

Κανονισμοί για την Αποτίμηση Φέρουσας Ικανότητας Υφιστάμενων Κατασκευών

Γεώργιος Ν. Βαδαλούκας
Πολιτικός Μηχανικός Π.Π.
3DR Προγράμματα Μηχανικού ΕΠΕ
Χαλάνδρι, Ελλάδα
e-mail: georgev@3dr.eu

Κωνσταντίνος Γ. Βαδαλούκας
Πολιτικός Μηχανικός Ε.Μ.Π.
3DR Προγράμματα Μηχανικού ΕΠΕ
Χαλάνδρι, Ελλάδα
e-mail: kostasv@3dr.eu

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο έλεγχος επάρκειας υφιστάμενων κατασκευών, έναντι σεισμού, παρουσιάζει μεγάλο επιστημονικό και επαγγελματικό ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια. Τον Φεβρουάριο του 2016 δημοσιεύτηκε στην εφημερίδα της κυβέρνησης, στο τεύχος Β, το ΦΕΚ 350 [5] για την αντικατάσταση του παρατήματος Ε του ΕΑΚ περί προσθηκών. Το ΦΕΚ ορίζει το κανονιστικό πλαίσιο για τις μελέτες προσθηκών και υφισταμένων αλλά και το κανονιστικό πλαίσιο για την αλλαγή χρήσης, την αλλαγή σπουδαιότητας και την αλλαγή φέροντος συστήματος, ήτοι το σύνολο των απαιτήσεων για την εκπόνηση μελέτης για την αποτίμηση σεισμικής ικανότητας φορέα. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η μεθοδολογία, οι απαραίτητες εργασίες και οι απαιτούμενες παραδοχές για την εκπόνηση μελέτης σύμφωνα με το Ευρωκώδικα 8 Μέρος 3 [3]. Έμφαση δίδεται στην περίπτωση που η προσθήκη υλοποιείται από μεταλλικό φορέα. Σε αυτή την περίπτωση ελέγχεται ο μεταλλικός φορέας για βασικές και μεταβλητές δράσεις με Ευρωκώδικα 3 ενώ για τις σεισμικές δράσεις με συνδυασμό Ευρωκώδικα 8 Μέρος 3 και ΚΑΝ.ΕΠΕ [6], ο οποίος εφαρμόζεται συμπληρωματικά σύμφωνα με το εθνικό προσάρτημα του Ευρωκώδικα 8 Μέρος 3.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι μεταλλικές κατασκευές εμφανίζονται στην Ελλάδα για ένα σχετικά μικρό χρονικό διάστημα, από τα τέλη του 19ου έως τις πρώτες δεκαετίες του 20ου αιώνα [8], οπότε και υποχώρησαν μπροστά στην κυριαρχία των κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα. Έως το 1985 κάθε χρόνο τα μεταλλικά κτίρια αποτελούσαν το 0,06 έως 0,10% των έργων σκυροδέματος. Από το 1985 [8] αρχίζει μία διαδοχική αύξηση των κτιρίων με φέροντα οργανισμό μεταλλική κατασκευή που φτάνει στην τελευταία δεκαετία τα μεταλλικά να αποτελούν το 3,5% των κτιρίων σκυροδέματος.

| Έτος | Αριθμός Κατασκευών | Σκυροδέματος | Μεταλλικών |
|---------------|-----------------------|--------------|------------|
| Προ του 1919 | 154.006 | 8.336 | 58 |
| 1919 - 1945 | 324.701 | 40.321 | 279 |
| 1946 - 1960 | 573.250 | 181.393 | 1.249 |
| 1961 - 1970 | 639.475 | 339.791 | 2.311 |
| 1971 - 1980 | 704.340 | 477.201 | 4.052 |
| 1981 - 1985 | 402.368 | 294.947 | 3.377 |
| 1986 - 1990 | 316.799 | 239.652 | 3.647 |
| 1991 - 1995 | 259.394 | 201.763 | 3.739 |
| 1996 - 2000 | 254.797 | 202.846 | 4.934 |
| 2001 - 2005 | 237.460 | 191.560 | 5.672 |
| 2006 και μετά | 186.861 | 147.194 | 5.257 |

Πίν. 1. Αριθμός κατασκευών ανά υλικό

Σημαντικός παράγοντας στην αύξηση των μεταλλικών κατασκευών, είναι ότι λόγω της οικονομικής κρίσης, οι νέες κατασκευές παραχωρούν τη θέση τους σε προσθήκες στις οποίες οι μεταλλικές κατασκευές είχαν προτίμηση λόγω μικρού βάρους.

