

09.2019

διαΝΕΟσις

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ & ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Γέφυρες & Υποδομές στην Ελλάδα – Πώς Θα Σώσουμε τον Εθνικό Δομικό μας Πλούτο

Αργύρης Πλέσιας, Γεώργιος Σεκαράς,
Δρ. Όλγα Μαρκογιαννάκη, Δρ. Βασίλειος Μπαρδάκης

Σεπτέμβριος 2019

Συντακτική Ομάδα

Αργύρης Πλέσιος

Πολιτικός μηχανικός, συντονιστής εΤΕΓ ΣΠΜΕ

Γεώργιος Σεκαράς

Πολιτικός μηχανικός, μέλος εΤΕΓ ΣΠΜΕ

Όλγα Μαρκογιαννάκη

Δρ. πολιτικός μηχανικός, α' αντιπρόεδρος ΔΣ ΣΠΜΕ

Βασίλειος Μπαρδάκης

Δρ. πολιτικός Μηχανικός, πρόεδρος ΔΣ ΣΠΜΕ

Ρητά σημειώνεται ότι οι ως άνω ειδικοί εξέφρασαν τις προσωπικές τους επιστημονικές απόψεις, κρίσεις και προτάσεις, οι οποίες δεν ταυτίζονται, κατ' ανάγκην, με τις απόψεις των φορέων στους οποίους συμμετέχουν.

Οίκοθεν νοείται ότι για οποιοδήποτε σφάλμα ή αστοχία τυχόν εντοπιστεί στην παρούσα μελέτη, τη συντονιστική επιστημονική ευθύνη φέρει ο Επιστημονικός Διευθυντής της Βασίλειος Μπαρδάκης.

I. Εισαγωγή

Με τα έργα της τελευταίας εικοσαετίας, έχει ολοκληρωθεί μεγάλο μέρος των βασικών οδικών υποδομών της χώρας που περιλαμβάνει περίπου 1.500 νέες γέφυρες και ποικίλα τεχνικά έργα. Ωστόσο κανείς δεν είναι σε θέση να γνωρίζει τον ακριβή αριθμό αλλά και την κατάσταση των γεφυρών που ανήκουν στο παλιό εθνικό και επαρχιακό δίκτυο. Αν συυπολογιστούν σε αυτές οι άνω και κάτω διαβάσεις, οι οχετοί και τα λίθινα τοξωτά γεφύρια που υπάρχουν στην ελληνική περιφέρεια, είναι εμφανές ότι η Ελλάδα διαθέτει μία πληθώρα τεχνικών έργων που αποτελούν σημαντικό μέρος του εθνικού δομικού της πλούτου. Μια αδρομερής εκτίμηση του πλήθους των τεχνικών έργων γεφύρωσης πορίζει 2.500-3.000 έργα μήκους άνω των 6 μ. στους σύγχρονους αυτοκινητοδρόμους και πάνω από 3.000 γέφυρες στο παλιό εθνικό και επαρχιακό δίκτυο. Όταν προσμετρώνται τεχνικά έργα με μικρότερο άνοιγμα (π.χ. 2 μ.), το συνολικό πλήθος αναθεωρείται σε 17.000 -περίπου. Παρά το τεράστιο πλήθος των τεχνικών έργων και τις σχετικές-γενικές διατάξεις, μικρή έμφαση έχει δοθεί στην επιθεώρηση ασφαλείας και στη συντήρηση αυτών.

Οι κύριοι οδικοί άξονες της χώρας που κατασκευάστηκαν στις δεκαετίες 1950 έως 1980 έχουν μία μέση ηλικία 50 περίπου ετών και οδεύουν προς το τέλος της θεωρητικής ζωής τους ελλείψει των κατάλληλων μέτρων συντήρησης/αναβάθμισης. Προβλήματα γήρανσης (μη ανθεκτικότητας σε διάρκεια) αντιμετωπίζουν και οι γέφυρες που βρίσκονται εγκατεστημένες στο λοιπό επαρχιακό, περιφερειακό και εθνικό οδικό δίκτυο. Τα συνήθη προβλήματα αυτών των γεφυρών (και τεχνικών έργων) οφείλονται στους ξεπερασμένους -πλέον- κανονισμούς που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή τους και στην πολυετή έκθεσή τους σε δυσμενείς συνθήκες. Οι παλαιότεροι κανονισμοί δεν είχαν ιδιαίτερες προβλέψεις για την επίδειξη ανθεκτικότητας σε διάρκεια, η αντισεισμική τεχνολογία δεν είχε αναπτυχθεί, οι κακοτεχνίες λόγω της έλλειψης προδιαγραφών (και εξειδικευμένων συνεργείων) ήταν αρκετές, με αποτέλεσμα όλα αυτά να συντελέσουν στη σταδιακή ανάδειξη λειτουργικών ανεπαρειών έως και προβλημάτων δομικής ακεραιότητας.

Συγκεκριμένα, τα μικρά φορτία σχεδιασμού σε συνδυασμό με τη μη ελεγχόμενη διέλευση ολοένα και μεγαλύτερου βάρους οχημάτων, η χρήση σκυροδέματος χαμηλής ποιότητας (με μικρή ποσότητα τσιμέντου), η μικρή

επικάλυψη σκυροδέματος που διευκολύνει τη διάβρωση του οπλισμού, η έλλειψη μόνωσης μεταξύ πλάκας σκυροδέματος και ασφαλικού τάπητα, η κακή τοποθέτηση των αρμών και εφεδράνων (δηλαδή των μη μονολιθικών συνδέσμων), η υδραυλική διάβρωση λόγω της έκθεσης σε ροές ποταμών και χειμάρρων αλλά και η καταπόνησή σε μέτριους και ισχυρούς σεισμούς είναι ορισμένοι από τους παράγοντες που έχουν συμβάλει στη μείωση της αντοχής των γεφυρών και **καθιστούν πολλές από αυτές «οιονεί επικίνδυνες».**

Ειδικότερα στα τεχνικά έργα που γεφυρώνουν υδάτινα κωλύματα (π.χ., ποταμούς, χειμάρρους, κ.ά.) σημειώνεται αύξηση των μεγεθών σχεδιασμού (π.χ. της ανώτατης στάθμης πλημμύρας) λόγω κλιματικής αλλαγής και αναδεικνύεται έντονα η ανεπάρκεια των υφιστάμενων μηχανισμών στη **λήψη στοιχειωδών-φθινών μέτρων** (π.χ. προστασίας βάρων, κατασκευής «αναβαθμών»/«αντιφραγμάτων»/«λεκανών καταστροφής ενέργειας» και γενικώς απλών αντιπλημμυρικών έργων).

Η σημαντικότερη ίσως πτυχή του προβλήματος εστιάζεται στην έλλειψη συστηματικής παρακολούθησης, συντήρησης και αναβάθμισης των υφιστάμενων γεφυρών για την έγκαιρη και αποτελεσματική αντιμετώπιση πιθανών αστοχιών. Διεθνώς εφαρμόζονται μέθοδοι παρακολούθησης της δομικής ακεραιότητας, συστηματικές επιθεωρήσεις και τακτικά έργα συντήρησης και αναβάθμισης των γεφυρών και γενικώς των συγκοινωνιακών υποδομών. Αντιθέτως, στην Ελλάδα έχουν πραγματοποιηθεί εργασίες ενίσχυσης και συντήρησης μόνο σε λίγες επικινδύνως «ετοιμόρροπες» κατασκευές που λόγω μακροχρόνιας σώρευσης βλαβών, έρχονταν άμεσης αντιμετώπισης. Τέτοιες εργασίες είναι **ιδιαίτερα δαπανηρές όταν εκτελούνται μετά την εκδήλωση μεγάλων βλαβών ή όταν εκτελούνται με τις μεθοδολογίες σχεδιασμού νέων έργων** («μαιευτική-παιδιατρική» έργων) και όχι με τις **μεθοδολογίες αποτίμησης υφισταμένων έργων** («παθολογία-χειρουργική» έργων). Με άλλα λόγια, θα μπορούσαν να είχαν προληφθεί με τον έγκαιρο εντοπισμό, την επισκευή των μικρότερων φθορών και τη στοχευμένη αναβάθμιση των κρίσιμων μηχανισμών που τις προκάλεσαν.

Αναντίρρητα, βασική πηγή της έλλειψης συστηματικής παρακολούθησης και συντήρησης/αναβάθμισης αποτελεί η ελλιπής γνώση του πλήθους, της θέσης, των μηχανικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών και κατ' επέκταση της δομικής κατάστασης του συνόλου των γεφυρών (& τεχνικών έργων) της χώρας. Με αφορμή την πρόσφατη κατάρρευση των γεφυρών στην Καβάλα αλλά και στη γειτονική Γένοβα, το θέμα της συντήρησης των γεφυρών και της έγκαιρης πρόληψης παρόμοιων περιστατικών επανήλθε στο προσκήνιο. Ο Ομότιμος Καθηγητής του ΕΜΠ Θ.Π. Τάσιος τεκμηρίωσε λεπτομερώς την αναγκαιότητα σύστασης Εθνικού Μητρώου Γεφυρών κατά τη διάλεξή του το 2018 σε εκδήλωση του ελληνικού τμήματος της Διεθνούς Ένωσης Μηχανικών Γεφυρών και Δομικών Έργων (International Asso-

ciation of Bridge & Structural Engineers -IABSE) με θέμα «Η προστασία του εθνικού πλούτου των γεφυρών». Το TEE μέσω του προέδρου του Γ. Στασινού καυτηρίασε την υστέρηση της Πολιτείας, ενώ χαρακτηριστικά τόνισε μεταξύ άλλων: «Σε όλον τον κόσμο υπάρχει, σε δημόσιο και ιδιωτικό τομέα, η έννοια της προληπτικής συντήρησης. Αυτό πρέπει να αφορά κυρίως τις κρίσιμες υποδομές, τα δημόσια έργα, την ασφάλεια των πολιτών [...] Δεν είναι δυνατόν να συνεχίζουμε κάθε φορά να κλαίμε πάνω από ερείπια. Ούτε είναι σοβαρή πολιτική να προχωρά η Πολιτεία μονίμως σε ειδικές διαδικασίες αποκατάστασης, σε απευθείας αναθέσεις για τις ζημιές και σε αποζημιώσεις πάντα κατόπιν εορτής». Το προεδρείο του Συλλόγου Πολιτικών Μηχανικών Ελλάδος (ΣΠΜΕ) επισήμανε ότι «το κόστος συντήρησης και αναβάθμισης των γεφυρών μπορεί να είναι χαμηλό και διαχειρίσιμο επειδή έχουμε τα εργαλεία, τις μεθόδους, τις τεχνικές, τις γνώσεις, τους κανονισμούς, τις τεχνολογίες και τα υλικά για να προλάβουμε κάμποσες καταστροφές». Από τις εφαρμογές σύγχρονων επεμβάσεων σε γέφυρες, προκύπτει ότι το τελικό κόστος συντήρησης-αναβάθμισης αποτελεί μικρό ποσοστό του κόστους καθαίρεσης-ανακατασκευής. Σε πολλές δε περιπτώσεις τα έργα παρακολούθησης ή αναβάθμισης είναι συγχρηματοδοτούμενα. Μάλιστα, επειδή το πρόβλημα των γηρασμένων υποδομών είναι πανευρωπαϊκό, αναμένεται και εντονότερη διάθεση ευρωπαϊκών πόρων.

