησιμοποιώντας την επιλογή «Προβολή Έκθεσης» για να βλέπει την προσωρινή κατάσταση αυτού του εντύπου. Μέχρι την οριστική υποβολή της επιθεώρησης, το έντυπο αυτό φέρει την ένδειξη «ΠΡΟΣΟΧΗ: ΑΚΥΡΗ ΕΚΘΕΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ», στη θέση του Αριθμού Ασφαλείας (βλ. επόμενη παράγραφο).

4.2.3 Οριστική υποβολή ενεργειακής επιθεώρησης

Όταν ο επιθεωρητής είναι σίγουρος ότι η διαδικασία έχει ολοκληρωθεί σωστά, οριστικοποιεί την επιθεώρηση μέσω της επιλογής “οριστική υποβολή επιθεώρησης”. Τότε, αποδίδεται *αριθμός ασφαλείας (Α.Α.)* στην επιθεώρηση, ο οποίος εκτυπώνεται στην έκθεση ενεργειακής επιθεώρησης. Χωρίς τον αριθμό ασφαλείας, η έκθεση αυτή δεν είναι έγκυρη.

Πριν την οριστική υποβολή ο επιθεωρητής οφείλει να ελέγξει την έκθεση για την ορθότητα των στοιχείων που εμφανίζονται σε αυτήν και για τυχόν τεχνικά προβλήματα.

Στην έκθεση επιθεώρησης συστημάτων κλιματισμού που εκδίδεται ηλεκτρονικά από το σύστημα αναγράφονται όλα τα στοιχεία του ενεργειακού επιθεωρητή.

Ο ενεργειακός επιθεωρητής υπογράφει και σφραγίζει την έκθεση επιθεώρησης συστημάτων κλιματισμού και την παραδίδει στον ιδιοκτήτη / διαχειριστή του κτηρίου.

5 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Για τη σύνταξη της τεχνικής οδηγίας χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα πρότυπα, κανονισμοί, επιστημονικά συγγράμματα και δημοσιεύσεις.

1. Ν. 3851/2010 «*Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής*» (ΦΕΚ Α΄ 85).
2. Ν. 4122/2013 «*Ενεργειακή Απόδοση Κτηρίων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις*» (ΦΕΚ Α΄ 42).
3. Ν. 4409/2016 «*Πλαίσιο για την ασφάλεια στις υπεράκτιες εργασίες έρευνας και εκμετάλλευσης υδρογονανθράκων, ενσωμάτωση της Οδηγίας 2013/30/ΕΕ, τροποποίηση του Π.δ. 148/2009 και άλλες διατάξεις*» (ΦΕΚ Β΄ 136) και ιδίως τα άρθρα 52-59 αυτού.
4. Π.Δ. 335/1993 «*Απαιτήσεις απόδοσης για τους νέους λέβητες ζεστού νερού που τροφοδοτούνται με υγρά ή αέρια καύσιμα, σε συμμόρφωση προς την οδηγία του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 92/42/ΕΟΚ της 21ης Μαΐου 1992*» (ΦΕΚ Α’ 143), όπως τροποποιήθηκε με το Π.Δ. 59/1995 (ΦΕΚ Α’ 46).
5. Απόφαση των Υπουργών Εσωτερικών, Οικονομίας και Οικονομικών, και Ανάπτυξης Δ6/Β/14826/17-06-2008 (ΦΕΚ Β΄ 1122) «*Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα*».
6. Κ.Υ.Α. 189533/07-11-2011 «Ρύθμιση θεμάτων σχετικών με τη λειτουργία των σταθερών εστιών καύσης για την θέρμανση κτηρίων και νερού» (ΦΕΚ Α΄ 2654).
7. Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος και Ενέργειας ΔΕΠΕΑ/οικ.178581/30-06-2017 (ΦΕΚ Β’ 2367) «Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.)»
8. Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαΐου 2010 «*Για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων (αναδιατύπωση)*», ΕΕ L.153, 18.6.2010.
9. ASHRAE 208 Handbook-HVAC System and Equipment, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc, Atlanta, GA.
10. ASHRAE 2009 Handbook-Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc, Atlanta, GA.
11. ASHRAE Green Guide (3nd edition), 2010. The Design, Construction, and Operation of Sustainable Buildings.
12. ASHRAE 2011 Handbook-HVAC Applications, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc, Atlanta, GA.
13. ANSI/ASHRAE Standard 55:2004, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc, Atlanta, GA.
14. ANSI/ASHRAE Standard 62.1:2007, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc, Atlanta, GA.

Χρήσιμες ιστοσελίδες
Ελληνικές
Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης – ΕΛ.Ο.Τ. **www.elot.gr**
Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας – Κ.Α.Π.Ε. www.cres.gr
Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας – Τ.Ε.Ε. http://portal.tee.gr
Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής – Υ.Π.Ε.Κ.Α. www.ypeka.gr

Ξενόγλωσσες
European Commission – Energy http://ec.europa.eu/energy
European Committee for Standardization – CEN **www.cen.eu**
European Renewable Energy Council – EREC www.erec-renewables.org

Πίνακας των τεχνικών οδηγιών του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.) που έχουν εκδοθεί μέχρι σήμερα. Δίπλα στον αριθμό κάθε οδηγίας, δίνεται το έτος έκδοσης της αντίστοιχης οδηγίας, καθώς και η υπουργική απόφαση με την οποία έγινε υποχρεωτική η εφαρμογή τους.

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΕΓΚΡΙΤΙΚΕΣ ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ	ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΕΙΣ
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2411/86	Εγκαταστάσεις σε κτήρια και οικόπεδα. Διανομή κρύου - ζεστού νερού	ΦΕΚ 843Β/16-11-88	Δ΄ έκδοση
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2412/86	Εγκαταστάσεις σε κτήρια και οικόπεδα. Αποχετεύσεις	ΦΕΚ 177/Β/31-3-88	Ε΄ έκδοση
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2421 · Μέρος 1/86	Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Δίκτυα διανομής ζεστού νερού για θέρμανση κτηριακών έργων	ΦΕΚ 67/Β/4-2-88	Δ΄ έκδοση
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2421 - Μέρος 2/86	Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Λεβητοστάσια παραγωγής ζεστού νερού για θέρμανση κτηριακών έργων	ΦΕΚ 148/Β/17-3-88	Δ΄ έκδοση
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2423/86	Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Κλιματισμός κτηριακών χώρων	ΦΕΚ 177/Β/31-3/88	Γ΄ έκδοση
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86	Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Στοιχεία υπολογισμού φορτίων κλιματισμού κτηριακών χώρων		Ε΄ έκδοση
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2427/83*	Κατανομή Δαπανών Κεντρικής Θέρμανσης Κτηρίων	ΦΕΚ 631Δ/7-11-85	
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2451/86**	Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Μόνιμα πυροσβεστικά συστήματα με νερό	ΦΕΚ 632/Β/26-11-87	Ε΄ έκδοση
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2471/86***	Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Διανομή καυσίμων αερίων (Αναθεώρηση του Σχεδίου Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2471/80)	ΦΕΚ 366/Β/16-7-87 ΦΕΚ 187/Α/20-10-87	Δ΄ έκδοση
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2481/86	Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Διανομή ατμού μέχρι PN16-300C	ΦΕΚ 334/Β/24-6-87	Δ΄ έκδοση
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2491/86	Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Αποθήκευση και διανομή αερίων για ιατρική χρήση	ΦΕΚ 665/Β/9-9-88	Γ΄ έκδοση

* Η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2427/83 δημοσιεύθηκε αρχικά στο Ενημερωτικό Δελτίο του Τ.Ε.Ε. αρ. 1294/23.01.1984 και έγινε υποχρεωτική με το Π.Δ. 27-09/07-11-1985 (ΦΕΚ Δ’ 631) ως η 11η Τεχνική Οδηγία που εκδόθηκε από το Τ.Ε.Ε. Έχει συσταθεί Ομάδα Εργασίας από το Τ.Ε.Ε. για την αναθεώρηση αυτής της Τεχνικής Οδηγίας.

** Έχει συσταθεί Ομάδα Εργασίας από το Τ.Ε.Ε. για την αναθεώρηση αυτής της Τεχνικής Οδηγίας.

*** Η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. αυτή έγινε υποχρεωτική στο σύνολό της (στις τεχνικές προδιαγραφές των υλικών που θα χρησιμοποιούνται στην εγκατάσταση καθώς και σε κάθε τεχνική λεπτομέρεια για τη σύνταξη της μελέτης) με το Π.Δ. 420/1987 (ΦΕΚ Α’ 187), το οποίο ίσχυσε μέχρι την 15η/07/2003. Μετά την έκδοση του " Κανονισμού εσωτερικών εγκαταστάσεων φυσικού αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 1 bar" (Κ.Υ.Α. Δ3/Α/11346/30-06-2003 όπως δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ Β΄ 963), η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2471/86 παύει να ισχύει. Δημοσιεύτηκε επίσης στο ΦΕΚ Β’ 1730 η Κοινή Υπουργική Απόφαση με αριθμό Δ3/Α/22560/28-11-2005, η οποία καθορίζει συμπληρωματικά μέτρα για την εφαρμογή του Κανονισμού εσωτερικών εγκαταστάσεων φυσικού αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 1 bar (Κ.Υ.Α. Δ3/Α/11346).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.1

Έκθεση ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου

Έκθεση ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου

1α. Γενικά στοιχεία κτηρίου					
Χρήση κτηρίου:					
	Κτήριο ☐ **Αριθμός κτηρίου:** …… **Κτηριακή μονάδα** ☐ **Τίτλος κτηριακής μονάδας:** ……				
Όνομα Ιδιοκτήτη:					
ΑΦΜ					
ΚΑΕΚ					
Α.Π. Δήλωσης & Κωδικός Ιδιοκτησίας					
Ιδιοκτησιακό καθεστώς	Δημόσιο ☐ Δημόσιο ιδιωτικού ενδιαφέροντος ☐ Ιδιωτικό ☐ Ιδιωτικό δημοσίου ενδιαφέροντος ☐				
Ταχυδρομική Διεύθυνση:					
Στοιχεία επικοινωνίας υπευθύνου:	Ιδιοκτήτης ☐ Διαχειριστής ☐ Ενοικιαστής ☐ Τεχνικός υπεύθυνος ☐ Άλλο ☐				
Ονοματεπώνυμο:					
Τηλέφωνο / Φαξ:					
Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο:					
Ιστορικό κατασκευής:	**Κατάσταση κατασκευής**	**Συνοπτική περιγραφή**	**Πηγή πληροφόρησης**	**Έτος έκδοσης οικοδομικής άδειας**	**Έτος / χρονική περίοδος ολοκλήρωσης κατασκευής**
	Αρχική κατασκευή ☐				
	Ριζική ανακαίνιση ☐				
	Προσθήκη ορόφου/ων ☐				
	Προσθήκη δωματίου ☐				
	Προσθήκη πτέρυγας ☐				
	Ρύθμιση αυθαιρεσιών ☐				
	Άλλο ☐				
Τύπος:	Παλιό ☐ Ριζικά ανακαινιζόμενο (Κ.Εν.Α.Κ.) ☐ Νέο (Κ.Εν.Α.Κ.)☐ Ριζικά ανακαινιζόμενο (με την εφαρμογή του αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.) ☐ Νέο (με την εφαρμογή του αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.) ☐				

1β. Κλιματικά		
Κλιματική ζώνη:	……	**Υψόμετρο (m):** ……..
Κλιματικά δεδομένα		

1γ. Πηγές δεδομένων	
Αρχιτεκτονικά σχέδια	☐
Η/Μ σχέδια	☐
Φύλλο συντήρησης λέβητα	☐
Φύλλο συντήρησης συστήματος κλιματισμού	☐
Έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης συστήματος θέρμανσης	☐
Έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης συστήματος κλιματισμού	☐
Τιμολόγια ενεργειακών καταναλώσεων	☐

Δελτία αποστολής ή τιμολόγια αγοράς υλικών	☐
Πληροφορίες από ιδιοκτήτη / διαχειριστή	☐
Φωτομετρικά αρχεία φωτιστικών σωμάτων, μελέτη φωτισμού	☐

2. Τοπογραφικό διάγραμμα, σκαρίφημα & φωτογραφία κτηρίου

3α. Γενικά κατασκευαστικά στοιχεία κτηρίου	
Συνολική επιφάνεια (m^2) :	
Ωφέλιμη επιφάνεια (m^2) :	
Ψυχόμενη επιφάνεια (m^2) :	
Αριθμός ορόφων:	
Συνολικός όγκος (m^3) :	
Ωφέλιμος όγκος (m^3) :	
Ψυχόμενος όγκος (m^3) :	
Ύψος τυπικού ορόφου (m) :	_____ **Ύψος ισογείου (m):** _____
Έκθεση κτηρίου:	Εκτεθειμένο ☐ Ενδιάμεσο ☐ Προστατευμένο ☐
Αριθμός θερμικών ζωνών:	
Ζώνες τεχνητού φωτισμού:	
Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων:	
Αριθμός ηλιακών χώρων:	

3β. Κατανάλωση ενέργειας - Ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος			
Χρήση κτηρίου			
Πηγή ενέργειας			
Τελική χρήση			
Ετήσια κατανάλωση			
Περίοδος κατανάλωσης			
Ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος			
Συνθήκες θερμικής άνεσης ☐	Συνθήκες οπτικής άνεσης ☐		
Συνθήκες ακουστικής άνεσης ☐	Ποιότητα εσωτερικού αέρα ☐		

4. Συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	
4.1. Φωτοβολταϊκά (Φ/Β)	
Τύπος	
Έτος εγκατάστασης	
Σύνδεση δικτύου	
Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας	
Επιφάνεια (m^2)	
Ισχύς (kW)	
Προσανατολισμός	
Κλίση	

Γωνία θέασης εμποδίου α (°).	
Συντελεστής σκίασης	
Κόστος (€/m²)	
4.2. Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος	
Ισχύς (kW)	
Συντελεστής ισχύος	
Τύπος συστήματος **Αυτόνομο** **Διασυνδεδεμένο**	
Χώρος τοποθέτησης	

5. Συμπαραγωγή ηλεκτρισμού & θερμότητας (Σ.Η.Θ.)	
α/α θερμικής ζώνης: _____	
Μονάδα	
Πηγή ενέργειας	
Τελικές χρήσεις **Ηλεκτρική** **Θερμική**	
Κάλυψη φορτίων (kW) **Ηλεκτρικά** **Θερμικά**	 ---------- ----------
Συνολική Ισχύς (kW) **Ηλεκτρική** **Θερμική**	
Βαθμός απόδοσης **Ηλεκτρική** **Θερμική**	 ---------- ----------
Κόστος (€)	

6. Ύδρευση, αποχέτευση, άρδευση κτηρίου						
Τύπος						
Αριθμός						
Ισχύς (kW)						
Χρόνος λειτουργίας (h)						
Ρυθμιστής στροφών (inverter)	□	□	□	□	□	□

7. Ανελκυστήρες & κυλιόμενες σκάλες κτηρίου						
Τύπος						
Αριθμός						
Ισχύς (kW)						
Χρόνος λειτουργίας (h)						
Αυτοματισμοί	□	□	□	□	□	□

8. Γενικά χαρακτηριστικά θερμικών ζωνών	
α/α θερμικής ζώνης:	_____
Χρήση:	
Συνολική επιφάνεια (m²):	
Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/(m²·K))	
Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m³/h):	
Αριθμός καμινάδων	
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού	

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	
Κόστος επέμβασης (€)	
Τύπος αυτοματισμών συστήματος Θ/Ψ/Α	
Κατηγορία διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών συστήματος Θ/Ψ/Α	
Αριθμός υπνοδωματίων	
Αριθμός κλινών	
Μέση κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. (m^3/έτος)	
Διατάξεις αυτομάτου ελέγχου συστήματος Ζ.Ν.Χ.	

9. Κτηριακό κέλυφος	
Για κάθε θερμική ζώνη καταγράφονται όλα τα στοιχεία για τις αδιαφανείς και διαφανείς επιφάνειες του κελύφους και για τις εσωτερικές επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή αίθρια. Επίσης, καταγράφονται όλα τα απαραίτητα στοιχεία για τους μη θερμαινόμενους χώρους ή/και τα αίθρια που βρίσκονται σε επαφή με την συγκεκριμένη θερμική ζώνη.	
Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών:	

9.1 Αδιαφανείς επιφάνειες					
9.1α. Δομικά στοιχεία σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον					
α/α Στοιχείου					
Τύπος **Περιγραφή**					
Προσανατολισμός (°)					
Κλίση (°)					
Εμβαδόν (m^2)					
Συντελεστής θερμοπερατότητας, U [W/(m²·K)]					
Υλικό / χρώμα επιφάνειας					
Απορροφητικότητα					
Εκπομπή στην θερμική ακτινοβολία					
Γωνία θέασης εμποδίου α(°)					
Συντελεστής σκίασης - Ορίζοντας **Χειμώνας** **Καλοκαίρι**					
Γωνία προβόλου β (°)					
Συντελεστής σκίασης - Πρόβολοι / Τέντες / περσίδες **Χειμώνας** **Καλοκαίρι**					
Γωνία πλευρικής προεξοχής γ (°) **Αριστερή** **Δεξιά**					
Συντελεστής σκίασης - πλευρικές προεξοχές **Χειμώνας** **Καλοκαίρι**					
Θερμογέφυρες επί της επιφάνειας **Τύπος** **Μήκος (m)** **Γραμμική θερμοπερατότητα, Ψ, W/(m·K)**					

Κόστος (€/m²)					
9.1β. Δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος					
α/α Στοιχείου					
Τύπος **Περιγραφή**					
Εμβαδό (m^2)					
Συντελεστής θερμοπερατότητας, U [(W/(m²·K)]					
Βάθος έδρασης δαπέδου (m)					
Βάθος έδρασης τοίχου (m) **Κατώτερο** **Ανώτερο**					
Περίμετρος πλάκας (m)					
Κόστος (€/m²)					
9.1γ. Δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο ή ηλιακό χώρο					

Όπως πίνακας 9.1α.

Διαχωρισμός με χώρο					
Κυκλοφορία αέρα (m³/h)					

9.2 Διαφανείς επιφάνειες					
9.2α. Δομικά στοιχεία σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον					
α/α στοιχείου					
Τύπος **Περιγραφή**					
Προσανατολισμός (°)					
Κλίση (°)					
Διαστάσεις κατακόρυφων στοιχείων					
Διαστάσεις στοιχείων οροφής					
Εμβαδό (m^2)					
Τύπος πλαισίου					
Ποσοστό πλαισίου (%)					
Τύπος υαλοπίνακα					
Συντελεστής θερμοπερατότητας ανοίγματος U [W/(m²·K)]					
Κυτίο επικαθήμενου ρολού **Διαστάσεις** **Υλικό** **Συντελεστής θερμοπερατότητας**					
Ρολά / εξώφυλλα **Υλικό** **Αεροστεγανότητα**					
Διαπερατότητα					
Γωνία Θέασης εμποδίου α (°)					
Συντελεστής σκίασης - Ορίζοντας **Χειμώνας** **Καλοκαίρι**					
Γωνία προβόλου β (°)					
Συντελεστής σκίασης - Πρόβολοι / Τέντες / περσίδες **Χειμώνας** **Καλοκαίρι**					

Γωνία πλευρικής προεξοχής γ (°) **Αριστερή** **Δεξιά**					
Συντελεστής σκίασης - Πλευρικές προεξοχές **Χειμώνας** **Καλοκαίρι**					
Κόστος (€/m²)					
9.2β. Δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο ή ηλιακό χώρο					

Όπως πίνακας 9.2α.

10. Παθητικά ηλιακά συστήματα					
10.1. Άμεσου ηλιακού κέρδους					
α/α Θερμικής ζώνης σε επαφή					

Όπως πίνακας 9.2α.

Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα [kJ/(m²·K)]					
Ηλιοπροστασία θερινής περιόδου					
10.2. Έμμεσου ηλιακού κέρδους - τοίχος θερμικής μάζας					
α/α θερμικής ζώνης σε επαφή					
α/α στοιχείου					
Περιγραφή					
Προσανατολισμός (°)					
Εμβαδόν αδιαφανούς (m²)					
Συντελεστής θερμοπερατότητας, U [(W/(m²·K)]					
Υλικό / χρώμα επιφάνειας					
Απορροφητικότητα					
Εκπομπή στη θερμική ακτινοβολία					
Θερμογέφυρες επί της επιφάνειας **Τύπος** **Μήκος (m)** **Γραμμική θερμοπερατότητα, Ψ, W/(m·K)**					
Απόσταση διακένου (cm)					
Εμβαδόν διαφανούς (m²)					
Τύπος πλαισίου					
Ποσοστό πλαισίου (%)					
Τύπος υαλοπίνακα					
Συντελεστής θερμοπερατότητας ανοίγματος U [W/(m²·K)]					
Διαπερατότητα					
Διάχυτη - ημισφαιρική διαπερατότητα					
Γωνία θέασης εμποδίου α (°)					
Συντελεστής σκίασης - Ορίζοντας **Χειμώνας** **Καλοκαίρι**					
Γωνία προβόλου β (°)					
Συντελεστής σκίασης – Πρόβολοι / Τέντες / περσίδες **Χειμώνας** **Καλοκαίρι**					

Γωνία πλευρικής προεξοχής γ (°) **Αριστερή** **Δεξιά**					
Συντελεστής σκίασης - Πλευρικές προεξοχές **Χειμώνας** **Καλοκαίρι**					
Κόστος (€/m²)					
10.3. Έμμεσου ηλιακού κέρδους - Τοίχος Trombe					
Νότια υαλοστάσια σε μικρή απόσταση από τοίχο θερμικής μάζας με θυρίδες αερισμού μέσω θερμοσιφωνικής ροής.					

Όπως πίνακας 10.2.

Επιφάνεια θυρίδων αερισμού (m^2)					
Κυκλοφορία αέρα μέσω θυρίδων (m^3/h)					
Συντελεστής συναγωγής [$W/(m^2 \cdot K)$]					
Συντελεστής ακτινοβολίας					

11. Συστήματα παραγωγής, διανομής και εκπομπής για θέρμανση / ψύξη					
11.1. Μονάδες παραγωγής					
α/α θερμικής ζώνης					
α/α μονάδας θέρμανσης					
Τύπος					
Έτος εγκατάστασης					
Θερμομόνωση μονάδας					
Κατάσταση μονάδας					
Πηγή ενέργειας					
Καπνοδόχος					
Ονομαστική ισχύς (kW)					
Βαθμός απόδοσης					
Βαθμός κάλυψης φορτίων					
Κόστος (€)					
α/α μονάδας ψύξης					
Τύπος					
Έτος εγκατάστασης					
Κατάσταση μονάδας					
Πηγή ενέργειας					
Ονομαστική ισχύς (kW)					
Βαθμός απόδοσης					
Βαθμός κάλυψης φορτίων					
Κόστος (€)					
11.2. Τερματικές μονάδες					
α/α θερμικής ζώνης					
Τύπος					
Θέση					
Αριθμός					
Θερμαντική ισχύς (kcal/h)					
Ψυκτική ισχύς (Btu/h)					
Ποσοστό θερμικής ζώνης (%)					
Υδραυλική εξισορρόπηση					

Κατάσταση μονάδας					
Περιγραφή					
Βαθμός απόδοσης					
Κόστος (€)					
11.3. Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες (Κ.Κ.Μ.)					
α/α θερμικής ζώνης					
α/α Κ.Κ.Μ.					
Θέρμανση	□				
Ψύξη	□				
΄Υγρανση	□				
Παροχή αέρα (m^3/h) **Χειμώνας** **Καλοκαίρι**					
Ανακυκλοφορία αέρα **Χειμώνας** **Καλοκαίρι**					
Ανάκτηση θερμότητας **Χειμώνας** **Καλοκαίρι**					
Ανάκτηση υγρασίας (%)					
Ειδική απορρόφηση ισχύος (kW s/m^3)					
Ειδικά φίλτρα	□				
Κόστος (€)					
11.4. Συστήματα μηχανικού αερισμού / εξαερισμού					
α/α θερμικής ζώνης					
α/α συστήματος					
Προσαγωγή νωπού αέρα (m^3/h)					
Ισχύς ανεμιστήρα (kW) **Προσαγωγής** **Απαγωγής**					
Ανάκτηση θερμότητας **Χειμώνας** **Καλοκαίρι**					
Κόστος (€)					
11.5. Βοηθητικές μονάδες και διανομή θερμικής και ψυκτικής ενέργειας					
α/α θερμικής ζώνης					
Βοηθητικές μονάδες					
Τύπος					
Αριθμός					
Ισχύς (kW)					
Δίκτυο διανομής					
Τύπος					
Θερμομόνωση δικτύου					
Χώρος διέλευσης δικτύου					
Ισχύς συστήματος (kW)					
Βαθμός απόδοσης **Θερμικής ενέργειας** **Ψυκτικής ενέργειας**					
Κόστος (€)					
11.6. Σύστημα ύγρανσης					

α/α θερμικής ζώνης					
Τύπος					
Κατάσταση μονάδας					
Πηγή ενέργειας					
Ονομαστική ισχύς (kW)					
Βαθμός απόδοσης					
Βαθμός κάλυψης φορτίου					
Κόστος (€)					
Περιγραφή δικτύου					
Χώρος διέλευσης δικτύου					
Θερμομόνωση δικτύου					
Βαθμός απόδοσης					
Κόστος (€)					
Περιγραφή συστήματος διοχέτευσης					
Βαθμός απόδοσης διοχέτευσης					
Κόστος (€)					

12. Συστήματα παραγωγής και διανομής Ζ.Ν.Χ.					
α/α θερμικής ζώνης: _____					
Παραγωγή					
α/α συστήματος					
Τύπος					
Κατάσταση μονάδας					
Πηγή ενέργειας					
Ονομαστική ισχύς (kW)					
Βαθμός απόδοσης					
Βαθμός κάλυψης φορτίων					
Διατάξεις αυτομάτου ελέγχου					
Κόστος (€)					
Δίκτυο διανομής					
Χώρος διέλευσης δικτύου					
Θερμομόνωση δικτύου					
Ανακυκλοφορία Ζ.Ν.Χ.					
Περιγραφή δικτύου					
Βαθμός απόδοσης					
Κόστος (€)					
Περιγραφή αποθήκευσης					
Θέση					
Βαθμός απόδοσης					
Κόστος (€)					
Βοηθητικές μονάδες					
Τύπος					
Αριθμός					
Ισχύς (kW)					

13. Συστήματα φωτισμού	
α/α θερμικής ζώνης: _____	
α/α ζώνης τεχνητού φωτισμού (ανά θερμική ζώνη):	
Τύπος λαμπτήρα	

Χρήση	
Όριο φωτισμού ζώνης (lx)	
Επιφάνεια ζώνης (m^2)	
Ποσοστό επιφάνειας ζώνης τεχνητού φωτισμού προς συνολική επιφάνεια θερμικής ζώνης (%)	
α/α Τύπου φωτιστικού σώματος:	
α/α Τύπου φωτεινής πηγής (τεχνολογία πηγής, λυχνιολαβή)	
Αριθμός φωτεινών πηγών ανά φωτιστικό	
Φωτεινή ροή φωτιστικού σώματος (lm)	
Εξοπλισμός λειτουργίας (Ballast, driver κ.λπ.):	Μαγνητικό ☐ Ηλεκτρονικό ☐ Ηλεκτρονικό με δυνατότητα ρύθμισης ☐ Χωρίς εξοπλισμό ☐ είναι ενσωματωμένος ☐
α/α Ισχύος φωτιστικού σώματος (W)	
α/α Φωτεινής απόδοσης φωτιστικού σώματος (lm/W)	
Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	
Εγκατεστημένη ισχύς θερμικής ζώνης (kW)	
Φωτεινή απόδοση συστήματος φωτισμού (lm/W)	
Περιοχή ΦΦ (%)	
Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ	
α/α Τύπου φωτιστικών σωμάτων που ελέγχουν	
Αριθμός φωτιστικών σωμάτων που ελέγχουν	
Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης	
α/α Τύπου φωτιστικών σωμάτων που ελέγχουν	
Αριθμός φωτιστικών σωμάτων που ελέγχουν	
Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ και ανίχνευσης κίνησης	
α/α Τύπου φωτιστικών σωμάτων που ελέγχουν	
Αριθμός φωτιστικών σωμάτων που ελέγχουν	
Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας	☐
Φωτισμός ασφαλείας	☐
Σύστημα εφεδρείας	☐
Οπτική δυσφορία (Θάμβωση κ.λπ.) (Ναι/Όχι)	
Υποφωτισμός ζώνης τεχνητού φωτισμού (Ναι/Όχι) (Ναι στην περίπτωση που τα επίπεδα φωτισμού της ζώνης είναι 30% κάτω από το απαιτούμενο όριο φωτισμού)	
Υπερδιαστασιολόγηση συστήματος φωτισμού (Ναι/Όχι) (Ναι στην περίπτωση που τα επίπεδα φωτισμού της ζώνης είναι 30% πάνω από το απαιτούμενο όριο φωτισμού)	
Χρήση φωτιστικών σωμάτων κατά τη διάρκεια της ημέρας (Ναι/Όχι)	
Κόστος (€)	

14. Συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) για παραγωγή θερμικής ενέργειας	
14.1. Ηλιακοί συλλέκτες	
α/α θερμικής ζώνης: _____	
Τελική χρήση **Θέρμανση** **Ζ.Ν.Χ.**	 ☐ ☐
Τύπος	

Κατάσταση συλλεκτών	
Συντελεστής αξιοποίηση ηλιακής ακτινοβολίας **Θέρμανση χώρων** **Ζεστό νερό χρήσης**	
Επιφάνεια (m²)	
Προσανατολισμός (°)	
Κλίση (°)	
Γωνία θέασης εμποδίου α (°).	
Συντελεστής σκίασης	
Κόστος (€/m²)	
14.2. Γεωθερμία	
α/α θερμικής ζώνης: _____	
Τελική χρήση	
Τύπος εναλλάκτη	

Όπως πίνακας 12.1. για θέρμανση / ψύξη και πίνακας 13 για Z.N.X.

14.3. Βιομάζα	
α/α θερμικής ζώνης: _____	
Τελική χρήση	
Καύσιμο	

Όπως πίνακας 12.1. για θέρμανση / ψύξη και πίνακας 13 για Z.N.X.

15. Μη θερμαινόμενοι χώροι ή/και ηλιακοί χώροι	
15.1. Γενικά χαρακτηριστικά μη θερμαινόμενου χώρου	
α/α χώρου	
α/α θερμικής ζώνης σε επαφή	____ _____ _____
Περιγραφή	
Συνολική επιφάνεια (m²)	
Διείσδυση αέρα (m³/h)	
15.1.1. Αδιαφανείς επιφάνειες	
15.1.1α. Δομικά στοιχεία σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον	

Όπως πίνακας 9.1α.

15.1.1β. Δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος

Όπως πίνακας 9.1β.

15.1.2. Διαφανείς επιφάνειες

15.1.2α. Δομικά στοιχεία σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον

Όπως πίνακας 9.2α.

15.2 Γενικά χαρακτηριστικά ηλιακού χώρου

Όπως πίνακας 16.1.

15.2.1. Αδιαφανείς επιφάνειες

15.2.1α. Δομικά στοιχεία σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον

Όπως πίνακας 9.1α.

15.2.1β Δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος

Όπως πίνακας 9.1β.

15.2.2 Διαφανείς επιφάνειες

15.2.2α Δομικά στοιχεία σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον

Όπως πίνακας 9.2α.

Ημερομηνία επιθεώρησης: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ — _ _ _ _ _ _ — _ _ _ _ _ _

Ονοματεπώνυμο επιθεωρητή: _ _ _ _ _ — _ _ _ — _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

Α.Μ. επιθεωρητή: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ — _ _ _ _ _ — _ _ _

Αρ. πρωτοκόλλου επιθεώρησης: _ _ _ _ _ _ _ _ _ — _ _ _ _ _ — _ _ _ _ _

Υπογραφή επιθεωρητή: Σφραγίδα:

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.2

Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.)

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)
Δνση κτηρίου/κτηριακής μονάδας

Αρ. Πρωτοκόλλου:	**00000/0000**	**Αρ. Ασφαλείας:**	**0000-0000-0000-0000**
Ημερομηνία έκδοσης:	**00/00/0000**	**Ισχύς έως**	**00/00/0000**

- **Ελέγξτε την εγκυρότητα του ΠΕΑ: https://www.buildingcert.gr/checkCert.view**

Τίτλος κτηριακής μονάδας: «.....»	
Χρήση:	
Κλιματική ζώνη:	
Συνολική επιφάνεια:	
Ωφέλιμη επιφάνεια:	

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ/ΚΤΗΡΙΑΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

Ενεργειακή κατηγορία:	**Υφιστάμενη**	**Δυνητική***
Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης		
EP ≤ 0,33 R_R (A+)		
0,33 R_R < EP ≤ 0,50 R_R (A)		
0,50 R_R < EP ≤ 0,75 R_R (B+)		**B+**
0,75 R_R < EP ≤1,00 R_R (B)	**B**	
1,00 R_R < EP ≤ 1,41 R_R (Γ)		
1,41 R_R < EP ≤ 1,82 R_R (Δ)		
1,82 R_R < EP ≤ 2,27 R_R (E)		
2,27 R_R < EP ≤ 2,73 R_R (Z)		
2,73 R_R < EP (H)		

- **Μετά την εφαρμογή των παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης σύμφωνα με τη βέλτιστη (1η) σύσταση.**

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας*	
Κτηρίου αναφοράς [kWh/m^2]:	999999999,99
Επιθεωρούμενου κτηρίου [kWh/m^2]:	999999999,99
Πραγματική ετήσια κατανάλωση επιθεωρούμενου κτηρίου	
Ηλεκτρικής ενέργειας [kWh/m^2]:	999999999,99
Θερμικής ενέργειας (καύσιμα) [kWh/m^2]:	999999999,99
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m^2]:	999999999,99
Ετήσιες εκπομπές CO_2 επιθεωρούμενου κτηρίου	
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO_2 [kg /m^2]:	999999999,99
Πραγματικές ετήσιες εκπομπές CO_2 [kg /m^2]::	999999999,99

Συνθήκες άνεσης και ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος			
Θερμική άνεση ☐	Οπτική άνεση ☐	Ακουστική άνεση ☐	Ποιότητα εσωτερικού αέρα ☐

- **Η ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου προσδιορίζεται βάσει της υπολογιζόμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών που συνδέονται με τη χρήση του ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης.**

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)

Αρ. Πρωτοκόλλου:	00000/0000	Αρ. Ασφαλείας:	0000-0000-0000-0000

Υπολογιζόμενη ετήσια ενεργειακή απαίτηση ανά τελική χρήση [kWh/m^2]				
	Θέρμανση	Ψύξη	ΖΝΧ	Φωτισμός
Κτήριο αναφοράς				
Επιθεωρούμενο κτήριο				

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση τελικής ενέργειας ανά πηγή ενέργειας & τελική χρήση [kWh/m^2]						
Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	ΖΝΧ	Φωτισμός	Συνολική	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου [%]
Ηλεκτρική						
Πετρέλαιο						
Φυσικό αέριο						
Άλλα ορυκτά καύσιμα						
Ηλιακή						
Βιομάζα						
Γεωθερμία						
Άλλη ΑΠΕ						
Σύνολο						

Χρησιμοποιήστε το ΠΕΑ για να:

- συγκρίνετε την ενεργειακή απόδοση κτηρίων ίδιας χρήσης βάσει της κατάταξής τους σε ενεργειακή κατηγορία,
- πληροφορηθείτε για εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων μέσω παρεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

1.
2.
3.

Σύσταση	Εκτιμώμενο αρχικό κόστος επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας & τιμή μονάδας			Εκτιμώμενη απλή περίοδος αποπληρωμής*	Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO_2	Ενεργειακή κατηγορία
		[kWh/m^2]	[%]	[€/kWh]	[έτη]	[kg/m^2]	-
1.							
2.							
3.							

Οι συστάσεις είναι ιεραρχημένες σε σχέση με το κόστος – ενεργειακό όφελος που προκύπτει. Η εξοικονόμηση ενέργειας και τιμή μονάδας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών CO2 και την περίοδο αποπληρωμής.

- Η απλή περίοδος αποπληρωμής υπολογίζεται με βάση την τελική ενεργειακή κατανάλωση και όχι την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.

Ονοματεπώνυμο Ενεργειακού Επιθεωρητή Α.Μ. Ενεργειακού Επιθεωρητή: 00000	Σφραγίδα Υπογραφή

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'

Έκθεση ενεργειακής επιθεώρησης συστήματος θέρμανσης

Έκθεση ενεργειακής επιθεώρησης συστήματος θέρμανσης

1. Γενικά στοιχεία κτηρίου					
Χρήση κτηρίου:					
Όνομα ιδιοκτήτη:					
Α.Φ.Μ.					
Κ.Α.Ε.Κ.					
Α.Π. δήλωσης & κωδικός ιδιοκτησίας					
Ιδιοκτησιακό καθεστώς	Δημόσιο ☐ Δημόσιο ιδιωτικού ενδιαφέροντος ☐ Ιδιωτικό ☐ Ιδιωτικό δημοσίου ενδιαφέροντος ☐				
Ταχυδρομική διεύθυνση:					
Στοιχεία επικοινωνίας υπευθύνου:	Ιδιοκτήτης ☐ Διαχειριστής ☐ Ενοικιαστής ☐ Τεχνικός υπεύθυνος ☐				
Ονοματεπώνυμο:					
Τηλέφωνο / φαξ:					
Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο:					
Ιστορικό κατασκευής:	**Κατάσταση κατασκευής**	**Συνοπτική περιγραφή**	**Πηγή πληροφόρησης**	**Έτος έκδοσης οικοδομικής άδειας**	**Έτος / χρονική περίοδος ολοκλήρωσης κατασκευής**
	Αρχική κατασκευή ☐				
	Ριζική ανακαίνιση ☐				
	Προσθήκη ορόφου/ων ☐				
	Προσθήκη δωματίου ☐				
	Προσθήκη πτέρυγας ☐				
	Ρύθμιση αυθαιρεσιών ☐				
	Άλλο ☐				
Τύπος:	Παλιό ☐ Ριζικά ανακαινιζόμενο (Κ.Εν.Α.Κ.) ☐ Νέο (Κ.Εν.Α.Κ.)☐ Ριζικά ανακαινιζόμενο (με την εφαρμογή του αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.) ☐ Νέο (με την εφαρμογή του αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.) ☐				

2. Γενικά χαρακτηριστικά κτηρίου & συστημάτων			
Αριθμός κτηρίου: _____ *(σε περίπτωση συγκροτήματος κτηρίων)*			
Έτος λειτουργίας:	…… …	**……**	…… ..
Περίοδος λειτουργίας:	**Ημερήσιο πρόγραμμα (h/ημέρα):**		…… ..
	Εβδομαδιαίο πρόγραμμα (h/εβδομάδα):		…… ..
	Ετήσιο πρόγραμμα: από …… μήνα έως …… μήνα		
Συνολική επιφάνεια (m²):		**Ύψος (m):**	
Συνολικός όγκος (m³):			
Ωφέλιμη επιφάνεια (m^2):		**Όγκος θερμαινόμενων χώρων (m^3):**	
Εξωτερικές συνθήκες σχεδιασμού Θερμοκρασία (°C):		_____	

Σχετική υγρασία (%): _____				
Διάγνωση υφιστάμενης κατάστασης θερμομόνωσης των δομικών στοιχείων :		Ανεπαρκής	Μερικώς μονωμένα	Επαρκής
	Οροφή / Δώμα:	☐	☐	☐
	Εξωτερική τοιχοποιία:	☐	☐	☐
	Φέρον οργανισμός:	☐	☐	☐
	Δάπεδο πιλοτής:	☐	☐	☐
	Δάπεδο επί εδάφους:	☐	☐	☐
	Δάπεδο επί μη θερμαινόμενου χώρου:	☐	☐	☐
	Κουφώματα:	☐	☐	☐
Αλλαγή χρήσης:	Μερική ☐ Ολική ☐ Περιγραφή:_____			
Αριθμός συστημάτων :				

3. Υφιστάμενη κατάσταση συστημάτων ***(για κάθε σύστημα, π.χ. ανά χρήση, ή/και θερμική ζώνη)***			
α/α συστήματος: _____			
Μελέτη θέρμανσης:	☐		
Μηχανολογικά σχέδια:	☐		
Σύντομη περιγραφή:	_____ _____		
Θερμικές ζώνες	Συνολικός αριθμός: _____ Χρήσεις: 1. _____ 2. _____ 3. _____ … _____		
Εσωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού (°C):	1. _____ (°C) 2. _____ (°C) 3. _____ (°C) ... _____ (°C)		
Τύπος:	Μονοζωνικό ☐ Πολυζωνικό ☐		
Έτος εγκατάστασης:		**Έτος λειτουργίας:**	
Μονάδα παραγωγής θερμότητας για την κεντρική θέρμανση χώρων:	Λέβητας πετρελαίου ☐ Λέβητας φυσικού αερίου / Υγραερίου ☐ / ☐ Λέβητας βιομάζας ☐ Τηλεθέρμανση ☐ Συμπαραγωγή ☐ Κεντρική αντλία θερμότητας ☐ Ηλιακοί συλλέκτες ☐ Άλλο:_____ ☐		
Αμίαντος	☐ Δεν γνωρίζω ☐		

4. Κατανάλωση καυσίμων ***(για κάθε σύστημα, π.χ. ανά χρήση, ή/και σύστημα, ή συνολικά για όλα τα συστήματα)***			
Κατανάλωση καυσίμου:	Συνολική ☐ Ανά χρήση ☐ Ανά σύστημα ☐		
α/α Συστήματος:	_____		
Χρήση καυσίμου:	Θέρμανση χώρων ☐ Ζεστό νερό χρήσης ☐		
Ετήσια κατανάλωση καυσίμου:			Περίοδο κατανάλωσης
	Ηλεκτρισμός	…… (kWh / έτος)	_____ - _____
	Πετρέλαιο θέρμανσης:	……. (l/έτος)	_____ - _____
	Πετρέλαιο κίνησης:	……. (l/έτος)	_____ - _____
	Φυσικό αέριο:	…. (m^3 / έτος)	_____ - _____
	Υγραέριο:	…. (m^3 / έτος)	_____ - _____

	Άλλο :_____	……. (……..)	_____ - _____

5. Κατανομή δαπανών *(για κάθε σύστημα, π.χ. ανά χρήση ή/και θερμική ζώνη)*	
Σύστημα:	Ωρομέτρησης ☐ Θερμιδομέτρησης ☐ Μέτρησης καυσίμου ☐ BEMS ☐
Περιγραφή:	_____

6. Τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος διανομής *(ανά χρήση, ή/και θερμική ζώνη)*				
α/α συστήματος: _____				
Τύπος δικτύου:	Μονοσωλήνιο ☐ Δισωλήνιο ☐			
Είδος αυτονόμησης	Με δίοδη ή τρίοδη ηλεκτροβάνα ☐ Με ανεξάρτητο κυκλοφορητή ☐ Με ανεξάρτητο λεβητοστάσιο ☐ Δεν υπάρχει αυτονόμηση ☐ Άλλο _____ ☐			
Οπτική επιθεώρηση θερμομόνωσης δικτύου:		Επαρκής	Μέτρια	Ανεπαρκής
	Σωλήνες εντός λεβητοστασίου:	☐	☐	☐
	Κατακόρυφες στήλες σε κοινόχρηστους μη θερμαινόμενους χώρους	☐	☐	☐
	Κατακόρυφες στήλες σε κοινόχρηστους θερμαινόμενους χώρους	☐	☐	☐
	Κατακόρυφες στήλες σε φρεάτια ή ψευδοροφές	☐	☐	☐
	Κατακόρυφες στήλες σε εξωτερικούς χώρους	☐	☐	☐
	Άλλος χώρος διέλευσης : _____	☐	☐	☐
Οπτική επιθεώρηση λειτουργίας δικτύου:				Ποσοστό (%)
	Διαρροές στο δίκτυο:		☐	
	Διαβρωμένοι σωλήνες:		☐	
	Κατεστραμμένα τμήματα στο δίκτυο:		☐	
	Συσσωρεύσεις αλάτων στις ενώσεις:		☐	
	Αποφράξεις στο δίκτυο:		☐	
	Άλλο: _____		☐	
Θερμοκρασία θερμού μέσου (°C):	Προσαγωγή _____ Επιστροφή _____			
Εναλλάκτης:	☐	Θερμική απόδοση: _____ (%) Περιγραφή: _____		
Δοχείο αδρανείας:	☐	Χωρητικότητα: _____ (l (liter)) Περιγραφή: _____		
Δοχείο διαστολής	Ανοικτό ☐ Κλειστό ☐			
Ρυθμιστικές βαλβίδες εξισορρόπησης δικτύου	☐			

	Είδος βαλβίδων: _____			
Κυκλοφορητές-Αντλίες	**Τύπος**	**Αριθμός**	**Ισχύς (W)**	**Ενεργειακή κλάση**
	Σταθερών στροφών			
	Ρυθμιζόμενων στροφών			
	Ηλεκτρονικό Δp-σταθερό			
	Ηλεκτρονικό Δp-μεταβλητό			
	Ηλεκτρονικό Δp-Τ			
	Μόνιμου μαγνήτη			
	Άλλο:_____			
Μονάδες παραγωγής θερμότητας:	Αριθμός:_____			
	Περιγραφή: _____ _____			

7. Διάγνωση υφιστάμενης κατάστασης λέβητα / καυστήρα *(για κάθε μονάδα)*		
Διαθέσιμα στοιχεία στο ημερολόγιο λεβητοστασίου	Οδηγίες λειτουργίας & συντήρησης λέβητα & καυστήρα	☐
	Αρχείο φύλλων συντήρησης - Ρύθμισης λειτουργίας	☐
	Θεωρημένο βιβλίο καταγραφής μετρήσεων	☐
	Κατασκευαστικά σχέδια εγκατάστασης	☐
	Τιμολόγια καυσίμου	☐
Χωροθέτηση λεβητοστάσιου - λέβητα	Θέση λεβητοστασίου σε εσωτερικό χώρο εξωτερικό χώρο	 ☐ ☐
	Ευκολία πρόσβασης στο λεβητοστάσιο	☐
	Ευκολία στη συντήρηση - επισκευή λέβητα	☐
Οπτική επιθεώρηση:	Διαρροή καυσαερίων	☐
	Διαρροή καυσίμου	☐
	Διαρροή νερού / ατμού / λαδιού / αέρα	☐
	Επαρκής θερμομόνωση λέβητα	☐
	Θερμομόνωση καπναγωγού χωρίς φθορές	☐
	Θερμομόνωση καπνοδόχου χωρίς φθορές	☐
	Κατάσταση λειτουργίας καπναγωγού & καπνοδόχου	☐
	Υγροποιήσεις στην καπνοδόχο	☐
	Καπνοθυρίδα καθαρισμού σε λειτουργία	☐
	Ξεχωριστή αποχέτευση συμπυκνωμάτων (εάν απαιτείται)	☐
	Επαρκής αερισμός λεβητοστασίου	☐
Διαθέσιμο δίκτυο ΦΑ		☐

8. Τεχνικά χαρακτηριστικά λέβητα / καυστήρα *(για κάθε μονάδα)*		
α/α Μονάδας: _____		
Τελική χρήση:	Θέρμανση χώρων	☐
	Θέρμανση χώρων & Z.N.X.	☐
	Ζεστό νερό χρήσης (Z.N.X.)	☐

8.1. Τεχνικά χαρακτηριστικά λέβητα				
Εταιρεία Κατασκευής Τύπος (μοντέλο) Σειριακός αριθμός	_____ _____ _____	**Έτος Κατασκευής: _____** **Έτος Εγκατάστασης: _____**		
Ονομαστική Ισχύς:	_____ (kW) _____ (kcal/h)			
Ενεργειακή απόδοση (ΠΔ 335/93):	**.....**			
Σήμανση CE:	ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐			
Είδος λέβητα :	Ατμοσφαιρικός Πιεστικός Ατομική Μονάδα Δαπέδου/Επιτοίχιος Συνήθης Χαμ. θερμοκρασιών Συμπύκνωσης Συμπύκνωσης με εναλλάκτη	☐ ☐ ☐ ☐ / ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	Χυτοσιδηρός Χαλύβδινος Ανοξείδωτος Άλλος	☐ ☐ ☐ ☐
Μέγιστη δηλωμένη επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας:	**2 bar ☐ 4 bar ☐ 6 bar ☐ Άλλο _____☐**			
Πίεση λειτουργίας:	**2 bar ☐ 4 bar ☐ 6 bar ☐ Άλλο _____☐**			
Καύσιμο σχεδιασμού:	**Πετρέλαιο ☐ Φυσικό αέριο ☐ LPG ☐ Βιομάζα ☐ Άλλο _____☐**			
Θερμικό Μέσο	Νερό ☐ Ατμός ☐ Λάδι ☐ Αέρας ☐			
8.2. Τεχνικά Χαρακτηριστικά Καυστήρα				
Εταιρεία Κατασκευής Τύπος (Μοντέλο) Σειριακός Αριθμός	_____ _____ _____	**Έτος Κατασκευής: _____** **Έτος Εγκατάστασης:_____**		
Καυστήρας ενσωματωμένος στο λέβητα: ☐				
Ισχύς:	Μέγιστη ..... (kW) Ελάχιστη ..... (kW)			
Καύσιμο λειτουργίας:	Πετρέλαιο ☐ Φυσικό αέριο ☐ LPG ☐ **Βιομάζα ☐** Άλλο ☐			
Παροχή καυσίμου:	Μέγιστη ..... (kg/h) Ελάχιστη ..... (kg/h) Μέγιστη ..... (Nm³/h) Ελάχιστη ..... (Nm³/h)			
Κατηγορία:	Πιεστικός ☐	Ατμοσφαιρικός ☐		
	Μονοβάθμιος ☐ Διβάθμιος ☐ Αναλογικός προοδευτικής λειτουργίας ☐			
Αυτόματη φραγή του αέρα στον καυστήρα κατά τη σβέση ☐				
Βεβαίωση συμβατότητας λέβητα με καυστήρα: ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐				
8.3. Τεχνικά Χαρακτηριστικά Καπναγωγού & Καπνοδόχου				

Υλικό κατασκευής καπναγωγού:	
Ευκολία όδευσης προς καπνοδόχο Εύκολη Δύσκολη	 ☐ ☐
Διάφραγμα ρύθμισης ελκυσμού	☐
Αυτόματο διάφραγμα φραγής αέρα στον καπναγωγό	☐
Υλικό κατασκευής καπνοδόχου:	_____
Διέλευση καπνοδόχου από εσωτερικό χώρο	☐
Βάση καπνοδόχου σε επισκέψιμο σημείο	☐
Θυρίδα καθαρισμού	☐

8.4. Δεξαμενή καυσίμου		
Δεξαμενή καυσίμων (εφόσον υπάρχει)	Θέση δεξαμενής σε εσωτερικό χώρο εξωτερικό χώρο	 ☐ ☐
	Υπέργεια ή υπόγεια	☐
	Έλεγχος ποσότητας παράδοσης	☐
	Ένδειξη στάθμης καυσίμου	☐
	Ευκολία πρόσβασης στις πλευρές της δεξαμενής	☐

9. Ενδείξεις μετρητών *(για κάθε μονάδα)*		
Μετρητής Καυσίμου:	(m^3) ☐ (l) ☐	Προηγούμενη ένδειξη _____ Τελευταία ένδειξη _____
Ωρομετρητής λειτουργίας καυστήρα:	(h)	Προηγούμενη ένδειξη _____ Τελευταία ένδειξη _____
Μετρητής τροφοδοσίας νερού:	(m^3)	Προηγούμενη ένδειξη _____ Τελευταία ένδειξη _____
Ζεστό Νερό Χρήσης:	(m^3)	Προηγούμενη ένδειξη _____ Τελευταία ένδειξη _____

10. Μετρούμενα - υπολογιζόμενα μεγέθη από φύλλο συντήρησης και ρύθμισης των εγκαταστάσεων σταθερών εστιών καύσης για τη θέρμανση κτηρίων και νερού *(για κάθε μονάδα)*

10α. Μετρήσεις

Α/Α	**Μέγεθος**	**Μονάδα**	**Τιμή**	**Α/Α**	**Μέγεθος**	**Μονάδα**	**Τιμή**
1.	Θερμική φόρτιση λέβητα	%		11.	Παροχή καυσίμου	kg/h ή Nm^3/h	
2.	Θερμοκρασία προσαγωγής νερού από το λέβητα	^{O}C		12.	Βαρομετρική πίεση	mbar	
3.	Θερμοκρασία επιστροφής νερού στο λέβητα	^{O}C		13.	Πίεση (ελκυσμός) στον καπναγωγό ή στην καμινάδα	mbar	
4.	Θερμοκρασία χώρου εγκατάστασης Λέβητα	^{O}C		14.	Πίεση αντλίας πετρελαίου	mbar	
5.	Θερμοκρασία	^{O}C		15.	Πίεση ηρεμίας αερίου	mbar	

	καυσαερίου						
6.	Οξυγόνο O_2	%		16.	Πίεση λειτουργίας αερίου	mbar	
7.	Διοξείδιο του άνθρακα CO_2	%		17.	Πίεση ακροφυσίου αερίου	mbar	
8.	Μονοξείδιο του άνθρακα CO	ppm					
9.	Οξείδια του αζώτου NOx	ppm		18.	Αριθμός στροφών κοχλία/ων		
10.	Δείκτης αιθάλης (κλίμακα Bacharach)			19.	Αριθμός συχνότητας του inverter ρύθμισης κοχλία/ων	Hz	

10β. Υπολογιζόμενα μεγέθη – Έλεγχος ικανοποίησης των οριακών τιμών των παραμέτρων της παραγράφου 3.1.10.

Α/Α	**Μέγεθος**	**Μονάδα**	**Τιμή**	**Έλεγχος**	
				Εντός	**Εκτός**
1.	Απώλειες λόγω θερμού καυσαερίου : u_g			☐	☐
2.	Εσωτερικός βαθμός απόδοσης: 100 - u_g	%		☐	☐
5.	Λόγος αέρα καύσης: λ	-		☐	☐
6.	Ανηγμένη τιμή μονοξείδιο του άνθρακα CO σε 3%κ.ό.O_2 αναφοράς	ppm		☐	☐
7.	Ανηγμένη τιμή οξειδίων του αζώτου NOx σε 3% κ.ό. O_2 αναφοράς	ppm		☐	☐
8.	Δείκτης αιθάλης (κλίμακα Bacharach)	-		☐	☐

11. Θερμοστατικές Ρυθμίσεις Λειτουργίας Λέβητα& Αποθήκευσης παραγωγής ζεστού νερού χρήσης
(για κάθε μονάδα)

	Πραγματική	**Προτεινόμενη**
Θερμοκρασία προσαγωγής νερού από το λέβητα (°C):		
Ρύθμιση θερμοκρασίας αποθήκευσης ζεστού νερού οικιακής χρήσης (°C):		

12. Έλεγχος Σωστής Λειτουργίας
(για κάθε μονάδα)

Λέβητα	Λειτουργία εντός προβλεπόμενων ορίων	☐
	Απόκλιση από ονομαστική ισχύ	☐
Συστημάτων Ελέγχου του λέβητα / καυστήρα	Θερμοστάτης ελέγχου λειτουργίας	☐
	Θερμοστάτης ασφαλείας	☐
	Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα	☐

13. Τελική Διάγνωση για το σύστημα λέβητα / καυστήρα *(για κάθε μονάδα)*				
Με κριτήριο την ενεργειακή απόδοση του λέβητα:				
	Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ καλή
Η εγκατάσταση βάσει της πραγματικής θερμικής ισχύος χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐
Η λειτουργία βάσει της απόδοσης καύσης χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐
Η συντήρηση βάσει της υπάρχουσας κατάσταση του λέβητα / καυστήρα χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐

14. Τεχνικά χαρακτηριστικά τερματικών μονάδων (Τ.Μ.) απόδοσης θέρμανσης *(για κάθε σύστημα)*		
α/α Συστήματος: _____		
Είδος:	Θερμαντικά σώματα ☐ Ενδοδαπέδιο ☐ Ενδοτοίχιο ☐ Μονάδα ανεμιστήρα - στοιχείου (fan coil): οροφής ☐ δαπέδου ☐ Κεντρική κλιματιστική μονάδα (Κ.Κ.Μ.) ☐ Άλλο: _____ ☐	
Υφιστάμενη κατάσταση εγκατάστασης:	Σωστή διαστασιολόγηση	☐
	Σωστή θέση εγκατάστασης	☐
	Εμπόδια γύρω από τις μονάδες	☐
	Χρήση πρόσθετου τοπικού συστήματος θέρμανσης	☐
	Διαβρώσεις φθορές των μονάδων	☐
	Διαρροή θερμικού μέσου	☐
	Επαρκής λειτουργία ρυθμιστικών βαλβίδων (διακοπτών) παροχής και επιστροφής	☐
	Σωστή υδραυλική σύνδεση με το δίκτυο (εξισορρόπηση)	☐
	Επαρκής καθαρισμός και συντήρηση	☐

15. Χαρακτηριστικά συστημάτων ελέγχου *(για κάθε σύστημα)*		
Κεντρικό σύστημα ελέγχου - ρύθμισης:	Χρονοδιακόπτης ☐ Σύστημα αντιστάθμισης ☐ BEMS ☐ Άλλο: _____ ☐	
Σύστημα ελέγχου =ρύθμισης επί μέρους κλάδων του δικτύου θέρμανσης:	Απλός διακόπτης αφής/σβέσης Χρονοδιακόπτης Ηλεκτρομηχανικός θερμοστάτης χώρου Ηλεκτρονικός θερμοστάτης χώρου Ψηφιακός θερμοστάτης χώρου Με αισθητήριο εξωτερικής θερμοκρασίας αέρα Με αντιστάθμιση και ψηφιακό αισθητήριο χώρου Άλλο: _____	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Θερμοστάτης σε κάθε θερμική ζώνη	Ηλεκτρομηχανικός κεντρικός θερμοστάτης χώρου Ηλεκτρονικός κεντρικός θερμοστάτης χώρου Ψηφιακός κεντρικός θερμοστάτης χώρου Με αντιστάθμιση και ψηφιακό αισθητήριο χώρου Με θερμοστατικές κεφαλές στα θερμαντικά σώματα (έλεγχος ανά δωμάτιο) Με θερμοστάτες στα fan coils (έλεγχος ανά δωμάτιο) Χρονοδιακόπτης Άλλο: _____	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Σωστή θέση θερμοστάτη		☐

Σωστή ρύθμιση θερμοστάτη	☐
Ρυθμιστικές βάνες στην ενδοδαπέδια/ επιτοίχια θέρμανση	☐
Θερμοστατικές κεφαλές σε όλα τα θερμαντικά σώματα	☐
Οδηγίες λειτουργίας για τα επί μέρους συστήματα ελέγχου	☐

16. Τελική διάγνωση για το σύστημα θέρμανσης				
Με κριτήριο την ενεργειακή απόδοση του συστήματος θέρμανσης:				
	Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ Καλή
Η κατάσταση των συστημάτων χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐
Ο εξοπλισμός χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐
Η λειτουργία χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐
Η συντήρηση χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐
Εκτιμώμενη συνολική ενεργειακή απόδοση των συστημάτων:	Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ Καλή
	☐	☐	☐	☐

17. Διαπιστώσεις / Υποδείξεις

Ημερομηνία επιθεώρησης: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ — _ _ _ _ _ _ — _ _ _ _ _ _

Ονοματεπώνυμο επιθεωρητή: _ _ _ _ _ _ — _ _ _ _ — _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

Α.Μ. επιθεωρητή: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ — _ _ _ _ _ _ — _ _ _ _

Αρ. πρωτοκόλλου επιθεώρησης: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ — _ _ _ _ _ _ — _ _ _ _ _ _

Υπογραφή επιθεωρητή: Σφραγίδα:

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ'

Έκθεση ενεργειακής επιθεώρησης συστήματος κλιματισμού

Έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης συστήματος κλιματισμού

1. Γενικά στοιχεία κτηρίου					
Χρήση κτηρίου:					
Όνομα ιδιοκτήτη:					
Α.Φ.Μ.					
Κ.Α.Ε.Κ.					
Α.Π. δήλωσης & κωδικός Ιδιοκτησίας					
Ιδιοκτησιακό καθεστώς	Δημόσιο ☐ ιδιωτικού ενδιαφέροντος ☐ Ιδιωτικό ☐ Ιδιωτικό δημοσίου ενδιαφέροντος ☐				
Ταχυδρομική διεύθυνση:					
Στοιχεία επικοινωνίας υπευθύνου:	Ιδιοκτήτης ☐ Διαχειριστής ☐ Ενοικιαστής ☐ Τεχνικός υπεύθυνος ☐				
Ονοματεπώνυμο:					
Τηλέφωνο / φαξ:					
Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο:					
Ιστορικό κατασκευής:	**Κατάσταση κατασκευής**	**Συνοπτική περιγραφή**	**Πηγή πληροφόρησης**	**Έτος έκδοσης οικοδομικής άδειας**	**Έτος / χρονική περίοδος ολοκλήρωσης κατασκευής**
	Αρχική κατασκευή ☐				
	Ριζική ανακαίνιση ☐				
	Προσθήκη ορόφου/ων ☐				
	Προσθήκη δωματίου ☐				
	Προσθήκη πτέρυγας ☐				
	Ρύθμιση αυθαιρεσιών ☐				
	Άλλο ☐				
Τύπος:	Παλιό ☐ Ριζικά ανακαινιζόμενο (Κ.Εν.Α.Κ.) ☐ Νέο (Κ.Εν.Α.Κ.)☐ Ριζικά ανακαινιζόμενο (με την εφαρμογή του αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.) ☐ Νέο (με την εφαρμογή του αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.) ☐				

2. Γενικά χαρακτηριστικά κτηρίου & συστημάτων				
Έτος λειτουργίας κτηρίου:				
Ώρες λειτουργίας κτηρίου ανά ημέρα (h):		**Ημέρες λειτουργίας ανά βδομάδα (h):**		
Συνολικό εμβαδό επιφάνειας κτηρίου (m^2):		**Ύψος κτηρίου (m):**		
		Συνολικός όγκος κτηρίου V (m^3):		
Εμβαδόν ωφέλιμης επιφάνειας (m^2):		**Όγκος θερμαινόμενων χώρων (m^3):**		
Εξωτερικές συνθήκες σχεδιασμού **Θερμοκρασία (°C):** **Σχετική υγρασία (%):**		_____ _____		
Διάγνωση υφιστάμενης κατάστασης		Ανεπαρκής	Μερικώς μονωμένα	Επαρκής

της θερμομόνωσης των δομικών στοιχείων του κτηρίου:	Οροφή / δώμα:	☐	☐	☐
	Εξωτερική τοιχοποιία:	☐	☐	☐
	Φέρον οργανισμός:	☐	☐	☐
	Δάπεδο πιλοτής:	☐	☐	☐
	Δάπεδο επί εδάφους:	☐	☐	☐
	Δάπεδο επί μη θερμαινόμενου χώρου:	☐	☐	☐
	Κουφώματα:	☐	☐	☐

Αλλαγή χρήσης:	Μερική ☐ Ολική ☐ Περιγραφή: _____
Αριθμός συστημάτων :	
3. Υφιστάμενη κατάσταση συστήματος ***(για κάθε σύστημα, π.χ. ανά χρήση, ή/και θερμική ζώνη)***	
α/α συστήματος: _____	
Μελέτη κλιματισμού:	☐
Μηχανολογικά σχέδια:	☐
Χρήσεις συστήματος κλιματισμού:	Θέρμανση ☐ Ψύξη ☐ Ύγρανση ☐ Αφύγρανση ☐ Αερισμός ☐
Σύντομη περιγραφή:	_____ _____
Εργαζόμενο ψυκτικό μέσο:	
Θερμικές ζώνες	Συνολικός αριθμός: _____ Χρήσεις: 1. _____ 2. _____ 3. _____ … _____

Εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού					
Θερμοκρασία		**Σχετική Υγρασία**		**Αερισμός (Νωπός Αέρας)**	
Χειμώνα	Καλοκαίρι	Χειμώνα	Καλοκαίρι	m³/άτομο	m³/h
1. _____ (°C) 2. _____ (°C) 3. _____ (°C) .. _____ (°C)	1. _____ (°C) 2. _____ (°C) 3. _____ (°C) .. _____ (°C)	1. _____ (%) 2. _____ (%) 3. _____ (%) ... _____ (%)	1. _____ (%) 2. _____ (%) 3. _____ (%) ... _____ (%)	1. _____ 2. _____ 3. _____ ... _____	1. _____ 2. _____ 3. _____ ... _____

Τύπος:	Μονοζωνικό ☐ Πολυζωνικό ☐		
Έτος εγκατάστασης:		**Έτος λειτουργίας:**	
Μονάδα παραγωγής ψύξης/θερμότητας:	Ψύκτες ☐ Κεντρικές Α.Θ. ☐ Τοπικές Α.Θ. ☐ VRV ☐ Multi Α.Θ. ☐ Άλλο:_____ ☐ Λέβητας ☐ Ηλιακοί συλλέκτες ☐ Συμπαραγωγή ☐ Τηλεθέρμανση ☐		
Τερματικές μονάδες			

Ηλιοπροστασία κλιματιζόμενων χώρων				
Τύπος σκιάστρων	**Υφιστάμενη κατάσταση**	**Σκίαση όψεων**		
		Ανατολική	Νότια	Δυτική
Γειτονικά εμπόδια	_____	☐	☐	☐
Σταθερά οριζόντια		☐	☐	☐
Σταθερά πλευρικά		☐	☐	☐

Εξωτερικές περσίδες		☐	☐	☐
Τέντες		☐	☐	☐
Άλλο εξωτερικό		☐	☐	☐
Εσωτερικά κέρδη & φορτία αερισμού κλιματιζόμενων χώρων				
Αριθμός χρηστών		**Εσωτερικά φορτία ατόμων (kW)**		
Συνολική ισχύς συστημάτων φωτισμού σε (kW)		**Μέσος ημερήσιος χρόνος λειτουργίας (h)**		
Συνολική ισχύς συσκευών σε λειτουργία στους χώρους (kW)		**Μέσος ημερήσιος χρόνος λειτουργίας (h)**		
Αερισμός από χαραμάδες	_____ ACH _____ (m^3/h) _____ [$m^3/(h.m^2)$] ανοιγμάτων			
Ανεμιστήρες οροφής	Ποσοστό κάλυψης χώρων (%):_____			

