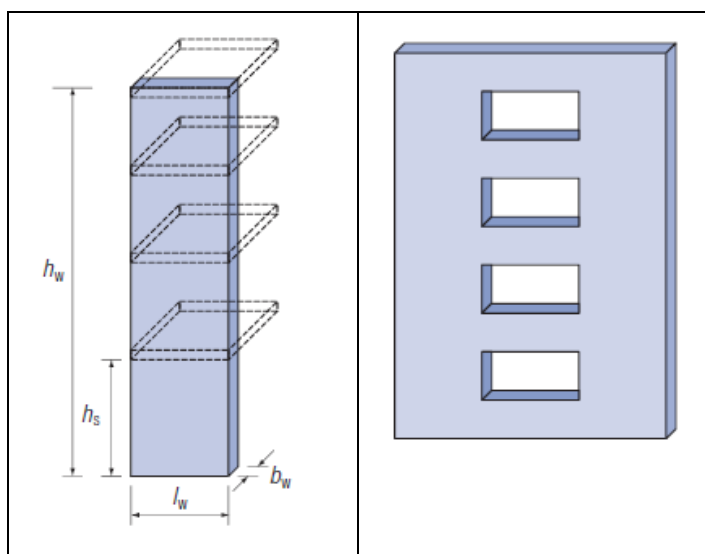


**Κατασκευές από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα του 8^{ου} εξ.
6-4-2017, Τοιχώματα**

ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ

Ορισμοί:

- **Τοίχωμα:** δομικό στοιχείο που φέρει άλλα στοιχεία και έχει επιμήκη διατομή με **λόγο μήκους προς πάχος l_w/b_w μεγαλύτερο του 4**. Το επίπεδο του τοιχώματος είναι, γενικά, κατακόρυφο.
- **πλάστιμο τοίχωμα:** τοίχωμα πακτωμένο στη βάση του έτσι ώστε να αποτρέπεται η σχετική περιστροφή της βάσης σε σχέση με την θεμελίωση-της και το οποίο ελέγχεται και διαμορφώνεται με ειδικές λεπτομέρειες ώστε να αποδίδει ενέργεια στην βάση-του, σε μια ζώνη καμπτικής πλαστικής άρθρωσης η οποία είναι απαλλαγμένη από ανοίγματα ή μεγάλες οπές.
- **Λυγινό τοίχωμα:** τοίχωμα με λόγο ύψους προς μήκος **$h_w/l_w > 2.0$** .
- **κοντό τοίχωμα:** τοίχωμα με λόγο ύψους προς μήκος **$h_w/l_w \leq 2.0$** .
- **μεγάλο ελαφρά οπλισμένο τοίχωμα:** τοίχωμα με μεγάλες διαστάσεις διατομής, δηλαδή την μια οριζόντια διάσταση **$l_w \geq \min[4.0m, 2h_w/3]$** , και το οποίο αναμένεται να αναπτύξει περιορισμένη ρηγμάτωση και περιορισμένη μετελαστική συμπεριφορά υπό την σεισμική κατάσταση σχεδιασμού. *ΣΗΜΕΙΩΣΗ* Ένα τέτοιο τοίχωμα αναμένεται να μετατρέψει την σεισμική ενέργεια σε δυναμική (μέσω της προσωρινής ανύψωσης των στατικών μαζών) και σε ενέργεια που μεταφέρεται στο έδαφος μέσω της ταλάντωσής του ως στερεού σώματος, κλπ (rocking effect). Λόγω των διαστάσεών-του, ή λόγω έλλειψης πάκτωσης στη βάση, ή λόγω σύνδεσης με μεγάλα εγκάρσια τοιχώματα που αποτρέπουν την δημιουργία πλαστικής άρθρωσης στη βάση, δεν μπορεί να σχεδιαστεί αποτελεσματικά για απόδοση ενέργειας μέσω πλαστικής άρθρωσης στην βάση. Δεν επιτρέπεται σε κατασκευές υψηλής πλαστιμότητας. **Μόνο για φορείς DCM.**
- **συζευγμένα τοιχώματα:** δομικό στοιχείο που αποτελείται από δύο ή περισσότερα απλά (συνήθως λυγινά) τοιχώματα, συνδεδεμένα με δοκούς επαρκούς πλαστιμότητας («δοκούς σύζευξης») σε κανονική διάταξη, επαρκείς για να μειώσουν κατά τουλάχιστον 25% το άθροισμα των ροπών βάση των επιμέρους τοιχωμάτων εάν αυτά δρούσαν ανεξάρτητα.
- **Κρίσιμη περιοχή τοιχώματος:** η περιοχή από την βάση του τοιχώματος (θεμελίωση ή αμετάθετη οροφή υπογείου) μέχρι ένα ύψος h_{cr} :
 $h_{cr} = \max[l_w, h_w/6]$ αλλά όχι μεγαλύτερο από $2l_w$ ή από ah_s ($a=1$ για $n \leq 6$ ορόφους, $a=2$ για $n \geq 7$ ορόφους)