Χαρακτηριστικό είναι ότι το 2007 (χρονιά κατά την οποία ξεκινά η κρίση) ο αριθμός αδειών για νέες κατασκευές αποτελεί το 53% του συνολικού αριθμού αδειών ενώ το 2015 ο αριθμός αδειών για νέες κατασκευές είναι μόνο το 34% του συνολικού αριθμού αδειών.

Η διαδικασία ελέγχου μεταλλικών κατασκευών μετά το ΦΕΚ Β' 383/1996 [1] γινόταν με ΝΕΑΚ/ΕΑΚ και ENV 1993-1-1/1992 με το αντίστοιχο εθνικό κείμενο εφαρμογής (στο ίδιο ΦΕΚ). Εάν ο μεταλλικός φορέας ήταν προσθήκη τότε ο υφιστάμενος φορέας ελεγχόταν με το παράρτημα Ε του ΝΕΑΚ/ΕΑΚ, και ο μεταλλικός φορέας όπως οι νέες κατασκευές. Με το ΦΕΚ Β' 1457 /2014 εγκρίθηκε η εφαρμογή και χρήση των Ευρωκωδίκων σε συνδυασμό με τα αντίστοιχα Εθνικά Προσαρτήματα. Ο κύριος του έργου αποφασίζει το πλέγμα των κανονισμών με το οποίο θα γίνει ο έλεγχος υφισταμένου (προκειμένου περί προσθήκης) ή και η εκπόνηση της μελέτης του νέου φορέα. Τον Φεβρουάριο του 2016 δημοσιεύτηκε στην εφημερίδα της κυβέρνησης στο τεύχος Β το ΦΕΚ 350 [5] για την αντικατάσταση του παρατήματος Ε του ΕΑΚ περί προσθηκών.

3. Εφαρμογή ΦΕΚ 350B/2016

Το ΦΕΚ ορίζει το κανονιστικό πλαίσιο για τις μελέτες προσθηκών και υφισταμένων αλλά και για αλλαγή χρήσης, αλλαγή σπουδαιότητας και αλλαγή φέροντος συστήματος. Σχεδόν το σύνολο των απαιτήσεων για την εκπόνηση μελέτης για την αποτίμηση σεισμικής ικανότητας φορέα.

Σύμφωνα με το ΦΕΚ 350 [5] χωρίζονται οι κανονισμοί σε 2 ομάδες: την ομάδα Α που ισχύει σε νέα κτίρια συμπεριλαμβάνοντας τους Ευρωκώδικες και την ομάδα Β που περιλαμβάνει τον ΚΑΝ.ΕΠΕ [6] και τον Ευρωκώδικα 8 μέρος 3 [3]. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων που απαιτείται έλεγχος υπάρχοντος αυτός γίνεται τόσο για το υφιστάμενο τμήμα όσο και για το παλιό. Αναλυτικότερα, για σεισμικά φορτία με την ομάδα Β και για το νέο τμήμα και μόνο για μη σεισμικά φορτία με την ομάδα Α. Ο ΚΑΝ.ΕΠΕ [6] στην Παρ.1.2 ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ και Παρ.1.2.1(α) ορίζει ότι αφορά την αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας και τον αντισεισμικό ανασχεδιασμό υφισταμένων δομημάτων ή μελών τους (δομήματα με φέροντα οργανισμό από ωπλισμένο σκυρόδεμα). Ενώ για άλλα υλικά, όπως είναι οι μεταλλικές κατασκευές, αναφέρει στην ίδια παράγραφο ότι μπορούν να εφαρμόζονται οι στάθμες επιτελεστικότητας, οι στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού, οι στάθμες αξιοπιστίας των δεδομένων (και η επιρροή τους). Αναγκαστικά πλέον ο μελετητής είναι υποχρεωμένος να χρησιμοποιήσει τον Ευρωκώδικα 8 Μέρος 3 για την σεισμική αποτίμηση μεταλλικού φορέα, ακόμα και αν πρόκειται περί νέας κατασκευής η οποία είναι προσθήκη σε υφιστάμενη κατασκευή οποιουδήποτε υλικού. Πολύ περισσότερο δε, όταν ο υφιστάμενος φορέας είναι μεταλλική κατασκευή.