4. Κατανάλωση ενέργειας *(για κάθε σύστημα, π.χ. ανά χρήση, ή/και σύστημα, ή συνολικά για όλα τα συστήματα)*			
Κατανάλωση καυσίμου:	Συνολική ☐ Ανά χρήση ☐ Ανά σύστημα ☐		
α/α συστήματος:	_____		
Τελική χρήση:	Ψύξη χώρων ☐ Θέρμανση χώρων ☐ Αερισμό ☐ Βοηθητικά συστήματα ☐ Συνολικά για κλιματισμό ☐		
Ετήσια κατανάλωση:			Περίοδο κατανάλωσης
	Ηλεκτρισμός	…… (kWh / έτος)	_____ - _____
	Πετρέλαιο Θέρμανσης:	……. (l) / έτος)	_____ - _____
	Πετρέλαιο Κίνησης:	……. (l) / έτος)	_____ - _____
	Φυσικό Αέριο:	…. ($N{\cdot}m^3$ / έτος)	_____ - _____
	Υγραέριο:	…. ($N{\cdot}m^3$ / έτος)	_____ - _____
	Άλλο :_____	……. (……..…)	_____ - _____

5. Κατανομή Δαπανών *(για κάθε σύστημα, π.χ. ανά χρήση ή/και θερμική ζώνη)*	
Σύστημα:	Ωρομέτρησης ☐ Θερμιδομέτρησης ☐ Μέτρησης καυσίμου ☐ BEMS ☐
Περιγραφή:	_____
	_____

6. Τεχνικά χαρακτηριστικά μονάδας παραγωγής ψύξης *(για κάθε μονάδα)*		
α/α μονάδας : _____		
Κεντρική μονάδα (όχι εφεδρική)		☐
Τελική χρήση:	Ψύξη χώρων	☐
	Θέρμανση χώρων	☐
Τύπος	Ψύκτης ☐ Αερόψυκτος ψύκτης ☐ Υδρόψυκτος ψύκτης ☐	
	Ψύκτης απορρόφησης ☐ Ψύκτης προσρόφησης ☐ Πηγή θερμότητας: Ηλιακή ενέργεια ☐ Σ.Η.Θ. ☐ Άλλο:_____☐	
	Αντλία θερμότητας ☐ Αέρα-νερού ☐ Νερού - νερού ☐ Γεωθερμική ☐	

	Υδροθερμική ☐ Θαλασσινού νερού ☐ Πολυδιαιρούμενο multi ☐ Πολυδιαιρούμενο απευθείας εκτόνωσης ☐	
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός ☐ Φυσικό αέριο ☐ Προπάνιο ☐ Ηλιακή ενέργεια ☐ Τηλεθέρμανση ☐ Άλλο: _____	
Εταιρεία κατασκευής: **Τύπος (μοντέλο):** **Σειριακός αριθμός:**	_____ _ _____ _ _____ _	**Έτος κατασκευής:**_____ **Έτος εγκατάστασης:**_____
Ονομαστική ισχύς:	Ηλεκτρική απορροφούμενη	_____ (kW)
	Ψυκτική αποδιδόμενη	_____ (kW) _____(Btu/h)
	Θερμική αποδιδόμενη	_____ (kW) _____(Btu/h)
Ώρες λειτουργίας	Θερινή περίοδο _____(h)	Χειμερινή περίοδο _____(h)
Απόδοση	Ψυκτική: EER _____ για ονομαστικές συνθήκες Εξωτ. θερμ. ξ.β. _____ (°C) Εξωτ. θερμ. υ.β. _____ (°C)	Ψυκτική:SEER _____ για ονομαστικές συνθήκες Εξωτ. θερμ. ξ.β. _____ (°C) Εξωτ. θερμ. υ.β. _____ (°C)
	Θερμική: COP _____ για ονομαστικές συνθήκες Εξωτ. θερμ. ξ.β. _____ (°C) Εξωτ. θερμ. υ.β. _____ (°C)	Θερμική: SCOP _____ για ονομαστικές συνθήκες Εξωτ. θερμ. ξ.β. _____ (°C) Εξωτ. θερμ. υ.β. _____ (°C)
Ψυκτικό ρευστό	Κατηργημένα Freon: R22 ☐ R12 ☐ R11 ☐ R407 ☐	Σε χρήση: R410 ☐ R134A ☐ R407 ☐ Λίθιο-Βρώμιο (Li-Br) ☐ Αμμωνία (NH_3) ☐ Άλλο ☐
Θερμοκρασία ψυκτικού μέσου	Προσαγωγής _____(°C) Επιστροφής _____(°C)	
Θερμοκρασία εισόδου και εξόδου του νερού ή του αέρα	Εισόδου _____(°C) Εξόδου _____(°C)	
Συμπιεστές	Περιστροφικός ☐ Παλινδρομικός ☐ Κοχλιοειδής (screw) ☐ Φυγοκεντρικός ☐ Σπειροειδής (scroll) ☐ Ερμητικός (κλειστός) ☐ Ημιερμητικός ☐ Μονοβάθμιος ☐ Διβάθμιος ☐ Με ρυθμιστή στροφών ☐ Αριθμός συμπιεστών _____	
Απόρριψη θερμότητας	Τύπος συμπυκνωτή: Πύργος ψύξης υδρόψυκτος ☐ ή αερόψυκτος ☐ Γεωθερμικός εναλλάκτης ☐ θαλασσινού νερού ☐ Εναλλάκτης καυσαερίων ☐ Άλλο _____☐	
	Ισχύς ανεμιστήρα _____ (kW)	
	Ισχύς κυκλοφορητών _____ (kW)	
	Ανεμιστήρας φυγοκεντρικός ☐ αξονικός ☐ αφής/σβέσης (on/off) ☐ με ρυθμιστή στροφών (inverter) ☐ ρυθμίζονται με triac ☐ άλλο ☐	
	Για γεωθερμικό, ή υδροθερμικό, ή θαλασσινού νερού εναλλάκτη: Τύπος εναλλάκτη _____ Μήκος εναλλάκτη _____ (m) ή επιφάνεια κάλυψης _____(m²) Διατομή εναλλάκτη _____(mm) Βάθος τοποθέτησης: _____ (m)	

Ψυκτικό μέσο απόδοσης ψύξης προς τερματικές μονάδες	Νερό ☐ Αέρας ☐ Ψυκτικό ρευστό ☐ Άλλο: _____ ☐ Θερμοκρασία προσαγωγής _____ (^{o}C) Θερμοκρασία επιστροφής _____ (^{o}C)	
Για τοπικές μονάδες παραγωγής ψύξης / θέρμανσης	Κυκλοφορία αέρα (m^3/h)	
	Θερμοκρασία αέρα προσαγωγής (^{o}C)	
	Θερινή: _____ (^{o}C)	Χειμερινή: _____ (^{o}C)
Ενεργειακή Σήμανση :	A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F ☐ G ☐	
Φύλλα συντήρησης	☐	
Χωροθέτηση ψυχροστασίου - ψυκτικής μονάδας	Θέση ψυκτικής μονάδα σε Εσωτερικό χώρο Εξωτερικό χώρο	 ☐ ☐
	Ευκολία πρόσβασης στο ψυχροστάσιο	☐
	Ευκολία στη συντήρηση – επισκευή μονάδας	☐

6.1 Διάγνωση υφιστάμενης κατάστασης μονάδας *(για κάθε μονάδα)*		
α/α μονάδας: _____		
Διαθέσιμα στοιχεία για τη λειτουργία του συστήματος παραγωγής ψύξης	Φύλλο εκκίνησης κατασκευαστή	☐
	Οδηγίες λειτουργίας & συντήρησης μονάδας ψύξης	☐
	Καταγραφή του ψυκτικού μέσου	☐
	Χρήση αντικαταστατών ψυκτικών μέσων του HCFC-22	☐
	Χρήση μη παρθένου HCFC-22	☐
	Αρχείο συντήρησης - ρύθμισης λειτουργίας	☐
	Αρχείο ελέγχου διαρροών ψυκτικού μέσου	☐
	Κατασκευαστικά σχέδια εγκατάστασης	
	Τιμολόγια ενέργειας	☐
Οπτική επιθεώρηση:	Διαρροή ψυκτικού μέσου	☐
	Συμπυκνώματα νερού	☐
	Φθορές και διαβρώσεις επί της μονάδας	☐
	Καθαριότητα της μονάδας	☐
	Θερμομόνωση μονάδας	☐
	Θερμομόνωση σωληνώσεων μεταφοράς ψυκτικού μέσου	☐
	Κραδασμοί και θόρυβοι κατά την λειτουργία της μονάδας	☐
	Θερμοστάτες ελέγχου	☐
	Μανόμετρα ελέγχου	☐
	Πρεσσοστάτες ελέγχου	☐
	Ηλεκτρικός πίνακας αυτοματισμών	☐
	Ηλεκτρικά στοιχεία μονάδας	☐
	Χωροθέτηση μονάδας	☐
	Επαρκής αερισμός ψυχροστασίου	☐

6.2. Τελική διάγνωση μονάδας				
Με κριτήριο την ενεργειακή απόδοση της μονάδας:				
	Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ καλή
Η εγκατάσταση βάσει της ονομαστικής ψυκτικής ισχύος χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐
Η λειτουργία βάσει της απόδοσης ψύξης χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐
Η συντήρηση βάσει της υπάρχουσας	☐	☐	☐	☐

κατάσταση της μονάδας ψύξης χαρακτηρίζεται:				

7. Τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος διανομής *(ανά χρήση, ή/και θερμική ζώνη)*				
α/α συστήματος: _____				
Τύπος δικτύου :	Ψυκτικό ρευστό ☐ Ψυχρό νερό ☐ Ψυχρό / θερμό νερό ☐ Άλλο _____ ☐			
Είδος αυτονόμησης	Με δίοδη ή τρίοδη ηλεκτροβάνα ☐ Με ανεξάρτητο κυκλοφορητή ☐ Με ανεξάρτητο ψυχροστάσιο ☐ Δεν υπάρχει αυτονόμηση ☐ Άλλο _____☐			
Οπτική επιθεώρηση θερμομόνωσης δικτύου:		Επαρκής	Μέτρια	Ανεπαρκής
	Σωλήνες σε εξωτερικούς χώρους:	☐	☐	☐
	Κατακόρυφες στήλες σε κοινόχρηστους μη κλιματιζόμενους χώρους	☐	☐	☐
	Κατακόρυφες στήλες σε κοινόχρηστους κλιματιζόμενους χώρους	☐	☐	☐
	Κατακόρυφες στήλες σε φρεάτια ή ψευδοροφές	☐	☐	☐
	Άλλος χώρος διέλευσης: _____	☐	☐	☐
Οπτική επιθεώρηση λειτουργίας δικτύου:			Ποσοστό (%)	
	Διαρροές στο δίκτυο:	☐		
	Διαβρωμένοι σωλήνες:	☐		
	Κατεστραμμένα τμήματα στο δίκτυο:	☐		
	Συσσωρεύσεις αλάτων στις ενώσεις:	☐		
	Αποφράξεις στο δίκτυο:	☐		
	Συμπυκνώσεις δικτύου σε εξωτερικούς χώρους	☐		
	Άλλο: _____	☐		
Μέσο απόδοσης προς τερματικές μονάδες	Νερό ☐ Ψυκτικό ρευστό ☐ Αέρας ☐ Άλλο¨_____ ☐			
Θερμοκρασία μέσου (°C):	Ψύξη Θέρμανση Προσαγωγή _____ _____ Επιστροφή _____ _____			
Εναλλάκτης:	☐	Θερμική απόδοση (%) : _____ Περιγραφή: _____		
Δοχείο αδρανείας:	Ψύξη ☐ Θέρμανση ☐	Χωρητικότητα (l): _____ Περιγραφή: _____ Χωρητικότητα (l): _____ Περιγραφή: _____		
Ροή μέσου :	Σταθερή ☐ Μεταβλητή ☐			
Κυκλοφορητές - αντλίες	**Τύπος**	**Αριθμός**	**Ισχύς (W)**	**Ενεργειακή**

				κλάση
	Σταθερών στροφών			
	Ρυθμιζόμενων στροφών			
	Ηλεκτρονικό Δp-σταθερό			
	Ηλεκτρονικό Δp-μεταβλητό			
	Ηλεκτρονικό Δp-Τ			
	Μόνιμου μαγνήτη			
	Άλλο:_____			

Μετρούμενα μεγέθη	
Πτώση πίεσης δικτύου (Pa)	
Παροχή ψυκτικού μέσου: (m^3/s)	
Εκτιμώμενος χρόνος λειτουργίας (h)	

8. Τεχνικά χαρακτηριστικά τερματικών μονάδων *(ανά χρήση, ή/και θερμική ζώνη)*	
α/α Συστήματος: _____	
Τύπος:	Κεντρική κλιματιστική μονάδα Κ.Κ.Μ. ☐ Μονάδα ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coil) Οροφής ☐ Δαπέδου ☐ Κασέτας ☐ Ντουλάπας ☐ Τοίχου ☐ Ενδοδαπέδιο ☐ Ενδοτοίχιο ☐ Τοπικά κλιματιστικά ενιαία (monoblock) ☐ Τοπικά κλιματιστικά διαιρούμενα (split) ☐ Καναλάτα χαμηλού προφίλ ☐ Άλλο: _____ ☐
Αριθμός & περιγραφή	
Ανεμιστήρα - στοιχείου (fan coil)	Οροφής: _____ Περιγραφή: _____ _____ Δαπέδου: _____ Περιγραφή: _____ _____
Κ.Κ.Μ.	_____ Περιγραφή: _____ _____
Τοπικά κλιματιστικά:	_____ Περιγραφή: _____ _____
Συστήματα μηχανικού αερισμού ή εξαερισμού	_____ Περιγραφή: _____ _____
Άλλες τερματικές μονάδες	_____ Περιγραφή: _____ _____
Βοηθητικές μονάδες διανομής θερμικής και ψυκτικής ενέργειας	_____ Περιγραφή: _____ _____

8.1 Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες (Κ.Κ.Μ.)
α/α Κ.Κ.Μ.: _____

α/α ζώνης		
Λειτουργίες:	Ψύξη ☐ Θέρμανση ☐ Προθέρμανση ☐ Φίλτρανση ☐ Ύγρανση ☐ Αφύγρανση ☐ Παροχή νωπού αέρα ☐	
Θέση	Εσωτερικά ☐ Εξωτερικά ☐ Μικρή ☐ Μεγάλη ☐ απόσταση από κλιματιζόμενη ζώνη	
Εταιρεία κατασκευής: **Τύπος (μοντέλο):** **Σειριακός αριθμός:**	_____ _____ _____	**Έτος κατασκευής:**_____ **Έτος εγκατάστασης:**_____ **Δήλωση κατασκευαστή αν υπάρχει**_____ Σύμφωνα με ErP 2016 ☐ Σύμφωνα με ErP 2018 ☐ <u>Ενεργειακή Σήμανση</u> A☐ B☐ C☐ D☐ E☐ F☐ G☐
Χαρακτηρισμός μονάδας σύμφωνα με ΕΕ 1253/2014	Δεν ακολουθεί το ΕΕ 1253/2014 ☐ Δεν απαιτείται ☐ Περιγραφή _____ _____	Σύμφωνα με ΕΕ 1253/2014 ΟΜΕ ☐ ΜΟΜΕ ☐ ΜΕΑΡ ☐ ΜΕΜΡ ☐
Ονομαστική ισχύς:	Ψυκτική αποδιδόμενη	_____ (kW)
	Θερμική αποδιδόμενη	_____ (kW)
Ώρες λειτουργίας	Θερινή περίοδο _____(h)	Χειμερινή περίοδο _____(h)
Ψυκτικό / θερμικό μέσο Παροχή (m^3/h)	Ψυκτικού _____ (m^3/h)	Θερμικού _____ (m^3/h)
Θερμοκρασία (°C)	Προσαγωγής _____ (°C) Επιστροφής _____ (°C))	Προσαγωγής _____ (°C) Επιστροφής _____ (°C)
Παροχή αέρα (m^3/h)		
Ανακυκλοφορία αέρα (%)	Θερινή περίοδο _____	Χειμερινή περίοδο _____
Ρύθμιση ανακυκλοφορίας	Αναλογική ή αφής / σβέσης ☐ Πεταλούδα (damper) ☐ Νωπού βάση αισθητηρίου CO_2 ☐ Νωπού βάση λειτουργίας free cooling ☐	
Ανεμιστήρες	<u>Προσαγωγής</u> Εμπρός κεκλιμένα πτερύγια ☐ Πίσω κεκλιμένα πτερύγια ☐ Άμεσης Κίνησης ☐ Έμμεσης κίνησης ☐ Κεντρικός έλεγχος ☐ Ενσωματωμένος έλεγχος ☐ Ρυθμιστής στροφών (inverter) ☐ Μετασχηματιστή τάσεων ☐ Χειριστήριο ταχυτήτων ☐ Άλλο_____	<u>Επιστροφής</u> Εμπρός κεκλιμένα πτερύγια ☐ Πίσω κεκλιμένα πτερύγια ☐ Άμεσης Κίνησης ☐ Έμμεσης κίνησης ☐ Κεντρικός έλεγχος ☐ Ενσωματωμένος έλεγχος ☐ Ρυθμιστής στροφών (inverter) ☐ Μετασχηματιστή τάσεων ☐ Χειριστήριο ταχυτήτων ☐ Άλλο_____
Ειδική ισχύς ανεμιστήρα SFP [kW/(m^3/s)]	SFP ανεμιστήρα_____	SFP ανεμιστήρα_____
Κατηγορία κινητήρα	IE 2 ☐ IE 3 ☐ EC ☐ PM ☐ Άλλο: _____	IE 2 ☐ IE 3 ☐ EC ☐ PM ☐ Άλλο: _____

Εσωτερική ειδική ισχύς SFP int [kW/(m³/s)]	SFP int για K.K.M._____	
Ειδική ισχύς εισόδου (για OME/MEAP) SPI [kW/(m³/h)]	SPI για K.K.M._____	
Ειδική ενεργειακή κατανάλωση (για OME/MEAP) SEC (kWh/m².a)	SEC για K.K.M._____	
Συνθήκες αέρα προσαγωγής		
Θερμοκρασία (°C)	Θερινή περίοδο _____	Χειμερινή περίοδο _____
Υγρασία (g/kg ξ.α.)	Θερινή περίοδο _____	Χειμερινή περίοδο _____
Εναλλάκτης ανάκτησης		
Τύπος	Πλακοειδής ☐ Τροχός θερμότητας ☐ Τροχός ενθαλπίας ☐ Άλλο: _____ ☐	
Ποσοστό ανάκτησης (%)	Σύμφωνα με ErP 2016 ☐ Σύμφωνα με ErP 2018 ☐	
Θερμότητας	_____ (%)	
Υγρασίας	_____ (%)	
By pass	Διαθέτει Ναι ☐ Οχι ☐	
Σύστημα ύγρανσης		
Τύπος	Ατμού ☐ Νερού (ψεκασμού) ☐ Νερού (υγρών επιφανειών) ☐	
Ποσότητα υδρατμών (g/h)	_____ (g/h)	
Φίλτρα	Προφίλτρα ☐	Αριθμός _____
	Σακόφιλτρα ☐	Αριθμός _____
	Απόλυτα φίλτρα ☐	Αριθμός _____
	Ηλεκτροστατικά φίλτρα ☐	Αριθμός _____
	Χημικά φίλτρα ☐	Αριθμός _____
	Άλλα φίλτρα: _____	Αριθμός _____
Θερμοστάτες λειτουργίας	Παροχής ψυκτικού μέσου ☐ Επιστροφής ψυκτικού μέσου ☐	
	Παροχής θερμικού μέσου ☐ Επιστροφής θερμικού μέσου ☐	
	Προσαγωγής ☐ Επιστροφής ☐ Απόρριψης ☐	
	Νωπού αέρα ☐ Κιβωτίου μείξης ☐ Παροχής αέρα	
Σύστημα ελέγχου φίλτρων	☐	

8.2 Διάγνωση υφιστάμενης κατάστασης Κ.Κ.Μ.		
Διαθέσιμα στοιχεία για τη λειτουργία της Κ.Κ.Μ.	Οδηγίες λειτουργίας & συντήρησης Κ.Κ.Μ.	☐
	Φύλλο συμμόρφωσης κατά ErP 2016	☐
	Φύλλο συμμόρφωσης κατά ErP 2018	☐
	Ενεργειακή σήμανση μονάδας (για ΟΜΕ)	☐
	Δελτίο Προϊόντος Ecodesign (για ΜΟΜΕ)	☐
	Αρχείο φύλλων συντήρησης - ρύθμισης λειτουργίας Κ.Κ.Μ.	☐
Οπτική επιθεώρηση:	Εύκολη πρόσβαση στην Κ.Κ.Μ.	☐
	Επικαθήσεις επί της Κ.Κ.Μ.	☐
	Τακτική συντήρηση Κ.Κ.Μ.	☐
	Διαβρώσεις επί της Κ.Κ.Μ.	☐
	Φθορές στο κέλυφος της Κ.Κ.Μ.	☐
	Αεροστεγανότητα κελύφους Κ.Κ.Μ.	☐

	Επαρκής θερμομόνωση Κ.Κ.Μ.	☐
	Επαρκής θερμομόνωση αγωγών προσαγωγής και επιστροφής αέρα	☐
	Διαρροή ψυκτικού / θερμικού μέσου	☐
	Κακός σιφωνισμός συμπυκνωμάτων	☐
	Επαρκής λειτουργία βαλβίδων παροχής / επιστροφής ψυκτικού / θερμικού μέσου	☐
	Επαρκής λειτουργία βαλβίδων του συστήματος ύγρανσης	☐
	Διαρροή κλιματιζόμενου αέρα Κ.Κ.Μ.	☐
	Σωστή λειτουργία ανεμιστήρα	☐
	Σωστή τοποθέτηση στομίων αναρρόφησης νωπού αέρα	☐
	Τακτικός καθαρισμός εναλλάκτη Κ.Κ.Μ.	☐
	Σωστή υδραυλική σύνδεση με το δίκτυο (εξισορρόπηση)	☐
	Επικαθήσεις στα στόμια προσαγωγής κλιματιζόμενου αέρα στους κλιματιζόμενους χώρους	☐
	Επικαθήσεις στα στόμια απαγωγής κλιματιζόμενου αέρα από τους κλιματιζόμενους χώρους	☐

8.3. Συστήματα μηχανικού αερισμού / εξαερισμού		
α/α Ανεμιστήρα: _____		
Χρήση	Προσαγωγής ☐ Φίλτρο ☐ Συστοιχία ☐	Απαγωγής ☐
Φίλτρα	Προφίλτρα ☐ Αριθμός __ Σακόφιλτρα ☐ Αριθμός __ Απόλυτα φίλτρα ☐ Αριθμός __ Ηλεκτρ/κά φίλτρα ☐ Αριθμός __ Χημικά φίλτρα ☐ Αριθμός __ Άλλα: _____ Αριθμός __ Μεταθερμαντικό στοιχείο ☐ (kW)_____	Προφίλτρα ☐ Αριθμός __ Σακόφιλτρα ☐ Αριθμός __ Απόλυτα φίλτρα ☐ Αριθμός __ Ηλεκτρ/κά φίλτρα ☐ Αριθμός __ Χημικά φίλτρα ☐ Αριθμός __ Άλλα: _____ Αριθμός __
Χαρακτηρισμός μονάδας σύμφωνα με ΕΕ 1253/2014	MEMP (Μονάδα Εξαερισμού Μονοκατευθυντικής Ροής) ΟΜΕ ☐ ΜΟΜΕ ☐	MEAP (Μονάδα Εξαερισμού Αμφίδρομης Ροής) ΟΜΕ ☐ ΜΟΜΕ ☐
Δήλωση Κατασκευαστή	Σύμφωνα με ErP 2016 ☐ Σύμφωνα με ErP 2018 ☐ Σύμφωνα με ErP 2015 ☐ (EN 327/2011) Δεν ακολουθεί ☐ Δεν απαιτείται ☐ Περιγραφή _____	Σύμφωνα με ErP 2016 ☐ Σύμφωνα με ErP 2018 ☐ Σύμφωνα με ErP 2015 ☐ (EN 327/2011) Δεν ακολουθεί ☐ Δεν απαιτείται ☐ Περιγραφή _____
Εταιρεία κατασκευής:	_____	**Έτος κατασκευής:**_____

Τύπος (μοντέλο): **Σειριακός αριθμός:**	_____ _____	**Έτος εγκατάστασης:**_____ **Σήμανση** Ενεργειακή Σήμανση (ΟΜΕ) ☐ Δελτίο Προϊόντος Ecodesign (ΟΜΕ) ☐ Τεχνικό Πληροφοριακό Δελτίο Κατασκευαστή (ΜΟΜΕ) ☐
Ανεμιστήρες	**Προσαγωγής** Εμπρός κεκλιμένα πτερύγια ☐ Πίσω κεκλιμένα πτερύγια ☐ Άμεσης Κίνησης ☐ Έμμεσης κίνησης ☐ Κεντρικός έλεγχος ☐ Ενσωματωμένος έλεγχος ☐ Ρυθμιστής στροφών (inverter) ☐ Μετασχηματιστή τάσεων ☐ Χειριστήριο ταχυτήτων ☐ Άλλο_____	**Επιστροφής** Εμπρός κεκλιμένα πτερύγια ☐ Πίσω κεκλιμένα πτερύγια ☐ Άμεσης Κίνησης ☐ Έμμεσης κίνησης ☐ Κεντρικός έλεγχος ☐ Ενσωματωμένος έλεγχος ☐ Ρυθμιστής στροφών (inverter) ☐ Μετασχηματιστή τάσεων ☐ Χειριστήριο ταχυτήτων ☐ Άλλο_____
Χαρακτηριστικά μεγέθη	Ισχύς Pn (kW) _____	Ισχύς Pn (kW) _____
	Ένταση ρεύματος (A) _____	Ένταση ρεύματος (A) _____
	Αριθμός στροφών (rpm) _____	Αριθμός στροφών (rpm) _____
Ενεργειακή Κατηγορία κινητήρα	IE 2 ☐ IE 3 ☐ EC ☐ PM ☐ Άλλο: _____	IE 2 ☐ IE 3 ☐ EC ☐ PM ☐ Άλλο: _____
Ρυθμιστής στροφών	Κεντρικός έλεγχος ☐ Ενσωματωμένος έλεγχος ☐ Ρυθμιστής στροφών (Inverter) ☐ Μετασχηματιστή τάσεων ☐ Χειριστήριο ταχυτήτων ☐ Άλλο_____	Κεντρικός έλεγχος ☐ Ενσωματωμένος έλεγχος ☐ Ρυθμιστής στροφών (Inverter) ☐ Μετασχηματιστή τάσεων ☐ Χειριστήριο ταχυτήτων ☐ Άλλο_____
Βαθμός απόδοσης συστήματος (%) για ΜΕΜΡ	Συγκρότημα Προσαγωγής _____	Συγκρότημα Απαγωγής _____
Συνθήκες λειτουργίας	Πλήρες φορτίο	Μερικό φορτίο
Παροχή αέρα (m^3/h)	_____	_____
Ειδική ισχύς ανεμιστήρα SFP [kW/(m^3/s)]	_____	_____
Πτώση πίεσης αέρα στο δίκτυο (Pa)	_____	_____
Εναλλάκτης ανάκτησης **Τύπος** **Ποσοστό ανάκτησης(%)** **Θερμότητας** **Υγρασίας** **By pass**	Πλακοειδής ☐ Τροχός θερμότητας ☐ Τροχός ενθαλπίας ☐ Άλλο: _____ ☐ Σύμφωνα με ErP 2016 ☐ Σύμφωνα με ErP 2018 ☐ _____ (%) _____ (%) Διαθέτει Ναι ☐ Οχι ☐	

8.4 Μετρήσεις Τεχνικών Χαρακτηριστικών Κ.Κ.Μ. και συστήματος αερισμού		
Πτώση πίεσης στα φίλτρα νωπού αέρα (Pa)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Πτώση πίεσης αέρα στα φίλτρα προσαγωγής(Pa)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____

Πτώση πίεσης αέρα στα φίλτρα επιστροφής (Pa)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) νωπού αέρα (%)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) προσαγωγής αέρα (%)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) επιστροφής αέρα (%)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) ανεμιστήρα (%)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Παροχή ψυκτικού μέσου (m³/s)	Ψυχρού: _____	Θερμού _____
Απόδοση εναλλάκτη θερμότητας (%)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____

8.5. Άλλες τερματικές μονάδες (ΤΜ) *(για κάθε μονάδα)*			
Τύπος: _____			
Αριθμός: _____			
α/α ζώνης			
Τελική χρήση:	Ψύξη χώρων		☐
	Θέρμανση χώρων		☐
Εταιρεία κατασκευής: **Τύπος (μοντέλο):** **Σειριακός αριθμός:**	_____ _ _____ _ _____ _	**Έτος κατασκευής:**_____ **Έτος εγκατάστασης:**_____	
Ονομαστική Ισχύς:	Ηλεκτρική απορροφούμενη	_____ (kW)	
	για ψύξη	_____ (kW)	
	για θέρμανση	_____ (kW)	
Ονομαστική Ισχύς:	Ψυκτική αποδιδόμενη	_____ (kW)	
	Θερμική αποδιδόμενη	_____ (kW)	
	Ηλεκτρική απορροφούμενη από ανεμιστήρες	_____ (kW)	
Ώρες λειτουργίας	Θερινή περίοδο _____(h)	Χειμερινή περίοδο _____(h)	
Ψυκτικό / θερμικό μέσο Παροχή (m³/h)	Ψυκτικού _____ (m³/h)	Θερμικού _____ (m³/h)	
Θερμοκρασία (°C)	Προσαγωγής _____ (°C) Επιστροφής _____ (°C)	Προσαγωγής _____ (°C) Επιστροφής _____ (°C)	
Κυκλοφορία αέρα (m³/h)	_____ (m³/h) Ταχύτητα _____ _____ (m³/h) Ταχύτητα _____ _____ (m³/h) Ταχύτητα _____		
Θερμοκρασία παρεχόμενου αέρα (°C)	Θερινή περίοδο _____	Χειμερινή περίοδο _____	

8.6. Διάγνωση υφιστάμενης κατάστασης Τ.Μ.		
Διαθέσιμα στοιχεία για τη λειτουργία της Τ.Μ.	Οδηγίες λειτουργίας & συντήρησης	☐
	Αρχείο συντήρησης - ρύθμισης λειτουργίας	☐
Οπτική επιθεώρηση:	Τακτικός καθαρισμός και συντήρηση	☐
	Τακτικός καθαρισμός / αλλαγή φίλτρων (εφόσον υπάρχουν)	☐
	Διαβρώσεις και φθορές στο εξωτερικό κέλυφος	☐
	Διαρροή ψυκτικού/θερμικού μέσου	☐
	Φθορές στα στοιχεία των εναλλακτών	☐
	Κακός σιφωνισμός συμπυκνωμάτων	☐

	Σωστή θέση εγκατάστασης	☐
	Εμπόδια γύρω από τις μονάδες	☐
	Επαρκής λειτουργία ανεμιστήρα (εφόσον υπάρχει)	☐

8.7. Βοηθητικές μονάδες διανομής θερμικής και ψυκτικής ενέργειας						
α/α ζώνης						
Τύπος						
Περιγραφή δικτύου διανομής						
Αριθμός						
Ισχύς (kW)						
Μηνιαίες ώρες λειτουργίας (h)						

9. Χαρακτηριστικά Συστημάτων Ελέγχου *(για κάθε σύστημα)*		
α/α Συστήματος: _____		
Κεντρικό σύστημα ελέγχου - ρύθμισης:	Χρονοδιακόπτης ☐ Σύστημα αντιστάθμισης ☐ BEMS ☐ Άλλο: _____ ☐	
Σύστημα ελέγχου - ρύθμισης επί μέρους κλάδων του δικτύου:	Απλός διακόπτης αφής/σβέσης Χρονοδιακόπτης Ηλεκτρομηχανικός θερμοστάτης χώρου Ηλεκτρονικός θερμοστάτης χώρου Ψηφιακός θερμοστάτης χώρου Με αισθητήριο εξωτερικής θερμοκρασίας αέρα Με αντιστάθμιση και ψηφιακό αισθητήριο χώρου Άλλο: _____	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Θερμοστάτης σε κάθε θερμική ζώνη	Ηλεκτρομηχανικός κεντρικός θερμοστάτης χώρου Ηλεκτρονικός κεντρικός θερμοστάτης χώρου Ψηφιακός κεντρικός θερμοστάτης χώρου Με αντιστάθμιση και ψηφιακό αισθητήριο χώρου Με θερμοστατικές κεφαλές στα θερμαντικά σώματα (έλεγχος ανά δωμάτιο) Με θερμοστάτες στα fan coils (έλεγχος ανά δωμάτιο) Χρονοδιακόπτης Άλλο: _____	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Σωστή θέση θερμοστάτη		☐
Σωστή ρύθμιση θερμοστάτη		☐
Ρυθμιστικές βάνες στις Τ.Μ. Τρίοδες ☐ Αναλογικές ☐ Αής/σβέσης (on/off) ☐		☐
Οδηγίες λειτουργίας για τα επί μέρους συστήματα ελέγχου		☐

10. Τελική διάγνωση				
Με κριτήριο την ενεργειακή απόδοση του συστήματος κλιματισμού:				
	Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ καλή
Η εγκατάσταση χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐
Ο εξοπλισμός χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐
Η λειτουργία χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐
Η συντήρηση χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐
Εκτιμώμενη συνολική	Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ καλή

ενεργειακή απόδοση του συστήματος κλιματισμού:	☐	☐	☐	☐

11. Διαπιστώσεις / υποδείξεις

Ημερομηνία επιθεώρησης: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ — _ _ _ _ _ — _ _ _ _ _ _
Ονοματεπώνυμο επιθεωρητή: __ _ _ _ _ — _ _ _ — _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
Α.Μ. επιθεωρητή: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ — _ _ _ _ _ — _ _ _ _
Αρ. πρωτοκόλλου επιθεώρησης: _ _ _ _ _ _ _ _ _ — _ _ _ _ _ — _ _ _ _ _ _
Υπογραφή επιθεωρητή: Σφραγίδα:

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ'

Κατάλογος επιτρεπόμενων και προτεινόμενων τιμών για την ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίου

ΚΤΗΡΙΟ		ΑΠΑΓΟΡΕΥΟΝΤΑΙ ΟΙ ΑΡΝΗΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ			
		ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ		ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ	
		MIN	MAX	MIN	MAX
ΓΕΝΙΚΑ	Συνολική επιφάνεια (m²)	>0			≥ Ωφέλιμης Επιφάνειας
	Ωφέλιμη επιφάνεια (m²)	>0	≤ Συνολικής Επιφάνειας Ωφέλιμη επιφάνεια = Άθροισμα όλων των θερμικών ζωνών		
	Ψυχόμενη επιφάνεια (m²)			>0	< Συνολικής Επιφάνειας
	Συνολικός όγκος (m³)			>0	> Ωφέλιμου Όγκος
	Ωφέλιμος όγκος (m³)	>0			<Συνολικού Όγκου
	Ψυχόμενος όγκος (m³)			>0	<Συνολικού Όγκου
	Ύψος τυπικού ορόφου (m)	>0			
	Ύψος ισογείου (m)	>0			
μπαραγωγή ηλεκτρισμού & θερμότητας (Σ.Η.Θ.)	Βαθμός ηλεκτρικής απόδοσης	>0	1		
	Βαθμός θερμικής απόδοσης	>0			1
Φωτοβολταϊκά (Φ/Β)	Συν. Α, Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας	>0	1		
	Επιφάνεια (m²)	>0			
	Ισχύς (kW)			>0	
	γ (deg), προσανατολισμός	0	359		
	β, (deg), κλίση.	0	180		
	Συν. σκίασης.	0	1		
Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος	Ισχύς (kW)			>0	
	Συν. ισχ., συντελεστής ισχύος			>0	

ΖΩΝΗ					
Γενικά	**Συνολική επιφάνεια (m²)**	**>0**			**≤Ωφέλιμης Επιφάνειας**
	Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα [kJ/(m²·K)]	**>0**		**80**	**300**
	Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m3/h)	**>0**			
	Αριθμός καμινάδων		**100**		
	Αριθμός θυρίδων εξαερισμού		**100**		
	Αριθμός εξώθυρων		**100**		
	Κατανάλωση ΖΝΧ	**>0**			
Αδιαφανείς επιφάνειες	**γ (deg)**	**0**	**359**		
	β (deg)	**0**	**180**		
	Εμβαδό (m²)	**>0**			
	U τοίχου [W/(m²·K)]	**>0**			**6**
	U οροφής [W/(m²·K)]	**>0**			**7,5**
	U πιλοτής ([W/(m²·K)]	**>0**			**5**
	a, Απορροφητικότητα	**0**	**1**		
	ε, Συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας	**0**	**1**		
	F_hor_h, Συντελεστής σκίασης	**0**	**1**		
	F_hor_c, Συντελεστής σκίασης	**0**	**1**		
	F_ov_h, Συντελεστής σκίασης - Πρόβολοι / τέντες / περσίδες - χειμώνας	**0**	**1**		
	F_ov_c, Συντελεστής σκίασης - Πρόβολοι / τέντες / περσίδες- καλοκαίρι	**0**	**1**		
	F_fin_h, Συντελεστής σκίασης - Πλευρικές προεξοχές - χειμώνας	**0**	**1**		
	F_fin_c, Συντελεστής σκίασης - Πλευρικές προεξοχές - καλοκαίρι	**0**	**1**		
	ΣΨΙ (W/K), Συνολικές απώλειες	**>0**			

	λόγω θερμογεφυρών				
Σε επαφή με το έδαφος	Εμβαδό (m²)	>0			
	U [W/(m²·K)]	>0			6
	K. Βάθος (m)	>A. Βάθος			
	A. Βάθος (m)	≥0			
	Περίμετρος (m).	>0			
Διαφανείς επιφάνειες / άμεσου ηλιακού κέρδους	γ (deg), Προσανατολισμός	0	359		
	β (deg), κλίση	0	180		
	Εμβαδό (m²)	>0			
	U [W/(m²·K)]	>0			7
	g-w, Διαπερατότητα	0	1		
	F_hor_h, Συντελεστής σκίασης	0	1		
	F_hor_c, Συντελεστής σκίασης	0	1		
	F_ov_h, Συντελεστής σκίασης - Πρόβολοι / τέντες / περσίδες - χειμώνας	0	1		
	F_ov_c, Συντελεστής σκίασης - Πρόβολοι / τέντες / περσίδες- καλοκαίρι	0	1		
	F_fin_h, Συντελεστής σκίασης - Πλευρικές προεξοχές - χειμώνας	0	1		
	F_fin_c, Συντελεστής σκίασης - Πλευρικές προεξοχές - καλοκαίρι	0	1		
Εσωτερικές διαχωριστικές επιφάνειες	Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών		100		
	«ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΕΙΝΑΙ ΑΚΡΙΒΩΣ ΤΑ ΙΔΙΑ ΜΕ ΑΥΤΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ»				
Σύστημα θέρμανσης	ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΟ				
Σύστημα θέρμανσης - παραγωγή	Ισχύς (kW)	0			
	Β. Απ., βαθμός απόδοσης	>0			1,3
	COP, συντελεστής επίδοσης	≥1			
	Ιαν - Δεκ. μέσος μηνιαίος βαθμός κάλυψης	0	Άθροισμα = 1 για κάθε μήνα		

Σύστημα θέρμανσης - δίκτυο διανομής	Ισχύς (kW)				
	Β. Απ., βαθμός απόδοσης	>0	1		
Σύστημα θέρμανσης - Τερματικές μονάδες	Β. Απ., βαθμός απόδοσης	0	1		
Σύστημα θέρμανσης - Βοηθητικές μονάδες	Ισχύς (kW)	0			
Σύστημα ψύξης	ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΟ				
Σύστημα ψύξης - Παραγωγή	Ισχύς (kW)	0			
	Β. Απ., βαθμός απόδοσης	>0			1
	EER, ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας	≥1			
	Ιαν - Δεκ. Μέσος μηνιαίος βαθμός κάλυψης	0	Άθροισμα = 0,5-1 για κάθε μήνα		
Σύστημα ψύξης - Δίκτυο διανομής	Ισχύς (kW)				
	Β. Απ., βαθμός απόδοσης	>0	1		
Σύστημα ψύξης - Τερματικές μονάδες	Β. Απ., βαθμός απόδοσης	0	1		
Σύστημα ψύξης - Βοηθητικές μονάδες	Ισχύς (kW)	0			
Σύστημα ύγρανσης - Παραγωγή	Ισχύς (kW)	>0			
	Β. Απ., βαθμός απόδοσης	>0			
	Ιαν - Δεκ. Μέσος μηνιαίος βαθμός κάλυψης	0	Άθροισμα = 1 για κάθε μήνα		
Σύστημα ύγρανσης - Δίκτυο διανομής	Β. Απ., βαθμός απόδοσης	>0	1		
Σύστημα μηχανικού αερισμού	Υποχρεωτικό για κτίρια τριτογενούς τομέα				
Μηχανικός αερισμός	F_h (m^3/h)	>0			
	R_h. Ανακυκλοφορία	0	1		
	Q_r_h. Ανάκτηση	0	1		
	F_c (m^3/h)	>0			
	R_c. Ανακυκλοφορία	0	1		
	Q_r_c. Ανάκτηση	0	1		
	H_r. Ανάκτηση υγρασίας	0	1		
	E_vent (kW s/ m^3)	>0			

Σύστημα ΖΝΧ	**Υποχρεωτικό για κτήρια με κατανάλωση**				
Σύστημα Ζ.Ν.Χ. - Παραγωγή	**Ισχύς (kW)**	**0**			
	Β. Απ., βαθμός απόδοσης	**>0**			
	Ιαν - Δεκ. Μέσος μηνιαίος βαθμός κάλυψης	**0**	**Άθροισμα = 1 για κάθε μήνα**		
Σύστημα Ζ.Ν.Χ. - Δίκτυο διανομής	**Β. Απ., βαθμός απόδοσης**	**>0**	**1**		
Σύστημα Ζ.Ν.Χ. - Σύστημα αποθήκευσης	**Β. Απ., βαθμός απόδοσης**	**>0**	**1**		
Σύστημα Ζ.Ν.Χ. - Βοηθητικές μονάδες	**Ισχύς (kW)**	**0**			
Σύστημα φωτισμού	**Υποχρεωτικό για κτήρια τριτογενούς τομέα**				
Σύστημα φωτισμού	**Εγκατεστημένη ισχύς (kW)**	**>0**			
	Ποσοστό ζώνης τεχνητού φωτισμού (1000lx, 500lx, 400lx, 300lx, 250lx, 200lx, 100lx)	**0**	**100%** **Άθροισμα = 100 για όλες τις ζώνες**		
	Περιοχή ΦΦ (%)	**0**			**100%**
	Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες ΦΦ	**0**	**< Εγκατεστημένη ισχύς (kW)**		
	Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο αισθητήρες παρουσίας	**0**	**< Εγκατεστημένη ισχύς (kW)**		
	Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται και με αισθητήρες ΦΦ και με αισθητήρες παρουσίας	**0**	**< Εγκατεστημένη ισχύς (kW)**		
	Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες ΦΦ + Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο αισθητήρες παρουσίας + Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται και με αισθητήρες ΦΦ και με αισθητήρες παρουσίας		**< Εγκατεστημένη ισχύς (kW)**		
Ηλιακός συλλέκτης	**Συν. α, συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για Ζ.Ν.Χ.**		**1**		

	Συν. β, Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για θέρμανση χώρων		1		
	Επιφάνεια (m^2)	>0			
	γ (deg), προσανατολισμός	0	359		
	β (deg), κλίση	0	180		
	F_s, Συντελεστής σκίασης	0	1		
Μη θερμαινόμενος χώρος / ηλιακός χώρος	Συνολική επιφάνεια (m^2).	>0			
	Αερισμός (m^3/h)	>0			
	ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΕΙΝΑΙ ΑΚΡΙΒΩΣ ΤΑ ΙΔΙΑ ΜΕ ΑΥΤΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ				

Παράρτημα 4

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - Υ.Π.ΕΝ.

ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ

ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-5/2017

ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟ, ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ & ΨΥΞΗΣ: ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑ

Α΄ έκδοση

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2017

Ομάδα εργασίας που αναθεώρησε αυτήν την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε:

Ονοματεπώνυμο	**Ειδικότητα**
ΒΟΥΓΙΟΥΚΛΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΒΟΥΡΛΙΩΤΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΔΟΥΚΕΛΗΣ ΑΓΓΕΛΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΘΕΟΦΥΛΑΚΤΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	MSc. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΚΑΡΕΛΛΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΚΑΤΣΙΜΙΧΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΜΠΑΚΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	MSc Μηχανολόγος Μηχανικός
ΜΠΡΑΪΜΑΚΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΡΟΥΜΠΕΔΑΚΗΣ ΤΡΥΦΩΝ	MSc Μηχανολόγος Μηχανικός

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ 2017

Στο πλαίσιο της Κοινοτικής Οδηγίας 91/2002/ΕΚ «για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων», η χώρα μας είχε την υποχρέωση να εναρμονιστεί μέχρι τον Ιανουάριο του 2006 με την έκδοση και την εφαρμογή σχετικών νομοθετικών διατάξεων. Το πρώτο βήμα για την εναρμόνισή μας με την Κοινοτική Οδηγία αυτή ήταν η έκδοση του ν. 3661/2008 (ΦΕΚ Α΄ 89) «Μέτρα για τη μείωση της Ενεργειακής Κατανάλωσης των Κτιρίων και άλλες διατάξεις». Βάσει του νόμου υπήρχε η υποχρέωση έκδοσης σχετικού «Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης κτηρίων» (Κ.Εν.Α.Κ.) στον οποίο, μεταξύ άλλων, θα πρέπει να καθορίζονται οι ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές και απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης των νέων και ριζικά ανακαινιζόμενων, καθώς και η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων (ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13790 και των λοιπών σχετικών προτύπων). Η οδηγία 91/2002/ΕΚ τροποποιήθηκε από την οδηγία 31/2010/ΕΚ και η εναρμόνισή μας με τη νέα οδηγία έγινε με την έκδοση του νέου νόμου 4122/2013 (ΦΕΚ Α' 42) «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων - Εναρμόνιση με την οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις».

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) αποτελεί υποχρέωση της χώρας τόσο προς τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Κοινοτική Οδηγία), αλλά περισσότερο προς τους πολίτες της. Ο κτιριακός πλούτος της χώρας πρέπει, σύμφωνα με τις σύγχρονες απαιτήσεις διαβίωσης, να αποκτήσει καλύτερη ενεργειακή συμπεριφορά μέσω της σωστής διαχείρισης και εξοικονόμησης ενέργειας. Με αυτό τον τρόπο, εκτός από την ασφάλεια και την αισθητική που μέχρι σήμερα ήταν τα κυριότερα στοιχεία ενός κτηρίου, προστίθεται και η μέριμνα, έτσι ώστε η κατανάλωση ενέργειας να είναι κατά το δυνατόν χαμηλότερη, με ταυτόχρονη εξασφάλιση άριστων συνθηκών για τους χρήστες. Η αποτελεσματική διαχείριση της ενέργειας προστατεύει άμεσα και έμμεσα το περιβάλλον, εξοικονομεί ενεργειακούς πόρους και επιπλέον συμβάλλει στην οικονομία όχι μόνο των χρηστών των κτηρίων, αλλά και της ίδιας της χώρας.

Το 2010, το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας αξιοποιώντας το επιστημονικό δυναμικό των Μελών, του κατάρτισε σε συνεργασία με την Πολιτεία τις απαραίτητες Τεχνικές Οδηγίες, οι οποίες εξειδικεύουν τα πρότυπα των μελετών και των επιθεωρήσεων της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, στα Ελληνικά κλιματικά και κτιριακά δεδομένα. Παράλληλα το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας ανέπτυξε ειδικό λογισμικό για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και κατάταξης (βαθμονόμησης) των κτηρίων, τόσο κατά την διαδικασία ενεργειακών επιθεωρήσεων, όσο και κατά την εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης.

Το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας υλοποιώντας τη δέσμευση του για τη συνεχή υποστήριξη της αποτελεσματικής εφαρμογής του Κ.Εν.Α.Κ, συνέβαλε καθοριστικά στην αναθεώρηση του ΚΕΝΑΚ, βάσει των διατάξεων του Ν. 4122/2013, και προχώρησε στην αναθεώρηση των σχετικών Τεχνικών Οδηγιών σε συνεργασία με την Πολιτεία.

Οφείλω να ευχαριστήσω όλους τους συναδέλφους, και τους υπόλοιπους επιστήμονες άλλων ειδικοτήτων, που με όραμα και επιμονή συνέβαλαν καθοριστικά στη διαμόρφωση του Κ.Εν.Α.Κ και των ΤΟΤΕΕ.

Το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας ως τεχνικός σύμβουλος της πολιτείας, αλλά και εκπροσωπώντας τα Μέλη του, τους Διπλωματούχους Μηχανικούς, στήριξε και θα συνεχίσει να στηρίζει στο μέλλον την αποτελεσματική εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ.

Ο Πρόεδρος του ΤΕΕ
Γιώργος Ν. Στασινός

Ομάδα εργασίας που συνέταξε αυτήν την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε:

Ονοματεπώνυμο	**Ειδικότητα**
ΔΑΟΥΤΗΣ ΛΟΥΚΑΣ	Δρ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
Καθ. ΔΙΑΛΥΝΑΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ	Δρ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
ΘΕΟΦΥΛΑΚΤΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	MSc. Μηχανολόγος Μηχανικός
Καθ. ΜΑΛΑΧΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ	Δρ. Ηλεκτρολόγος-Μηχανολόγος Μηχανικός
ΜΟΙΡΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΜΟΥΜΤΖΗΣ ΘΕΟΦΑΝΗΣ	MSc. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΣΩΦΡΟΝΗΣ ΗΛΙΑΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΤΟΣΙΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ	MSc. Μηχανολόγος Μηχανικός

Συμμετέχοντες

Ονοματεπώνυμο	**Ειδικότητα**
Καθ. ΦΡΑΓΚΟΠΟΥΛΟΣ Α. ΧΡΙΣΤΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗ ΟΛΓΑ	Ενεργειακός Μηχανικός Τ.Ε.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η κλιματική αλλαγή, η ενεργειακή απεξάρτηση από τρίτες χώρες και η αναγκαιότητα αναβάθμισης του υπάρχοντος κτηριακού αποθέματος οδήγησαν την Ευρώπη στην έκδοση της κοινοτικής οδηγίας 2002/91/ΕΚ περί ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων. Η χώρα μας, ως όφειλε απέναντι στις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης και κυρίως απέναντι στους πολίτες της, εναρμόνισε την εθνική μας νομοθεσία με την κοινοτική οδηγία, σύμφωνα με τον νόμο 3661/2008.

Προϋπόθεση για την εφαρμογή του νόμου υπήρξε η έκδοση του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ) και το προεδρικό διάταγμα που θα καθόριζε τις προδιαγραφές και τις διαδικασίες εφαρμογής του συστήματος των Ενεργειακών Επιθεωρητών των Κτηρίων.

Η προσπάθεια έκδοσής τους διήρκησε συνολικά τρία χρόνια και έχει πια ολοκληρωθεί. Σε αυτήν τη μακρά πορεία δοκιμάστηκαν πολλά διαφορετικά μοντέλα επιστημονικής μεθοδολογίας και άλλαξαν αμέτρητες φορές οι επί μέρους διατάξεις. Είναι αξιοσημείωτη η μεγάλη καθυστέρηση, ενώ η χώρα, αρκετά χρόνια πριν την έκδοση της κοινοτικής οδηγίας, είχε ανενεργή πλήρη πρόταση και κανονισμό (Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.).

Το Τ.Ε.Ε., ως τεχνικός σύμβουλος της πολιτείας και εκπροσωπώντας τα 106.000 πλέον μέλη του, συνέβαλε καθοριστικά στη σύνταξη του Κ.Εν.Α.Κ και των τεχνικών οδηγιών του Τ.Ε.Ε. (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.), οι οποίες εξειδικεύουν τα πρότυπα των μελετών και των επιθεωρήσεων της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στα ελληνικά κλιματικά και κτηριακά δεδομένα. Γι'αυτόν το λόγο, ενεργοποίησε περισσότερους από εκατό επιστήμονες διαφόρων ειδικοτήτων, οι οποίοι ανέπτυξαν και ολοκλήρωσαν τις παραπάνω οδηγίες και έθεσαν τις βάσεις, ώστε τα οφέλη του εγχειρήματος εξοικονόμησης ενέργειας να είναι πολλαπλά, δηλαδή

- να είναι η ενεργειακή επιθεώρηση μια ουσιαστική επιθεώρηση αναβάθμισης του κτηριακού αποθέματος και όχι μια γραφειοκρατική, τυπική διαδικασία και
- να αλλάξει η ενεργειακή μελέτη τις ως σήμερα διακριτές μελέτες αρχιτεκτονικών, στατικών και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και να εισαγάγει στην εκπόνηση των μελετών την ουσιαστική συνεργασία και το κοινό σχεδιασμό, τη συμφιλίωση, δηλαδή, της σύγχρονης αρχιτεκτονικής με την τεχνολογία.

Αξίζει να επισημανθεί η καινοτομία εισαγωγής της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής κτηρίων, μέσω του Κ.Εν.Α.Κ και των Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., στο σχεδιασμό των κτηρίων μας.

Οφείλω να ευχαριστήσω όλους τους συναδέλφους, και τους υπόλοιπους επιστήμονες άλλων ειδικοτήτων, που με όραμα και επιμονή και κυρίως εθελοντική εργασία συνέβαλαν καθοριστικά στη διαμόρφωση του Κ.Εν.Α.Κ και των Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Ιδιαίτερα, θα ήθελα να ξεχωρίσω τη συμβολή των παρακάτω συναδέλφων, τους οποίους και αναφέρω αλφαβητικά:

- Γαγλία Αθηνά, Μ.Μ., που καθ’ όλη τη διάρκεια της προσπάθειας αυτής του Τ.Ε.Ε. κατέβαλε υπεράνθρωπες προσπάθειες
- Γιδάκου Λία, Χ.Μ. στέλεχος Υ.Π.Ε.Κ.Α., που στήριξε πολύπλευρα την προσπάθεια του Τ.Ε.Ε.
- Ευθυμιάδη Απόστολο, Μ.Μ., και την επιτροπή Κ.Εν.Α.Κ του Τ.Ε.Ε., που εισήγαγαν και στήριξαν τη μέθοδο του κτηρίου αναφοράς
- Λάσκο Κώστα, Π.Μ.
- Μαντά Δημήτρη, Μ.Μ.
- Μπαλαρά Κωνσταντίνο, Μ.Μ., διευθυντή Ερευνών Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών

και

- τον Αραβαντινό Δημήτρη, αναπληρωτή καθηγητή του Α.Π.Θ.,

- τα στελέχη του Κ.Α.Π.Ε.,
- τα στελέχη του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών.

Το Τ.Ε.Ε., υπερήφανο για την έως σήμερα συμβολή του, δεσμεύεται για τη συνέχιση της έκδοσης νέων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. και την αναβάθμιση των υπαρχουσών.

Το εγχείρημα της εξοικονόμησης ενέργειας, του μεγαλύτερου εγχώριου ενεργειακού κοιτάσματος της χώρας μας, μπορεί να αποτελέσει την αιχμή της προσπάθειάς μας για την ανάταξη του περιβάλλοντος για την αναβάθμιση των φυσικών και τεχνητών συνθηκών της ποιότητας της ζωής μας, για μια νέα παραγωγική δομή, για την ανάπτυξη της χώρας μας.

Ο πρόεδρος του Τ.Ε.Ε.

Χρήστος Σπίρτζης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ ----------

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ----------

ΟΡΙΣΜΟΙ ----------

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (ΣΗΘ) ----------

1.1.ΓΕΝΙΚΑ ----------

1.2.ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΗΘ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010----------

1.3. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΣΗΘ ----------

2. ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ, ΣΗΘ, ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ----------

3. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΗΘ ----------

3.1. ΓΕΝΙΚΑ ----------

3.2. ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ ----------

3.2.1. ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ----------

3.2.1.1 ΑΕΡΙΟΜΗΧΑΝΕΣ ΚΥΚΛΟΥ ΟΤΤΟ ΜΕ ΛΕΒΗΤΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ----------

3.2.1.2 ΜΗΧΑΝΗ DIESEL ΚΑΙ ΛΕΒΗΤΑΣ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΠΑΡΟΧΗ ΖΝΧ Η ΑΤΜΟΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ----------

3.2.2. ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΙ----------

3.2.3. ΜΙΚΡΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ (MICROTURBINE) ----------

3.2.4. ΚΥΚΛΟΣ ORC ----------

3.2.5. ΜΗΧΑΝΗ STIRLING ----------

3.2.5. ΚΥΨΕΛΕΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ----------

3.2.6.ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΕ ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟ ----------

3.2.7ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ ΓΙΑ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΕΙΔΗ ΚΤΗΡΙΩΝ ----------

3.3. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΡΙΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΙΑ ΚΑΛΥΨΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ,ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑ----------

3.3.1. ΓΕΝΙΚΑ ----------

3.3.2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΨΥΞΗΣ ΜΕ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ----------

3.3.3. ΨΥΞΗ ΜΕ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ‘ΝΕΡΟΥ-ΔΙΑΛΥΜΑ ΒΡΩΜΙΟΥΧΟΥ ΛΙΘΙΟΥ (LIBR) ----------

3.3.4. ΨΥΞΗ ΜΕ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΜΜΩΝΙΑΣ-ΝΕΡΟΥ (NH_3-H_2O)----------

3.3.5. ΣΥΝΟΨΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΨΥΞΗΣ ΜΕ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ----------

3.3.6. ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΗΘ ΜΕ ΨΥΚΤΗ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ----------

3.3.7. ΨΥΞΗ ΜΕ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ----------

3.3.7.1ΠΡΟΣΡΟΦΗΤΕΣ----------

3.3.7.2ΨΥΚΤΙΚΑ ΡΕΥΣΤΑ----------

3.3.7.3ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΨΥΚΤΩΝ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ----------

3.3.7.4ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΕ ΨΥΞΗ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ----------

4. ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΣΗΘ ΜΕ ΑΕΡΙΑ ΚΑΥΣΙΜΑ----------

4.1. ΓΕΝΙΚΑ----------

4.2. ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ Φ.Α.----------

4.3. ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ----------

4.4. ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ----------

4.6. ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ ΜΕ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ----------

4.7. ΙΣΧΥΟΝΤΕΣ ΤΕΧΝΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ Φ.Α.----------

5.ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ ΜΕ ΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ----------

5.1. ΓΕΝΙΚΑ----------

5.2. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ----------

5.3. ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΣΥΝΔΕΣΗΣ----------

5.4. ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ ΣΤΗ ΧΑΜΗΛΗ ΤΑΣΗ----------

5.5. ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ ΣΤΗ ΜΕΣΗ ΤΑΣΗ----------

6. ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ ΜΕ ΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ-------

6.1. ΓΕΝΙΚΑ----------

6.2. ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΓΟΡΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ----------

7. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΣΗΘ----------

7.1. ΓΕΝΙΚΑ----------

7.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΣΗΘ----------

7.3. ΘΟΡΥΒΟΣ ΚΑΙ ΚΡΑΔΑΣΜΟΙ ΑΠΟ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ----------

8. ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ ΣΤΑ ΚΤΗΡΙΑ [14]----------

8.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ----------

8.2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΗΘ----------

8.3. ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΗΘ----------

8.3.1. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΧΩΡΙΚΩΝ ΟΡΙΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΗΘ ----------

8.3.2. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΧΩΡΙΚΩΝ ΟΡΙΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΗΘ ----------

8.3.3. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ----------

8.4. ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΗΘ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑ ----------

8.4.1.ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ----------

8.4.2.ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ----------

8.5. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΗΘ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑ----------

9. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΗΘ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑ [15] ----------

9.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ----------

9.2. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ----------

9.2.1. ΚΤΗΡΙΟ ΚΛΙΝΙΚΗΣ ----------

9.2.2. ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ----------

9.2.3. ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ ----------

10. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ ----------

10.1. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΟΛΥ ΜΙΚΡΗΣ ΣΗΘ----------

10.2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΟΚΙΜΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΟΛΥ ΜΙΚΡΗΣ ΣΗΘ ----------

10.3. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ ΑΠΟ ΜΟΝΑΔΑ ΣΗΘ----------

11. ΕΠΙΛΟΓΟΣ [17] ----------

12. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ----------

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι ----------

Π.1.1. ΠΡΟΤΥΠΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ---------

Π.1.2. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ----------

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ ----------

Π.2. ΠΙΝΑΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ----------

Π.2.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΥΠΑΡΧΟΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ [15]----------

Π.2.2. ΤΥΠΙΚΗ ΗΜΕΡΑ: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (KWHH MWH) ----------

Π.2.3. ΤΥΠΙΚΗ ΗΜΕΡΑ: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (KWHH MWH) ----------

Π.2.4. ΤΥΠΙΚΗ ΗΜΕΡΑ: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΨΥΚΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (KWHH MWH) ----------

Π.2.5. ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (KWH Η MWH) ----------

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ ----------

Π.3. ΒΑΣΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑ ΨΥΞΗΣ ΜΕ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ----------

ΒΑΣΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ----------

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΑΔΔ	Αυτόματος Διακόπτης Διασύνδεσης
ΑΔΓ	Αυτόματος Διακόπτης Γεννήτριας
ΑΘΙ	Ανώτερη Θερμογόνος Ικανότητα
ΖΝΧ	Ζεστό Νερό Χρήσης
ΗΕ	Ηλεκτρική Ενέργεια
ΚΘΙ	Κατώτερη Θερμογόνος Ικανότητα
ΜΤ	Μέση Τάση
ΣΗΘ	Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού & Θερμότητας
ΣΗΘΥΑ	Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού & Θερμότητας Υψηλής Αποδοτικότητας
ΣΚΣ	Σημείο Κοινής Σύνδεσης
ΣΣΔ	Σημείο Σύνδεσης Δίκτυο
ΦΑ	Φυσικό Αέριο
ΧΤ	Χαμηλή Τάση
ΨΑ	Ψύκτης Απορρόφησης
MR-IND	Metering and regulating Station - Industrial
MRS	Measuring & Regulating Station

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

Q_x = ανακτώμενη θερμότητα από τον εναλλάκτη των χιτωνίων

Q_k = ανακτώμενη θερμότητα από τα καυσαέρια μέσω του λέβητα

Q_δ = απορριπτόμενη θερμότητα στο περιβάλλον από τη μηχανή

Q_ε = απορριπτόμενη θερμότητα στο περιβάλλον από τα καυσαέρια

Q_w = χρήσιμη θερμική ενέργεια = $Q_x + Q_k$

Q = η προσδιδόμενη θερμότητα

W = η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια

Nm^3 = Normal Conditions m^3 – Κανονικές Συνθήκες 1 atm 0 ^oC

Sm^3 = Standard Conditions m^3 – Πρότυπες Συνθήκες 1 atm, 15,5 ^oC

ΟΡΙΣΜΟΙ

Για την καλύτερη κατανόηση των τεχνικών όρων που παρατίθενται στην παρούσα Τεχνική Οδηγία, δίνονται οι παρακάτω ορισμοί, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία και τους ορισμούς της επιστήμης:

- **Αυτοπαραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας:** Εκείνος που παράγει ηλεκτρική ενέργεια για την κάλυψη των δικών του αναγκών και διακρίνεται σε «συνδεδεμένο» ή «αυτόνομο» ανάλογα εάν ο σταθμός είναι συνδεδεμένος ή όχι με το Δίκτυο.
- **Ανεξάρτητος παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας:** Εκείνος που παράγει ηλεκτρική ενέργεια και τη διαθέτει αποκλειστικά στο Δίκτυο.
- **Αργές Μεταβολές της Τάσης**: Είναι οι μεταβολές της τάσης «μόνιμης κατάστασης», οι οποίες εκφράζονται από τις μέσες τιμές 10 λεπτών της ώρας της τάσης (όπως προβλέπεται στο πρότυπο ΕΝ 50160) και μπορεί να οφείλονται σε αντίστοιχες διακυμάνσεις της ισχύος εξόδου των εγκαταστάσεων παραγωγής ή σε μεταβολές του φορτίου του δικτύου. Συχνά χρησιμοποιείται η εκατοστιαία μεταβολή της τάσης, ε(%), η οποία εκφράζει τη μεταβολή της τάσης ανηγμένη επί της ονομαστικής τάσης του δικτύου:

$$\varepsilon(\%) = 100 \cdot \frac{\Delta U}{U_n}$$

Εάν ΔU είναι η προκαλούμενη πτώση ή ανύψωση της τάσης επί της σύνθετης αντίστασης βραχυκυκλώσεως του δικτύου εξαιτίας του ρεύματος της σχετικής εγκατάστασης παραγωγής, όπως υπολογίζεται από την επίλυση του ανά φάση ισοδύναμου κυκλώματος, πρέπει να χρησιμοποιείται η ονομαστική φασική τάση και ισχύει:

$$I_W = \frac{V_C}{\sqrt{G_S}}$$

Σημειώνεται ότι για τις συνδέσεις χρηστών στο δίκτυο χαμηλής τάσης (ΧΤ), το σημείο σύνδεσης στο δίκτυο (ΣΣΔ) συνήθως συμπίπτει με το σημείο κοινής σύνδεσης (ΣΚΣ) και είναι το σημείο εκείνο στο οποίο γίνεται η σύνδεση του καλωδίου παροχής στη γραμμή διανομής. Για την επιλογή του ΣΣΔ μιας νέας σύνδεσης εξετάζεται αρχικά η δυνατότητα σύνδεσης στο πλησιέστερο σημείο του υφισταμένου δικτύου ΧΤ. Εάν αυτό δεν είναι επιτρεπτό, εξετάζεται η δυνατότητα σύνδεσης σε πλησιέστερο προς τον υποσταθμό μέσης τάσης-χαμηλής τάσης (ΜΤ/ΧΤ) σημείο, μέχρι τους ζυγούς ΧΤ. Εάν και πάλι δεν πληρούνται όλες οι απαιτήσεις, η σύνδεση πραγματοποιείται με την κατασκευή ενός νέου υποσταθμού ΜΤ/ΧΤ σε κατάλληλη θέση.

- **Δείκτης Wobbe**:

Ο δείκτης Wobbe (I_W) ή αριθμός Wobbe είναι δείκτης της εναλλαξιμότητας εναλλαγής των αερίων καυσίμων, όπως το φυσικό αέριο, υγραέριο (LPG), και του φυσικού αερίου της πόλης και ορίζεται ως:

$$I_W = \frac{V_C}{\sqrt{G_S}}$$

όπου

V_c είναι η ανώτερη θερμογόνος ικανότητα (ΑΘΙ) του αερίου καυσίμου

G_s είναι το ειδικό βάρος του αερίου καυσίμου.

Διακρίνουμε τον ανώτερο (Is) και τον κατώτερο δείκτη Wobbe (Ii).