Απαιτείται λοιπόν η άμεση κινητοποίηση της Πολιτείας για την αντιμετώπιση του προβλήματος με κεντρικό στόχο τη δημιουργία μητρώου γεφυρών (& τεχνικών έργων) σε συνδυασμό με μία πρώτη επιθεώρηση και αξιολόγηση της στατικής τους επάρκειας. **Οι πιο επικίνδυνες υποδομές («με πρόδηλη παθολογία» ή με ανεπάρκεια αντιπλημμυρικών μέτρων) θα πρέπει να προηγηθούν. Αυτές οι περιπτώσεις δεν μπορούν να περιμένουν ούτε τη δημιουργία του Μητρώου, ούτε το αποτέλεσμα της ήδη γνωστής (επίσης πρόδηλης) κατάταξής τους!**

Στο ίδιο πνεύμα, ήδη από το 2008, ο Καθηγητής του Khalifa University, του City University of London, και του ΑΠΘ, Ανδρέας Κάππος είχε κρούσει τον κώδωνα του κινδύνου για τουλάχιστον 500 παλαιές ελληνικές γέφυρες (κατασκευής πριν από το 1980). Αντίστοιχα, είχε αναφέρει την κατάρρευση γέφυρας στην περιοχή Μόδι το 2006 (παλαιά Ε.Ο Θεσσαλονίκης Καβάλας), τη σιδηροδρομική γέφυρα του Ξηριά (η κατάρρευση της οποίας απέκλεισε την πόλη του Βόλου), και τις σεισμικές καταρρεύσεις (πτώσεις γεφυρών) του Σεισμού του Κόμπε (Ιαπωνία) και της Λόμα Πριέτα (Καλιφόρνια).

Αξίζει να αναφερθούν κάποια αδρά χρονολογικά στοιχεία για τις μεταβολές στο κανονιστικό πλαίσιο μελέτης και κατασκευής γεφυρών:

- Το 1961 θεσπίστηκε η ισχύς των Γερμανικών Κανονισμών για τη μελέτη γεφυρών, μέχρι να συνταχθούν σχετικοί Ελληνικοί Κανονισμοί.

- Με το Γερμανικό DIN 1072 (11/1967), υιοθετήθηκε η θεώρηση δράσης κύριου οχήματος 60 τόνων με πιθανή ύπαρξη παράλληλου δευτερεύοντος οχήματος 30 τόνων.
- Το 1982, στη Γερμανία, με τη Νο 9 γενική εγκύκλιο οδοποιίας, υιοθετήθηκε η ταυτόχρονη δράση κύριου και δευτερεύοντος οχήματος.
- Το 1985 επήλθαν τροποποιήσεις στον αντισεισμικό υπολογισμό των ελληνικών γεφυρών ανάλογες με αυτές των κτηρίων.
- Το 1990 έλαβε χώρα σημαντικότητα και ουσιαστική αλλαγή στα μέχρι τότε ισχύοντα αναφορικά προς τον Αντισεισμικό Υπολογισμό των γεφυρών.
- Με την Εγκύκλιο 39/1993 επήλθε Προσαρμογή στον Νέο Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (NEAK).
- Μεσολάβησαν διάφορες αναβαθμίσεις και το 2006 άρχισε η ενσωμάτωση των ευρωπαϊκών προτύπων («ευρωκωδίκων») - η οποία τέθηκε (σαφώς) σε προτεραιότητα μετά το 2014.

Οι μεταβολές των κινητών φορτίων ακολουθούν μεταξύ άλλων και τη μεταβολή των κυκλοφοριακών δεδομένων. Ο ρυθμός της ετήσιας μεταβολής των κυκλοφοριακών φόρτων ακολουθεί στη γενική περίπτωση τον ρυθμό μεταβολής των κυκλοφορούντων οχημάτων και τον ρυθμό μεταβολής του μέσου αριθμού χιλιομέτρων ανά όχημα. Π.χ. στη Λεωφόρο Ποσειδώνος η τιμή της ΕΜΗΚ (Ετήσιας Μέσης Ημερήσιας Κυκλοφορίας) εξελίχθηκε από 40.000 το 1971, σε 84.000 το 1990, και 110.000 το 1995. Σήμερα, ο καθημερινός ωριαίος φόρτος φτάνει στο ύψος του Αλίμου, και με κατεύθυνση προς τη Γλυφάδα τα 3.700 οχήματα και στην κατεύθυνση προς Πειραιά τα 3.000. Αναμενόμενο, αφού διαπιστώνεται αύξηση των επιβατηγών οχημάτων και των φορτηγών. Την εικοσαετία 1986-2006 ο δείκτης ιδιοκτησίας Ι.Χ. οχημάτων αυξήθηκε σε ποσοστό 207% (δηλαδή από 132 οχήματα Ι.Χ. ανά 1.000 κατοίκους το 1986, σε 405 Ι.Χ. ανά 1.000 κατοίκους το 2006). Η πρόβλεψη για το 2020 αγγίζει την τιμή των 450 Ι.Χ. ανά 1.000 κατοίκους.

Συνοψίζοντας προκαταρκτικά τα παραπάνω, οι γέφυρες που μελετήθηκαν πριν από το 1982 πιθανότατα υπολογίστηκαν για αρκετά χαμηλότερα φορτία, ενώ αυτές που σχεδιάστηκαν πριν από το 1961 δεν είχαν σαφές κανονιστικό πλαίσιο. Οι αντισεισμικές προβλέψεις πριν από το 1985 ήταν τουλάχιστον φτωχές, ενώ ακόμη και οι συστάσεις του 1993 θεωρούνται πλέον τεχνολογικά ξεπερασμένες.

Πρακτικά, οι γέφυρες οι οποίες μελετήθηκαν πριν από το 1982 και παρουσιάζουν μη σεισμικές βλάβες ή φθορές ή αυξημένα φορτία λειτουργίας, θα έπρεπε ήδη να αναβαθμίζονται. Ακόμη και οι πιο σύγχρονες γέφυρες

(που μελετήθηκαν μετά το 1982 αλλά πριν από το 1993) και παρουσιάζουν σεισμικές βλάβες ή αυξημένα φορτία λειτουργίας, θα έπρεπε να ελέγχονται ή να παρακολουθούνται τακτικότερα από τις νεότερες κατασκευές.

Δεδομένου ότι για πολλές από τις γέφυρες της χώρας έχει παρέλθει ο χρόνος ζωής χωρίς βλάβες, η έλλειψη συντήρησης και επισκευής υπονοεί και «ταχύτερη» κατάρρευση. Επομένως, η ανάγκη για συντήρηση και αναβάθμιση των γεφυρών, ώστε να ανταποκρίνονται στα νέα αυξημένα φορτία κυκλοφορίας και τις ιδιαίτερες σύγχρονες σεισμικές απαιτήσεις, καθίσταται επιτακτική. Τα αποτελέσματα των έως τώρα επιθεωρήσεων μετά την ανάληψη του κύριου δικτύου αυτοκινητοδρόμων από τις εταιρείες παραχώρησης, δείχνουν ότι αρκετές είναι -και σε αυτές τις περιπτώσεις- οι γέφυρες που χρήζουν επεμβάσεων.

Για παράδειγμα βάσει των στοιχείων που δημοσιεύτηκαν σε σχετικό άρθρο της Μαριάννας Τζάννε τον Σεπτέμβριο του 2018: «Μόνο στην Ολυμπία Οδό (Ελευσίνα, Κόρινθος και Περιμετρική Πατρών) υπάρχουν περισσότερες από 11 γέφυρες που χρήζουν ενισχύσεων για να αντιμετωπιστούν βλάβες και φθορές του χρόνου, περί τις 33 γέφυρες στον Αυτοκινητόδρομο Αιγαίου, που εκτείνεται από τις Ράχες Μαλιακού μέχρι το Κλειδί Ημαθίας, ενώ λιγότερες είναι οι γέφυρες για τις οποίες προβλέπεται πλήρης ανακατασκευή, μεταξύ των οποίων και αυτή της Αταλάντης, η οποία έχει περιληφθεί στις υποχρεώσεις του παραχωρησιούχου της Ιόνιας Οδού στο πλαίσιο της ανακατασκευής του ομώνυμου κόμβου.»¹

Ειδικά όσον αφορά στις περίπου 3.000 γέφυρες που υπάρχουν στο δίκτυο των παλαιών εθνικών οδών και του επαρχιακού οδικού δικτύου, σύμφωνα με την καταγραφή που έχει κάνει η Εγνατία Οδός, εκτιμάται ότι «από την κατασκευή τους και μετά δεν έγιναν συστηματικοί έλεγχοι και δεν συντηρήθηκαν», όπως επεσήμανε στο Έθνος» ο Παναγιώτης Πανέτσος, δρ πολιτικός μηχανικός και προϊστάμενος ελέγχου και συντήρησης τεχνικών έργων της Εγνατίας².

1. Μαριάννα Τζάννε, «Εφιάλτης Γένοβας» για τις γέφυρες στην Ελλάδα», 4.9.2018. Διαθέσιμο στο: <https://www.newmoney.gr/roh/palmos-oikonomias/ellada/efialtis-genobas-gia-tis-gefires-stin-ellada/>

2. Μαρία Λιλιπούλου, «"SOS" για γέφυρες και δημόσια κτήρια -ασυντήρητο το 80%», 13.11.2018. Διαθέσιμο στο: https://www.ethnos.gr/ellada/4318_sos-gia-gefires-dimosia-ktiria-asyntirito-80