Λυγινό τοίχωμα

Συζευγμένα τοιχώματα

Σχήμα 1: Από το Manual for the seismic design of steel and concrete buildings to Eurocode 8 The Institution of Structural Engineers et Association Française du Génie Parasismique 2010

Πλεονεκτήματα:

Κ.Γ. Τρέζος / Beton 8^{ου} / 6-4-2017 / Τοιχώματα

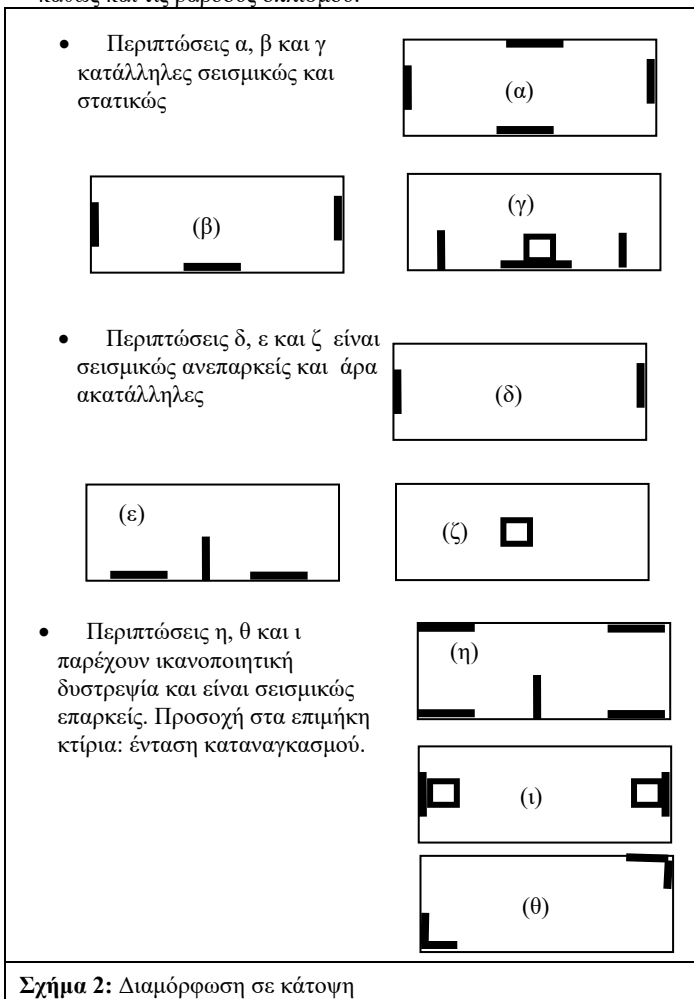
- Ανάλυση οριζόντιων σεισμικών δυνάμεων¹
- Μείωση μετακινήσεων
- Μείωση βλαβών σε δευτερεύοντα στοιχεία
- Μείωση αβεβαιοτήτων ικανοτικού και η εξάρτηση από την αντοχή των κόμβων²
- Μείωση αβεβαιοτήτων από την παρουσία τοιχοπληρώσεων
- Ευνοϊκή συμπεριφορά μετά την διαρροή (διατμητικές παραμορφώσεις σ' όλο το ύψος, επιστράτευση μεμβρανικών δυνάμεων

Μειονεκτήματα:

- Έχουν μικρή θλιβόμενη περιοχή και άρα ψαθυρή συμπεριφορά σε κάμψη. Οι γεωμετρικοί περιορισμοί καθώς και οι διαμόρφωση περισφιγμένων άκρων (boundary elements) έχουν ακριβώς σκοπό να προσδώσουν πλαστική καμπτική συμπεριφορά.