Ο δείκτης Wobbe χρησιμοποιείται για να συγκρίνει το ενεργειακό αποτέλεσμα της καύσης αερίων καυσίμων διαφορετικής σύστασης σύνθεσης σε μια συσκευή. Αν δύο καύσιμα έχουν ταυτόσημους Δείκτες Wobbe, για δεδομένη πίεση η παραγωγή ενέργειας θα είναι η ίδια. Κατά κανόνα, παραλλαγές τους μέχρι ποσοστού 5% επιτρέπονται.

Ο δείκτης Wobbe συνήθως εκφράζεται σε BTU/Sft^3 ή MJ/ Sm^3 (1000 BTU/Sft^3= 37,3 MJ/Sm^3). Στην περίπτωση του φυσικού αερίου (ΦΑ) (μοριακή μάζα 17 g/mol), η τυπική τιμή του δείκτη είναι περίπου 1.050 BTU/Sft^3 και με τη σχετική, ως προς τον αέρα, πυκνότητα του ΦΑ περίπου 0,59, δίνοντας ένα χαρακτηριστικό δείκτη Wobbe, 1.367 BTU/Sft^3 (51 MJ/m^3). Υπάρχουν τρεις σειρές ή «οικογένειες» καυσίμων αερίων που έχουν συμφωνηθεί διεθνώς με βάση το δείκτη Wobbe:

- οικογένεια 1: καλύπτει τα μεταποιημένα αέρια
- οικογένεια 2: καλύπτει το φυσικό αέριο
- οικογένεια 3: καλύπτει το υγροποιημένο αέριο πετρελαίου (LPG).

Τα χαρακτηριστικά της κάθε οικογένειας συνοψίζονται ακολούθως (Πίνακας 1).

Πίνακας 1 Οικογένειες καυσίμων

Οικογένεια	**Τύπος αερίου**	**Εύρος δείκτη Wobbe (MJ/Sm^3)**
1	Αέριο πόλης /Συνθετικό αέριο	22.5 – 30
2 L	ΦΑ	39 – 45
2 H	ΦΑ	45.5 – 55
3	LPG	73.5 – 87.5

- **Ενέργεια καυσίμου, F_C**: Το σύνολο της ενέργειας καυσίμου (ή καυσίμων) που καταναλώθηκε από τη μονάδα ΣΗΘ για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας E_{CHP} και της χρήσιμης θερμικής ενέργειας, H_{CHP}. Διευκρινίζεται ότι η ενέργεια αυτή υπολογίζεται με βάση την **κατώτερη** θερμογόνο ικανότητα (ΚΘΙ) του καυσίμου.
- **Ηλεκτρική ενέργεια από συμπαραγωγή, E_{CHP}**: Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται στο πλαίσιο μιας διεργασίας συνδεόμενης με την παραγωγή χρήσιμης θερμικής ενέργειας

και υπολογίζεται σύμφωνα με τη μεθοδολογία όπως αυτή περιγράφεται στην Υ.Α. 15641/14.07.2009, άρθρο 6 (ΦΕΚ Β’ 1420).

- **Χρήσιμη θερμική ενέργεια, H_{CHP}**: Η θερμική ενέργεια που παράγεται στο πλαίσιο διεργασίας συμπαραγωγής, προκειμένου να ικανοποιήσει μια οικονομικά δικαιολογημένη ζήτηση για θέρμανση ή ψύξη, η οποία καθορίζεται ως η ζήτηση που δεν υπερβαίνει τις ανάγκες θέρμανσης ή ψύξης και η οποία διαφορετικά θα ικανοποιούταν από διαδικασίες παραγωγής χρήσιμων μορφών ενέργειας διαφορετικές από τη συμπαραγωγή.
- **Ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης, η_e**: Ο λόγος της ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από τη μονάδα ΣΗΘ προς την ενέργεια καυσίμου, F_C, που καταναλώθηκε από τη μονάδα ΣΗΘ για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας, E_{CHP} και της χρήσιμης θερμικής ενέργειας, H_{CHP}.

$$\eta_e = \frac{E_{CHP}}{F_C}$$

- **Θερμικός βαθμός απόδοσης η_h**: Ο λόγος της χρήσιμης θερμικής ενέργειας που προέρχεται από συμπαραγωγή H_{CHP}, προς την ενέργεια καυσίμου, F_c, που καταναλώθηκε από τη μονάδα, για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας, E_{CHP}, και της χρήσιμης θερμικής ενέργειας, H_{CHP}.

$$\eta_e = \frac{H_{CHP}}{F_C}$$

- **Ολικός βαθμός απόδοσης η**: Το άθροισμα του ηλεκτρικού και του θερμικού βαθμού απόδοσης.

$$\eta = \eta_e + \eta_h$$

- **Κατάσταση λειτουργίας πλήρους συμπαραγωγής**: Η κατάσταση λειτουργίας κατά την οποία η μονάδα ΣΗΘ παράγει τη μέγιστη τεχνικά δυνατή χρήσιμη θερμότητα και, συγκεκριμένα, όταν επιτυγχάνει ολικό βαθμό απόδοσης τουλάχιστον ίσο με 80% εάν είναι α) τύπου συνδυασμένου κύκλου αεριοστροβίλου με ανάκτηση θερμότητας ή β) ατμοστρόβιλος συμπύκνωσης - απομάστευσης, ή τουλάχιστον ίσο με 75% εάν είναι οποιουδήποτε άλλου τύπου.
- **Κατώφλι του ηλεκτρικού βαθμού απόδοσης, $\eta_{κατ}$**: Η ελάχιστη τιμή του ηλεκτρικού βαθμού απόδοσης μονάδας ΣΗΘ, προκειμένου να θεωρηθεί ότι η μονάδα βρίσκεται σε κατάσταση λειτουργίας πλήρους συμπαραγωγής. Για συστήματα, εκτός συνδυασμένου κύκλου αεριοστροβίλου με ανάκτηση θερμότητας και ατμοστροβίλου συμπύκνωσης-απομάστευσης, $\eta_{κατ}$ = 75%.
- **Λόγος ηλεκτρικής προς θερμική ενέργεια, C (Power-to-HeatRatio PHR ή σ)**: Ο λόγος της ηλεκτρικής ενέργειας από συμπαραγωγή προς τη χρήσιμη θερμική ενέργεια, υπό κατάσταση λειτουργίας πλήρους συμπαραγωγής, όπως υπολογίζεται με χρήση των λειτουργικών δεδομένων της συγκεκριμένης μονάδας.

- **Μονάδα συμπαραγωγής**: Η μονάδα, η δυνάμενη να λειτουργεί κατά τον τρόπο της συμπαραγωγής.
- **Μοναδιαία Εγκατάσταση Συστήματος ΣΗΘ**: Είναι μια εγκατάσταση που περιλαμβάνει μία μονάδα ΣΗΘ, συμπεριλαμβανομένων και όλων των απαιτούμενων για τη λειτουργία της ηλεκτρικών διατάξεων και συσκευών. Το όριο της μοναδιαίας εγκατάστασης του συστήματος ΣΗΘ είναι το σημείο στο οποίο είναι συνδεδεμένη με άλλη μοναδιαία εγκατάσταση ή με την υπόλοιπη εγκατάσταση του Χρήστη ή με το Δίκτυο Διανομής.
- **Παραγωγή από συμπαραγωγή**: Το άθροισμα της ηλεκτρικής ή και μηχανικής ενέργειας και της χρήσιμης θερμικής ενέργειας που παράγονται από τη συμπαραγωγή.
- **Περίοδος αναφοράς**: Η χρονική περίοδος για την οποία ζητείται ο υπολογισμός της ηλεκτρικής ενέργειας από συμπαραγωγή και του βαθμού απόδοσης της συμπαραγωγής.
- **Σημείο Κοινής Σύνδεσης (ΣΚΣ)**: Είναι το πλησιέστερο προς τον εξοπλισμό του συστήματος ΣΗΘ σημείο του δικτύου διανομής, στο οποίο συνδέεται (ή μπορεί να συνδεθεί μελλοντικά) άλλος χρήστης του (Καταναλωτής ή Παραγωγός). Αυτό είναι το σημείο στο οποίο το διασυνδετικό δίκτυο του παραγωγού συναντά το ‘κοινόχρηστο’ δίκτυο. Πρέπει να σημειωθεί ότι το ΣΚΣ αποτελεί το σημείο αναφοράς για τον προσδιορισμό των προκαλούμενων επιπτώσεων στη λειτουργία του δικτύου από την εγκατάσταση παραγωγής.
- **Σημείο Σύνδεσης στο Δίκτυο (ΣΣΔ)**: Είναι το σημείο του δικτύου Διανομής Μέσης Τάσης (ΜΤ) ή Χαμηλής Τάσης (ΧΤ) στο οποίο συνδέεται ο εξοπλισμός του συστήματος ΣΗΘ (Παραγωγός) και ευρίσκεται πάντοτε στην έξοδό του. Στο ΣΣΔ εγκαθίσταται η διάταξη μέτρησης της ενέργειας την οποία απορροφά η εγκατάσταση του αντίστοιχου καταναλωτή από το δίκτυο διανομής. Το ΣΣΔ αποτελεί το φυσικό όριο διαχωρισμού των αρμοδιοτήτων και της ευθύνης μεταξύ του Διαχειριστή του Δικτύου (το 2011:η ΔΕΗ Α.Ε.) και του ιδιοκτήτη του συστήματος ΣΗΘ. Για το δίκτυο ΜΤ, αυτό το φυσικό όριο είναι οι ακροδέκτες των μετασχηματιστών (Μ/Σ) εντάσεως της μέτρησης προς την πλευρά του παραγωγού. Γενικά, το ΣΣΔ και το ΣΚΣ μπορεί να είναι διαφορετικά.
- **Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ)**: Η ταυτόχρονη παραγωγή χρήσιμης θερμικής ενέργειας και ηλεκτρικής ή/και μηχανικής ενέργειας από την ίδια αρχική ενέργεια, στο πλαίσιο μόνο μίας διεργασίας.
- **Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Αποδοτικότητας (ΣΗΘΥΑ)**: Για μονάδες μεγάλης κλίμακας, η συμπαραγωγή που εξασφαλίζει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας τουλάχιστον κατά δέκα τοις εκατό (10%) σε σύγκριση με τη χωριστή παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Η παραγωγή από μονάδες συμπαραγωγής **μικρής-** και **πολύ μικρής κλίμακας-** που εξασφαλίζει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, ανεξαρτήτως ποσοστού, χαρακτηρίζεται πάντοτε ως **ΣΗΘΥΑ**
- **Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας** Το ποσό εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας που παρέχεται από τη ΣΗΘ υπολογίζεται από την παρακάτω εξίσωση

$$\text{ΕΠΕ} = \left(1 - \frac{1}{\frac{\eta_h}{\eta_{h,ref}} + \frac{\eta_e}{\eta_{e,ref}}}\right) \times 100\%$$

Στην παραπάνω εξίσωση, $\eta_{h,av}$ και $\eta_{e,av}$ είναι βαθμοί απόδοσης αναφοράς τεχνολογιών ξεχωριστής παραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού

- **Μονάδα συμπαραγωγής μεγάλης κλίμακας** μονάδα συμπαραγωγής με εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ μεγαλύτερη του 1 MW_e.
- **Μονάδα συμπαραγωγής μικρής κλίμακας** μονάδα συμπαραγωγής με εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ ίση ή μικρότερη του 1 MW_e.
- **Μονάδα συμπαραγωγής πολύ μικρής κλίμακας** μονάδα συμπαραγωγής με μέγιστη ηλεκτρική ισχύ ίση ή μικρότερη από 50 kW_e.
- **Συντελεστής απώλειας ηλεκτρικής ισχύος, β**: Ο συντελεστής που ορίζεται από την εξίσωση:

$$\beta = - \Delta E_c / \Delta H_{CHP}$$

όπου ΔE_c είναι η μεταβολή της ηλεκτρικής ή μηχανικής ενέργειας εξαιτίας μεταβολής ΔH_{CHP} της χρήσιμης θερμικής ενέργειας της μονάδας συμπαραγωγής. Σε μονάδες ΣΗΘ με ατμοστρόβιλο συμπύκνωσης – απομάστευσης, θετικό ΔH_{CHP} προκαλεί αρνητικό ΔE_c. Για το λόγο αυτόν τίθεται το αρνητικό πρόσημο στην εξίσωση, ώστε η τιμή του β να είναι θετική. Αν και ο συντελεστής β ορίζεται αρχικά για μονάδες με ατμοστρόβιλο συμπύκνωσης – απομάστευσης, ο ορισμός ισχύει και για οποιοδήποτε σύστημα στο οποίο η αύξηση της παραγωγής χρήσιμης θερμότητας προκαλεί μείωση της παραγωγής ηλεκτρικής ή μηχανικής ενέργειας.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (ΣΗΘ)

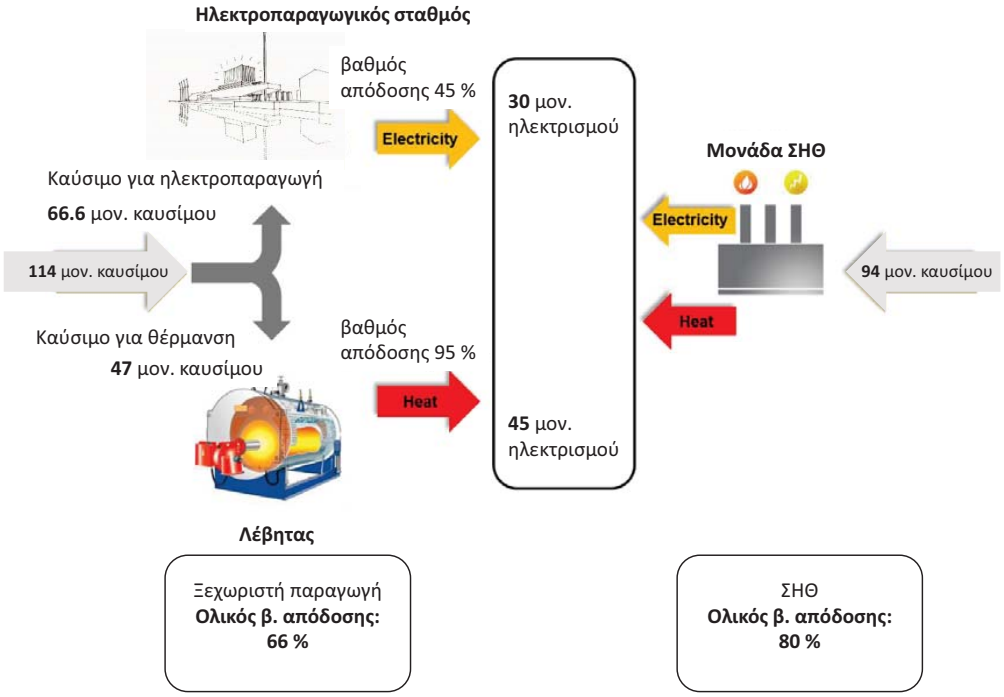
1.1.ΓΕΝΙΚΑ

Ο συμβατικός τρόπος κάλυψης των ηλεκτρικών και θερμικών φορτίων ενός καταναλωτή ή μιας ομάδας καταναλωτών είναι η αγορά ηλεκτρισμού από το εθνικό δίκτυο και η καύση κάποιου καυσίμου σε λέβητα, για την παραγωγή θερμότητας, ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ) ή/και ατμού. Όμως, η μέση απόδοση των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα είναι περίπου 35%, που σημαίνει ότι περίπου τα 2/3 της ενέργειας του καυσίμου χάνονται ως θερμότητα στο περιβάλλον. Αυτό, σε συνδυασμό με την καύση πρωτογενούς καυσίμου (πετρέλαιο, αέριο, κ.α.) για την παραγωγή θερμικής ενέργειας με αποδόσεις από 70 - 90%, δημιουργούν σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα. Η συνολική κατανάλωση καυσίμων μειώνεται σημαντικά εάν εφαρμοσθεί η **Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας** – ΣΗΘ (στα Αγγλικά: Cogeneration (Combined Heat and Power, CHP).

Η παραγόμενη θερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για τη θέρμανση κτηρίων, την παραγωγή ΖΝΧ όσο και για την παραγωγή ψύξης, που επιτυγχάνεται με μηχανές απορρόφησης/προσρόφησης, που λειτουργούν με ατμό ή θερμό νερό. Στην περίπτωση που περιλαμβάνεται και παραγωγή ψύξης, η αντίστοιχη διεργασία καλείται **Τρι-παραγωγή** ή Trigeneration (CombinedCool, HeatandPower, CCHP).

Σύμφωνα με το Ν.3734/09, η ΣΗΘ ορίζεται ως: [1] **«η ταυτόχρονη παραγωγή χρήσιμης θερμικής ενέργειας και ηλεκτρικής (ή/και μηχανικής) από την ίδια αρχική ενέργεια, στο πλαίσιο μόνο μίας διεργασίας».**

Μια τυπική σύγκριση, ως προς τον βαθμό απόδοσης, της ΣΗΘ με τη χωριστή παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας παρουσιάζει το Σχήμα 1.



Σχήμα 1 Ενδεικτική σύγκριση ξεχωριστής παραγωγής ηλεκτρισμού και ενέργειας με ΣΗΘ

Η ΣΗΘ έχει συνολική απόδοση έως 90%, μια τιμή που είναι ι περίπου 30-40% μεγαλύτερη από τον ολικό βαθμό απόδοσης για την ξεχωριστή παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας από συμβατικά καύσιμα, και έτσι προκύπτει μείωση της τάξης του 30-40% στην κατανάλωση πρωτογενών καυσίμων και στις εκπομπές CO_2. Η υψηλή αυτή αποδοτικότητα παρέχει μια οικονομικά ελκυστική τεχνολογία για τους ενεργειακούς καταναλωτές, με ταυτόχρονη ζήτηση τόσο για θερμότητα όσο και για ηλεκτρική ενέργεια.

1.2.ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΗΘ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010

Η ΣΗΘ πρωτοεμφανίστηκε στην Ευρώπη και στις Η.Π.Α. στα τέλη του 19ου αιώνα [2]. Κατά τις πρώτες δεκαετίες του 20ού αιώνα, οι περισσότερες βιομηχανίες στις ΗΠΑ και την Ευρώπη είχαν δικές τους μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με ατμολέβητα-στρόβιλο και άνθρακα, ως καύσιμο, όπου πολλές από τις μονάδες αυτές ήταν συμπαραγωγικές.

Στην Ευρώπη, μεγάλη ανάπτυξη της ΣΗΘ αναφέρεται στη Δανία, τη Φιλανδία, την Ολλανδία κα, που παρουσιάζουν υψηλή ποσοστιαία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΣΗΘ [3]. Στις χώρες αυτές, εκτός των μονάδων ΣΗΘ σε μεγάλες βιομηχανίες και σε μεγάλους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για την τηλεθέρμανση πόλεων, υπάρχουν σημαντικές εγκαταστάσεις ΣΗΘ στον τριτογενή (νοσοκομεία, ξενοδοχεία, αθλητικά κέντρα, κα), αλλά και στον οικιακό τομέα.

Η ΣΗΘ στην Ελλάδα ξεκινά στις αρχές του 20ου αιώνα (κεραμοποιεία Τσαλαπάτα, Βόλος, που λειτούργησε μέχρι και τα τέλη της δεκαετίας του 1970). Οι πρώτες σύγχρονες μονάδες

ΣΗΘ εγκαταστάθηκαν σε μεγάλες ελληνικές βιομηχανίες στις αρχές της δεκαετίας του ’70. Επίσης, ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες της ΔΕΗ τροποποιήθηκαν κατάλληλα, ώστε να καλύψουν τις θερμικές ανάγκες αστικών περιοχών με δίκτυα τηλεθέρμανσης, όπως αυτά της Κοζάνης, της Πτολεμαΐδας, του Αμυνταίου και, τη δεκαετία του ’90, αυτό της Μεγαλόπολης. Οι πρώτες Ελληνικές βιομηχανίες που εγκατέστησαν μονάδες ΣΗΘ ήταν η βιομηχανία ζάχαρης, χαρτοποιίας, χαλυβουργίας, καθώς και βιομηχανίες στον τομέα του πετρελαίου.

Την περίοδο 1970-1999 άλλαξε ουσιαστικά η κατάσταση των μονάδων ΣΗΘ στις ελληνικές βιομηχανίες με ποιοτική αλλά και ποσοτική βελτίωση τους. Από τα μέσα της δεκαετίας του 1990, με την άφιξη του φυσικού αερίου (ΦΑ) στην Ελλάδα, αναδείχθηκαν οι δυνατότητες που προσφέρει η ΣΗΘ με χρήση ΦΑ.

Σήμερα, λειτουργούν μονάδες ΣΗΘ στη βιομηχανία, στον τριτογενή τομέα (κυρίως σε ιδιωτικά νοσοκομεία, κλινικές και ξενοδοχεία, κα) καθώς και σε πολυκατοικίες αλλά και κατοικίες.

1.3. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΣΗΘ

Η ΣΗΘ βελτιώνει την παροχή ενέργειας προς όλους τους καταναλωτές, ενώ ταυτόχρονα ωφελεί την Εθνική Οικονομία, αφού έχει:

- Αυξημένη απόδοση μετατροπής και χρήσης της Ενέργειας. Η ΣΗΘ είναι η πλέον αποτελεσματική και αποδοτική μορφή ηλεκτροπαραγωγής με την ταυτόχρονη παραγωγή θερμικής ενέργειας.
- Μικρότερες εκπομπές προς το περιβάλλον, ιδιαίτερα του CO_2, του σημαντικότερου αερίου στο οποίο οφείλεται η κλιματική αλλαγή.
- Σημαντική εξοικονόμηση οικονομικών πόρων, παρέχοντας πρόσθετη ανταγωνιστικότητα στη βιομηχανία και στις εμπορικές επιχειρήσεις, καθώς η ηλεκτρική ενέργεια και η θερμότητα παρέχονται σε προσιτές τιμές.
- Σημαντική ευκαιρία ώστε να προωθηθούν αποκεντρωμένες λύσεις ηλεκτροπαραγωγής, όπου οι σταθμοί ΣΗΘ σχεδιάζονται να ανταποκρίνονται στις ανάγκες των τοπικών καταναλωτών, παρέχοντας υψηλή απόδοση, αποφεύγοντας απώλειες μεταφοράς και αυξάνοντας την ευελιξία στη χρήση του συστήματος. Το πλεονέκτημα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, όταν το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται ως κύριο καύσιμο.
- Βελτιωμένη ασφάλεια παροχής, που μειώνει τις πιθανότητες οι καταναλωτές να μείνουν χωρίς ηλεκτρική ή/ και θερμική ενέργεια.
- Μειωμένη ανάγκη καυσίμων, σε σχέση με τη χωριστή παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, μειώνοντας την εξάρτηση από εισαγωγές.
- Αυξημένη απασχόληση, αφού η ανάπτυξη των συστημάτων ΣΗΘ δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας.

2. ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ, ΣΗΘ, ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Το νομικό πλαίσιο που διέπει τη Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας, ΣΗΘ, από τη δεκαετία του ‘90 έως το τέλος του 2016, παρουσιάζονται περιληπτικά στον παρακάτω πίνακα. Το πλήρες κείμενο των Νόμων και των Κοινών Υπουργικών Αποφάσεων, ΚΥΑ, δίνονται τόσο στον ιστότοπο της ΡΑΕ όσο και του Ελληνικού Συνδέσμου Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού & Θερμότητας – ΕΣΣΗΘ [1].

Α/Α	Νόμος / ΚΥΑ	Τίτλος Νόμου / ΚΥΑ
1	**Ν.2244/1994** ΦΕΚ Α’ 168	**«Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις»**
Ο νόμος ουσιαστικά καθόρισε την απελευθέρωση, εν μέρει, της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας,Η.Ε., από μονάδες παραγωγής ισχύος μέχρι 50 MWe, οι οποίες αξιοποιούν ΑΠΕ ή είναι μονάδες ΣΗΘ. Δινόταν επίσης η δυνατότητα ΣΗΘ με φυσικό αέριο. Για τους ανεξάρτητους παραγωγούς, ο Ν.2244/94 προέβλεπε τη δυνατότητα ΣΗΘ, με μονάδες συνδυασμένου κύκλου με καύσιμο το Φ.Α. και με ισχύ το πολύ ίση με τη θερμική και ψυκτική ισχύ των επιχειρήσεων που εξυπηρετούνται. Για τους αυτοπαραγωγούς, επιτρεπόταν η παραγωγή Η.Ε σε συνδυασμό με παραγωγή θερμότητας / ψύξης με ισχύ σταθμού το πολύ ίση με τη θερμική και ψυκτική ισχύ των εγκαταστάσεων του αυτοπαραγωγού, εφόσον πρόκειται για ΣΗΘ από συμβατικά καύσιμα, και αντίστοιχα χωρίς περιορισμό ισχύος, εφόσον πρόκειται για ενεργειακή αξιοποίηση υποπαραγώγων βιομηχανικού κυκλώματος ή από ανάκτηση απορριπτόμενης θερμότητας. Στο νόμο επιδιώχθηκε η προώθηση της ΣΗΘ με την απόδοση κινήτρων και την προσπάθεια απλούστευσης των διαδικασιών και ρυθμίζονταν θέματα σχετικά με τη διάθεση της Η.Ε και τις άδειες εγκατάστασης και λειτουργίας των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής. Η τιμή αγοράς της Η.Ε. οριζόταν βάσει του αντίστοιχου τιμολογίου της ΔΕΗ και προβλεπόταν ίση με το 60% του σκέλους ενέργειας. Στην περίπτωση της ανεξάρτητης ηλεκτροπαραγωγής με μονάδες ΣΗΘ καύσης ΦΑ, η τιμή αγοράς καθοριζόταν βάσει του τιμολογίου της ΔΕΗ και περιείχε σκέλος ενέργειας (70% του αντίστοιχου τιμολογίου της ΔΕΗ) και σκέλος ισχύος (70% του αντίστοιχου τιμολογίου της ΔΕΗ). Σχετικά με τις άδειες ο Νόμος προέβλεπε τη γνωμοδότηση της ΔΕΗ για την απορρόφηση της Η.Ε. και των προϋποθέσεων σύνδεσης στο Δίκτυο, διατάξεις του καταργήθηκαν με το Ν.2773/99.		
2	**Ν.2273/1999** ΦΕΚ Α’ 286	**«Για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας»**

Με το νόμο αυτό ρυθμίζονταν και θέματα ΣΗΘ, σύμφωνα με το πνεύμα της Οδηγίας 96/92/ΕΚ, την οποία ο νόμος ενσωμάτωνε στο εθνικό θεσμικό πλαίσιο. Με τον νόμο προβλεπόταν η δυνατότητα να δίνεται προτεραιότητα από την κατανομή για τη συμπαραγόμενη Η.Ε. και καθορίζονταν τα ελάχιστα κριτήρια απόδοσης για μονάδες ΣΗΘ. Επίσης, ο νόμος, εισήγαγε νέες ρυθμίσεις σχετικά με την τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας προερχόμενης από ΑΠΕ ή ΣΗΘ.		
3	**Ν.3175/2003** ΦΕΚ Α’ 207	**«Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού, τηλεθέρμανση και άλλες διατάξεις»**
Ο νόμος δημιούργησε τις προϋποθέσεις για την αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού αλλά και για τη διανομή της θερμικής ενέργειας μέσα από δίκτυα θερμότητας, περιγράφοντας τη διαδικασία διανομής θερμικής ενέργειας σε τρίτους και καθορίζοντας την αδειοδοτική διαδικασία για τη λειτουργία δικτύων διανομής θερμότητας και ειδικότερα αυτών που σχετίζονται με εγκαταστάσεις ΣΗΘ. Με την άδεια καθορίζονται ο χρόνος ισχύος της, η περιοχή κατασκευής του δικτύου θερμότητας, η τεχνολογία και οι όροι της διανομής θερμότητας στους καταναλωτές. Αν η θερμική ενέργεια παράγεται από εγκαταστάσεις ΣΗΘ, η Άδεια Διανομής Θερμικής Ενέργειας χορηγείται μαζί με την Άδεια Παραγωγής Η.Ε.		
4	**ΚΥΑ** **ΥΠΑΝ-ΥΠΕΧΩΔΕ** 4 Νοεμβρίου 2004	**«Τροποποίηση και συμπλήρωση της αντιστοίχισης των δραστηριοτήτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τους βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στην πολεοδομική νομοθεσία»**
Η ΚΥΑ αυτή τροποποιεί και συμπληρώνει την αντιστοίχιση των δραστηριοτήτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τους βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στην πολεοδομική νομοθεσία. Η ΚΥΑ έλυσε το χρόνιο πρόβλημα με την αδειοδότηση της ΣΗΘ σε κτήρια, που προηγούμενα απαγορευόταν λόγω όχλησης.		
5	**Ν. 3468/2006** ΦΕΚ Α’ 129	**«Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) και ΣΗΘ Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ) και λοιπές διατάξεις»**

Ο νόμος εισήγαγε νέο πλαίσιο για τη χορήγηση άδειας, παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΣΗΘ Υψηλής Αποδοτικότητας (ΣΗΘΥΑ). Ο νόμος αναφέρεται ρητά στη ΣΗΘ Υψηλής Αποδοτικότητας, όπως αυτή ορίζεται από την ΚΟ 2004/8/ΕΚ, απλοποιείται η αδειοδοτική διαδικασία για επενδύσεις ΣΗΘΥΑ και τίθενται αποκλειστικές προθεσμίες για την έκδοση των αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας για έργα ΣΗΘΥΑ. Θεσμοθετείται Κανονισμός Αδειών για την παραγωγή Η.Ε. από ΣΗΘΥΑ. Καθορίζεται η τιμολόγηση της Η.Ε. που παράγεται από ΣΗΘΥΑ και απορροφάται από το Σύστημα ή το Δίκτυο, με σκοπό την απεξάρτηση από τα τιμολόγια της ΔΕΗ και τη διασφάλιση των επενδύσεων. Ο νόμος έθεσε νέες βάσεις για την αδειοδότηση έργων ΣΗΘΥΑ, ιδιαίτερα στην έγκριση των περιβαλλοντικών μελετών, θέτει αυστηρότερα κριτήρια για την έγκριση των ΠΠΕ/ΜΠΕ και συντομότερο χρόνο για την έγκριση των περιβαλλοντικών όρων από τις αρμόδιες κρατικές υπηρεσίες.		
6	**Ν. 3734/2009** ΦΕΚ Α’ 8 (όπως τροποποιήθηκε με το άρθρο 23 του Ν. 4351/2015)	**«Προώθηση της συμπαραγωγής δύο ή περισσότερων χρήσιμων μορφών ενέργειας, ρύθμιση ζητημάτων σχετικών με το υδροηλεκτρικό έργο Μεσοχώρας και άλλες διατάξεις»**
Ο νόμος ενσωμάτωσε πλήρως την Κοινοτική Οδηγία 2004/8/ΕΚ. Βασικές τομές του νόμου είναι η μέθοδος υπολογισμού της ηλεκτρικής ενέργειας από ΣΗΘ, ο υπολογισμός αποδοτικότητας της ΣΗΘ. Επίσης σημαντικό σημείο είναι η κατηγοριοποίηση των συστημάτων ΣΗΘΥΑ, ως προς το όριο του 1 MW_e (μικρή ΣΗΘ), εγκρίνοντας ή όχι άπαξ, διάφορους τύπους μηχανών διαφόρων κατασκευαστών, για την περιβαλλοντική τους συμπεριφορά. Έτσι, ο κάθε επενδυτής θα υποβάλλει μόνο το έγγραφο έγκρισης της μηχανής ΣΗΘΥΑ, σχετικά με την περιβαλλοντική έγκριση.		
7	**Υ.Α.** **15606/14.07.2009 και** **15641/14.07.2009** ΦΕΚ Β’ 1420	**«Καθορισμός εναρμονισμένων τιμών αναφοράς των βαθμών απόδοσης για τη χωριστή παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας» - «Καθορισμός λεπτομερειών της μεθόδου υπολογισμού της Η.Ε. από ΣΗΘ και της αποδοτικότητας ΣΗΘ»**
Η πρώτη ΥΑ (δεν ισχύει πλέον) καθορίζει τις εναρμονισμένες τιμές αναφοράς των βαθμών απόδοσης για τη χωριστή παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, τους απαιτούμενους διορθωτικούς συντελεστές για τις τιμές αυτές και η δεύτερη καθορίζει αναλυτικά τον τρόπο υπολογισμού της Η.Ε. από ΣΗΘΥΑ με βάση τις κατευθυντήριες οδηγίες της Κ.Ο. 2004/8.		
8	**Ν. 3851/2010** ΦΕΚ Α’ 85	**«Επιτάχυνση της ανάπτυξης των ΑΠΕ για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις»**

Ο νόμος ορίζει νέο τρόπο τιμολόγησης της συμπαραγόμενης Η.Ε., από σταθμούς ΣΗΘΥΑ έως 1 MW που χρησιμοποιούν Φ.Α. Κύριο λόγο στην τιμολόγηση έχει η μέση μηνιαία τιμή Φ.Α. (ΜΤΦΑ), καθώς και η απόδοση Η.Ε. του συστήματος ΣΗΘ. Τροποποιεί επίσης πολλές διατάξεις του Ν.3468/2006.		
9	**Υ.Α. 14810/04.11.2011** ΦΕΚ Β’ 2373	**«Κανονισμός Αδειών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας με χρήση ΑΠΕ και μέσω ΣΗΘΥΑ».**
Η ΥΑ καθορίζει, με αναλυτικό τρόπο, τη διαδικασία για την έκδοση αδειών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ΣΗΘΥΑ.		
10	**Ν. 4001/2011** ΦΕΚ Α’ 179	**«Για τη λειτουργία Ενεργειακών Αγορών Ηλεκτρισμού και Φυσικού Αερίου, για Έρευνα, παραγωγή και δίκτυα μεταφοράς Υδρογοναθράκων και άλλες ρυθμίσεις»**
Το άρθρο 197 του νόμου αναφέρεται στη ΣΗΘΥΑ και στις αλλαγές που έχουν γίνει σε αρκετά άρθρα του Ν. 3468/2006.		
11	**Υ.Α. 749/21.03.2012** ΦΕΚ Β’ 889	**«Τροποποίηση και συμπλήρωση απόφασης ΥΠΕΝ περί καθορισμού των λεπτομερειών της μεθόδου υπολογισμού της Η.Ε. από ΣΗΘΥΑ και ρύθμιση θεμάτων σχετικών με την αδειοδότηση των μονάδων παραγωγής Η.Ε. από ΣΗΘ και ΣΗΘΥΑ και τη συμμετοχή τους στην Αγορά Η.Ε. και το Σύστημα Εγγυημένων τιμών ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ καθώς και την αποζημείωση αυτών»**
Η ΥΑ δίνει τις λεπτομέρειες της μεθόδου υπολογισμού της Η.Ε. από ΣΗΘΥΑ και ρυθμίζει θέματα σχετικά με την αδειοδότηση μονάδων ΣΗΘΥΑ καθώς και τη συμμετοχή τους στην Αγορά Η.Ε. και το Σύστημα Εγγυημένων τιμών ΣΗΘΥΑ και την αποζημίωση αυτών.		
12	**Υ.Α. 23278/23.11.2012** ΦΕΚ Β’ 3108	**«Συμπληρωματικές Διατάξεις για μονάδες Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Αποδοτικότητας, τύπος και περιεχόμενο Συμπληρωματικών Συμβάσεων Συναλλαγών Ηλεκτρικής Ενέργειας Κατανεμόμενων Μονάδων ΣΗΘΥΑ και Τεχνικό Προσάρτημα Μονάδων ΣΗΘΥΑ του Μητρώου Μονάδων ΑΠΕ και ΣΗΘ/ΣΗΘΥΑ»**

Με την ΥΑ δημιουργείται Μητρώο Φορέων Πιστοποίησης μονάδων ΣΗΘΥΑ, δίδεται περιεχόμενο Συμπληρωματικών Συμβάσεων και Τεχνικού Προσαρτήματος μονάδων ΣΗΘΥΑ, καθώς και υπολογισμός συμβατικής ποσότητας Ηλεκτρικής Ενέργειας ΣΗΘΥΑ.		
13	**Ν. 4067/2012** ΦΕΚ Α’ 79	**«Νέος Οικοδομικός Κανονισμός»**
Στο νόμο αυτό γίνεται αναφορά για τους τρόπους εγκατάστασης και λειτουργίας συστημάτων ΣΗΘΥΑ σε νέα κτίρια, τόσο για την παραγωγή ΗΕ όσο και θερμικής ενέργειας για θέρμανση και ΖΝΧ.		
14	**Ν. 4122/2013** ΦΕΚ Α’ 42	**«Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και άλλες διατάξεις»**
Αρκετά άρθρα στο νόμο αφορούν στην ενσωμάτωση συστημάτων ΣΗΘΥΑ σε νέα κτίρια τόσο για την παραγωγή ΗΕ όσο και θερμικής ενέργειας, για θέρμανση και ΖΝΧ, με στόχο τη δημιουργία κτιρίων υψηλής ενεργειακής απόδοσης.		
15	**ΥΑ** **Δ5−ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.1183/22.01.2013** ΦΕΚ Β’ 192	**Διαδικασία έκδοσης αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ) και συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας υψηλής αποδοτικότητας (ΣΗΘΥΑ) με χρήση συμβατικών καυσίμων.**
16	**Ν. 4254/2014** ΦΕΚ Α’ 85	**«Μέτρα στήριξης και ανάπτυξης της Ελληνικής Οικονομίας στο πλαίσιο εφαρμογής του Ν. 4046/2012 και άλλες διατάξεις»**
Στο νόμο αυτό – Υποπαράγραφοι ΙΓ.1, 2, 3, 5 & 8 - αφορούν το καθεστώς στήριξης της ΣΗΘΥΑ, με τιμές αναφοράς, που βασίζονται σε μεθοδολογία, που περιλαμβάνει ένα σταθερό τμήμα ανά κατηγορία ΣΗΘΥΑ και τον συντελεστή ρήτρας, που προκύπτει με βάση τους βαθμούς απόδοσης της εγκατάστασης και την τρέχουσα τιμή αγοράς Φ.Α.		
17	**ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ 2015/2402 ΤΗΣ ΕΥΡ. ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ**	**«Εναρμονισμένες τιμές αναφοράς»**
Αναθεώρηση των εναρμονισμένων τιμών αναφοράς ως προς την απόδοση για τη χωριστή παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, κατ’ εφαρμογή της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ.		
18	**Ν. 4342/2015**	**«Συνταξιοδοτικές ρυθμίσεις, ενσωμάτωση στο Ελληνικό Δίκαιο της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ**

	ΦΕΚ Α’ 143	**του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 25ης Οκτωβρίου 2012 «Για την ενεργειακή απόδοση, την τροποποίηση των Οδηγιών 2009/125/ΕΚ και 2010/30/ΕΕ και την κατάργηση των Οδηγιών 2004/8/ΕΚ και 2006/32/ΕΚ», όπως τροποποιήθηκε από την Οδηγία 2013/12/ΕΕ του Συμβουλίου της 13ης Μαΐου 2013 «Για την προσαρμογή της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την ενεργειακή απόδοση, λόγω της προσχώρησης της Δημοκρατίας της Κροατίας» και άλλες διατάξεις.»**
Με το νόμο ενσωματώθηκε η Οδηγία 2012/27/ΕΕ2009/27/ΕΕ (με την οποία καταργήθηκε η Οδηγία 2004/8/ΕΚ).		
19	**Ν. 4414/2016** ΦΕΚ Α’ 149	**«Νέο καθεστώς στήριξης των σταθμών παραγωγής Η.Ε. από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ-Διατάξεις για το νομικό και λειτουργικό διαχωρισμό των κλάδων προμήθειας και διανομής στην αγορά του ΦΑ και άλλες διατάξεις»**

<table>
<tr><td colspan="3">Ο νόμος εφαρμόζεται ένα νέο καθεστώς στήριξης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ, με βασική επιδίωξη τη σταδιακή ενσωμάτωση και συμμετοχή των νέων μονάδων ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και της βελτίωσης η οικονομική τους αποδοτικότητά στη βάση της υποστήριξης λειτουργίας της παραγόμενης ενέργειας που λαμβάνουν τα εν λόγω έργα. Ειδικότερα προβλέπονται συγκεκριμένες διατάξεις για τον υπολογισμό της διαφορικής προσαύξησης των έργων που έχουν υποχρέωση συμμετοχής στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και τα όρια σε επίπεδο εγκατεστημένης ισχύος των σταθμών που εξαιρούνται από τις υποχρεώσεις αυτές και τι ισχύει για τις περιπτώσεις αυτοπαραγωγών (παρ. 5 και παρ. 16 του άρθρου 3).
Στο άρθρο 4 και στην παράγραφο 1β αναφέρονται οι Τιμές Αναφοράς σε €/MWh για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για τις διαφορετικές κατηγορίες σταθμών ΣΗΘΥΑ.
Επιπρόσθετα στο άρθρο 4 και στην παράγραφο 1γ και 1στ περιγράφονται αναλυτικά ο τρόπος προσδιορισμού των ΜΤΦΑ, ο μαθηματικός τύπος που εφαρμόζεται για την Προσαρμογή Τιμής (Π.Τ.), η οποία προκύπτει με βάση τους πρότυπους βαθμούς απόδοσης της εγκατάστασης και την τρέχουσα τιμή αγοράς φυσικού αερίου, καθώς και η διαδικασία με την οποία καθορίζεται για τον αντίστοιχο σταθμό Σ.Η.Θ.Υ.Α. εάν ο παραγωγός ως Χρήστης Φ.Α. είναι πελάτης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ή όχι, καθώς και σε ποια από τις κατηγορίες του άρθρου 3 της Υ.Α.15641/14.7.2009 εντάσσεται ο σταθμός αυτός, ενώ στην παράγραφο 1δ παρατίθεται πίνακας με τους πρότυπους βαθμούς αναφοράς που λαμβάνονται υπόψη.</td></tr>
<tr><td>20</td><td>Ν. 4425/2016
ΦΕΚ Α’ 185</td><td>«Επείγουσες ρυθμίσεις των Υπουργείων Οικονομικών, Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων και Εργασίας, Κοινωνικής Ασφάλισης και Κοινωνικής Αλληλεγγύης για την εφαρμογή της συμφωνίας δημοσιονομικών στόχων και διαθρωτικών μεταρρυθμίσεων και άλλες διατάξεις»</td></tr>
<tr><td colspan="3">Το άρθρο 13 του νόμου αναφέρεται στον τρόπο (με συμβάσεις) πώλησης της Η.Ε. από ΣΗΘΥΑ, εφόσον οι μονάδες είναι διασυνδεδεμένες με το Δίκτυο καθώς και τους κώδικες της Αγοράς που αφορούν την προτεραιότητα που δίνει ο Διαχειριστής σε συστήματα ΣΗΘΥΑ κατά την κατανομή του φορτίου.</td></tr>
<tr><td>21</td><td>Υ.Α. 187480/07.12.2016
ΦΕΚ Β’ 3955</td><td>“Μεθοδολογία υπολογισμού της ειδικής τιμής αγοράς τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας υψηλής απόδοσης, κριτήρια και περιορισμοί χορήγησης της προσαύξησης ανάπτυξης</td></tr>
</table>

		ετοιμότητας συμμετοχής στην αγορά και διαδικασία χορήγησής της, καθώς και διαδικασία απομείωσης της λειτουργικής ενίσχυσης για τους σταθμούς που έχουν λάβει επενδυτική ενίσχυση κατ’ εφαρμογή των άρθρων 3, 5 και 6 του Ν. 4414/2016.
Η ΥΑ παρουσιάζει την αναλυτική μεθοδολογία υπολογισμού της ειδικής τιμής αγοράς για σταθμούς ΣΗΘΥΑ με εγκατεστημένη ισχύ ίσης και μεγαλύτερης των 500kW$_e$, και τα κριτήρια και περιορισμούς χορήγησης της προσαύξησης ανάπτυξης ετοιμότητας συμμετοχής στην αγορά για τους σταθμούς αυτούς, καθώς και τη μεθοδολογία απομείωσης της λειτουργικής ενίσχυσης σε περίπτωση λήψης επενδυτικής ενίσχυσης για όλους τους σταθμούς ΣΗΘΥΑ		
22	**Υ.Α. 187701/12.12.2016** ΦΕΚ Β’ 4068	**«Τύπος και περιεχόμενο συμβάσεων λειτουργικής ενίσχυσης σταθερής τιμής σταθμών ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ (πλην υβριδικών σταθμών) στο διασυνδεδεμένο Σύστημα και το διασυνδεδεμένο Δίκτυο, σύμφωνα με την παρα 3 του άρθρου 10 του Ν. 4414/2016»**
Η ΥΑ παρουσιάζει λεπτομερώς τον τύπο και το περιεχόμενο σύμβασης λειτουργικής ενίσχυσης, με σταθερή τιμή, σταθμών ΣΗΘΥΑ στο διασυνδεδεμένο Σύστημα και το διασυνδεδεμένο Δίκτυο της χώρας με εγκατεστημένη μικρότερης των 500kW$_e$.		
23	**Υ.Α. 187706/12.12.2016** ΦΕΚ Β’ 4072	**«Τύπος και περιεχόμενο Συμβάσεων λειτουργικής Ενίσχυσης Διαφορικής Προσαύξησης Σταθμών Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. (πλην υβριδικών σταθμών) στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα και το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο, σύμφωνα με την παρ. 3 του άρθρου 9 του Ν.4414/2016»**
Η ΥΑ παρουσιάζει λεπτομερώς τον τύπο και το περιεχόμενο σύμβασης λειτουργικής ενίσχυσης, με διαφορική προσαύξηση, σταθμών ΣΗΘΥΑ στο διασυνδεδεμένο Σύστημα και το διασυνδεδεμένο Δίκτυο της χώρας με εγκατεστημένη ισχύ ίσης και μεγαλύτερης των 500kW$_e$.		

3. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΗΘ

3.1. ΓΕΝΙΚΑ

Στα κτήρια χρησιμοποιούνται διάφορες μηχανές για εφαρμογή ΣΗΘ, ανάλογα με την κατηγορία του κτηρίου και τα διαθέσιμα καύσιμα για την παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Για να χαρακτηριστεί μια επένδυση βιώσιμη, λαμβάνονται υπόψη ως βασικά στοιχεία για την επιλογή του κατάλληλου συστήματος θέρμανσης/ψύξης/ηλεκτρισμού προς εγκατάσταση, οι απαιτήσεις για θέρμανση και ψύξη, το κόστος αγοράς, εγκατάστασης και συντήρησης του συστήματος, καθώς και οι ώρες λειτουργίας του.

Οι συνηθέστερες μονάδες ΣΗΘ για κτήρια, είναι οι ακόλουθες:

- Παλινδρομικές μηχανές
  - Μηχανή Otto (Αεριομηχανές)
  - Μηχανή Diesel (Πετρελαιομηχανές)
- Ατμοστρόβιλος απομάστευσης, σε ιδιαίτερες περιπτώσεις στον κτηριακό τομέα.
- Αεριοστρόβιλος με λέβητα ανάκτησης θερμότητας
- Μικροστρόβιλος (microturbine)
- Μηχανή Stirling και κύκλος Rankine οργανικού μέσου (ORC)
- Κυψέλη καυσίμου

Τα παραπάνω συστήματα, τα εύρη κλίμακας ισχύος τους καθώς και τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους συνοψίζονται στον Πίνακας 2. Πρέπει να σημειωθεί πως τα εύρη ισχύος που εμφανίζονται στον πίνακα αφορούν γενικότερα τις διάφορες εφαρμογές των τεχνολογιών σε βιομηχανική κλίμακα. Σε πολλές περιπτώσεις, το εύρος ισχύος που είναι κατάλληλο για εφαρμογή σε κτηριακές εφαρμογές αναμένεται να είναι σημαντικά μειωμένο.

Η τελική επιλογή της καταλληλότερης τεχνολογίας ΣΗΘ για μια εφαρμογή βασίζεται σε συγκεκριμένες παραμέτρους ανάλογα με την περίπτωση. Οι κυριότερες είναι:

- Κλίμακα ισχύος (ανάλογα με τη ζήτηση θερμότητας και ισχύος)
- Διαθεσιμότητα καυσίμων
- Απαιτήσεις ευελιξίας (χρόνος εκκίνησης, συμπεριφορά σε μερικά φορτία)
- Λόγος ηλεκτρικής προς θερμική ισχύ
- Θερμοκρασία ζητούμενης θερμότητας
- Απαιτήσεις συντήρησης
- Κόστος επένδυσης
- Κοινωνικοοικονομικό και πολιτικό πλαίσιο

Στην περίπτωση των κτηρίων, τα οποία και περιλαμβάνουν κυρίως κατοικίες (μονοκατοικίες ή πολυκατοικίες) και κτήρια υπηρεσιών όπως ξενοδοχεία, εμπορικά καταστήματα, κτήρια γραφείων και νοσοκομεία, η κλίμακα ισχύος των εφαρμογών ΣΗΘ κυμαίνεται τυπικά μέχρι και περίπου 2 MW. Οι εφαρμογές ισχύος μικρότερης των 50 kW συνήθως αποκαλούνται εφαρμογές «μικροσυμπαραγωγής» ή αλλιώς μΣΗΘ (μCHP). Για

μεγαλύτερης κλίμακας εφαρμογές κάνουμε συνήθως λόγο για «μικρής κλίμακας συμπαραγωγή» (smallscale CHP). Φυσικά τα άνω όρια μεταξύ μΣΗΘ και μικρής κλίμακας ΣΗΘ και μεταξύ μικρής κλίμακας και μεγαλύτερης κλίμακας ΣΗΘ δεν είναι αυστηρά και κυμαίνονται. Ωστόσο, όπως φαίνεται και στον Πίνακας 2, η κλίμακα ισχύος μιας εφαρμογής αποτελεί ένα βασικό κριτήριο για την επιλογή της καταλληλότερης τεχνολογίας.

Επιπλέον, η θερμότητα που παράγεται από ένα σύστημα ΣΗΘ μπορεί να παραχθεί σε διάφορες μορφές, όπως υψηλής ή χαμηλής πίεσης ατμό, θερμό νερό, ή θερμό αέριο. Παράλληλα, με την ενσωμάτωση τεχνολογιών θερμικής ψύξης όπως οι τεχνολογίες απορρόφησης και προσρόφησης είναι δυνατή η μετατροπή των μονάδων ΣΗΘ σε μονάδες τριπαραγωγής, με επιπλέον δηλαδή παραγωγή ψύξης.

Μία ακόμη βασική παράμετρος που διαχωρίζει τις τεχνολογίες ΣΗΘ είναι ο λόγος της ηλεκτρικής προς τη θερμική ισχύ τους. Σε πολλές περιπτώσεις είναι προτιμότερο το σύστημα να σχεδιάζεται ώστε η παραγόμενη θερμική και ηλεκτρική ισχύς να είναι κατά το δυνατόν ίσες με τις καταναλώσεις που καλείται να καλύψει το σύστημα. Ωστόσο, όταν υπάρχουν πολύ μεγάλες θερμικές καταναλώσεις, είναι σύνηθες το σύστημα ΣΗΘ να λειτουργεί σε υψηλότερο φορτίο, υπερκαλύπτοντας την τοπική ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας για την κάλυψή τους.

Το μεγαλύτερο εύρος εφαρμογών και τεχνολογιών ΣΗΘ ανήκει στην κατηγορία της μικρής κλίμακας ΣΗΘ, ο οποίος κατά προσέγγιση αναφέρεται σε κλίμακες ισχύος μεταξύ 50-100 kW και 2-10MW. Σε αυτό το εύρος ισχύος, κυριαρχεί η τεχνολογία των παλινδρομικών μηχανών, οι οποίες έχουν σχετικά υψηλούς βαθμούς απόδοσης και χαμηλό κόστος. Ωστόσο, η τεχνολογία αεριοστροβίλου παίζει και αυτή ένα σημαντικό ρόλο, εξασφαλίζοντας ικανοποιητικούς βαθμούς απόδοσης σε κλίμακες της τάξεως των 2MW. Στην κατώτερη περιοχή ισχύος της μικρής κλίμακας ΣΗΘ βρίσκονται οι μικροστρόβιλοι, οι οποίοι μπορούν να εξασφαλίσουν επαρκή βαθμό απόδοσης με την εφαρμογή αναγεννητικών κύκλων. Οι εφαρμογές ατμοστροβίλου έχουν και αυτές τη θέση τους στη μικρής κλίμακας ΣΗΘ, ωστόσο σε τόσο χαμηλά εύρη ισχύος ο βαθμός απόδοσής τους παραμένει χαμηλός. Τέλος, μια ακόμη τεχνολογία είναι οι κυψέλλες καυσίμου. Υπάρχουν πολλά είδη κυψελλών καυσίμου στην αγορά ή υπό εξέλιξη, ωστόσο πρόκειται για μια τεχνολογία η οποία θα χρειαστεί ακόμα πολλά χρόνια ωσότου αποκτήσει ωριμότητα και εμπορική βιωσιμότητα, λόγου του πολύ υψηλού της κόστους.

Παράλληλα, όσον αφορά τη μΣΗΘ, αυτή περιλαμβάνει τεχνολογίες που μπορούν να εφαρμοστούν σε μικρά κτήρια ή μονοκατοικίες. Οι κυριότερες τεχνολογίες μΣΗΘ είναι οι μικρές παλινδρομικές μηχανές, ο κύκλος ORC, η μηχανή Stirling καθώς και οι κυψέλλες καυσίμου μικρής ισχύος. Οι παλινδρομικές μηχανές με μικρή ισχύ, όση αυτή ενός οικογενειακού αυτοκινήτου, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εφαρμογή ΣΗΘ σε μικρά κτήρια και έχουν αναπτυχθεί για να λειτουργούν όχι μόνο με φυσικό αέριο, αλλά με αέρια και υγρά βιοκαύσιμα. Μικρότερες μηχανές κάτω των 5 kW μπορούν να βρουν εφαρμογή σε μεγαλύτερες οικίες. Τέτοιας κλίμακας συστήματα μπορούν επίσης να εγκατασταθούν σε πολυκατοικίες, παρέχοντας μια «μικρογραφία» τηλεθέρμανσης. Σε κυρίως οικιακές εφαρμογές μικρές κλίμακας, κυρίαρχο ρόλο παίζει η μηχανή Stirling, η οποία έχει μικρές

απαιτήσεις συντήρησης και υψηλή αξιοπιστία, ενώ μπορεί να λειτουργεί αθόρυβα. Μικρές κυψέλλες καυσίμου έχουν επίσης αναπτυχθεί για αυτή την αγορά και, αν και η τεχνολογία παρουσιάζει ακόμα υψηλό κόστος, έχει σημαντικές προοπτικές να γίνει ανταγωνιστική στο μέλλον.

Το βασικό χαρακτηριστικό των τεχνολογιών μΣΗΘ είναι ο χαμηλός ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης, που καθιστά πολύ σημαντική την εξισορρόπηση της παραγόμενης θερμότητας και του θερμικού φορτίου. Η αξιοποίηση της θερμότητας που παράγεται από συστήματα ΣΗΘ ποικίλλει. Φυσικά, η ποιότητα της παραγόμενης θερμότητας είναι άμεσα συνδεδεμένη με το βαθμό απόδοσης του συστήματος. Εν γένει, συστήματα που παράγουν ατμό υψηλής πίεσης έχουν το χαμηλότερο ολικό βαθμό απόδοσης, ενώ στο άλλο άκρο, συστήματα που έχουν σαν στόχο τη θέρμανση αέρα του περιβάλλοντος μπορούν να ανακτήσουν θερμότητα από περισσότερες πηγές, όπως θερμότητα ακτινοβολίας από θερμές επιφάνειες, και έτσι παρουσιάζουν υψηλότερο ολικό βαθμό απόδοσης.

Πίνακας 2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τεχνολογιών ΣΗΘ

Σύστημα ΣΗΘ (Εύρος ισχύς)	**+**	**-**
Παλινδρομικές μηχανές		
Μηχανές Otto 1 kW to 5 MW	- Υψηλός βαθμός απόδοσης με ευελιξία σε μερικά φορτία - Ταχεία εκκίνηση - Σχετικά μικρό κόστος επένδυσης	- Υψηλό κόστος λειτουργίας - Παραγωγή θερμότητας χαμηλής θερμοκρασίας - Σχετικά υψηλές εκπομπές
Μηχανές Diesel 100 kW – 20 MW	- Αποτελεσματική δυνατότητα παρακολούθησης φορτίου - Λειτουργία σε χαμηλή πίεση	- Απαίτηση ψύξης - Θόρυβος χαμηλής συχνότητας
Αεριοστρόβιλοι 100kW – 30MW (έως και 500 MW για μεγάλης κλίμακας εφαρμογές)	- Υψηλή αξιοπιστία - Χαμηλές εκπομπές - Διαθεσιμότητα θερμότητας σε υψηλή θερμοκρασία - Δεν υπάρχει απαίτηση ψύξης	- Απαίτηση αέρα υψηλής πίεσης και συμπιεστή - Κακή απόδοση σε μερικά φορτία - Μείωση απόδοσης με αύξηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος
Ατμοστρόβιλοι απομάστευσης 150 kW – εκατοντάδες MW	- Υψηλός βαθμός απόδοσης - Ευελιξία καυσίμου - Δυνατότητα εξαγωγής θερμότητας σε πολλαπλές θερμοκρασίες - Μεγάλος χρόνος ζωής και αξιοπιστία - Μεταβλητός λόγος	- Αργή εκκίνηση - Πολύ χαμηλός λόγος ηλεκτρισμού προς θερμότητα - Απαίτηση λέβητα ή άλλης πηγής ατμού

	ηλεκτρισμού προς θερμότητα	
Μικροστρόβιλοι **30 kW - 300 kW** (μέχρι 1MW με πολλαπλές μονάδες)	- Λίγα κινούμενα μέρη - Μικρό μέγεθος - - Χαμηλές εκπομπές - Μη απαίτηση ψύξης	- Υψηλά κόστη - Σχετικά χαμηλός βαθμός απόδοσης - Μειωμένη θερμοκρασία παραγόμενης θερμότητας
Fuel Cells (FC) 5 kW to 2 MW	- Χαμηλές εκπομπές και θόρυβος - Υψηλός βαθμός απόδοσης σε μεταβαλλόμενα φορτία - Σπονδυλωτό σχέδιο	- Υψηλά κόστη - Απαίτηση επεξεργασίας καυσίμου - Ευαισθησία σε ακαθαρσίες καυσίμου - Χαμηλή συγκέντρωση ισχύος
ORC 1 kW - 3 MW (>10MWμε πολλαπλές μονάδες)	- Λειτουργία σε χαμηλές θερμοκρασίες - Ευελιξία καυσίμου - Χαμηλό κόστος συντήρησης - Σπονδυλωτός σχεδιασμός	- Υψηλά κόστη - Μικρός λόγος ηλεκτρικής προς θερμική ενέργεια - Χαμηλή απόδοση σε χαμηλά φορτία - Εξάρτηση από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος
ΜηχανήStirling **(SE)** 1 kW – 1,5 MW	- Λίγα κινούμενα μέρη - Μικρό μέγεθος - Χαμηλές εκπομπές - Μη απαίτηση ψύξης	- Υψηλά κόστη - Λειτουργία σε υψηλή θερμοκρασία - Σχετικά χαμηλός ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης - Χαμηλή θερμοκρασία παραγωγής θερμότητας

Οι διάφορες παράμετροι αξιολόγησης των συστημάτων ΣΗΘ αναλύονται ακολούθως.

Ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης

Ο ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης ποικίλλει ανάλογα με την τεχνολογία ΣΗΘ καθώς και το μέγεθος των συστημάτων. Τα μεγαλύτερα συστήματα έχουν γενικά υψηλότερο βαθμό απόδοσης από τα μικρότερης κλίμακας. Αν και υπάρχει αλληλοεπικάλυψη στο εύρος των βαθμών απόδοσης διαφόρων τεχνολογιών, σε γενικές γραμμές οι υψηλότεροι βαθμοί απόδοσης επιτυγχάνονται με τις κυψέλλες καυσίμου. Ακολουθούν οι ατμοστρόβιλοι, οι μεγάλες παλινδρομικές μηχανές, οι αεριοστρόβιλοι απλού κύκλου, οι μικροστρόβιλοι και τέλος τα συστήματα ORC και οι μηχανές Stirling.

Συνολικός βαθμός απόδοσης συμπαραγωγής

Ο συνολικός βαθμός απόδοσης ΣΗΘ είναι παρόμοιος για τις διάφορες τεχνολογίες. Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά της ΣΗΘ είναι ότι οι χαμηλοί ηλεκτρικοί βαθμοί απόδοσης οδηγούν σε αύξηση της θερμότητας που μπορεί να αξιοποιηθεί σε θερμικές διεργασίες. Κατά

συνέπεια, ο συνολικός βαθμός απόδοσης ΣΗΘ παραμένει εν γένει σε ένα εύρος 65-80%. Ο συνολικός βαθμός απόδοσης εξαρτάται από την ποιότητα της παραγόμενης θερμότητας. Οι ατμοστρόβιλοι που παράγουν ατμό υψηλής πίεσης έχουν χαμηλότερο ολικό βαθμό απόδοσης από τους μικροστροβίλους, τις παλινδρομικές μηχανές και τις κυψέλλες καυσίμου, όταν οι τελευταίες χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ζεστού νερού.

Κόστη επένδυσης

Τα κόστη επένδυσης περιλαμβάνουν τον εξοπλισμό (ηλεκτροπαραγωγική μηχανή, σύστημα ανάκτησης θερμότητας και ψύξης, σύστημα προσαγωγής καυσίμου, συστήματα ελέγχου, ηλεκτρολογικό εξοπλισμό και διασύνδεση με το δίκτυο), το κόστος εγκατάστασής του, το κόστος μελέτης και διαχείρισης του έργου κλπ. Τα κόστη εξαρτώνται και από την τοποθεσία του συστήματος. Γενικότερα, τα χαμηλότερα κόστη εμφανίζονται για καθιερωμένες ώριμες τεχνολογίες (παλινδρομικές μηχανές, αεριοστροβίλους, ατμοστροβίλους), ενώ τα υψηλότερα για μικρότερης κλίμακας ισχύος, νέες τεχνολογίες (ORC, μικροστρόβιλοι και κυψέλες καυσίμου). Επιπλέον, μεγαλύτερης κλίμακας συστήματα ΣΗΘ έχουν χαμηλότερα ειδικά κόστη επένδυσης από μικρότερης κλίμακας.

Κόστη συντήρησης και λειτουργίας

Τα κόστη αυτά περιλαμβάνουν κόστη επιθεωρήσεων ρουτίνας, προγραμματισμένες διορθωτικές τροποποιήσεις, προληπτική συντήρηση καθώς και εργατικά. Όπως ισχύει και για τα κόστη επένδυσης, υπάρχει μία τάση τα ειδικά κόστη να ελαττώνονται για μεγαλύτερα συστήματα. Οι αεριοστρόβιλοι και οι μικροστρόβιλοι έχουν τα μικρότερα κόστη συντήρησης και λειτουργίας σε σχέση με παλινδρομικές μηχανές ίδιας ισχύος. Οι κυψέλες καυσίμου έχει δειχθεί στην πράξη πως έχουν υψηλά κόστη συντήρησης και λειτουργίας, εξαιτίας της ανάγκης για περιοδική αντικατάσταση της στοίβας τους.

Χρόνος εκκίνησης

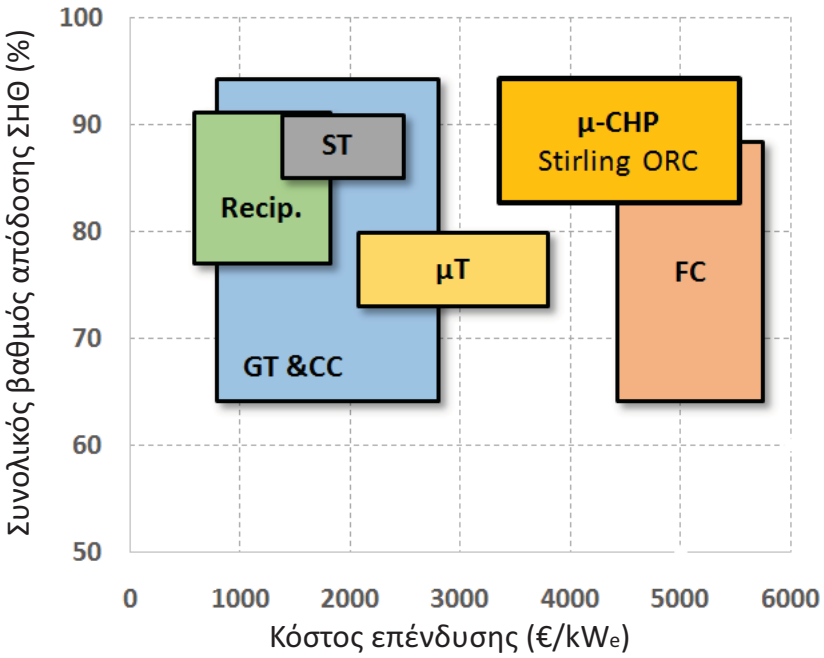
Ο χρόνος εκκίνησης για τις διάφορες τεχνολογίες μπορεί να ποικίλλει σημαντικά. Οι παλινδρομικές μηχανές έχουν τη δυνατότητα ταχύτερης γρήγορης εκκίνησης, που τους επιτρέπει την έγκαιρη ανάκτηση λειτουργίας μετά από εργασίες συντήρησης. Σε εφαρμογές παρακολούθησης αιχμής φορτίου ή λειτουργίας εκτάκτου ανάγκης, οι παλινδρομικές μηχανές μπορούν να παρέχουν άμεσα ηλεκτρική ενέργεια. Οι μικροστρόβιλοι και οι αεριοστρόβιλοι έχουν σχετικά βραδύτερο χρόνο εκκίνησης, καθώς χρειάζεται ένα ελάχιστο χρονικό διάστημα μέχρι να φτάσει ο στρόβιλος σε ταχύτητα λειτουργίας. Επιπλέον, ζητήματα ανάκτησης θερμότητας (θερμική αδράνεια) μπορεί να περιορίσουν τους χρόνους εκκίνησης αυτών των συστημάτων. Οι ατμοστρόβιλοι, με τη σειρά τους, απαιτούν μακρές περιόδου προθέρμανσης προκειμένου να μπορούν να τεθούν σε αξιόπιστη λειτουργία και να αποτραπούν υπερβολικές θερμικές διαστολές και καταπονήσεις. Οι κυψέλες καυσίμου έχουν σχετικά μακρύτερους χρόνους εκκίνησης (ειδικά για τα συστήματα που χρησιμοποιούν καταλύτες υψηλής

θερμοκρασίας). Οι μακρύτεροι χρόνοι εκκίνησης των ατμοστροβίλων και των κυψελλών καυσίμου κάνουν τις τεχνολογίες αυτές λιγότερο ελκυστικές για παρακολούθηση φορτίων.