II. Η διεθνής κατάσταση

Ωστόσο, το ζήτημα της σωστής διαχείρισης του συνόλου των γεφυρών και τεχνικών έργων δεν έχει γεωγραφικούς περιορισμούς. Την τελευταία δεκαετία καταγράφηκαν ουκ ολίγα παραδείγματα αστοχιών σε γέφυρες στην Ιταλία. Το 2009 κατέρρευσε η γέφυρα στον αυτοκινητόδρομο SS9 που διέσχιζε τον ποταμό Ρο, νότια του Μιλάνο, λόγω υπερχειλίσης του ποταμού (1 τραυματίας). Το 2015 κατέρρευσε η οδογέφυρα Χίμερα στη Σικελία, μόλις 10 ημέρες αφότου δόθηκε στην κυκλοφορία, λόγω καθίζησης του μεσοβάθρου έπειτα από κατολίσθηση. Το 2016 κατέρρευσε μία άνω διάβαση στο Λέκκο, εξαιτίας της διέλευσης ενός υπέρβαρου φορτηγού 108 τόνων (1 νεκρός, 5 τραυματίες). Το 2017 κατέρρευσε μία άνω διάβαση στο Καμεράνο, επαρχία της Ανκόνας, λόγω αστοχίας μίας προσωρινής κατασκευής που στήριζε τη διάβαση κατά τη διάρκεια οδικών έργων με σκοπό τη διεύρυνση αυτού του τμήματος της οδού (2 νεκροί, 3 τραυματίες). Στις 14 Αυγούστου 2018, κυρίαρχο θέμα σε όλα τα διεθνή πρακτορεία ήταν η κατάρρευση της Γέφυρας Μοράντι στη Γένοβα που είχε ως αποτέλεσμα τον θάνατο 43 ανθρώπων. Η γέφυρα είχε κατασκευαστεί το 1967 και βρισκόταν υπό συντήρηση καθώς εκτελούνταν έργα ενίσχυσης των θεμελίων της. Επακόλουθο αυτού του δυστυχήματος ήταν η δημοσιοποίηση στοιχείων για την γενικότερη κατάσταση των γεφυρών της χώρας. Σύμφωνα με το ειδησεογραφικό πρακτορείο CNN, ο Σέτιμο Μαρτινέλλο, διευθυντής της εταιρείας 4EMME Service που έχει αναλάβει την επιθεώρηση και τον έλεγχο 50.000 γεφυρών στην Ιταλία, δήλωσε ότι όλες οι γέφυρες από σκυρόδεμα που κατασκευάστηκαν τις δεκαετίες 1950 και 1960 έχουν φτάσει ή ξεπεράσει το προσδόκιμο ζωής τους. Ο ίδιος υποστηρίζει ότι υπάρχουν εκατοντάδες -αν όχι χιλιάδες- που κινδυνεύουν από κατάρρευση, ενώ κρίσιμη είναι η έλλειψη στοιχείων για τα περίπου 1.500.000 τεχνικά έργα γεφύρωσης, εκ των οποίων μόνο 60.000 παρακολουθούνται τακτικά. Περίπου 15-20 γέφυρες καταρρέουν κάθε χρόνο στην Ιταλία λόγω ηλικίας και έλλειψης συντήρησης. Αξίζει, ωστόσο, να σημειωθεί ότι η κινητοποίηση του κράτους ήταν άμεση -τουλάχιστον στο σκέλος της ενοργάνωσης («monitoring») -με την εγκατάσταση συστημάτων δομικής παρακολούθησης σε αρκετές γέφυρες σε όλη τη χώρα.

Το τελευταίο περιστατικό γέφυρας που αναφέρθηκε στη Γαλλία ήταν στις 15 Μαΐου 2018 όταν κατέρρευσε ένας τοίχος αντιστήριξης της

οδογέφυρας στον αυτοκινητόδρομο A15 στο Ζενβιγιέρ, βορειοδυτικά του Παρισιού, προκαλώντας το κλείσιμο του αυτοκινητοδρόμου και προς τις δύο κατευθύνσεις. Τον περασμένο Ιούλιο δημοσιεύθηκε η σύνοψη του γενικού ελέγχου σχετικά με την κατάσταση του οδικού δικτύου της Γαλλίας όπου έγινε αναφορά για «έντονη φθορά» των δρόμων εν γένει, και κυρίως των γεφυρών και οδογεφυρών. Σύμφωνα με τα στοιχεία, από τις 12.000 γέφυρες στο δίκτυο, το 1/3 χρήζει επισκευής. Το 7% των περιπτώσεων (περίπου 840 γέφυρες) χαρακτηρίζεται από σημαντικές φθορές, με υπαρκτό κίνδυνο (σημαντική πιθανότητα κατάρρευσης) και συνεπώς συστήνεται προληπτική απαγόρευση κυκλοφορίας βαρέων οχημάτων ή μόνιμο κλείσιμο (πλήρης απαγόρευση κυκλοφορίας πεζών και οχημάτων).

Μετά την κατάρρευση της γέφυρας Μοράντι στη Γένοβα, η Ελιζαμπέτ Μπορν, υπουργός Μεταφορών της Γαλλίας, δήλωσε ότι η κυβέρνηση προτείνει ένα σχέδιο ύψους 1 δισ. ευρώ για τη διασφάλιση του οδικού δικτύου και την πραγματοποίηση επείγουσών επισκευών. Επίσης, δήλωσε ότι θα πραγματοποιούνται ετήσιες επισκέψεις σε όλες τις γέφυρες και θα επιθεωρούνται λεπτομερώς κάθε τρία χρόνια, αναγνωρίζοντας ότι σχεδόν μία στις 10 γέφυρες βρίσκεται σε κακή κατάσταση. Λίγες μέρες αργότερα εκδόθηκε από το υπουργείο Μεταφορών μία λίστα που περιλαμβάνει 164 από τις μεγαλύτερες γαλλικές γέφυρες και επεσήμανε ότι 23 απαιτούν επεμβάσεις. Δύο κρίθηκαν ότι χρειάζονται άμεσες επισκευές («κατηγορία 3U»): η οδογέφυρα στο Εσιγκάν, κοντά στο Μπουλόν-σουρ-Μερ -Παντε-Καλέ, στον αυτοκινητόδρομο A16 και η οδογέφυρα στο Καρόντ, στον αυτοκινητόδρομο A55, στο Μαρτίγκ Μπους-ντου-Ρον. Στην «κατηγορία 3» βρίσκονταν 21 γέφυρες που χρειάζονται εργασίες επισκευής αρκετά σύντομα αλλά δεν αποτελούν έκτακτη ανάγκη ενώ οι υπόλοιπες ήταν «κατηγορίας 2» που σημαίνει ότι έχουν «ελαφρές βλάβες». Μόνο μία γέφυρα κρίθηκε ότι ήταν στην «κατηγορία 1», πράγμα που σημαίνει ότι ήταν «σε προφανώς καλή κατάσταση». Ο κατάλογος βασίζεται σε δεδομένα έως τον Δεκέμβριο του 2017 ενώ μετά τη δημοσιοποίησή του αυξήθηκε και ο προϋπολογισμός για την ενημέρωση των γεφυρών. Ο Κριστιάν Τριντόν πρόεδρος της Εθνικής Ένωσης Ειδικών Εργολάβων Επισκευών και Ενίσχυσης Υποδομών (Syndicat National des Entrepreneurs Spécialistes de Travaux de Réparation et de Renforcement des Structures -STRRES) δήλωσε ότι «οι παραπάνω εκτιμήσεις στηρίζονται στις περιπτώσεις που γνωρίζουμε, επιθεωρούνται τακτικά και αποτιμώνται (ελέγχεται η στατική τους επάρκεια). Ωστόσο, υπάρχουν πολλές διάσπαρτες γέφυρες που κανείς δεν τις επιθεωρεί και κανείς δεν μιλάει για την επισκευή τους».

Στη Γερμανία, έρευνα που πραγματοποιήθηκε από το Ομοσπονδιακό Ινστιτούτο Ερευνών για τους Αυτοκινητοδρόμους (Bundesanstalt für Straßenwesen -BASt) το 2017 διαπίστωσε ότι ενώ μόνο 12,4% των οδικών γεφυρών της χώρας ήταν σε κακή κατάσταση, το ποσοστό των «υγιών» γε-

φυρών ήταν επίσης μικρό (12,5%). Πολλές από τις γέφυρες κατασκευάστηκαν τις δεκαετίες του 1960 και 1970 και δεν έχουν σχεδιαστεί λαμβάνοντας υπόψη τα σημερινά φορτία κυκλοφορίας που είναι αυξημένα. Σύμφωνα με την έκθεση, οι υποδομές στην Ανατολική Γερμανία ήταν σαφώς σε καλύτερη κατάσταση, επειδή μεγάλα τμήματα αντικαταστάθηκαν κατά τη διάρκεια ενός προγράμματος αναμόρφωσης στις δεκαετίες του 1990 και του 2000 -μετά τη γερμανική επανένωση. Οι γέφυρες στη Δυτική Γερμανία είναι μεγαλύτερης ηλικίας και έχουν υποβληθεί σε περισσότερα και μεγαλύτερα φορτία. Τα βαρέα φορτηγά οχήματα έχουν ήδη αποκλειστεί από διάφορες γέφυρες, συμπεριλαμβανομένης της γέφυρας Λεβερκούζεν πάνω από τον Ρήνο, βόρεια της Κολωνίας. Η κυκλοφορία έχει αποκλειστεί για βαριά οχήματα από το 2012 μετά την παρατήρηση ρωγμών, ενώ η γέφυρα αναμένεται να αντικατασταθεί έως το 2024. Παρ' όλο που το οδικό δίκτυο της Γερμανίας θεωρείται από τα καλύτερα σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα, είναι γνωστό ότι οι δαπάνες για τις υποδομές της περιφέρειας είναι περιορισμένες.

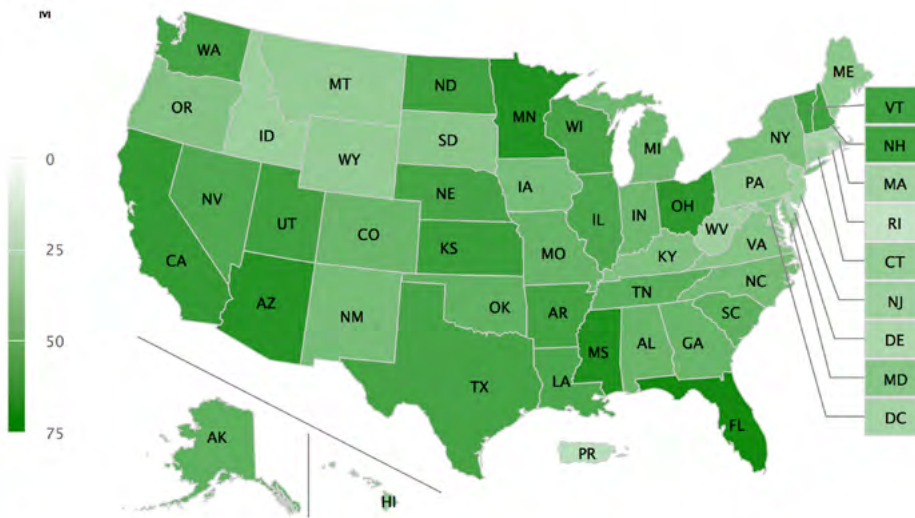
Διαδικασίες καταγραφής, επιθεώρησης και αξιολόγησης γεφυρών ακολουθούνται στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής ήδη από τη δεκαετία του '70. Μέχρι τις δεκαετίες 1950 και 1960, οπότε και υπήρξε έντονη δραστηριότητα στον τομέα της κατασκευής γεφυρών, λίγη έμφαση είχε δοθεί στην επιθεώρηση και τη συντήρησή τους. Το 1967, κατέρρευσε ξαφνικά η Σίλβερ Μπριτζ, μια κρεμαστή γέφυρα πάνω από τον ποταμό Οχάιο στο Πόντ Πλέζαντ της Δυτικής Βιρτζίνια, με 46 νεκρούς. Αυτή η τραγική κατάρρευση έστρεψε το εθνικό ενδιαφέρον προς την επιθεώρηση και τη συντήρηση των γεφυρών. Το Κογκρέσο των ΗΠΑ κλήθηκε τότε να προσθέσει μία παράγραφο στον Ομοσπονδιακό Νόμο του 1968 ("Federal Highway Act of 1968"), που απαιτούσε από τον υπουργό Μεταφορών να θεσπίσει ένα εθνικό πρότυπο ελέγχου των γεφυρών. Ο υπουργός ήταν, επίσης, υποχρεωμένος να αναπτύξει ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης των επιθεωρητών. Έτσι, το 1971, δημιουργήθηκαν τα πρώτα κανονιστικά πρότυπα επιθεώρησης γεφυρών (National Bridge Inspection Standards - NBIS).

