

«ΠΡΟΣΘΗΚΕΣ ΣΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΚΤΙΡΙΑ»

Ημερίδες

**Μέθοδοι στατικής ανάλυσης
υφιστάμενων κατασκευών**

Εισήγηση: Ε. Βουγιούκας

1. ΣΧΕΤΙΚΗ ΝΟΜΟΛΟΓΙΑ

1) Κτίρια στα οποία γίνεται προσθήκη

Αποτελεί την πιο συνηθισμένη περίπτωση έλεγχου της φέρουσας ικανότητας υφισταμένου κτιρίου.

1.1) Παλαιότερα, πριν την ισχύ του Π.Δ/τος 3/9/83 (ΦΕΚ 394/Δ/8-9-83) «Τρόπος έκδοσης οικοδομικών αδειών και έλεγχος ανεγειρόμενων οικοδομών», σύμφωνα με τον τότε τρόπο έκδοσης οικοδομικών αδειών καθώς και την Εγκύκλιο 4/1977 (Δικαιολογητικά για την έκδοση οικοδομικών αδειών) σε περίπτωση προσθηκών καθ' ύψος σε υπάρχουσες οικοδομές θα υποβάλλεται υπεύθυνη δήλωση αντοχής με υπογραφή από δύο Πολιτικούς Μηχανικούς που θα συνοδεύεται από έναν ξυλότυπο, στον οποίο θα φαίνεται η προσθήκη ορόφου με όλες τις διαστάσεις και στατικά στοιχεία κατασκευής (πάχη πλακών, διευθύνσεις οπλισμού, διατομές δοκών και υποστυλωμάτων, παραδοχές φορτίσεων κλπ.) και με υπογραφή από τους ίδιους Μηχανικούς. Σε περίπτωση μικτής κατασκευής η δήλωση αντοχής πρέπει να συνοδεύεται από ξυλοτύπους όλων των ορόφων που βρίσκονται κάτω από τις προσθήκες με όλες τις διαστάσεις του πάχους και του υλικού των τοίχων (οπτόπλινθοι πλήρεις και διάτρητοι λίθοι φυσικοί κλπ.).

Ήταν η γνωστή «δήλωση αντοχής υπάρχοντος», της οποίας έγινε χρήση για την έκδοση χιλιάδων οικοδομικών αδειών προσθήκης σε υφιστάμενα κτίρια, και η οποία στην ουσία αποτελούσε ένα μακροσκοπικό έλεγχο του υπάρχοντος με προφανή μειονεκτήματα (εξωτερικός οπτικός έλεγχος, απουσία μετρήσεων, έλλειψη μελέτης, κλπ.).

1.2) Με το παραπάνω Π.Δ. 3-9-83 και ειδικότερα την παράγραφο VI (Προδιαγραφές σύνταξης στατικών μελετών σε περίπτωση προσθήκης) και την Εγκύκλιο 98/1989 (αρ. πρωτ. 82070 22-12-1989) Υπουργού ΠΕΧΩΔΕ «Προδιαγραφές μελετών για έκδοση οικοδομικών αδειών» παράγραφος 4 (Προδιαγραφές σύνταξης στατικών μελετών σε περίπτωση προσθήκης, στην οποία παραπέμπει ο ισχύον τρόπος έκδοσης οικοδομικών αδειών» (Π.Δ. 8-7-1993 ΦΕΚ 795 Δ/13-7-93 άρθρο8, παράγραφος 1) καταργούνται οι δηλώσεις αντοχής και αντικαθίστανται με εκθέσεις αυτονίας υπάρχοντος, διακρίνοντας τρεις περιπτώσεις υφισταμένου κτιρίου, όπως:

-
- Σε περίπτωση που υπάρχει άδεια και μελέτη με πρόβλεψη προσθήκης:
πέραν της έκθεσης αυτοψίας, μεταξύ των άλλων, απαιτείται υπολογισμός όλων των στοιχείων που επηρεάζονται από την προσθήκη και δεν καλύπτονται από την πρόβλεψη.
 - Σε περίπτωση που υπάρχει άδεια και μελέτη χωρίς πρόβλεψη:
πέραν της έκθεσης αυτοψίας, μεταξύ των άλλων, απαιτείται υπολογισμός όλων των στοιχείων που επηρεάζονται από την προσθήκη και όλων άλλων ο μελετητής κρίνει απαραίτητα και αντισεισμικό έλεγχο προσθήκης και υπάρχοντος για την εκτίμηση της πιθανολογούμενης αντοχής.
 - Σε περίπτωση που δεν υπάρχει άδεια ούτε μελέτη:
πέραν της έκθεσης αυτοψίας, μεταξύ των άλλων, απαιτείται στατικός και αντισεισμικός υπολογισμός της υπάρχουσας κατασκευής.

1.3) Σχετική είναι η Εγκύκλιος 2/1985 (αρ. πρωτ. 971/8/10-1-1985) Γεν. Γραμ. ΥΠΕΧΩΔΕ με θέμα «Έλεγχος, σύνταξη και παρουσίαση Στατικών μελετών», που διευκρινίζει ορισμένα εδάφια του ΠΔ 3-9-83 μεταξύ των οποίων περιπτώσεις προσθηκών και θέματα υπογραφής της έκθεσης αυτοψίας του υπάρχοντος κτιρίου.

1.4) Παράλληλα με αφορμή το σεισμό του 1981 στις Αλκυονίδες νήσους, είχε ξεκινήσει προσπάθεια τροποποίησης και συμπλήρωσης του Αντισεισμικού Κανονισμού του 1959, η οποία ολοκληρώθηκε με την απόφαση ΕΔ2α/01/44/ΦΝ275/84 (ΦΕΚ 293/Β/16-4-84 Υπουργείο Δημοσίων Έργων). Επίσης εκδόθηκε η απόφαση ΕΔ2γ/01/94/ΦΝ275/30-9-85 (ΦΕΚ 587 Β) «Αντικατάσταση άρθρου 12 του ΒΔ της 19/26-2-1959 «Περί Αντισεισμικού Κανονισμού οικοδομικών έργων», η οποία αναφέρεται στις προσθήκες και στον έλεγχο του υφιστάμενου κτιρίου.

Ειδικότερα με αυτή για προσθήκες που είναι στατικά ανεξάρτητες από το υφιστάμενο κτίριο δεν απαιτείται έλεγχος του κτιρίου αυτού, ενώ για προσθήκες που δεν είναι στατικά ανεξάρτητες από το υφιστάμενο επιβάλλεται ο έλεγχος του υφιστάμενου κτιρίου κατά περίπτωση (ανάλογα με τη σπουδαιότητα αυτού) και με ορισμένους όρους και προϋποθέσεις.