Προϋπόθεση (για τα παραπάνω):

- Η γεωμετρία και η όπλιση να εξασφαλίζουν επιθυμητή πλαστιμότητα και να αποφεύγεται η ψαθυρή αστοχία.
- Η πλαστική άρθρωση να σχηματίζεται στην θέση πακτώσεως.
- Επιβάλλεται (?) να είναι πακτωμένα στην βάση τους (σε αμετάθετα υπόγεια, σε τοιχία τουλάχιστον διπλάσιου μήκους ή σε ισχυρή θεμελίωση)
- Όχι φυτευτά
- Όχι απότομες αλλαγές διαστάσεων καθύψους
- Όχι τυχαία ανοίγματα (διακόπτουν την ροή των θλιπτικών τάσεων καθώς και τις ράβδους οπλισμού).



Σχήμα 2: Διαμόρφωση σε κάτοψη

¹ Αυτό προϋποθέτει καλή θεμελίωση ή ύπαρξη αμετάθετης οροφής υπογείου

² Σε φορείς όπου υπάρχουν τοιχώματα τα οποία αναλαμβάνουν πάνω από το 50% της σεισμικής δύναμης δεν είναι απαραίτητος ο ικανοτικός έλεγχος κάμψης των υποστυλωμάτων.

Διαφορές τοιχίων-υποστυλωμάτων:

- Τα τοιχία έχουν συνήθως μεγάλη τέμνουσα
- Τα τοιχία έχουν συνήθως μικρή αξονική
- Στα υποστυλώματα περισφίγγουμε³ ολόκληρη την διατομή (θλίβεται σχεδόν ολόκληρη η διατομή), ενώ στα τοιχία αρκούμαστε στην περισφίγιξη των άκρων (διαμόρφωση «κρυφοκολωνών») (θλίβεται ένα μικρό μέρος της διατομής)

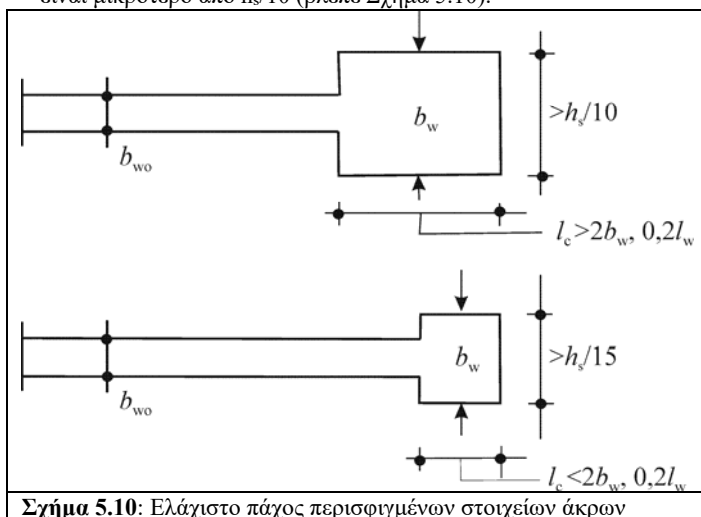
Ένα κατακόρυφο στοιχείο θα θεωρείται τοιχίο όταν το μήκος του l_w είναι τουλάχιστον τετραπλάσιον του πλάτους b

Καμπτικός - ψαθυρός: ανεπαρκή άκρα, λυγισμός εκτός επιπέδου	
Καμπτικός - πλαστικός: ταυτόχρονη αστοχία άκρων. Να προτιμάται (με ταυτόχρονη εξασφάλιση πλαστιμότητας).	
Διατμητικός - διαγώνια θλίψη V_{Rdmax} : ανεπαρκές πάχος κορμού. Να αποφεύγεται	
Διατμητικός - δισδιαγώνια ρηγμάτωση V_{Rds} : ανεπαρκείς οπλισμοί, μικρή αξονική. Να αποφεύγεται	
Διατμητικός - οριζόντια ολίσθηση V_{Rds} : ανεπαρκείς αναμονές, μικρή αξονική	

Σχήμα 3: Τύποι αστοχίας

Διαστάσεις:

- Πάχος τοιχώματος: Το πάχος του κορμού, b_w , (σε μέτρα) πρέπει να ικανοποιεί την ακόλουθη έκφραση: $b_w \geq \max\{0.15^4, h_s/20\}$ όπου h_s είναι το καθαρό ύψος ορόφου σε μέτρα.
- Το πάχος b_w των **περισφινμένων τμημάτων** της διατομής τοιχωμάτων (στοιχεία άκρων, **boundary elements**) δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 200mm. Επιπλέον, εάν το μήκος του περισφινμένου τμήματος δεν υπερβαίνει το μέγιστο από τα $2b_w$ και $0.2l_w$, το b_w πρέπει να είναι όχι μικρότερο από $h_s/15$, όπου το h_s συμβολίζει το ύψος ορόφου. Εάν το μήκος του περισφινμένου τμήματος υπερβαίνει το μέγιστο από τα $2b_w$ και $0.2l_w$, το b_w δεν θα είναι μικρότερο από $h_s/10$ (βλέπε Σχήμα 5.10).



Σχήμα 5.10: Ελάχιστο πάχος περισφινμένων στοιχείων άκρων

³ Η περισφίγιξη, σε ότι αφορά την αύξηση της παραμόρφωσης αστοχίας του σκυροδέματος και κατά συνέπεια στην αύξηση της πλαστιμότητας, έχει νόημα στις θλιβόμενες περιοχές.

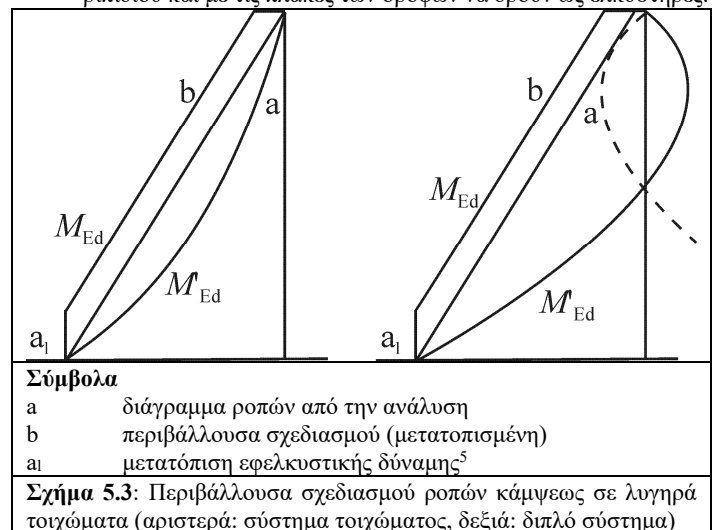
⁴ Θεωρητικώς μόνον επιτρέπεται τόσο μικρό πάχος διότι αφενός μεν δεν σκυροδετείται αφετέρου δε, λόγω των απαιτήσεων των περισφινμένων άκρων (βλ. επόμενη παρ) κατασκευαστικώς δεν συμφέρει. Κ.Γ. Τρέζος / Beton 8^ο / 6-4-2017 / Τοιχώματα

Εντατικά μεγέθη:

Θέλουμε η αστοχία να είναι καμπτική και να εμφανισθεί στην βάση του τοιχώματος. (Αλλιώς θα έπρεπε να προβλέπουμε τις διατάξεις οπλισέως πλαστικών αρθρώσεων σ' όλο το ύψος του τοιχώματος καθώς και πρόσθετες απαιτήσεις οπλισμού διατμήσεως σ' όλο το ύψος). Γι αυτό τροποποιούμε τα δρώντα εντατικά μεγέθη ως εξής:

- Προκειμένου να ληφθούν υπόψη αβεβαιότητες σχετικά με τη κατανομή ροπών καθ' ύψος λυγρών κύριων σεισμικών τοιχωμάτων (με λόγο ύψους προς μήκος h_w/l_w μεγαλύτερο από 2,0) εφαρμόζεται η εξής μέθοδος:

Το διάγραμμα καμπτικών ροπών σχεδιασμού καθ' ύψος του τοιχώματος πρέπει να προκύπτει από την περιβάλλουσα ροπών κάμψεως της ανάλυσης, με κατακόρυφη μετατόπιση (μετατόπιση της εφελκυστικής δύναμης). Η περιβάλλουσα μπορεί να υποτεθεί γραμμική εφόσον ο φορέας δεν παρουσιάζει σημαντικές ασυνέχειες μάζας, δυσκαμψίας ή αντοχής κατά το ύψος του (βλέπε Σχήμα 5.3). Η μετατόπιση της εφελκυστικής δύναμης πρέπει να είναι συμβατή με την κλίση θλιπτήρων που λαμβάνεται στον έλεγχο Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (ΟΚΑ) σε διάτμηση, με μια πιθανή διάταξη θλιπτήρων κοντά στην βάση τύπου ριπιδίου και με τις πλάκες των ορόφων να δρουν ως ελκυστήρες.