Διαθεσιμότητα

Η διαθεσιμότητα υποδηλώνει το χρόνο κατά τον οποίο μία μονάδα μπορεί να χρησιμοποιείται για παραγωγή ηλεκτρισμού ή/και ατμού. Η διαθεσιμότητα γενικά εξαρτάται από τις συνθήκες λειτουργίας της μονάδας. Οι μετρήσεις εγκατεστημένων συστημάτων έχουν δείξει ότι η διαθεσιμότητα των αεριοστροβίλων, των ατμοστροβίλων και των παλινδρομικών μηχανών είναι συνήθως υψηλότερη από 95 %. Οι πρώιμες μονάδες κυψελλών καυσίμου και μικροστροβίλων είχαν προβλήματα ως προς τη διαθεσιμότητά τους. Ωστόσο, οι νεότερες εμπορικές μονάδες έχουν διαθεσιμότητα που ξεπερνάει το 95%.

Στο Σχήμα 2, απεικονίζονται συνήθεις τιμές κόστους επένδυσης και συνολικού βαθμού απόδοσης των διαφόρων τεχνολογιών ΣΗΘ.

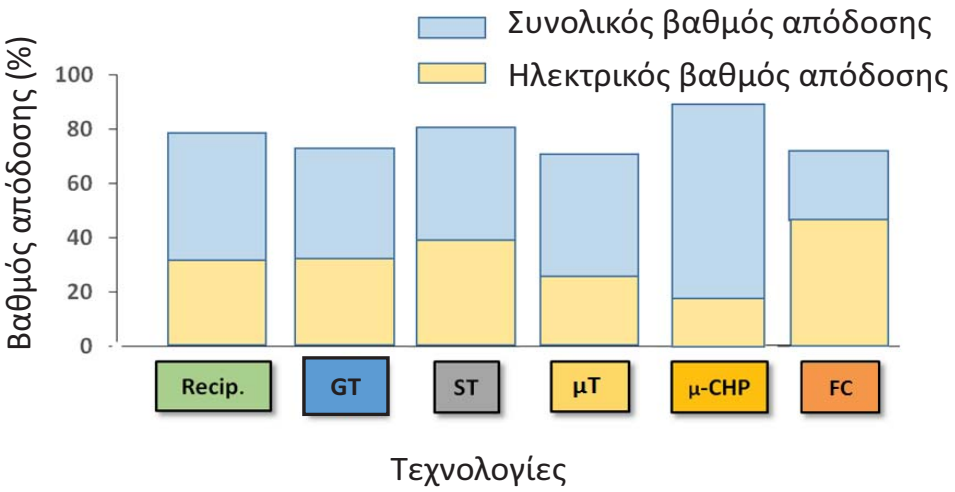


Σχήμα 2 Εύρη κόστους επένδυσης και συνολικού βαθμού απόδοσης των εμπορικά διαθέσιμων τεχνολογιών ΣΗΘ. Recip: Παλινδρομικές μηχανές, ST: ατμοστρόβιλοι, μT: μικροστρόβιλοι, FC: κυψέλλες καυσίμου, GT&CC: μονάδες αεριοστροβίλου και συνδυασμένου κύκλου, μ-CHP: συστήματα Stirling και ORC

Όπως μπορεί να φανεί και από το παραπάνω σχήμα, οι αεριοστρόβιλοι, οι παλινδρομικές μηχανές καθώς και οι ατμοστρόβιλοι έχουν το μικρότερο κόστος επένδυσης, με ειδικά κόστη χαμηλότερα από 1000 €/kW_e. Μεταξύ αυτών των τεχνολογιών, οι ατμοστρόβιλοι και οι

παλινδρομικές μηχανές έχουν σταθερά τον υψηλότερο συνολικό βαθμό απόδοσης ΣΗΘ. Παρόλα αυτά, οι αεριοστρόβιλοι μπορούν να φτάσουν σε υψηλότερους βαθμούς απόδοσης, που μπορεί να ξεπεράσει το 90 %. Οι κυψέλες καυσίμου και τα συστήματα μικρο-συμπαραγωγής είναι προς το παρόν συγκριτικά ακριβότερα, με ειδικά κόστη επένδυσης που μπορεί να ξεπεράσουν τα 4000-5000 €/kW_e, και να φτάσουν ακόμα και τα 6000 €/kW_e, στην περίπτωση των κυψελών καυσίμου. Τα συστήματα μικροσυμπαραγωγής προς το παρόν έχουν τους υψηλότερους συνολικούς βαθμούς απόδοσης, που είναι συγκρίσιμοι με αυτούς των αεριοστροβίλων. Από την άλλη, τα συστήματα κυψελών καυσίμου δεν έχουν φτάσει ακόμα βαθμούς απόδοσης που να ξεπερνούν το 90%. Στο μεσαίο εύρος κόστους και βαθμού απόδοσης βρίσκονται οι μικροστρόβιλοι, με κόστη που κατά μέσο όρο κυμαίνονται γύρω στις 3000 €/kW, αλλά με χαμηλές αλλά σταθερές αποδόσεις στο εύρος μεταξύ 75-80%.

Στο Σχήμα 3 απεικονίζεται ο ηλεκτρικός και ο συνολικός βαθμός απόδοσης των τεχνολογιών ΣΗΘ.



Σχήμα 3 Σύγκριση ηλεκτρικού και θερμικού βαθμού απόδοσης τεχνολογιών ΣΗΘ. Recip: Παλινδρομικές μηχανές, ST: ατμοστρόβιλοι, μT: μικροστρόβιλοι, FC: κυψέλες καυσίμου, GT: μονάδες αεριοστροβίλου, μ-CHP: συστήματα Stirling και ORC

Στη συνέχεια (Πίνακας 3) συνοψίζονται τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά των τεχνολογιών ΣΗΘ.

Πίνακας 3 Βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά τεχνολογιών ΣΗΘ

Σύστημα ΣΗΘ	Λόγος ηλεκτρικής προς θερμική ισχύ	Χρόνος εκκίνησης
Παλινδρομικές μηχανές	0.5 - 2	10 δευτερόλεπτα
Αεριοστρόβιλοι και μονάδες συνδυασμένου κύκλου	0.6 – 1.1	10 λεπτά - 1 ώρα
Ατμοστρόβιλοι	0.07 – 0.3	1 ώρα - 1 μέρα
Μικροστρόβιλοι	0.2 – 0.5	60 δευτερόλεπτα
ORC-Stirling	0.1 – 0.4	20 λεπτά –1 ώρα
Κυψέλλες καυσίμου	1-2	3 ώρες - 2 μέρες

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4) απεικονίζονται τα χαρακτηριστικά της παραγόμενης θερμότητας ανά τεχνολογία ΣΗΘ.

Πίνακας 4 Χαρακτηριστικά παραγόμενης θερμότητας ανά τεχνολογία ΣΗΘ

ΒΑΣΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΗΘ	ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΞΟΔΟΥ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ (°C)
ΜΗΧΑΝΗ ΟΤΤΟ	Θ.Ν Α.Χ.Π	400 – 450
ΜΗΧΑΝΗ DIESEL	Θ.Ν Α.Χ.Π	320 – 450
ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣΜΕΛΕΒΗΤΑΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	Θ.Ν Α.Χ.Π Α.Μ.Π	400 – 600
ΜΙΚΡΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ	Θ.Ν	200 – 300
ΚΥΚΛΟΣ ORC ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΗ STIRLING	Θ.Ν	400 - 500
ΚΥΨΕΛΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	Θ.Ν Α.Χ.Π Α.Μ.Π	140 - 200
ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ ΑΠΟΜΑΣΤΕΥΣΗΣ	Α.Χ.Π Α.Μ.Π	180 – 200

Θ.Ν. = Θερμό Νερό
Α.Χ.Π. = Ατμός Χαμηλής Πίεσης
Α.Μ.Π. = Ατμός Μέσης Πίεσης

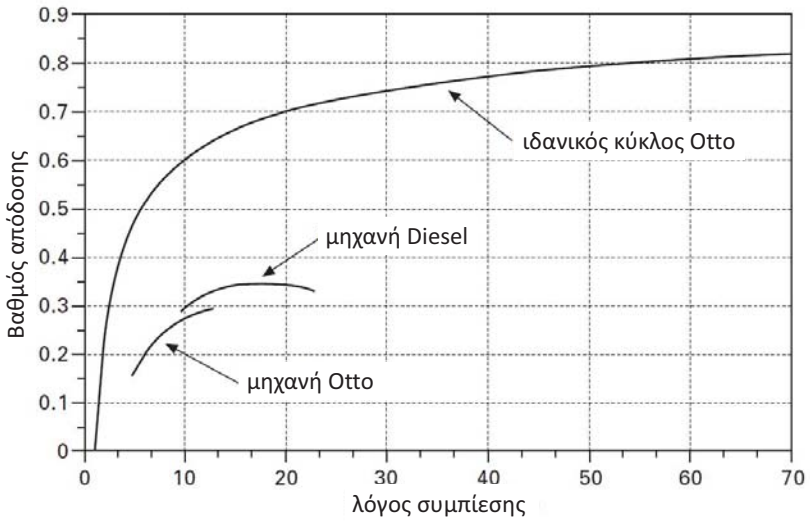
3.2. ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ

3.2.1. Παλινδρομικές μηχανές

Οι παλινδρομικές μηχανές αποτελούν περισσότερο από το 50 % των υφιστάμενων εφαρμογών ΣΗΘ. Ωστόσο, λόγω της μικρότερης κλίμακας ισχύος τους, αντιπροσωπεύουν λιγότερο από το 5 % της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος. Οι παλινδρομικές μηχανές παρουσιάζουν ποικίλα μεγέθη, από συσκευές χειρός μέχρι και πολύ μεγάλους κινητήρες πλοίων. Η τεχνολογία υφίσταται για περισσότερα από 100 έτη και συνεπώς η ωριμότητα καθώς και τα υψηλά επίπεδα παραγωγής ισχύος τους τις καθιστούν τις μια σχετικά φθηνή και αξιόπιστη εφαρμογή. Οι τεχνολογικές βελτιώσεις που έλαβαν χώρα τα τελευταία 30 χρόνια έχουν επιτρέψει στις μηχανές αυτές να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις υψηλού βαθμού

απόδοσης και χαμηλών εκπομπών των σύγχρονων εφαρμογών ΣΗΘ. Επιπλέον, η θερμοκρασία των καυσαερίων των παλινδρομικών μηχανών τις καθιστούν ιδανικές για την παραγωγή ζεστού νερού. Πρόσθετα πλεονεκτήματα αποτελούν ο υψηλός λόγος ισχύος προς βάρος τους, καθώς και η πολύ αποτελεσματική δυναμική λειτουργία τους.

Οι παλινδρομικές μηχανές διακρίνονται στις μηχανές ΟΤΤΟ (σπινθήρα) και DIESEL. Οι μηχανές ΟΤΤΟεμφανίζονται κυρίως σε μικρότερης κλίμακας εφαρμογές. Σε μονάδες μικρής κλίμακας έως 1 MW, αλλά και στις μονάδες μεσαίας κλίμακας οι οποίες ορίζονται μέχρι τα 6 MW, χρησιμοποιούνται αεριομηχανές και κινητήρες DIESEL. Σε μονάδες μεγάλης κλίμακας άνω των 6 MW, χρησιμοποιούνται αποκλειστικά εμβολοφόρες μηχανές DIESEL. Στο επόμενο διάγραμμα (Σχήμα 4) απεικονίζεται η μεταβολή του βαθμού απόδοσης των δύο αυτών κατηγοριών παλινδρομικών μηχανών συναρτήσει του λόγου συμπίεσής τους.

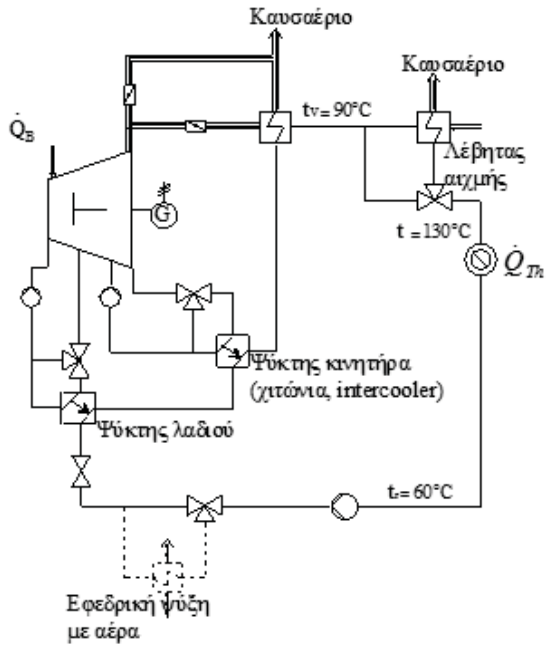


Σχήμα 4 Βαθμοί απόδοσης παλινδρομικών μηχανών

Σε γενικές γραμμές, η λειτουργία τέτοιων μονάδων συμπαραγωγής, όπως αποτυπώνεται στο Σχήμα 5 γίνεται ως εξής:

- Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από γεννήτρια η οποία είναι συνδεδεμένη με τον κινητήρα. Ο κινητήρας καίει καύσιμο εντός των κυλίνδρων του και αξιοποιώντας το έργο που παράγεται από την καύση, το μετατρέπει σε μηχανικό έργο στον άξονά του. Το έργο αυτό μεταφέρεται στον άξονα της γεννήτριας και έτσι παράγεται ηλεκτρική ενέργεια, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα ή να τροφοδοτηθεί στο δίκτυο.
- Η θερμική ενέργεια παράγεται, αξιοποιώντας την απορριπτόμενη θερμότητα του κινητήρα. Κύρια πηγή θερμότητας είναι τα καυσαέρια της μηχανής. Παράλληλα όμως μια εμβολοφόρος μηχανή, κυρίως σε επίπεδο ηλεκτροπαραγωγής, έχει και άλλα εξαρτήματα για την απόρριψη θερμότητας από το σύστημά της, η οποία είναι αναγκαία για την ομαλή λειτουργία της. Τέτοια συστήματα, είναι κυρίως τα διάφορα ψυγεία (ψυγείο λαδιού, νερού και αέρα υπερπλήρωσης), όπως φαίνονται και στο Σχήμα 5. Η διαδικασία της παραγωγής θερμότητας εκκινεί με την απαγωγή θερμότητας από τα ψυγεία και κατόπιν ακολουθεί η

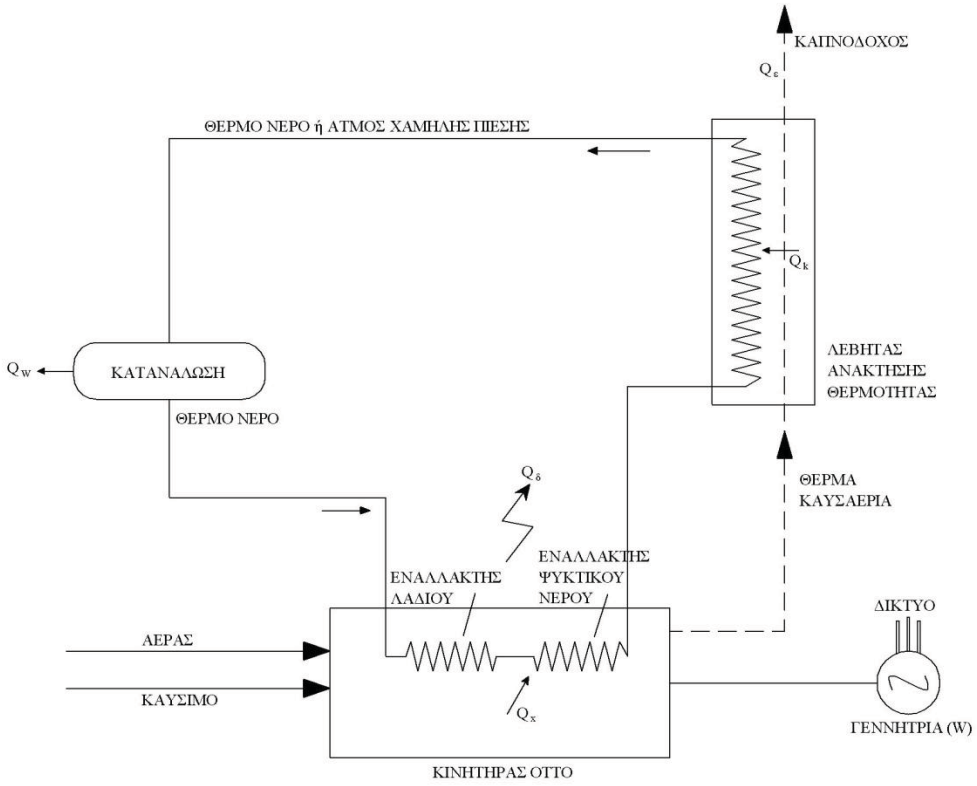
υπερθέρμανση του μέσου (συνήθως νερό), μέσω των καυσαερίων. Το ρευστό (νερό, ατμός), μετά την θέρμανσή του από τα καυσαέρια, είναι κατάλληλο για χρήση σε θερμικές διεργασίες. Σε μερικές περιπτώσεις αναλόγως βέβαια και με τις θερμικές ανάγκες της θερμικής κατανάλωσης, προστίθεται και ένας βοηθητικός μηχανισμός π.χ. λέβητας αιχμής για την κάλυψη των αυξημένων αναγκών.



Σχήμα 5 Σύστημα συμπαραγωγής με παλινδρομική μηχανή [24]

3.2.1.1 Αεριομηχανές κύκλου ΟΤΤΟ με λέβητα ανάκτησης θερμότητας

Οι κινητήρες ΟΤΤΟ χρησιμοποιούν συνήθως καύσιμο αέριο (π.χ. φυσικό αέριο, υγραέριο κλπ.) και παράγουν ηλεκτρική ενέργεια μέσω γεννήτριας, ενώ συγχρόνως παράγεται χρήσιμη θερμική ενέργεια από ανάκτηση θερμότητας στον εναλλάκτη των χιτωνίων, των λιπαντελαίων, του ενδιάμεσου εναλλάκτη αέρα-νερού (intercooler) και από τα καυσαέρια, μέσω ενός ή περισσοτέρων εναλλακτών ανάκτησης θερμότητας. Στο Σχήμα 6 δίνεται σχηματικό διάγραμμα συστήματος ΣΗΘ με μηχανή ΟΤΤΟ.



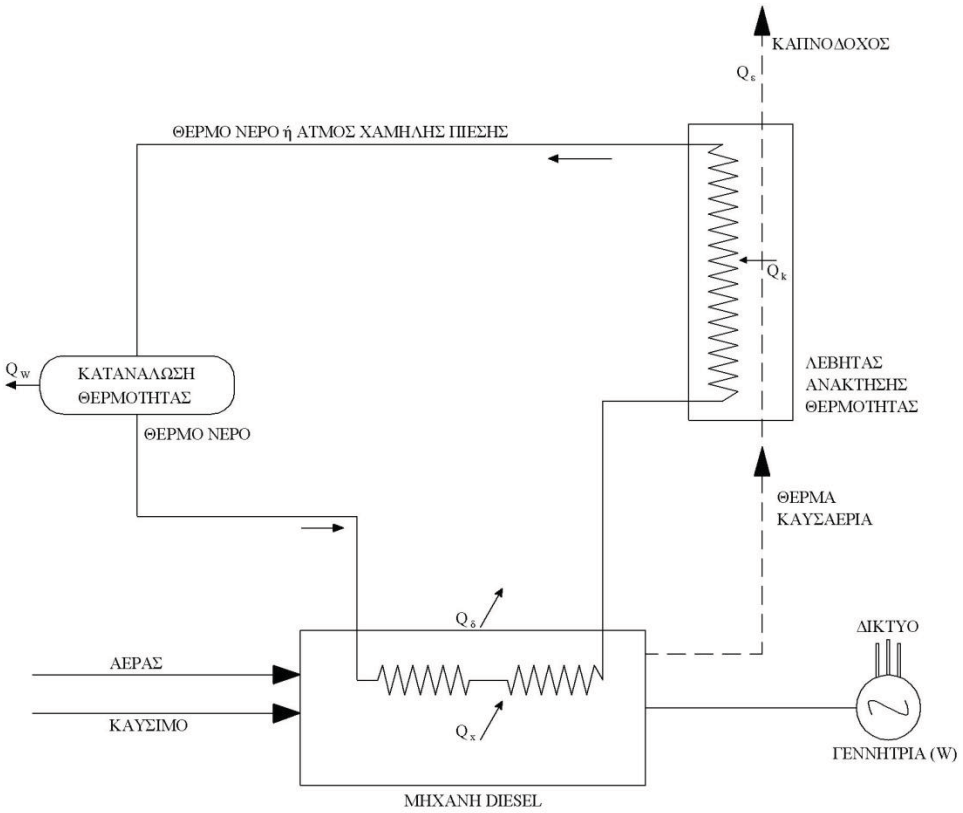
Σχήμα 6 Σχηματικό διάγραμμα συστήματος ΣΗΘ με μηχανή ΟΤΤΟ, εναλλάκτη λαδιού και ψυκτικού νερού και λέβητα ανάκτησης θερμότητας καυσαερίων για παροχή ZNX ή ατμού χαμηλής πίεσης στην εγκατάσταση.

Τα συστήματα ΣΗΘ με κινητήρα ΟΤΤΟ:

- κατασκευάζονται για ισχύ από 1 έως 5000 kW,
- παρουσιάζουν ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης 32-35%, θερμικό βαθμό απόδοσης 40-45 % και ολικό βαθμό απόδοσης 75 - 80%,
- ο λόγος C είναι 0.5 – 0,2 και
- ο μέσος χρόνος ζωής είναι περίπου 10 έτη.

3.2.1.2 Μηχανή DIESEL και λέβητας ανάκτησης θερμότητας για παροχή ZNX ή ατμού χαμηλής πίεσης

Στην περίπτωση αυτή, ο κινητήρας DIESEL κινεί την ηλεκτρογεννήτρια και συγχρόνως διατίθεται χρήσιμη θερμική ενέργεια από την ανάκτηση θερμότητας, από τον εναλλάκτη των χιτωνίων και από τα καυσαέρια μέσω του λέβητα ανάκτησης θερμότητας. Το καύσιμο είναι συνήθως πετρέλαιο. Στο Σχήμα 7 δίνεται σχηματικό διάγραμμα συστήματος ΣΗΘ με μηχανή Diesel.



Σχήμα 7 Σχηματικό διάγραμμα συστήματος ΣΗΘ με μηχανή Diesel, εναλλάκτη λαδιού και ψυκτικού νερού χιτωνίων και λέβητα ανάκτησης θερμότητας καυσαερίων, για παροχή ΖΝΧ ή ατμού χαμηλής πίεσης.

Τα συστήματα ΣΗΘ με κινητήρα Diesel:

- κατασκευάζονται για ισχύ από 100 έως και λίγο μεγαλύτερη των 20000 kW,
- παρουσιάζουν ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης 35-40%, θερμικό βαθμό απόδοσης 40-45% και ολικό βαθμό απόδοσης 70 - 80%,
- ο λόγος C είναι 0,7 – 0,2 και
- ο μέσος χρόνος ζωής είναι περίπου 15 - 20 έτη.

3.2.2. Αεριοστρόβιλοι

Η τεχνολογία των αεριοστροβίλων αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 50 % της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος ΣΗΘ. Πρόκειται για την ίδια τεχνολογία που χρησιμοποιείται σε αεροσκάφη, ενώ πολλοί προερχόμενοι από αεροπορικούς κινητήρες χρησιμοποιούνται σε επίγειες σταθερές εφαρμογές. Οι αεριοστρόβιλοι εμφανίζονται σε διάφορα μεγέθη, από μικροστροβίλους (που εξετάζονται χωριστά) μέχρι και στροβίλους μεγάλης κλίμακας που χρησιμοποιούνται σε κεντρικούς σταθμούς παραγωγής ενέργειας. Για εφαρμογές ΣΗΘ, το πιο οικονομικό εύρος εφαρμογής είναι σε κλίμακες ισχύος πάνω από 5 MW, ενώ εφαρμογές εμφανίζονται και σε επίπεδα ισχύος εκατοντάδων MW. Η υψηλή

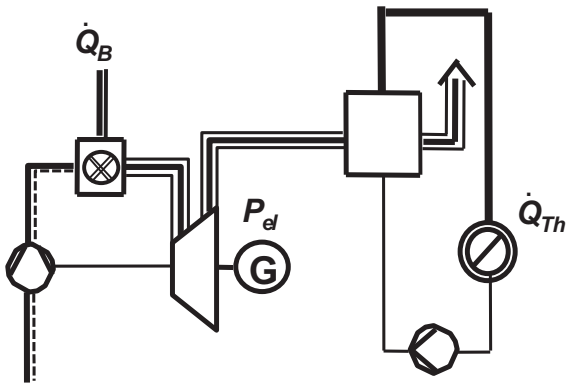
θερμοκρασία των καυσαερίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ατμού υψηλής πίεσης, καθιστώντας έτσι τα συστήματα ΣΗΘ αεριοστροβίλων πολύ ελκυστικά για βιομηχανικές εργασίες.

Τα συστήματα συμπαραγωγής με χρήση αεριοστροβίλου διαχωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: Στα συστήματα ανοικτού τύπου και στα συστήματα κλειστού τύπου.

Συστήματα αεριοστροβίλου ανοικτού κύκλου

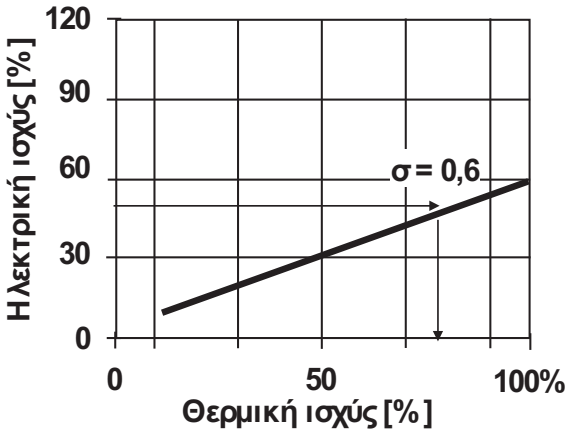
Οι στρόβιλοι ανοικτού κύκλου αποτελούν την πιο διαδεδομένη μορφή αεριοστροβίλου σε μονάδες μετατροπής ενέργειας. Σε μία αεριοστροβιλική μονάδα ανοικτού κύκλου, πραγματοποιείται καύση καυσίμου που εισέρχεται στο θάλαμο καύσης, με συμπιεσμένο αέρα, ενώ τα καυσαέρια αποτονώνονται στο στρόβιλο. Τα καυσαέρια, μετά την εκτόνωση εξέρχονται από το στρόβιλο σε θερμοκρασίες 300-600°C. Ο βαθμός απόδοσης αυτών των συστημάτων, για καθαρή ηλεκτροπαραγωγή, είναι σχετικά χαμηλός, της τάξης του 35%. Η κύρια αιτία του χαμηλού βαθμού απόδοσης είναι η ισχύς που απαιτείται για την κίνηση του συμπιεστή, αλλά και οι μεγάλες απώλειες των καυσαερίων, λόγω της υψηλής θερμοκρασίας τους. Ταυτόχρονα όμως αυτές οι υψηλές θερμοκρασίες εξόδου των καυσαερίων καθιστούν αυτά τα συστήματα ιδανικά για συμπαραγωγή, ιδιαίτερα στην περίπτωση που απαιτείται θερμότητα σε υψηλή θερμοκρασία (π.χ. διυλιστήρια). Η χρήση αεριοστροβίλου σε μονάδες συμπαραγωγής, οδηγεί σε εγκαταστάσεις με συνολικό βαθμό απόδοσης μεγαλύτερο του 60 %, που μπορεί να φτάσει έως και 80 %.

Η παραγωγή τις θερμότητας μπορεί να επιτευχθεί με αρκετούς τρόπους. Οι βασικότεροι περιλαμβάνουν, είτε την άμεση χρησιμοποίηση των καυσαερίων σε θερμικές διεργασίες όπως είναι η ξήρανση, θέρμανση, κ.λπ. είτε τη χρησιμοποίηση των καυσαερίων σε Λ.Α.Θ., όπου παράγεται ατμός υψηλού ενεργειακού επιπέδου κατάλληλος τόσο για θερμικές διεργασίες όσο και για περαιτέρω ηλεκτροπαραγωγή.



Σχήμα 8 Σύστημα συμπαραγωγής αεροστροβίλου ανοικτού τύπου με Λέβητα Ανάκτησης Θερμότητας (Λ.Α.Θ) [24]

Το σύστημα συμπαραγωγής με αεριοστρόβιλο, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 8, έχει το μειονέκτημα του σταθερού λόγου ηλεκτρικής προς θερμική ισχύ (σ=ct), με αποτέλεσμα να μην παρουσιάζει ευελιξία, όπως φαίνεται στο Σχήμα 9.

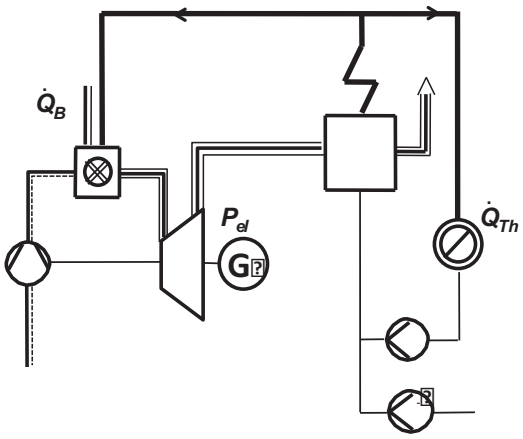


Σχήμα 9 Ηλεκτρική και θερμική ισχύς συστήματος συμπαραγωγής με αεριοστρόβιλο ανοιχτού τύπου [24]

Συστήματα αεριοστροβίλου ανοικτού κύκλου με έγχυση ατμού στο θάλαμο καύσης

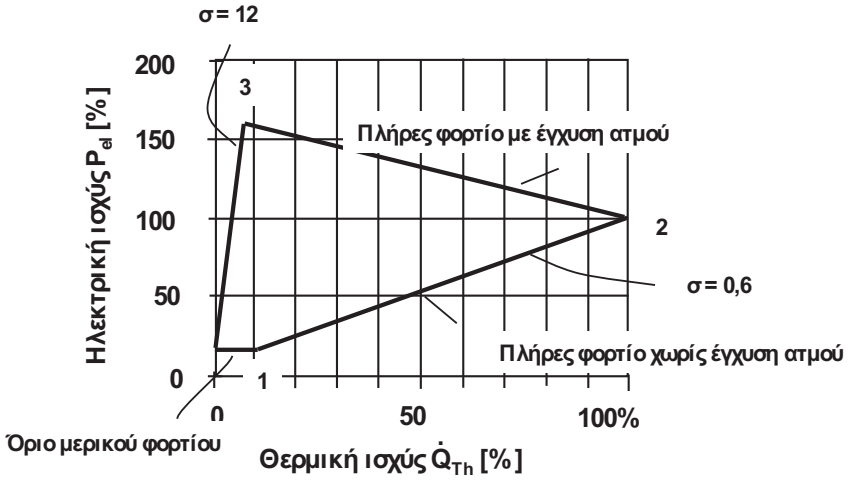
Προκειμένου να αυξηθεί η ευελιξία των συστημάτων συμπαραγωγής με αεριοστρόβιλο, υπάρχει η δυνατότητα εγκατάστασης λέβητα ανάκτησης θερμότητας στα καυσαέρια του αεριοστροβίλου, στον οποίο παράγεται ατμός, ο οποίος χρησιμοποιείται για την παραγωγή ωφέλιμης θερμότητας. Όμως, στις περιόδους που η ζήτηση θερμότητας είναι χαμηλή, ο ατμός, ο οποίος δε χρησιμοποιείται οδηγείται στο θάλαμο καύσης του αεριοστροβίλου με αποτέλεσμα να αυξάνεται η παραγόμενη ισχύς, λόγω αύξησης της παροχής μάζας στον αεριοστρόβιλο. Έτσι η εγκατάσταση μπορεί να λειτουργήσει μεταξύ μίας λειτουργίας μέγιστης παραγωγής ωφέλιμης θερμότητας (με ελάχιστη έγχυση ατμού στο θάλαμο καύσης), έως μία λειτουργία μέγιστης ηλεκτροπαραγωγής, με μέγιστη έγχυση ατμού στο θάλαμο καύσης και ελάχιστη παραγωγή ωφέλιμης θερμότητας (Πολύ μεταβλητός λόγος ηλεκτρικής προς θερμική ενέργεια). Ο κύκλος αυτός λειτουργίας ονομάζεται “Cheng Cycle” ή STIG (Steam Injection Gas turbine) και απεικονίζεται στο Σχήμα 10.

Στα βασικά πλεονεκτήματα μίας τέτοια εγκατάστασης περιλαμβάνονται το χαμηλό κόστος επένδυσης, για σχετικά καλούς βαθμούς απόδοσης, η μικρή πολυπλοκότητα της μονάδας, στην οποία είναι δυνατή και η λειτουργία χωρίς επιτήρηση, καθώς επίσης και η γρήγορη αλλαγή φορτίου που δίνει τη δυνατότητα αντιμετώπισης φορτίων αιχμής.



Σχήμα 10 Σύστημα συμπαραγωγής με αεριοστρόβιλο ανοιχτού τύπου και έγχυση ατμού στο θάλαμο καύσης [24]

Στο Σχήμα 11, παρουσιάζεται η περιοχή λειτουργίας μίας εγκατάστασης που λειτουργεί σύμφωνα με τον κύκλο Cheng.



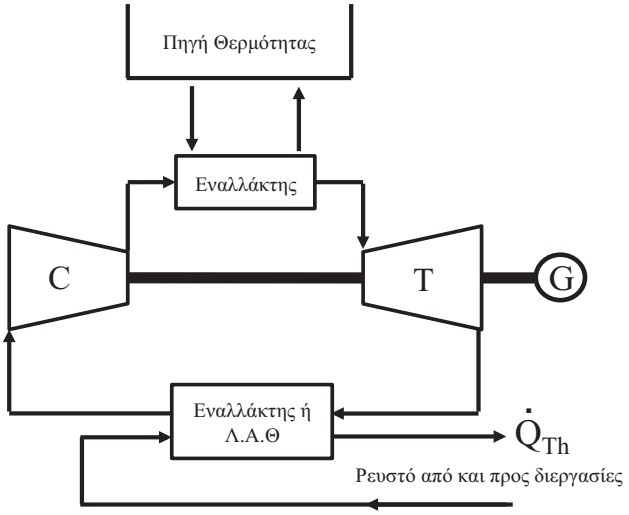
Σχήμα 11 Περιοχή λειτουργίας εγκατάστασης με αεριοστρόβιλο και έγχυση ατμού στο θάλαμο καύσης [24]

Συστήματα αεριοστροβίλου κλειστού τύπου

Στα συστήματα κλειστού κύκλου (Σχήμα 12), το ρευστό που κυκλοφορεί είναι συνήθως αέρας ή ήλιο. Σε τέτοια συστήματα, το ρευστό μετά τη συμπίεσή του, θερμαίνεται με χρήση εναλλάκτη θερμότητας, μέχρι κάποια κατάλληλη θερμοκρασία και μετά εκτονώνεται στο στρόβιλο για την παραγωγή ενέργειας. Μετά την έξοδο από το στρόβιλο το ρευστό οδηγείται σε άλλον εναλλάκτη, για την ψύξη του και την εκ νέου εισαγωγή του στο συμπιεστή, για την επανάληψη του κύκλου.

Το βασικότερο πλεονέκτημα αυτών των συστημάτων έναντι των αεριοστροβίλων ανοικτού τύπου είναι ότι το εργαζόμενο ρευστό δε συμμετέχει στην καύση (εξωτερική). Λόγω αυτού, το

ρευστό που ρέει εντός των διαφόρων τμημάτων της εγκατάστασης είναι πλήρως καθαρό με αποτέλεσμα να αποφεύγεται η μηχανική και η χημική διάβρωσή τους. Επιπλέον, λόγω του γεγονότος ότι η καύση δεν εκτελείται στον θάλαμο καύσης ενός αεριοστροβίλου, αλλά σε εξωτερική εγκατάσταση, δεν υπάρχει περιορισμός στο είδος του χρησιμοποιούμενου καυσίμου. Με λίγα λόγια, ένα σύστημα αεριοστροβίλου κλειστού τύπου επιτρέπει την ενεργειακή αξιοποίηση καυσίμων όπως ο άνθρακας, η βιομάζα ή ακόμα και θερμότητας η οποία προέρχεται από ηλιακούς συλλέκτες ή από κάποια άλλη πηγή θερμότητας.



Σχήμα 12 Σύστημα συμπαραγωγής με αεριοστρόβιλο κλειστού τύπου

Ένα βασικό μειονέκτημα αυτών των εγκαταστάσεων είναι, ότι λόγω του ότι η συναλλαγή θερμότητας πραγματοποιείται μέσω ενός εναλλάκτη αερίου-αερίου (άρα με μέσα με χαμηλό συντελεστή μετάδοσης θερμότητας), ο εναλλάκτης αυτός έχει πολύ μεγάλη επιφάνεια συναλλαγής, με αποτέλεσμα να είναι αντιοικονομικές εγκαταστάσεις με πολλά προβλήματα στεγανοποίησης.

Τα συστήματα ΣΗΘ με αεριοστρόβιλο ανοικτού κυκλώματος και λέβητα ανάκτησης θερμότητας των καυσαερίων:

- κατασκευάζονται για ισχύ από 100 έως 30000 kW,
- παρουσιάζουν ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης 25 – 35%, θερμικό βαθμό απόδοσης 55 – 60% και ολικό βαθμό απόδοσης 85 – 90%,
- ο λόγος C είναι 0.6 – 1.1 και
- ο μέσος χρόνος ζωής είναι περίπου 15 - 20 έτη.

3.2.3. Μικροστρόβιλος (microturbine)

Οι μικροστρόβιλοι είναι στην ουσία πολύ μικροί αεριοστρόβιλοι. Αναπτύχθηκαν ως πηγές ισχύος για στάσιμες και κινητές εφαρμογές τα τελευταία έτη. Αρχικά βασίζονταν στην τεχνολογία στροβιλοσυμπιεστών φορτηγών που αξιοποιούν την ενέργεια των καυσαερίων για να συμπιέσουν τον αναρροφόμενο αέρα της μηχανής. Οι μικροστρόβιλοι είναι μηχανικά

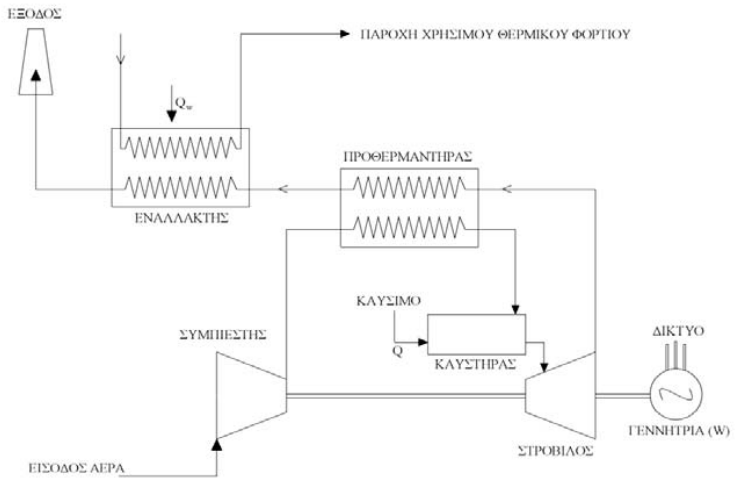
απλές, μικρών διαστάσεων κατασκευές. Παλαιότερα υπήρχε ένα μεγάλο πλήθος ανταγωνιστικών συστημάτων υπό ανάπτυξη, κυρίως κατά τη δεκαετία του 1990. Σήμερα, ύστερα από μία περίοδο εμπορικής διάδοσης, τα εμπορικά συστήματα μικροστροβίλων ΣΗΘ έχουν κλίμακα ισχύος που κυμαίνεται μεταξύ 30-250 kW για συστήματα απλού στροβίλου, ενώ μπορούν να φτάσουν και τα 1000 kW για συστήματα πολλαπλών στροβίλων.

Το σύστημα ΣΗΘ με μικροστρόβιλο είναι κατά κανόνα μονάδα μικρού μεγέθους, υψηλής ταχύτητας και συμπεριλαμβάνει το στρόβιλο (turbine), το συμπιεστή (compressor), τη γεννήτρια και τα ηλεκτρονικά ισχύος για τη σύνδεσή τους με το δίκτυο.

Τυπικά, λειτουργεί με καύσιμο το φυσικό αέριο, αλλά δέχεται για τη λειτουργία της και άλλα βιομηχανικά καύσιμα, όπως προπάνιο, ελαφρύ πετρέλαιο (diesel) και κηροζίνη, αλλά και ανανεώσιμα καύσιμα όπως βιοαέριο ή αέριο σύνθεσης από αεριοποίηση στερεής βιομάζας.

Κατά τη λειτουργία της μηχανής, ο αέρας εισέρχεται στο συμπιεστή και μετά από τη συμπίεσή του στα 3-5 barδιέρχεται από τον προθερμαντήρα, όπου η θερμοκρασία αυξάνεται από τα καυσαέρια εκτόνωσης. Στη συνέχεια, ο αέρας εισέρχεται στον καυστήρα, όπου αναμειγνύεται με το καύσιμο, το οποίο αναφλέγεται και καίγεται. Ο αναφλεκτήρας (ignitor) χρησιμοποιείται μόνο κατά τη διάρκεια της εκκίνησης και κατόπιν η φλόγα είναι αυτοσυντηρούμενη. Τα καυσαέρια μετά την καύση εισέρχονται στο στρόβιλο σε θερμοκρασία 900-950 °C όπου και εκτονώνονται μετατρέποντας τη θερμική ενέργεια σε μηχανική. Τα αέρια που εξέρχονται από το στρόβιλο εισέρχονται στον προθερμαντήρα και στη συνέχεια στον εναλλάκτη θερμότητας (θερμαντική στήλη) για την πρόσδοση θερμότητας και τη θέρμανση νερού.

Στο Σχήμα 13 απεικονίζεται η διάταξη και ο τρόπος λειτουργίας του μικροστροβίλου.



Σχήμα 13 Διάταξη και τρόπος λειτουργίας μικροστροβίλου

Οι μικροστρόβιλοι είναι κατάλληλοι για εφαρμογές αποκεντρωμένης παραγωγής λόγω της ευελιξίας τους όσον αφορά τη διασυνδεσιμότητά τους. Σε αυτές τις εφαρμογές, η αξιοπιστία

είναι πολύ σημαντική καθώς οι τοποθεσίες αυτές μπορεί να βρίσκονται μακριά από το δίκτυο και ως εκ τούτου τυχόν προβλήματα στη λειτουργία έχουν μεγάλες αρνητικές οικονομικές συνέπειες.

Σε γενικές γραμμές η διαθεσιμότητα εμπορικών μικροστροβίλων είναι περιορισμένη καθώς η δυναμικότητα παραγωγής τους δεν έχει φτάσει οικονομικά αποδεκτά επίπεδα.

Οι κυριότερες προκλήσεις για την τεχνολογία ποικίλλουν. Αφενός, εξαιτίας του μικρού τους μεγέθους, είναι πολύ ακριβή η κατασκευή πτερυγίων που να ελαχιστοποιούν τις απώλειες διακένων αποτελεσματικά. Επιπλέον, λόγω της μικρής διαμέτρου τους σε συνδυασμό με τη μικρή τους ισχύ, οι μικροστρόβιλοι πρέπει να λειτουργούν σε πολύ υψηλές ταχύτητες για να λειτουργήσουν με καλό βαθμό απόδοσης.

Στην περίπτωση που ο μικροστρόβιλος είναι συνδεδεμένος στο δίκτυο, το σύστημα ελέγχου ακολουθεί συνήθως το θερμικό φορτίο. Η παραγόμενη ηλεκτρική ή θερμική ισχύς του μικροστροβίλου μπορεί να μειωθεί με μείωση της περιστροφικής ταχύτητας του άξονα. Ταυτόχρονα μειώνεται και η θερμοκρασία εισόδου των καυσαερίων στο στρόβιλο ώστε να αποφευχθεί η αύξηση της θερμοκρασίας των καυσαερίων στην είσοδο του προθερμαντήρα. Αυτό επηρεάζει το σημείο λειτουργίας του μικροστροβίλου και το βαθμό απόδοσής του.

Οι μικροστρόβιλοι λειτουργούν ιδανικά με καλής ποιότητας καύσιμα όπως φυσικό αέριο, υγροποιημένο πετρελαϊκό αέριο, dieselκαι κηροζίνη. Στην περίπτωση που γίνεται χρήση χαμηλής ποιότητας καυσίμου, όπως βιοαέριο ή βιομηχανικά καυσαέρια, το καύσιμο συχνά περιέχει οξέα συστατικά και μπορεί να απαιτεί προεπεξεργασία. Οι μικροστρόβιλοι έχουν χαμηλό χρόνο εκκίνησης και διακοπής λειτουργίας, της τάξεως των λίγων λεπτών.

Τα συστήματα ΣΗΘ με μικροστροβίλους:

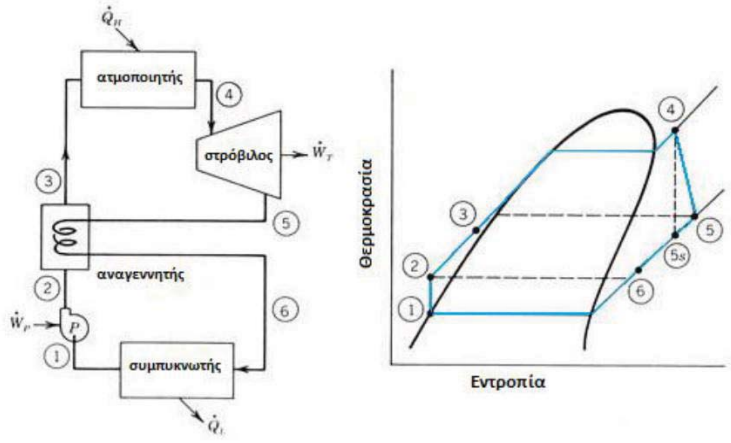
- κατασκευάζονται για ισχύ 30 έως 300 kW
- παρουσιάζουν ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης 20÷30%, θερμικό βαθμό απόδοσης 40-45% (στην περίπτωση της εγκατάστασης συστήματος ανάκτησης θερμότητας έως και 65%) και ολικό βαθμό απόδοσης 70÷80%,
- ο λόγος C είναι 0.2÷0.5 και
- ο μέσος χρόνος ζωής είναι περίπου 15 έτη.

3.2.4. Κύκλος ORC

Μεταξύ των σύγχρονων τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται για αποκεντρωμένη παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού, τα συστήματα ORC είναι εμπορικά διαθέσιμα σε κλίμακες ισχύος κάτω των2MW. Αυτό διότι σε αυτά τα εύρη ισχύος, ο συμβατικός κύκλος Rankine νερού-ατμού γίνεται πολύ αναποτελεσματικός με αυξημένο κόστος, λόγω των πολύ υψηλών πιέσεων και θερμοκρασιών. Η εφαρμογή του κύκλου ORC βασίζεται στη δυνατότητα αντικατάστασης του νερού ως εργαζόμενου μέσου με μια οργανική ουσία χαμηλότερης θερμοκρασίας ατμοποίησης. Αυτό επιτρέπει τη λειτουργία του συστήματος σε πολύ χαμηλότερες θερμοκρασίες και πιέσεις, με μικρότερη παραγωγή ισχύος. Μικρά συστήματα συμπαραγωγής από βιομάζα είναι ήδη εμπορικά διαθέσιμα από διάφορους κατασκευαστές. Η

ισχύς των συστημάτων αυτών κυμαίνεται μεταξύ 100-160 kW. με λόγο θερμικής προς ηλεκτρική ισχύ ίσο περίπου με 5:1.

Ο ORC είναι ένας κύκλος παρόμοιος με τον απλό κύκλο Clausius-Rankine με βασική διαφορά ότι το εργαζόμενο μέσο είναι κάποιο οργανικό μέσο αντί του νερού-ατμού. Ο ORC συνίσταται στην ατμοποίηση του οργανικού μέσου και κατόπιν την εκτόνωσή του σε στρόβιλο προς παραγωγή μηχανικού έργου. Το χαμηλής πίεσης ρεύμα που εξέρχεται από το στρόβιλο συμπυκνώνεται και μετά επανέρχεται με τη βοήθεια αντλίας στην υψηλή πίεση του κύκλου. Βάσει των παραπάνω είναι εύκολα κατανοητό ότι τα κύρια στοιχεία μιας τέτοιας εγκατάστασης είναι παρόμοια με μίας συμβατικής ατμοηλεκτρικής εγκατάστασης. Σε άλλες εκδοχές το σύστημα περιλαμβάνει και έναν αναγεννητή με σκοπό την αύξηση της απόδοσης της εγκατάστασης. Αναφορικά με την πολυπλοκότητά του το σύστημα ORC είναι κατά τι απλούστερο από αυτό ενός κύκλου ατμού καθώς δεν υπάρχει η ανάγκη ύπαρξης τυμπάνου συνδεδεμένου με τον λέβητα, αντί αυτού αρκεί ένας μοναδικός εναλλάκτης θερμότητας για να υλοποιήσει τις τρεις φάσεις της θέρμανσης του εργαζόμενου μέσου. Έτσι, μία τυπική διάταξη που υλοποιεί τον οργανικό κύκλο Rankine αποτελείται από τις συνιστώσες που φαίνονται στο σχήμα που ακολουθεί.



Σχήμα 14 Κύκλος ORC

Πέραν από τον υποκρίσιμο ORC, έντονο επιστημονικό ενδιαφέρον συγκεντρώνει και ο υπερκρίσιμος κύκλος ORC, ο οποίος είναι αντικείμενο μελέτης και της παρούσας εργασίας, και υπερτερεί έναντι του υποκρίσιμου ORC λόγω των μειωμένων εξεργειακών απωλειών που συνεπάγεται πιο αποδοτική αξιοποίηση της θερμότητας. Άλλωστε, ο υπερκρίσιμος κύκλος είναι πιο εφικτός στα οργανικά μέσα καθώς το κρίσιμο σημείο επιτυγχάνεται σε χαμηλότερες πιέσεις και θερμοκρασίες σε σύγκριση με το νερό. Η βασική διαφοροποίηση υπερκρίσιμου έναντι του υποκρίσιμου κύκλου, όπως είναι προφανές, είναι ότι μετά την αντλία το οργανικό μέσο έχει αποκτήσει αρκετά υψηλότερη πίεση ώστε η θέρμανση από τον εναλλάκτη να το μετατρέπει σε υπερκρίσιμο ρευστό χωρίς να μεσολαβεί διφασική περιοχή, όπως στον υποκρίσιμο κύκλο.

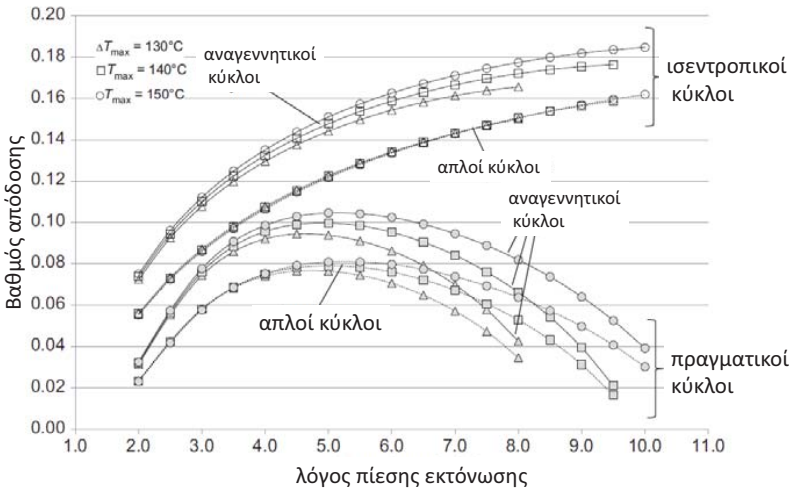
Ο βαθμός απόδοσης των συστημάτων οικιακής συμπαραγωγής με κύκλο ORCείναι σχετικά χαμηλός, καθώς δεν υπερβαίνει το 10 %. Ωστόσο η τεχνολογία διαθέτει επιπλέον πλεονεκτήματα, όπως αξιοπιστία, ασφάλεια, χαμηλό θόρυβο ενώ σχετίζεται με μειωμένες εκπομπές ρύπων.

Παράλληλα, όσον αφορά την ευελιξία της τεχνολογίας, τα πλεονεκτήματα του κύκλου ORCείναι τα ακόλουθα:

- παρέχουν τη δυνατότητα εκμετάλλευσης θερμικών ροών σε χαμηλές θερμοκρασίες, όπως καυσαέρια που εξέρχονται από ένα λέβητα, ή το ζεστό νερό που παράγεται από ηλιακούς συλλέκτες για την παραγωγή ηλεκτρισμού.
- μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αποτελεσματική αξιοποίηση βιομάζας σε αποκεντρωμένη συμπαραγωγή, γεγονός που καθιστά την τεχνολογία ελκυστική καθώς μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένο κόστος μεταφοράς του καυσίμου.
- η τεχνολογία ORC δίνει τη δυνατότητα να αποδεσμεύεται ως ένα βαθμό η παραγωγή ηλεκτρισμού από τη διαθεσιμότητα της πηγής θερμότητας με την εφαρμογή αποθήκευσης ζεστού νερού μεταξύ του λέβητα, των ηλιακών συλλεκτών και του κύκλου.

Όσον αφορά την οικονομικότητα, το κόστος λειτουργίας συστημάτων ORCγια οικιακή συμπαραγωγή είναι πολύ μειωμένο, ενώ το κόστος αγοράς είναι υψηλό, καθώς είναι μία αναπτυσσόμενη τεχνολογία προς το παρόν και η αγορά σχετικά περιορισμένη.

Ο βαθμός απόδοσης ενός απλών και αναγεννητικών συστημάτων ORCχαμηλής θερμοκρασίας ως συνάρτηση του λόγου πίεσης εκτόνωσης απεικονίζεται στο Σχήμα 15.

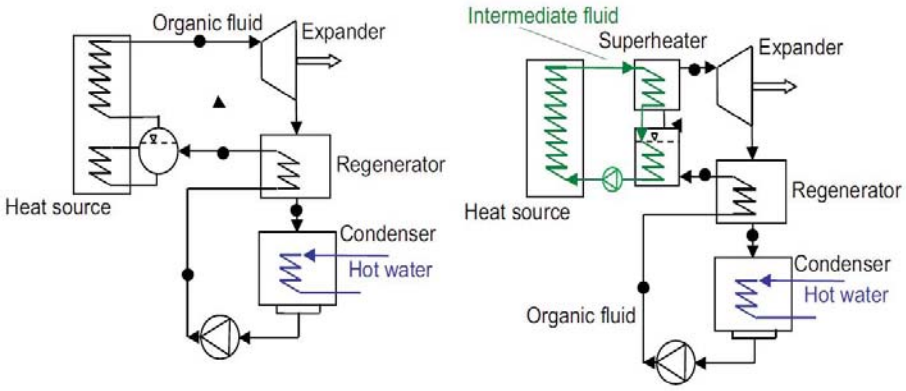


Σχήμα 15 Βαθμός απόδοσης συστήματος ORC. Εργαζόμενο μέσο: R245fa, θερμοκρασία συμπύκνωσης 40 °C

Πρέπει να σημειωθεί πως η θερμοκρασία συμπύκνωσης του κύκλου ORC, η οποία και είναι άμεσα συνδεδεμένη με την παραγωγή θερμότητας, επηρεάζει πολύ το βαθμό απόδοσης

του κύκλου. Όταν αυτή είναι στους 40 °C, παραγόμενη θερμότητα επαρκεί για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ή για θέρμανση χώρου με χρήση πάνελ ακτινοβολίας. Σημειώνεται πως για θέρμανση χώρου με πιο συμβατικά συστήματα είναι αναγκαία υψηλότερη θερμοκρασία, ίση με τουλάχιστον 60 °C.

Μία βασική σχεδιαστική παράμετρος των συστημάτων ORCείναι ο τρόπος σύνδεσης μεταξύ του ρεύματος της πηγής θερμότητας και του εργαζόμενου μέσου του κύκλου. Έτσι η σύνδεση αυτή μπορεί να είναι άμεση ή έμμεση, όπως απεικονίζεται και στο Σχήμα 16. Στην περίπτωση της άμεσης διασύνδεσης, το ρευστό της πηγής θερμότητας διέρχεται απευθείας από τον ατμοποιητή του κύκλου ORC, ενώ στην περίπτωση της έμμεσης σύνδεσης, γίνεται χρήση ενός ενδιάμεσου κυκλώματος για τη μεταφορά θερμότητας από την πηγή θερμότητας (πχ. λέβητας) στο εργαζόμενο μέσο. Η εφαρμογή άμεσων συστημάτων δίνει τη δυνατότητα χρήσης τυποποιημένων συστημάτων με καθορισμένα στοιχεία εξοπλισμού για διάφορες εφαρμογές: ανάκτηση απορριπτόμενης θερμότητας από μικρές βιομηχανικές διεργασίες, αξιοποίηση ηλιακής ενέργειας ή γεωθερμίας καθώς και ενσωμάτωση με μηχανές εσωτερικής καύσης ή λέβητες βιομάζας.



Σχήμα 16 Άμεση και έμμεση σύνδεση της πηγής θερμότητας με το σύστημα ORC

Οι μηχανές ORC:

- κατασκευάζονται συνήθως για ισχύ από 1 έως 3000 kW.
- παρουσιάζουν ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης 5-20%, θερμικό βαθμό απόδοσης 70-85 % και ολικό βαθμό απόδοσης 85-95%,

3.2.5. Μηχανή Stirling

Η μηχανή Stirling είναι μια μηχανή εξωτερικής καύσης. Το εργαζόμενο αέριο (υδρογόνο, ήλιο, κλπ.) συμπιέζεται εναλλάξ σε ένα ψυχρό και ένα θερμό κύλινδρο και εκτονώνεται σε διάταξη κυλίνδρου δύο εμβόλων, με αποτέλεσμα την περιστροφή στροφαλοφόρου άξονα. Ο θεωρητικός κύκλος Stirling απεικονίζεται στο Σχήμα 17.

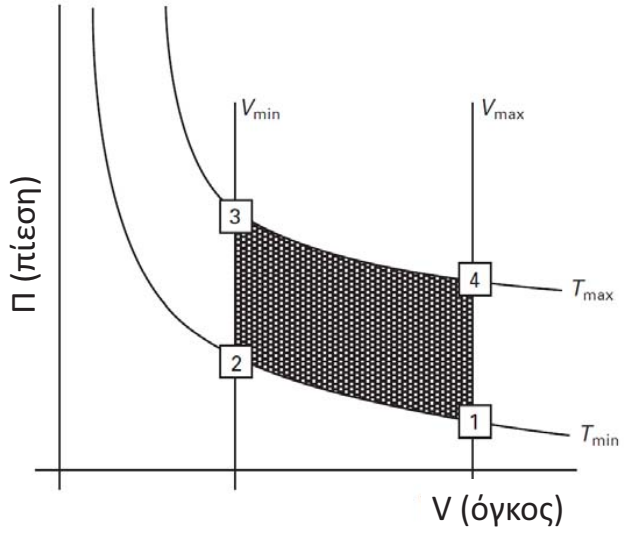
Τα σημεία του κύκλου είναι τα ακόλουθα:

1. Το εργαζόμενο αέριο βρίσκεται στο μέγιστο όγκο και στην ελάχιστη θερμοκρασία και περιέχεται στο ψυχρό μέρος του κυλίνδρου. Το έμβολο εξωθεί το αέριο προς το

θερμό μέρος του κυλίνδρου χωρίς να παράγει θερμότητα και χωρίς να αυξάνει τη θερμοκρασία του. Στην πραγματικότητα, φυσικά, θα πρέπει να καταναλωθεί έργο για τη συμπίεση του ψυχρού αερίου στο θερμό μέρος του κυλίνδρου και αναπόφευκτα η θερμοκρασία αυξάνεται πριν το αέριο μεταβεί στην κατάσταση 2.

2. Στο σημείο αυτό, προσδίδεται θερμότητα στο αέριο και αυξάνεται η θερμοκρασία και η πίεσή του μέχρι να φτάσει στην κατάσταση 3.
3. Από το σημείο 3 μέχρι το σημείο 4, το αέριο εκτονώνεται, ασκώντας έργο στο έμβολο. Σε αυτό το στάδιο παράγεται ωφέλιμη ισχύς από τη μηχανή.
4. Στο σημείο 4, το αέριο έχει το μέγιστο όγκο και μετακινείται προς το ψυχρό μέρος της μηχανής όπου ψύχεται ώστε να ξεκινήσει τον καινούργιο κύκλο.

Θεωρητικά, το έργο της μηχανής είναι ίσο με το εμβαδόν της σκιασμένης περιοχής που απεικονίζεται στο Σχήμα 17.



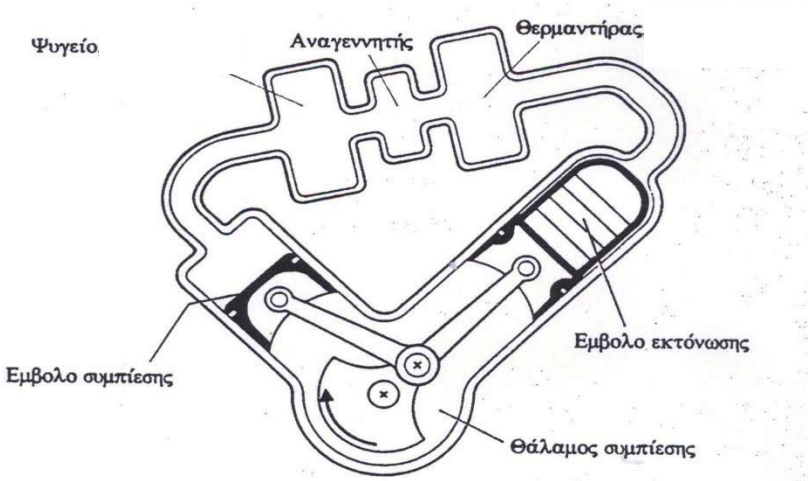
Σχήμα 17 Θεωρητικός θερμοδυναμικός κύκλος μηχανής Stirling

Η μηχανή εργάζεται με θερμότητα από μια εξωτερική πηγή: καυσαέρια υψηλής θερμοκρασίας από την άμεση καύση καυσίμου εισάγονται στον εναλλάκτη θέρμανσης της μηχανής σε υψηλή θερμοκρασία και θερμότητα μεταφέρεται στη μηχανή. Η θερμοκρασία λειτουργίας του εναλλάκτη αυτού είναι μεταξύ 700 και 800 °C. Κατά συνέπεια το θερμό μέρος της μηχανής μπορεί να βρίσκεται μέχρι και στους 800 °C ενώ το ψυχρό μέρος της βρίσκεται περίπου στους 80 °C.Στη μηχανή, θερμότητα μετατρέπεται σε έργο και θερμότητα χαμηλής θερμοκρασίας απορρίπτεται στον ψύκτη. Ο τελευταίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή θερμότητας χαμηλής θερμοκρασίας (40-60 °C). Οι μηχανές Stirling είναι εμπορικά διαθέσιμες με καθαρή ηλεκτρική ισχύ που κυμαίνεται μεταξύ 35 και 140 kW. Η εξωτερική καύση στις μηχανές Stirling επιτρέπει τη χρήση διάφορων καυσίμων, π.χ. υγρά ή αέρια καύσιμα, άνθρακα, αέρια ή υγρά προερχόμενα από άνθρακα, καύσιμα προερχόμενα από

βιομάζα ακόμα και απορρίμματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Στο Σχήμα 18 απεικονίζεται ένας κινητήρας Stirling.

Η μηχανή Stirlingεπιτρέπει συνεχή, ελεγχόμενη καύση που έχει σαν αποτέλεσμα υψηλό βαθμό απόδοσης καύσης και μειωμένες εκπομπές. Μπορεί να λειτουργεί χωρίς βαλβίδες και σύστημα έναυσης, επιτρέποντας κατ’ αυτό τον τρόπο υψηλές περιόδους λειτουργίας χωρίς συντήρηση και χαμηλά κόστη.

Μία σημαντική διαφορά μεταξύ των ΜΕΚ και της μηχανής Stirling είναι ότι, στην περίπτωση των ΜΕΚ, είναι δυνατόν να ρυθμιστεί η παραγόμενη ισχύς σχεδόν άμεσα με έλεγχο της παροχής του καυσίμου. Αντίθετα, στις μηχανές Stirling υπάρχει σημαντική χρονοκαθυστέρηση μεταξύ της εισόδου καυσίμου και της παραγωγής ισχύος, που οφείλεται στην ύπαρξη σημαντικής ποσότητας αποθηκευμένης θερμότητας στο θερμό μέρος της μηχανής που συνεχίζει να μεταφέρει ενέργεια στο εργαζόμενο αέριο ακόμα και αν η παροχή καυσίμου αποκοπεί πλήρως. Αν και αυτό δεν αποτελεί πρόβλημα σε στάσιμες εφαρμογές που δεν απαιτούν άμεσες μεταβολές ισχύος, είναι ένα σημαντικό ζήτημα σε περιπτώσεις όπου η μηχανή Stirling λειτουργεί για παραγωγή θερμότητας και βρίσκεται σε σύζευξη με κάποιο θερμοστάτη. Επιπλέον, η αποθηκευμένη θερμότητα θα πρέπει πρώτα να απορριφθεί στο σύστημα διανομής πριν το σταμάτημα της μηχανής προκειμένου να αποφευχθεί η σπατάλη της και να αποτραπεί υπερθέρμανση της μηχανής.



Σχήμα 18 Κινητήρας Stirling

Κατά γενική ομολογία, τα βασικά χαρακτηριστικά της μηχανής Stirling που την καθιστούν ιδανική τεχνολογία για οικιακή ΣΗΘ είναι οι χαμηλές απαιτήσεις συντήρησης, ο υψηλός χρόνος ζωής, ο χαμηλός θόρυβος και οι δονήσεις και οι χαμηλές εκπομπές.

Αν και θεωρητικά ο βαθμός απόδοσης των μηχανών Stirling μπορεί να είναι υψηλός, στην πράξη οι οικονομική και τεχνικοί περιορισμοί των εφαρμογών οικιακής κλίμακας έχουν σαν αποτέλεσμα τα περισσότερα εμπορικά συστήματα να έχουν βαθμό απόδοσης κάτω του 15%. Ωστόσο, σημαντικά υψηλότεροι βαθμοί απόδοσης είναι εφικτοί.