1.5) Μετά την απόφαση ΥΠΕΧΩΔΕ με αρ. πρωτ. Δ17α/ 08/32/ΦΝ275/30-9-1992 (ΦΕΚ 613/Β) «Νέος Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός» ίσχυσε για τις προσθήκες το παράρτημα Ε αυτού, που εγκρίθηκε με την Απόφαση ΥΠΕΧΩΔΕ με αρ. πρωτ. Δ17α/01/49/ΦΝ275/3-7-1995 (ΦΕΚ 588/Β) «Ειδικοί κανόνες για προσθήκες σε υφιστάμενα κτίρια», σύμφωνα με την οποία σε περιπτώσεις προσθηκών που δεν είναι στατικά ανεξάρτητες από το υφιστάμενο κτίριο επιβάλλεται έλεγχος αυτού. Επίσης γίνεται κατάταξη των κτιρίων σε κατηγορίες ανάλογα με το πώς έχει κατασκευαστεί ο φέρων οργανισμός τους και

αναφέρονται περιπτώσεις εξαιρέσεως από την απαίτηση ελέγχου του υφιστάμενου κτιρίου με τον ΝΕΑΚ υπό ορισμένους όρους και προϋποθέσεις.

- 1.6) Σήμερα μετά την απόφαση ΥΠΕΧΩΔΕ με αρ. πρωτ. Δ17α/141/3/ΦΝ275/15-12-1999 (ΦΕΚ 2184 Β/20-12-1999) «Έγκριση Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού» (ΕΑΚ 2000) ισχύει το αντίστοιχο παράρτημα Ε αυτού «Ειδικοί κανόνες για προσθήκες σε υφιστάμενα κτίρια», το οποίο διαφέρει από το αντίστοιχο παράρτημα Ε του ΝΕΑΚ μόνο στις περιπτώσεις εξαιρέσεων ελέγχου του υφιστάμενου κτιρίου με τον ΕΑΚ, στις οποίες με το ισχύον παράρτημα Ε απαιτείται η σύμφωνη έγγραφη αποδοχή τους από τους ιδιοκτήτες του κτιρίου.

Συμπερασματικά στις περιπτώσεις προσθηκών, για τον έλεγχο του υφιστάμενου κτιρίου ισχύει το Παράρτημα Ε του ΕΑΚ 2000. οι Προδιαγραφές σύνταξης στατικών μελετών σε περίπτωση προσθήκης του ισχύοντος Π.Δ/τος «περί τρόπου εκδόσεως οικοδομικών αδειών» και η Εγκύκλιος 2/1985 για τα θέματα υπογραφής της έκθεσης αυτοψίας

IV. ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ

1. Γενικά

1.1) Για τις επεμβάσεις (ενισχύσεις) σε υφιστάμενα κτίρια, όπου απαιτείται να γίνουν βάσει των αποτελεσμάτων του ελέγχου του υπάρχοντος κτιρίου, εφαρμόζεται η απόφαση Υπουργού ΠΕΧΩΔΕ με αρ. πρωτ. 86845/302γ/16-10-1999 (ΦΕΚ 2036/Β/18-11-1999) με θέμα: "Ενίσχυση υφισταμένων κτιρίων".

Σύμφωνα με αυτή στα υπάρχοντα κτίρια, όταν από το στατικό-αντισεισμικό έλεγχο προκύπτει ότι η φέρουσα κατασκευή δεν παραλαμβάνει με την απαιτούμενη ασφάλεια τα φορτία των ορόφων που υπάρχουν ή αυτών που πρόκειται να προστεθούν, επιτρέπεται η ενίσχυση αυτής με οποιαδήποτε τεχνικά πρόσφορη επέμβαση στα υπάρχοντα φέροντα στοιχεία ή και με την προσθήκη νέων στοιχείων ενίσχυσης (τοιχώματα, υποστυλώματα, δοκοί, πλάκες κλπ).

Στη συνέχεια για τα στοιχεία ενίσχυσης (οριζόντια και κατακόρυφα), που είναι δυνατό να κατασκευάζονται και έξω από το περίγραμμα της κάτοψης του υφισταμένου κτιρίου τίθενται ορισμένοι περιορισμοί, π.χ. μεταξύ των άλλων, όταν η οικοδομική γραμμή συμπίπτει με τη ρυμοτομική, τα κατακόρυφα στοιχεία δεν επιτρέπεται να εξέχουν απ' αυτή. Κατ' εξαίρεση όταν το υφιστάμενο κτίριο βρίσκεται σε σεισμόπληκτη περιοχή, στη περίπτωση αυτή, τα κατακόρυφα και οριζόντια στοιχεία ενίσχυσης είναι δυνατό να προεξέχουν μέχρι 0,25μ έξω από την οικοδομική γραμμή.

Επίσης με την απόφαση αυτή καταργήθηκαν προγενέστερες συναφείς αποφάσεις για ενίσχυση υφισταμένων οικοδομών.

1.2) Οι νέες κατασκευές-επεμβάσεις που γίνονται για την ενίσχυση του υφισταμένου κτιρίου μελετώνται και κατασκευάζονται σύμφωνα με τους Κανονισμούς που ισχύουν κατά την ημερομηνία έκδοσης της σχετικής οικοδομικής άδειας για την επέμβαση, όπως αναφέρεται και στην παρ.4γ της εγκυκλίου 3/1996.

2. Ειδικές περιπτώσεις

2.1) Κτίρια στα οποία γίνεται προσθήκη

2.1.1. Σύμφωνα με την παρ.2 του άρθρου 23 του ισχύοντος ΓΟΚ, στα νομίμως υφιστάμενα κτίρια στα οποία γίνεται προσθήκη καθ' ύψος, που εκτείνεται και στο μη οικοδομήσιμο με τις ισχύουσες πολεοδομικές διατάξεις τμήμα του οικοπέδου, δεν επιτρέπεται να αντικατάσταση της παλαιάς φέρουσας κατασκευής με νέα. Στο τμήμα αυτό επιτρέπεται μόνο η ενίσχυση ή συμπλήρωση της φέρουσας κατασκευής. Εννοείται ότι η συμπλήρωση θα γίνεται για

4

μεμονωμένα στοιχεία της φέρουσας κατασκευής του κτιρίου (π.χ. υποστυλώματα, δοκοί κλπ) και δεν θα αφορά το μεγαλύτερο μέρος της φέρουσας κατασκευής.