Σύμβολα

- a διάγραμμα ροπών από την ανάλυση
- b περιβάλλουσα σχεδιασμού (μετατοπισμένη)
- a1 μετατόπιση εφελκυστικής δύναμης⁵

Σχήμα 5.3: Περιβάλλουσα σχεδιασμού ροπών κάμψεως σε λυγρή τοιχώματα (αριστερά: σύστημα τοιχώματος, δεξιά: διπλό σύστημα)

- Προκειμένου να ληφθεί υπόψη η ενδεχόμενη αύξηση της τέμνουσας στην βάση ενός κύριου σεισμικού τοιχώματος μετά την διαρροή, οι τέμνουσες δυνάμεις σχεδιασμού, V_{Ed} , θα λαμβάνονται $V_{Ed} = \epsilon V'_{Ed}$, όπου:

V'_{Ed} η τέμνουσα από την ανάλυση και ϵ :

- για ΚΠΜ: $\epsilon = 1.5$

- για ΚΠΥ: $\epsilon = q \cdot \sqrt{\left(\frac{\gamma_{Rd} \cdot M_{Rd}}{q \cdot M_{Ed}}\right)^2 + 0.1} \cdot \left(\frac{S_e(T_C)}{S_e(T_1)}\right)^2 \leq q^6$ και

πάντως όχι μικρότερο από 1.5

q είναι ο συντελεστής συμπεριφοράς που χρησιμοποιείται στην μελέτη

M_{Ed} είναι η καμπτική ροπή σχεδιασμού στην βάση του τοιχώματος
 M_{Rd} είναι η καμπτική αντοχή σχεδιασμού στην βάση του τοιχώματος

$\gamma_{Rd} = 1.2$ είναι ο συντελεστής υπεραντοχής λόγω κράτυνσης του χάλυβα.

T_1 είναι η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος ταλάντωσης του κτιρίου στην διεύθυνση των τεμνουσών δυνάμεων V_{Ed}

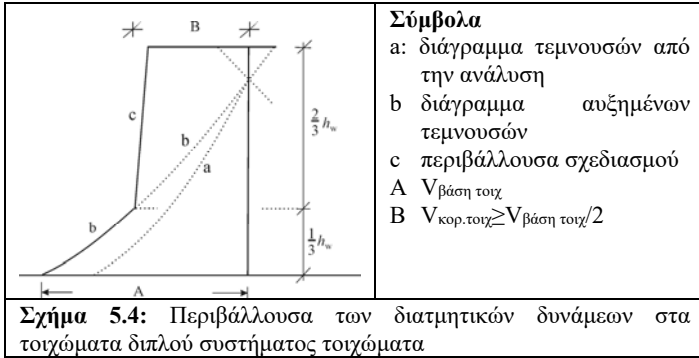
T_C είναι το άνω όριο της περιοχής περιόδων σταθερής φασματικής επιτάχυνσης του φάσματος (βλέπε παρ. 3.2.2 του Ε8.1)

$S_e(T)$ είναι η τετμημένη του φάσματος ελαστικής απόκρισης (βλέπε 3.2.2) για περίοδο T .

⁵ Ο Ευρωκώδικας EC8 δεν το ορίζει επακριβώς, αλλά κατ' αντιστοιχία προς την μετατόπιση του δ/τος ροπών που προβλέπει ο EC2, μπορεί να λαβάνεται: $a_1 = l_w$ ή h_s

⁶ Στα κοντά τοιχώματα, ο δεύτερος όρος του ριζικού αγνοείται, και έτσι για τα κοντά τοιχώματα ΚΠΥ είναι $V_{Ed} = \gamma_{Rd} [M_{Rd}/M_{Ed}] V'_{Ed} \leq q V'_{Ed}$

- Σε διπλά συστήματα που περιέχουν λυγρήρα τοιχώματα πρέπει να χρησιμοποιείται η περιβάλλουσα σχεδιασμού των τεμνουσών δυνάμεων σύμφωνα με το Σχήμα 5.4, για να ληφθούν υπόψη οι αβεβαιότητες λόγω επίδρασης υψηλότερων ιδιομορφών.