Στα επόμενα δύο έτη αναπτύχθηκαν τρία εγχειρίδια για την κατάρτιση των επιθεωρητών, τον τρόπο των επιθεωρήσεων και το σύστημα καταγραφής και κωδικοποίησης των γεφυρών. Τα εγχειρίδια αυτά ήταν ζωτικής σημασίας για την πρώιμη επιτυχία των NBIS. Έκτοτε, υπάρχει μεγάλη εξέλιξη στον τομέα της καταγραφής, αξιολόγησης και αποτίμησης των γεφυρών στην Αμερική ώστε να καλύπτεται όλο το φάσμα των τεχνικών.

Όλες οι γέφυρες είναι καταχωρημένες σε ειδική πλατφόρμα (βλ. Χάρτης 1), με μοναδικό αριθμό γέφυρας (ταυτότητα γέφυρας), ημερομηνία κατασκευής, υλικό κατασκευής, ηλικία γέφυρας, στατικό σύστημα, μέση ημερήσια κυκλοφορία, κ.ά. Επίσης, η πλατφόρμα ενημερώνεται τακτικά

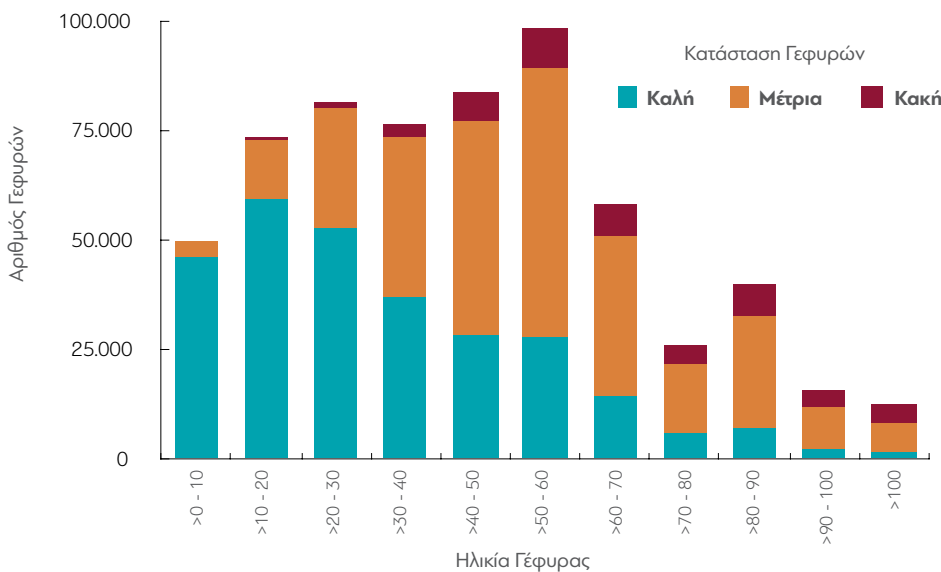
με την δομική κατάσταση κάθε γέφυρας η οποία αποτυπώνεται σε μία κλίμακα «Καλή», «Μέτρια» ή «Κακή» (βλ. Διάγραμμα 1). Η ταξινόμηση αυτή αντιστοιχεί ουσιαστικά σε μία βαθμολογία για κάθε γέφυρα (bridge rating) η οποία προκύπτει από στοιχεία όπως ο τρόπος κατασκευής, δοκιμαστικές φορτίσεις, ενόργανη δομική παρακολούθηση, τακτικές επιθεωρήσεις, καταστρεπτικές ή μη καταστρεπτικές δοκιμές αξιολόγησης, κλπ.

Χάρτης 1. Ποσοστό Γεφυρών σε «Καλή Κατάσταση» ανά Πολιτεία



Πηγή: Infobridge.
Διαθέσιμο στο: <https://infobridge.fhwa.dot.gov/BridgeConditionbyState>

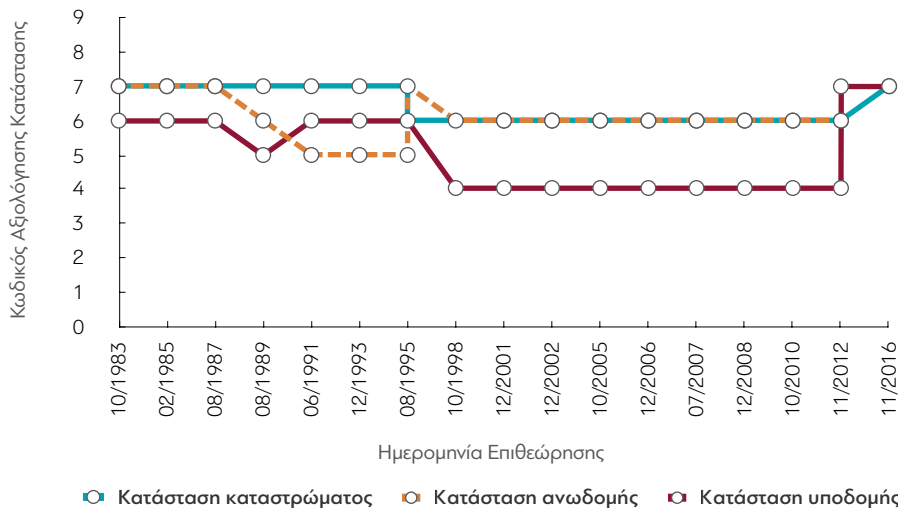
Διάγραμμα 1. Κατανομή Δομικής Κατάστασης Γεφυρών Ανάλογα Με Την Ηλικία



Πηγή: InfoBridge.
Διαθέσιμο στο: <https://infobridge.fhwa.dot.gov/Data/BridgeDetail/20656192>

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η συνεχής γέφυρα 18 ανοιγμάτων στην Κομητεία Αλαμίντα της Καλιφόρνιας που κατασκευάστηκε το 1932 (87 ετών) με μέση ημερησία κυκλοφορία 18.753 οχήματα. Όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 2 που ακολουθεί, η γέφυρα αυτή ελέγχεται τακτικά από το 1983 και η κατάστασή της έχει μεταβληθεί σε αυτό το διάστημα. Συγκεκριμένα, το διάστημα 1998-2012 η βαθμολογία της υποδομής ήταν 4 που αντιστοιχεί σε «Κακή» κατάσταση. Έπειτα, μετά από τις επεμβατικές ενέργειες που έγιναν στη γέφυρα, η βαθμολογία αυξήθηκε σε 7 («Καλή»). Προφανώς, αύξηση σημειώνεται και στον κυκλοφοριακό φόρτο [βλ., Πίνακας 1].

Διάγραμμα 2. Αξιολόγηση Γέφυρας Αλαμίντα, Καλιφόρνια (1983-2016)



Πηγή: InfoBridge.

Διαθέσιμο στο: <https://infobridge.fhwa.dot.gov/BridgeConditionbyState>

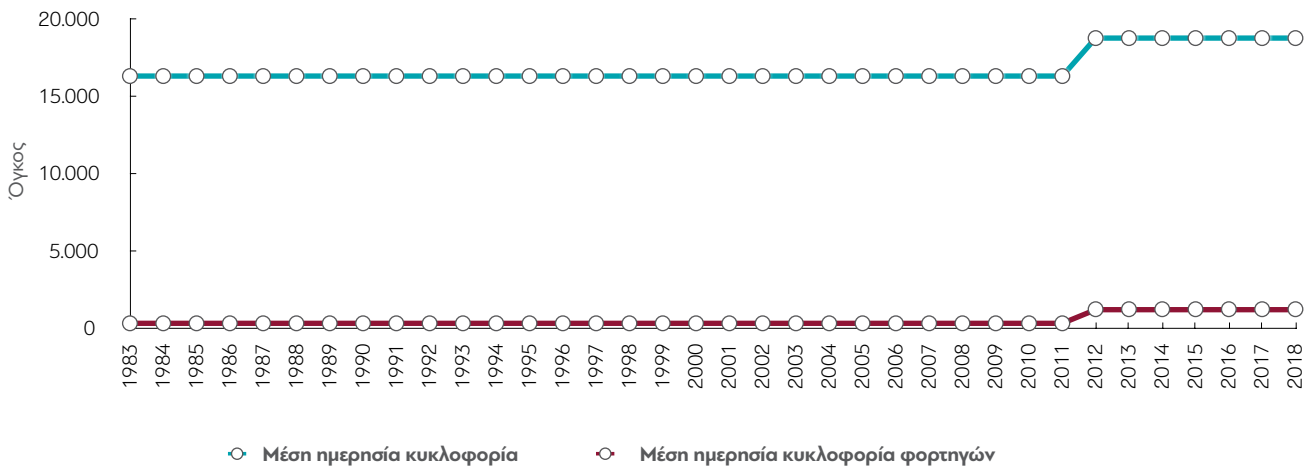
Πίνακας 1. Βαθμολογία Καταστρώματος, Ανωδομής και Υποδομής Παλιάς Γέφυρας με Αριθμό 33C0178 της Κομητείας Αλαμίντα (Καλιφόρνια) σε Βάθος Χρόνου. Υπόμνημα Βαθμολογίας:

Βαθμός	Κατάσταση
9	Άριστη
8	Πολύ Καλή
7	Καλή
6	Ικανοποιητική
5	Μέτρια
4	Πτωχή
3	Με σημαντικά προβλήματα
2	Κρίσιμη - για ενοργάνωση και επεμβάσεις
1	Οιονεί Κατάρρευσης - ίσως επισκευάσιμη για περιορισμένη χρήση
0	Υπό Κατάρρευση - εκτός λειτουργίας / Μη επισκευάσιμη

Πηγή: InfoBridge.