Σχετική είναι η εγκύκλιος 40/1997 (αρ. πρωτ. ΔΟΚΚ 57621/24-9-1997) με θέμα: "Προσθήκη καθ' ύψος σε υφιστάμενα κτίρια σύμφωνα με το άρθρο 23 του ΓΟΚ/85".

2.2.2. Επίσης σημειώνεται ότι, σύμφωνα με την παραπάνω διάταξη του ΓΟΚ στα νομίμως υφιστάμενα κτίρια επιτρέπονται οι επισκευές για λόγους υγιεινής και χρήσης.

2.2) Κτίρια με φέρουσα κατασκευή τοιχοποιία

Για την ενίσχυση κτιρίων με φέρουσα κατασκευή από τοιχοποιία εφαρμόζονται τα αναφερόμενα στην εγκύκλιο 29/1997 (αρ. πρωτ. ΔΟΚΚ 54466/167γ/11-7-1997) με θέμα : "Ενίσχυση τοιχοποιιών".

Σύμφωνα με την εγκύκλιο αυτή οι διάφορες περιπτώσεις ενίσχυσης φέρουσας τοιχοποιίας όπως νέα εφαρμογή του άρθρου 23 του ισχύοντος ΓΟΚ, συντήρηση και ενίσχυση νομίμως υφισταμένων κτιρίων κλπ. εφαρμόζονται οι διατάξεις του Εθνικού Κειμένου Εφαρμογής Ευρωκώδικα 6, όπως εγκρίθηκε με την απόφαση Δ11β/049/21-8-1996 (ΦΕΚ 808/Β/3-9-96) καθώς και σχετικό βοήθημα που συνιστά την εφαρμογή του, εν η λόγω απόφαση και το οποίο περιλαμβάνει ειδικές διατάξεις για κτίρια από τοιχοποιία σε σειсмоγενείς περιοχές.

Επίσης για θέματα που δεν καλύπτονται από το παραπάνω ΕΚΕΦ του Ευρωκώδικα 6, εφαρμόζεται η εγκύκλιος του ΥΠΕΧΩΔΕ/ΓΓΔΕ με αρ. πρωτ. Δ11β/91/20-12-95 με την οποία συνιστάται η χρήση των Ευρωκωδίκων για τη μελέτη κατασκευών των οποίων ο φέρων οργανισμός δεν είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Τέλος σύμφωνα με την παραπάνω εγκύκλιο 29/1997 είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν και άλλα σχετικά βοηθήματα που έχουν εκδοθεί από το ΥΠΕΧΩΔΕ ή άλλους αρμόδιους φορείς, αρκεί α έχουν προσαρμοστεί στους ισχύοντες σήμερα δομικούς κανονισμούς (ΕΑΚ, ΕΚΩΣ, Ευρωκωδίκες).

2.3) Κτίρια επικίνδυνα από στατική και δομική άποψη, διατηρητέα κτίρια, νομιμοποιημένα αυθαίρετα κτίρια

- α) Σύμφωνα με το β' εδάφιο της παρ.3 του άρθρου 4 του ΠΔ/τος "Περί επικινδύνων οικοδομών" οι υποδεικνύόμενες εργασίες (αποτροπής του κινδύνου) πρέπει να επιτρέπονται υπό των κείμενων διατάξεων (π.χ. περιπτώσεις μη επισκευής, αλλά κατεδάφισης επισκευασίμου μεν αλλά ρυμοτομούμενου τμήματος κτιρίου) ή του οικοδομικού κανονισμού. Επομένως σε τελειοδικά κριθέντα επικίνδυνα κτίρια από άποψη στατική και δομική, οι επιβαλλόμενες εργασίες άρσης του κινδύνου (π.χ. ενισχύσεις, επισκευές κλπ) πρέπει να πληρούν τις πολεοδομικές διατάξεις. Για τις εργασίες αυτές απαιτείται να εκδοθεί σχετική

οικοδομική άδεια. μετά την τροποποίηση του άρθρου 22 του ΓΟΚ/85 με το Ν.2381/2000. Άδεια δεν απαιτείται μόνο για την κατεδάφιση επικινδύνως ετοιμορρόπων κτιρίων κατά το άρθρο 7 του σχετικού ΠΔ/τος και για την εφαρμογή των μέτρων ασφαλείας που καθορίζονται από την πολεοδομική υπηρεσία.

- β) Ομοίως για τα νομιμοποιούμενα αυθαίρετα οι προτεινόμενες επεμβάσεις, αν απαιτούνται, πρέπει να πληρούν τις ισχύουσες πολεοδομικές διατάξεις. Για τις εργασίες αυτές θα εκδοθεί σχετική οικοδομική άδεια, σύμφωνα με το άρθρο 22 του ΓΟΚ/85 ή μπορεί να περιλαμβάνονται στην άδεια νομιμοποίησης των αυθαιρέτων.
- γ) Τέλος τα ίδια ισχύουν και για την περίπτωση διατηρητέων κτιρίων, πλην όμως οι εργασίες ενίσχυσης πρέπει να πληρούν και τις ειδικές διατάξεις που καθορίζουν την κατάταξή τους σαν διατηρητέων. Επίσης είναι δυνατό να καθορίζονται ειδικοί όροι ενίσχυσής τους, με απόφαση Υπουργού, όπως προβλέπεται στην παρ.2 του άρθρου 4 του ισχύοντος ΓΟΚ (σχετική η εγκύκλιος 40/1997, παρ. 3ii).

2.4) Κτίρια με Pilotis

Για την ενίσχυση κτιρίων με Pilotis εφαρμόζεται η εγκύκλιος 14/2000 (αρ. πρωτ. ΔΟΚΚ 81627 146γ 8-3-2000) με θέμα "Ενίσχυση υπαρχόντων κτιρίων με Pilotis".

Μεταξύ των άλλων στην εν λόγω εγκύκλιο αναφέρεται ότι στις περιπτώσεις των κτιρίων με Pilotis προσφέρονται για ενίσχυση οι διατάξεις που αφορούν την κατάλληλη διαμόρφωση μικτού συστήματος από πλαίσια και τοιχώματα, ειδικά όπως περιγράφονται στην παρ.4.1.4.2.β του Ε.ΑΚ-2000 και αναφέρεται στα σχόλια της παρ.Σ.4.1.7.1. του Ε.ΑΚ-2000.

Επίσης επισημαίνεται στην εγκύκλιο ότι σε κάθε επέμβαση στα φέροντα ή μη στοιχεία της Pilotis, πρέπει να τηρούνται όλες οι πολεοδομικές, κτιριοδομικές και δομικές διατάξεις που αφορούν τις Pilotis εφόσον πρέπει να παραμείνουν pilotis.

2. ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΠΡΟΣΧΕΔΙΟΥ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

ΠΡΟΣΧΕΔΙΟ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.

ΒΑΣΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΣΤΑΘΜΕΣ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Στη στάθμη επιτελεστικότητας (Α) – «Σχεδόν πλήρης λειτουργικότητα», ο φέρων οργανισμός (και ο οργανισμός των τοιχοπληρώσεων) αναμένεται να έχει οιονεί – ελαστική συμπεριφορά και να μη αναπτύξει μετελαστικές παραμορφώσεις (σχεδόν σε κανένα δομικό στοιχείο).

Στη στάθμη επιτελεστικότητας (Β) – «Προστασία ζωής και περιουσίας ενοίκων», ο φέρων οργανισμός επιτρέπεται να αναπτύξει σημαντικές μετελαστικές παραμορφώσεις, αλλά πρέπει να διαθέτει επαρκή και αξιόπιστα περιθώρια έναντι ενδεχόμενης εξάντλησης των διαθέσιμων παραμορφώσεων αστοχίας.

Στη στάθμη επιτελεστικότητας (Γ) – «Οιονεί - κατάρρευση», ο φέρων οργανισμός αναπτύσσει μεγάλες μετελαστικές παραμορφώσεις και επιτρέπεται να φθάσει ακόμη και σε εξάντληση των διαθέσιμων παραμορφώσεων αστοχίας, βεβαίως χωρίς να καταρρεύσει υπό τα φορτία βαρύτητας.

ΠΡΟΣΧΕΔΙΟ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΜΒΑΣΗ

Γενικές αρχές

Για τον προσδιορισμό των εντατικών μεγεθών και των παραμορφώσεων του κτιρίου απαιτείται η ανάλυσή του για το συνδυασμό που περιλαμβάνει τη σεισμική δράση η οποία επιλέχθηκε για την αποτίμηση ή τον ανασχεδιασμό. Με βάση τα εντατικά μεγέθη και τις παραμορφώσεις που προκύπτουν από την ανάλυση με μία από τις συνιστώμενες μεθόδους, γίνονται οι αντίστοιχοι έλεγχοι των κριτηρίων επιτελεστικότητας.

Μέθοδοι ανάλυσης

Οι μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιούνται για την ανάλυση είναι:

- Ελαστική (ισοδύναμη) στατική ανάλυση με καθολικούς (q) ή τοπικούς (m) δείκτες συμπεριφοράς
- Ελαστική δυναμική ανάλυση με καθολικούς (q) ή τοπικούς (m) δείκτες συμπεριφοράς
- Ανελαστική στατική ανάλυση
- Ανελαστική δυναμική ανάλυση (ανάλυση χρονοϊστορίας)

Κύρια και δευτερεύοντα στοιχεία

Οι επιμέρους φορείς του φέροντος οργανισμού ενός κτιρίου, καθώς και τα μεμονωμένα δομικά στοιχεία (μέλη) που επηρεάζουν τη δυσκαμψία και την κατανομή της έντασης στο κτίριο, ή που φορτίζονται λόγω των πλευρικών μετακινήσεων του κτιρίου, μπορεί κατά την αποτίμηση ή τον ανασχεδιασμό να διακρίνονται σε «κύρια» (ή «πρωτεύοντα») και «δευτερεύοντα». Ως κύρια εν γένει θα χαρακτηρίζονται τα στοιχεία ή οι επιμέρους φορείς που συμβάλλουν στην αντίσταση και ευστάθεια του κτιρίου υπό σεισμικά φορτία. Τα υπόλοιπα στοιχεία ή επιμέρους φορείς θα χαρακτηρίζονται ως δευτερεύοντα.

ΠΡΟΣΧΕΔΙΟ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

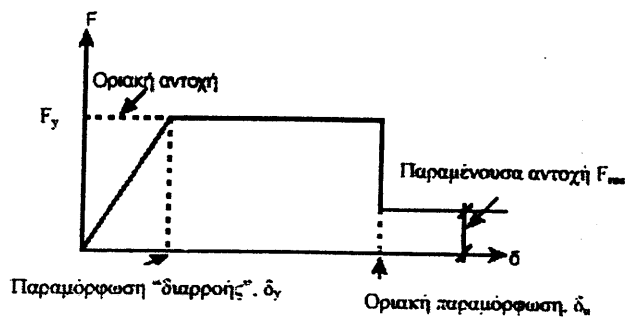
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Στο Κεφάλαιο περιλαμβάνονται:

- α) Ποσοτική περιγραφή της συμπεριφοράς δομικών στοιχείων την οποίαν προϋποθέτουν οι διάφορες μέθοδοι ανάλυσης
- β) Προσομοιώματα για τον υπολογισμό της “ικανότητας” δομικών στοιχείων χωρίς βλάβες ή βλαμμένων. Η ικανότητα αυτή εκφράζεται σε όρους εντατικών μεγεθών ή παραμορφώσεων.

Ορισμοί – Βασικά χαρακτηριστικά μηχανικής συμπεριφοράς δομικών στοιχείων

Καμπύλη εντατικού μεγέθους-παραμόρφωσης “F-δ”



Η αντίσταση διαρροής F_y μπορεί να ληφθεί ίση με την οριακή αντίσταση για τον κρίσιμο τρόπο αστοχίας.

Οριακή παραμόρφωση, δ_u

Παραμένουσα αντοχή F_{res}

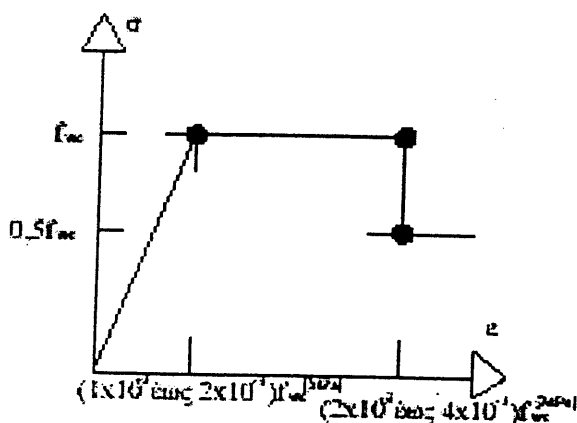
Παραμόρφωση “διαρροής”, δ_y

Προσδιορισμός συμπεριφοράς (αντίσταση, δυσκαμψία και ικανότητα παραμόρφωσης) υφισταμένων στοιχείων χωρίς βλάβες ή νέων στοιχείων