4. Εφαρμογή του EN 1998-3:2005

Για την εκπόνηση μελέτης σύμφωνα με το EN 1998-3:2005 οι θεμελιώδεις απαιτήσεις αναφέρονται στην κατάσταση των βλαβών στο φορέα: Οιονεί Κατάρρευσης (NC), Σημαντικών Βλαβών (SD) και Περιορισμού Βλαβών (DL). Για την κάθε μία από τις άνω Οριακές Καταστάσεις επιλέγεται μια περίοδο επαναφοράς για τη σεισμική δράση. Στον Ευρωκώδικα δεν ορίζεται ελάχιστη τιμή περιόδου επαναφοράς. Στο εθνικό προσάρτημα αφήνεται στον ιδιοκτήτη η επιλογή της περιόδου επαναφοράς, αλλά επιμερίζει ευθύνες και μάλιστα μεγαλύτερες στον μελετητή: «Η επιλογή αυτή θα γίνεται από τον Κύριο του έργου, ύστερα από εισήγηση και σε συμφωνία με τον Μελετητή». Η αναφορά στο εθνικό προσάρτημα περί συμπληρωματικής εφαρμογής του ΚΑΝ.ΕΠΕ [6] οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η ελάχιστη περίοδος επαναφοράς είναι τα 75 χρόνια. Δυστυχώς, με το γράμμα του νόμου όμως ο ιδιοκτήτης θα μπορούσε να επιλέξει και χαμηλότερη περίοδο επαναφοράς... Μόνο για τις προσθήκες το ΦΕΚ 350 [5] αναφέρει ότι «Στόχος των κανόνων που ακολουθούν είναι: μετά την προσθήκη το κτίριο να ικανοποιεί τον ελάχιστο στόχο αποτίμησης και ανασχεδιασμού που ισχύει στον ΚΑΝ.ΕΠΕ με βάση την ισχύουσα εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού». Αν υποθέσουμε ότι αναφέρεται στην εδαφική επιτάχυνση για τα 475 χρόνια περίοδο επαναφοράς, για σπουδαιότητα Σ2 που ισχύει για νέα κτίρια, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ελάχιστη στάθμη επιτελεστικότητας φέροντος οργανισμού για προσθήκες ορίζεται η Γ1 για Σ2. Η προσθήκη μεταλλικής κατασκευής ελέγχεται για μόνιμα, κινητά, άνεμο, χιόνι κλπ με Ευρωκώδικα 0,1,3 ενώ η επάρκεια σε σεισμικές δράσεις ελέγχεται με Ευρωκώδικα 8 Μ3.

Για τον έλεγχο των θεμελιωδών απαιτήσεων το EN 1998-3:2005 απαιτεί πρώτα τον καθορισμό του επιπέδου γνώσης ή Στάθμης Αξιοπιστίας Δεδομένων. Η αντιμετώπιση είναι διαφορετική αν πρόκειται περί υφιστάμενου μεταλλικού ή προσθήκης μεταλλικής