Διαθέσιμο στο: <https://infobridge.fhwa.dot.gov/BridgeConditionbyState>

Διάγραμμα 3. Όγκος Διερχόμενων Οχημάτων Και Βαρέων Της Γέφυρας Με Αριθμό 33C0178 Σε Βάθος Χρόνου

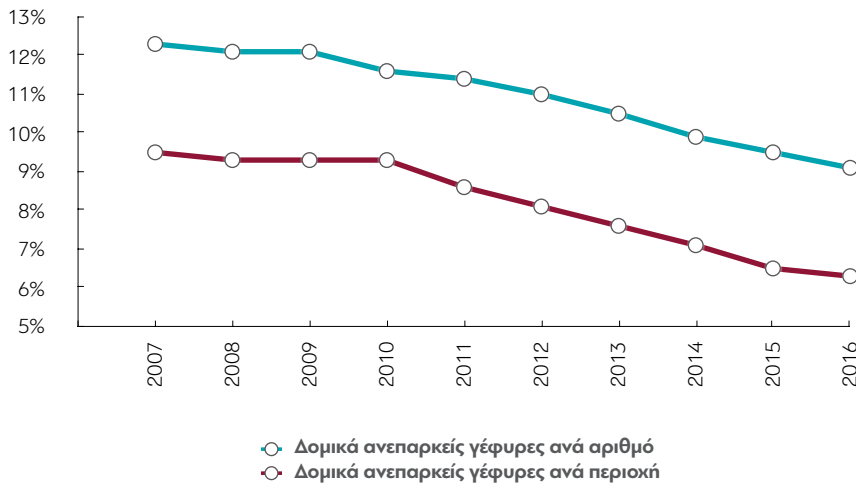


Πηγή: InfoBridge

Έκθεση της Αμερικανικής Κοινότητας Πολιτικών Μηχανικών (American Society of Civil Engineers - ASCE) πριν από τρία χρόνια (βλ., Διαγράμματα 4 και 5), έδειξε ότι το 9,1% των γεφυρών στις Ηνωμένες Πολιτείες κρίθηκαν δομικά ανεπαρκείς το 2016, ενώ κατά μέσο όρο υπήρχαν 188 εκατομμύρια διελεύσεις σε δομικά ανεπαρκείς γέφυρες κάθε μέρα. Ενώ ο αριθμός των γεφυρών που βρίσκονται σε τέτοια κατάσταση μειώνεται, η μέση ηλικία των γεφυρών της Αμερικής συνεχίζει να αυξάνεται και πολλές από αυτές ολοκληρώνουν τη διάρκεια ζωής τους. Από τις 614.387 γέφυρες του Εθνικού Μητρώου Γεφυρών (στοιχεία του 2017), σχεδόν 4 στις 10 (39%) είναι άνω των 50 ετών, ενώ το 15% είναι μεταξύ των ηλικιών 40 και 49. Η μέση ηλικία των γεφυρών στις ΗΠΑ είναι 43 έτη και οι περισσότερες σχεδιάστηκαν για μια διάρκεια ζωής 50 ετών, επομένως ο αριθμός των γεφυρών που αναμένεται να χρειαστούν σύντομα επεμβατικές ενέργειες αυξάνεται συνεχώς.

Ειδικά την τελευταία δεκαετία, έχει αναγνωριστεί η σημασία των γεφυρών για την εθνική οικονομία και την ασφάλεια του ταξιδιώτη και έχει καταβληθεί συντονισμένη προσπάθεια για τη μείωση του αριθμού των δομικά ανεπαρκών γεφυρών που απαιτούν συντήρηση, αποκατάσταση ή αντικατάσταση. Οι μηχανικοί πλέον, για την αντιμετώπιση του προβλήματος, στρέφονται προς τις νέες τεχνολογίες και τα σύγχρονα υλικά που τους επιτρέπουν να κατασκευάζουν γέφυρες καλύτερα και γρηγορότερα, βελτιώνοντας παράλληλα τις μεθόδους συντήρησης για την επέκταση της διάρκειας ζωής τους. Καινοτόμοι αισθητήρες ενσωματώνονται σε νέες και υπάρχουσες γέφυρες για την συνεχή παρακολούθηση της δομικής τους κατάστασης. Χρησιμοποιώντας αυτά τα δεδομένα, οι μηχανικοί είναι σε θέση να εντοπίζουν και να αντιμετωπίζουν έγκαιρα τυχόν προβλήματα, συμβάλλοντας στη δημόσια ασφάλεια.

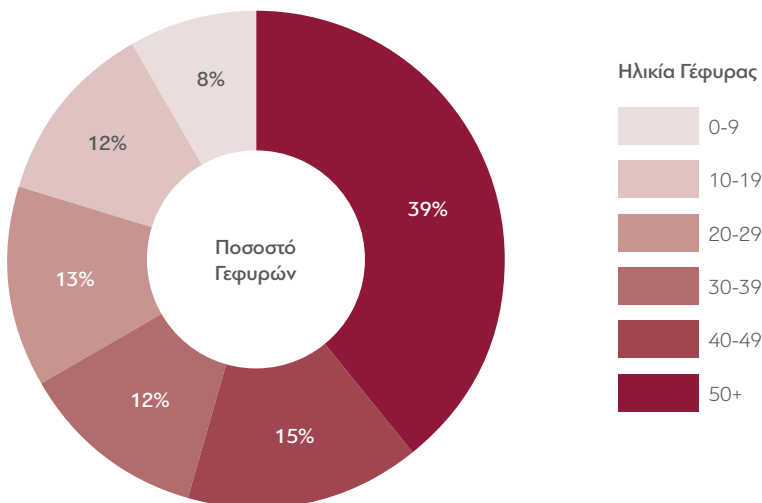
Διάγραμμα 4. Ποσοστό Δομικά Ανεπαρκών Γεφυρών ΗΠΑ σε Βάθος Χρόνου



Πηγή: Infrastructure Report Card.

Διαθέσιμο στο: <https://www.infrastructurereportcard.org/bridges/conditions-capacity/#1488929375454-69caa526-1c70>

Διάγραμμα 5. Κατανομή Ηλικίας Γεφυρών των ΗΠΑ



Πηγή: Infrastructure Report Card.

Διαθέσιμο στο: <https://www.infrastructurereportcard.org/bridges/conditions-capacity/#1488929375422-56790271-2ca6>

Στις 6 Ιουλίου 2012, ο Πρόεδρος Obama υπέγραψε τον νόμο Public Law (P.L.) 112-141 για τη χρηματοδότηση επιφανειακών μεταφορών με προγράμματα εκατοντάδων δις. δολαρίων. Κίνηση-ορόσημο για την οικονομία των ΗΠΑ, αφού μέσω αυτού του νόμου παρέχονται τα απαιτούμενα κεφάλαια για επενδύσεις και κατευθύνεται η ανάπτυξη της βασικής υποδομής μεταφορών των ΗΠΑ.

Η Αμερικανική Κοινότητα των Πολιτικών Μηχανικών (American Society of Civil Engineers-ASCE) υποστηρίζει ότι ένα πρόγραμμα ασφάλειας τόσο για τις δημόσιες όσο και για τις ιδιωτικές γέφυρες πρέπει να χρηματοδοτείται πλήρως και να λειτουργεί με συνέπεια για την αποκατάσταση ή την αντικατάσταση ευάλωτων γεφυρών και τη σωστή συντήρηση όλων των άλλων. Το πρόγραμμα αυτό θα πρέπει να διατηρήσει την πλήρη λειτουργικότητα όλων των γεφυρών για να υποστηρίξει την ασφαλή, αξιόπιστη και αποτελεσματική λειτουργία των υφιστάμενων συστημάτων μεταφοράς και να επιτρέψει την πλήρη αξιοποίηση αυτών των συστημάτων.

Τέτοιου είδους προγράμματα θα πρέπει να περιλαμβάνουν τουλάχιστον:

- **Τακτικά προγράμματα επιθεώρησης και αξιολόγησης που ενσωματώνουν σύγχρονες ερευνητικές και αναλυτικές τεχνικές, ιδίως παλαιότερων γεφυρών που δεν μελετήθηκαν και κατασκευάστηκαν σύμφωνα με τις σημερινές δράσεις και τα σύγχρονα πρότυπα.**
- **Καταχώρηση ορίων φορτίων και ταχύτητας σε δομικά ανεπαρκείς και/ή λειτουργικά ξεπερασμένες γέφυρες.**
- **Υλοποίηση και επαρκή χρηματοδότηση τακτικών προγραμμάτων συντήρησης σε ολόκληρο το σύστημα.**
- **Ολοκληρωμένο πρόγραμμα για την ιεράρχηση και την επαρκή χρηματοδότηση της αντικατάστασης λειτουργικά παρωχημένων και ευάλωτων γεφυρών.**

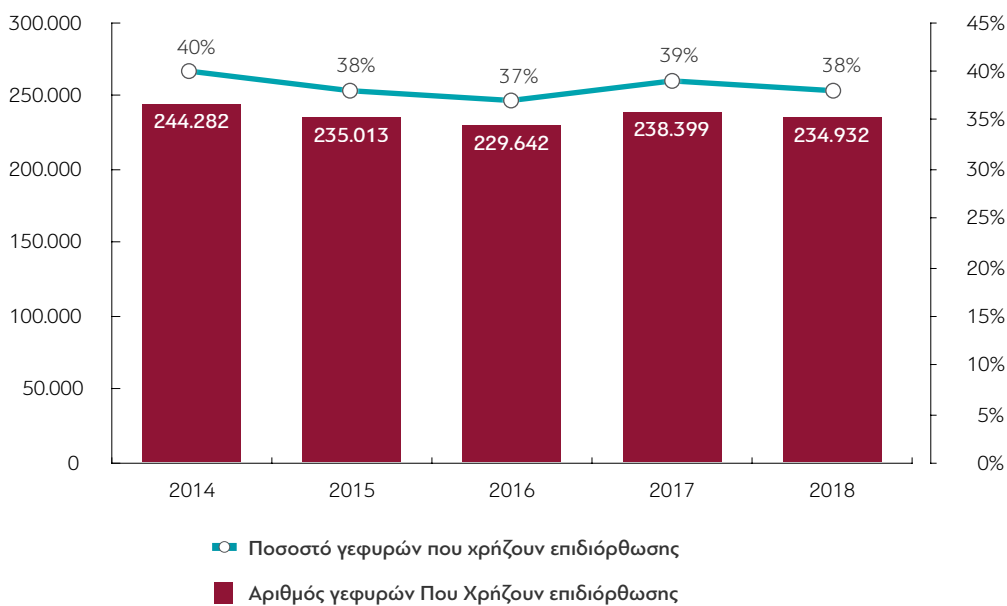
Σύμφωνα με μία πιο πρόσφατη έρευνα που διεξήχθη από την Αμερικανική Ένωση Κατασκευαστών Οδικών Συγκοινωνιών (American Road & Transportation Builders Association -ARTBA, βλ. Διάγραμμα 6 και Διάγραμμα 7), υπάρχουν 47.052 γέφυρες που θεωρούνται δομικά ανεπαρκείς σύμφωνα με την βάση δεδομένων του Εθνικού Μητρώου Γεφυρών από το υπουργείο Μεταφορών για το 2018. Μολονότι ο αριθμός των ανεπαρκών γεφυρών έχει μειωθεί σε σύγκριση με το 2017, ο ρυθμός βελτίωσης έχει επιβραδυνθεί τα τελευταία πέντε χρόνια. Από τον Ιανουάριο 2018 έχει αλλάξει ο τρόπος ταξινόμησης των γεφυρών και οι δομικά ανεπαρκείς περιορίζονται σε εκείνες όπου ένα από τα βασικά δομικά στοιχεία -κατάστρωμα, ανωδομή, υποδομή ή οχετοί - βαθμολογούνται σε κακή κατάσταση. Με βάση τον νέο ορισμό της δομικής ανεπάρκειας, υπάρχουν 6.533 γέφυρες που θα είχαν ταξινομηθεί ως δομικά ανεπαρκείς το 2017, αλλά δεν πληρούσαν τα νέα κριτήρια το 2018.