- Εντατικό μέγεθος αντίστασης διαρροής ή αστοχίας στοιχείου
- Η αντίσταση διαρροής F_y μπορεί να λαμβάνεται ίση με την οριακή αντοχή (για το οπλισμένο σκυρόδεμα, όπως αυτή υπολογίζεται κατά τις διατάξεις του ΕΚΟΣ 2000), με χρήση όμως των μέσων τιμών της αντοχής των υλικών, *αντί των τιμών σχεδιασμού*,
- Παραμόρφωση Διαρροής στοιχείου
- Παραμορφώσεις Αστοχίας στοιχείων ΟΣ
- Παραμορφώσεις κατά την αστοχία από κάμψη
 - α) Καμπυλότητα διατομής ΟΣ κατά την αστοχία
 - β) Πλαστική γωνία στροφής και γωνία στροφής χορδής
- Παραμόρφωση κατά την αστοχία από τέμνουσα
- Διατμητική αντοχή κόμβων

‘Αοπλες Τοιχοπληρώσεις

Η συμπεριφορά της θλιβόμενης διαγωνίου περιγράφεται από κατάλληλο διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων, λαμβάνοντας υπόψη και την επιρροή της ανακύκλισης.



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

- Α. ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ Ο.Σ. ΣΤΗ ΔΙΑΡΡΟΗ
- Β. ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ Ο.Σ. ΣΤΗΝ ΑΣΤΟΧΙΑ
- Γ. ΓΩΝΙΑΣ ΣΤΡΟΦΗΣ ΧΟΡΔΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ Ο.Σ. ΣΤΗΝ ΑΣΤΟΧΙΑ
- Δ. ΜΕΙΩΣΗΣ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΛΟΓΩ ΑΝΑΚΥΚΛΙΣΗΣ
ΜΕΤΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ
- Ε. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ q
ΓΙΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΠΛΑΙΣΙΑ

(Κατά το εκπονούμενο προσχέδιο του ελληνικού κανονισμού
επεμβάσεων σε υφιστάμενα μέλη από ΟΣ)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α
ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΡΡΟΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΟΣ

Αν η διαρροή διατομής οφείλεται σε διαρροή του εφελκυσμένου σπλισμού, τότε:

$$(1/r)_y = \frac{f_y}{E_s(1 - \xi_y)d} \quad (\text{A.1})$$

Αν η διαρροή διατομής οφείλεται σε μή-γραμμικότητα του θλιβόμενου σκυροδέματος (για παραμόρφωση ακραίας θλιβόμενης ίνας πέραν του $\epsilon_c \approx 1.8f_c/E_c$), τότε:

$$(1/r)_y = \frac{\epsilon_c}{\xi_y d} \approx \frac{1.8f_c}{E_c \xi_y d} \quad (\text{A.2})$$

Λαμβάνεται η μικρότερη των τιμών $(1/r)_y$ από τις εξ. (A.1), (A.2).

Το ύψος της θλιβόμενης ζώνης στη διαρροή, ξ_y , ανηγμένο στο στατικό ύψος d , είναι:

$$\xi_y = (\alpha^2 A^2 + 2\alpha B)^{1/2} - \alpha A \quad (\text{A.3})$$

όπου $\alpha = E_s/E_c$ και τα A, B προσδιορίζονται από τις κατωτέρω εξ. (A.4) ή (A.5), εάν η διαρροή ελέγχεται από τον εφελκυσμένο σπλισμό ή από το θλιβόμενο σκυρόδεμα αντίστοιχα:

I. Διαρροή λόγω χέλιβλα:

$$A = \rho + \rho' + \rho_v + \frac{N}{bdf_y}, \quad (\text{A.4})$$

$$B = \rho + \rho'\delta' + 0.5\rho_v(1 + \delta') + \frac{N}{bdf_y}$$

II. Διαρροή λόγω σκυροδέματος:

$$A = \rho + \rho' + \rho_v - \frac{N}{\epsilon_c E_s b d} \approx \rho + \rho' + \rho_v - \frac{N}{1.8\alpha bdf_c}$$

$$B = \rho + \rho'\delta' + 0.5\rho_v(1 + \delta') \quad (\text{A.5})$$

Στις Εξ. (A.4) και (A.5), ρ , ρ' και ρ_v είναι τα ποσοστά του εφελκυσμένου, του θλιβόμενου και του μεταξύ τους κατανεμημένου σπλισμού (ανηγμένα στο bd), $\delta' = d'/d$, όπου d' η απόσταση από το κέντρο του θλιβόμενου σπλισμού μέχρι την ακραία θλιβόμενη ίνα σκυροδέματος, b το πλάτος της θλιβόμενης

ζώνης και Ν το αξονικό φορτίο (θετικό σε θλίψη).

Με δεδομένη την καμπυλότητα στη διαρροή, η αντίστοιχη ροπή M_y προκύπτει ως:

$$\frac{M_y}{bd^3} = (1/r)_y \left\{ E_c \frac{\xi_y}{2} \left(0.5(1+\delta') - \frac{\xi_y}{3} \right) + \left[(1-\xi_y)\rho + (\xi_y - \delta')\rho + \frac{\rho_y}{6} (1-\delta') \right] \cdot (1-\delta') \frac{E_s}{2} \right\} \quad (\text{Α.6})$$

Αντί των Εξ. (Α.1)-(Α.5) μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι ημι-εμπειρικές σχέσεις:

$$(1/r)_y = 2.05 f_y / E_s h$$

ή

$$(\text{Α.7α})$$

$$(1/r)_y = 1.9 f_y / E_s d$$

$$(\text{Α.7β})$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β
ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΟΣ ΣΤΗΝ ΑΣΤΟΧΙΑ

Για αστοχία πριν απ' την αποφλοίωση, η καμπυλότητα αστοχίας λόγω θραύσης του εφελκυσμένου χάλυβα είναι:

$$(1/r)_{su} = \frac{\epsilon_{su}}{(1-\xi_{su})d} \quad (\Sigma.3)$$

ενώ λόγω αστοχίας του σκυροδέματος σε θλίψη είναι:

$$(1/r)_{cu} = \frac{\epsilon_{cu}}{\xi_{cu}d} \quad (\Sigma.4)$$

όπου ξ_{su} και ξ_{cu} είναι το ανηγμένο στο d ύψος της ολιβόμενης ζώνης κατά την αστοχία του χάλυβα και του σκυροδέματος, αντίστοιχα, ϵ_{su} η ομοιόμορφη μήκωση αστοχίας του εφελκυσμένου οπλισμού και ϵ_{cu} η βράχυνση αστοχίας της ακραίας ολιβόμενης ίνας σκυροδέματος.