Οι μηχανές Stirling:

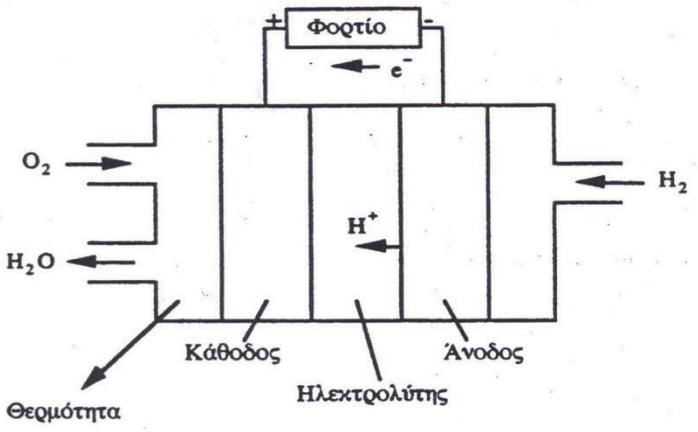
- κατασκευάζονται συνήθως για ισχύ από 3 έως 100 kW,
- παρουσιάζουν ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης 15-20%, θερμικό βαθμό απόδοσης 60-70% και ολικό βαθμό απόδοσης 85-90%,
- αν και ακριβότεροι από τις ΜΕΚ είναι λιγότερο ρυπογόνοι. Η ηχορύπανση και η χημική ρύπανση που προκαλούν είναι αισθητά μικρότερη και έτσι συμβάλλουν στην προστασία του περιβάλλοντος,
- απαιτούν συντήρηση σε μεγάλα χρονικά διαστήματα με αποτέλεσμα να λειτουργούν αρκετές χιλιάδες ώρες συνεχώς.

Ο λόγος ηλεκτρικής προς θερμική ισχύ Ctων συστημάτων ORC και Stirling κυμαίνεται μεταξύ 0,1-0,4.

3.2.5. Κυψέλες καυσίμου

Οι κυψέλες καυσίμου βασίζονται σε μια ηλεκτροχημική διεργασία μετατροπής της χημικής ενέργειας του υδρογόνου σε ηλεκτρισμό. Σε εφαρμογές ΣΗΘ, η θερμότητα γενικά ανακτάται με τη μορφή ζεστού νερού ή ατμού χαμηλής πίεσης (<2 bar) και η ποιότητα της θερμότητας βασίζεται στον τύπο της κυψέλης καυσίμου και της θερμοκρασίας λειτουργίας της. Οι κυψέλες καυσίμου χρησιμοποιούν υδρογόνο, που μπορεί να προέρχεται από φυσικό αέριο, αέριο σύνθεσης από άνθρακα, μεθανόλη, καθώς και άλλα καύσιμα υδορογονανθράκων. Οι κυψέλες καυσίμου κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τον τύπο της ηλεκτροχημικής διεργασίας που αξιοποιούν. Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες, όπως οι κυψέλες φωσφορικού οξέως (PAFC), μεμβράνης ανταλλαγής πρωτονίων (PEMFC), τετηγμένων ανθρακικών αλάτων (MCFC), στερών οξειδίων (SOFC) και αλκαλικές (AFC). Τα συστήματα PAFC είναι εμπορικά διαθέσιμα σε δύο κλίμακες ισχύος, 200 και 400 kW, ενώ δύο επιπλέον κλίμακες ισχύος υφίστανται για τα συστήματα MCFC, 300 και 1200 kW. Τα κόστη κεφαλαίου των κυψελών καυσίμου παραμένουν υψηλά εξαιτίας των μικρού όγκου παραγωγικών μεθόδων. Ωστόσο, οι κυψέλες καυσίμου διατηρούν υψηλή ζήτηση για εφαρμογές ΣΗΘ εξαιτίας των χαμηλών τους εκπομπών, χαμηλού θορύβου και σημαντικών επιχορηγήσεων.

Συνήθως, το σύστημα ΣΗΘ με κυψέλη καυσίμου λειτουργεί με τη χρήση υδρογόνου και οξυγόνου, τα οποία αντιδρούν μεταξύ τους, παρουσία ηλεκτρολύτη και παράγουν νερό, ενώ παράλληλα αναπτύσσεται ηλεκτρική τάση, η οποία προκαλεί ροή ηλεκτρονίων (ηλεκτρικό ρεύμα) στο εξωτερικό κύκλωμα (φορτίο). Δεδομένου ότι η αντίδραση είναι εξώθερμη, παράγεται θερμότητα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ωφέλιμα. Στο Σχήμα 19 παρουσιάζεται μια απλή διάταξη κυψέλης καυσίμου.



Σχήμα 19 Απλή διάταξη κυψέλης καυσίμου

Το επιθυμητό καύσιμο είναι καθαρό υδρογόνο που μπορεί όμως να παραχθεί και από κάποιο άλλο καύσιμο, φορέα υδρογόνου, μετά από κατάλληλη επεξεργασία, όπως η αμμωνία, το φυσικό αέριο, παράγωγα του πετρελαίου, το υγρό προπάνιο και η βιομάζα. Καθαρό υδρογόνο μπορεί επίσης να παραχθεί με την ηλεκτρόλυση νερού, όταν αυτή επιτυγχάνεται με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως ηλιακή, αιολική και γεωθερμία. Σήμερα, το καταλληλότερο καύσιμο για τις κυψέλες καυσίμου είναι το φυσικό αέριο.

Οι διάφοροι τύποι κυψελών καυσίμου χαρακτηρίζονται από τον ηλεκτρολύτη που χρησιμοποιούν και συνοψίζονται παρακάτω (Πίνακας 5) :

Πίνακας 5 Κατηγορίες κυψελών καυσίμου

Τύπος	***Θερμοκρασία λειτουργίας (°C)***	***Ηλεκτρολύτης***	***Καύσιμο***	***Οξειδωτικό***
AFC	80	KOH	H_2	O_2/αέρας
PEM	80	στερεό πολυμερισμένο	H_2	O_2/αέρας
PAFC	200	H_3PO_4	Φυσικό αέριο (Φ.Α.) Εξωτερική αναμόρφωση	Αέρας
MCFC	650	Li_2CO_3+K_2CO_3	Άνθρακας και Φ.Α Εσωτερική αναμόρφωση	Αέρας
SOFC	1000	ZrO_2	Άνθρακας και Φ.Α. Εσωτερική αναμόρφωση	Αέρας

AFC :Alcaline Fuel Cells (αλκαλικές κυψέλες καυσίμου)

PEM :Polymer Electrolyte Membranes (κυψέλες καυσίμου πολυμερικής μεμβράνης)

PAFC :Phosphoric Acid Fuel Cells (κυψέλες καυσίμου φωσφορικού οξέως)

MCFC :Molten Carbonate Fuel Cells (κυψέλες καυσίμου τηγμένων ανθρακικών αλάτων)

SOFC :Solid Oxide Fuel Cells (κυψέλες καυσίμου στερεού οξειδίου)

Τα πλεονεκτήματα των κυψελών καυσίμου είναι:

- Αρθρωτή (modular) δομή για την επίτευξη μονάδων με επιθυμητή ισχύ.
- Υψηλός βαθμός απόδοσης
- Ευκολία αυτοματισμού
- Χαμηλές εκπομπές ρύπων
- Χαμηλή στάθμη θορύβου

Μειονεκτήματα είναι το υψηλό κόστος κατασκευής και η σχετικά μικρή διάρκεια ζωής.

Οι κυψέλες καυσίμου κατασκευάζονται από 5kW$_e$ και άνω και παρουσιάζουν:

- Ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης 45-50%, θερμικό βαθμό απόδοσης 20-25% και ολικό βαθμό απόδοσης συστήματος 65-70%,
- Ο λόγος C είναι 1-2 και
- Είναι φανερό ότι όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία λειτουργίας τόσο μεγαλύτερο είναι και το ωφέλιμο θερμικό φορτίο το οποίο μπορεί να ανακτηθεί από τον εναλλάκτη.
- Κυψέλες καυσίμου χαμηλής θερμοκρασίας (<80°C) δεν ενδείκνυνται για ΣΗΘ.

3.2.6.Συστήματα συμπαραγωγής με Ατμοστρόβιλο

Τα συστήματα ΣΗΘ με ατμοστρόβιλο αντιπροσωπεύουν το ένα τρίτο της συνολικά εγκατεστημένης ισχύος ΣΗΘ. Ωστόσο, η μέση ηλικία των συστημάτων αυτών είναι περίπου 45 έτη. Σήμερα, οι ατμοστρόβιλοι χρησιμοποιούνται κυρίως για συστήματα λεβήτων στερεών καυσίμων, βιομηχανικής απορριπτόμενης θερμότητας καθώς και απορριπτόμενης θερμότητας ατμοστροβίλων. Οι ατμοστρόβιλοι εμφανίζονται σε μια μεγάλη ποικιλία σχεδίων και πολυπλοκότητας ώστε να προσαρμόζονται κατάλληλα την επιθυμητή εφαρμογή και τις απαιτήσεις απόδοσης. Πιο συγκεκριμένα υπάρχουν εγκαταστάσεις απλού ατμοστροβίλου αντίθλιψης ή ατμοστροβίλων συμπύκνωσης για χαμηλά εύρη ισχύος, έως και πολύπλοκες διατάξεις πολλαπλών ατμοστροβίλων για υψηλότερη ισχύ. Σε βιομηχανικές εφαρμογές, οι ατμοστρόβιλοι είναι γενικότερα απλού σχεδιασμού και πιο απλής κατασκευής ώστε να έχουν υψηλότερη αξιοπιστία και χαμηλότερο κόστος.

Οι κύριες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται σε συστήματα συμπαραγωγής ατμοστροβίλου παρουσιάζονται παρακάτω.

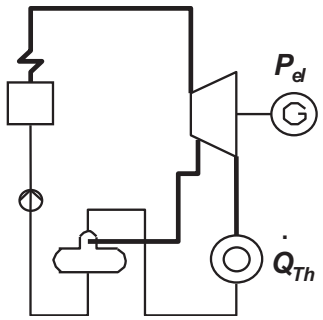
Συστήματα συμπαραγωγής με ατμοστρόβιλο αντίθλιψης

Σε λέβητα παράγεται ατμός υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας, ο οποίος εκτονώνεται σε κατάλληλα διαμορφωμένο ατμοστρόβιλο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, μέσω συζευγμένης με τον άξονα του στροβίλου γεννήτριας Σχήμα 20. Η ιδιαιτερότητα του στροβίλου αντίθλιψης έγκειται στο ότι στην έξοδό του, η πίεση του ατμού είναι μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική πίεση. Λόγω της υψηλής πίεσης, αλλά και της θερμοκρασίας του, ο ατμός από έναν στρόβιλο αντίθλιψης είναι κατάλληλος για διάφορες θερμικές διεργασίες.

Τα πλεονεκτήματα τέτοιων συστημάτων είναι αρκετά. Έχουν απλή μορφή και χαμηλό κόστος. Παράλληλα διέπονται από μικρή, έως και μηδενική ανάγκη ψυκτικού νερού, ενώ παρουσιάζουν υψηλότερο βαθμό απόδοσης από τα άλλα συστήματα ατμοστροβίλου που θα

παρουσιαστούν στη συνέχεια (περίπου 85 %). Αυτό οφείλεται κυρίως στην απουσία του συμπυκνωτή που αποβάλλει ποσότητα θερμότητας στο περιβάλλον.

Σημαντικό μειονέκτημα βέβαια αυτών των μονάδων είναι ότι η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι άμεσα συνδεδεμένη με την παραγωγή θερμότητας, γεγονός που καθιστά αδύνατη την ανεξάρτητη λειτουργία του τμήματος ηλεκτροπαραγωγής, από το δίκτυο θέρμανσης. Έτσι, μία τέτοια μονάδα συμπαραγωγής λειτουργεί με λόγο ηλεκτρικής προς θερμική ενέργεια, σταθερό (σ=ct).

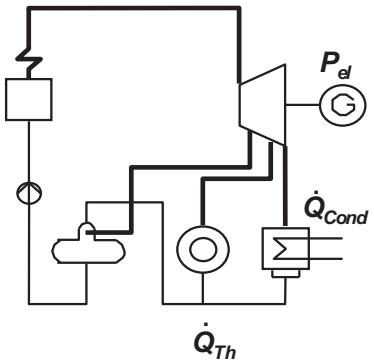


Σχήμα 20 Στρόβιλος αντίθλιψης [24]

Συστήματα συμπαραγωγής ατμοστροβίλου συμπύκνωσης με απομάστευση

Προκειμένου να αυξηθεί η ευελιξία της μονάδας συμπαραγωγής, χρησιμοποιούνται συστήματα με ατμοστρόβιλο συμπύκνωσης και απομάστευσης. Όπως και στα συστήματα με στρόβιλο αντίθλιψης, ο ατμός οδηγείται στο στρόβιλο προς εκτόνωση για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το σύστημα αυτό διαφοροποιείται ως προς το γεγονός ότι, η θερμική ενέργεια παράγεται από ποσότητα ατμού η οποία απομαστεύεται από ενδιάμεση βαθμίδα του στροβίλου και οδηγείται στη θερμική κατανάλωση. Η υπόλοιπη ποσότητα του ατμού εκτονώνεται πλήρως στο στρόβιλο από τον οποίο εξέρχεται σε πίεση κενού Σχήμα 21. Τα συμπυκνώματα από το συμπυκνωτή και τη θερμική κατανάλωση οδηγούνται στο τροφοδοτικό δοχείο από το οποίο μέσω της τροφοδοτικής αντλίας οδηγούνται πάλι στο λέβητα για την παραγωγή υπέρθερμου ατμού.

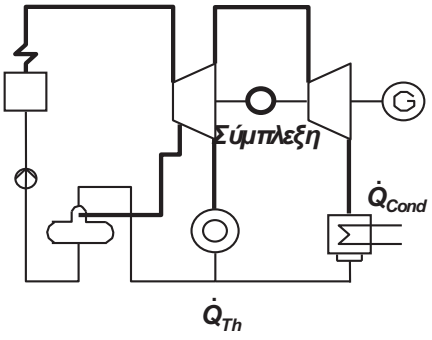
Η τεχνολογία αυτή είναι ακριβότερη αυτής του στροβίλου αντίθλιψης, λόγω της ανάγκης ύπαρξης συμπυκνωτή και παρουσιάζει επιπλέον χαμηλότερο συνολικό βαθμό απόδοσης της τάξης του 80 %, αφού μέρος της θερμότητας αποβάλλεται στο περιβάλλον. Το μεγάλο πλεονέκτημά της όμως έναντι των στροβίλων αντίθλιψης είναι ότι υπάρχει η δυνατότητα ανεξάρτητης ρύθμισης της ηλεκτρικής και της θερμικής ισχύος, που παράγεται από την εγκατάσταση. Έτσι, μία τέτοια εγκατάσταση έχει μεταβαλλόμενο λόγο ηλεκτρικής προς θερμική ισχύ και δύναται να λειτουργεί και ως μονάδα ηλεκτροπαραγωγής σε περιόδους στις οποίες η ζήτηση θερμικής ενέργειας, είναι μηδενική (σ=μεταβλητό).



Σχήμα 21 Στρόβιλος συμπύκνωσης με απομάστευση [24]

Συστήματα συμπαραγωγής με ατμοστρόβιλο και σύστημα αποσύμπλεξης χαμηλής πίεσης

Το σύστημα αυτό (Σχήμα 22) αποτελεί μια παραλλαγή του συστήματος που αναφέρθηκε προηγουμένως. Η διαφορά είναι ότι υπάρχει η δυνατότητα σύμπλεξης και αποσύμπλεξης της βαθμίδας χαμηλής πίεσης του ατμοστροβίλου, με αποτέλεσμα ο λόγος ηλεκτρικής προς θερμική ισχύ να είναι ακόμα πιο μεταβλητός. Τέτοια συστήματα έχουν εφαρμογές σε εγκαταστάσεις βιομάζας στην κεντρική Ευρώπη, καθώς το χειμώνα απαιτείται η παραγωγή μεγάλων ποσών θερμότητας. Στην περίπτωση αυτή, ο στρόβιλος χαμηλής πίεσης αποσυμπλέκεται και έτσι η εγκατάσταση λειτουργεί, ως συμπαραγωγική με στρόβιλο αντίθλιψης. Αντίθετα το καλοκαίρι, που η ζήτηση σε ωφέλιμη θερμική ισχύ είναι ελάχιστη έως μηδενική, υπάρχει σύμπλεξη των δύο βαθμίδων και η εγκατάσταση λειτουργεί ως ηλεκτροπαραγωγική. Προφανώς, μια τέτοια εγκατάσταση έχει αυξημένο κόστος επένδυσης, αλλά οδηγεί σε υψηλής ευελιξίας συμπαραγωγικό ενεργειακό σύστημα

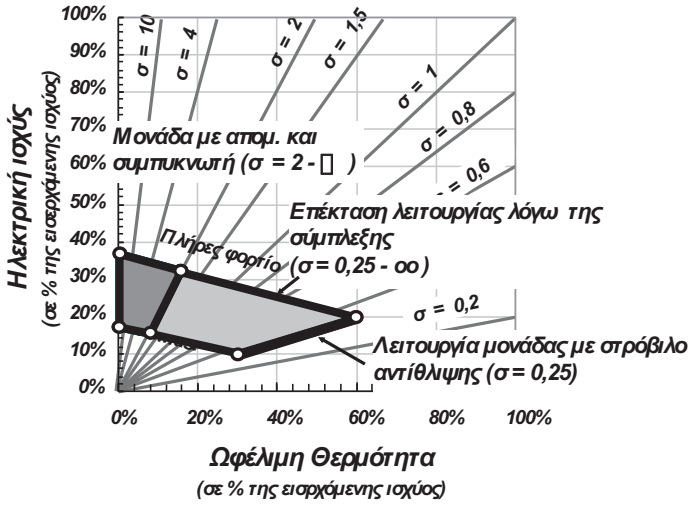


Σχήμα 22 Στρόβιλος συμπύκνωσης με απομάστευση και σύστημα αποσύμπλεξης χαμηλής πίεσης [24]

Συμπεράσματα συστημάτων συμπαραγωγής με ατμοστρόβιλο

Τα συστήματα συμπαραγωγής με ατμοστρόβιλο συναντώνται πολύ συχνά στην περίπτωση αποκεντρωμένων ενεργειακών συστημάτων. Βασικό δείκτη για την επιλογή ενός

τέτοιου συστήματος συμπαραγωγής αποτελεί η επιθυμητή ευελιξία του συστήματος, η οποία εκφράζεται με το λόγο ηλεκτρικής προς θερμική ισχύ (λόγος σ). Στο σχήμα που ακολουθεί (Σχήμα 23), παρουσιάζεται η εξάρτηση της ηλεκτρικής ισχύος από τη θερμική, για τα τρία συστήματα που συζητήθηκαν παραπάνω.



Σχήμα 23 Εξάρτηση ηλεκτρικής προς θερμική ισχύ για τις τρεις τεχνολογίες συμπαραγωγής με ατμοστρόβιλο [24]

Τα συστήματα ΣΗΘ με ατμοστρόβιλο απομάστευσης:

- κατασκευάζονται για ισχύ από 150 έως 100000 kW,
- παρουσιάζουν ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης 35 – 40%, θερμικό βαθμό απόδοσης 40 – 45%, ολικό βαθμό απόδοσης ΣΗΘ 75 – 80%, ενώ
- ο λόγος C κυμαίνεται από 0.07 έως 0,57 και
- ο μέσος χρόνος ζωής είναι περίπου 30 έτη.

3.2.7Σύγκριση συστημάτων ΣΗΘ για ενδεικτικά είδη κτηρίων

Στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 6) απεικονίζεται η προτεινόμενη τεχνολογία ΣΗΘ ανά είδος κτηρίου, με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε τεχνολογίας, όπως περιγράφηκαν προηγουμένως.

Πίνακας 6 Προτεινόμενες τεχνολογίες ΣΗΘ ανά είδος κτηρίου

ΕΙΔΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ	**ΠΕΡΙΟΧΗ ΙΣΧΥΟΣ kW_e**	**ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΟΝΑΔΑ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**
ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΕΣ	5 – 50	ΜΗΧΑΝΗ ΟΤΤΟ ΜΗΧΑΝΗ STIRLING ΚΥΨΕΛΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΜΙΚΡΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ
ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΕΣ	50 – 250	ΜΗΧΑΝΗ ΟΤΤΟ ΜΗΧΑΝΗ DIESEL ΚΥΨΕΛΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΜΙΚΡΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ
ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑ	500 – 2000	ΜΗΧΑΝΗ ΟΤΤΟ ΜΗΧΑΝΗ DIESEL ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ (για μεγάλη ισχύ)
ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑ	200 – 2000	ΜΗΧΑΝΗ ΟΤΤΟ ΜΗΧΑΝΗ DIESEL ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ (για μεγάλη ισχύ)
ΚΤΗΡΙΑ ΓΡΑΦΕΙΩΝ	200 – 500	ΜΗΧΑΝΗ ΟΤΤΟ ΜΗΧΑΝΗ DIESEL
ΑΘΛΗΤΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ – ΠΙΣΙΝΕΣ	100 – 300	ΜΗΧΑΝΗ ΟΤΤΟ ΜΗΧΑΝΗ DIESEL ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ
ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ	200 – 1000	ΜΗΧΑΝΗ ΟΤΤΟ ΜΗΧΑΝΗ DIESEL ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΡΙΑ	200 – 500	ΜΗΧΑΝΗ ΟΤΤΟ ΜΗΧΑΝΗ DIESEL ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ

Πίνακας 7 Συγκριτικός Πίνακας συστημάτων ΣΗΘ για κτήρια

Α/Α	ΒΑΣΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΗΘ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ %	ΘΕΡΜΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ %	ΟΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ %	C	ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΞΟΔΟΥ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ (°C)
1	ΜΗΧΑΝΗ ΟΤΤΟ	1	5000	32 – 35	40 – 45	75 – 80	0,5 – 0,2	Θ.Ν Α.Χ.Π	400 – 450
2	ΜΗΧΑΝΗ DIESEL	100	20000	35 – 40	40 – 45	70 - 80	0,7 – 0,2	Θ.Ν Α.Χ.Π	320 – 450
3	ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ	100	30000	25 – 35	55 – 60	85 – 90	0,6 – 1,1	Θ.Ν Α.Χ.Π Α.Μ.Π	400 – 600
4	ΜΙΚΡΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ	30	300	20 – 30	40-45	65-70	0,2 – 0,5	Θ.Ν	200 – 300
5	Κύκλος ORC καιSTIRLING	3	3000	5 – 20	70-85	85 – 95	0,1 – 0,4	Θ.Ν	400 - 500
6	ΚΥΨΕΛΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	5	συνήθως 30 αλλά και έως 120	45 – 50	20 – 25	65 – 70	1 – 2	Θ.Ν Α.Χ.Π Α.Μ.Π	140 - 200
7	ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ ΑΠΟΜΑΣΤΕΥΣΗΣ	150	100000	35 – 40	40 – 45	75-80	0,07 – 0.57	Α.Χ.Π Α.Μ.Π	180 – 200

3.3. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΡΙΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΙΑ ΚΑΛΥΨΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ,ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑ

3.3.1. Γενικά

Η χρονική περίοδος κατά την οποία απαιτείται θέρμανση των κτηρίων στην Ελλάδα είναι σχετικά μικρή (της τάξεως των 5 μηνών). Έτσι, η εφαρμογή της ΣΗΘ στον κτηριακό τομέα αποκλειστικά για κάλυψη των θερμικών φορτίων μπορεί να είναι αντιοικονομική, λόγω των περιορισμένων ετήσιων ωρών λειτουργίας. Τα κτήρια αυτά όμως έχουν ανάγκη για ψύξη για ένα αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα. Ψύξη μπορεί να παραχθεί από τη θερμότητα ενός σταθμού ΣΗΘ, μέσω των κύκλων απορρόφησης ή προσρόφησης, με μονάδες τριπαραγωγής.

Τριπαραγωγή είναι η ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρισμού, χρήσιμης θερμότητας και ψύξης από την ίδια αρχική πηγή ενέργειας.

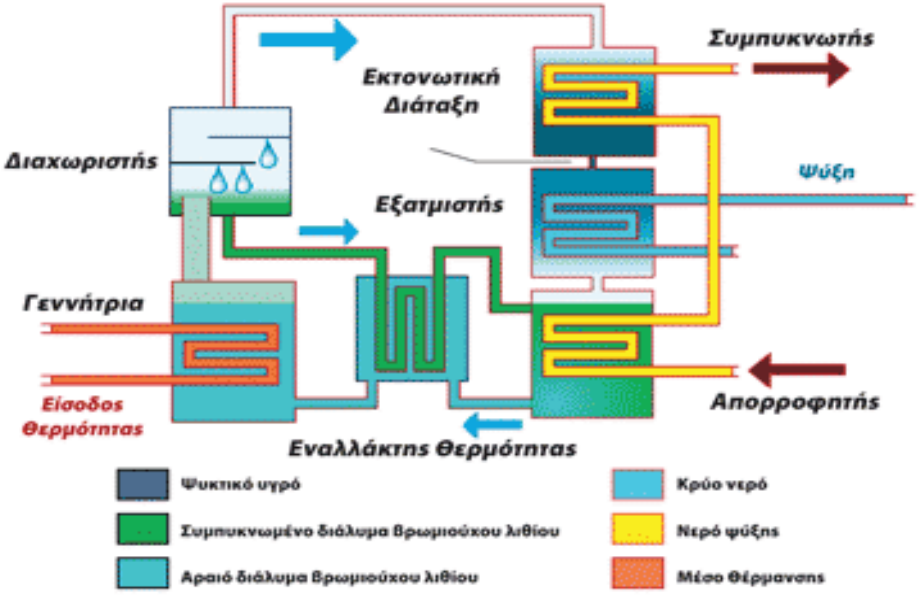
Η μέθοδος της τριπαραγωγής βρίσκει εφαρμογή, στον κτηριακό τομέα, κυρίως σε νοσοκομεία, ξενοδοχεία, κτήρια γραφείων και εμπορικά κέντρα ή σε συστήματα τηλεθέρμανσης - τηλεψύξης. Γενικά, χρησιμοποιείται σε κτήρια με ταυτόχρονες συνεχείς ανάγκες για ηλεκτρισμό και θέρμανση ή/και ψύξη που υπερβαίνουν τις 4.500-5.000 ώρες ετησίως. Οι μονάδες τριπαραγωγής βασίζονται κυρίως σε παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ), μικροστροβίλους, συστήματα με οργανικό κύκλο Rankine (ORC), κυψέλες καυσίμου ή μηχανές Stirling, συνδυασμένες με κύκλο απορρόφησης ή προσρόφησης για ψύξη.

3.3.2. Βασικές αρχές ψύξης με απορρόφηση

Οι ψύκτες απορρόφησης χρησιμοποιούν τις διεργασίες της συμπύκνωσης-εξάτμισης, για την παραγωγή ψύξης. Διαθέτουν εξατμιστή και συμπυκνωτή, όπου εκτονώνεται το ψυκτικό μέσο. Ωστόσο, αντί του μηχανικού συμπιεστή, οι ψύκτες απορρόφησης χρησιμοποιούν θερμότητα, ως ενεργειακή πηγή π.χ. μονάδα ΣΗΘ. Η θερμότητα αυτή παράγεται είτε με άμεση καύση, με χρήση καυστήρα, είτε με έμμεση καύση, με χρήση ατμού, ζεστού νερού ή από περίσσεια/ανάκτηση θερμότητας. Οι μηχανές απορρόφησης, που είναι διαθέσιμες στο εμπόριο, τροφοδοτούνται με ατμό, ζεστό νερό ή τα αέρια καύσης, που μπορούν να παράγονται και από συστήματα ΣΗΘ.

Στην πιο απλή σχεδίασή της, η μηχανή απορρόφησης αποτελείται από εξατμιστή, συμπυκνωτή, απορροφητή, μια γεννήτρια και μια αντλία διαλύματος. Στον κύκλο απορρόφησης, η συμπίεση ατμού του ψυκτικού μέσου πραγματοποιείται με συνδυασμό του απορροφητή, της αντλίας διαλύματος και της γεννήτριας.

Η βασική αρχή της μηχανής ψύξης με απορρόφηση φαίνεται στο Σχήμα 24 και πιο αναλυτικά στο Παράρτημα ΙΙΙ.



Σχήμα 24 *Αρχή λειτουργίας ενός ψυκτικού συστήματος απορρόφησης μονού σταδίου. [7]*

Ο ατμός του ψυκτικού μέσου που παράγεται στον εξατμιστή απορροφάται σε ένα απορροφητικό υγρό μέσα στον απορροφητή. Το απορροφητικό που έχει απορροφήσει το ψυκτικό μέσο, το «ασθενές απορροφητικό», διοχετεύεται με αντλίες στη γεννήτρια όπου το ψυκτικό μέσο αποδεσμεύεται ως ατμός. Ο ατμός αυτός θα συμπυκνωθεί στο συμπυκνωτή. Το αναγεννημένο ή «ισχυρό απορροφητικό» οδηγείται στη συνέχεια πίσω στον απορροφητή για να συλλέξει εκ νέου ψυκτικό ατμό. Θερμότητα παρέχεται στη γεννήτρια, σε συγκριτικά υψηλή θερμοκρασία και απορρίπτεται από τον απορροφητή, σε συγκριτικά χαμηλό επίπεδο.

Οι ροές θερμότητας στο βασικό κύκλο είναι οι εξής:

- παροχή θερμότητας και παραγωγή ψύξης, σε χαμηλό θερμοκρασιακό επίπεδο,
- απόρριψη θερμότητας στο συμπυκνωτή, σε ενδιάμεσο θερμοκρασιακό επίπεδο,
- απόρριψη θερμότητας από τον απορροφητή, σε ενδιάμεσο θερμοκρασιακό επίπεδο,
- παροχή θερμότητας στη γεννήτρια, σε υψηλό θερμοκρασιακό επίπεδο.

Σε έναν κύκλο απορρόφησης, ψυκτικό μέσο και απορροφητικό συγκροτούν το «ζεύγος εργασίας».

Τα μέσα τα οποία κυρίως χρησιμοποιούνται είναι:

- διάλυμα βρωμιούχου λιθίου (Li-Br) ως απορροφητικό, με νερό ως ψυκτικό μέσο
- αμμωνία (NH_3) ως ψυκτικό με νερό ως απορροφητικό.

Για συστήματα ψύξης “ νερού - βρωμιούχου λιθίου ”, η πηγή θερμότητας πρέπει να είναι σε ελάχιστη θερμοκρασία των 70-90°C για συστήματα μονού σταδίου. Σε συστήματα που χρησιμοποιούν “αμμωνία – νερό” η θερμική ενέργεια παρέχεται σε θερμοκρασία 100-120 ^{o}C (μονού σταδίου).

Το ζεύγος “νερού - βρωμιούχου λιθίου” χρησιμοποιείται σε εφαρμογές ψύξης αέρα, όπου απαιτούνται θερμοκρασίες άνω των 0 ^{o}C. Το ζεύγος “αμμωνίας-νερού” χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον σε εφαρμογές κατάψυξης, με χαμηλές θερμοκρασίες εξάτμισης, μικρότερες των 0 ^{o}C. Τα επίπεδα πίεσης της μηχανής αμμωνίας-νερού είναι συνήθως υψηλότερα της ατμοσφαιρικής πίεσης, ενώ οι μηχανές “νερού - βρωμιούχου λιθίου” λειτουργούν κατά κανόνα σε μερικό κενό.

Το σύστημα διπλού σταδίου χρησιμοποιεί δύο συγκροτήματα γεννήτριας-απορροφητήρα σε στάδια (σειρά), προκειμένου να χρησιμοποιήσει τη θερμότητα που παρέχεται περίπου δύο φορές. Η θερμότητα παρέχεται σε περίπου 170°C στην πρώτη γεννήτρια και η θερμότητα που απορρίφθηκε από τον αντίστοιχο συμπυκνωτή χρησιμοποιείται για να δώσει ενέργεια στη δεύτερη γεννήτρια σε χαμηλότερο επίπεδο, της τάξης των 100°C όπως σε συστήματα μονού σταδίου.

Τα πλεονεκτήματα των ψυκτών απορρόφησης έναντι των συμβατικών κλιματιστικών μηχανημάτων βασισμένα σε κύκλο συμπίεσης είναι:

- Πολύ χαμηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας
- Ελάχιστα κινούμενα τμήματα, με αποτέλεσμα το μεγάλο χρόνο ζωής, την αυξημένη αξιοπιστία και το χαμηλό κόστος συντήρησης,
- Χαμηλά επίπεδα θορύβου και κραδασμών,
- Φιλικά προς το περιβάλλον ψυκτικά μέσα με μηδενικές εκπομπές ρύπων και ουσιών καταστροφής του όζοντος.

Τα μειονεκτήματα των ψυκτών απορρόφησης έναντι των συμβατικών κλιματιστικών μηχανημάτων βασισμένα σε κύκλο συμπίεσης είναι:

- Μονάδες μεγάλης ισχύος με μεγάλο βάρος
- Σχετικά υψηλό αρχικό κόστος
- Κατανάλωση νερού σε πύργους ψύξης
- Χαμηλός συντελεστής συμπεριφοράς.

3.3.3. <u>Ψύξη με απορρόφηση με συστήματα ‘νερού-διάλυμα βρωμιούχου λιθίου (LiBr)</u>

Τα περισσότερα συστήματα απορρόφησης που βασίζονται στο “νερό-διάλυμα βρωμιούχου λιθίου” έχουν σχεδιαστεί για εφαρμογές ψύξης αέρα. Τα συστήματα αυτά εμφανίστηκαν περί το 1900, πολύ πριν από αυτά του κύκλου συμπίεσης. Για ιστορικούς λόγους, η μονάδα μέτρησης δίνεται σε RT (ψυκτικοί τόνοι - Refrigeration Tons) από τους κατασκευαστές και 1 RT αντιστοιχεί σε ψυκτική ικανότητα περίπου 3,52 kW_{ψ}.

- **Συστήματα μονού σταδίου**

Οι περισσότεροι κατασκευαστές προσφέρουν συστήματα μονού σταδίου 100 έως 1500 RT, δηλαδή 350 kW_{ψ} - 5200 kW_{ψ}. Αυτά μπορούν να τροφοδοτηθούν απευθείας με καυσαέρια ή με ατμό θερμοκρασίας από 110 έως 120 ^{o}C. Εναλλακτικά, μπορούν να τροφοδοτηθούν με υπέρθερμο νερό στους 115 έως 150°C και με μέγιστη πίεση 9 bar.

Ο συντελεστής συμπεριφοράς (Coefficient of Performance – COP) μιας ψυκτικής διάταξης απορρόφησης, που ορίζεται ως ο λόγος παραγόμενης ψυκτικής, Q_c, προς την προσδιδόμενη θερμική ισχύ , Q_{th}, είναι της τάξης του 0,7.

$$COP = Q_c / Q_{th}$$

- **Συστήματα διπλού σταδίου**

Τα συστήματα διπλού σταδίου είναι περίπου στο ίδιο φάσμα ψυκτικής ισχύος με αυτά του μονού σταδίου. Η ελάχιστη ικανότητα ψύξης που προσφέρεται στην αγορά είναι λίγο υψηλότερη από αυτή των συστημάτων μονού σταδίου (περί τα 500 $kW_ψ$). Ο ατμός είναι το προτιμώμενο μέσο «τροφοδοσίας» για ένα τέτοιο σύστημα, σε πιέσεις από 9 - 10 bar, που αντιστοιχεί σε περιοχή θερμοκρασιών 175 έως 185°C. Το σύστημα διπλού σταδίου εκκινεί επίσης και με υπέρθερμο νερό, η θερμοκρασία του οποίου κυμαίνεται μεταξύ 155 - 205 °C. Ο συντελεστής συμπεριφοράς σε κάθε περίπτωση είναι 0,9 έως 1,2. Αυτό σημαίνει ότι ο πύργος ψύξης που απαιτείται για έναν ψύκτη διπλού σταδίου είναι μικρότερος από ό,τι για έναν μονού σταδίου κατά περίπου 40%.

Η πολυπλοκότητα των ψυκτών διπλού σταδίου έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους τους σε αντίθεση με αυτούς του μονού σταδίου. Όλες οι εμπορικά διαθέσιμες μηχανές συστημάτων κύκλου απορρόφησης απορρίπτουν θερμότητα σε ένα κύκλωμα πύργου ψύξης. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι θερμοκρασίες στο κύκλωμα πύργου ψύξης είναι 32 - 37°C. Οι μονάδες διπλού σταδίου γενικά προτιμώνται περισσότερο από αυτές του μονού σταδίου, λόγω της αυξημένης ενεργειακής αποδοτικότητας και της μειωμένης κατανάλωσης νερού.

Το κόστος μιας μονάδας ανά $kW_ψ$ της ψυκτικής ικανότητας εξαρτάται από το μέγεθός της, αλλά γίνεται σχεδόν σταθερό πάνω από 2000 $kW_ψ$. Ένας εμπειρικός κανόνας είναι ότι το σύστημα διπλού σταδίου είναι τουλάχιστον 20% ακριβότερο (μπορεί να φθάσει και στο 30-40% ανάλογα με τη χρήση του συστήματος) από το αντίστοιχο σύστημα μονού σταδίου με την ίδια ικανότητα. Ο λόγος για το υψηλότερο κόστος είναι η επιπλέον γεννήτρια και ο συμπυκνωτής κατά τον σχεδιασμό.

Δεύτερος εμπειρικός κανόνας είναι ότι μια μονάδα τροφοδοτούμενη με ζεστό νερό είναι περίπου 25% πιο ακριβή από ότι μία μονάδα ατμού με την ίδια ικανότητα. Η αιτία είναι ότι το μέγεθος των αγωγών, που απαιτούνται για μια δεδομένη παροχή θερμικής ενέργειας στο μηχάνημα απορρόφησης, είναι μεγαλύτερο με ζεστό νερό από ότι με ατμό.

Πίνακας 8 Κόστος συστημάτων απορρόφησης LiBr (τιμές 2017) *[7]*

Τεχνολογία	Απλής βαθμίδας			Διπλής βαθμίδας			
Πηγή θερμότητας	Ζεστό νερό		Ατμός ΧΠ	Ατμός ΥΠ		Καυσαέρια	
Ονομαστική ψυκτική ισχύς (kW)	176	1547	4642	1161	4642	1161	3517
Κόστος εγκατάστασης (€/kW ψύξης)	1433	549	430	717	525	788	478

3.3.4. Ψύξη με απορρόφηση με συστήματα Αμμωνίας-Νερού (NH_3-H_2O)

Τα συστήματα “αμμωνίας-νερού” έχουν σχεδιαστεί κυρίως για βιομηχανικές εφαρμογές ψύξης, π.χ. ψύξη των τροφίμων ή διαδικασία κατάψυξης, με θερμοκρασίες εξάτμισης περίπου στους -60°C. Αυτό το είδος των μηχανών είναι προτιμότερο να χρησιμοποιείται σε θερμοκρασίες κοντά ή χαμηλότερες των 0°C, δεδομένου ότι οι μονάδες “νερού-βρωμιούχου λιθίου” δεν μπορούν να λειτουργήσουν σε αυτό το εύρος θερμοκρασίας. Η θερμοκρασία στην οποία ο ατμός πρέπει να παρέχεται για την «τροφοδοσία» της μονάδας εξαρτάται από τη διαθέσιμη θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου και για τη θερμοκρασία ψύξης που πρέπει να επιτευχθεί. Τα συστήματα αυτά δεν ενδείκνυνται για εγκαταστάσεις σε κτήρια με μονάδες ΣΗΘ.

3.3.5. Σύνοψη τεχνολογιών ψύξης με απορρόφηση

Ο Πίνακας 9 συνοψίζει το φάσμα των βασικών παραμέτρων που αφορούν ψύκτες απορρόφησης.

Πίνακας 9 Σύγκριση ψυκτών απορρόφησης NH3 και LiBr (τιμές 2010).

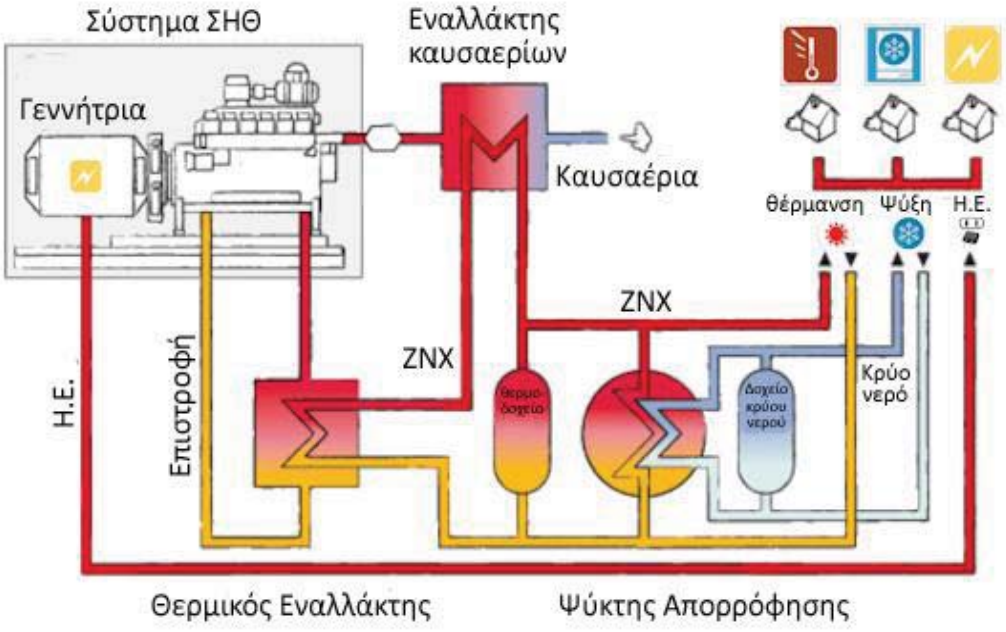
	NH_3 Απορρόφηση	**LiBr – Απορρόφηση**	
Εφαρμογή - Στάδιο	Μονό	Μονό	Διπλό
Ψυκτική Ικανότητα (kW_ψ)	20- 2500	300 – 5000	300 – 5000
Συντελεστής συμπεριφοράς COP	0.6 – 0.7	0.5 – 0.6	0.9 – 1.1
Εύρος Θερμοκρασίας προσδιδόμενης θερμότητας (^oC)	120 – 132	120 – 132	150 – 170*
Κόστος Συστήματος (€/ton)	1250 – 1750	870 - 920	930 – 980

- Υπάρχουν ψύκτες απορρόφησης που λειτουργούν με θερμό νερό (80-90 ^{o}C), έστω και αν ο συντελεστής συμπεριφοράς είναι μικρότερος από αυτούς που λειτουργούν σε υψηλότερες θερμοκρασίες.

Το κόστος συντήρησης των μηχανών απορρόφησης διαφοροποιείται σημαντικά, ανάλογα με το είδος της συμφωνίας του κατασκευαστή / εγκαταστάτη με τον χρήστη του συστήματος τριπαραγωγής. Στις περισσότερες περιπτώσεις η συμφωνία περιλαμβάνει τη συντήρηση ολόκληρου του συστήματος θέρμανσης / ψύξης / κλιματισμού. Σε ορισμένες περιπτώσεις παρέχει και τη λειτουργία καθώς και συντήρηση όλου του συστήματος, στο πλαίσιο μιας ενιαίας σύμβασης παροχής ενεργειακών υπηρεσιών.

3.3.6. Σύστημα ΣΗΘ με ψύκτη απορρόφησης

Στο Σχήμα 25 παρουσιάζεται μια ενδεικτική διάταξη συστήματος ΣΗΘ με ψύκτη απορρόφησης.



πηγή: CENERGY.com

Σχήμα 25 Σύστημα ΣΗΘ με ψύκτη απορρόφησης

3.3.7. Ψύξη με προσρόφηση

Η προσρόφηση περιλαμβάνει την κατανομή μορίων μεταξύ δύο φάσεων, μίας στερεής και μίας αέριας ή υγρής. Πρόκειται μία ευρέως γνωστή και εφαρμοσμένη τεχνολογία σε διεργασίες επεξεργασίας νερού, και καθαρισμού υγρών και αερίων ουσιών. Ωστόσο, μόλις το 1990 οι ερευνητές άρχισαν να διερευνούν την εφαρμογή της σε κύκλους ψύξης.

Αντίστοιχα με την ψύκτη με απορρόφηση, οι ψύκτες προσρόφησης λειτουργούν τροφοδοτούμενοι με θερμότητα σχετικά υψηλότερης θερμοκρασίας (η οποία ποικίλλει ανάλογα με την εφαρμοζόμενη τεχνολογία) και παράγουν ψύξη. Για αυτό το λόγο, βρίσκουν χρήση σε εφαρμογές εκμετάλλευσης απορριπτόμενης θερμότητας αλλά και σε εφαρμογές ηλιακής ψύξης. Φυσικά, μπορούν να ενσωματωθούν και σε ένα ευρύτερο σύστημα συμπαραγωγής μετατρέποντάς το σε σύστημα τριπαραγωγής, είτε αξιοποιώντας την πρωτογενώς παραγόμενη θερμότητα της αρχικής πηγής ενέργειας, είτε μέσω της εκμετάλλευσης της θερμότητας που αποβάλλεται από την θερμοηλεκτρική μηχανή του συστήματος συμπαραγωγής (πχ ΜΕΚ).

Η ψύξη με προσρόφηση παρουσιάζει κάποια πλεονεκτήματα σε σχέση με την ψύξη με απορρόφηση, η οποία είναι επίσης μία τεχνολογία θερμικής ψύξης. Αυτά αφορούν την απλότητα του απαιτούμενου εξοπλισμού, καθώς δεν υπάρχει ανάγκη για τη χρήση ανορθωτή σύστασης. Επιπλέον, η ψύξη με προσρόφηση επιτρέπει την αξιοποίηση πηγών θερμότητας πολύ χαμηλής θερμοκρασίας, χαμηλότερης των 70 °C, που είναι η κατώτερη επιτρεπόμενη θερμοκρασία για ψύκτες απορρόφησης. Σε σύγκριση με τη συμβατική τεχνολογία ψύξης συμπίεσης ατμού, τα συστήματα με προσρόφηση δίνουν τη δυνατότητα αξιοποίηση απορριπτόμενης θερμότητας ή ηλιακής ενέργειας, έχουν μικρότερο κόστος λειτουργίας, δεν έχουν κινούμενα μέρη και δεν παρουσιάζουν ταλαντώσεις κατά τη λειτουργία τους. Το κύριο μειονέκτημα της τεχνολογίας ψύξης με προσρόφηση είναι η μειωμένη δυνατότητα προσρόφησης των προσροφητών η οποία έχει ως αποτέλεσμα μικρών τιμών συντελεστή συμπεριφοράς και ειδικής ψυκτικής ικανότητας.

Οι ψύκτες προσρόφησης μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε δύο ομάδες ανάλογα με τη φύση των επιφανειακών δυνάμεων που προκαλούν την προσρόφηση: 1) φυσικής προσρόφησης και 2) χημικής προσρόφησης. Σε αυτή τη βάση, υπάρχουν τρεις βασικές κατηγορίες προσροφητών: οι φυσικοί, οι χημικοί και οι σύνθετοι προσροφητές. Σε γενικές γραμμές, τα επιθυμητά χαρακτηριστικά ενός προσρόφηση περιλαμβάνουν μεγάλη εσωτερική επιφάνεια, υψηλή δυνατότητα αναγέννησης και αργή γήρανση, προκειμένου να διατηρείται η προσροφητική τους ικανότητα μετά από πολλούς κύκλους λειτουργίας.

Ο δείκτης που χρησιμοποιείται για να περιγράψει την απόδοση των ψυκτών προσρόφησης είναι ο συντελεστής συμπεριφοράς (COP). Στην περίπτωση των ψυκτών προσρόφησης ο COPορίζεται ως το ποσό της παραγόμενης ψύξης διαιρούμενο με το ποσό της προσδιδόμενης στον ψύκτη θερμότητα.

3.3.7.1 Προσροφητές

Οι πιο συνήθεις φυσικοί προσροφητές περιλαμβάνουν τον ενεργό άνθρακα, το ζεόλιθο και το τζελ πυριτίου (silicagel). Τα βασικά χαρακτηριστικά τους περιγράφονται ακολούθως.

Ο ενεργός άνθρακας παράγεται από υλικά όπως το ξύλο, ο άνθρακας, το ορυκτέλαιο κλπ. Τα κενά μεταξύ των μικροκρυσταλλιτών του ενεργού άνθρακα, στους οποίους και λαμβάνει χώρα η διεργασία της προσρόφησης ονομάζονται πόροι. Η δομή των πόρων επομένως είναι ένα βασικό χαρακτηριστικό που επηρεάζει τη λειτουργία τους σε εφαρμογές ψύξης. Σε γενικές

γραμμές, οι ενεργοί άνθρακες αποτελούν μία ανταγωνιστική λύση λόγω της υψηλής τους επιφάνειας και του μικρού του κόστους.

Τα υψηλά κόστη αναγέννησης των προσροφητών ενεργού άνθρακα έχουν οδηγήσει στην ανάγκη αναζήτησης εναλλακτικών, φθηνών προσροφητών όπως οι ζεόλιθοι. Ο ζεόλιθος είναι ένας αργιλιοπυριτικός κρύσταλλος με τρισδιάστατη δομή αποτελούμενη από AlO_4 και SiO_4. Οι πόροι του προσροφούν επιλεκτικά μόρια τα οποία χωρούν σε αυτούς και όχι μεγαλύτερα μόρια, λειτουργώντας έτσι ως «μοριακά κόσκινα».

Το τζελ πυριτίου είναι ένας από τους πιο δημοφιλείς προσροφητές. Η ευρεία τους χρήση οφείλεται στη μεγάλη τους ψυκτική ικανότητα, το μικρό κόστος, την εμπορική διαθεσιμότητα και την ευκολία αναγέννησης στους 150 °C, σε αντίθεση με τους ζεόλιθους, που απαιτούν 350 °C. Για αυτό το λόγο, είναι ο καταλληλότερος προσροφητής για εφαρμογές χαμηλής θερμοκρασίας όπως η απορριπτόμενη θερμότητα.

Τα βασικά πλεονεκτήματα των χημικών προσροφητών είναι η μεγάλη προσροφητική ικανότητα και οι χαμηλή θερμοκρασία ατμοποίησής τους. Τα μειονεκτήματά τους είναι η χαμηλή θερμική αγωγιμότητα η οποία οδηγεί σε πιο χαμηλές ταχύτητες αντίδρασης και τη μειωμένη ανθεκτικότητα των προσροφητών με επαναλαμβανόμενους κύκλους λειτουργίας.

Το χλωριούχο ασβέστιο ($CaCl_2$) είναι ένας από τους πιο ευρέως χρησιμοποιούμενους χημικούς προσροφητές. Έχει πολύ μεγάλη προσροφητική ικανότητα σε στερεή κατάσταση, καθώς μπορεί να απορροφήσει υγρασία που φτάνει το 90 % του βάρους του σε συνθήκες περιβάλλοντος. Το μειονέκτημα του $CaCl_2$ είναι η εμφάνιση συσσωματώσεων στην επιφάνειά του, που οδηγεί σε μείωση της απόδοσης του ψυκτικού κύκλου.

Επιπλέον χημικοί προσροφητές είναι το χλωριούχο λίθιο καθώς και οξείδια μετάλλων.

3.3.7.2Ψυκτικά ρευστά

Ανάλογα με το είδος του προσροφητή χρησιμοποιούνται διάφορα ψυκτικά ρευστά, τα κυριότερα από τα οποία είναι το νερό, η αμμωνία, η μεθανόλη και η αιθανόλη.

Το νερό είναι το πιο παλιό ψυκτικό, λόγω της διαθεσιμότητάς του, του χαμηλού κόστους και του γεγονότος ότι είναι φιλικό προς το περιβάλλον. Ωστόσο, ένα μειονέκτημά του είναι ότι δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές δημιουργίας πάγου κάτω των 0 °C.

Η αμμωνία χρησιμοποιείται ευρέως σε ψύκτες προσρόφησης, κυρίως με χλωριούχα μέταλλα. Τα πλεονεκτήματά της είναι η υψηλή ενθαλπία ατμοποίησης, η θερμική της ευστάθεια, καθώς και το ότι δεν καταστρέφει το όζον και δεν επιβαρύνει σημαντικά το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ένα ακόμα πλεονέκτημα είναι η χαμηλή θερμοκρασία τήξης της.

Η αιθανόλη χρησιμοποιείται επίσης ευρέως καθώς παγώνει σε πολύ χαμηλή θερμοκρασία (-114 °C), δεν είναι τοξική, έχει υψηλή θερμική ευστάθεια και καλή θερμότητα ατμοποίησης.

Η μεθανόλη από την άλλη, είναι επίσης μη τοξική και έχει υψηλή θερμότητα ατμοποίησης. Ωστόσο, ένα μειονέκτημά της είναι ότι έχει διαβρωτική συμπεριφορά, οδηγώντας έτσι στην απαίτηση κατάλληλων ανθεκτικών στη διάβρωση υλικών που οδηγούν σε υψηλότερα κόστη.

Με βάση τους προσροφητές και τα ψυκτικά ρευστά, προκύπτουν διάφοροι συνδυασμοί ζευγών λειτουργίας. Οι πιο συνήθεις είναι ο ζεόλιθος-νερό, το τζελ πυριτίου-νερό, ο ενεργός

άνθρακας-αμμωνία και το χλωριούχο ασβέστιο-μεθανόλη. Κάποια από τα βασικά χαρακτηριστικά των ζευγών λειτουργίας ψυκτών προσρόφησης συνοψίζονται περιέχει ο Πίνακας 10.

Πίνακας 10 Σύγκριση ζευγών λειτουργίας προσρόφησης

Ζεύγος λειτουργίας	COP	Ειδική ψυκτική ισχύς (W/kg)	Θερμοκρασία ψύξης (°C)	Θερμοκρασία αναγέννησης (°C)
Φυσικοί προσροφητές				
ΕΑ/αμμωνία	0.61	2000	-5	100
ΕΑ/μεθανόλη	0.78	16	15	90
ΕΑ/αιθανόλη	0.8		3	80
Τζελ πυριτίου/νερό	0.61	208	12	82
Ζεόλιθος/νερό	0.4	600	6.5	350
Χημικοί προσροφητές				
Χλωριούχο μέταλλο/αμμωνία	0.6		-10	52
Χλωριούχο/μέταλλο/υδρογόνο	0.83	300	-50	85
Μεταλλικά οξείδια/νερό		78	100	200

Στη συνέχεια (Πίνακας 11) παρουσιάζονται τα στοιχεία απόδοσης διαφόρων συστημάτων ψύκτης προσρόφησης από τη βιβλιογραφία με βάση πειραματικές μελέτες.

Πίνακας 11 Βιβλιογραφική επισκόπηση πειραματικών μελετών σε ψύκτες προσρόφησης

Ψυκτικό ρευστό	Προσροφητής	$\theta_{εκρ}$(°C)	$\theta_{συμπ}$(°C)	$\theta_{ατμ}$ (°C)	COP	Ψυκτική ικανότητα (W/kg)
Αμμωνία	$BaCl_2$	90	30	10	0.52-0.55	300-680
	$CaCl_2$/ενεργός άνθρακας	144	29	-21	0.26	474
	$CaCl_2$/ενεργός άνθρακας	130	25	5	0.23	230
	$CaCl_2/BaCl_2$	95	30	0	0.201	220.3
	$CaCl_2$/γραφίτης	140.3	25	-15	0.270	422.2
	$CaCl_2$/silica gel	125	27-35	-2.5	0.2	364
Νερό	SWS-8L	90	30	15	0.3	389
	Μικροπόροι ενεργού άνθρακα/silica gel/$CaCl_2$	115	27	5	0.7	378
	Ενεργός άνθρακας	115	27	5	0.37	65
	SAPO-34 (silica gel)	60	31-35	15	0.122	169.74
	Silica gel	80	30	14	0.45	176
	Silica gel	82.1	31.6	12.3	0.49	
	Silica gel	85	32	20	0.331	
	Silica gel	80	30	15	0.53	68
	Silica gel	84.4	30.5	16.5	0.43	104.6
	Ζεόλιθος	80-90	41	18	0.42	
	ZSM-5 (ζεόλιθος)	100			0.06	91.2
Μεθανόλη	Siliga gel/LiCl	85.2-88	25-31.4	-4-15.2	15.34	225
	Silica gel/LiCl	96	31	15	0.41	244
	$LiCl/SiO_2$	85	30	10	0.32	2500

	$CaCl_2$/silica gel	84.8	29.8	15.3	0.41	
	Ενεργός άνθρακας	38-116	20.4	-1.1		
Αιθανόλη	SG/LiBr	90	30	-2-7	0.64-0.72	
	Ενεργός άνθρακας	100	30	14	0.236	59-181
Γλυκόλη	SWS-1L	95-100	35	7-12	0.25	150-200

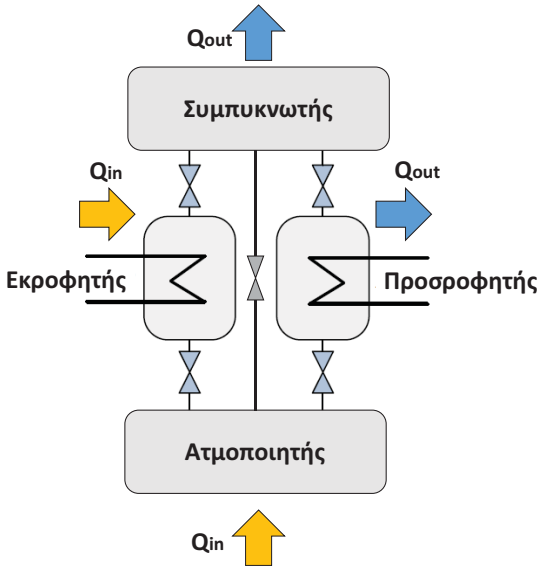
Ακολούθως (Πίνακας 12)συνοψίζονται οι μέσες τιμές των χαρακτηριστικών απόδοσης ψυκτών απορρόφησης με βάση υπολογιστικές και πειραματικές βιβλιογραφικές μελέτες.

Πίνακας 12 Μέσες τιμές χαρακτηριστικών απόδοσης ψυκτών προσρόφησης από τη βιβλιογραφία

Ψυκτικό ρευστό		Μέσο COP	Μέση ειδική ψυκτική ικανότητα (W/kg)
Αμμωνία	Υπολογιστικά	0.481	152
	Πειραματικά	0.283	366.8
Νερό	Υπολογιστικά	0.478	190
	Πειραματικά	0.382	180.2
Μεθανόλη	Υπολογιστικά	0.486	793
	Πειραματικά	0.344	234.5
Αιθανόλη	Υπολογιστικά	0.55	-
	Πειραματικά	0.532	120

3.3.7.3<u>Λειτουργία ψυκτών προσρόφησης</u>

Μία απλή μορφή ενός ψύκτη προσρόφησης απεικονίζεται στο Σχήμα 26.



Σχήμα 26 *Συστατικά στοιχεία ενός απλού ψύκτη προσρόφησης*

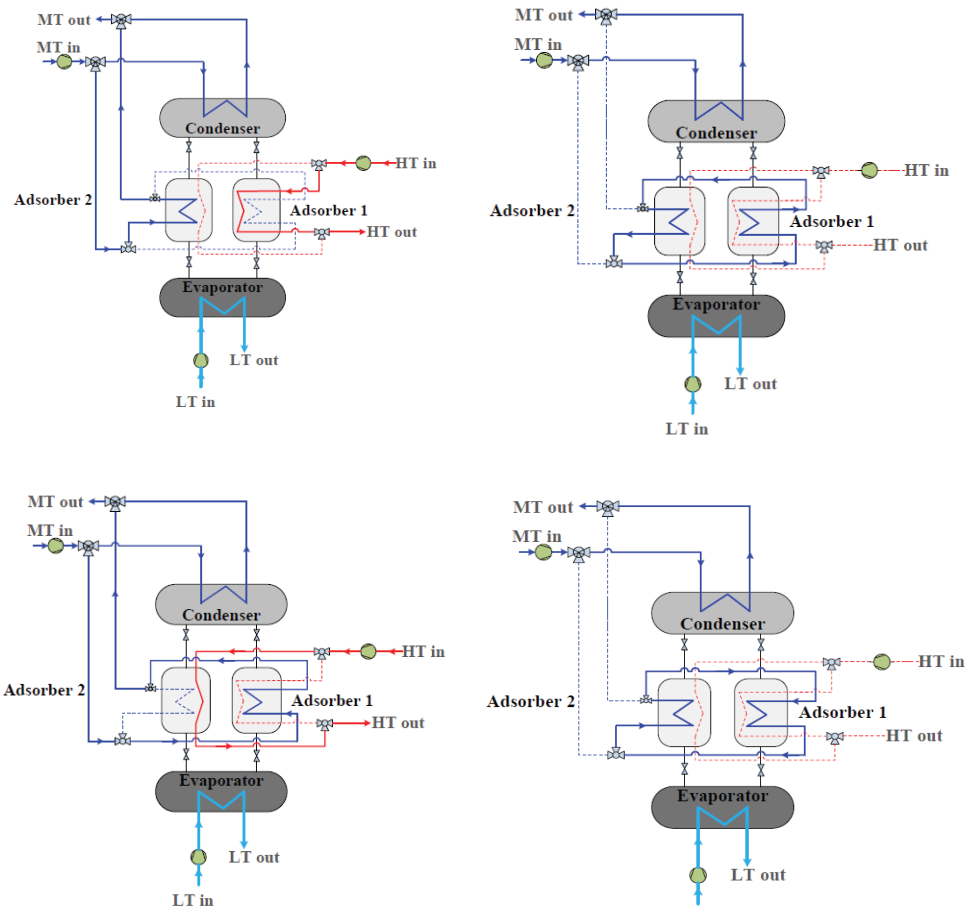
Ο ψύκτης προσρόφησης αποτελείται από 4 στοιχεία. Τον Ατμοποιητή, το Συμπυκνωτή, τον Προσροφητή και τον Εκροφητή (που λέγεται και Αναγεννητής). Ο ψύκτης προσρόφησης λειτουργεί κυκλικά. Όπως θα εξηγηθεί και στη συνέχεια, ο Προσροφητής και ο Εκροφητής εναλλάσσουν περιοδικά το ρόλο τους (δηλαδή ο Προσροφητής λειτουργεί σαν Εκροφητής και αντιστρόφως) κατά τη λειτουργία του ψύκτη, καθώς απορροφούν και αποβάλλουν θερμότητα. Αυτό συμβαίνει για να υπάρχει κατά το δυνατόν ομαλή και συνεχής λειτουργία.

Ο απλός κύκλος προσρόφησης αποτελείται από 2 βασικές φάσεις: την εκρόφηση και την προσρόφηση. Αρχικά ο εκροφητής (αριστερά) είναι κορεσμένος με ψυκτικό υγρό που βρίσκεται σε χαμηλή πίεση και θερμοκρασία. Προκειμένου αυτό να απομακρυνθεί, γίνεται εκκίνηση της φάσης εκρόφησης: ο εκροφητής θερμαίνεται από μία εξωτερική πηγή θερμότητας, εξωθώντας το ψυκτικό από την επιφάνειά του και αυξάνοντας την πίεσή του. Το εκροφηθέν ψυκτικό ρευστό οδηγείται στο Συμπυκνωτή, όπου και ψυχόμενο μεταβαίνει σε υγρή φάση σε υψηλή πίεση και θερμοκρασία.

Στη συνέχεια το ψυκτικό ρευστό στραγγαλίζεται διαμέσου της κεντρικής βαλβίδας και οδηγείται σε χαμηλή πίεση και θερμοκρασία στον Ατμοποιητή, όπου απορροφά θερμότητα και ατμοποιείται. Ο χαμηλής πίεσης και θερμοκρασίας ατμός οδηγείται κατόπιν από τον ατμοποιητή στον Προσροφητή.

Εκεί λαμβάνει χώρα η διεργασία της προσρόφησης, κατά την οποία ο προσροφητής ψύχεται και το ψυκτικό ρευστό προσροφάται στην επιφάνειά του. Ο προσροφητής στη συνέχεια γίνεται εκροφητής και θερμαίνεται, με την επανάληψη του κύκλου.

Αναλυτικά η διαδικασία είναι η εξής και φαίνεται στα παρακάτω διαγράμματα. Με έντονο χρώμα φαίνεται σε κάθε στάδιο λειτουργίας τα ρεύματα το οποία είναι συνδεδεμένα με τον ψύκτη, ενώ με διακεκομμένη γραμμή απεικονίζονται τα ρεύματα που είναι αποσυνδεδεμένα.



Σχήμα 27 *Διεργασίες λειτουργίας ενός ψύκτη προσρόφησης*

Οι διεργασίες που υλοποιούνται κατά τον κύκλο προσρόφησης είναι αντίστοιχες με αυτές του κύκλου μηχανικής συμπίεσης ατμού. Η πρόσληψη θερμότητας από το ψυκτικό μέσο στον ατμοποιητή έχει σαν αποτέλεσμα την ατμοποίησή του και την επιθυμητή ψύξη του νερού ψύξης. Η φάση της συμπίεσης όμως γίνεται θερμοφυσικά μέσω της αύξησης της θερμοκρασίας του θαλάμου προσρόφησης και όχι μηχανικά μέσω συμπιεστή. Κατά το πρώτο βήμα ο θάλαμος του προσροφητής όπου έχει προσποιηθεί ο ατμός νερού θερμαίνεται από την πηγή θερμότητας στην υψηλή θερμοκρασία του κύκλου T_H. Η πίεση του θαλάμου αυξάνεται από την πίεση ατμοποίησης έως την πίεση συμπύκνωσης του ψυκτικού μέσου ενώ και η θερμοκρασία του αυξάνεται. Κατά το δεύτερο βήμα ο θάλαμος προσρόφησης συνεχίζει να δέχεται θερμότητα και η θερμοκρασία του συνεχίζει να αυξάνεται, γεγονός που έχει σαν αποτέλεσμα την αντίστροφη διαδικασία της προσρόφησης(αναγέννηση) του ατμού και

απομάκρυνσή του από τον προσροφητή. Ο ατμός αυτός στη συνέχεια κατευθύνεται στον συμπυκνωτή όπου υγροποιείται στην ήδη υψηλή πίεση του κύκλου, ενώ η θερμότητα συμπύκνωσης αποβάλλεται στο περιβάλλον στην θερμοκρασία T_C(25-35 ^oC).