κατασκευής. Προβλέπεται όπως και στον ΚΑΝ.ΕΠΕ [6] τρία επίπεδα γνώσης : KL1 Περιορισμένη γνώση , KL2 Κανονική γνώση, KL3 Πλήρης γνώση. Ενώ στον ΚΑΝ.ΕΠΕ τα διαφορετικά επίπεδα γνώσης έχουν επίδραση σε δεκάδες συντελεστής στο EN 1998-3:2005 [3] τα διαφορετικά επίπεδα γνώσης καθορίζουν έναν συντελεστή, τον συντελεστή εμπιστοσύνης. Προβλέπονται τρεις τιμές για τα αντίστοιχα επίπεδα γνώσης με προτεινόμενες τιμές από το EN 1998-3:2005 [3] ίσες με 1, 1.2 και 1.35. Στο εθνικό προσάρτημα οι συντελεστές ορίζονται ίσοι με 1.1, 1.2 και 1.3 αντίστοιχα. Το επίπεδο γνώσης καθορίζεται για την υφιστάμενη κατασκευή, από την συγκέντρωση πληροφοριών για την γεωμετρία του φορέα, τις λεπτομέρειες και τα υλικά.

Για την γεωμετρία του φορέα οι πληροφορίες που συλλέγονται είναι ο προσδιορισμός του στατικού συστήματος (Πλαίσια, Δικτυώματα κλπ), ο προσδιορισμός των οριζόντιων διαφραγμάτων και της γεωμετρίας των διατομών. Σε περίπτωση χρήσης αρχικών σχεδίων της μελέτης το επίπεδο γνώσης είναι KL1. Αν διατίθενται αρχικά κατασκευαστικά σχέδια και σχέδια αλλαγών και γίνει επαλήθευση, το επίπεδο γνώσης είναι KL2, ενώ αν διατίθενται λεπτομερή σχέδια το επίπεδο γνώσης είναι KL3. Σημειώνεται ότι υπάρχει ασάφεια σε περίπτωση έλλειψης σχεδίων για τον αριθμό των στοιχείων που πρέπει να αποτυπωθούν.

Για τα υλικά οι πληροφορίες που πρέπει να συλλέγονται είναι : το Όριο διαρροής, κράτυνση, οριακή αντοχή και επιμήκυνση του χάλυβα. Τα δείγματα για τον έλεγχο θα προέρχονται από τον κορμό των στοιχείων που θα χαρακτηριστούν πλάστιμα και από το πέλμα για τα μη πλάστιμα στοιχεία. Για έμμεσες μεθόδους ο Ευρωκώδικας 8 M3 προβλέπει την ραδιογραφία, τις δοκιμές εγκοπής, διεισδυτικών υγρών, μαγνητικών σωματιδίων, ακουστικής εκπομπής και υπερηχητικές μεθόδους. Ο αριθμός των συνιστώμενων δοκιμών είναι: ένα δοκίμιο από κορμό και ένα δοκίμιο από πέλμα για επίπεδο γνώσης KL1, δύο δοκίμια από κορμό και δύο από πέλμα για επίπεδο γνώσης KL2, τρία δοκίμια από κορμό και τρία δοκίμια από πέλμα για επίπεδο γνώσης KL3. Σημειώνεται ότι το εθνικό προσάρτημα κάνει αναφορά στο ΚΑΝ.ΕΠΕ [6] ορίζοντας όμως τελικά τον ίδιο αριθμό.

Για τις λεπτομέρειες οι πληροφορίες που συλλέγονται είναι: η γεωμετρία των πλακών κάλυψης, των συνδέσμων, των ενισχύσεων, η διαμόρφωση των συνδέσεων. Το προτεινόμενο ποσοστό των αποτυπωμένων στοιχείων για τα τρία επίπεδα γνώσης είναι 20%, 50% και 80% αντίστοιχα. Στο εθνικό προσάρτημα [4] τα ποσοστά αυτά είναι 10%, 20% και 30% αντίστοιχα.

Εάν η μεταλλική κατασκευή είναι προσθήκη αντιμετωπίζεται σαν προστιθέμενα υλικά τα οποία ελέγχονται με την ονομαστική τους τιμή χωρίς τροποποίηση των συντελεστών ασφάλειας με τον συντελεστή εμπιστοσύνης.