Η βαθμολογία κάθε γέφυρας ενημερώνεται καθώς ολοκληρώνονται οι επιθεωρήσεις και οι πιθανές δοκιμές. Έτσι κάθε χρόνο ορισμένες γέφυρες ταξινομούνται ως δομικά ανεπαρκείς και άλλες απομακρύνονται

από την κατηγορία αυτή καθώς υποβάλλονται σε επισκευή, ενίσχυση ή αντικατάσταση. Σχεδόν το 88% των γεφυρών που κρίθηκαν δομικά ανεπαρκείς το 2018 είχαν την ίδια βαθμολογία το 2017. Υπήρχαν 5.660 γέφυρες που ταξινομήθηκαν ως δομικά ανεπαρκείς για πρώτη φορά το 2018, ενώ άλλες 6.229 γέφυρες που ανήκαν σε αυτή την κατηγορία το 2017 αφαιρέθηκαν το νέο έτος. Η συνολική καθαρή μείωση ανήλθε στις 567 γέφυρες.

Σχεδόν τα δύο τρίτα των γεφυρών που θεωρούνται δομικά ανεπαρκείς το 2018 ανήκουν στην κατηγορία από το 2014. Παρ' όλο που οι γέφυρες αυτές μπορεί να μην είναι άμεσα επικίνδυνες, χρειάζονται προσοχή. Περίπου 69.000 γέφυρες σε όλη τη χώρα έχουν σηματοδοτηθεί για μέγιστο επιτρεπόμενο φορτίο διέλευσης με σκοπό να μειωθούν οι αναπτυσσόμενες τάσεις.

Διάγραμμα 6. Μεταβολή Αριθμού και Ποσοστού Γεφυρών ΗΠΑ που Χρήζουν Αντικατάστασης ή Αναβάθμισης την Τελευταία Πενταετία (2019)



Πηγή: ARTBA Bridge Report.
Διαθέσιμο στο: <https://artbabridgereport.org/reports/2019-ARTBA-Bridge-Report.pdf>

Διάγραμμα 7. Μεταβολή Αριθμού και Ποσοστού Δομικά Ανεπαρκών Γεφυρών ΗΠΑ την Τελευταία Πενταετία (2019)



Πηγή: ARTBA Bridge Report.

Διαθέσιμο στο: <https://artbabridgereport.org/reports/2019-ARTBA-Bridge-Report.pdf>

III. Η κατάσταση στην Ελλάδα

Όσον αφορά τη χώρα μας, δεν είναι λίγες οι καταρρεύσεις γεφυρών που έχουν σημειωθεί τα τελευταία χρόνια. Το πιο πρόσφατο παράδειγμα είναι η ιστορική γέφυρα του Κερίτη στα Χανιά στον Αλικιανό ηλικίας 111 ετών που κατέρρευσε τον περασμένο Φεβρουάριο έπειτα από τα φαινόμενα έντονης κακοκαιρίας που έπληξαν την περιοχή της Κρήτης [βλ. Εικόνα 1.α].

Λίγες μέρες νωρίτερα επίσης λόγω έντονης βροχόπτωσης είχε καταρρεύσει η γέφυρα στον Όλβιο ποταμό, στον Φενέο Κορινθίας [βλ. Εικόνα 1.β].

Διαφορετικά ήταν τα αίτια της κατάρρευσης της γέφυρας στην Καβάλα το Νοέμβριο 2018 [βλ. Εικόνα 1.γ]. Η γέφυρα, που είχε κατασκευαστεί το 1986, κατέρρευσε κατά τη διέλευση βαρέως γερανοφόρου οχήματος ενώ στη συνέχεια, μετά από επί τόπου επιθεώρηση που πραγματοποιήθηκε, διαπιστώθηκαν σοβαρές οξειδώσεις του οπλισμού σε συνδυασμό με κάποιες αστοχίες της λειτουργίας των δομικών υποσυστημάτων.

Το 2017 κατέρρευσε η γέφυρα στην Ε.Ο. Κομοτηνής-Ιάσμου-Ξάνθης, στο σημείο μεταξύ Πολυάνθου και Ιάσμου, στον ποταμό Κομπάτο [βλ. Εικόνα 1.δ]. Η γέφυρα ήταν μόλις 24 ετών και μετά από επιτόπια επίσκεψη των αρμόδιων υπηρεσιών, η αστοχία της οφείλεται μάλλον στην συμπεριφορά του τεχνικού έναντι των υδραυλικών φαινομένων. Εν συνέχεια, δόθηκε στην κυκλοφορία η παλιά γέφυρα του Κομπάτου κατόπιν ελέγχων και δοκιμαστικών φορτίσεων που διεξήγαγε η Εγνατία Οδός Α.Ε. και η Διεύθυνση Τεχνικών Έργων της Περιφερειακής Ενότητας Ροδόπης.

Τον Ιανουάριο 2016, κατέρρευσε η γέφυρα της Διάβας στο νομό Τρικάλων [βλ. Εικόνα 1.ε] κατά τη διάρκεια κακοκαιρίας λόγω υποσκαφής ενός βάρθρου η οποία οδήγησε στην μετακίνηση, καθίζηση και στροφή του, με αποτέλεσμα την πτώση του υποστηριζόμενου καταστρώματος της γέφυρας.

Το 2015 κατέρρευσε το ιστορικό πέτρινο τοξωτό γεφύρι της Πλάκας στον Άραχθο ποταμό [βλ. Εικόνα 1.στ]. Χτισμένο το 1866, ήταν μονότοξο, με άνοιγμα κάμαρας 40 μέτρα, ύψος 21 μέτρα και με άνοιγμα στην κορυφή 3,2 μέτρα και θεωρούνταν το μεγαλύτερο μονότοξο γεφύρι των Βαλκανίων και το τρίτο μεγαλύτερο στην Ευρώπη. Αρχικά η γέφυρα σχεδόν κατέρρευσε

εξαιτίας ισχυρών βροχοπτώσεων το 2007, και τα σχέδια για εκτέλεση έργων επισκευής δεν πραγματοποιήθηκαν. Το κεντρικό της τόξο κατέρρευσε την 1η Φεβρουαρίου 2015.

Στις 31/12/2012 κατάρρευσε μέρος της γέφυρας που συνδέει τον Αγίοκαμπο και την Βελίκα, στον παραλιακό άξονα του νομού Λάρισας [βλ., Εικόνα 1.ζ]. Τα νερά που κατέβηκαν μέσω ρεμάτων λόγω της παρατεταμένης βροχοπτώσης, παρέσυραν τις προσχώσεις που είχαν γίνει με αποτέλεσμα το οδόστρωμα στην σύνδεση της γέφυρας με τον δρόμο να καταρρεύσει δημιουργώντας μία τρύπα μεγάλου βάθους και πλάτους.

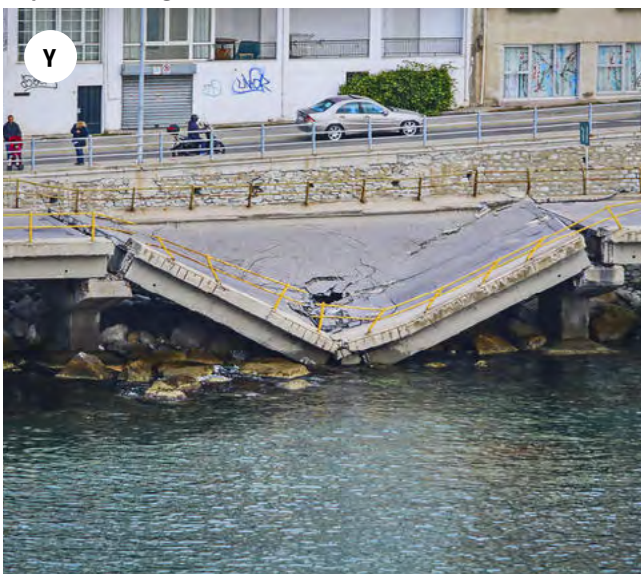
Εικόνες 1. Ελληνικές Γέφυρες που Κατέρρευσαν τα Τελευταία Χρόνια. (α) Κερίτης, (β) Φενεός Κορινθίας, (γ) Καβάλα, (δ) Κομφάτος, (ε) Διάβα, (στ) Πλάκα και (ζ) Λάρισα.



Πηγή: newsbeast.gr



Πηγή: arcadiaportal.gr



Πηγή: proinnews.gr



Πηγή: paratiritis-news.gr



Πηγή: elxisgroup.com



Πηγή: huffingtonpost.gr



Πηγή: ypodomes.com

Πέρα από τα προαναφερθέντα παραδείγματα, κατά καιρούς έχουν γίνει διάφορες καταγγελίες για γέφυρες που θεωρούνται οιονεί επικίνδυνες και χρήζουν επεμβάσεων. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα των δίδυμων γεφυρών στον Χάραδρο που συνδέουν την Ολυμπία Οδό με την Περιμετρική στον κόμβο Κ1, ανατολικά της Παράκαμψης των Πατρών [βλ. Εικόνα 2α]. Στις δύο γέφυρες πιθανολογούνται φαινόμενα υπερκαταπόνησης ή υποαντοχής λόγω της φαινόμενης υποβάθμισης της στατικής ακεραιότητας. Σύμφωνα με την τεχνική έκθεση επιθεώρησης που πραγματοποιήθηκε μετά από οπτικό έλεγχο και επί τόπου δοκιμές, διαπιστώνονται μεταξύ άλλων σοβαρές βλάβες όπως: θραύση σκυροδέματος, ρωγμές μεγάλου ανοίγματος, αποδιοργανωμένα και αποχωρισμένα τεμάχια σκυροδέματος, ράβδοι οπλισμού που έχουν αστοχήσει, κ.ά.

Επίσης, ως κρίσιμη έχει επισημανθεί και η γέφυρα του ποταμού Νέστου που αποτελεί τμήμα της εθνικής οδού Δράμας - Ξάνθης [βλ. Εικόνα 2.β]. Η εν λόγω γέφυρα που κατασκευάστηκε τη δεκαετία 1960 χρήζει άμεσης ενίσχυσης καθώς παρουσιάζει έντονες ρηγματώσεις, αποφλοίωση, αστοχία οπλισμού, προβλήματα στην προένταση κ.ά. Για το λόγο αυτό απαγορεύθηκε η διέλευση βαρέων οχημάτων, η κυκλοφορία στη γέφυρα ρυθμίστηκε με ειδική σήμανση και φωτεινή σηματοδότηση, ενώ συμβασιοποιήθηκε το έργο υποσύλωσής της.