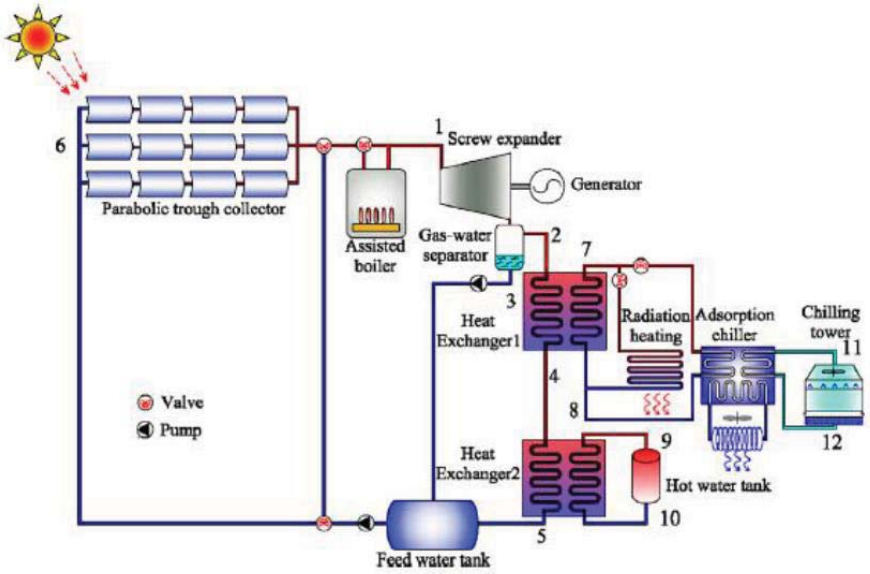
Στην έναρξη του τρίτου βήματος ο θάλαμος του προσροφητή αποσυνδέεται από τον συμπυκνωτή μέσω βαλβίδας και κατόπιν ψύχεται αποβάλλοντας τη θερμότητα στο περιβάλλον στη θερμοκρασία T_M. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της πίεσης του θαλάμου από την πίεση συμπύκνωσης στην πίεση ατμοποίησης. Κατά το τέταρτο βήμα ο θάλαμος προσρόφησης συνεχίζει να αποβάλλει θερμότητα και να μειώνεται η θερμοκρασία του ενώ συνδέεται με τον ατμοποιητή όπου το ψυκτικό μέσο προσλαμβάνοντας θερμότητα και από το κύκλωμα του ψυχρού νερού γίνεται ατμός. Στη συνέχεια η μειωμένη θερμοκρασία του θαλάμου προσρόφησης επιτρέπει την προσρόφηση των ατμών νερού από τον προσροφητή.

Ο παραπάνω βασικός ψυκτικός κύκλος προσρόφησης είναι μία διακοπτόμενη διαδικασία με αποτέλεσμα η ψύξη να μην είναι συνεχής. Για να επιτευχθεί συνεχής ψύξη απαιτούνται τουλάχιστον δύο θάλαμοι προσρόφησης. Κατά αυτή τη λειτουργία όταν ο ένας είναι στη φάση της προσρόφησης ο άλλος είναι στη φάση της αναγέννησης και η λειτουργία τους διαρκώς εναλλάσσεται όπως θα αναλυθεί στη συνέχεια.

3.3.7.4 Παραδείγματα συστημάτων συμπαραγωγής με ψύξη προσρόφησης

Στην παρούσα ενότητας παρουσιάζονται μερικά καινοτόμα συστήματα που συνδυάζουν την εφαρμογή ψυκτών προσρόφησης για συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Ο στόχος είναι να παρουσιαστούν οι ευρείες δυνατότητες ενσωμάτωσης της τεχνολογίας.

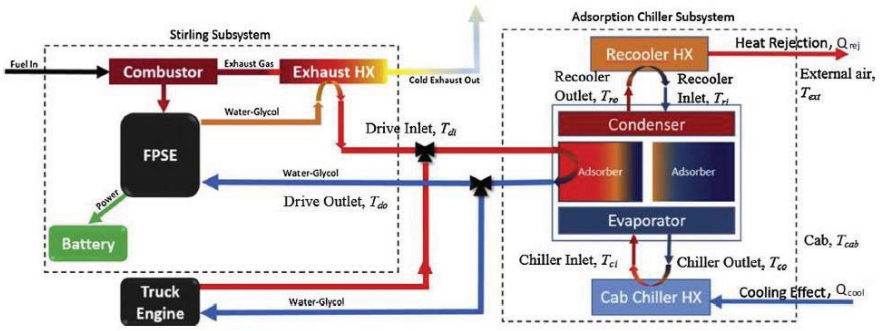
Ένα τέτοιο σύστημα απεικονίζεται στο Σχήμα 28. Το σχήμα αυτό είναι ένα σύστημα ηλιακής τριπαραγωγής, το οποίο περιλαμβάνει έναν κύκλο Rankineμε κοχλιωτό εκτονωτή και 8 ψύκτες προσρόφησης. Ο ψύκτης παραλαμβάνει την απαιτούμενη θερμότητα από έναν εναλλάκτη που ψύχει τον ατμό που εξέρχεται από τον εκτονωτή, ενώ το ψυκτικό νερό για την προσρόφησης παραλαμβάνεται από έναν πύργο ψύξης.



Σχήμα 28 Σύστημα ηλιακής παραγωγής ηλεκτρισμού, θέρμανσης και ψύξης με ψύκτη προσρόφησης και κύκλο Rankine

Το παραπάνω σύστημα έχει τη δυνατότητα να παράγει ψύξη, θέρμανση και ηλεκτρισμό. Εάν και στη συγκεκριμένη περίπτωση η πρωταρχική πηγή ενέργειας είναι η ηλιακή, αντίστοιχα συστήματα μπορούν να βρουν εφαρμογή και σε εφαρμογές ορυκτών καυσίμων με χρήση πχ λεβήτων φυσικού αερίου ή σε εφαρμογές απορριπτόμενης θερμότητας από βιομηχανικές διεργασίες.

Το επόμενο σύστημα (Σχήμα 29) συνδυάζει έναν ψύκτη προσρόφησης με μία μηχανή Stirling για αξιοποίηση της απορριπτόμενης θερμότητας από μηχανή φορτηγού. Σε αυτή την περίπτωση τα ωφέλιμα προϊόντα είναι ψύξη και μηχανική ισχύς. Ο κύκλος προσρόφησης τροφοδοτείται είτε με το νερό ψύξης της μηχανής Stirling είτε με τα καυσαέριά της.



Σχήμα 29 Σύστημα ψύξης με προσρόφηση σε σύζευξη με μηχανή Stirling

4. ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΣΗΘ ΜΕ ΑΕΡΙΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

4.1. ΓΕΝΙΚΑ

Τα εναλλακτικά καύσιμα σταθμών ΣΗΘ είναι τα κάτωθι:

- φυσικό αέριο (ΦΑ)
- υγραέριο
- βιοαέριο
- μίγμα φυσικού αερίου και βιοαερίου
- πετρέλαιο {μαζούτ / ελαφρύ (Diesel)}

Η εμπορική εφαρμογή της πολύ μικρής- και της μικρής- ΣΗΘ γίνεται ως επί το πλείστον με καύσιμο φυσικό αέριο ή υγραέριο.

4.2. ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ Φ.Α.

Η σύσταση του φυσικού αερίου που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα, δίνεται στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 13). Η σύσταση διαφέρει ανάλογα με την πηγή προέλευσής του (π.χ. Ρωσία ή Αλγερία).

Πίνακας 13 Φυσικές ιδιότητες Φ.Α.

ΣΥΣΤΑΣΗ - ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΡΩΣΙΚΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	ΑΛΓΕΡΙΝΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ
Μεθάνιο	min 85 %	85,6 –96,6 %
Αιθάνιο	max 7 %	3,2- 8,5 %
Προπάνιο	max 3 %	0-3 %
Βουτάνιο	max 2 %	0-1,2 %
Πεντάνιο και βαρύτερα	max 1 %	0-0,7 %
Άζωτο	max 5 %	0,2-1,4 %
Διοξείδιο του άνθρακα	max 3 %	0 %
Υδρόθειο	max 5 mg/ m^3	Max 0,5 ppm
Μερκαπτάνη	max 15 mg/m^3	max 2,3 mg/m^3
Σύνολο Θείου	max 60 mg/m^3	max 30 mg/m^3
Πυκνότητα	0,685 kg/m^3	0,74 –0,82 kg/m^3
Μέση Ανωτέρα Θερμογόνος Ικανότητα	9.524 kcal/Nm^3	9.982 kcal/Nm^3
Μέση Κατωτέρα Θερμογόνος Ικανότητα	8.686 kcal/Nm^3	9.016 kcal/Nm^3

4.3. ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ

Το υγραέριο αποτελεί μίγμα προπανίου και βουτανίου, οι οποίοι είναι υδρογονάνθρακες με τρία και τέσσερα άτομα άνθρακα, αντίστοιχα. Η χημική σύσταση του προπανίου είναι C_3H_8 ενώ του βουτανίου είναι C_4H_{10}. Τα μίγματα αυτών των υδρογονανθράκων που προορίζονται για την κατανάλωση περιέχουν ποσότητες άλλων ουσιών, όπως ακόρεστο προπάνιο (προπένιο) και ακόρεστο βουτάνιο (βουτένιο), καθώς και ίχνη από ελαφρύτερους και βαρύτερους υδρογονάνθρακες (αιθάνιο, μεθάνιο, πεντάνιο και άλλα). Για τη διάκριση αυτών των μιγμάτων από τις καθαρές μορφές των αερίων, αυτά είναι γνωστά ως “προπάνιο του εμπορίου” και “βουτάνιο του εμπορίου” και οι προδιαγραφές τους αναφέρονται στο Υπουργικό Διάταγμα με αριθμό 2912 76 20-7-1976. (Πίνακας 14).

Πίνακας 14 Φυσικές ιδιότητες Υγραερίου

	Προπάνιο	**η- Βουτάνιο**
Χημικός Τύπος	C_3H_8	C_4H_{10}
Μοριακό Βάρος	44,094	58,120
Σημείο πήξης υγρού σε 760mmHg (°C)	-187,7	-138,3
Σημείο βρασμού υγρού σε 760mmHg (°C)	-42,1	-0,5
Πυκνότητα υγρού σε 15,5°C (kg/lt)	0,507	0,583
Σχετική πυκνότητα αερίου (αέρας = 1) σε S.C.	1,522	2,006
Κρίσιμη θερμοκρασία (°C)	96,8	152,0
Κρίσιμη πίεση-απόλυτη (bar)	42,6	38,0
Λόγος όγκου αερίου προς υγρό σε Π.Σ.	272,7	237,8
Λανθάνουσα θερμότητα στο σημείο βρασμού 1 atm σε kcal/kg	101,7	92,3
Λανθάνουσα θερμότητα στο σημείο βρασμού σε kcal/Lit	51,5	53,1
Ανώτερη Θερμογόνος Ικανότητα (*) σε Π.Σ. (kcal/kg)	12.048	11.851
Ανώτερη Θερμογόνος Ικανότητα (*) σε Π.Σ. (kcal/m^3)	22.766	29.875

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Τα ανωτέρω χαρακτηριστικά ισχύουν για το καθαρό προπάνιο (pure Propane) και το καθαρό η-βουτάνιο (pure η-Butane). Οι συνθήκες περιβάλλοντος 15,5°C (60 ^{0}F) και 760 mmHg είναι οι διεθνώς αναφερόμενες ως -πρότυπες συνθήκες (Standard Conditions –S.C). Στον πίνακα χρησιμοποιείται η συντομογραφία Π.Σ. (S.C). (*) Στην Ελληνική βιβλιογραφία και νομοθεσία αναφέρεται και ως Ανώτερη Θερμογόνος **Δύναμη.**

4.4. ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ

Το βιοαέριο παράγεται σε κατάλληλους χωνευτές (digesters) από την αναερόβια χώνευση (ΑΧ) κτηνοτροφικών, κυρίως, αποβλήτων, όπως είναι τα λύματα χοιροστασίων, πτηνοτροφείων, βουστασίων καθώς και άλλων αγροτοβιομηχανικών μονάδων (ελαιουργείων, σφαγείων, τυροκομείων, ιχθυοτροφείων κ.α.), λύματα των βιολογικών καθαρισμών, καθώς και

από την αποσύνθεση του οργανικού κλάσματος απορριμμάτων στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ).

Το βιοαέριο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο (CH_4) κατά 55-70% και διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) κατά 30-45%. Επίσης περιέχει ελάχιστες ποσότητες άλλων αερίων, όπως άζωτο, υδρογόνο, αμμωνία και υδρόθειο και η κατώτερη θερμογόνος ικανότητά του κυμαίνεται από 20 έως 25 MJ/m^3.

Μετά την ΑΧ ή την αεριοποίηση, το βιοαέριο υφίσταται καθαρισμό (που συνίσταται σε απομάκρυνση των σωματιδίων H_2S, NH_3, H_2O), αναβάθμιση (δηλ. απομάκρυνση CO_2 και προσθήκη προπανίου) και, τέλος, απόσμηση. Το παραγόμενο αέριο ονομάζεται **βιομεθάνιο** και διακρίνεται σε βιομεθάνιο ποιότητας L (89% CH_4), ή ποιότητας H (96% CH_4)**.** Το βιομεθάνιο που προέρχεται από την τεχνολογία της ΑΧ ανήκει στα βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς, ενώ αυτό που προέρχεται από την αεριοποίηση θεωρείται βιοκαύσιμο δεύτερης γενιάς.

Η σύσταση και οι ελάχιστες ποιοτικές προδιαγραφές και απαιτήσεις που πρέπει να πληροί το βιομεθάνιο για χρήση του ως καύσιμο μεταφορών ή για έγχυση στο δίκτυο του ΦΑ παρουσιάζονται ακολούθως (Πίνακας 15 και Πίνακας 16).

Πίνακας 15 Σύσταση και ιδιότητες βιοαερίου, βιο-μεθανίου και αερίου σύνθεσης

Συστατικό	**Σύμβολο**	**Βιοαέριο**	**Βιομεθάνιο**	**Αέριο σύνθεσης (Με αέρα)**	**Αέριο σύνθεσης (Με ατμό)**
Μεθάνιο	CH_4	55-70%	>97%	3-7%	4-14%
Διοξείδιο άνθρακα	CO_2	30-45%	<1%	11-19%%	15-30%
Υδρογόνο	H_2	-	-	6-19%	26-55%
Άζωτο	N_2	<2%	<2%	42-60%	0%
Οξυγόνο	O_2	<0,5%	<0,5%	-	-
Υδρόθειο	H_2S	<500 ppm	<0,5 mg/Nm^3	**-**	**-**
Υδρογονάνθρακες	C_nH_m	<100 ppm	<10 ppm	0,5-2,%	0,5-2,%
Νερό	H_2O	κορεσμένο	< 0,03 g/m^3	**-**	**-**

Πηγή : [8], [21]

Πίνακας 16 Σύγκριση συστατικών διαφόρων αερίων καυσίμων

Συστατικό	Σύμβολο	Αέριο ΧΥΤΑ	Αέριο ιλύος βιολογικών απόβλητων	Αέριο ιλύος βιομηχανικών απόβλητων	Φυσικό αέριο
Μεθάνιο	CH_4	47%	67%	77%	91.1%
Διοξείδιο άνθρακα	CO_2	35%	33%	23%	0.5%
Άζωτο	N_2	16%	0.2%	Ίχνη	0.6%
Οξυγόνο	O_2	2%	Ίχνη	Ίχνη	Ίχνη
Υδρογόνο	H_2	Ίχνη	Ίχνη	Ίχνη	Ίχνη
Υδρόθειο	H_2S	300 ppm	<10 ppm	<10 ppm	Ίχνη
Διάφοροι Υδρογονάνθρακες	C_nH_m	50 ppm	<10 ppm	<10 ppm	7.8 %

Πηγή : [8]

Κυριότερες πηγές για την παραγωγή βιοαερίου είναι οι ενεργειακές καλλιέργειες (καλαμπόκι – σιτηρά, κ.α) όπως επίσης οι ΧΥΤΑ και τα λύματα βιολογικών καθαρισμών.

4.6. ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ ΜΕ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Με βάση την εγκατεστημένη ισχύ των μονάδων ΣΗΘ, η σύνδεσή τους με το δίκτυο διανομής ΦΑ μπορεί να γίνει είτε στο δίκτυο μέσης πίεσης (ονομαστική πίεση 19 bar με συνήθη πίεση τροφοδοσίας 1 ή 2 bar), είτε στο δίκτυο χαμηλής πίεσης (ονομαστική πίεση 4 bar ή 25 mbar) με συνήθη πίεση τροφοδοσίας 25 ή 300 mbar και 25 mbar αντίστοιχα.

Ακολούθως (Πίνακας 17) συνοψίζονται οι δυνατότητες σύνδεσης.

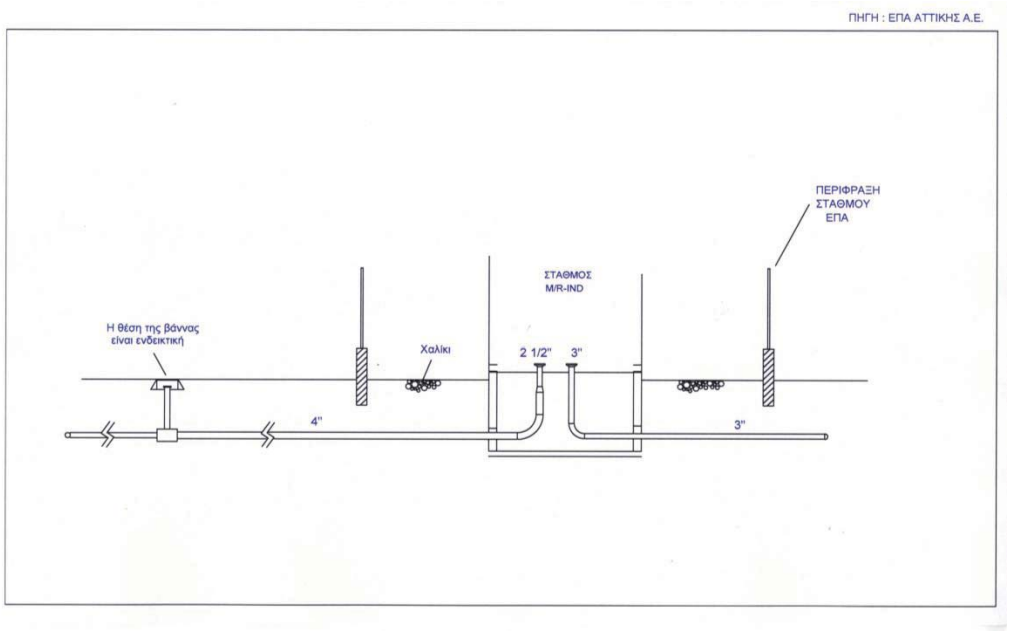
Πίνακας 17 Πιέσεις τροφοδοσίας μονάδων ΣΗΘ

Δίκτυο Διανομής	Πίεση Παροχής	Τύπος Σταθμού Ρύθμισης και Μέτρησης Φ.Α.	Πίεση τροφοδοσίας εσωτερικής εγκατάστασης
Μέσης Πίεσης	19 bar	MR-IND	1 bar ή 2 bar
Χαμηλής Πίεσης	4 bar	MRS	300 mbar
Χαμηλής Πίεσης	4 bar	Μετρητής	25 mbar
Χαμηλής Πίεσης	25 mbar	Μετρητής	25 mbar

Για την τροφοδότηση της μονάδας ΣΗΘ από το δίκτυο της μέσης πίεσης 19 bar απαιτείται η εγκατάσταση από το Διαχειριστή του Δικτύου Διανομής Φυσικού Αερίου ενός ρυθμιστικού σταθμού υποβιβασμού της πίεσης των 19 bar στην πίεση του εσωτερικού δικτύου του καταναλωτή (συνήθως 1 ή 2 bar). Σε ορισμένες περιπτώσεις, ανάλογα με το μήκος του

εσωτερικού δικτύου και την πίεση λειτουργίας της μονάδας ΣΗΘ, ενδέχεται να απαιτηθεί η εγκατάσταση και δεύτερης ρυθμιστικής διάταξης υποβιβασμού της πίεσης στο εσωτερικό δίκτυο.

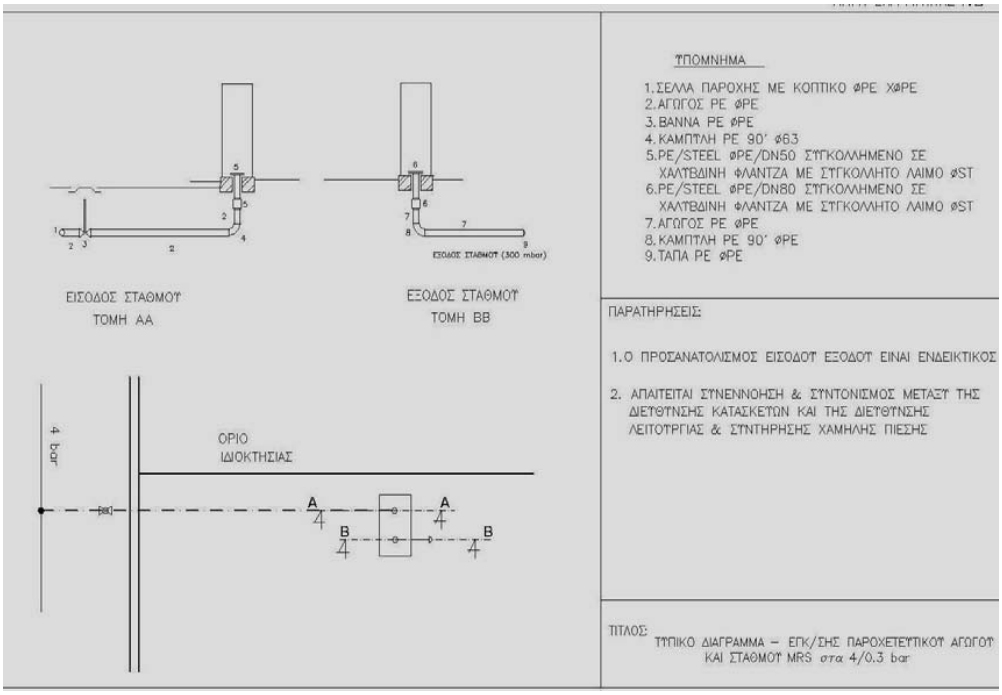
Στο Σχήμα 30 απεικονίζεται σχηματικό μονογραμμικό διάγραμμα σύνδεσης του καταναλωτή με ‘‘βιομηχανικού τύπου σταθμό (MR – IND)’’ με το δίκτυο μέσης τάσης των 19 bar, όπως απαιτείται για την τροφοδοσία μονάδων ΣΗΘ.



Σχήμα 30 Σχηματικό διάγραμμα σταθμού υποβιβασμού της πίεσης από το δίκτυο των 19 bar

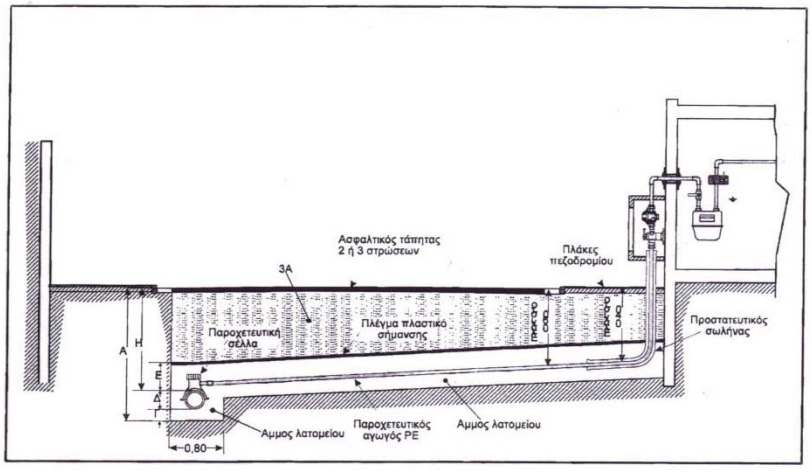
Για την τροφοδότηση μονάδας ΣΗΘ από το δίκτυο Χαμηλής πίεσης των 4 bar (σύνηθες αστικό δίκτυο), απαιτείται η εγκατάσταση ρυθμιστικού σταθμού υποβιβασμού της πίεσης από την πίεση του δικτύου Χαμηλής πίεσης στην πίεση τροφοδοσίας του εσωτερικού δικτύου, πριν το σταθμό ΣΗΘ.

Στο Σχήμα 31 απεικονίζεται σχηματικό διάγραμμα σύνδεσης του καταναλωτή με σταθμό υποβιβασμού τύπου MRS στα 4/300 mbar, για την τροφοδοσία μονάδων ΣΗΘ, με πίεση εσωτερικού δικτύου 300 mbar.



Σχήμα 31Τυπικό διάγραμμα σταθμού υποβιβασμού της πίεσης από το δίκτυο των 4 bar

Στο Σχήμα 32 απεικονίζεται σχηματικό διάγραμμα σύνδεσης του καταναλωτή με ρυθμιστική μετρητική διάταξη υποβιβασμού τύπου “Ρυθμιστή/Μετρητή ή ΣΕΤ στα 4/25 mbar”, για πίεση εσωτερικού δικτύου 25 mbar.



Σχήμα 32 Σχηματικό διάγραμμα σύνδεσης με ρυθμιστική μετρητική διάταξη της πίεσης από το δίκτυο των 4 bar.

Για την τροφοδότηση της μονάδας ΣΗΘ από το δίκτυο Χαμηλής πίεσης των 25 mbar (π.χ. ιστορικό κέντρο Αθηνών) απαιτείται η εγκατάσταση μόνο μετρητικής διάταξης.

4.7. ΙΣΧΥΟΝΤΕΣ ΤΕΧΝΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ Φ.Α.

Κατά τη σχεδίαση και λειτουργία εφαρμόζονται οι απαιτούμενοι κανονισμοί εγκαταστάσεων φυσικού αερίου. Οι ισχύοντες σχετικοί Τεχνικοί Κανονισμοί για τις εσωτερικές εγκαταστάσεις Φ.Α. δίνονται αναλυτικά στη βιβλιογραφία [9].

5.ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ ΜΕ ΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

5.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η σύνδεση και λειτουργία των συστημάτων ΣΗΘ στα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως είναι οι ισχύουσες τιμές εμπορίας της ηλεκτρικής ενέργειας, τα λειτουργικά χαρακτηριστικά και οι τεχνικές απαιτήσεις της εγκατάστασης, τα επίπεδα ζήτησης του θερμικού φορτίου, η διαθεσιμότητα του καυσίμου και η ύπαρξη επαρκών εγκαταστάσεων για τη μεταφορά του, κλπ. Η ικανοποίηση όλων αυτών των παραγόντων μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη σχετικών διαφοροποιήσεων για τη σύνδεση των συστημάτων ΣΗΘ σε διαφορετικά δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Όμως, σε κάθε περίπτωση η σύνδεση των συστημάτων ΣΗΘ που, βρίσκονται εγκατεστημένα σε κτηριακές εγκαταστάσεις, όπως και κάθε μονάδας Διασπαρμένης Παραγωγής στο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να πραγματοποιείται έτσι ώστε να μην προκαλούνται ανεπίτρεπτες διαταραχές της παροχής ηλεκτρικής ισχύος των ήδη συνδεδεμένων Παραγωγών ή Καταναλωτών. Ειδικότερα, όταν συμβαίνουν διαταραχές της κανονικής λειτουργίας των συστημάτων ή/και του δικτύου, από διάφορα σφάλματα ή άλλα αίτια, θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι οι επιπτώσεις τους περιορίζονται στο ελάχιστο δυνατόν, ενώ δεν θα πρέπει να δημιουργούνται επικίνδυνες καταστάσεις για τον εξοπλισμό ή και την ασφάλεια προσώπων [10].

Τα δίκτυα διανομής γενικά χαρακτηρίζονται από ροή ισχύος προς μία μόνο κατεύθυνση, αυτή προς το μέρος της κατανάλωσης [11]. Όμως, η σύνδεση των μονάδων διασπαρμένης παραγωγής και, ειδικά, των συστημάτων ΣΗΘ μπορεί να προκαλέσει καταστάσεις ροής ισχύος προς δύο κατευθύνσεις στους κλάδους του δικτύου. Επίσης, οι εγκαταστάσεις των συστημάτων ΣΗΘ μπορεί να παρέχουν ισχύ στο δίκτυο, ενώ σε άλλες χρονικές περιόδους μπορεί να τροφοδοτούνται από αυτό. Το θέμα αυτό αντιμετωπίζεται από τον Διαχειριστή Δικτύου, γιατί η έλλειψη των απαραίτητων τεχνικών κανόνων μπορεί να προκαλέσει καταστάσεις στις οποίες τα συστήματα ΣΗΘ μπορεί να εγχέουν ισχύ στο δίκτυο όταν συμβαίνουν βραχυκυκλώματα χωρίς αυτό να γίνεται αντιληπτό από τον Διαχειριστή. Επίσης, εάν δεν καθορισθεί ένα κοινό πλαίσιο ένταξης των συστημάτων ΣΗΘ στο δίκτυο, υπάρχει ο κίνδυνος σύνδεσής τους σε διάφορα σημεία του δικτύου (νόμιμα ή παράνομα) χωρίς κάτι τέτοιο να έχει γνωστοποιηθεί στον Διαχειριστή Δικτύου. Σε τέτοιες περιπτώσεις, σφάλματα των συστημάτων μπορεί να μη γίνονται αντιληπτά από τον Διαχειριστή Δικτύου ενώ υπάρχει σοβαρή πιθανότητα το προσωπικό που καλείται να τα αντιμετωπίσει να μην γνωρίζει την κατεύθυνση της ροής ισχύος στο δίκτυο. Οι καταστάσεις αυτές μπορούν να προκαλέσουν σοβαρά προβλήματα στην ασφάλεια ανθρώπων και εξοπλισμού του δικτύου.

5.2. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ

Θεωρητικά, υπάρχουν τέσσερις βασικοί τύποι και περιπτώσεις λειτουργίας στους οποίους διακρίνονται οι μονάδες παραγωγής των συστημάτων ΣΗΘ ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους [12] [13]. Ειδικότερα, το σύστημα ΣΗΘ μπορεί να λειτουργεί για:

i. να καλύπτει τις απαιτήσεις του ηλεκτρικού φορτίου βάσης και του αντίστοιχου θερμικού φορτίου της εγκατάστασης του καταναλωτή. Σε οποιεσδήποτε καταστάσεις που μπορεί να υπάρχουν για τη μη επαρκή ικανοποίηση των απαιτήσεων του ηλεκτρικού ή/και θερμικού φορτίου της εγκατάστασης, επιπρόσθετες ποσότητες ηλεκτρικής ισχύος μπορεί να παρέχονται από το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας ενώ επιπρόσθετες ποσότητες θερμικής ισχύος μπορεί να παρέχονται από κατάλληλους λέβητες που ευρίσκονται σε κατάσταση αναμονής.

ii. την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, επιπλέον των απαιτήσεων του συνολικού ηλεκτρικού φορτίου της εγκατάστασης του καταναλωτή, η οποία εγχέεται (πωλείται) προς το δίκτυο διανομής ενώ ολόκληρη η παραγόμενη θερμική ισχύς της χρησιμοποιείται για την ικανοποίηση των απαιτήσεων του θερμικού φορτίου της εγκατάστασης του καταναλωτή. Εναλλακτικά, το σύστημα ΣΗΘ λειτουργεί κύρια για την ικανοποίηση των απαιτήσεων του ηλεκτρικού φορτίου της εγκατάστασης, ενώ η επιπρόσθετη παραγόμενη θερμική ισχύς αποβάλλεται ανεκμετάλλευτη προς το περιβάλλον. Όμως, αυτή η λειτουργική πρακτική μειώνει σημαντικά το συνολικό βαθμό απόδοσης του συστήματος ΣΗΘ και, γενικότερα, δεν πρέπει να εφαρμόζεται.

iii. την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, με ή χωρίς εξαγωγή (πώληση) προς το δίκτυο διανομής, ενώ η παραγόμενη θερμική ισχύς χρησιμοποιείται για την ικανοποίηση των απαιτήσεων του θερμικού φορτίου της εγκατάστασης και η επιπρόσθετη θερμική ισχύς χρησιμοποιείται για την ικανοποίηση των θερμικών φορτίων άλλων καταναλωτών με τους οποίους υπάρχουν σχετικές συμβάσεις προμήθειας και πώλησης θερμικής ενέργειας.

iv. την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας η οποία εγχέεται ολοκληρωτικά στο δίκτυο διανομής, χωρίς να χρησιμοποιείται για την ικανοποίηση των απαιτήσεων του ηλεκτρικού φορτίου των εγκαταστάσεων των καταναλωτών (σύνδεση παραγωγού ηλεκτρικής ενέργειας). Η ηλεκτρική ισχύς που απαιτείται για την ικανοποίηση του ηλεκτρικού φορτίου της εγκατάστασης του καταναλωτή παρέχεται από το δίκτυο διανομής διαμέσου διαφορετικής σύνδεσης (σύνδεση καταναλωτή ηλεκτρικής ενέργειας). Η παραγόμενη θερμική ισχύς του συστήματος ΣΗΘ χρησιμοποιείται για την ικανοποίηση των απαιτήσεων του θερμικού φορτίου της εγκατάστασης του καταναλωτή, ενώ η επιπρόσθετη ισχύς χρησιμοποιείται για την ικανοποίηση των θερμικών φορτίων άλλων καταναλωτών. Αυτή η λειτουργική πρακτική χρησιμοποιείται όταν η μοναδιαία τιμή πώλησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας που εγχέεται στο δίκτυο διανομής είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη τιμή προμήθειας της ηλεκτρικής ενέργειας από τους παρόχους ηλεκτρικής ενέργειας και απαιτεί τη σύναψη ειδικής σύμβασης λειτουργικής ενίσχυσης, με το Λειτουργό της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΛΑΓΗΕ ΑΕ) ή τη ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε ως Διαχειριστή των Μη-

Διασυνδεδεμένων Νησιών σε περίπτωση που το σύστημα ΣΗΘ εγκαθίσταται σε κάποια από αυτά τα νησιά, με εικοσαετή χρονική διάρκεια ισχύος και έχει ως απαραίτητη προϋπόθεση τον χαρακτηρισμό του συστήματος ΣΗΘ ως σύστημα ΣΗΘ Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ).

Στην Ελλάδα εφαρμόζεται κύρια η τελευταία περίπτωση λειτουργίας (iv), ενώ αναμένεται μαζί με την πρώτη περίπτωση λειτουργίας (i) να αποτελέσει τη βασική λειτουργική πρακτική και σε πολλά μελλοντικά συστήματα ΣΗΘ,. Συνδυασμός των περιπτώσεων (i) & (iv) μπορεί να υπάρξει στην περίπτωση λειτουργίας του συστήματος ΣΗΘ ως σταθμού αυτοπαραγωγού καθώς και σε σχήμα συμψηφισμού της παραγόμενης και εγχεόμενης ηλεκτρικής ενέργειας με την καταναλισκόμενη[1].

5.3. ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

Ο καθορισμός της διαδικασίας σύνδεσης ενός συστήματος ΣΗΘ στο δίκτυο διανομής (αφορά περιπτώσεις όπου προβλέπεται έγχυση ηλεκτρικής ενέργειας και όπου απαιτείται και σύναψη Σύμβασης Σύνδεσης), πρέπει να στηρίζεται στην αρχή ότι πραγματοποιείται με τον πιο οικονομικό τρόπο, χωρίς να παραβιάζονται τα όρια διαταραχών που θέτει ο Κώδικας διαχείρισης του Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΕΔΔΗΕ) (ΦΕΚ Β’ 78/2017). Γενικά, είναι προτιμότερο τα συστήματα ΣΗΘ να συνδέονται όσο το δυνατό πλησιέστερα προς τα φορτία, έτσι ώστε να περιορίζονται οι ροές ισχύος των κλάδων του δικτύου διανομής. Επιπλέον, πρέπει να αποφεύγονται λειτουργικές καταστάσεις εκτός των επιτρεπόμενων ορίων και να επιδιώκεται όσο το δυνατό μεγαλύτερη βελτίωση των τάσεων και μείωση των απωλειών ισχύος. Η επιλογή του ΣΚΣ θα αποφασίζεται μετά από το σχετικό έλεγχο και εάν ικανοποιούνται όλες οι απαιτούμενες προϋποθέσεις σύνδεσης στο δίκτυο διανομής. Επιπρόσθετα, μετά από την έναρξη της λειτουργίας του συστήματος ΣΗΘ θα ελέγχεται ο βαθμός ικανοποίησης όλων των απαιτούμενων προϋποθέσεων. Όταν το ΣΣΔ διαφοροποιείται από το ΣΚΣ, όπως συμβαίνει κατά τη σύνδεση του συστήματος ΣΗΘ μέσω αποκλειστικής γραμμής διανομής, μπορεί να γίνονται δεκτά ευρύτερα όρια από αυτά που ισχύουν για το ΣΚΣ. Σημειώνεται ότι εάν κατά τη λειτουργία του συστήματος ΣΗΘ διαπιστωθούν αποκλίσεις και διαταραχές μεγαλύτερες από τα επιτρεπόμενα όρια, λόγω μη ακριβών στοιχείων που χορηγήθηκαν, ο ιδιοκτήτης του υποχρεούται στην άμεση λήψη διορθωτικών μέτρων, σύμφωνα με τις υποδείξεις του Διαχειριστή Δικτύου.

Τα μέσα ζεύξης και προστασίας που χρησιμοποιούνται για να εξασφαλίζεται η ασφαλής σύνδεση των εγκαταστάσεων των συστημάτων ΣΗΘ στο δίκτυο διανομής περιγράφονται στη Σύναψη Σύμβασης και είναι συνοπτικά και ενδεικτικά τα ακόλουθα:

---

[1] εφόσον αυτό καθοριστεί με Υπουργική Απόφαση που προβλέπεται σύμφωνα με το άρθρο 14Α του ν3468/06, όπως αυτός τροποποιήθηκε από το ν4414/16, για αυτοπαραγωγούς για την κάλυψη ιδίων αναγκών τους, με εφαρμογή ενεργειακού συμψηφισμού.

- **Μετασχηματιστής Ισχύος**: Για τη σύνδεση του συστήματος μικρής ΣΗΘ στο δίκτυο Μέσης Τάσης απαιτείται να εγκατασταθούν ένας ή περισσότεροι μετασχηματιστές ισχύος με κατάλληλες τιμές φαινόμενης ισχύος έτσι ώστε να μετασχηματίζεται η τάση στο επίπεδο της Χαμηλής Τάσης.
- **Συσκευή Αποσύνδεσης:** Ένας χειροκίνητος διακόπτης που θα αποσυνδέει τη μονάδα ΣΗΘ από το δίκτυο διανομής θα παρέχεται, θα εγκαθίσταται και θα συντηρείται από το Χρήστη. Εάν ο διακόπτης αυτός είναι εγκατεστημένος προς τη μεριά του δικτύου διανομής, η εγκατάστασή του θα πραγματοποιείται από το Διαχειριστή Δικτύου ενώ το αντίστοιχο κόστος θα το αναλαμβάνει ο Χρήστης. Ο Διαχειριστής Δικτύου διατηρεί το δικαίωμα να ενεργοποιεί το διακόπτη όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο για λόγους συντήρησης και επισκευής του εξοπλισμού του. Επίσης, η διαδικασία αποσύνδεσης μπορεί να πραγματοποιείται χωρίς να προηγείται ενημέρωση του Χρήστη σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης του δικτύου διανομής, όταν διαπιστώνεται ότι η λειτουργία της εγκατάστασης μπορεί να θέτει σε κίνδυνο τη λειτουργία του Δικτύου ή τους υπόλοιπους Χρήστες του και εφόσον αυτό κρίνεται απαραίτητο για να διασφαλιστεί η ασφάλεια του προσωπικού του Διαχειριστή Δικτύου.
- **Αυτόματος Διακόπτης Γεννήτριας (ΑΔΓ):** Κάθε μονάδα ΣΗΘ περιλαμβάνει έναν ΑΔΓ με τον οποίο πραγματοποιείται ο έλεγχός της και επιτυγχάνεται η προστασία της μέσω των κατάλληλων αισθητηρίων. Ο ΑΔΓ βρίσκεται συνήθως κοντά στη μονάδα ΣΗΘ και είναι συχνά της ίδιας τάσεως.
- **Αυτόματος Διακόπτης Διασύνδεσης (ΑΔΔ):** Είναι το στοιχείο που επιτρέπει τη ζεύξη ή την απομόνωση των εγκαταστάσεων των συστημάτων ΣΗΘ από το δίκτυο διανομής και απαιτείται σε περιπτώσεις που περιλαμβάνουν περισσότερες από μια μονάδες ΣΗΘ σε απόσταση μεταξύ τους και, κυρίως, όταν προβλέπεται η δυνατότητα απομονωμένης λειτουργίας της εγκατάστασης. Ο ΑΔΔ ελέγχεται μέσω κατάλληλου εξοπλισμού που περιλαμβάνει ηλεκτρονόμους υπερεντάσεως των αυτόματων διακοπτών οι οποίοι διαρρέονται από το ρεύμα βραχυκύκλωσης. Οι ηλεκτρονόμοι αυτοί θα πρέπει να συνεργάζονται με τα προηγούμενα μέσα προστασίας του δικτύου διανομής που προκαλούν την οριστική διακοπή, όπως είναι για παράδειγμα οι ηλεκτρονόμοι χρονικής καθυστέρησης των διακοπτών ισχύος στην αναχώρηση της γραμμής.
- **Ηλεκτρονόμοι Ορίων Τάσεως και Συχνότητας**: Οι προστασίες αυτές συμβάλλουν στην απομόνωση της εγκατάστασης του συστήματος ΣΗΘ από το δίκτυο διανομής σε περιπτώσεις σφαλμάτων (βραχυκυκλωμάτων), διότι τα σφάλματα αυτά συνοδεύονται από σημαντικές αποκλίσεις των τάσεων από τις ονομαστικές τιμές τους. Απαιτούνται ηλεκτρονόμοι υπέρτασης, υπότασης, υπερσυχνότητας και υποσυχνότητας. Οι προστασίες των ορίων συχνότητας αφορούν κύρια την ανίχνευση της νησιδοποίησης (σε συνδυασμό με τον έλεγχο των ορίων τάσεως), διότι μετά από την αποσύνδεση από το δίκτυο διανομής μεταβάλλεται απότομα η ταχύτητα περιστροφής των μονάδων ΣΗΘ και, επομένως, η συχνότητα της παραγόμενης τάσης. Μία επιπρόσθετη προστασία για την αποφυγή της νησιδοποίησης είναι η προστασία ομοπολικής τάσης. Σε συγκεκριμένες

καταστάσεις λειτουργίας, που κύρια αφορούν συστήματα ΣΗΘ μεγάλης ισχύος, μπορεί να είναι αναγκαία η εγκατάσταση προστασιών που θα εξασφαλίζουν πιο αποτελεσματικά την απομόνωση του συστήματος ΣΗΘ σε γεγονότα μονίμων σφαλμάτων στο δίκτυο διανομής. Η εγκατάσταση των προστασιών αυτών θα αποφασίζεται από το Διαχειριστή Δικτύου σε συνεργασία με τον ιδιοκτήτη του συστήματος ΣΗΘ.

- **Ρυθμιστής Τάσης**: Μπορεί να απαιτείται ανάλογα με το σύστημα ΣΗΘ που εγκαθίσταται και χρειάζεται για να διατηρεί την τάση εξόδου της αντίστοιχης μονάδας σε συγκεκριμένη τιμή.
- **Γείωση**: Η μέθοδος γείωσης που επιλέγεται για την εγκατάσταση του συστήματος ΣΗΘ δεν αφορά την κατάσταση κανονικής λειτουργίας του δικτύου διανομής. Όμως, κατά τη διάρκεια σφαλμάτων στο δίκτυο, η γείωση έχει ξεχωριστή σημασία διότι αποτελεί ένα μέσο για την προστασία ανθρώπων και εξοπλισμού. Υπάρχουν διαφορετικές μέθοδοι γείωσης οι οποίες εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά κάθε συστήματος και μπορεί να περιλαμβάνουν την απευθείας γείωση χωρίς την ύπαρξη σύνθετης αντίστασης, τη γείωση μέσω ωμικής αντιστάσεως ή επαγωγικού πηνίου, τη χρησιμοποίηση πολλαπλών σημείων γείωσης, κλπ. Γενικά, σημειώνεται ότι η γείωση της εγκατάστασης ΣΗΘ πρέπει να γίνει σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς και τους κανόνες του Διαχειριστή Δικτύου Διανομής.

Η λειτουργία κάθε μονάδας ΣΗΘ έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των ρευμάτων βραχυκύκλωσης στο δίκτυο και είναι πιθανό να απαιτείται η βελτίωση του συστήματος προστασίας και η αναβάθμιση των χρησιμοποιούμενων γραμμών διανομής έτσι ώστε να μην προκαλούνται υπερβάσεις των επιτρεπτών ορίων λειτουργίας. Οι διαδικασίες που απαιτούνται για την προστασία του συστήματος ΣΗΘ και του δικτύου διανομής πρέπει να λαμβάνουν υπόψη την απομονωμένη και τη μη απομονωμένη λειτουργία του δικτύου. Τα ρεύματα βραχυκύκλωσης του δικτύου διανομής αποτελούν τον κύριο τρόπο ανίχνευσης των σφαλμάτων που συμβαίνουν σε αυτό και παραδοσιακές διατάξεις και μέθοδοι χρησιμοποιούνται για την προστασία των συστημάτων ΣΗΘ. Όμως, η συνεισφορά των βραχυκυκλωμάτων που συμβαίνουν στα συστήματα ΣΗΘ είναι σημαντική και η προστασία του δικτύου διανομής από τα σφάλματα αυτά αποτελεί μία περισσότερο πολύπλοκη διαδικασία. Λόγω των λειτουργικών χαρακτηριστικών των συστημάτων ΣΗΘ, η συνεισφορά των ασύμμετρων βραχυκυκλωμάτων είναι περιορισμένη. Οι σύγχρονες γεννήτριες των συστημάτων ΣΗΘ μικρής ισχύος θα πρέπει να είναι εξοπλισμένες με εξελιγμένες συσκευές διέγερσης έτσι ώστε οι τιμές του ρεύματος βραχυκύκλωσης να γίνονται αρκετά μεγαλύτερες από τις απαιτούμενες τιμές του συστήματος προστασίας. Επομένως, η ενεργοποίηση του συστήματος προστασίας και η απομόνωση του συστήματος ΣΗΘ εξαρτάται από το ρεύμα βραχυκύκλωσης του δικτύου διανομής, ενώ πρέπει να εξασφαλίζεται ότι κατά τη διάρκεια των βραχυκυκλωμάτων η μονάδα ΣΗΘ δε θα τροφοδοτεί το υπόλοιπο δίκτυο. Επίσης, κατά τη διαδικασία επαναφοράς τα επιμέρους τμήματα του δικτύου πρέπει να είναι συγχρονισμένα και, για το σκοπό αυτό, απαιτείται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού στα σημεία

επαναφοράς έτσι ώστε η διαφορά της τάσης στα δύο τμήματα του δικτύου να λαμβάνει τη μικρότερη δυνατή τιμή. Τέλος, σημειώνεται ότι συχνά απαιτείται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αναγνώρισης των καταστάσεων νησιδοποίησης των τμημάτων του δικτύου διανομής από τα σημεία τροφοδότησης του. Στις καταστάσεις αυτές μπορεί να απαιτείται η ενεργοποίηση κατάλληλου εξοπλισμού ζεύξης που ευρίσκεται κανονικά σε κατάσταση ανοικτής λειτουργίας, έτσι ώστε να μπορούν να επανατροφοδοτηθούν τα αντίστοιχα φορτία σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα [14].

Στο Παράρτημα Ι παρατίθενται τα πρότυπα ασφαλείας λειτουργίας και οι απαιτήσεις του εξοπλισμού που χρησιμοποιούνται στα συστήματα ΣΗΘ.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει να ικανοποιούνται οι ειδικές συνθήκες, χαρακτηριστικά και δυνατότητες λειτουργίας όπως αυτές περιγράφονται στον ΕΔΔΗΕ και εξειδικεύονται κάθε φορά στις επιμέρους Συμβάσεις Σύνδεσης που υπογράφουν οι κάτοχοι των συστημάτων ΣΗΘ/ΣΗΘΥΑ (Παραγωγοί) με το Διαχειριστή του Δικτύου, που αφορούν μεταξύ άλλων και

-την επιλογή του κατάλληλου τρόπου σύνδεσης (επιλογή Σημείου Κοινής Σύνδεσης με υψηλότερη ισχύ βραχυκύκλωσης, επέκταση υφιστάμενων εγκαταστάσεων του Δικτύου, σύνδεση σε υψηλότερο επίπεδο τάσης),

- την επιλογή εξοπλισμού παραγωγής με τροποποιημένα χαρακτηριστικά και λήψη από τον Παραγωγό μέτρων περιορισμού των επιπτώσεων, καθώς και

-την επιβολή τυχόν λειτουργικών περιορισμών στον σταθμό που μπορεί να αφορούν υποχρεώσεις για ρύθμιση της αέργου ισχύος του σταθμού ή/και υποχρεώσεις για περιορισμό της ενεργού ισχύος του σταθμού.

Ειδικότερα εξετάζεται το προκαλούμενο επίπεδο διαταραχών της Ποιότητας Τάσης του Δικτύου από τη σύνδεση και λειτουργία του σταθμού, το οποίο θα πρέπει να υπολείπεται των ορίων σχεδιασμού του άρθρου 70 του ΕΔΔΗΕ. Οι εξεταζόμενες διαταραχές αφορούν:

- τις αργές μεταβολές της τάσης,
- τις προκαλούμενες ταχείες διακυμάνσεις της τάσης,
- τις αναμενόμενες εκπομπές flicker από τη λειτουργία του σταθμού
- τις εκπομπές αρμονικών από διατάξεις μετατροπέων ισχύος που χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις του σταθμού.
- την προκαλούμενη ασυμμετρία των τάσεων του Δικτύου.

Η Σύμβαση Σύνδεσης που συνάπτει ο Παραγωγός με το Διαχειριστή περιέχει τα ειδικά χαρακτηριστικά και προδιαγραφές λειτουργίας όπως αυτές περιγράφονται στα άρθρα 70 (Όρια σχεδιασμού για διαταραχές της Ποιότητας Τάσης), 71 (Μελέτες ικανότητας υποδοχής ισχύος σταθμών παραγωγής), 72 (Μέσα ζεύξης και προστασίας), 73 (Προστασία απόζευξης σταθμών παραγωγής), 74 (Τεχνικές απαιτήσεις για τον εξοπλισμό σταθμών παραγωγής που

συνδέονται στο Δίκτυο), 75 (Απαιτήσεις εξοπλισμού επικοινωνίας, τηλεποπτείας και τηλελέγχου), 77 (Περιορισμοί απορρόφησης και έλεγχος αέργου Ισχύος), 78 (Περιορισμός της ενεργού ισχύος εξόδου σταθμών παραγωγής) του ΕΔΔΗΕ και όπως αυτά ορίζονται και εξειδικεύονται στο Εγχειρίδιο Πρόσβασης στο Δίκτυο.

Ειδικά για τις περιπτώσεις αυτοπαραγωγών λαμβάνεται κατά περίπτωση υπόψη η εγκατεστημένη ισχύς και τα χαρακτηριστικά των μονάδων παραγωγής και του κύριου εξοπλισμού κατανάλωσης, η Συμφωνημένη Μέγιστη Ισχύς Παραγωγής, η Συμφωνημένη Μέγιστη Ισχύς Κατανάλωσης καθώς και η χρονική τους διακύμανση.

5.4. ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ ΣΤΗ ΧΑΜΗΛΗ ΤΑΣΗ

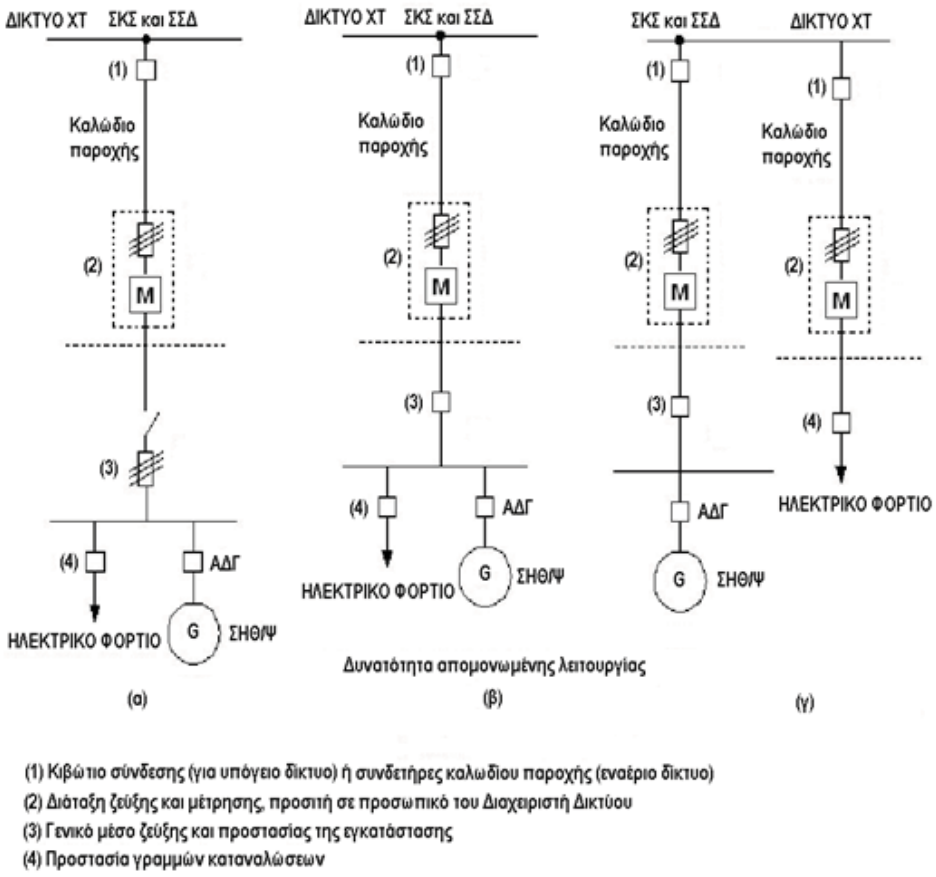
Στο δίκτυο ΧΤ συνδέονται γενικά εγκαταστάσεις συστημάτων ΣΗΘ των οποίων η μέγιστη παραγόμενη ισχύς δεν είναι μεγαλύτερη από 100 kWe ενώ η σύνδεση μονοφασικών μονάδων ΣΗΘ μπορεί να γίνεται μόνο όταν η ισχύς τους δεν ξεπερνά τα 5 kW_e. Στο Σχήμα 33 φαίνονται ενδεικτικά τρία μονογραμμικά διαγράμματα σύνδεσης ενός συστήματος ΣΗΘ σε δίκτυο ΧΤ[2]. Σε όλες τις περιπτώσεις, το ΣΚΣ συμπίπτει με το ΣΣΔ, το οποίο είναι το σημείο σύνδεσης του καλωδίου παροχής στη γραμμή ΧΤ, όταν πρόκειται για εναέριο δίκτυο, ή το κιβώτιο σύνδεσης του υπογείου καλωδίου παροχής, όταν πρόκειται για υπόγειο δίκτυο. Εάν πραγματοποιείται απ’ ευθείας σύνδεση του συστήματος ΣΗΘ στους ζυγούς ΧΤ μέσω αποκλειστικής γραμμής διανομής, τα ΣΚΣ και ΣΣΔ διαφοροποιούνται. Όμως, δεν προβλέπεται η εγκατάσταση ανεξάρτητων μετρητικών διατάξεων στην άφιξη και αναχώρηση της γραμμής διανομής.

Το διάγραμμα (α) αντιστοιχεί σε εγκαταστάσεις συστημάτων ΣΗΘ με πολύ μικρή ισχύ που μπορεί να είναι και μονοφασικές. Το γενικό μέσο ζεύξης – προστασίας της εγκατάστασης μπορεί να είναι ο χειροκίνητος γενικός διακόπτης (φορτίου) και οι ασφάλειες ή άλλο αντίστοιχο μέσο. Η προστασία του συστήματος ΣΗΘ σε περίπτωση διαταραχών στο δίκτυο διανομής καθώς και η απομόνωσή του σε περίπτωση πλήρους διακοπής της σύνδεσής του, θα πρέπει να επιτυγχάνεται μέσω του ΑΔΓ ή άλλων κατάλληλων προστασιών, ενσωματωμένων στο σύστημα ελέγχου του, έτσι ώστε να αποκλείεται κατά το δυνατόν η περίπτωση απομονωμένης λειτουργίας της εγκατάστασης.

Το διάγραμμα (β) μπορεί να χρησιμοποιείται για μεγαλύτερης ισχύος συστήματα ΣΗΘ και πιο σύνθετες εγκαταστάσεις ενώ κύρια διαφέρει από το (α) στο γενικό μέσο ζεύξης και προστασίας το οποίο περιλαμβάνει οπωσδήποτε διακόπτη ισχύος (αυτόματο διακόπτη). Αυτός ο διακόπτης ισχύος σε συνεργασία με τον ΑΔΓ μπορεί να επιτρέπει και την

[2]Η εξειδίκευση αναφορικά με τη σύνδεση των συστημάτων ΣΗΘ στο δίκτυο θα περιγράφεται στο Εγχειρίδιο Πρόσβασης στο Δίκτυο του ΕΔΔΗΕ, το οποίο μέχρι και το πρώτο τετράμηνο του 2017 δεν έχει εκδοθεί.

απομονωμένη λειτουργία της εγκατάστασης σε περιπτώσεις διακοπής της σύνδεσης στο δίκτυο διανομής.



Σχήμα 33 Μονογραμμικά διαγράμματα σύνδεσης συστημάτων πολύ μικρής και μικρής ΣΗΘ σε δίκτυο διανομής ΧΤ

Το διάγραμμα (γ) αντιστοιχεί σε λειτουργική κατάσταση του συστήματος ΣΗΘ σύμφωνα με την οποία ολόκληρη η ποσότητα της παραγόμενης ηλεκτρικής ισχύος εγχέεται στο δίκτυο διανομής μέσω της αντίστοιχης ζεύξης ενώ η ζήτηση ηλεκτρικού φορτίου της εγκατάστασης του αντίστοιχου καταναλωτή ικανοποιείται μόνο από το δίκτυο διανομής.

Σημειώνεται ότι και στις τρεις περιπτώσεις σύνδεσης που φαίνονται στα διαγράμματα (α),(β) και (γ), η ζήτηση του θερμικού φορτίου της εγκατάστασης ικανοποιείται από την παραγόμενη θερμική ισχύ του συστήματος ΣΗΘ, ενώ η επιπρόσθετη ισχύς μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ικανοποίηση των θερμικών φορτίων άλλων καταναλωτών. Επίσης, η μετρητική διάταξη είναι λειτουργικά παρόμοια και περιλαμβάνει τον μετρητή και το μέσο

προστασίας του, όπως και στην περίπτωση των καταναλωτών. Το είδος και πλήθος των μετρητών μπορεί να διαφέρει ανάλογα με το μέγεθος της εγκατάστασης και καθορίζεται στη Σύμβαση Αγοραπωλησίας. Τέλος, τα διαγράμματα (β) και (γ) μπορούν να εφαρμόζονται σε ακόμη πιο σύνθετες εγκαταστάσεις. Για παράδειγμα, μπορεί να περιλαμβάνουν τη λειτουργία περισσότερων συστημάτων ΣΗΘ ή/και άλλου τύπου μονάδων παραγωγής, όπως μονάδες φυσικού αερίου. Στις περιπτώσεις αυτές, η διαμόρφωση του εξοπλισμού προστασίας της εγκατάστασης μπορεί να διαμορφώνεται ανάλογα και μπορεί να περιλαμβάνει την εγκατάσταση χωριστού γενικού μέσου ζεύξης-προστασίας για κάθε εγκατεστημένη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Για τη διάταξη και κατασκευή των γειώσεων καθώς και τις τιμές αντιστάσεώς τους, ισχύουν οι κανονισμοί που εφαρμόζονται σε ανάλογης ισχύος εγκαταστάσεις καταναλωτών ΧΤ.

Οι απαιτήσεις για τις διατάξεις ζεύξης και προστασίας μέχρι και την έκδοση του Εγχειριδίου Πρόσβασης στο Δίκτυο του ΕΔΔΗΕ είναι προς το παρόν οι ακόλουθες:

- Για τα συστήματα ΣΗΘ με ασύγχρονες γεννήτριες, η ζεύξη τους θα πρέπει να πραγματοποιείται χωρίς να υπάρχει τάση στους ακροδέκτες τους και ενώ περιστρέφονται με ταχύτητα η οποία απέχει λιγότερο από 5% από τις σύγχρονες στροφές. Με την εγκατάσταση «διατάξεων ομαλής εκκίνησης», είναι δυνατό να επιτυγχάνεται μεγάλη μείωση των ρευμάτων ζεύξης και, επομένως, των προκαλούμενων διαταραχών που σημαίνει ότι η εγκατάστασή τους είναι ιδιαίτερα επιθυμητή.
- Για τα συστήματα ΣΗΘ με σύγχρονες γεννήτριες, πρέπει να εξασφαλίζονται οι ακόλουθες ελάχιστες συνθήκες συγχρονισμού:
  - Διαφορά τάσης $\Delta U < \pm 10\ \%$
  - Διαφορά συχνότητας $\Delta f < \pm 0{,}5$ Hz
  - Διαφορά φασικής γωνίας $\Delta \varphi < \pm 10^{o}$
- Εάν προβλέπεται η δυνατότητα της απομονωμένης λειτουργίας της εγκατάστασης του συστήματος ΣΗΘ, στο διάγραμμα (β) θα πρέπει να εγκαθίσταται ΑΔΔ ο οποίος θα διαθέτει διάταξη συγχρονισμού αντίστοιχη αυτής των σύγχρονων γεννητριών.
- Οι πυκνωτές αντιστάθμισης κάθε μοναδιαίας εγκατάστασης συστημάτων ΣΗΘ θα πρέπει να συνδέονται μετά τον παραλληλισμό της μονάδας ΣΗΘ και να τίθενται αυτόματα εκτός λειτουργίας με το άνοιγμα του διακόπτη της μονάδας. Το ίδιο ισχύει και για τις διατάξεις κεντρικής αντιστάθμισης εγκαταστάσεων ΣΗΘ οι οποίες δεν διαθέτουν δυνατότητα απομονωμένης λειτουργίας.
- Για εγκαταστάσεις με σύγχρονες και ασύγχρονες μονάδες πολύ μικρής και μικρής ΣΗΘ απαιτούνται οι προστασίες που φαίνονται στον Πίνακας 18. Ο βασικός σκοπός είναι η ανίχνευση των σφαλμάτων που συμβαίνουν στο δίκτυο διανομής και η άμεση αποσύνδεση της εγκατάστασης του συστήματος ΣΗΘ από αυτό. Σημειώνεται ότι είναι δυνατή η απομονωμένη λειτουργία του συστήματος ΣΗΘ, μόνο σε περιπτώσεις που η συγκεκριμένη λειτουργική διαδικασία έχει προβλεφθεί κατά τον σχεδιασμό του και έχουν ληφθεί τα κατάλληλα μέτρα.

- Για τις σύγχρονες μονάδες πολύ μικρής και μικρής ΣΗΘ θα πρέπει να υπάρχει προστασία υπερέντασης. Οι ρυθμίσεις των προστασιών επιλέγονται από τον Διαχειριστή Δικτύου, εντός του εύρους των αντίστοιχων περιοχών, και μπορούν να διαφοροποιούνται από τις συνιστώμενες τιμές που φαίνονται στον Πίνακας 18 μόνο εάν οι ιδιαίτερες συνθήκες του δικτύου διανομής και του συστήματος ΣΗΘ το επιβάλλουν.
- Ο έλεγχος της τάσης πρέπει να γίνεται και στις τρεις φάσεις, για να εξασφαλίζεται ότι οι περιπτώσεις στις οποίες εκδηλώνονται μονοφασικές διακοπές ή βυθίσεις θα αναγνωρίζονται με ασφάλεια. Η χρονική καθυστέρηση διέγερσης των προστασιών υπότασης και υπέρτασης δεν πρέπει να υπερβαίνει τα τρία δευτερόλεπτα. Γενικά, προτείνεται η επιλογή των ρυθμίσεων να είναι μικρότερη από ένα δευτερόλεπτο, διότι έτσι εξασφαλίζεται η αποσύνδεση του συστήματος ΣΗΘ πριν από την ενδεχόμενη ταχεία επαναφορά της τάσης του δικτύου. Όμως, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το γεγονός ότι η επιλογή πολύ μικρών τιμών χρονικής καθυστέρησης μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη συχνότητα ανεπιθύμητων αποζεύξεων του συστήματος ΣΗΘ από το Δίκτυο. Τέλος, η χρονική καθυστέρηση της προστασίας συχνότητας πρέπει επίσης να ρυθμίζεται σε μικρές τιμές (μικρότερες από ένα δευτερόλεπτο).
- Η ανίχνευση των καταστάσεων της απομονωμένης λειτουργίας του συστήματος ΣΗΘ μπορεί να πραγματοποιείται και μέσω άλλων διατάξεων προστασίας, όπως για παράδειγμα ηλεκτρονόμων απότομης μεταβολής διανύσματος ή ηλεκτρονόμων απότομης μεταβολής φορτίου. Επίσης, οι σύγχρονες μονάδες ΣΗΘ με μετατροπείς ισχύος συχνά διαθέτουν πιο προηγμένες διατάξεις ανίχνευσης, ενσωματωμένες στα κυκλώματα ελέγχου του μετατροπέα εξόδου, οι οποίες γίνονται αποδεκτές μετά από συνεργασία με τις αρμόδιες υπηρεσίες του Διαχειριστή Δικτύου. Εκτός από τις ελάχιστες υποχρεωτικές προστασίες που αναφέρονται παρακάτω (Πίνακας 18), μπορούν να εγκαθίστανται επιπρόσθετες προστασίες με πρωτοβουλία του Παραγωγού, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η αρτιότερη προστασία του συστήματος ΣΗΘ. Επίσης, η παροχή της εγκατάστασης θα πρέπει να διαθέτει κατάλληλο μέσο προστασίας έναντι σφαλμάτων, όπως συμβαίνει στις εγκαταστάσεις των καταναλωτών ΧΤ.
- Το σύστημα προστασίας του ΑΔΔ (εάν χρησιμοποιείται) θα ασφαλίζεται από τον Διαχειριστή Δικτύου. Ο χρήστης του συστήματος ΣΗΘ θα υποβάλει την Υπεύθυνη Δήλωση Ηλεκτρολόγου Εγκαταστάτη που βεβαιώνει ότι η εγκατάσταση κατασκευάστηκε σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς, όπως εφαρμόζονται στις εγκαταστάσεις των καταναλωτών. Επίσης, θα υποβάλει στον Διαχειριστή Δικτύου το Τεχνικό Δελτίο Προστασιών και Ρυθμίσεων καλής λειτουργίας της εγκατάστασης που θα περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία που αφορούν τα μέσα προστασίας και τη δήλωση για τις ρυθμίσεις και την καλή λειτουργία των ηλεκτρονόμων (όπου υπάρχουν). Η Υπεύθυνη Δήλωση και το Τεχνικό Δελτίο θα υποβάλλονται στο Διαχειριστή Δικτύου σε κάθε επανέλεγχο της ηλεκτρικής εγκατάστασης σύμφωνα με την Υ.Α. Φ.7.5/1816/88/5.3.2004 (ΦΕΚ Β’ 470) που ισχύει κατά την έκδοση της παρούσας ΤΟΤΕΕ ή οποιαδήποτε άλλη την έχει αντικαταστήσει.