α) Ο χάλυβας αστοχεί πριν απ' την αστοχία της ολιβόμενης ζώνης εάν η τιμή του ξ_{su} :

$$\xi_{su} = \frac{(1-\delta') \left(\frac{N}{bdf_c} + \frac{\rho f_t}{f_c} - \omega' + \frac{\epsilon_{co}}{3\epsilon_{su}} \right) + \left(\frac{1+\delta'}{2} \right) \frac{\rho_v (f_y + f_t)}{f_c}}{(1-\delta') \left(1 + \frac{\epsilon_{co}}{3\epsilon_{su}} \right) + \frac{\rho_v (f_y + f_t)}{f_c}} \quad (\Gamma.1)$$

είναι μικρότερη από $\epsilon_{su}/(\epsilon_{cu} + \epsilon_{su})$. Τοίτο μεταφράζεται στη συνθήκη:

$$\frac{N}{bdf_c} < \frac{\epsilon_{cu} - \epsilon_{co}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_{su}} + \omega' - \frac{\rho f_t}{f_c} - \frac{\rho_v (f_y + f_t)}{f_c} \frac{\epsilon_{su} (1 + \delta') - \epsilon_{cu} (1 - \delta')}{(1 - \delta') (\epsilon_{su} + \epsilon_{cu})} \quad (\Gamma.2)$$

Στις εξ. (Γ.1), (Γ.2) ϵ_{co} είναι η βράχυνση σκυροδέματος στην οριακή αντοχή ($\epsilon_{co} \approx 0.002$) και ϵ_{cu} η βράχυνση αστοχίας του ($\epsilon_{cu} = 0.0035$ για απερίσφιγτο σκυρόδεμα), ενώ f_t είναι η εφελκυστική αντοχή του χάλυβα.

Εάν ικανοποιείται η Εξ. (Γ.2), αστοχία της διατομής συμβαίνει όταν $(1/r)_u = (1/r)_{su}$ κατά την Εξ. (Σ.3).

β) Εάν η Εξ. (Γ.2) δεν ικανοποιείται, θα συμβεί αποφλοίωση και προσωρινή πτώση της καμπτικής αντίστασης της διατομής. Τότε χρειάζεται να υπολογιστεί, αφενός μεν η η ροπή αντοχής, M_{Re} , της πλήρους και απερίσφιγτης διατομής, αφετέρου δε η ροπή αντοχής του περισφιγμένου πυρήνα, M_{Re} . Η M_{Re} υπολογίζεται με βάση την αντοχή, f_{cc} , και την παραμόρφωση, ϵ_{cc} , του περισφιγμένου σκυροδέματος και τις διαστάσεις πλάτους, b_c ,

στατικού ύψους d_c , και στατικού ύψους d_c' του ολιβόμενου οπλισμού στον περισφιγμένο πυρήνα.. Επιπλέον υπολογίζεται και η ροπή αντοχής της πλήρους και απερίσφικτης διατομής.

(i) Εάν

$$M_{Re} < 0.8 M_{Ro}$$

ως αστοχία της διατομής χαρακτηρίζεται η εξάντληση της βράχυνσης αστοχίας, ϵ_{cu} , του απερίσφικτου σκυροδέματος της επικάλυψης και η καμπυλότητα αστοχίας υπολογίζεται με την Εξ. (Σ.4), με τιμή του ξ_{cu} η οποία υπολογίζεται από τις πιο κάτω Εξ. (Γ.4)- (Γ.7). Η εξάντληση της βράχυνσης αστοχίας, ϵ_{cu} , του απερίσφικτου σκυροδέματος της επικάλυψης θα συμβεί με διαρροή του εφελκυσμένου οπλισμού, εφόσον $\xi < \xi_{cu} / (\epsilon_{cu} + \epsilon_y)$, δηλ. εάν:

(Γ.3)

$$\frac{\epsilon_{cu} - \frac{\epsilon_{co}}{3}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_{su}} + \omega' - \frac{\rho_f}{f_c} - \frac{\rho_v(f_y + f_t)}{f_c} \frac{\epsilon_{su}(1 + \delta') - \epsilon_{cu}(1 - \delta')}{(1 - \delta')(\epsilon_{su} + \epsilon_{cu})} < \frac{N_1}{bdf_c} \leq \omega' - \omega - \frac{\delta'}{1 - \delta'} \frac{\rho_v f_y}{f_c} + \frac{\left(\epsilon_{cu} - \frac{\epsilon_{co}}{3} \right) + (\epsilon_{cu} - \epsilon_y) \frac{\rho_v f_y}{(1 - \delta') f_c}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_y} \quad (\Gamma.4)$$

Εάν ικανοποιείται η Εξ. (Γ.4), το ξ_{cu} που θα χρησιμοποιηθεί στην Εξ. (Σ.4) ισούται με:

$$\xi_{cu} = \frac{(1 - \delta') \left(\frac{N}{bdf_c} + \omega - \omega' \right) + (1 + \delta') \frac{\rho_v f_y}{f_c}}{(1 - \delta') \left(1 - \frac{\epsilon_{co}}{3\epsilon_{cu}} \right) + 2 \frac{\rho_v f_y}{f_c}} \quad (\Gamma.5)$$

Εάν δεν ικανοποιείται η Εξ. (Γ.4), και συγκεκριμένα αν είναι:

$$\omega' - \omega - \frac{\delta'}{1 - \delta'} \frac{\rho_v f_y}{f_c} + \frac{\left(\epsilon_{cu} - \frac{\epsilon_{co}}{3} \right) + (\epsilon_{cu} - \epsilon_y) \frac{\rho_v f_y}{(1 - \delta') f_c}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_y} \leq \frac{N}{bdf_c} \quad (\Gamma.6)$$

το ξ_{cu} βρίσκεται ως η θετική ρίζα της εξίσωσης:

$$\left[1 - \frac{\epsilon_{co}}{3\epsilon_{cu}} - \frac{\rho_v f_y}{2(1 - \delta') f_c} \frac{(\epsilon_{cu} - \epsilon_y)^2}{\epsilon_{cu} \epsilon_y} \right] \xi_{cu}^2 + \left[\omega' + \omega \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_y} - \frac{N}{bdf_c} + \frac{\rho_v f_y}{(1 - \delta') f_c} \left(\frac{\epsilon_{cu} - \delta'}{\epsilon_y} \right) \right] \xi_{cu} - \left[\omega + \frac{\rho_v f_y}{2(1 - \delta') f_c} \right] \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_y} = 0 \quad (\Gamma.7)$$