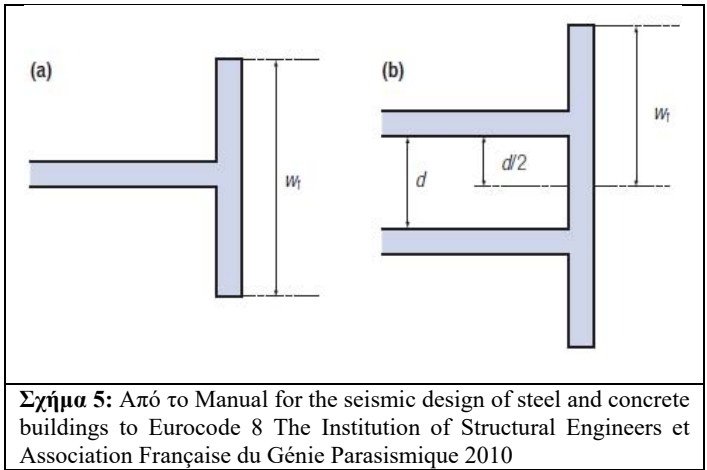
- Επιτρέπεται ανακατανομή των σεισμικών εντατικών μεγεθών μεταξύ των κύριων σεισμικών τοιχωμάτων μέχρι και 30%.
- Σε συζευγμένα τοιχώματα επιτρέπεται ανακατανομή έως και 20% των σεισμικών εντατικών μεγεθών μεταξύ δοκών σύζευξης διαφορετικών ορόφων, εφόσον δεν επηρεάζεται η σεισμική αξονική δύναμη στην βάση κάθε επιμέρους τοιχώματος (που προκαλείται από τις τέμνουσες δυνάμεις των δοκών σύζευξης).

Ελεγχος και λεπτομέρειες οπλίσεως:

- Η αντοχή σε κάμψη και διάτμηση θα υπολογίζεται σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 2 (βλ. σημ. 7^{ου} εξ), εκτός όπου ορίζεται διαφορετικά στα επόμενα, χρησιμοποιώντας τιμή της δυσμενέστερης αξονικής δύναμης όπως προκύπτει από την ανάλυση στη σεισμική κατάσταση σχεδιασμού.
- Σε κύρια σεισμικά τοιχώματα η τιμή της ανηγμένης αξονικής δύναμης να δεν πρέπει να υπερβαίνει:
 - για ΚΠΜ: το 0.40
 - για ΚΠΥ: το 0.35
- Σε μια **οριζόντια τομή** του τοιχώματος διακρίνουμε τις εξής περιοχές:
 - τα δύο ακραία **περισφιγμένα τμήματα** («κρυφοκολώνες») (μήκους l_c έκαστον) και
 - τον **κορμό**.
- Αντιστοίχως οι οπλισμοί του τοιχώματος είναι: οι διαμήκεις οπλισμοί των περισφιγμένων τμημάτων, οι διαμήκεις οπλισμοί του κορμού, οι συνδετήρες περισφιγμένων τμημάτων, εγκάρσιος οπλισμός συγκράτησης, συνδετήρες κορμού.



- Οι διαμήκεις οπλισμοί του κορμού πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην ροπή αντοχής του τοιχώματος.
- Σύνθετες διατομές τοιχωμάτων που αποτελούνται από συνδεδεμένα ή διασταυρούμενα ορθογώνια (διατομές L-, T-, Π-, I- ή παρόμοιες) πρέπει να λαμβάνονται σαν ενιαίες μονάδες που αποτελούνται από κορμό ή κορμούς παράλληλους ή σχεδόν παράλληλους προς την διεύθυνση της δράσης σεισμικής τέμνουσας και ένα πέλμα ή πέλματα κάθετα ή σχεδόν κάθετα προς αυτήν. Για τον υπολογισμό της καμπτικής αντοχής το συνεργαζόμενο πλάτος πέλματος θα λαμβάνεται έξω από την παρεία του κορμού κατά το μικρότερο από τα ακόλουθα μήκη:
 - α) το πραγματικό πλάτος πέλματος
 - β) το ήμισυ της απόστασης έως έναν παρόμοιο κορμό του τοιχώματος, και
 - γ) το 25% του συνολικού ύψους του τοιχώματος πάνω από την εξεταζόμενη στάθμη.