Πίνακας 18 Προστασία απόζευξης συστήματος ΣΗΘ από το δίκτυο ΧΤ

Τύπος Ηλεκτρονόμου	Περιοχή Ρυθμίσεων	Συνιστώμενη Ρύθμιση(*)
Υπότασης	$0,70 \cdot U_n \div 1,0 \cdot U_n$	$0,80 \cdot U_n$
Υπέρτασης	$1,0 \cdot U_n \div 1,15 \cdot U_n$	$1,10 \cdot U_n \div 1,15 \cdot U_n$
Υποσυχνότητας	48 ÷ 50 Hz	49,5 (48) Hz
Υπερσυχνότητας	50 ÷ 52 Hz	50,5 (51) Hz

όπου U_n είναι η ονομαστική τάση του δικτύου ΧΤ (230/400 V)

(*) Οι τιμές εντός των παρενθέσεων αφορούν τα νησιωτικά συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας

5.5. ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ ΣΤΗ ΜΕΣΗ ΤΑΣΗ

Το βασικό κριτήριο για την επιλογή του τρόπου σύνδεσης στο δίκτυο διανομής ΜΤ αποτελεί το μέγεθος της εγκατάστασης του συστήματος ΣΗΘ και οι υπάρχουσες συνθήκες του δικτύου της αντίστοιχης περιοχής. Αυτές οι εγκαταστάσεις είναι πάντοτε τριφασικές με ισχύ μεγαλύτερη από 100 kW. Ορισμένες σημαντικές παράμετροι είναι το εάν αφορά κατοικημένη περιοχή ή όχι, εάν υπάρχει η προοπτική σύνδεσης άλλων εγκαταστάσεων στο προσεχές μέλλον, κλπ. Η εξέταση για τον προσδιορισμό του ΣΚΣ θα πρέπει να αρχίζει από το πλησιέστερο προς το σύστημα ΣΗΘ σημείο του δικτύου διανομής και βαθμιαία να εξετάζεται η δυνατότητα σύνδεσης σε σημεία πλησιέστερα προς τον υποσταθμό ΥΤ/ΜΤ, δηλαδή σε σημεία με υψηλότερη στάθμη βραχυκύκλωσης.

Τα συστήματα ΣΗΘ σε κτηριακές εγκαταστάσεις είναι μικρής σχετικά ισχύος. Επομένως, πρώτα θα εξετάζεται η δυνατότητα σύνδεσής τους σε υφιστάμενη γραμμή διανομής και εάν αυτή δε μπορεί να πραγματοποιηθεί μπορεί να συνδέονται με αποκλειστική γραμμή διανομής στους ζυγούς ΜΤ του πλησιέστερου υποσταθμού ΥΤ/ΜΤ, εάν ικανοποιούνται τα κριτήρια που περιγράφονται στην παρούσα Τεχνική Οδηγία.

Ο τρόπος και το σημείο του δικτύου διανομής στο οποίο θα πραγματοποιείται η σύνδεση, καθώς και το είδος των εγκαταστάσεων ζεύξης και μέτρησης, προσδιορίζεται από τον Διαχειριστή Δικτύου, ανάλογα με τις συνθήκες του δικτύου ΜΤ και τη θέση και το μέγεθος του σχετικού συστήματος ΣΗΘ. Ο εξοπλισμός ζεύξης πρέπει να περιλαμβάνει μέσο (συσκευή) με ικανότητα διακοπής του ρεύματος φορτίου, να εξασφαλίζει την απόζευξη κατά τρόπο που να επιτρέπει την ασφαλή εκτέλεση εργασιών και να είναι προσιτός ανά πάσα στιγμή στο προσωπικό του Διαχειριστή Δικτύου. Για λόγους καλής λειτουργίας, η εναέρια εγκατάσταση της ζεύξης περιορίζεται μόνο για εγκαταστάσεις συστημάτων ΣΗΘ μικρής σχετικά ισχύος, όπως είναι αυτές που υπάρχουν σε κτηριακές εγκαταστάσεις.

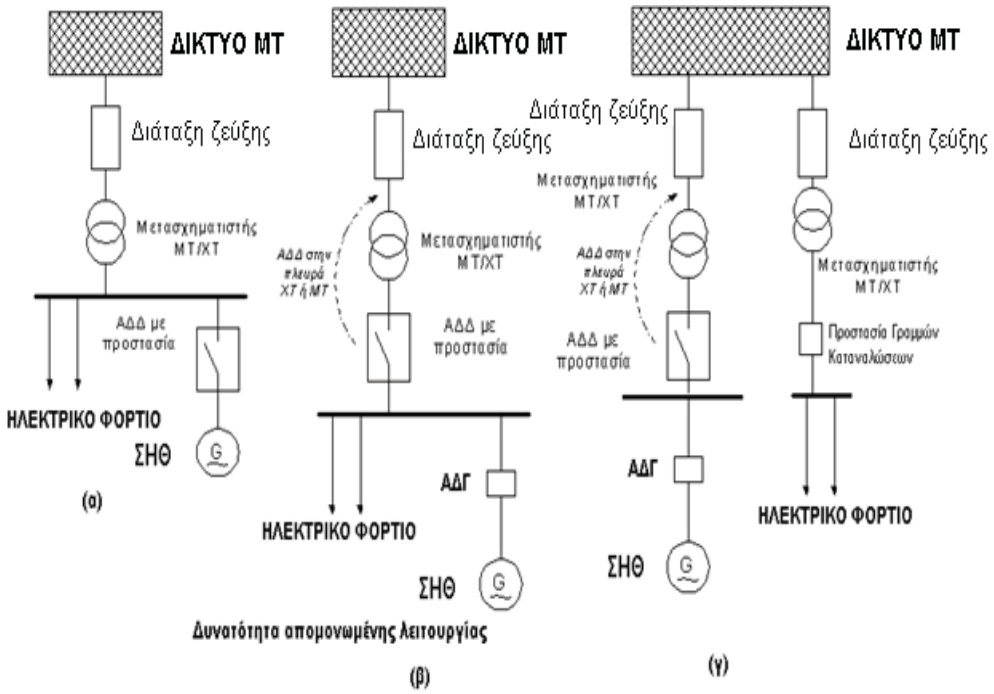
Η διάταξη της σύνδεσης θα πρέπει να είναι παρόμοια με αυτή των καταναλωτών ΜΤ. Το όριο διαχωρισμού της ευθύνης Διαχειριστή Δικτύου και Παραγωγού αποτελεί το ακροκιβώτιο του καλωδίου σύνδεσης προς την πλευρά του δικτύου διανομής, για παροχές από εναέριο

δίκτυο, ή το ακροκιβώτιο του καλωδίου εξόδου από τον πίνακα ζεύξης του Διαχειριστή Δικτύου, για παροχές από υπόγειο δίκτυο.

Στο Σχήμα 34 φαίνονται τυπικά μονογραμμικά διαγράμματα σύνδεσης των συστημάτων ΣΗΘ στο δίκτυο ΜΤ. Για μικρές εγκαταστάσεις αυτοπαραγωγών (με ισχύ έως 500 kVA), υποδεικνύεται ο τρόπος σύνδεσης του διαγράμματος (Σχήμα 34), όπου η διάταξη ζεύξης – μέτρησης θα πρέπει να εξασφαλίζει και την προστασία του δικτύου σε περίπτωση σφάλματος της εγκαταστάσεως μέχρι και τους ζυγούς ΧΤ του μετασχηματιστή ισχύος. Ο μετασχηματιστής ισχύος, όπως και ο συνολικός υποσταθμός ΜΤ/ΧΤ, ανήκει κατά κανόνα στην κυριότητα του χρήστη του συστήματος ΣΗΘ. Όμως, μπορεί, μετά από αίτημά του και με τη σύμφωνη γνώμη του Διαχειριστή Δικτύου, να κατασκευάζεται με δαπάνη του χρήστη του συστήματος ΣΗΘ και να ανήκει στον Διαχειριστή Δικτύου, ενώ η μέτρηση θα πραγματοποιείται στη ΧΤ, εάν η ισχύς της εγκατάστασης δεν υπερβαίνει τα 250 kVA. Εάν είναι επιθυμητή η απομονωμένη λειτουργία του συστήματος ΣΗΘ ή σε περιπτώσεις κατά τις οποίες ο ΑΔΓ δεν εξασφαλίζει τις απαιτήσεις που τίθενται για τον ΑΔΔ, υποδεικνύεται η εφαρμογή του τρόπου συνδεσμολογίας του διαγράμματος (β) (Σχήμα 34). Ο ΑΔΔ μπορεί να εγκαθίσταται στην πλευρά της ΧΤ ή της ΜΤ. Τέλος, το διάγραμμα του (γ) (Σχήμα 34) αντιστοιχεί σε λειτουργική κατάσταση του συστήματος ΣΗΘ σύμφωνα με την οποία ολόκληρη η ποσότητα της παραγόμενης ηλεκτρικής ισχύος εγχέεται στο δίκτυο διανομής ΜΤ μέσω της αντίστοιχης ζεύξης, ενώ η ζήτηση ηλεκτρικού φορτίου της εγκατάστασης του αντίστοιχου καταναλωτή ικανοποιείται μόνο από το δίκτυο διανομής.

Επισημαίνεται ότι τα όσα αναφέρονται στις ενότητες του κεφαλαίου 4 της παρούσας Τεχνικής Οδηγίας είναι υπό την αίρεση τυχόν τροποποίησης και επικαιροποίησης στη βάση των όσων θα περιγράφονται, θα καθορίζονται και θα εξειδικεύονται στο Εγχειρίδιο Πρόσβασης Δικτύου του ΕΔΔΗΕ για τις μονάδες ΣΗΘ/ΣΗΘΥΑ[3].

[3] Επισημαίνεται ότι περαιτέρω των όσων θα καθορίζονται και θα περιγράφονται από το Εγχειρίδιο Πρόσβασης, ο Ευρωπαϊκός κανονισμός για τους σταθμούς παραγωγής (regulation for generators RfG) που τέθηκε σε εφαρμογή το 2016 θα πρέπει να μεταφερθεί και στην Ελλάδα μέχρι το τέλος του 2018, ο οποίος περιέχει συγκεκριμένες υποχρεώσεις για τους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας αναφορικά με τη σύνδεση και λειτουργία τους με το δίκτυο.



Σχήμα 34 Μονογραμμικά διαγράμματα σύνδεσης συστημάτων μικρής ΣΗΘ σε δίκτυο διανομής ΜΤ

6. ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ ΜΕ ΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

6.1. ΓΕΝΙΚΑ

Σε συνέχεια των όσων αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 4, αναφορικά με τις διαφορετικούς τύπους και περιπτώσεις λειτουργίας στους οποίους διακρίνονται οι μονάδες παραγωγής των συστημάτων ΣΗΘ υπάρχει η περίπτωση πλεονάσματος παραγωγής θερμικής ενέργειας η οποία θα μπορούσε να διατεθεί για την κάλυψη των θερμικών αναγκών άλλων χρηστών/τελικών καταναλωτών.

Η δυνατότητα αυτή, προϋποθέτει τόσο την ύπαρξη ή/και ανάπτυξη των κατάλληλων υποδομών δικτύου όσο και την απόκτηση άδειας διανομής θερμικής ενέργειας από τον κάτοχο του συστήματος ΣΗΘ και παραγωγού της θερμικής ενέργειας.

Η ύπαρξη ή όχι συστήματος διανομής θερμικής ενέργειας (δίκτυο τηλεθέρμανσης) αποτελεί και τη πιο βασική παράμετρο η οποία καθορίζει τόσο την οικονομικότητα όσο ως ένα βαθμό και την τεχνική δυνατότητα για ένα σύστημα ΣΗΘ που διαθέτει πλεόνασμα θερμικής ενέργειας να τη χρησιμοποιήσει για την κάλυψη θερμικών αναγκών άλλων χρηστών.

Σε κάθε περίπτωση, το πλεόνασμα της θερμικής ενέργειας με μετάδοσης θερμότητας, συνήθως μέσω εναλλακτών ατμού-νερού, χρησιμοποιείται για την παροχή ενός κατάλληλου (θερμοκρασιακά) θερμού ρευστού το οποίο διανέμεται μέσω αγωγών σε ένα αντλιοστάσιο διανομής, το οποίο και ουσιαστικά το κατευθύνει ανάλογα με τις ανάγκες των τελικών χρηστών.

Σε περίπτωση που το εν λόγω σύστημα ΣΗΘ, αποτελεί και το μοναδικό σταθμό παραγωγής θερμικής ενέργειας, τότε ουσιαστικά θα πρέπει να γίνει τεχνικο-οικονομική μελέτη ανάπτυξης ενός συστήματος τηλεθέρμανσης (ή και τηλεψύξης) λαμβάνοντας υπόψη την ανάπτυξη του δικτύου διανομής, το (ή τα) αντλιοστάσιο(α) διανομής, τους θερμικούς υποσταθμούς των χρηστών, καθώς και ενός συστήματος αποθήκευσης ρευστού σε υψηλή θερμοκρασία.

Σε αντίθετη περίπτωση, που το εν λόγω σύστημα ΣΗΘ πρόκειται να συνδεθεί με δίκτυο τηλεθέρμανσης που ήδη προϋπάρχει και λειτουργεί, άρα υπάρχει και τουλάχιστον μια επιπλέον μονάδα παραγωγής θερμικής ενέργειας, τότε πέρα από τις ιδιαίτερες τεχνικές παραμέτρους που πρέπει να ληφθούν υπόψη (π.χ. θερμοκρασιακά χαρακτηριστικά κυμαινόμενα και όχι σταθερά, προώθηση ρευστού σε ομάδες χρηστών ανάλογα με την περιοχή σύνδεσης στο υπάρχον δίκτυο τηλεθέρμανσης, τοπική αποθήκευση θερμού ρευστού), εισάγονται ένα πλήθος κανονιστικών διατάξεων και παραμέτρων τιμολόγησης και χρεώσεων χρήσης δικτύου που απαιτούν την ύπαρξη ενός εξειδικευμένου νομοθετικού και ρυθμιστικού πλαισίου για την αγορά θερμικής ενέργειας.

6.2. Ρυθμιστικό πλαίσιο αγοράς θερμικής ενέργειας

Αναφορικά με το νομοθετικό πλαίσιο που διέπει τις **άδειες διανομής θερμικής ενέργειας**, αυτό περιγράφεται μέχρις στιγμής με το άρθρο 14 του ν.3175/2003 «Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού, τηλεθέρμανση και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α΄ 207), όπως αυτό τροποποιήθηκε και ισχύει με την παρ.12 του άρθρου 37 του ν. 3734/2003 (ΦΕΚ Α΄ 8/28.1.2009). Ωστόσο το ειδικό πλαίσιο με τις αντίστοιχες κανονιστικές πράξεις που θα πρέπει να ρυθμίζει το πλαίσιο αδειοδότησης, λειτουργίας, κριτήρια αξιολόγησης και τη λήψη αδειών διανομής θερμικής ενέργειας, καθώς και τα σχετικά με τις μεθοδολογίες τιμολόγησης και χρεώσεων χρήσης δικτύου εκκρεμεί.

Ουσιαστικά για την παραγωγή και διανομή αποκλειστικά θερμικής ενέργειας, θα πρέπει να προβλέπεται να χορηγείται είτε Ενιαία Άδεια Παραγωγής και Διανομής Θερμικής Ενέργειας, αλλά με διακριτούς όρους και προϋποθέσεις για την κάθε δραστηριότητα είτε και διακριτές άδειες. Αν η θερμική ενέργεια που διανέμεται σε τρίτους παράγεται από εγκαταστάσεις συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, θα πρέπει να προβλεφθεί να χορηγείται διακριτή Άδεια Συμπαραγωγής Ηλεκτρικής ενέργειας και Θερμότητας και Άδεια Διανομής Θερμικής Ενέργειας.

Ιδιαίτερης σημασίας για τα συστήματα ΣΗΘ θα είναι η τυχόν πρόβλεψη στο πλαίσιο λειτουργίας της αγοράς θερμικής ενέργειας η δυνατότητα πρόσβασης αυτών σε τμήμα του δικτύου διανομής θερμικής ενέργειας που ανήκει σε άλλον κάτοχο Άδειας Διανομής Θερμικής Ενέργειας. Ωστόσο το συγκεκριμένο θέμα ενσωματώνει πλήθος τεχνικών παραμέτρων που πρέπει να ληφθούν υπόψη (π.χ. υπάρχουσα θερμοκρασία ρευστού στο δίκτυο, απόσταση από τελικό χρήστη-καταναλωτή, ρυθμίσεις πίεσης θερμού ρευστού, λειτουργία αγοράς υποβολής προσφορών αξίας θερμικής ενέργειας και χαρακτηριστικών αυτών κλπ) που απαιτούν προσεκτικό σχεδιασμό από νομοθετικής και ρυθμιστικής πλευράς.

7. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΣΗΘ

7.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η ΣΗΘ αποτελεί μια σημαντική τεχνολογία για τη μείωση των εκπομπών CO_2, την παράταση της εξάντλησης των πρωτογενών πηγών καυσίμων, την ενθάρρυνση της αποκεντρωμένης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και την τήρηση των διεθνών δεσμεύσεων της Χώρας, που σχετίζονται με τις κλιματικές αλλαγές.

Όπως σε όλες τις διαδικασίες καύσης υπάρχουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις, έτσι και στην περίπτωση της ΣΗΘ, μπορεί να προκληθεί τοπική αύξηση των εκπομπών NO_x και CO, σε σχέση με τη χωριστή παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας.

Όμως σε εθνικό επίπεδο η χρήση συστημάτων ΣΗΘ παράγει σημαντικά λιγότερους ρύπους από τη χωριστή παραγωγή ηλεκτρικής αλλά και θερμικής ενέργειας.

Οι κύριες εκπομπές συστημάτων ΣΗΘ είναι παρόμοιες με αυτές που εκλύονται από την καύση όλων των υδρογονανθράκων:

- διοξείδιο του άνθρακα CO_2
- μονοξείδιο του άνθρακα CO
- διοξείδιο του θείου SO_2
- οξείδιο του αζώτου NO_x
- άκαυστοι υδρογονάνθρακες C_nH_m

Οι ποσότητες με τις οποίες παράγεται ο κάθε ρύπος, εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη σύνθεση του καυσίμου και τα χαρακτηριστικά καύσης της τεχνολογίας ΣΗΘ που χρησιμοποιείται.

Οι εκπομπές CO_2 και SO_2 είναι ευθέως ανάλογες με την ποσότητα και τη σύνθεση του χρησιμοποιούμενου καυσίμου. Η υψηλή αποδοτικότητα της ΣΗΘ, καθώς και η ταχεία ανάπτυξη της χρήσης του φυσικού αερίου, οδηγεί σε σημαντική μείωση των εκπομπών αυτών.

7.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΣΗΘ

Τα κυριότερα αέρια από τη χρήση ΣΗΘ είναι τα ακόλουθα:

- **Διοξείδιο του άνθρακα (CO_2)**: Το CO_2 αποτελεί τη μεγαλύτερη συνιστώσα των προϊόντων της καύσης και η αύξηση των συγκεντρώσεών του στην ατμόσφαιρα, αποτελεί τη βασική αιτία της επιδείνωσης φαινομένου του θερμοκηπίου και των κινδύνων από την κλιματική αλλαγή. Η παραγωγή του είναι ανάλογη προς την ποσότητα του καυσίμου που καίγεται και έτσι η υψηλής αποδοτικότητας ΣΗΘ οδηγεί σε σημαντική μείωση των εκπομπών του, σε σχέση με την απλή ΣΗΘ. Η εκπομπή CO_2 εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό

από τη σύνθεση του καυσίμου: π.χ. η καύση λιθάνθρακα ή λιγνίτη παράγει σημαντικά υψηλότερες ποσότητες CO_2 από αυτές που παράγει η καύση φυσικού αερίου.

- **Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)**: Το CO είναι ένα δηλητηριώδες αέριο που παράγεται μέσω της ατελούς καύσης και μπορεί να περιοριστεί σε αμελητέα επίπεδα, εάν υπάρξει ικανοποιητικός έλεγχος του αέρα και του καυσίμου κατά τη διάρκεια της καύσης.

- **Διοξείδιο του θείου (SO_2):** Το SO_2 είναι ένα όξινο αέριο που παράγεται μόνο κατά την καύση του θείου. Θείο περιέχεται σε καύσιμα όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας, το βιοαέριο. Το SO_2 με την παρουσία υγρασίας μετατρέπεται σε θειικό οξύ (H_2SO_4) το οποίο, εάν συμπυκνωθεί, προκαλεί τη διάβρωση των μετάλλων που χρησιμοποιούνται στην ανάκτηση της θερμότητας ή στα συστήματα εξάτμισης. Επιπλέον, είναι η αιτία της όξινης βροχής με τις γνωστές καταστρεπτικές συνέπειες.

Σε εγκαταστάσεις ΣΗΘ, οι εκπομπές SO_2 δεν μπορούν να μειωθούν με τη λήψη μέτρων που αφορούν στο σχεδιασμό των κινητήρων, μπορεί όμως να εξαλειφθούν από τα καυσαέρια, μέσω εγκατάστασης μονάδας αποθείωσης.

- **Οξείδια του αζώτου(NO_x):** Το NO_x είναι ένα μίγμα των οξειδίων του αζώτου που παράγονται από την καύση οποιουδήποτε καυσίμου στον αέρα. Η σύστασή του επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τις συνθήκες της καύσης, όπως η θερμοκρασία, ο χρόνος παραμονής και η αναλογία “αέρα/καυσίμου”. Στην ατμόσφαιρα, το NO_x υπόκειται σε διάφορες χημικές αντιδράσεις που οδηγούν στο σχηματισμό του όζοντος και της αιθαλομίχλης. Συμβάλλει επίσης στη δημιουργία της όξινης βροχής. Το NO_x θεωρείται ένας από τους μεγαλύτερους αστικούς ρύπους, έχοντας ως βασική πηγή την κυκλοφορία των οχημάτων και τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ενδεικτικά όρια εκπομπών NO_x, σε gr ανά GJ παραγόμενης χρήσιμης ενέργειας, που θέσπισε η Ολλανδική κυβέρνηση και αποδέχεται η COGENEUROPE, δίνονται στη συνέχεια (Πίνακας 19).

Πίνακας 19 Όρια εκπομπών NOx [3]

Τεχνολογία	**Όρια με εφαρμογή από το 2013 (g/GJ)***		**Όριο με εφαρμογή από το 2020 (g/GJ)***	
	Αέριο	**Υγρό καύσιμο**	**Αέριο**	**Υγρό καύσιμο**
Μηχανή Stirling	25	130	20	100 ***
Παλινδρομική μηχανή	80 **	130 **	65 ***	100 ***
Στρόβιλος	40 **	-	35***	-
Κυψέλη καυσίμου	2,5	-	2	-

* 1 g/GJ περίπου ίσο με 2 ppm at 0% περιεκτικότητα O_2.
** Τα όρια εκπομπών αυτών αποτελούν Ολλανδική Τεχνική Οδηγία που τέθηκε σε ισχύ το 2010.
*** Ο μακροπρόθεσμος στόχος εκπομπών είναι 30 g/GJ (Gothenburg)

Σημαντικό εργαλείο αποτελεί και η αναφορά σε επίπεδα ρύπων κατά το πρότυπο “TA-Luft” το οποίο χρησιμοποιείται από τους κατασκευαστές αεριομηχανών για συστήματα ΣΗΘ. Βασικές αναφορές σε επίπεδα ρύπων κατά TA-Luft είναι για:

- NO_X< 500 mg/Nm^3
- CO<1000 mg/Nm^3.

- **Άκαυστοι υδρογονάνθρακες (C_nH_m):** Οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες παράγονται σε μεγάλο βαθμό από παλινδρομικές μηχανές ΜΕΚ. Πρόκειται για μία από τις σημαντικότερες αιτίες δημιουργίας του νέφους και του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Αντίθετα, ο σχηματισμός των NO_x, CO και άκαυστων υδρογονανθράκων σχετίζεται άμεσα με τις συνθήκες καύσης και επηρεάζεται έντονα από τη θερμοκρασία, τη σχέση ‘αέρα/καυσίμου’ και τον χρόνο παραμονής. Οι εκπομπές των NO_x και CO μπορούν να μειωθούν με προσεκτικό σχεδιασμό και έλεγχο των χαρακτηριστικών καύσης. Προσαρμόζοντας τις συνθήκες καύσης για την επίτευξη εξαιρετικά χαμηλών εκπομπών, τίθεται σε κίνδυνο η βέλτιστη αποδοτικότητα του συστήματος. Η χρησιμοποίηση των καταλυτικών μετατροπέων μπορεί να θεωρηθεί ως η βέλτιστη λύση.

7.3. ΘΟΡΥΒΟΣ ΚΑΙ ΚΡΑΔΑΣΜΟΙ ΑΠΟ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ

Ισχύει η νομοθεσία που καθορίζει τα μέγιστα επίπεδα για τις εκπομπές θορύβου κατά την παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας (πχ για Η/Ζ) και έχει ως στόχο να προστατεύσει όσους εργάζονται ή κατοικούν κοντά σε εγκαταστάσεις παραγωγής θερμικής ή/και ηλεκτρικής ενέργειας.

Επομένως, όλες οι μονάδες ΣΗΘ, ανεξαρτήτως ισχύος, πρέπει να συμμορφωθούν με τους κανονισμούς αυτούς, ιδιαίτερα αυτές που βρίσκονται κοντά σε κατοικημένες περιοχές.

Ο θόρυβος κατά τη λειτουργία των μηχανών ΣΗΘ είναι συνήθως άνω των 95 dB (A). Επομένως, όταν τοποθετούνται σε σπίτια ή διαμερίσματα, πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για τη μείωση των επιπέδων θορύβου.

Στις μονάδες ΣΗΘ που τοποθετούνται σε υπόγεια των κτηρίων ή σε μηχανοστάσια δεν απαιτείται η εγκατάσταση ακουστικού περιβλήματος, αφού εφαρμόζονται οι ίδιες τεχνικές μείωσης του θορύβου με τις υπόλοιπες εγκαταστάσεις υποδομών, που απαιτούν:

- ακουστικό αποσβεστήρα στους αγωγούς εισαγωγής-εξαγωγής αέρα στον χώρο καύσης,
- χρήση ηχομονωτικών υλικών στους τοίχους.
- αντικραδασμικά ελάσματα έδρασης
- αντικραδασμικούς συνδέσμους με τα δίκτυα σωληνώσεων

Στην περίπτωση υπαίθριας εγκατάστασης της μονάδας ΣΗΘ επιβάλλεται ο περιορισμός του θορύβου στο χώρο εγκατάστασης της, χρησιμοποιώντας ένα ακουστικό περίβλημα, το οποίο θα μειώσει το επίπεδο θορύβου κατά τουλάχιστον 25 dB (A). Έτσι, συχνά απαιτείται, για την αντιμετώπιση του θορύβου και των κραδασμών, η τοποθέτηση της μονάδας ΣΗΘ και

των συστημάτων ελέγχου σε μονωμένο κιβώτιο (container) με σιγαστήρες στους αγωγούς εισαγωγής και εξαγωγής αέρα και στους εξαεριστήρες. Η εγκατάσταση αυτή, με τις διπλές ηχομονωτικές πόρτες και χωρίς άλλα ανοίγματα, μειώνει το επίπεδο θορύβου της μονάδας συμπαραγωγής σε 30 dB (A) σε απόσταση 60 m από το μονωμένο κιβώτιο.

8. ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ ΣΤΑ ΚΤΗΡΙΑ [14]

8.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα σημαντικό πρόβλημα για τον ενεργειακό μελετητή είναι η διαστασιολόγηση του συστήματος ΣΗΘ στο κτήριο, δηλαδή, η επιλογή της βέλτιστης τεχνολογίας για τη μονάδα ΣΗΘ και συνεπώς ο σχεδιασμός όλου του συστήματος.

Πρέπει να τονισθεί ότι είναι απαραίτητο να υλοποιηθούν εφαρμογές εξοικονόμησης ενέργειας στο περίβλημα του κτηρίου, πριν από τη μελέτη για την εγκατάσταση συστήματος ΣΗΘ.

Τα βασικά κριτήρια για τη βέλτιστη επιλογή του συστήματος ΣΗΘ αφορούν στην:

- οικονομική αποδοτικότητα της επένδυσης,
- εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας,
- αδιάλειπτη λειτουργία του συστήματος ΣΗΘ, προσφέροντας ηλεκτρική ενέργεια, ΖΝΧ, ατμό, θερμική/ψυκτική ενέργεια στους ενοίκους του κτηρίου,
- περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα από τη χρήση της ΣΗΘ.

Επίσης, πρέπει να ληφθεί υπόψη το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο και οι ρυθμιστικές διατάξεις που αφορούν την εγκατάσταση και λειτουργία της μονάδας ΣΗΘ στο κτήριο, ώστε να συνυπολογιστούν τα όρια στο σχεδιασμό και στη λειτουργία της μονάδας ΣΗΘ (πχ επίπεδα θορύβου, όριο εκπομπών αερίων ρύπων, κλπ).

8.2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΗΘ

Από την αρχική ιδέα για την εγκατάσταση συστήματος ΣΗΘ στο κτήριο έως τη μελέτη εφαρμογής, υπάρχουν τρία στάδια που πρέπει να υλοποιηθούν με επιτυχία:

α. **προμελέτη,**

β. **τεχνοοικονομική μελέτη** με επιλογή του συστήματος ΣΗΘ,

γ. **μελέτη εφαρμογής**.

α. Κατά τη διάρκεια της **προμελέτης** για ένα υφιστάμενο κτήριο, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί ενεργειακός έλεγχος (energy audit) για τη συλλογή πληροφοριών και στοιχείων από τις προηγούμενες ενεργειακές καταναλώσεις της υφιστάμενης κατάστασης. Το αποτέλεσμα της ενεργειακής επιθεώρησης θα δείξει αν στο κτήριο, πριν την εγκατάσταση της μονάδας ΣΗΘ, η εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας (πχ μόνωση οροφής και περιβλήματος του κτηρίου, βελτίωση συστημάτων θέρμανσης / ψύξης / αερισμού, κλπ) ήταν επιτυχής, ή απαιτούνται πρόσθετα μέτρα. Επίσης, θα καταγράψει τις ηλεκτρικές και θερμικές / ψυκτικές καταναλώσεις, καθώς και τις ελάχιστες, μέσες και μέγιστες τιμές κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και θερμικής / ψυκτικής ενέργειας ανά m^2 ή άτομο. Τέλος, στη φάση της προμελέτης θα πρέπει να διερευνηθεί η δυνατότητα διασύνδεσης του συστήματος ΣΗΘ με τα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου.

Για τα κτήρια που βρίσκονται στη φάση σχεδιασμού ή αρχικής κατασκευής, παρόμοια πολιτική θα πρέπει να ακολουθηθεί κατά τη διάρκεια της προμελέτης, όμως η εγκατάσταση και η διασύνδεση του συστήματος ΣΗΘ με την υπόλοιπη εγκατάσταση είναι ευκολότερη και η πιθανότητα για οικονομική βιωσιμότητα πιο μεγάλη. Σημασία έχει, οι υποθέσεις και παραδοχές για τον υπολογισμό των ηλεκτρικών/ψυκτικών/θερμικών φορτίων, να είναι όσο το δυνατόν πλησιέστερες προς την πραγματικότητα.

Κατά τη διάρκεια της προμελέτης παράγονται τεχνικά σχέδια για την κατανόηση των πιθανών εμποδίων ή προβλημάτων που θα προκύψουν.

Ένα πρώτο βήμα ενδεικτικού ελέγχου, που έχει ως στόχο να διευκολύνει την αρχική αξιολόγηση των δυνατοτήτων της εφαρμογής ενός συστήματος μικρής ΣΗΘ, παρουσιάζεται στη συνέχεια (Πίνακας 20).

Για παράδειγμα, η παρουσία 5 απαντήσεων ως ΝΑΙ, αποτελεί σοβαρή ένδειξη για περαιτέρω μελέτη βιωσιμότητας και αξιολόγησης εγκατάστασης συστήματος ΣΗΘ.

Πίνακας 20 Πίνακας ελέγχου για σύστημα ΣΗΘ

1. Κατανάλωση θερμότητας (ατμός, κεντρική θέρμανση, Z N X) π.χ.	> 80,000 l/έτος πετρέλαιο ή	ΝΑΙ □	ΟΧΙ □
Κατανάλωση καυσίμου για παραγωγή θερμότητας	> 80,000 m^3/έτος ΦΑ	ΝΑΙ □	ΟΧΙ □
2.Υψηλή κατανάλωση ηλεκτρισμού	> 500,000 kWh/έτος	ΝΑΙ □	ΟΧΙ □
3. Υψηλό ηλεκτρικό φορτίο βάσης	min. 100 kW_{el}	ΝΑΙ □	ΟΧΙ □
	min. 5,000 ώρες/έτος	ΝΑΙ □	ΟΧΙ □
4. Λόγος ηλεκτρικής / θερμική ενέργεια, C	>0,7	ΝΑΙ □	ΟΧΙ □
5. Υπάρχον εγκατεστημένο σύστημα ηλεκτροπαραγωγικών ζευγών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, εκτός της περίπτωσης απώλειας ισχύος (black-outs)		ΝΑΙ □	ΟΧΙ □

β. Κατά τη διάρκεια της **τεχνοοικονομικής μελέτης** επιλέγεται η μηχανή (ή οι μηχανές) ΣΗΘ που καλύπτει(-ουν) κατά κύριο λόγο το θερμικό φορτίο βάση του κτηρίου, ενώ συμβατικοί τρόποι (π.χ. λέβητες) καλύπτουν πιθανές αιχμές. Αυτό άλλωστε απαιτεί η Κοινοτική αλλά και η Ελληνική νομοθεσία.

Με βάση τα παραπάνω, υπολογίζονται όλα τα περιφερειακά εξαρτήματα ή/και συστήματα που απαιτούνται, ώστε η μονάδα να λειτουργήσει χωρίς προβλήματα (πχ αντλίες, συνδέσεις με δίκτυα ενέργειας, κλπ).

Με βάση τις διαστάσεις της επιλεγμένης μηχανής ΣΗΘ υπολογίζεται η χωροταξική τοποθέτησή της στο λεβητοστάσιο / ψυχροστάσιο καθώς και τα έργα πολιτικού μηχανικού, εφόσον απαιτούνται.

Υπολογίζονται όλα τα πιθανά κόστη της επένδυσης, λαμβάνονται υπόψη:

- τα ίδια κεφάλαια,
- το τυχόν δανειακό κεφάλαιο, και εφόσον υπάρχει,
- η τυχόν εθνική/κοινοτική επιδότηση για το έργο ή

- η χρήση άλλων χρηματοοικονομικών εργαλείων, όπως η ΧΑΤ (TPF) κύρια από Εταιρείες Παροχής Ενεργειακές Υπηρεσιών (ΕΠΕΥ – ESCO)

ενώ υπολογίζονται

- η απόσβεση της επένδυσης με τις ισχύουσες ενεργειακές τιμές (αγορά/πώληση ΗΕ),
- ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης της επένδυσης και
- η καθαρή παρούσα αξία της επένδυσης.

Κατά τη διάρκεια της τεχνοοικονομικής μελέτης σχεδιάζονται γενικά σχέδια (μηχανολογικά, ηλεκτρολογικά, κλπ), υπό κλίμακα. Τέλος, συμπληρώνονται τα απαιτούμενα έντυπα παραγγελίας του εξοπλισμού, ώστε ο επενδυτής να μπορεί άμεσα να απευθυνθεί στην τράπεζα για την πληρωμή του εξοπλισμού, μέσω τραπεζικής εντολής.

γ. Κατά τη διάρκεια της **μελέτης εφαρμογής**, ο ενεργειακός μελετητής της εγκατάστασης ΣΗΘ σχεδιάζει τα τελικά σχέδια, με την καλύτερη δυνατή λεπτομέρεια.

Τα σχέδια αφορούν κυρίως:

- στη χωροθέτηση του συστήματος ΣΗΘ στο χώρο εγκατάστασης, με βάση τα ισχύοντα από τις πολεοδομικές, πυροσβεστικές και άλλες διατάξεις για συστήματα παραγωγής ενέργειας (πχ αερισμός χώρου, πυρόσβεση, κλπ),
- στη διασύνδεση του συστήματος ΣΗΘ με το υφιστάμενο εντός κτηρίου σύστημα παροχής καυσίμου (πετρελαίου ή αερίου), με βάση του ισχύοντες κανονισμούς που αναφέρονται και στη βιβλιογραφία,
- στη διασύνδεση του συστήματος ΣΗΘ με το υφιστάμενο δίκτυο, με βάση τους Κώδικες Διασύνδεσης και τις διατάξεις του Διαχειριστή του Ηλεκτρικού Δικτύου,
- στη σύνδεση του συστήματος ΣΗΘ με το δίκτυο ύδρευσης του κτηρίου, με βάση τις ισχύουσες διατάξεις,
- το σύστημα απαγωγής των καυσαερίων του συστήματος ΣΗΘ και της διαδρομής του από το χώρο εγκατάστασης στο εξωτερικό περιβάλλον,
- στη διασύνδεση της παραγόμενης χρήσιμης θερμότητας από το σύστημα ΣΗΘ με το δίκτυο θέρμανσης και ΖΝΧ ή, αν εγκαθίσταται σύστημα τριπαραγωγής, με τη μονάδα απορρόφησης,
- στο σύστημα ελέγχου και αυτοματισμών, τόσο της μονάδας ΣΗΘ, όσο και όλης της εγκατάστασης,
- όποιο άλλο σχεδιάγραμμα απαιτείται από τις αρμόδιες αρχές (ΔΕΗ, ΕΠΑ, κλπ).

8.3. ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΗΘ

8.3.1. Καθορισμός χωρικών ορίων συστήματος ΣΗΘ

Τα χωρικά όρια μιας μονάδας ΣΗΘ χαράσσονται γύρω από τη μονάδα.

Μια μονάδα ΣΗΘ, εγκατεστημένη σε κτήριο, προσφέρει ενεργειακά προϊόντα σε καταναλωτές, που ο χώρος τους δεν ανήκει στη μονάδα ΣΗΘ.

Καταναλωτής μπορεί να είναι μεμονωμένος (οι) καταναλωτής (ες) ηλεκτρικής ή θερμικής/ψυκτικής ενέργειας, ένα σύστημα τηλεθέρμανσης/τηλεψύξης, ή/και το ηλεκτρικό δίκτυο.

8.3.2. Καθορισμός χωρικών ορίων συστήματος ΣΗΘ

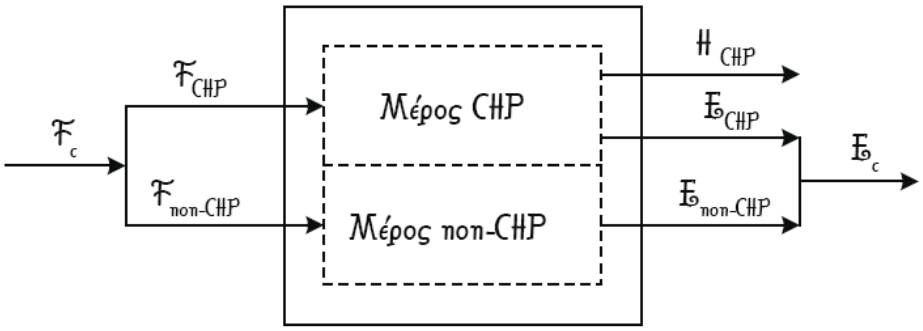
Για να αποτιμηθεί η δυνατότητα εφαρμογής μιας μονάδας ΣΗΘ είναι απαραίτητο να υπολογιστούν κάποιοι ενεργειακοί δείκτες, για όλη την εγκατάσταση.

Η αποδοτικότητα της ΣΗΘ προσδιορίζεται από την εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας που επιτυγχάνεται σε σχέση με τη χωριστή παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Συνήθως τα συστήματα ΣΗΘ σχεδιάζονται για να καλύψουν τις θερμικές απαιτήσεις της εγκατάστασης και το πλεόνασμα Η.Ε. διοχετεύεται στο δίκτυο.

Αναλυτικά για τον υπολογισμό της ηλεκτρικής ενέργειας από συμπαραγωγή ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία.

Θεωρείται ότι η μονάδα αποτελείται από δύο μέρη (Σχήμα 35):

- το συμπαραγωγικό μέρος (συμβολικά, «Μέρος CHP» στο σχήμα) και
- στο μη-συμπαραγωγικό μέρος (συμβολικά, «Μέρος non-CHP» στο σχήμα 35).



Σχήμα 35 Χωρισμός μονάδας συμπαραγωγής σε συμπαραγωγικό και μη-συμπαραγωγικό μέρος.

Η ηλεκτρική ενέργεια του συμπαραγωγικού μέρους (ενέργεια από συμπαραγωγή) και του μη- συμπαραγωγικού μέρους υπολογίζονται με τις σχέσεις:

$$E_{CHP} = H_{CHP}.C$$

$$E_{non-CHP} = E_C - E_{CHP}$$

Ο λόγος ηλεκτρικής προς θερμική ενέργεια του συμπαραγωγικού μέρους, C, προσδιορίζεται με την ακόλουθη διαδικασία.

Εάν η μονάδα συμπαραγωγής δεν περιλαμβάνει ατμοστρόβιλο συμπύκνωσης – απομάστευσης, τότε ισχύει η σχέση:

$$C = \frac{\eta_e}{\eta_{CHP} - \eta_e}$$

Η ενέργεια καυσίμου του συμπαραγωγικού και μη-συμπαραγωγικού μέρους υπολογίζονται με τις σχέσεις:

$$F_{CHP} = \frac{E_{CHP} + H_{CHP}}{\eta_{CHP}}$$

$$F_{non-CHP} = F - F_{CHP}$$

Για λόγους πληρότητας και επαλήθευσης υπολογίζονται ο ηλεκτρικός, ο θερμικός και ο ολικός βαθμός απόδοσης του συμπαραγωγικού μέρους:

$$\eta_{e,CHP} = \frac{E_{CHP}}{F_{CHP}}$$

$$\eta_{h,CHP} = \frac{H_{CHP}}{F_{CHP}}$$

$$\eta_{CHP} = \eta_{e,CHP} + \eta_{h,CHP}$$

8.3.3. Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας

Η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (primary energy savings) που οφείλεται στη μονάδα συμπαραγωγής είναι:

$$PES = F_E + F_H - F_C$$

Οπού: F_E: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από μονάδα Ηλεκτροπαραγωγής.

F_H: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από συμβατικό λέβητα.

F_C: Ενέργεια καυσίμου για ΣΗΘ.

Ο αντίστοιχος λόγος εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας (primary energy saving ratio) είναι:

$$PESR = \frac{F_E + F_H - F_C}{F_E + F_H} = \frac{PES}{F_E + F_H}$$

Με χρήση των τιμών αναφοράς των βαθμών απόδοσης, ο λόγος αυτός υπολογίζεται με τη σχέση:

$$PESR = 1 - \frac{1}{\frac{\eta_e}{\eta_{er}} + \frac{\eta_h}{\eta_{hr}}}$$

Οι τιμές αναφοράς των βαθμών απόδοσης συστημάτων θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας δίνονται αναλυτικά στις Υπουργικές Αποφάσεις (το χρόνο έκδοσης της ΤΟΤΕΕ είναι σε ισχύ η Υ.Α. 15641/14.07.2009 (ΦΕΚ Β’ 1420).

8.3.3.1. <u>Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας του συμπαραγωγικού μέρους</u>

Εάν η ηλεκτρική ενέργεια από συμπαραγωγή, E_{CHP} παραγόταν από μονάδα ηλεκτροπαραγωγής βαθμού απόδοσης, η_{er}, η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας θα ήταν:

$$F_{E,CHP} = \frac{E_{CHP}}{\eta_{er}}$$

Επομένως, η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας που οφείλεται στο συμπαραγωγικό μέρος είναι:

$$PES_{CHP} = F_{E,CHP} + F_H - F_{CHP}$$

και ο αντίστοιχος λόγος εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας είναι:

$$PESR_{CHP} = \frac{PES_{CHP}}{F_{E,CHP} + F_H}$$

Με χρήση των τιμών αναφοράς των βαθμών απόδοσης, ο λόγος αυτός υπολογίζεται με τη σχέση:

$$PESR_{CHP} = 1 - \frac{1}{\frac{\eta_{e,CHP}}{\eta_{er}} + \frac{\eta_{h,CHP}}{\eta_{hr}}}$$

Οι υπολογισμοί πρέπει να στηρίζονται σε πραγματικά στοιχεία, τα οποία έχουν συγκεντρωθεί με μετρήσεις κατά τη συγκεκριμένη περίοδο αναφοράς.

Για μονάδες συμπαραγωγής στο στάδιο της κατασκευής ή κατά το πρώτο έτος λειτουργίας, οπότε δεν έχουν συγκεντρωθεί ακόμη επαρκή μετρητικά δεδομένα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στοιχεία από τον κατασκευαστή της μονάδας συμπαραγωγής ή μεγέθη που υπολογίζονται με τη βοήθεια μοντέλου προσομοίωσης της συγκεκριμένης μονάδας συμπαραγωγής.

Εάν ούτε αυτά υπάρχουν, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί η τιμή του λόγου ηλεκτρικής προς θερμική ενέργεια που αναφέρεται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 21) αλλά **μόνο** κατά το πρώτο έτος λειτουργίας.

Στην περίπτωση της τριπαραγωγής, μέρος της χρήσιμης θερμότητας υποκαθιστά ηλεκτρική ενέργεια για ψύξη ο λόγος εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας δίνεται ως:

$$PESR_{CCHP} = 1 - \frac{1}{\frac{\eta_{e,CHP}}{\eta_{er}} + \frac{\eta_{h,CHP}}{\eta_{hr}} + \frac{\eta_{c,CHP}}{COP * \eta_{cr}}}$$

όπου

$\eta_{c,CHP}$ είναι ο ψυκτικός βαθμός απόδοσης του συστήματος τριπαραγωγής

COP είναι ο συντελεστής συμπεριφοράς του ηλεκτρικού ψύκτη,

$η_{cr}$ είναι ο συντελεστής απόδοσης της συμβατικής ηλεκτροπαραγωγής για ψύξη, και

$η_{cr}$ = συντελεστής απόδοσης συμβατικής ηλεκτροπαραγωγής, $η_{er}$* απώλειες μετασχηματισμού * απώλειες μεταφοράς.

Πίνακας 21 Ενδεικτικές τιμές του λόγου ηλεκτρικής προς θερμική ενέργεια, C.

Τύπος μονάδας	**Πρότυπος λόγος ηλεκτρικής προς θερμική ενέργεια (C)** (μέσες τιμές)
Παλινδρομική μηχανή εσωτερικής καύσης	0,75
Ατμοστρόβιλος συμπύκνωσης - απομάστευσης	0,30
Ατμοστρόβιλος αντίθλιψης	0,45
Αεριοστρόβιλος με ανάκτηση θερμότητας	0,55

Για μονάδες συμπαραγωγής πολύ μικρής κλίμακας μπορούν να χρησιμοποιούνται στοιχεία από τον κατασκευαστή.

Αναλυτική παρουσίαση της μεθοδολογίας για τον υπολογισμό της συμπαραγόμενης ΗΕ από σύστημα ΣΗΘ δίνεται στην Υ.Α. 15641/14.07.2009 (ΦΕΚ Β’ 1420) [1].

8.4. ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΗΘ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑ

8.4.1. Ενεργειακή καταγραφή

Η ενεργειακή καταγραφή είναι μια συστηματική συλλογή και ανάλυση πληροφοριών από την ενεργειακή χρήση και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό των βελτιώσεων της ενεργειακής αποδοτικότητας του κτηρίου, του σχεδίου/ εξοπλισμού ή μιας συγκεκριμένης διαδικασίας.

Η ενεργειακή καταγραφή μπορεί να περιέχει τα παρακάτω σημεία:

- Συλλογή βασικών πληροφοριών και περιγραφών για το υπάρχον συμβατικό σύστημα ενεργειακής παροχής και απαιτήσεων. Οι πηγές των πληροφοριών θα μπορούσαν να είναι τα τεχνικά σχέδια του έργου, η επίσκεψη στον πιθανό χώρο εγκατάστασης του συστήματος ΣΗΘ, πληροφορίες από τα τεχνικά φυλλάδια του εξοπλισμού, κτλ.
- Συλλογή δεδομένων για τις συνθήκες λειτουργίας, όπως οι πιέσεις, οι θερμοκρασίες, το χρονοδιάγραμμα λειτουργίας του κτηρίου, ο τόπος και τα χαρακτηριστικά σύνδεσης με το ηλεκτρικό δίκτυο και το δίκτυο καυσίμου, κτλ.
- Καθορισμός όλων των μέτρων ενεργειακής εξοικονόμησης που δεν σχετίζονται με την μονάδα ΣΗΘ και της επίδρασής τους στην ενεργειακή κατανάλωση.

- Δημιουργία προφίλ φορτίων ηλεκτρισμού, θέρμανσης και ψύξης του κτηρίου, με την μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια, χρησιμοποιώντας είτε μετρητές, είτε, σε έλλειψη μετρητών, από τους λογαριασμούς ρεύματος και καυσίμου, κτλ.
- Υπολογισμός του πραγματικού κόστους ενέργειας (θερμικής / ηλεκτρικής) και άλλων δαπανών που σχετίζονται με την παραγωγή ή και την αγορά τους.

Οι απαραίτητοι πίνακες που χρησιμοποιούνται για την καταγραφή των δραστηριοτήτων για το υπάρχον ενεργειακό σύστημα, δίνονται στο Παράρτημα ΙΙ.

8.4.2.Επιλογή εξοπλισμού και διαστάσεων

Η επιλογή και η διαστασιολόγηση του εξοπλισμού για νέες μονάδες ΣΗΘ γίνεται με τη χρήση των ακολούθων κριτηρίων:

- απόδοση του εξοπλισμού,
- χωρητικότητα και απαιτήσεις χώρου,
- αρχικό κόστος εγκατάστασης συστήματος,
- λειτουργικό κόστος μονάδας ΣΗΘ,
- αξιοπιστία κατασκευαστή μονάδας ΣΗΘ,
- ευελιξία και ευκολία συντήρησης μονάδας ΣΗΘ.

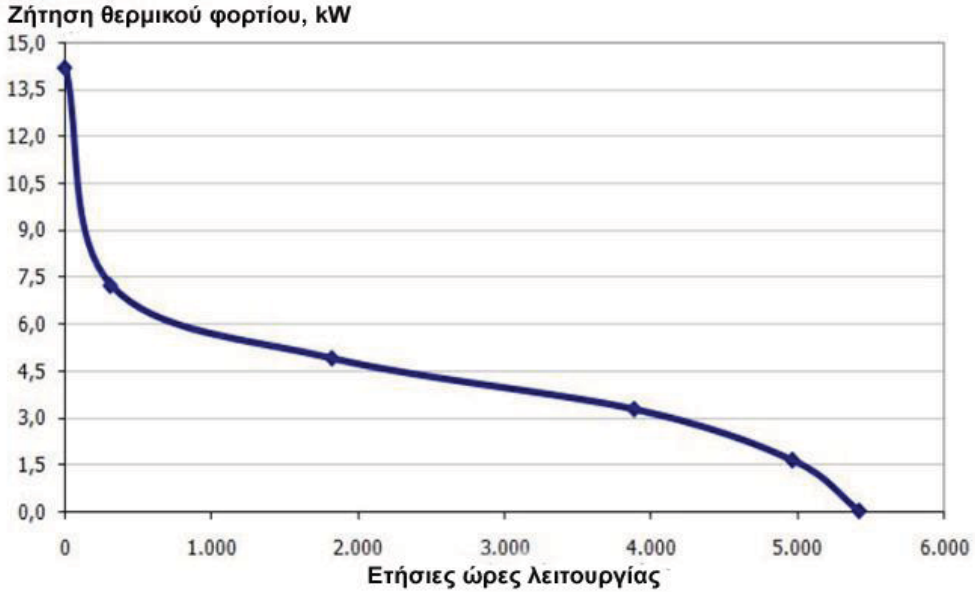
Περισσότεροι από έναν συνδυασμοί της μονάδας ΣΗΘ μπορούν να παρέχουν την απαιτούμενη ενέργεια στο κτήριο. Για αυτό τον λόγο, απαιτείται η ανάπτυξη διαφορετικών εναλλακτικών σεναρίων που θα βασίζονται σε διαφορετικές τεχνολογίες ΣΗΘ και αριθμό μονάδων, έτσι ώστε να επιλεγεί τελικά μια από αυτές που θα καλύπτει σε μεγαλύτερο βαθμό τα παραπάνω κριτήρια.

Στη διαστασιολόγηση της μονάδας ΣΗΘ μπορεί να βοηθήσει ο υπολογισμός των αθροιστικών καμπυλών απαιτήσεων θερμότητας για θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης και των απαιτήσεων θερμότητας για ψύξη.

Αναφορικά με τη διαστασιολόγηση της ψύξης με απορρόφηση, δηλαδή μιας μονάδας τριπαραγωγής, τα βασικά βήματα είναι τα ακόλουθα:

- Ποσοτικοποίηση των ψυκτικών απαιτήσεων
- Μείωση της ηλεκτρικής απαίτησης (που έχει προσδιοριστεί προηγουμένως στην ενεργειακή καταγραφή) για να χρησιμοποιηθεί για ψύξη από τους ψύκτες απορρόφησης
- Μετασχηματισμός των απαιτήσεων ψύξης σε θέρμανση
- Ποσοτικοποίηση των θερμικών απαιτήσεων των υπολοίπων χώρων
- Υπολογισμός νέων θερμικών απαιτήσεων
- Καθορισμός του κατάλληλου τύπου και μεγέθους της μονάδας ΣΗΘ και ψύκτη απορρόφησης
- Καθορισμός της στρατηγικής λειτουργίας του συστήματος ΣΗΘ, πχ ηλεκτρική ενέργεια που αγοράζεται ή / και πωλείται στο Δίκτυο, απαίτηση για συμπληρωματική θερμότητα, κτλ. Πρέπει να τονισθεί ότι αυτό ισχύει γενικά και όχι μόνο για την περίπτωση ψύξης με απορρόφηση.

Με βάση τα ανωτέρω, η άθροιση των ολικών απαιτήσεων θερμότητας ως θερμική ισχύς (kW), καταλήγει σε μια τυπική καμπύλη διάρκειας θερμικής ζήτησης, όπως αυτή στο Σχήμα 36.



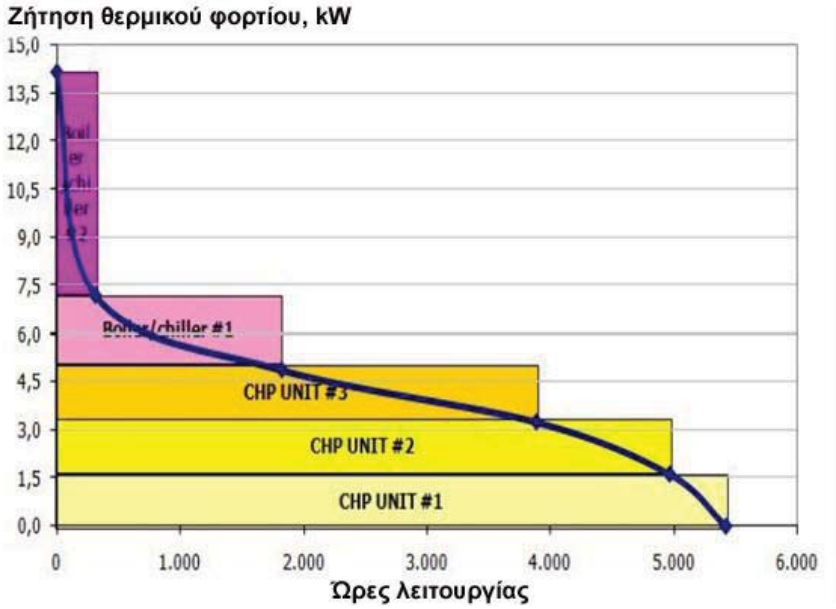
Σχήμα 36 Παράδειγμα καμπύλης διάρκειας θερμικής ζήτησης κτηρίου

Με βάση την καμπύλη που εμφανίζεται στο Σχήμα 36, επιλέγεται το κατάλληλο σύστημα ΣΗΘ που θα καλύψει αποδοτικότερα και με ασφάλεια, τη ζήτηση θερμότητας. Είναι σύνηθες να χρησιμοποιούνται περισσότερες της μίας μονάδες ΣΗΘ για την κάλυψη των βασικών θερμικών φορτίων. Η κάλυψη των ετήσιων θερμικών απαιτήσεων για τα φορτία απεικονίζεται στο Σχήμα 37.

Τα πλεονεκτήματα αυτής της επιλογής είναι:

- Δυνατότητα λειτουργίας υπό μερικά θερμικά φορτία, με καλύτερη απόδοση
- Υψηλή διαθεσιμότητα / ασφάλεια εφοδιασμού

Το μειονέκτημα είναι το υψηλότερο κόστος επένδυσης και συντήρησης των μονάδων ΣΗΘ. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι αιχμιακές ζητήσεις θερμότητας, θα πρέπει να καλύπτονται από ένα συμβατικό σύστημα θέρμανσης, (πχ λέβητα), αφού είναι αντιοικονομικό να διαστασιολογείται μια μονάδα ΣΗΘ με βάση τη ζήτηση αιχμής λίγων ωρών ανά έτος.



Σχήμα 37 Κάλυψη ετήσιων θερμικών απαιτήσεων από σύστημα ΣΗΘ

8.5. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΗΘ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑ

Η οικονομική ανάλυση είναι αυτή που αποδεικνύει αν η μονάδα ΣΗΘ είναι οικονομικά βιώσιμη. Σήμερα, οι μονάδες ΣΗΘ ή/και τριπαραγωγής σε κτήρια διοχετεύουν τη συμπαραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια στο Δίκτυο, ώστε να επωφεληθούν από την υψηλή τιμή αγοράς της συμπαραγόμενης ΗΕ, αγοράζουν την απαιτούμενη για τη λειτουργία τους ηλεκτρική ενέργεια από το Δίκτυο ενώ αξιοποιούν όλη η χρήσιμη θερμότητα που παράχθηκε από το σύστημα ΣΗΘ για την κάλυψη των θερμικών / ψυκτικών αναγκών στο κτήριο.

Το συνολικό κόστος μιας εγκατάστασης ΣΗΘ αποτελείται κυρίως από:

- **Κόστος επένδυσης:** Είναι το άθροισμα της αγοράς του συστήματος ΣΗΘ ή τριπαραγωγής, της σύνδεσης με τα δίκτυα παροχής καυσίμου και ηλεκτρικής ενέργειας, των φίλτρων στο τμήμα καυσαερίων, των αγωγών, καλωδίων, συστημάτων ελέγχου και, τέλος, όλων των απαιτούμενων μηχανολογικών και περιβαλλοντικών μελετών. Τυχόν επιδότηση αφαιρείται από το κόστος επένδυσης. Σημειώνεται ότι στη περίπτωση νέου κτηρίου με εγκατάσταση ΣΗΘ, στο κόστος επένδυσης πρέπει να υπολογιστεί η διαφορά της επένδυσης με συμβατική λύση και της λύσης με ΣΗΘ.
- **Κόστος λειτουργίας και συντήρησης:** Το κόστος καυσίμου της μηχανής ΣΗΘ (ή/και τριπαραγωγής) αποτελεί το κύριο λειτουργικό κόστος. Προστίθενται τα έσοδα από τις πωλήσεις συμπαραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο και αφαιρούνται οι δαπάνες για την αγορά της απαιτούμενης στο κτήριο ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο. Το κόστος της εργασίας, των ανταλλακτικών και των άλλων εξαρτημάτων που απαιτούνται για την ετήσια συντήρηση του συστήματος ΣΗΘ, προστίθεται στο λειτουργικό κόστος.

- **Λειτουργικά έσοδα:** Τα έσοδα από τις πωλήσεις συμπαραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στο Δίκτυο αποτελούν τα κύρια λειτουργικά έσοδα. Το διαφυγόν κόστος της παραγωγής θερμικής ενέργειας με συμβατικό τρόπο (π.χ. λέβητα) προστίθεται στα λειτουργικά έσοδα. Στην περίπτωση χρήσης Φ.Α., ως καύσιμο της εγκατάστασης ΣΗΘ, πρέπει να ληφθεί υπόψη το διαφορετικό τιμολόγιο που ισχύει ανάλογα τη χρήση. Αντίστοιχα στην περίπτωση τριπαραγωγής, το διαφυγόν κόστος της παραγωγής ψυκτικής ενέργειας με συμβατικό τρόπο (π.χ. ηλεκτρικό ψύκτη) προστίθεται στα λειτουργικά έσοδα.
- **Λειτουργικό όφελος:** Η διαφορά μεταξύ λειτουργικών εσόδων και λειτουργικών εξόδων.

  Αποτέλεσμα της οικονομικής ανάλυσης είναι:
  - ο υπολογισμός της περιόδου αποπληρωμής της επένδυσης,
  - της καθαρής παρούσας αξίας και
  - του εσωτερικού βαθμού απόδοσης.

Όλα τα παραπάνω, επιτρέπουν να ληφθεί απόφαση από τους μελετητές και τον επενδυτή, σχετικά με τη βιωσιμότητα του επιλεγμένου συστήματος ΣΗΘ.

9. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΗΘ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑ [15]

9.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Στον παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται κάποια παραδείγματα εφαρμογής ΣΗΘ σε κτήρια με κάποια οικονομικά στοιχεία. Το πρώτο βήμα είναι ο προσδιορισμός των θερμικών/ψυκτικών αναγκών που καλείται να καλύψει το σύστημα ΣΗΘ και η ετήσια κατανομή τους. Σημειώνεται πως κατά το σχεδιασμό συστημάτων ΣΗΘ είναι απαραίτητο να λαμβάνεται υπόψη η χρονική μεταβολή των θερμικών και ψυκτικών φορτίων. Οι κρισιμότερες παράμετροι σχεδιασμού των συστημάτων ΣΗΘ είναι το είδος της τεχνολογίας του συστήματος, η οποία και σχετίζεται άμεσα με το βαθμό απόδοσής του, και η ονομαστική τιμή της εγκατεστημένης ηλεκτρικής και θερμικής ισχύος του. Τα κριτήρια επιλογής των δύο αυτών παραμέτρων είναι πολύπλοκα, τεχνικά και οικονομικά και δεν αναλύονται περαιτέρω στο παρόν κεφάλαιο, του οποίου ο στόχος δεν είναι αυτός.

Γνωρίζοντας τη θερμική ισχύ και την κατανάλωση των συγκρινόμενων συστημάτων, το επόμενο βήμα είναι ο υπολογισμός συμπαραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Για αυτό το στόχο είναι σημαντικός ο προσδιορισμός των ωρών ετήσιας λειτουργίας του συστήματος, που καθορίζονται από τις θερμικές απαιτήσεις της εφαρμογής. Στη συνέχεια υπολογίζονται μία σειρά από μεγέθη, τα οποία και συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 22). Τα μεγέθη αυτά οδηγούν στην εκτίμηση της οικονομικής απόδοσης του συστήματος και του χρόνου αποπληρωμής της επένδυσης.

Πίνακας 22 Ενδεικτικός υπολογισμός απόσβεσης επένδυσης ΣΗΘ

ΖΗΤΟΥΜΕΝΟ ΜΕΓΕΘΟΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΕΥΡΕΥΣΗΣ
1. **Προσδιορισμός θερμικών και ηλεκτρικών φορτίων** χρήστη, όπως μεταβάλλονται στο χρόνο	Αποτέλεσμα μελέτης
2. **Υπολογισμός μέσης τιμής του λόγου ηλεκτρισμού προς θερμότητα,** με βάση τις βασικές περιόδους λειτουργίας από πλευράς φορτίου και διάρκειας	Αποτέλεσμα μελέτης
3. Επιλογή τεχνολογίας ΣΗΘ	Σύμφωνα με τα αποτελέσματα 1 & 2
4. **Ηλεκτρική ισχύς μηχανής ΣΗΘ**, ώστε η αποδιδόμενη θερμική ισχύς να χρησιμοποιείται ωφέλιμα	Από τον κατασκευαστή της μονάδας ΣΗΘ
Ώρες λειτουργίας :	συντ. φορτίου x συνολικές ετήσιες ώρες
5. **Τιμές ενεργειακών προϊόντων (ΗΕ/ΦΑ/κα)**	
Τιμή προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας:	Συμφωνημένη με τον πάροχο Η.Ε.