(ii) Εάν

$$M_{Re} > 0.8 M_{Ro}$$

(Γ.8)

η αστοχία της διατομής αφορά στον περισφιγμένο πυρήνα. Η αστοχία αυτή μπορεί να συμβεί είτε με εξάντληση της ομοιόμορφης μήκυνσης αστοχίας του εφελκυσμένου οπλισμού, οπότε η καμπυλότητα αστοχίας υπολογίζεται με εφαρμογή των Εξ. (Σ.3), (Γ.1), (Γ.2) για τον περισφιγμένο πυρήνα (με βάση την αντοχή, f_{ec} , και την παραμόρφωση, ϵ_{ec} , του περισφιγμένου σκυροδέματος και τις διαστάσεις b_c , d_c , d_c' του περισφιγμένου πυρήνα), είτε με εξάντληση της βράχυνσης αστοχίας του, $\epsilon_{cu,e}$, του περισφιγμένου σκυροδέματος, και η καμπυλότητα αστοχίας υπολογίζεται με εφαρμογή των Εξ. (Σ.4), (Γ.4)-(Γ.7) για τον περισφιγμένο πυρήνα (με βάση την αντοχή, f_{ec} , και τις παραμορφώσεις, ϵ_{ec} και $\epsilon_{cu,e}$, του περισφιγμένου σκυροδέματος και τις διαστάσεις b_c , d_c , d_c' του περισφιγμένου πυρήνα).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ
ΠΙΝΑΚΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΓΩΝΙΑΣ ΣΤΡΟΦΗΣ ΧΟΡΔΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΣΤΟΧΙΑ, ΚΑΙ ΠΛΑΣΤΙΚΗΣ ΓΩΝΙΑΣ ΣΤΡΟΦΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΣΤΟΧΙΑ

Οι Πίνακες αφορούν ανακυκλιζόμενη φέρτιση και στοιχία με κατασκευαστικές λεπτομέρειες για αντισεισμικότητα. Σε στοιχία χωρίς αντισεισμικές κατασκευαστικές λεπτομέρειες τίθεται $\omega_w = 0$ αν οι συνδετήρες δεν είναι κλειστοί προς τα μέσα. Επi πλέον οι τιμές των πινάκων για τη μέση τιμή γωνίας στροφής χορδής στην αστοχία, θ_u , χρειάζεται να πολλαπλασιασθούν επί 0.85, ενώ αυτές των πινάκων για τη μέση τιμή πλαστικής γωνίας στροφής στην αστοχία, θ_u^p , χρειάζεται να πολλαπλασιασθούν επί 0.82.

1) Γωνία στροφής χορδής κατά την αστοχία

$f_c \omega' / (\omega + \omega_w)$ (MPa)		Μέση τιμή γωνίας στροφής χορδής στην αστοχία, θ_u (%) - Δοκοί & Υποστυλώματα											
		5	10	15	20	25	30	35	40				
M/Vh = L _s /h													
1		2,3	2,6	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3				
2		3,0	3,4	3,7	3,9	4,0	4,2	4,3	4,4				
3		3,6	4,0	4,3	4,5	4,7	4,9	5,0	5,1				
4		4,0	4,5	4,9	5,1	5,3	5,5	5,6	5,8				
5		4,4	4,9	5,3	5,6	5,8	6,0	6,2	6,3				
6		4,7	5,3	5,7	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8				
$f_c \omega' / (\omega + \omega_w)$ (MPa)		Μέση τιμή γωνίας στροφής χορδής στην αστοχία, θ_u (%) - Γοιχώματα											
		5	10	15	20	25	30	35	40				
M/Vh = L _s /h													
1		1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1				
2		1,9	2,1	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7				
3		2,2	2,5	2,7	2,8	3,0	3,1	3,1	3,2				
4		2,5	2,8	3,0	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6				
5		2,7	3,1	3,3	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9				
6		2,9	3,3	3,6	3,7	3,9	4,0	4,1	4,2				

Διορθωτικός συντελεστής τιμής θ_u λόγω ανηγμένου αξονικού φορτίου $\nu = N/bh f_c$							
$\nu =$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
$\lambda_\nu =$	1.00	0.89	0.79	0.70	0.62	0.55	0.49

Διορθωτικός συντελεστής τιμής θ_u λόγω ενεργού ογκομετρικού μηχανικού ποσοστού σπλισμού περισφιγξης						
$\alpha_{o,w} =$	0	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25
$\lambda_{\sigma\sigma\sigma\sigma} =$	1.00	1.08	1.17	1.27	1.33	1.38

Διορθωτικός συντελεστής τιμής θ_u λόγω διαδιαγώνιου σπλισμού ρ_d % ανά διεύθυνση				
ρ_d (%) =	0	0.5	1	1.5
$\lambda_{\rho d} =$	1.00	1.14	1.30	1.48

2) Πλαστική γωνία στρωφής κατά την αστοχία

$M/V/h = L_w/h$	Μέση τιμή πλαστικής γωνίας στρωφής στην αστοχία θ_{pl}^m (%) - Δοκοί & Υλοσιλώματα									
	5	10	15	20	25	30	35	40		
1	1,8	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	2,9	3,0		
2	2,4	2,8	3,1	3,3	3,4	3,6	3,7	3,8		
3	2,8	3,3	3,6	3,8	4,0	4,2	4,3	4,5		
4	3,1	3,6	4,0	4,2	4,5	4,7	4,8	5,0		
5	3,4	4,0	4,3	4,6	4,9	5,1	5,2	5,4		
6	3,6	4,2	4,6	4,9	5,2	5,4	5,6	5,8		
Μέση τιμή πλαστικής γωνίας στρωφής στην αστοχία θ_{pl}^m (%) - Τοιχώματα										
$M/V/h = L_w/h$	5	10	15	20	25	30	35	40		
1	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8		
2	1,4	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3		
3	1,7	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7		
4	1,9	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	2,9	3,0		

5	2,0	2,4	2,6	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2
6	2,2	2,5	2,8	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5

Διορθωτικός συντελεστής τιμής θ^{pl} λόγω ανηγμένου αξονικού φορτίου $\nu = N/bh f_c$

$\nu =$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
$\lambda_\nu =$	1,00	0,85	0,72	0,62	0,53	0,45	0,38

Διορθωτικός συντελεστής τιμής θ^{pl} λόγω ενεργού ογκομετρικού μηχανικού ποσοστού οπλισμού περίσφιξης

$\alpha_{ω,ν} =$	0	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25
$\lambda_{μ,ω} =$	1,00	1,08	1,17	1,27	1,33	1,38

Διορθωτικός συντελεστής τιμής θ^{pl} λόγω διαδιαγώνιου οπλισμού ρ_{di} % ανά διεύθυνση

$\rho_{di} (\%) =$	0	0.5	1	1.5
$\lambda_{\rho_{di}} =$	1,00	1,14	1,30	1,48

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

Μείωση διατμητικής αντοχής με την ανακύκλιση των μεταλαστικών μετακινήσεων.