Για την σεισμική δράση : Για τον καθορισμό της σεισμικής δράσης χρησιμοποιείται το φάσμα του Ευρωκώδικα 8 Μέρος 1. Μία ασάφεια που προκύπτει είναι για τις περιπτώσεις γραμμικής ανάλυσης. Ο ΚΑΝ.ΕΠΕ [6] προβλέπει την χρήση πάντα του EN 1998-1: 2004, 3.2.2.5 ενώ ο Ευρωκώδικας 8 Μέρος 3 την προβλέπει μόνο στην προσέγγιση με τον συντελεστή q και με $q=2$ για τον μεταλλικό φορέα. Στην περίπτωση ελαστικής ανάλυσης με q αν η μεταλλική κατασκευή είναι υφιστάμενη θα πρέπει να λυθεί με $q=2$ αν όμως είναι προσθήκη σε υφιστάμενο κτίριο σκυροδέματος τότε θα λυθεί με $q=1.5$ που είναι η πρόβλεψη του EN 1998-3:2005 για τα κτίρια σκυροδέματος και εφόσον το υφιστάμενο υπόκειται της προσθήκης.

Για την προσομοίωση του φορέα δεν υπάρχει διαφορά είτε πρόκειται περί υφιστάμενου μεταλλικού φορέα είτε περί προσθήκης. Σε περιπτώσεις προσθήκης μεταλλικού, αν εφαρμοστεί ελαστική ανάλυση δεν χρειάζεται να ληφθούν υπ όψη τα δευτερεύοντα στοιχεία. Υπάρχει μία διαφοροποίηση με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ [6] για τις περιπτώσεις ελαστικής ανάλυσης στο πότε λαμβάνονται υπ όψη ή όχι τα δευτερεύοντα στοιχεία

Η επιλογή της μεθόδου ανάλυσης ακολουθεί τον Ευρωκώδικα 8 Μ3 και όχι τον ΚΑΝ.ΕΠΕ. Οι μέθοδοι ανάλυσης που προβλέπονται είναι η γραμμική ελαστική ανάλυση στατική ή δυναμική, η προσέγγιση με το q, η μη γραμμική στατική και η μη γραμμική δυναμική με εν χρόνω ολοκλήρωση.

Η προκαταρκτική ελαστική ανάλυση που απαιτείται από τον ΚΑΝ.ΕΠΕ έχει εφαρμογή και στον Ευρωκώδικα 8 μέρος 3.

Οι προϋποθέσεις εφαρμογής της ισοδύναμης στατικής ελαστικής ανάλυσης και της δυναμικής ελαστικής έχουν διαφορά μεταξύ ΚΑΝ.ΕΠΕ και Ευρωκώδικα 8 Μέρος 3 [3]. Αν πρόκειται περί υφιστάμενου μεταλλικού τότε βρίσκει εφαρμογή ο Ευρωκώδικας 8 Μ3 και μόνο. Αν το μεταλλικό αποτελεί προσθήκη σε υφιστάμενο κτίριο σκυροδέματος, δεδομένου ότι για το σκυρόδεμα ισχύουν συμπληρωματικά οι κανόνες του ΚΑΝ.ΕΠΕ [6] τότε υπάρχουν πρόσθετοι περιορισμοί που θέτει ο ΚΑΝ.ΕΠΕ

5. Συμπεράσματα

Υπάρχουν διαφορές στην ανάλυση και τον σχεδιασμό μεταξύ των περιπτώσεων που ο μεταλλικός φορέας είναι το υφιστάμενο κτίριο ή που ο μεταλλικός φορέας είναι προσθήκη σε υφιστάμενο κτίριο από άλλο υλικό. Υπάρχει σημαντική ασάφεια όταν το μεταλλικό είναι υφιστάμενο ως προς τον καθορισμό της στάθμης επιτελεστικότητας. Στο κυρίως κείμενο του EN 1998-3:2005 δεν καθορίζεται ελάχιστη περίοδο επανάληψης. Η συμπληρωματικότητα του ΚΑΝ.ΕΠΕ και όχι η ολοκληρωτική εφαρμογή του εγείρει ερωτήματα ως προς την ισχύ της Παρ.1.2.1 για επιλογή επιτελεστικότητας σύμφωνα με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ. Πιστεύουμε ότι το ΦΕΚ 350 [5] πρέπει να συμπληρωθεί με καθορισμό ελάχιστης στάθμης επιτελεστικότητας. Η Εφαρμογή του ΦΕΚ 350 [5] για έλεγχο μεταλλικών προσθηκών σαν υφιστάμενα, έλεγχο μεταλλικών υφισταμένων σε περίπτωση αλλαγή χρήσης, σπουδαιότητας κλπ δημιουργεί ανάγκη καλύτερης ενημέρωσης των μηχανικών για το EN 1998-3:2005