Εικόνα 2. (α) Δίδυμες Γέφυρες στον Χάραδρο και (β) Γέφυρα Ποταμού Νέστου.



Πηγή: pelop.gr

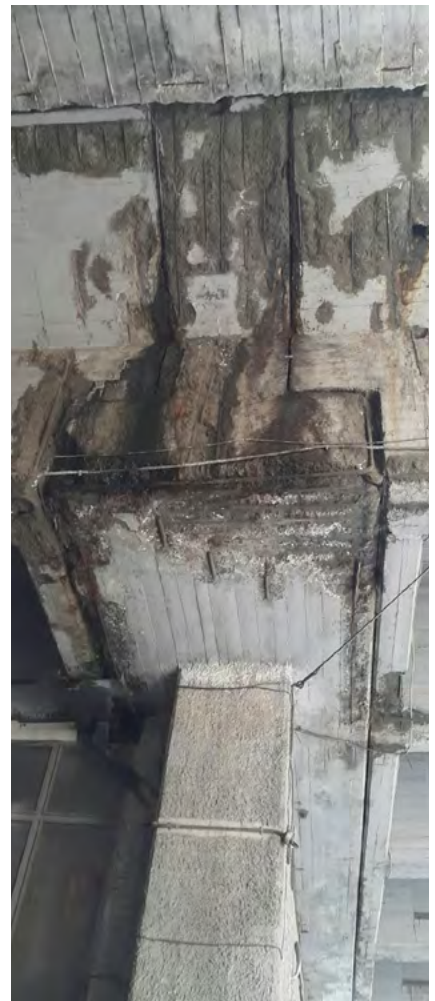


Πηγή: ethnos.gr

Θετική έκβαση φαίνεται να είχε η περίπτωση της γέφυρας Γρηγορίου Λαμπράκη στον Πειραιά (βλ. Εικόνα 3). Η γέφυρα που συνδέει τα Καμίνια και τη Λεωφόρο Πειραιώς με το κέντρο του Πειραιά εξυπηρετεί τεράστιο όγκο διερχόμενων οχημάτων καθημερινά και σε λίγο διάστημα θα κληθεί να παραλάβει επιπλέον και το βάρος του διερχόμενου τραμ. Η ηλικία της (κατασκευή της δεκαετίας 1960), οι ορατές επιφανειακές φθορές, οι εμφανείς κακοτεχνίες και η ελλιπής συντήρηση σε συνδυασμό με τα αναμενόμενα μεγαλύτερα φορτία που θα πρέπει να αναληφθούν, οδήγησαν την ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. να προβεί σε ενέργειες προκειμένου να διερευνήσει την επίδραση του τραμ στα εντατικά μεγέθη της γέφυρας. Στο πλαίσιο αυτό, εκτελέστηκαν επιτόπου & εργαστηριακές δοκιμές (ανιχνεύσεων, κρουσιμέτρου, υπερήχων, θλίψης πυρήνων, κ.ά.) για να ελεγχθεί η ποιότητα του σκυροδέματος και να προσδιοριστούν οι οπλισμοί των δομικών στοιχείων της γέφυρας. Τα αποτελέσματα των δοκιμών χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια για τη δημιουργία των αναλυτικών μοντέλων των τριών αντιπροσωπευτικών αμφιέριστων ανοιγμάτων του φορέα της γέφυρας με σκοπό να εξεταστεί κατά πόσο τα φορτία του τραμ επέφεραν ή όχι αύξηση της καταπόνησης στα εξεταζόμενα ανοίγματα σε σύγκριση

με τα οδικά κανονιστικά φορτία της εποχής που κατασκευάστηκε. Επίσης, εκτελέστηκαν δοκιμαστικές φορτίσεις στα αντιπροσωπευτικά ανοίγματα προκειμένου να βαθμονομηθούν τα υπολογιστικά προσομοιώματα, προσεγγίζοντας με ικανοποιητική αξιοπιστία την πραγματική κατασκευή. Από τα παραπάνω προέκυψε ότι δεν απαιτείται αναβάθμιση της στατικής επάρκειας της γέφυρας καθώς η διέλευση του τραμ δεν επιφέρει αύξηση των εντατικών μεγεθών της γέφυρας. Παρ' όλα αυτά η ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ σε συνεργασία με το υπουργείο Υποδομών & Μεταφορών και την Περιφέρεια Αττικής αποφάσισε να προβεί σε αναβάθμιση του φέροντα οργανισμού της γέφυρας και της αντισεισμικής συμπεριφοράς αυτής, με σκοπό την επέκταση του χρόνου ζωής της και τη συμμόρφωση με τις σύγχρονες προβλέψεις. Οι εργασίες συντήρησης έχουν ήδη ξεκινήσει και βρίσκονται σε εξέλιξη.

Εικόνα 3. Γέφυρα Γρηγορίου Λαμπράκη.



Πηγή: ametro.gr/

II. Λύσεις

Είναι επομένως σαφές ότι για τη μακροχρόνια και ασφαλή χρήση των γεφυρών απαιτείται να αξιολογηθεί άμεσα η δομική και λειτουργική επάρκειά τους, βάσει ενός συστήματος βαθμολογίας (bridge rating). Τα αποτελέσματα της βαθμολόγησης, όπως και όλα τα υπάρχοντα ή προκύπτοντα στοιχεία που αφορούν κάθε γέφυρα θα πρέπει να καταχωρούνται σε ένα εθνικό ηλεκτρονικό μητρώο γεφυρών. Μέσω αυτού του μητρώου, διευκολύνεται η διαχείριση του εθνικού δικτύου γεφυρών καθώς οι γέφυρες θα αποκτήσουν «ταυτότητα» και η πρόσβαση σε όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για την απομένουσα λειτουργικότητα και τη δομική τους ασφάλεια θα είναι άμεση. Με τον τρόπο αυτό, η Πολιτεία θα έχει τη δυνατότητα έγκαιρης πρόβλεψης για τον βέλτιστο χρόνο και την έκταση των απαιτούμενων επεμβάσεων με το μικρότερο δυνατό κόστος.

Ωστόσο η συστηματική αξιολόγηση των γεφυρών που θα βασίζεται στη δημιουργία ενός εθνικού μητρώου, απαιτεί πολλές και μεγάλης διάρκειας διαδικασίες. Θα πρέπει να συγκεντρωθούν όλες οι διατιθέμενες πληροφορίες σε μία ενιαία ηλεκτρονική πλατφόρμα που θα αποτελέσει τη βάση για το Εθνικό Μητρώο Γεφυρών. Στόχος είναι να συγκεντρωθούν όσα στοιχεία υπάρχουν σχετικά με την ημερομηνία και την μέθοδο κατασκευής, τη γεωμετρία, τη θέση, τον δομικό τύπο, τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν, τη σεισμικότητα της περιοχής, τη σπουδαιότητα της γέφυρας βάσει του όγκου διερχόμενων οχημάτων (και της κατηγορίας του οδικού δικτύου), τα αποτελέσματα οπτικών ελέγχων επιθεώρησης (εφόσον έχουν πραγματοποιηθεί), το είδος και την έκταση τυχόν επισκευών που υλοποιήθηκαν στο παρελθόν, κ.ά. Εκτός των παραπάνω, το μητρώο θα πρέπει να ενημερώνεται και για τη δομική ακεραιότητα των γεφυρών. Επομένως, για την αποτίμησή τους απαιτούνται συγκεκριμένες ενέργειες, όπως είναι η διερεύνηση των χαρακτηριστικών τους μέσω επιθεωρήσεων, επιτόπιων ελέγχων και εργαστηριακών δοκιμών, δομικής παρακολούθησης, μελετών, κλπ. ώστε να είναι σαφείς οι τυχόν επεμβατικές ενέργειες που απαιτούνται ανά περίπτωση.

Δεδομένου όμως ότι (α) η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου Εθνικού Μητρώου Γεφυρών είναι μία πολύπλοκη και χρονοβόρα διαδικασία και (β) είναι επιτακτική η ανάγκη για άμεση αξιολόγηση γεφυρών που έχουν

ήδη χαρακτηριστεί ως «κρίσιμες», προτείνεται μαζί με τη διαδικασία δημιουργίας του Εθνικού Μητρώου Γεφυρών **να εκκινήσει μία παράλληλη διαδικασία άμεσης αξιολόγησης γνωστών ευπαθών γεφυρών.**

Η διαδικασία της άμεσης αξιολόγησης γνωστών ευπαθών γεφυρών μπορεί να πραγματοποιηθεί με άμεση επιθεώρηση, τεκμηρίωση και ενοργάνωση. Η τελευταία με τη χρήση σύγχρονων συστημάτων (state-of-the-art) ενόργανης δομικής παρακολούθησης, συντελεί στο να αξιολογηθεί τάχιστα η δομική τρωτότητα των γεφυρών υπό συνήθη φορτία λειτουργίας και να καθοριστούν με σαφήνεια τα μέγιστα επιτρεπόμενα όρια διελεύσεων βαρέων οχημάτων. Η εφαρμογή εξειδικευμένων μεθοδολογιών ενόργανης δομικής παρακολούθησης, συνδυασμού δηλαδή τεκμηρίωσης-ενοργάνωσης και γρήγορης αποτίμησης, είναι σύμφωνη με πρακτικές πολλών προηγμένων χωρών και αποτελεί παγκοσμίως την πιο δόκιμη μέθοδο εκτίμησης ενδεχομένων υποβαθμίσεων της δομικής υγείας σε βάθος χρόνου. Με τον τρόπο αυτό, η Πολιτεία δίνει τη δυνατότητα για άμεσες αποφάσεις σχετικά με τη διαχείριση τεχνικών στα οποία ήδη έχουν εκδηλωθεί ανησυχίες, ενώ παράλληλα προσφέρει τεχνογνωσία στα τεχνικά κλιμάκια των αρμόδιων υπηρεσιών, τα οποία ούτως ή άλλως θα κληθούν να διαχειριστούν ή να εποπτεύσουν την ευρύτερη διαδικασία αξιολόγησης κατά την σύνταξη του Εθνικού Μητρώου Γεφυρών.

Όπως προαναφέρθηκε, με τις επιθεωρήσεις που πραγματοποιήθηκαν την τελευταία δεκαετία στο πλαίσιο των συμβάσεων παραχώρησης ή στο πλαίσιο πρωτοβουλιών των ΟΤΑ ή άλλων αρμόδιων φορέων ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ, ΕΡΓΟΣΕ, κ.ά., έχουμε μία πρώτη εικόνα για αρκετές γέφυρες που κρίνονται οιονεί-επικίνδυνες τόσο στο εθνικό δίκτυο όσο και στο υπόλοιπο οδικό και επαρχιακό δίκτυο. Σε αυτές θα μπορούσαν να προστεθούν και άλλες περιπτώσεις τεχνικών έργων, με πρόδηλη παθολογία ή ελλείψεις αντιπλημμυρικών μέτρων, οι οποίες είναι δυνατόν να καταχωρούνται μετά από δήλωση εθελοντών πολιτικών μηχανικών σε σύστημα του ΣΠΜΕ ή του ΤΕΕ. Στη νέα ηλεκτρονική πλατφόρμα μελών ΣΠΜΕ ή στην υπάρχουσα myΤΕΕ (του επιμελητηρίου των Μηχανικών), θα μπορούσε να προστεθεί καρτέλα «δήλωσης πρόδηλα ευπαθών δομημάτων», η οποία να υποδέχεται τις γεωγραφικές συντεταγμένες και τη φωτογραφική τεκμηρίωση της παθολογίας του τεχνικού έργου. Κάθε δήλωση, μετά από συνοπτικό έλεγχο αρμόδιας επιτροπής, θα δημοσιοποιείται (π.χ. στον ιστότοπο [diangeia](#)) και θα προωθείται στις δημόσιες αρχές.