- Σε μια **καθύψος τομή** του τοιχώματος διακρίνουμε τις εξής περιοχές:
 - Την **κρίσιμη περιοχή τοιχώματος**: η περιοχή από την βάση του τοιχώματος (θεμελίωση ή αμετάθετη οροφή υπογείου) μέχρι ένα ύψος h_{cr} :
 $h_{cr} = \max[l_w, h_w/6]$ αλλά όχι μεγαλύτερο από $2l_w$ ή από ah_s ($\alpha=1$ για $n \leq 6$ ορόφους, $\alpha=2$ για $n \geq 7$ ορόφους)
 - το υπόλοιπο τμήμα πάνω από την κρίσιμη περιοχή

- **Τοπική πλαστιμότητα:** Στις κρίσιμες περιοχές των τοιχωμάτων πρέπει να προβλέπεται τιμή της πλαστιμότητας καμπυλότητας μ_ϕ τουλάχιστον ίση με αυτήν που υπολογίζεται από τις εκφράσεις (5.4), (5.5):

$$\mu_\phi = 2q_0[M_{Ed}/M_{Rd}]_{\max} - 1 \quad \text{εάν } T_1 \geq T_c \quad (5.4)$$

$$\mu_\phi = 1 + 2\{q_0[M_{Ed}/M_{Rd}]_{\max} - 1\}T_c/T_1 \quad \text{εάν } T_1 < T_c \quad (5.5)$$

όπου η βασική τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς q_0 στις εκφράσεις αυτές έχει πολλαπλασιαστεί επί την μέγιστη τιμή του λόγου M_{Ed}/M_{Rd} στη βάση του τοιχώματος στην σεισμική κατάσταση σχεδιασμού, και όπου M_{Ed} είναι η ροπή κάμψεως σχεδιασμού από την ανάλυση και M_{Rd} είναι η καμπτική αντοχή σχεδιασμού.

- **Περίσφιξη:** Εκτός αν γίνει άμεση και ακριβής επαλήθευση για την τιμή του μ_ϕ που καθορίζεται παραπάνω, η τιμή αυτή μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση οπλισμού περίσφιξης μέσα σε ακραίες περιοχές. Για τοιχώματα με ορθογώνια διατομή, το μηχανικό ογκομετρικό ποσοστό του αναγκαίου οπλισμού περίσφιξης ω_{wd} στα στοιχεία άκρων πρέπει να ικανοποιεί την ακόλουθη έκφραση:

$$\omega_{wd} \geq 30\mu_\phi (v_d + \omega_v) \epsilon_{sy,d} \frac{b_c}{b_o} - 0,035 \quad (5.20)$$

όπου:

$\omega_v = \rho_v f_{yd,v}/f_{cd}$ το μηχανικό ποσοστό του κατακόρυφου οπλισμού του κορμού.

Σε τοιχώματα με εξογκώματα άκρων ή πέλματα ή με διατομή που αποτελείται από περισσότερα ορθογώνια (διατομές μορφής T-, L-, I-, U-, κλπ.) το μηχανικό ογκομετρικό ποσοστό του οπλισμού περίσφιξης στα στοιχεία άκρων μπορεί να καθοριστεί ως εξής:

α) Η αξονική δύναμη, N_{Ed} , και η συνολική διατομή του κατακόρυφου οπλισμού στον κορμό, A_{sv} , θα ανάγονται στο $h_c b_c f_{cd}$, με το πλάτος του εξογκώματος ή του πέλματος σε θλίψη να λαμβάνεται ως πλάτος διατομής b_c ($v_d = N_{Ed} / h_c b_c f_{cd}$, $\omega_v = (A_{sv}/h_c b_c) f_{yd} / f_{cd}$). Το ύψος της ουδέτερης γραμμής x_u στην οριακή καμπυλότητα μετά την αποφλοίωση του σκυροδέματος έξω από τον περισφιγμένο πυρήνα των στοιχείων άκρων μπορεί να υπολογιστεί ως:

$$x_u = (v_d + \omega_v) \frac{l_w b_c}{b_o} \quad (5.21)$$

όπου b_o είναι το πλάτος του περισφιγμένου πυρήνα στο εξογκώμα ή πέλμα. Εάν η τιμή του x_u από την έκφραση (5.21) δεν υπερβαίνει το ύψος του εξογκώματος ή του πέλματος μετά από την αποφλοίωση του σκυροδέματος (απώλεια της επικάλυψης), τότε το μηχανικό ογκομετρικό ποσοστό οπλισμού περίσφιξης στο εξογκώμα ή πέλμα καθορίζεται από την έκφραση (5.20), με v_d , ω_v , b_c και b_o να αναφέρονται στο πλάτος του εξογκώματος ή του πέλματος.