6. Βιβλιογραφία

- [1] Αριθ. Δ11β/031/ΦΕΚ Β' 383/1996. Έγκριση Εθνικού Κειμένου Εφαρμογής του Ευρωκώδικα 3 (ENV 1993-1-1/1992) "Υπολογισμός κατασκευών από Χάλυβα Μέρος 1-1, Γενικοί Κανόνες και κανόνες για τα δομικά έργα"
- [2] Εγκύκλιος του ΥΠΕΧΩΔΕ/Γ.Γ.Δ.Ε. με αρ. πρ. Δ11β/91/20.12.95 με την οποία συνιστάται η χρήση των Ευρωκωδίκων για την μελέτη των κατασκευών των οποίων ο φέρων οργανισμός δεν είναι από Οπλισμένο.
- [3] Ευρωκώδικας 8: Αντισεισμικός σχεδιασμός των κατασκευών - Μέρος 3: Αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας κτιρίων και επεμβάσεις, ΕΛΟΤ EN 1998-3
- [4] Εθνικό Προσάρτημα στο ΕΛΟΤ EN 1998-3:2005 Ευρωκώδικας 8: Αντισεισμικός σχεδιασμός των κατασκευών - Μέρος 3: Αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας κτιρίων και επεμβάσεις, ΕΛΟΤ EN 1998-3:2005/ NA
- [5] Τροποποίηση κανονισμών που αφορούν σε ειδικές περιπτώσεις επεμβάσεων σε υπάρχοντα κτίρια, ΦΕΚ Β' 350/17-02-16
- [6] Αριθμ. Δ17α/239/1/ΦΝ 429.1 «Έγκριση του Κανονισμού Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) σε κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα (1η Αναθεώρηση)», ΦΕΚ Β'

2187/05-09-13

[7] ΕΛΣΤΑΤ, www.statistics.gr/statistics?

[8] ΕΛΣΤΑΤ,
www.statistics.gr/statistics?p_p_id=documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_VBZOni0vs5VJ&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=4&p_p_col_pos=2&documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_VBZOni0vs5VJ_javax.faces.resource=document&documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_VBZOni0vs5VJ_ln=downloadResources&documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_VBZOni0vs5VJ_documentID=195271&documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_VBZOni0vs5VJ_locale=el

Regulations for the Assessment of the Existing Load-Bearing Systems

Giorgos N. Vadaloukas

Civil Engineer U.P

3DR Engineering Software Ltd

Halandri, Greece

e-mail: georgev@3dr.eu

Konstantinos G. Vadaloukas

Civil Engineer NTUA

3DR Engineering Software Ltd

Halandri, Greece

e-mail: kostasv@3dr.eu

Abstract

In recent years, the sufficiency control of existing structures against earthquake has gain a great scientific and professional interest. In February 2016, FEK 350 was published in the Government Gazette, in Issue B, to replace EAK Annex E about additions to existing structures. FEK defines the regulatory framework of studies for additions and existing structures as well as for change of use, importance and load-bearing system, i.e. the seismic sufficiency of the load-bearing system. In this study, the methodology, the necessary works and the assumptions required for a study to be conducted in accordance with Eurocode 8 - Part 3 are presented. Emphasis is given when the addition is implemented by a steel load-bearing system. In this case, the load-bearing system is checked for basic and variable actions according to Eurocode 3, while for seismic actions with Eurocode 8 - Part 3 and KANEPE, which is applied in addition to the National Annex of Eurocode 8 - Part 3.