Τιμή προμήθειας ισχύος :	Συμφωνημένη με τον πάροχο Η.Ε.
Τιμή προμήθειας πετρελαίου :	Τιμή πώλησης από προμηθευτές
Τιμή προμήθειας Φ.Α.:	Η τιμή δίνεται από τον πάροχο Φ.Α.
6. **Αποτελέσματα λειτουργίας ΣΗΘ**	
Ετήσια θερμική ενέργεια που παράγει η ΣΗΘ	Θερμική ισχύς μονάδας ΣΗΘ x αριθμός μονάδων ΣΗΘ x ετήσιες ώρες λειτουργίας
Ετήσια ηλεκτρική ενέργεια που παράγει η ΣΗΘ	Ηλεκτρική ισχύς ΣΗΘ x ετήσιες ώρες λειτουργίας
Ετήσιο Κόστος καυσίμου	(Ετήσια παραγωγή ΗΕ x κόστος μονάδας καυσίμου) / (ΚΘΙ x ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης ΣΗΘ)
7. **Οικονομική αξιολόγηση ΣΗΘ** [2]	
Κόστος συμβατικού τρόπου κάλυψης ΗΕ , €	$K_\eta = \sum_{\mu=1}^{12} \left[\varepsilon_\eta \times T_{\Delta EH} \times I + \kappa_P \times P\right]_\mu$
Κόστος συμβατικού τρόπου κάλυψης ΘΕ, €	$K_\theta = c_{f\Lambda} x\, E_\theta / (\text{ΚΘΙ}_\Lambda x\, \eta_\Lambda)$
Ετήσιο κόστος καυσίμου ΣΗΘ, €	$K_{f\Sigma} = c_{f\Sigma} x\, E_\eta / (\text{ΚΘΙ}_\Sigma x\, \eta_e)$
Ετήσιο λειτουργικό όφελος, €	$f_t = (K_\eta + \Pi + K_\theta - K_f - \Delta)_t$
Ετήσιο καθαρό όφελος, €/έτος	$F_t = f_t - A_L - \varphi\, x f_{\varphi t}$
Απλός χρόνος αποπληρωμής, έτη	Κόστος επένδυσης/ετήσιο καθαρό όφελος

όπου

ε_η	μηνιαία παραγωγή ηλεκτρισμού του συστήματος ΣΗΘ
$T_{\Delta EH}$	τιμολόγιο κατανάλωσης της ΔΕΗ
I	ποσοστό της παραγόμενης από το σύστημα συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, το οποίο ιδιοκαταναλίσκεται (εκφρασμένο σε δεκαδικό αριθμό)
P	συμβατική ισχύς (αποτελεί συμφωνία μεταξύ επιχείρησης και ΔΕΗ)
κ_P	τιμή μονάδας συμβατικής ισχύος
μ	δείκτης μήνα
$c_{f\Lambda}$	κόστος μονάδας καυσίμου του λέβητα
E_θ	ετήσιο ποσό θερμότητας που προήλθε από το σύστημα ΣΗΘ
ΚΘΙ_Λ	κατώτερη θερμογόνος ικανότητα καυσίμου του λέβητα
η_Λ	ενεργειακός βαθμός απόδοσης συμβατικού λέβητα
$c_{f\Sigma}$	κόστος μονάδας καυσίμου του συστήματος ΣΗΘ
E_η	ετήσια παραγωγή ηλεκτρισμού του συστήματος ΣΗΘ

$ΚΘΙ_Σ$	κατώτερη θερμογόνος ικανότητα καυσίμου του συστήματος ΣΗΘ
$η_e$	ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης του συστήματος ΣΗΘ
$K_η$	αξία ηλεκτρικής ενέργειας που έχει παραχθεί από το σύστημα ΣΗΘ
Π	πρόσοδος από την πώληση της περίσσειας ηλεκτρικής ενέργειας
$K_θ$	αξία θερμικής ενέργειας που έχει παραχθεί από το σύστημα ΣΗΘ
K_f	κόστος καυσίμου του συστήματος ΣΗΘ
Δ	δαπάνες συντήρησης και λειτουργίας (εκτός καυσίμου) του συστήματος ΣΗΘ
t	δείκτης που σημαίνει ότι τα μεγέθη μέσα στην παρένθεση αναφέρονται στο έτος t
F_t	καθαρό όφελος κατά το έτος t
φ	φορολογική κλίμακα του επενδυτή
f_t	λειτουργικό όφελος κατά το έτος t
$f_{φt}$	φορολογητέα κέρδη κατά το έτος t
A_L	ετήσια δόση αποπληρωμής δανείου = L * CRF (N_L, r)
CRF	συντελεστής τοκοχρεωλυτικής απόσβεσης, όπου N_L περίοδος αποπληρωμής δανείου, ποσού L προερχομένου από δανεισμό, με επιτόκιο δανεισμού, r.

Στη συνέχεια ακολουθούν κάποια απλοποιημένα παραδείγματα εφαρμογής της παραπάνω μεθοδολογίας

9.2. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

Στα ακόλουθα παραδείγματα χρησιμοποιούνται οι παραδοχές είναι οι εξής (Πίνακας 23):

Πίνακας 23 Παραδοχές οικονομικής ανάλυσης συστημάτων ΣΗΘ

Μέση Τιμή Η.Ε. στη Μ.Τ. από πάροχο (τιμή Eurostat 2015)(€/kWh)	0.115
Κόστος πετρελαίου diesel(τιμή 2017)(€/lt)	1.25
ΚΘΙ καυσίμουdiesel (kWh/lt)	9,92
Κόστος καυσίμου Φ.Α. (Τιμή Eurostat 2016)	28 €/MWh ή 0,028 €/kWh

Επιπλέον, οι τιμές πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο υπολογίζονται με τη διαδικασία που προβλέπεται από τον Νόμο 4254.

Σημειώνεται πως ο στόχος των παραδειγμάτων που ακολουθούν δεν είναι η ακριβής διαστασιολόγηση και οικονομική ανάλυση των συστημάτων ΣΗΘ που παρουσιάζονται, αλλά να δώσουν μια γενική ιδέα της φιλοσοφίας που ακολουθείται για την εκτίμηση των βασικών οικονομικών παραμέτρων τους. Για αυτό το λόγο, έχουν γίνει κάποιες απλουστευτικές παραδοχές. Για παράδειγμα, έχει θεωρηθεί σε όλα τα παραδείγματα πως τα θερμικά φορτία είναι αμετάβλητα και σταθερά στο

χρόνο, κάτι που δεν ανταποκρίνεται γενικά στην πραγματικότητα. Προφανώς, απαιτείται λεπτομερής καταγραφή και παρακολούθηση των θερμικών και ηλεκτρικών φορτίων προκειμένου να γίνει ακριβής ανάλυση των συστημάτων αυτών και οικονομική βελτιστοποίηση της διαστασιολόγησής τους. Εντούτοις, τα παραδείγματα που ακολουθούν μπορούν να δώσουν μια γενική αίσθηση των αρχών λειτουργίας και της οικονομικής αποδοτικότητας των συστημάτων ΣΗΘ.

9.2.1. Κτήριο κλινικής

Για την περίπτωση του κτηρίου της κλινικής, θεωρείται πως υπάρχει απαίτηση για την παραγωγή ΖΝΧ από 200 άτομα ημερησίως. Επιπλέον, θεωρείται πως το νερό θερμαίνεται από τους 10 °Cστους 60 °C. Γίνεται ακόμα η παραδοχή πως το απαιτούμενο θερμικό φορτίο παράγεται κατά τις 18 ώρες της ημέρας κάθε μέρα.

Θεωρούμε πως το υπάρχον συμβατικό σύστημα θέρμανσης αποτελείται από λέβητα Φ.Α. με βαθμό απόδοσης 85 %.

Θεωρώντας ότι οι καταναλωτές ζεστού νερού είναι 200 και έχουν μέση ημερήσια κατανάλωση ίση με 60 lt, υπολογίζονται:

Ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού του κτηρίου (lt)	200 x 60 = 12000
Ημερήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας (kWh) (μάζα νερού x Cp νερού (4,18kJ/kg) x(60-10)) και μετατροπή σε kWh από kJ	697
Ώρες ημερήσιας παραγωγής θερμότητας (h)	12
Απαιτούμενη ωφέλιμη θερμική ισχύς (kW_{th}) (ημερήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας/ώρες ημερήσιας παραγωγής θερμότητας)	58

Για να θερμανθεί το νερό από $T_{εις}$ = 10° C σε $T_{χρης}$ = 60° C, το συμβατικό σύστημα λέβητα, με βαθμό απόδοσης 85%, θα πρέπει να μπορεί να παρέχει ισχύ τουλάχιστον ίση με:

Προσαύξηση ίση με 20%, λόγω απωλειών δικτύων (kW_{th})	69.6
Ονομαστική ισχύς του λέβητα, $Q_κ$(kW_{th}) (συνολική ισχύς με προσαύξηση/ βαθμός απόδοσης λέβητα)	82

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή του κεφαλαίου, συνήθως τα συστήματα ΣΗΘ λειτουργούν εκ παραλλήλου με κάποιο συμβατικό σύστημα, καλύπτοντας μέρος της απαιτούμενης θερμικής κατανάλωσης. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, θεωρούμε πως το σύστημα ΣΗΘ καλύπτει το σύνολο της απαιτούμενης θερμότητας, για λόγους απλούστευσης των υπολογισμών και της παρουσίασης της μεθοδολογίας.

Θεωρούμε πως το σύστημα ΣΗΘ αποτελείται από ΜΕΚ με τα εξής στοιχεία:

Ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης (%)	32

Θερμικός βαθμός απόδοσης (%)	48
Ολικός βαθμός απόδοσης (%)	80
Ονομαστική ηλεκτρική ισχύς (kW_e)	46.4
Ονομαστική θερμική ισχύς (kW_{th})	69.6
Προσδιδόμενη ισχύς καυσίμου (kW_{th})	145
Ειδικό κόστος επένδυσης (€/kW_e)	1200
Κόστος επένδυσης (€)	55680

Επομένως από την ετήσια λειτουργία του συστήματος ΣΗΘ προκύπτουν τα ακόλουθα στοιχεία:

Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια(kWh_e)	203232,0
Τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας (€/MWh_e) (από Ν. 4254)	98.16
Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας (€) (παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια χτιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας)	19950,5
Κατανάλωση Φ.Α. ΣΗΘ (kW_{th}) (ώρες x προσδιδόμενη ισχύς καυσίμου)	635100,0
Κόστος Φ.Α. ΣΗΘ (€) (κατανάλωση Φ.Α. επί τιμή αγοράς Φ.Α.)	17782,8
Κατανάλωση Φ.Α. συμβατικού συστήματος (kW_{th})	304848,0
Κόστος Φ.Α. συμβατικού συστήματος (€)	8535,7
Ετήσιο όφελος από λειτουργία ΣΗΘ (€) (Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας + Κόστος Φ.Α. συμβατικού συστήματος – Κόστος Φ.Α. ΣΗΘ)	10703,4
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)	**5.2**

9.2.2. Ξενοδοχείο

Ξενοδοχείο έχει μέση ζήτηση ηλεκτρικού φορτίου 48 kW_e, κεντρική θέρμανση και απαίτηση για ΖΝΧ, που δημιουργούν ανάγκη για θερμικό φορτίο, 90 kW_{th}, για 75% του χρόνου. Όπως και στο προηγούμενη παράδειγμα, θεωρούμε πως η θερμική και ηλεκτρική κατανάλωση έχουν σταθερές τιμές για όλη τη διάρκεια λειτουργίας/χρήσης, για λόγους απλούστευσης των υπολογισμών και διευκόλυνσης της παρουσίασης της μεθοδολογίας.

Οι ανάγκες καλύπτονται από λέβητα με καύσιμο πετρέλαιο diesel και σύνδεση στο δίκτυο Η.Ε.

Θεωρούμε την εγκατάσταση συστήματος ΣΗΘ το οποίο διαστασιολογείται ώστε να καλύπτει επακριβώς τα ηλεκτρικά και θερμικά φορτία του ξενοδοχείου, κάτι που δε συμβαίνει απαραίτητα σε πραγματικές εφαρμογές, όπου στα συστήματα ΣΗΘ μπορεί να διαστασιολογούνται ώστε να καλύπτουν εν γένει μέρος του θερμικού/ηλεκτρικού φορτίου και να συνεπικουρούνται από βοηθητικά συμβατικά συστήματα αιχμής. Έτσι η ηλεκτρική

κατανάλωση καλύπτεται από αγορά ενέργειας από το δίκτυο σε χαμηλή τιμή. Παράλληλα, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια πωλείται σε υψηλότερη τιμή.

Τα στοιχεία του συστήματος ΣΗΘ επομένως είναι τα ακόλουθα:

Ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης (%)	31,3
Θερμικός βαθμός απόδοσης (%)	58,8
Ολικός βαθμός απόδοσης (%)	90,1
Ονομαστική ηλεκτρική ισχύς (kW_e)	48
Ονομαστική θερμική ισχύς (kW_{th})	90
Προσδιδόμενη ισχύς καυσίμου (kW_{th})	153
Ειδικό κόστος επένδυσης (€/kW_e)	2291
Κόστος επένδυσης (€)	110000
Ετήσια έξοδα συντήρησης μονάδας ΣΗΘ(€)	1800

Ο ετήσιος αριθμός ωρών λειτουργίας του συστήματος είναι {*συντ. λειτουργίας x συνολικές ώρες έτους*} = 0.75 x 8760 = 6570 ώρες

Θεωρούμε επιπλέον πως το υπάρχον συμβατικό σύστημα έχει βαθμό απόδοσης 80 % και πως έχει ετήσιος κόστος συντήρησης 600 €.

Επομένως από την ετήσια λειτουργία του συστήματος ΣΗΘ προκύπτουν τα ακόλουθα στοιχεία:

Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια (kWh_e) (ηλεκτρική ισχύς χώρες λειτουργίας)	315360
Τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας (€/MWh_e) (από Ν. 4254)	93.74
Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας (€) (παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια χτιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας)	29562,77
Κόστος από αγορά ηλεκτρικής ενέργειας (€) (καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια χτιμή αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας)	36266,4
Κατανάλωση Φ.Α. ΣΗΘ (kW_{th}) (ώρες x προσδιδόμενη ισχύς καυσίμου)	1005210
Κόστος Φ.Α. ΣΗΘ (€) (κατανάλωση Φ.Α. επί τιμή αγοράς Φ.Α.)	28145,88
Κατανάλωση diesel συμβατικού συστήματος (kW_{th})	739125
Κόστος diesel συμβατικού συστήματος (€)	93135,7

Ετήσιο όφελος από λειτουργία ΣΗΘ (€) (Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας -Κόστος από αγορά ηλεκτρικής ενέργειας + Κόστος diesel συμβατικού συστήματος – Κόστος Φ.Α. ΣΗΘ – Κόστος συντήρησης ΣΗΘ + Κόστος συντήρησης συμβατικού συστήματος)	129619,0
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)	**1,92**

9.2.3. Νοσοκομείο

Θεωρούμε πως στο νοσοκομείο υπάρχει η απαίτηση για θέρμανση χώρου τη χειμερινή περίοδο που αντιστοιχεί σε θερμική ισχύ 412,5kW_{th} για διάρκεια 5040 ωρών, καθώς και απαίτηση για ψύξη που αντιστοιχεί σε ψυκτική ισχύ 515 kW_{th} για διάρκεια 3600 ωρών. Όπως και στα προηγούμενα παραδείγματα, γίνεται η απλουστευτική παραδοχή πως τα φορτία αυτά είναι σταθερά και αμετάβλητα καθ’ όλη τη διάρκεια των αντίστοιχων ωρών λειτουργίας. Επιπλέον, θεωρούμε πως το σύστημα ΣΗΘ καθώς και ο ψύκτης απορρόφησης διαστασιολογούνται ώστε να καλύπτουν επακριβώς τα θερμικά και ψυκτικά φορτία.

Το υπό μελέτη σύστημα ΣΗΘ αποτελείται από ΜΕΚ καθώς και ψύκτη απορρόφησης που τροφοδοτείται από τη θερμότητα που παράγεται από το σύστημα ΣΗΘ, που τροφοδοτείται με Φ.Α. Στην περίπτωση που η θερμότητα του συστήματος ΣΗΘ δεν επαρκεί για τη λειτουργία του ψύκτη, τίθεται σε ισχύ συμβατικός λέβητας Φ.Α. Το σύστημα ΣΗΘ συγκρίνεται με συμβατικό σύστημα που αποτελείται από συμβατικό λέβητα θερμικής ισχύος 412$kW_{th,}$ που επίσης τροφοδοτείται από Φ. Α και αντλία θερμότητας για παραγωγή ψύξης ισχύος 515$kW_{th.}$

Θεωρείται πως κατά τη χειμερινή περίοδο λειτουργεί μόνο το σύστημα ΣΗΘ χωρίς τον ψύκτη. Το καλοκαίρι, θεωρείται πως όλη η θερμότητα που παράγεται από το σύστημα ΣΗΘ προσδίδεται στον ψύκτη απορρόφησης για την παραγωγή ψύξης, επομένως η απαιτούμενη ποσότητα ΖΝΧ θεωρείται αμελητέα.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συμβατικού συστήματος δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Συμβατικό σύστημα

Βαθμός απόδοσης λέβητα (%)	80
Ονομαστική ισχύς λέβητα (kW_{th})	412,5
Προσδιδόμενη ισχύς καυσίμου Φ.Α. στο λέβητα (kW_{th})	515,6
COPσυμβατικής αντλίας θερμότητας	0,3
Ονομαστική ψυκτική ισχύς αντλίας θερμότητας (kW_{th})	515
Ηλεκτρική κατανάλωση αντλίας θερμότητας (kW_e)	123,8

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τα κόστη του συστήματος ΣΗΘ με βάση όσα περιγράφηκαν

παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα.

Σύστημα ΣΗΘ

Ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης (%)	40
Θερμικός βαθμός απόδοσης (%)	50
Ολικός βαθμός απόδοσης (%)	90
Ονομαστική ηλεκτρική ισχύς ΣΗΘ (kW_e)	330
Ονομαστική θερμική ισχύς ΣΗΘ (kW_{th})	412,5
Προσδιδόμενη ισχύς καυσίμου Φ.Α. στο ΣΗΘ (kW_{th})	825
COP ψύκτη απορρόφησης	0,8
Ονομαστική ψυκτική ισχύς ψύκτη απορρόφησης (kW_{th})	515
Απαιτούμενη προσδιδόμενη θερμότητα στον ψύκτη απορρόφησης(kW_{th})	572
Κόστη επένδυσης (€)	
ΣΗΘ-ΜΕΚ (ειδικό κόστος 1100 €/kW_e) (€)	363000
Ψύκτης απορρόφησης (ειδικό κόστος 1200 €/kW ψύξης) (€)	618000
Συνολικό κόστος συστήματος ΣΗΘ (€)	981000

Χειμερινή περίοδος:

Λειτουργία συμβατικού συστήματος

Ώρες λειτουργίας (h)	5040
Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια (kWh_e)	0
Τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας (€/MWh_e)	-
Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας (€)	-
Κατανάλωση Φ.Α. συμβατικού συστήματος (kW_{th}) (ώρες x ωφέλιμη θερμική ισχύς/βαθμός απόδοσης συμβατικού συστήματος)	2566666,7
Κόστος Φ.Α. συμβατικού συστήματος (€) (κατανάλωση Φ.Α. x τιμή Φ.Α.)	71866,7

Λειτουργία συστήματος ΣΗΘ

Ώρες λειτουργίας (h)	5040
Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια (kWh_e) (ονομαστική ηλεκτρική ισχύς x ώρες)	1663200,0
Τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας (€/MWh_e) (από Ν. 4254)	98.62

Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας (€) (παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια x τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας)	164027,7
Κατανάλωση Φ.Α. ΣΗΘ (kW_{th}) (ώρες x ωφέλιμη θερμική ισχύς/θερμικός βαθμός απόδοσης ΣΗΘ)	4158000,0
Κόστος Φ.Α. ΣΗΘ (€) (κατανάλωση Φ.Α. x κόστος Φ.Α.)	116424,0

Κέρδος από λειτουργία συστήματος ΣΗΘ τη χειμερινή περίοδο (Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας - Κόστος Φ.Α. ΣΗΘ + Κόστος Φ.Α. συμβατικού συστήματος) : 208585,1 €

Θερινή περίοδος:

Λειτουργία συμβατικού συστήματος (αντλία θερμότητας)

Ώρες λειτουργίας (h)	3600
Παραγόμενη ψυκτική ενέργεια (kW_{th}) (ώρες x ονομαστική ψυκτική ισχύς)	1485000
Καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια (kWh_e) (παραγόμενη ψυκτική ενέργεια x COP)	445500
Τιμή αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας (€/kWh_e)	0.115
Έξοδα από αγορά ηλεκτρικής ενέργεια(€) (καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια x τιμή αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας)	51232,5

Λειτουργία συστήματος ΣΗΘμε ψύκτη απορρόφησης

Ώρες λειτουργίας (h)	3600
Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια (kWh_e) (ώρες x ονομαστική ηλεκτρική ισχύς ΣΗΘ)	1663200,0
Τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας (€/MWh_e) (από Ν. 4254)	98.62
Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας (€) (παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια x τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας)	164027,7
Κατανάλωση Φ.Α. ΣΗΘ (kW_{th}) (ώρες x ωφέλιμη θερμική ισχύς/θερμικός βαθμός απόδοσης ΣΗΘ)	4158000,0
Κατανάλωση Φ.Α. ψύκτη απορρόφησης (kWh_{th}) (ώρες x (απαιτούμενη θερμότητα ψύκτη απορρόφησης-προσδιδόμενη από ΣΗΘ θερμότητα στον ψύκτη απορρόφησης))	575000
Κόστος Φ.Α. ΣΗΘ (€) (κατανάλωση Φ.Α. ΣΗΘ x τιμή αγοράς Φ.Α.)	83160,0
Κόστος Φ.Α. ψύκτη απορρόφησης (€) (κατανάλωση Φ.Α. ψύκτη απορρόφησης x τιμή αγοράς Φ.Α.)	16100

Κέρδος από τη λειτουργία συστήματος ΣΗΘ κατά τη θερινή περίοδο (Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας – Κόστος Φ.Α. ΣΗΘ – Κόστος Φ.Α. ψύκτη απορρόφησης

+ Έξοδα από αγορά ηλεκτρικής ενέργειας αντλίας θερμότητας): 69135.2 €

Συνολικό ετήσιος κέρδος: 291375 €

Έτη αποπληρωμής: 3.53έτη

10. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ

10.1. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΟΛΥ ΜΙΚΡΗΣ ΣΗΘ

Στις μονάδες πολύ μικρής συμπαραγωγής το όριο λειτουργίας μέχρι την πρώτη συντήρηση ανέρχεται στις 4.000 χιλιάδες ώρες, σε αντίθεση με τις μονάδες πάνω από τα 50 kW_e, όπου η πρώτη συντήρηση γίνεται περίπου στις 1500 ώρες λειτουργίας.

Όσον αφορά τις μονάδες πολύ μικρής ΣΗΘ, τα βασικά μέρη τα οποία χρήζουν αντικατάσταση είναι τα εξής:

- Λάδια μηχανής
- Φίλτρα μηχανής
- Φίλτρα αέρος
- Αναφλεκτήρας (μπουζί)
- Καλώδια ανάφλεξης

Τα σημεία οπτικού ελέγχου είναι τα ακόλουθα:

- Ψυκτικό υγρό
- Πίνακας ηλεκτρονικού ελέγχου
- Τριοδικός καταλύτης
- Αντικραδασμικά
- Καλωδιώσεις από συσκευή προς πίνακα ελέγχου

Τα σημεία ρύθμισης είναι:

- Ρύθμιση αερίου
- Ρυθμίσεις εκπομπών καυσαερίων

Ένα σημαντικό μέρος στο υδραυλικό σύστημα της πολύ μικρής ΣΗΘ είναι οι διαχωριστές σωματιδίων, όπου κρατούν τα σωματίδια από τη φθορά του υδραυλικού συστήματος (λάσπη). Αυτός είναι ένας από τους πιο βασικούς ελέγχους, ώστε οι εναλλάκτες να μην υποστούν εμπλοκή.

Ο βασικός προληπτικός έλεγχος της μηχανής ΣΗΘ γίνεται στις 8.000 ώρες λειτουργίας, όπου διενεργείται ενδοσκόπηση. Η ενδοσκόπηση περιλαμβάνει τον έλεγχο εσωτερικά της μηχανής για τυχόν εσωτερικές φθορές της.

10.2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΟΚΙΜΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΟΛΥ ΜΙΚΡΗΣ ΣΗΘ

Μέθοδοι δοκιμής που χρησιμοποιούνται για να καθοριστεί η ποσότητα ενέργειας που καταναλώνεται με μορφή καυσίμων από το σύστημα πολύ μικρής και μικρής ΣΗΘ, καθώς επίσης και τα ποσά ενέργειας που παράγονται με τη μορφή χρήσιμης θερμότητας και της συμπαραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, βασίζονται στις τεχνικές προδιαγραφές των εταιρειών των συστημάτων ΣΗΘ.

Διαφορετικές δοκιμές-μεθοδολογίες εφαρμόζονται στην Ευρώπη, όπου η μέτρηση της παραγόμενης θερμότητας στην είσοδο και έξοδο του συστήματος γίνεται με βάση τα Ευρωπαϊκά πρότυπα για λέβητες, σχετιζόμενα με συστήματα πολύ μικρής ΣΗΘ. [16]

10.3. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ ΑΠΟ ΜΟΝΑΔΑ ΣΗΘ

Το πρότυπο ΕΝ 13203-2 ισχύει και για τα συστήματα πολύ μικρής ΣΗΘ.

11. ΕΠΙΛΟΓΟΣ [17]

Οι υφιστάμενες τεχνολογίες συμπαραγωγής για τον οικιακό και τριτογενή τομέα γίνονται όλο και πιο σημαντικές, λόγω της εμπορικής ανάπτυξης μικρών παραδοσιακών παλινδρομικών μηχανών εσωτερικής καύσης καθώς και συστημάτων κυψελών καυσίμου, μηχανών με κινητήρα Stirling και μικροστροβίλων.

Από τεχνολογικής άποψης, τα συστήματα συμπαραγωγής, είτε με κυψέλες καυσίμου είτε με μηχανές Stirling, φαίνονται πολλά υποσχόμενες για οικιακές εφαρμογές. Ωστόσο, πριν αυτά τα συστήματα τύχουν ευρύτατης αποδοχής, το κόστος αγοράς τους και η αξιοπιστία τους θα πρέπει να βελτιωθεί σημαντικά. Επί του παρόντος, τα πλέον αξιόπιστα συστήματα που διατίθενται για οικιακή και για μικρής κλίμακας εμπορικές εφαρμογές ΣΗΘ, σε λογικό κόστος, είναι οι παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσης.

Αν και η ηλεκτρική απόδοση της παλινδρομικών μηχανών εσωτερικής καύσης είναι υψηλότερη σε σύγκριση μεαυτή των μηχανών Stirling, οι κυψέλες καυσίμου υπόσχονται να προσφέρουν την υψηλότερη ηλεκτρική απόδοση για τις οικιακές και μικρής κλίμακας εφαρμογές συμπαραγωγής. Θεωρητικά, οι παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσης απαιτούν μεγαλύτερη περιοδική συντήρηση από ανταγωνιστικές τεχνολογίες, μειώνοντας έτσι τη διαθεσιμότητά τους και αυξάνοντας το κόστος συντήρησης. Οι κυψέλες καυσίμου έχουν ελάχιστα κινούμενα μέρη και ως εκ τούτου έχουν τη δυνατότητα να έχουν πολύ χαμηλό κόστος συντήρησης, αν και αυτό πρέπει να επιτευχθεί στην πράξη. Ωστόσο, τα βοηθητικά συστήματα, όπως οι αντλίες και οι ανεμιστήρες που απαιτούνται για τη λειτουργία των κυψελών καυσίμου μπορεί να είναι δαπανηρά στη συντήρησή τους, οδηγώντας σε τακτικές και έκτακτες διακοπές λειτουργίας των συστημάτων αυτών. Οι μηχανές με κινητήρες Srirling μικρής ισχύος (<20kW) απαιτούν χρόνο συντήρησης μετά από 5000 - 8000 ώρες λειτουργίας, που είναι μεγάλο διάστημα σε σχέση με τις παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσης (Otto) παρόμοιας ισχύος. Το μεγάλο χρονικό διάστημα για συντήρηση μειώνει σημαντικά το κόστος λειτουργίας τους σε σύγκριση με τις μηχανές Otto. Το εγκατεστημένο κόστος για τεχνολογίες, όπως οι κυψέλες καυσίμου και οι μηχανές Stirling, είναι σήμερα πιο ακριβό, με τις κυψέλες καυσίμου να απαιτούν το υψηλότερο κόστος εγκατάστασης.

Οι παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσης έχουν υψηλότερες εκπομπές CO, NO_x, και σωματιδίων σε σύγκριση με ανταγωνιστικές τεχνολογίες για τις οικιακές εφαρμογές συμπαραγωγής και έτσι μειονεκτούν για περιοχές με αυστηρά κριτήρια εκπομπών. Η χρήση καταλυτών για την επίτευξη αποδεκτών επιπέδων εκπομπών είναι δυνατή, αλλά και δαπανηρή.

Οι κυψέλες καυσίμου έχουν εξαιρετικά χαμηλές εκπομπές NO_x και CO, ενώ και οι εκπομπές CO_2 είναι γενικά χαμηλότερες συγκριτικά με άλλες τεχνολογίες, λόγω της υψηλότερης απόδοσής τους, ιδιαίτερα όταν οι εκπομπές CO_2 που σχετίζονται με την

ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τις κυψέλες, υπολογίζονται ως «αποφευχθείσες» από το συμβατικό μίγμα καυσίμων που εγχέει ΗΕ στο δίκτυο.

Οι εκπομπές από τις μηχανές με κινητήρα Stirling είναι δέκα φορές χαμηλότερες από αυτές που εκπέμπονται από μηχανές Otto εξοπλισμένες με καταλυτικούς μετατροπείς, καθιστώντας τις εκπομπές που παράγονται από κινητήρες Stirling συγκρίσιμες με εκείνες από σύγχρονους καυστήρες φυσικού αερίου.

Αν και η απόδοση και το κόστος για τους παλινδρομικούς κινητήρες εσωτερικής καύσης είναι εδραιωμένη, τα στοιχεία για τις κυψέλες καυσίμου και τις μηχανές Stirling βασίζονται σε περιορισμένο αριθμό έργων επίδειξης. Στοιχεία για τον πραγματικό χρόνο λειτουργίας τους, την πραγματική βελτίωση της αποτελεσματικότητας, καθώς και τις δαπάνες λειτουργίας και συντήρησης των μονάδων αυτών, δεν είναι ευρέως γνωστά και σε πολλές περιπτώσεις, δεν είναι διαθέσιμες πλήρεις και αξιόπιστες πληροφορίες. Η αβεβαιότητα αυτή καθιστά δύσκολη την ουσιαστική σύγκριση των παλινδρομικών κινητήρων εσωτερικής καύσης, των κυψελών καυσίμου και των μηχανών Stirling για εφαρμογές συμπαραγωγής στον οικιακό και τον τριτογενή τομέα.

Σύγκριση των τεχνικών χαρακτηριστικών του παλινδρομικού κινητήρα εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ), των κυψελών καυσίμου και της μηχανής Stirling για πολύ μικρά και μικρά συστήματα ΣΗΘ, παρουσιάζεται στον Πίνακας 24. Οι πληροφορίες είναι αντιπροσωπευτικές των τεχνολογιών και παρέχεται ευκαιρία για άμεση σύγκριση των τριών τεχνολογιών.

Πίνακας 24 Σύγκριση ΜΕΚ, ΚΚ, μηχανής Stirling

	ΜΕΚ	**Κυψέλες καυσίμου**	**Μηχανή Stirling**
Ηλεκτρική Ισχύς (kW_e)	1-100	0,5-100	1-55
Ηλεκτρική απόδοση (επί % ΑΘΙ)	30-40	25-40 PEMFC 30-40 SOFC	30-40 Σήμερα 35-50 Μελλοντικά
Απόδοση θερμικής ανάκτησης (επί % ΑΘΙ)	45-60	30-50	45-60
Θερμοκρασία χρήσιμης θερμότητας (°C)	85-110	80-100 PEMFC 950-1000 SOFC	200
Συνολική Απόδοση (επί % ΑΘΙ)	80-90	55-80 PEMFC 60-85 SOFC	80-90
Θερμική Ισχύς (kW_{th})	3-300	1-300	3-150
Διαθεσιμότητα (%)	85-98	95	85-90
Κόστος Συντήρησης (€/kW_eh)	0,008-0,012	0,016-0,024	0,005-0,01
Εκπομπές αερίων ρύπων NO_x, SO_x, CO_x, σωματίδια	Χαμηλές	Ελάχιστες	Χαμηλότερες

12. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] http://hachp.gr/modules/content/index.php?id=20

[2] ‘Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας’ Φραγκόπουλος κα, ΕΛΚΕΠΑ, 1993

[3] Ευρωπαϊκός Σύνδεσμος Προώθησης ΣΗΘ – COGENEUROPE : www.cogeneurope.eu

[4] ‘Διαθέσιμες Τεχνολογίες Συμπαραγωγής’ Γ. Μαλαχίας – Ι. Κατσάνης, έκδοση της Σχολής Ναυτικών Δοκίμων, Τεύχος 1 (2006)

[5] ‘La Cogeneration’ Méziane Boudellal, εκδότης Dunad Paris 2010,
ISBN: 978-2-10-052881-5/

[6] ‘Θερμοδυναμική – Θεμελιώδεις αρχές και εφαρμογές’ Η. Γυφτόπουλος – G.P. Beretta – Εκδόσεις Τζιόλα, 2007
ISBN: 978-960-418-137-7

[7] https://energy.gov/sites/prod/files/2017/06/f35/CHP-Absorption%20Chiller-compliant.pdf

[8] DVGW - Deutscher Verein des Gas - und Wasserfaches:www.dvgw.de

[9] Οι ισχύοντες σχετικοί Τεχνικοί Κανονισμοί για τις εσωτερικές εγκαταστάσεις Φ.Α.:

• Τεχνικός Κανονισμός Εσωτερικών Εγκαταστάσεων Φυσικού Αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 1 bar (Υ.Α. Δ3/Α/11346/30.06.2003, ΦΕΚ Β’ 963).

• Τεχνικός Κανονισμός Εσωτερικών Εγκαταστάσεων Φυσικού Αερίου με πίεση λειτουργίας άνω των 50 mbar και μέγιστη πίεση λειτουργίας έως και 19 bar (Υ.Α. Δ3/Α/5286/17.03.1997 ΦΕΚ Β’ 236).

• Τεχνικός Κανονισμός Υγραερίου στα Κτήρια, πλην βιομηχανικών (ΦΕΚ Β’ 1257/2003).

• Τεχνικός Κανονισμός Εσωτερικών Εγκαταστάσεων Φυσικού Αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 500mbar» (Υ.Α. Δ3/Α/οικ.6598/20.03.2012, ΦΕΚ Β' 976).

• Καθορισμός τεχνικών διανομής υγραερίου καθώς και εγκαταστάσεων για τη χρήση αυτού σε βιομηχανικές, βιοτεχνικές και επαγγελματικές δραστηριότητες (ΦΕΚ Β’ 477/1993)

• Για τη βιομάζα/ βιομεθάνιο μπορεί να εφαρμοστεί ο τεχνικός κανονισμός εσωτερικών εγκαταστάσεων φυσικού αερίου.

• Για την περίπτωση χρήσης πετρελαίου ως καύσιμο σε εγκαταστάσεις ΣΗΘ, εφαρμόζονται οι προδιαγραφές των εμπορικών / βιομηχανικών εγκαταστάσεων θέρμανσης ή/και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης.

[10] ΔΕΗ, Διεύθυνση Ανάπτυξης και Διαχείρισης Δικτύων, “Τεχνικές Προδιαγραφές για τη Σύνδεση Παραγωγών στα Δίκτυα Διανομής”, Αθήνα, Μάρτιος 2004.

[11] European Association for the Promotion of Cogeneration, “A Guide to Cogeneration”, Brussels, Belgium, March 2001.

[12] Invenergy Pty Ltd, ‘Cogeneration for Residential Apartment Buildings in NSW – Challenges and Opportunities’, Australia, July 2006.

[13] International Energy Agency: “Cogeneration and District Energy”, Paris, France, 2009.

[14] ‘Educogen Project: The European Educational Tool on Cogeneration’, Second Edition, December 2001.

[15] Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα Green-building: «Τεχνική Ενότητα για την ΣΗΘ»

www.eu-greenbuilding.org\

[16] Για μονάδες αερίου:

- EN 297 (no-fan, <70 kW, types B11 and B11BS),
- EN 303-3 (fan-assisted, <70 kW)
- EN 656 (type B, 70-300 kW)
- prEN 303-7 (fan-assisted, type B23, <1000 kW)
- prEN 13826 (other type B, 300-1000 kW)
- EN 483 (type C, <70 kW) Gas-fired heating boilers
- EN 677 (condensing, <70 kW)
- prEN15502-1, gas-fired heating boilers - part 2-1: specific standard for type c appliances and type b2, b3 and b5 appliances of a nominal heat input not exceeding 1000 kw

Για μονάδες πετρελαίου :

- EN 303-6 (combi, <70 kW)
- EN 304:1998/A1 1998
- EN 15035 (Room-sealed, type C13, C33 and C53)
- EN 15034 (Condensing, <1000 kW)
- EN 303-2 (fan-assisted, <70 kW)
- NEN-EN14792, “Gaskeur” method (Netherlands),
- DIN 4708-8 (Germany), etc.
- Η μέτρηση της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται με βάση το «EN 15456: 2006, «Heating boilers - Electrical power consumption for heat generators - System boundaries - Measurements, 02.2006»
- EN 13203-4: Gas fired domestic appliances producing hot water - Part 4: Assessment of energy consumption of gas fired appliances combined heat and power (micro CHP) producing hot water and electricity not exceeding 70 kW heat input and 500 lt water storage capacity.

[17] ‘Residential Cogeneration systems: A review of the current technologies’
Annex 42 of the International Energy Agency – Energy Conservation in Buildings and Community Systems Programme, June 2005.

[18] ‘Κώδικας Διαχείρισης του Συστήματος και Συναλλαγών Ηλεκτρικής Ενέργειας’, διαθέσιμο στον ιστότοπο www.rae.gr

[19] El Paso Electric Company, ‘Interconnection and Safety Standards – Cogeneration and Small Power Production’, El Paso, Texas, USA, April 2004.

[20] Standard IEC 61000-3-6: ‘Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3: Limits - Section 6: Assessment of Emission Limits for Distorting Loads in MV and HV Power Systems’, Basic EMC Publication, 1996(TR).

[21] Standard IEC 61000-3-7: ‘Electromagnetic compatibility (EMC) -- Part 3: Limits – Section 7: Assessment of Emission Limits for Fluctuating Loads in MV and HV Power Systems’, Basic EMC Publication, 1996 (TR).

[22] Standard EN 50160: ‘Voltage Characteristics of Electricity Supplied by Public Distribution Systems’, 1999.

[23] S. Karellas, Online analysis of the composition of biogenous gases and their effect on microturbine and fuel cell systems, VDI Fortschritt-Berichte, Reihe 6 Energietechnik, Nr.537

[24] Ε. Κακαράς, Σ. Καρέλλας, Αποκεντρωμένα Θερμικά Συστήματα, Εκδόσεις Τσότρα

11.1. ΕΙΔΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΓΙΑ ΤΡΙΠΑΡΑΓΩΓΗ

1. ASHRAE Handbook «Fundamentals». American Society of Heating Refrigeration and Air-Conditioning Engineering, Atlanta, Georgia, Edition 2009.
2. ASHRAE Handbook «Refrigeration». American Society of Heating Refrigeration and Air-Conditioning Engineering, Atlanta, Georgia, Edition 2006.
3. European Commission, Directorate-General for Energy - SAVE II Programme “Energy Savings by CCHP plants in the Hotel Sector”, May 2001.
4. European Commission - Sixth Framework Programme (2002 -2006) “Polygeneration in Europe – a technical report”, July 2008.
5. Midwest CHP Application Center (MAC), University of Illinois at Chicago – Energy Resources Center, “CHP Resource Guide”, Second Edition, September 2005.
6. Robert A. Zogg, Michael Y. Feng, Detlef Westphalen, “Guide to Developing Air-Cooled LiBr Absorption for Combined Heat and Power Applications”, U.S. Department of Energy, April 2005.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Π.1.1. ΠΡΟΤΥΠΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ

- Κάθε Χρήστης του Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (Η.Ε.) είναι υποχρεωμένος να ενημερώσει τον Διαχειριστή Δικτύου προτού πραγματοποιηθεί η αρχική ενεργοποίηση και η δοκιμή έναρξης της εγκατάστασής της μονάδας ΣΗΘ και ο Διαχειριστής Δικτύου διατηρεί το δικαίωμα να έχει παρόντα κάποιον εκπρόσωπό του κατά τη διεξαγωγή της δοκιμής αυτής [18].
- Κάθε Χρήστης οφείλει να επιτρέπει στον Διαχειριστή Δικτύου, και ιδίως στους υπαλλήλους, στους εκπροσώπους και στους υπεργολάβους του Διαχειριστή την πρόσβαση σε κάθε τμήμα των εγκαταστάσεών του, εφόσον αυτό απαιτείται για τη διασφάλιση της ασφαλούς λειτουργίας του Δικτύου. Ως δικαίωμα πρόσβασης νοείται ειδικότερα η είσοδος, η διέλευση και η παραμονή στις εγκαταστάσεις του Χρήστη, καθώς και η εγκατάσταση και χρήση οχημάτων, μηχανημάτων ή άλλου εξοπλισμού στους χώρους των εγκαταστάσεων του Χρήστη. Επίσης, ο Διαχειριστής Δικτύου μπορεί να έχει πρόσβαση σε όλες τις πληροφορίες που αφορούν τις μετρητικές διατάξεις, τις οποίες θεωρεί αναγκαίες για τη διασφάλιση της καλής λειτουργίας του συστήματος εκκαθάρισης.
- Η εγκατάσταση παραγωγής του Χρήστη πρέπει να αποσυνδέεται αυτόματα από το δίκτυο διανομής σε περιπτώσεις διακοπών της παροχής ηλεκτρικής ισχύος. Η ενεργοποίηση της εγκατάστασης θα πραγματοποιείται ξανά, σύμφωνα με τις ισχύουσες πρακτικές ασφαλείας του δικτύου διανομής.
- Εάν κατά την εύλογη κρίση του Διαχειριστή Δικτύου, για να διασφαλιστεί η ασφαλής και συντονισμένη λειτουργία των εγκαταστάσεων και των μηχανημάτων κάποιου Χρήστη με το δίκτυο διανομής, απαιτείται η εφαρμογή συμπληρωματικών όρων ή προδιαγραφών, ο Διαχειριστής Δικτύου ενημερώνει σχετικά τον Χρήστη. Ο Χρήστης οφείλει να συμμορφώνεται με τις συμπληρωματικές απαιτήσεις του Διαχειριστή, και έχει το δικαίωμα να ζητά από τον Διαχειριστή την προσκόμιση στοιχείων που να αποδεικνύουν την ανάγκη εφαρμογής των συμπληρωματικών όρων και προδιαγραφών.
- Ο Διαχειριστής Δικτύου δύναται να προβεί σε αποσύνδεση εγκαταστάσεων ή εξοπλισμού ορισμένου χρήστη σύμφωνα με τα οριζόμενα στη Σύμβαση Σύνδεσής του, εφόσον τούτο κρίνεται απολύτως αναγκαίο για την αντιμετώπιση Κατάστασης Έκτακτης Ανάγκης καθώς και σε περίπτωση δοκιμής αποκατάστασης του Δικτύου.
- Ο Χρήστης αναλαμβάνει την υποχρέωση συγχρονισμού της εγκατάστασης με το Δίκτυο διατηρώντας τις ισχύουσες πρακτικές ασφαλείας.

Π.1.2. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ

Εάν ο Χρήστης του συστήματος ΣΗΘ επιθυμεί να εγχέει ισχύ στο Δίκτυο Διανομής, είναι υπεύθυνος για την παροχή και συντήρηση των απαραίτητων εγκαταστάσεων που απαιτούνται για τη διεξαγωγή των μετρήσεων από τον Διαχειριστή Δικτύου. Όλοι οι μετρητές και οι διατάξεις καταγραφής θα παρέχονται και θα εγκαθίστανται από τον Διαχειριστή Δικτύου. Οι μετρητές που θα εγκαθίστανται ποικίλλουν ανάλογα με τις εφαρμοζόμενες τιμές και τη Σύμβαση Σύνδεσης. Η μετρητική διάταξη που θα εγκατασταθεί θα μετράει Ενεργό Ισχύ, Ενέργεια, Άεργο Ισχύ και Χρόνο Παροχής.

Οι διατάξεις ζεύξης και προστασίας πρέπει να έχουν τις απαιτούμενες ικανότητες διακοπής (εντάσεων φορτίου και βραχυκυκλώματος) και να εξασφαλίζουν την εκτέλεση των ακόλουθων λειτουργικών διαδικασιών του Δικτύου [19]:

- Χειροκίνητη ή αυτόματη ζεύξη – απόζευξη ολόκληρης της εγκατάστασης του συστήματος ΣΗΘ ή συγκεκριμένων τμημάτων της από το δίκτυο διανομής.
- Αυτόματη απόζευξη ολόκληρης της εγκατάστασης του συστήματος ΣΗΘ ή συγκεκριμένων τμημάτων της από το δίκτυο διανομής, σε περιπτώσεις μη ομαλής κατάστασης λειτουργίας του (βραχυκυκλώματα στοιχείων του δικτύου ή της εγκατάστασης) έτσι ώστε να αποφεύγονται βλάβες ή επικίνδυνες λειτουργικές καταστάσεις.
- Πρόληψη ανώμαλων λειτουργικών καταστάσεων και βλαβών των στοιχείων της εγκατάστασης του συστήματος ΣΗΘ, σε περιπτώσεις διαταραχών του δικτύου διανομής (για παράδειγμα, βυθίσεις και επαναφορά της τάσεως).
- Αποφυγή της απομονωμένης λειτουργίας της εγκατάστασης του συστήματος ΣΗΘ και τμήματος του δικτύου διανομής από το υπόλοιπο δίκτυο διανομής (νησιδοποίηση), εάν αυτό δεν προβλέπεται από το σχεδιασμό της.
- Περιορισμό της άσκοπης αποσύνδεσης της εγκατάστασης του συστήματος ΣΗΘ από το δίκτυο διανομής η οποία έχει οικονομικές επιπτώσεις για τον ιδιοκτήτη της και μπορεί να προκαλεί προβλήματα ευστάθειας στο δίκτυο διανομής εάν η διείσδυση των αντίστοιχων μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι σχετικά μεγάλη.

Οι χρήστες του Δικτύου Διανομής Η.Ε. με συστήματα ΣΗΘ διασφαλίζουν ότι η σύνδεσή τους στο δίκτυο διανομής δεν προκαλεί διαταραχές ή διακυμάνσεις της τάσης παροχής στο σημείο σύνδεσης, οι οποίες υπερβαίνουν τα σχετικά όρια. Τα όρια διαταραχών ή διακυμάνσεων καθορίζονται στα πρότυπα IEC/61000-3-6 (Αρμονικές) [20] και IEC/61000-3-7 (Διακύμανση Τάσης) [21]. Ο Διαχειριστής Δικτύου μπορεί να καθορίζει διαφορετικά όρια διαταραχών ή διακυμάνσεων της τάσης παροχής στα σημεία σύνδεσης με τεκμηριωμένη έκθεσή του. Οι Χρήστες οφείλουν να λειτουργούν τις εγκαταστάσεις τους κατά τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε να μην παραβιάζονται οι προδιαγραφές που περιλαμβάνονται στον Κανονισμό της CENELEC EN 50160 [22].

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Π.2. ΠΙΝΑΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ

Π.2.1. Περιγραφή δραστηριοτήτων για το υπάρχον ενεργειακό σύστημα [15]

Ηλεκτρική Ενέργεια				
Είδος παροχής:				
Δίκτυο	Τοπικά παραγόμενη		Συνδυασμός δικτύου-τοπικής παραγωγής	
	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Σύντομη τεχνική περιγραφή του συστήματος παροχής ηλεκτρικής ενέργειας (εξοπλισμός διασύνδεσης, τάση, κτλ.)				
Τιμή μονάδας παραγωγής (ηλεκτρισμός που εισάγεται και εξάγεται από το δίκτυο)				
Καύσιμο				
Σύντομη περιγραφή του είδους/ων καυσίμου που χρησιμοποιούνται (είδος, κατώτερη θερμογόνος ικανότητα,…)				
Τιμή μονάδας καυσίμου				
Θέρμανση				
Σύντομη τεχνική περιγραφή του συστήματος παροχής θερμότητας (είδος εξοπλισμού, θερμοκρασίες, κλπ)				

Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX)
Σύντομη τεχνική περιγραφή του συστήματος παροχής ζεστού νερού χρήσης
Ψύξη
Σύντομη τεχνική περιγραφή του συστήματος παροχής ψύξης
Σχηματικό διάγραμμα του συστήματος παροχής ενέργειας

Π.2.2. Τυπική ημέρα: Καταγραφή της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (kWhή MWh)

Ώρα	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
0-2												
2-4												
4-6												
6-8												
8-10												
10-12												
12-14												
14-16												
16-18												
18-20												
20-22												
22-24												
Σύνολο												

Π.2.3. Τυπική ημέρα: Καταγραφή της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας (kWhή MWh)

Ώρα	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
0-2												
2-4												
4-6												
6-8												
8-10												
10-12												
12-14												
14-16												
16-18												
18-20												
20-22												
22-24												
Σύνολο												

Π.2.4. Τυπική ημέρα: Καταγραφή της κατανάλωσης ψυκτικής ενέργειας (kWhή MWh)

Ώρα	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
0-2												
2-4												
4-6												
6-8												
8-10												
10-12												
12-14												
14-16												
16-18												
18-20												
20-22												
22-24												
Σύνολο												

Π.2.5. Μηνιαία κατανάλωση καυσίμων (kWh ή MWh)

Ιανουάριος _____

Φεβρουάριος _____

Μάρτιος _____

Απρίλιος _____

Μάιος _____

Ιούνιος _____

Ιούλιος _____

Αύγουστος _____

Σεπτέμβριος _____

Οκτώβριος _____

Νοέμβριος _____

Δεκέμβριος _____

ΣΥΝΟΛΟ _____

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Π.3. ΒΑΣΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑ ΨΥΞΗΣ ΜΕ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ

Στην πιο απλή σχεδίασή της, η μηχανή απορρόφησης αποτελείται από εξατμιστή, συμπυκνωτή και στραγγαλιστική διάταξη, ενώ ο συμπιεστής έχει αντικατασταθεί με το σύστημα «απορροφητής- αντλία διαλύματος-αναγεννητής», όπως περιγράφεται παρακάτω (βλ. και σχήμα Π.3)

- Στον **εξατμιστή** εκτονώνεται το ψυκτικό υγρό, απορροφώντας θερμότητα υπό χαμηλή πίεση και χαμηλή θερμοκρασία. Έτσι, στο ψυκτικό στοιχείο, παράγεται π.χ. το ψυχρό νερό για τις ανάγκες κλιματισμού ή ψύξης, δηλ. η ψυκτική ισχύς, Q_c.

- Οι ψυχροί ατμοί του ψυκτικού μέσου απορροφούνται από κάποια ουσία (συνήθως διάλυμα άλατος ή και νερό), στον **«απορροφητή»**. Το διάλυμα αυτό είναι θερμό και φτωχό σε ψυκτικό μέσο («ισχυρό»). Γι’ αυτό, όταν αναμιγνύεται με τους ατμούς, μπορεί να τους απορροφήσει, συμπυκνώνοντάς τους. Προκύπτει έτσι ένα διάλυμα πλούσιο σε ψυκτικό μέσο («ασθενές»). Κατά τη συμπύκνωση – υγροποίηση των ατμών υπό ενδιάμεση θερμοκρασία (αλλά και εξαιτίας της απορρόφησης των ατμών από το διάλυμα), από το μέσο αποβάλλεται θερμότητα Q_A.

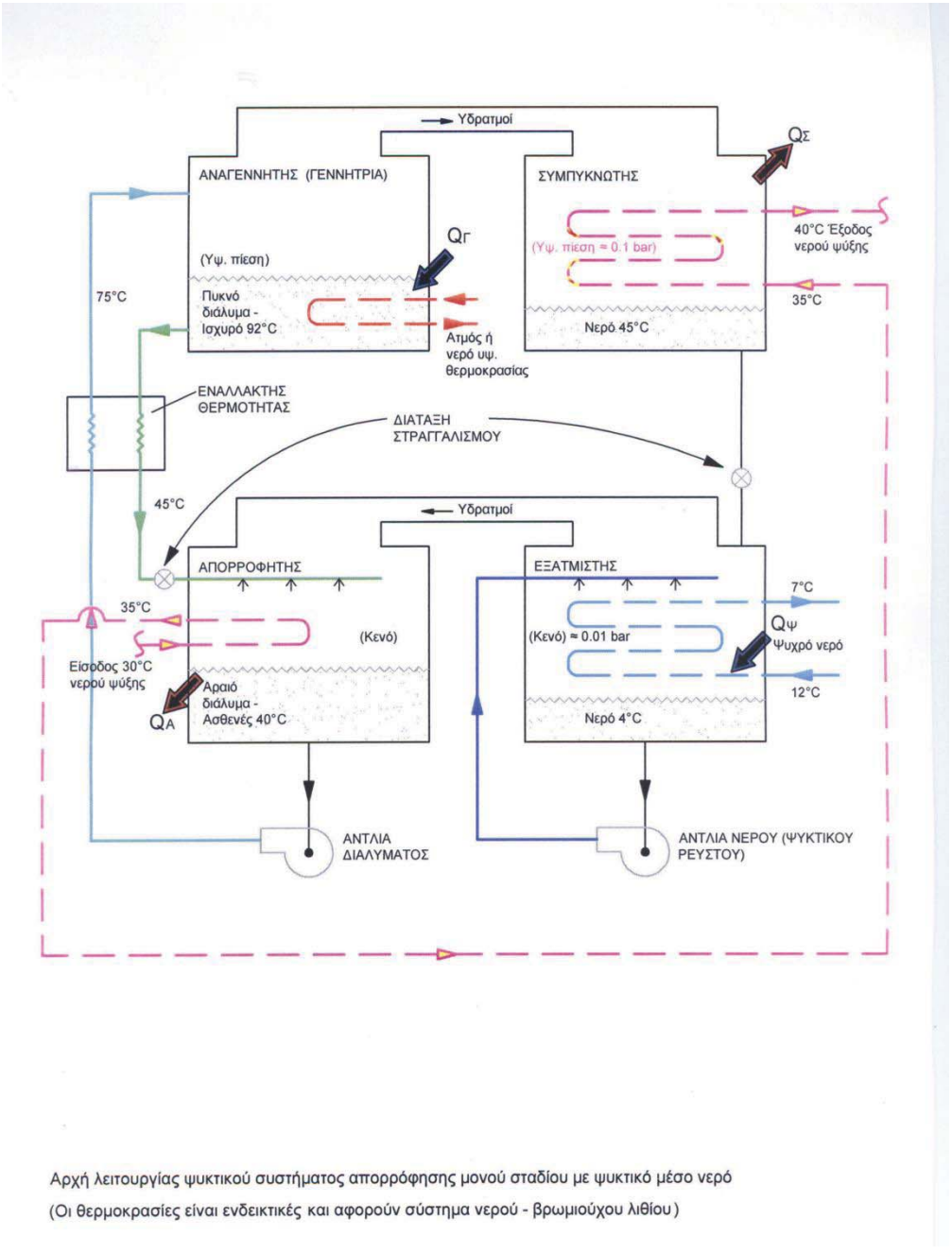
- Το «ασθενές» διάλυμα στον απορροφητή μεταφέρεται, με αντλία, σε χώρο υψηλής πίεσης, στον **«αναγεννητή» ή «γεννήτρια»**. Εκεί προσφέρεται στο διάλυμα θερμότητα $Q_Γ$, υπό υψηλή σχετικά θερμοκρασία, από διαθέσιμη θερμική πηγή, οπότε απελευθερώνεται ατμοποιούμενο το ψυκτικό μέσο. Έτσι, το διάλυμα «αναγεννάται», δηλαδή ξαναγίνεται «ισχυρό» και μπορεί, επιστρέφοντας στον απορροφητή, να απορροφήσει πάλι το εξατμιζόμενο ψυκτικό μέσο. Προηγουμένως **στραγγαλίζεται** για να αποκτήσει τη χαμηλή πίεση που επικρατεί εκεί.

- Οι θερμοί ατμοί του ψυκτικού μέσου που παράγονται στον αναγεννητή-γεννήτρια, οδηγούνται στον **συμπυκνωτή** όπου υγροποιούνται, υπό ενδιάμεση θερμοκρασία, αποβάλλοντας θερμότητα $Q_Σ$. Το υγρό ψυκτικό αναγκάζεται να περάσει στο χώρο του εξατμιστή, μέσω **διάταξης στραγγαλισμού**, προκειμένου να εκτονωθεί για να επαναληφθεί ο ψυκτικός κύκλος.

- Ένας **εναλλάκτης θερμότητας** παρεμβάλλεται μεταξύ απορροφητή και αναγεννητή, για βελτίωση της λειτουργίας και αύξηση της αποδοτικότητας της ψυκτικής διάταξης. Σ’ αυτόν μεταφέρεται θερμότητα από το «ισχυρό» και θερμό διάλυμα του αναγεννητή (πριν μπει στον απορροφητή) στο «ασθενές» και ψυχρό διάλυμα του απορροφητή (πριν έλθει στον αναγεννητή), το οποίο έτσι προθερμαίνεται με αποτέλεσμα να μειώνεται η απαίτηση θερμικής ενέργειας $Q_Γ$ που δίνουμε στον αναγεννητή.

Η απαιτούμενη θερμική ενέργεια για τη λειτουργία του ψύκτη απορρόφησης είτε παράγεται με άμεση καύση, με χρήση καυστήρα, είτε χορηγείται με χρήση ατμού, ζεστού νερού ή από περίσσεια / ανάκτηση θερμότητας ή και από ενεργητικά ηλιακά συστήματα υψηλής

απόδοσης. Οι μηχανές απορρόφησης, που είναι διαθέσιμες στο εμπόριο, τροφοδοτούνται με ατμό, ζεστό νερό ή τα αέρια καύσης, που μπορούν να παράγονται και από συστήματα ΣΗΘ.



Αρχή λειτουργίας ψυκτικού συστήματος απορρόφησης μονού σταδίου με ψυκτικό μέσο νερό
(Οι θερμοκρασίες είναι ενδεικτικές και αφορούν σύστημα νερού - βρωμιούχου λιθίου)

Σχήμα Π.3. *Αρχή λειτουργίας ενός ψυκτικού συστήματος απορρόφησης μονού σταδίου.*

Ο συντελεστής συμπεριφοράς (Coefficient of Performance – COP) μιας ψυκτικής διάταξης απορρόφησης είναι ο λόγος παραγόμενης ψυκτικής προς την προσδιδόμενη θερμική ισχύ, δηλαδή: $COP = \frac{Q_c}{Q_Γ}$.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Ενέργεια

Joule	1 J	1kg x m^2/s^2
British Thermal Unit	1 Btu	1,055.04 J = 1.055 x 10^{10}erg = 252 cal
Calorie	1 cal	4.186 J
	1 Therm	10^5 Btu

Ισχύς

Watt	1 W	1 kg x m^2/s^3 = 1 J/s
Horsepower	1 hp	746 W = 550 ft x lbs/s = 2,545 Btu/h

Πίεση

Atmosphere	1 atm	101,325 N/m^2 = 14.696 lbf/in^2 = 760 torr
Bar	1 bar	10^5 N/m^2 = 14.504 lbf/in^2
Torr	1 torr	1 mm Hg = 0.01934 lbf/in^2
Pascal	1 Pa	1 N/m^2
Στήλη νερού	1 mH_2O	9,795.3 N/m^2 at 15°C

Θερμοκρασία

Fahrenheit	1 °F	5/9 °C
	0 °C = 32 °F = 273.16 K	
Ισχύς / Επιφάνεια	1 W/m^2 = 0.3170 Btu/h x ft^2	
Ενέργεια / Μάζα	1 kJ/kg = 0.4299 Btu/lb = 0.23884 kcal/kg	
Ειδική θερμότητα	1 kJ/(kg x °C) = 0.23884 Btu/(h x ft x °F)	
Θερμική αγωγιμότητα	1 W/(m x °C) = 0.5778 Btu/(h x ft x °F) = 0.85894 kcal/(h x m x °C)	

NO_x συντελεστές μετατροπής για Φυσικό Αέριο*

Από	Συντελεστής μετατροπής	Σε
g/GJ	(20.95 – X)/5.618	mg/nm^3
g/GJ	(20.95 – X)/11.536	ppm
g/GJ	18.953 x 10^{-4}	lb/MBtu

* X είναι η περιεκτικότητα O_2 στα καυσαέρια σε ποσοστό %

Ενεργειακές ισοτιμίες

	TOE	Ενέργεια (GJ)
1 tonne oil	1	41.9
1 tonne coal	0.7	29.3
1,000 m^3 natural gas	0.86	35.6
1 Mega-watt-hour	0.086	3.6
1 barrel	0.137	5.7

Προθέματα πολλαπλασίων και υποπολλαπλασίων

T	tera	10^{12}
G	giga	10^9
M	mega	10^6
k	kilo	10^3
h	hecto	10^2
da	deca	10^1
d	deci	10^{-1}
c	centi	10^{-2}
m	milli	10^{-3}
μ	micro	10^{-6}
n	nano	10^{-9}
p	pico	10^{-12}
f	femto	10^{-15}
a	atto	10^{-18}

Η απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Αθήνα, 17 Οκτωβρίου 2017

Ο Υπουργός

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΣΤΑΘΑΚΗΣ

ΕΘΝΙΚΟ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ

Την ευθύνη για την εκτύπωση, διαχείριση και κυκλοφορία των φύλλων της Εφημερίδας της Κυβερνήσεως, (ΦΕΚ) στην έντυπη και ηλεκτρονική έκδοση, **έχει το Εθνικό Τυπογραφείο** το οποίο αποτελεί δημόσια υπηρεσία η οποία υπάγεται στο Υπουργείο Διοικητικής Ανασυγκρότησης. Το Εθνικό Τυπογραφείο έχει επίσης την ευθύνη για την κάλυψη των εκτυπωτικών αναγκών του Δημοσίου. (ν. 3469/2006, Α΄ 131).

ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΠΟΥ ΠΑΡΕΧΕΙ ΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ

1. ΦΥΛΛΟ ΤΗΣ ΕΦΗΜΕΡΙΔΑΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ (ΦΕΚ)

Η ηλεκτρονική μορφή των ΦΕΚ διατίθεται δωρεάν από την ιστοσελίδα www.et.gr. Για τα ΦΕΚ που δεν έχουν ψηφιοποιηθεί και καταχωρισθεί στην πιο πάνω ιστοσελίδα δίνεται η δυνατότητα δωρεάν αποστολής με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, μετά από αίτηση που υποβάλλεται ηλεκτρονικά με τη συμπλήρωση ειδικής φόρμας.

Η έντυπη μορφή των ΦΕΚ διατίθεται για μεμονωμένα φύλλα με το ανάλογο κόστος από το τμήμα Πωλήσεων απευθείας ή με ταχυδρομική αποστολή μέσω αίτησης παραγγελίας στα ΚΕΠ, ενώ για ετήσια συνδρομή από το τμήμα Συνδρομητών. Το κόστος για ασπρόμαυρο ΦΕΚ από 1 έως 16 σελίδες είναι 1€, προσαυξανόμενο κατά 0,20€ για κάθε επιπλέον οκτασέλιδο ή μέρος αυτού. Το κόστος για έγχρωμο ΦΕΚ είναι 1,50€ από 1 έως 16 σελίδες, προσαυξανόμενο κατά 0,30€ για κάθε επιπλέον οκτασέλιδο ή μέρος αυτού.

Τρόπος αποστολής κειμένων προς δημοσίευση

- Τα κείμενα για δημοσίευση στο ΦΕΚ, από όλες τις δημόσιες υπηρεσίες και τους φορείς του δημόσιου τομέα, **αποστέλλονται στην διεύθυνση webmaster.et@et.gr** με χρήση προηγμένης ψηφιακής υπογραφής και χρονοσήμανσης.
- Οι περιλήψεις Διακηρύξεων Δημοσίων Συμβάσεων, αποστέλλονται στην ηλεκτρονική διεύθυνση dds@et.gr με τη χρήση **απλού** ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.
- Κατ’ εξαίρεση, πολίτες οι οποίοι δεν έχουν αποκτήσει προηγμένη ηλεκτρονική υπογραφή, μπορούν να αποστέλλουν ταχυδρομικά ή να καταθέτουν με εκπρόσωπό τους κείμενα προς δημοσίευση αποτυπωμένα σε χαρτί, στο Τμήμα Παραλαβής Δημοσιευτέας Ύλης.

Πληροφορίες σχετικά με την αποστολή/κατάθεση εγγράφων προς δημοσίευση, την πώληση των τευχών και τους ισχύοντες τιμοκαταλόγους για όλες τις υπηρεσίες θα βρείτε στην ιστοσελίδα μας και στη διαδρομή Εξυπηρέτηση κοινού - τμήμα πωλήσεων ή συνδρομητών. Επίσης στην ιστοσελίδα μπορείτε να αναζητήσετε πληροφορίες σχετικά με την πορεία δημοσίευσης των εγγράφων, εφόσον γνωρίζετε τον Κωδικό Αριθμό Δημοσιεύματος (ΚΑΔ). Τον ΚΑΔ εκδίδει το Εθνικό Τυπογραφείο για όλα τα κείμενα που πληρούν τις προϋποθέσεις δημοσίευσης.

2. ΚΑΛΥΨΗ ΕΚΤΥΠΩΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ του Δημοσίου και των φορέων του

Το Εθνικό Τυπογραφείο μετά από αίτημα φορέα του Δημοσίου αναλαμβάνει να σχεδιάσει και να εκτυπώσει κάρτες, βιβλία, αφίσες, μπλοκ, μηχανογραφικά έντυπα, φακέλους, φακέλους αλληλογραφίας, κ.ά. Επίσης σχεδιάζει και κατασκευάζει σφραγίδες.

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΜΕ ΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ

Ταχυδρομική Διεύθυνση: Καποδιστρίου 34, τ.κ. 10432, Αθήνα

ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ: 210 5279000 - fax: 210 5279054

ΤΜΗΜΑΤΑ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΚΟΙΝΟΥ

Πωλήσεων: (Ισόγειο, τηλ. 210 5279178 - 180)
Συνδρομητών: (Ημιόροφος, τηλ. 210 5279136)
Πληροφοριών: (Ισόγειο, Γρ. 3 και τηλεφ. κέντρο 210 5279000)
Παραλαβής Δημ. Ύλης: (Ισόγειο, τηλ. 210 5279167, 210 5279139)

Ωράριο για το κοινό: Δευτέρα ως Παρασκευή: 8:00 - 13:30

Ιστοσελίδα: **www.et.gr**

Πληροφορίες σχετικά με την λειτουργία της ιστοσελίδας: **helpdesk.et@et.gr**

Αποστολή ψηφιακά υπογεγραμμένων εγγράφων προς δημοσίευση στο ΦΕΚ: **webmaster.et@et.gr**

Πληροφορίες για γενικό πρωτόκολλο και αλληλογραφία: **grammateia@et.gr**

020400317111170600