Η διατμητική αντοχή, V_R , ενός δομικού στοιχείου (υποστυλώματος, δοκού, τοιχώματος) το οποίο υποβάλλεται σε ανακυκλιζόμενες παραμορφώσεις μειώνεται με το μέγεθος του πλαστικού τμήματος της μετακίνησης του άκρου του μήκους διάτμησης ως προς την εφαπτομένη στον άξονα του στοιχείου στη διατομή της μέγιστης ροπής, ανηγμένου στη μετακίνηση διαρροής στο ίδιο σημείο, $\mu_d^{pl} = \mu_d - 1$. Το πλαστικό τμήματος του δείκτη πλαστιμότητας μετακινήσεων: $\mu_d^{pl} = \mu_d - 1$, ισούται με το λόγο του πλαστικού μέρους της μέγιστης τιμής της γωνίας στρωφής θ_y κατά τις Εξ. (Σ.1), (Σ.2). μείον γωνία στην διαρροή) προς την υπολογιζόμενη γωνία στρωφής στην διαρροή θ_y κατά τις Εξ. (Σ.1), (Σ.2). Σε μονάδες MN και m, είναι:

$$V_R = \frac{h-x}{2L_y} \min(N, 0.55A_c f_c) + 0.16 \cdot \left(1 - 0.055 \min\left(5, \frac{r^2}{d}\right) \right) \left[\max(0.5, 100\rho_{tor}) (1 - 0.16 \min(5, a_y)) \sqrt{f_c} A_c + V_w \right] \quad (\Delta.1)$$

όπου:

h ύψος διατομής (ίσο με τη διάμετρο D στις κυκλικές διατομές),

x: ύψος της Ολιβόμενης ζώνης.

N: αξονικό φορτίο (θετικό για Ολίψη, μηδενικό για εφελκυσμό)

a_s : λόγος διάτμησης.

A_c : επιφάνεια σκυροδέματος, ίση με $b_w d$ σε διατομές με ορθογωνικό κορμό πάχους b_w και στατικό ύψος d , ή με $\pi D_c^2/4$ (όπου $D_c =$ διάμετρος πυρήνα διατομής εντός των συνδετήρων) σε κυκλικές διατομές.

f_c : αντοχή σκυροδέματος (MPa).

ρ_{tor} : συνολικό ποσοστό διαμήκους οπλισμού (εφελκυσμένου, Ολιβόμενου και ενδιάμεσου).

V_w : συμβολική εγκάρσιου οπλισμού στη διατμητική αντοχή, ίση με:

Για διατομές με ορθογωνικό κορμό πάχους b_w :

$V_w = \rho_w b_w z f_{yw}$

όπου ρ_w το ποσοστό του εγκάρσιου οπλισμού, z ο μοχλοβραχίονας εσωτερικών δυνάμεων (ίσος με $d-d'$ σε υποστυλώματα ή δοκούς, ή με $0.75h$ σε τοιχώματα) και f_{yw} η τάση διαρροής του εγκάρσιου οπλισμού.

Για κυκλικές διατομές:

$$V_w = \frac{\pi A_{sw}}{2s} f_{yw} (D - 2c) \quad (\Delta.2)$$

όπου ρ_w το ποσοστό του εγκάρσιου οπλισμού, z ο μοχλοβραχίονας εσωτερικών δυνάμεων (ίσος με $d-d'$ σε υποστυλώματα ή δοκούς, ή με $0.75h$ σε τοιχώματα) και f_{yw} η τάση διαρροής του εγκάρσιου οπλισμού.

$$V_w = \frac{\pi A_{sw}}{2s} f_{yw} (D - 2c) \quad (\Delta.3)$$

όπου A_{sw} το εμβαδόν της διατομής ενός κυκλικού συνδετήρα, s η απόσταση μεταξύ διαδοχικών συνδετήρων και c η επικάλυψη του οπλισμού.

Η διατηρητική αντοχή, V_R , τοιχώματος δεν μπορεί να ξεπεράσει την οριακή τιμή που αντιστοιχεί σε αστοχία του κορμού σε λοξή (διαγώνια) θλίψη, $V_{R,max}$, η οποία, υπό ανακυκλιζόμενες μεταβαστικές παραμορφώσεις, ισούται με:

$$V_{R,max} = 0.095 \left(1 + 0.65 \frac{N}{b_w d f_c} \right) \left(1 + \frac{4}{9} (100 \rho_{ol}) \right) (1 - 0.1 \sigma_s) f_c b_w (d - d')$$

(Δ.4)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1Ε
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ q* (κυρίως για πλαίσια)

ΚΡΙΤΗΡΙΟ	ΕΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ		ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΔΙΑΤΗΞΕΙΣ				ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ			ΥΠΕΡΑΝΤΟΧΕΣ	
	1		2		3		4			5	
ΕΛΕΙΨΟΣ	$\mu_{1/r} \approx \frac{\alpha \omega_{vd} + 0.035}{30 \epsilon_{vd} (\nu_d + \omega_{vd})} \frac{b}{b_0}$		$\frac{\sum M_{Rc}}{\sum M_{Rb}}$		$\frac{V_R}{V_{M_R}}$		Κακή	Μέτρια	Καλή	Όχι	Ναι
	5	10	1.1	1.2	1.1	1.3					
ΒΛΟΜΟΣΛΟΓΙΑ	100	250	400	80	140	200	50	100	150	50	100

Λαμβάνεται : $q \approx (\sum \beta_i / 1000) \cdot q \geq 1$,

- q: Μέγιστη τιμή κατά τον Κανονισμό
- M_{Rc}, M_{Rb}: Αντοχές υποστυλωμάτων, δοκών (αντιστοίχως)
- V_R, V_{M_R}: Τέμνουσα δύναμη που αντιστοιχεί στην καμπτική αντοχή
- Κανονικότητα: Κατανομή περιθωρίων αντοχής ορόφων