Η άμεση αξιολόγηση της τρωτότητας αυτών των «κρίσιμων» γεφυρών θα καθορίσει τόσο την ανάγκη όσο και τον βαθμό των απαιτούμενων επειγουσών ενεργειών ή μέτρων.

Η δομική και λειτουργική αξιολόγηση της κατάστασης των γεφυρών δεν δύναται να βασιστεί απλώς σε διαδικασίες οπτικής επιθεώρησης (μακρο-

σκοπικός έλεγχος). **Οι περισσότερες γέφυρες δεν διακρίνονται ούτε για την υπερστατικότητα τους (δηλ. δεν διαθέτουν πολλαπλότητα διαδρομών δυνάμεων), ούτε για την πλαστιμότητα του φορέα καταστρώματος (δηλ. δεν μπορούν να αναπτύξουν μεγάλες παραμορφώσεις-βλάβες χωρίς σημαντική απώλεια αντοχής).** Συνεπώς, σε αντίθεση με την πλειονότητα των κτηριακών έργων, τα περιθώρια ανακατανομών και άρα τα χρονικά περιθώρια από την εκδήλωση βλάβης έως την κατάρρευση, μπορεί να είναι και πολύ μικρά. Από την άλλη πλευρά, μία καθαρά εμπειρική-συντηρητική διαδικασία (που αρμόζει στους «ισοστατικούς» φορείς με χαμηλή πλαστιμότητα) μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλης διάρκειας αποκλεισμούς λωρίδων, προσωρινό ή μόνιμο κλείσιμο γέφυρας, χρονοβόρες παρακάμψεις ή ακόμη και αντικατάσταση της γέφυρας.

Για τους ανωτέρω λόγους, στα μεγάλα τεχνικά έργα βρίσκει εφαρμογή και η μεθοδολογία άμεσης αξιολόγησης της πραγματικής κατάστασης των γεφυρών (fast track procedure) μέσω τεκμηρίωσης, γρήγορης αποτίμησης και μη καταστροφικών δοκιμαστικών φορτίσεων (nondestructive load tests), ακολουθώντας τη λογική αντίστοιχων διεθνών προτύπων (π.χ., AASHTO “Manual for Bridge Evaluation”, NCHRP “Manual for Bridge Rating through Load Testing”, κ.ά.), που θα αποδίδει μία βαθμολογία (rating) για την εκάστοτε γέφυρα. Η βαθμολογία θα αφορά την ικανότητα του τεχνικού να μπορεί να αναλάβει τόσο τα φορτία σχεδιασμού, όσο και τα κατά βάση μεγαλύτερα σημερινά φορτία διελεύσεων για τις παλαιότερες γέφυρες. Οι δοκιμαστικές φορτίσεις μπορούν να υλοποιηθούν με εφαρμογές σύγχρονων αισθητήρων ενόργανης δομικής παρακολούθησης (π.χ. μικροσυνομιέτρα οπτικών ινών) σε πραγματικό χρόνο (Real Time Structural Monitoring System ή RTSMS). Όπου απαιτείται, τμήμα του συστήματος ενοργάνωσης παραμένει στο Τεχνικό Έργο και μετά τη δοκιμαστική φόρτιση και έτσι **είναι εφικτή η σύγχρονη (real time) παρακολούθηση των παραμορφώσεων κατά την καθημερινή χρήση του - ακόμη και εξ αποστάσεως («από το γραφείο μας»).**

IV. Συμπεράσματα

Στην Ελλάδα συνήθως μετά από μία καταστροφή (π.χ., σεισμό, πυρκαγιά, κατάρρευση γέφυρας κλπ.) ξεκινάει η αναζήτηση και η κριτική οι οποίες διακόπτονται μετά από μικρό χρονικό διάστημα, ενώ ο κύκλος «αναζήτηση – κριτική» ανοίγει εκ νέου μετά την επόμενη καταστροφή.

Τα υπουργεία είναι επιτελικές δομές και δεν πρέπει να φροντίζουν μόνο για τα εγκαίρια νέων έργων αλλά και για την πρόληψη των ζημιών μέσα από την προληπτική συντήρηση των υφιστάμενων υποδομών και κτιρίων.

Ένα Εθνικό Σχέδιο «Διάσωσης των Υποδομών» θα πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον:

- Τακτικά προγράμματα επιθεώρησης και αξιολόγησης που ενσωματώνουν σύγχρονες ερευνητικές και αναλυτικές τεχνικές, ιδίως παλαιότερων γεφυρών που δεν μελετήθηκαν και κατασκευάστηκαν σύμφωνα με τις σημερινές δράσεις και τα σύγχρονα πρότυπα.
- Καταχώρηση ορίων φορτίων και ταχύτητας σε δομικά ανεπαρκείς και/ή λειτουργικά ξεπερασμένες γέφυρες.
- Υλοποίηση και επαρκή χρηματοδότηση τακτικών προγραμμάτων συντήρησης σε ολόκληρο το σύστημα.
- Ολοκληρωμένο πρόγραμμα για την ιεράρχηση και την επαρκή χρηματοδότηση της αντικατάστασης λειτουργικά παρωχημένων και ευάλωτων γεφυρών.

Το **Μπρώχο Υποδομών** αποτελεί **βασική παράλειψη της Πολιτείας** και πρέπει άμεσα να προχωρήσει. Όμως δεν επαρκεί μόνον η καταγραφή. Αυτή αποτελεί εργαλείο για τη μείωση της σεισμικής διακινδύνευσης, αλλά δεν δύναται να προσφέρει αυτοτελώς και τη λύση του προβλήματος. Με άλλα λόγια, για να μειωθεί το ρίσκο, πρέπει οι πιο ευάλωτες υποδομές είτε να ενισχυθούν, είτε να περιοριστεί η χρήση τους (να ρυθμιστούν) ή να αντικατασταθούν.

Στόχος του Μητρώου, πέραν των στατιστικών στοιχείων και της διευκρίνισης αρμοδιοτήτων, οφείλει να είναι η παροχή κατάταξης του δυναμικού της Ελλάδας με ενιαίο τρόπο, ώστε να υπάρχει γνώση των «χειρότερων υποδομών» και της έντασης της χρήσης τους. Έτσι, οι διατιθέμενοι πόροι θα κατευθύνονται στα έργα που έχουν μεγαλύτερη ανάγκη συντήρησης. Με τον τρόπο αυτό θα καταστεί δυνατόν να συνταχθεί ένα πρόγραμμα ετήσιων επεμβάσεων, ώστε να ποριστεί τελικά ένα αυξανόμενο ποσοστό αναβάθμισης των βλαμμένων ή ελλειμματικών υποδομών με ομοιόμορφο και αντικειμενικό τρόπο επιλογής.

Πριν από τις χρονοβόρες διαδικασίες σύστασης του Μητρώου, πρέπει να προηγηθούν, **να ρυθμιστούν και να ενισχυθούν οι εύρωστες υποδομές ζωτικής σημασίας** (ΠΔ39/2011 βλ. και σχετική έρευνα διαΝΕΟσις, 2016) καθώς και οι πιο ευάλωτες κατασκευές, ώστε να προλάβουμε πιθανές καταρρεύσεις. Στη σχετική δήλωση του ΤΕΕ διευκρινίζεται ότι: «Δεν είναι δυνατόν να συνεχίζουμε κάθε φορά να κλαίμε πάνω από ερείπια. Ούτε είναι σοβαρή πολιτική να προχωρά η Πολιτεία μονίμως σε ειδικές διαδικασίες αποκατάστασης, σε απευθείας αναθέσεις για τις ζημιές και σε αποζημιώσεις πάντα κατόπιν εορτής.»

Το 2019, τόσο στην επιστήμη όσο και στην πρακτική άσκηση του επαγγέλματος του πολιτικού μηχανικού, διατίθενται τα εργαλεία, οι μέθοδοι, οι τεχνικές, οι γνώσεις, οι κανονισμοί, οι τεχνολογίες, τα υλικά για να προλάβουμε κάμποσες καταστροφές. Μάλιστα, η ραγδαία εξέλιξη της επιστημονικής περιοχής της «Ενόργανης Παρακολούθησης Τεχνικών Έργων» και των «Δομητικών Επεμβάσεων», μας επιτρέπει να μιλάμε για μικρό και διαχειρίσιμο κόστος συντήρησης/ρύθμισης/αναβάθμισης Γεφυρών - και άλλων σημαντικών έργων.

Το αμέσως επόμενο διάστημα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε αυτές τις τεχνολογικές εξελίξεις (των επεμβάσεων & της παρακολούθησης) για να σώσουμε τον εθνικό δομικό μας πλούτο. Έτσι, θα μειώσουμε τη δομική διακινδύνευση των γεφυρών και των άλλων τεχνικών έργων.

Βασικές Πηγές:

ARTBA (2019), ARTBA Bridge Report. Διαθέσιμο στο: <https://artbabridgereport.org/reports/2019-ARTBA-Bridge-Report.pdf>

ASCE (2016), ASCE Failure to Act Economic Studies, Διαθέσιμο στο: https://www.asce.org/failure_to_act_economic_studies/

Γιόγιακας Προκόπης (2018), «Καμpanάκι κινδύνου για τις γερασμένες γέφυρες στην Ελλάδα, ΤΑ ΝΕΑ. 19.11.2018. Διαθέσιμο στο: <https://www.tanea.gr/2018/11/19/greece/kampanaki-kindynou-gia-tis-gerasmenes-gefyres-stin-ellada/>

διαΝΕΟσις (2016), Προστασία Κρίσιμων Υποδομών. Διαθέσιμο στο: https://www.dianeosis.org/research/critical_infrastructure/

Τάσιος Θ.Π. (2018) Σώστε τον κοινωνικό πλούτο των γεφυρών μας. Προσλαλιά σε Ημερίδα.

Λιλιοπούλου Μαρία (2018), «“SOS” για γέφυρες και δημόσια κτήρια -ασυντήρητο το 80%», 13.11.2018. Διαθέσιμο στο: https://www.ethnos.gr/ellada/4318_sos-gia-gefyres-dimosia-ktiria-asyntirito-80



diaNEOsis



diaNEOsis



dianeosis_org



diaNEOsis



diaNEOsis

διαNEOsis

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ & ΑΝΑΛΥΣΗΣ