β) Εάν η τιμή του x_u υπερβαίνει το ύψος του εξογκώματος ή του πέλματος μετά από την αποφλοίωση του σκυροδέματος

επικάλυψης, μπορεί να ακολουθηθεί η γενική μέθοδος που βασίζεται σε:

- 1) ορισμό της πλαστιμότητας σε όρους καμπυλότητας ως $\mu_\phi = \phi_u / \phi_y$,
- 2) υπολογισμό του ϕ_u ως $\epsilon_{cu2,c} / x_u$ και του ϕ_y ως $\epsilon_{sy} / (d - x_y)$,
- 3) ισορροπία των εσωτερικών δυνάμεων της διατομής για την εκτίμηση των θέσεων του ουδέτερου άξονα x_u και x_y ,
- 4) και στις τιμές της αντοχής και της οριακής ανηγμένης παραμόρφωσης του περισφιγμένου σκυροδέματος, $f_{ck,c}$ και $\epsilon_{cu2,c}$ που δίνονται ως συναρτήσεις της δρώσας οριζόντιας τάσης περισφιγξης από τον EN 1992-1-1:2004, 3.1.9 (βλ. απόσπασμα παρακάτω). Ο αναγκαίος οπλισμός περισφιγξης, αν είναι απαραίτητος, και τα μήκη περισφιγξης του τοιχώματος πρέπει να υπολογιστούν αναλόγως.

Απόσπασμα από τον EN 1992-1-1:2004, παρ. 3.1.9:

Η περισφιγξη του σκυροδέματος έχει αποτέλεσμα τη μεταβολή του διαγράμματος τάσεων-παραμορφώσεων καθώς επιτυγχάνονται υψηλότερη αντοχή και μεγαλύτερες κρίσιμες παραμορφώσεις. Τα υπόλοιπα μηχανικά χαρακτηριστικά του υλικού μπορεί να θεωρηθούν αμετάβλητα για τον σχεδιασμό. Σε περίπτωση έλλειψης ακριβέστερων δεδομένων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η σχέση τάσεων-παραμορφώσεων η οποία παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.6 (η θλιπτική παραμόρφωση εμφανίζεται θετική), όπου η χαρακτηριστική αντοχή και οι παραμορφώσεις αυξάνονται σύμφωνα με τις παρακάτω σχέσεις:

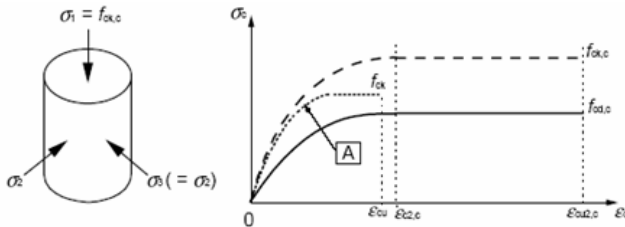
$$f_{ck,c} = f_{ck} (1,000 + 5,0 \sigma_2 / f_{ck}) \text{ για } \sigma_2 \leq 0,05 f_{ck} \quad (3.24)$$

$$f_{ck,c} = f_{ck} (1,125 + 2,50 \sigma_2 / f_{ck}) \text{ για } \sigma_2 > 0,05 f_{ck} \quad (3.25)$$

$$\epsilon_{c2,c} = \epsilon_{c2} (f_{ck,c} / f_{ck})^2 \quad (3.26)$$

$$\epsilon_{cu2,c} = \epsilon_{cu2} + 0,2 \sigma_2 / f_{ck} \quad (3.27)$$

όπου $\sigma_2 (= \sigma_3)^7$ είναι η δρώσα ακτινική θλιπτική τάση στην οριακή κατάσταση αστοχίας εξ αιτίας της περισφιγξης ενώ $\epsilon_{c2}=2\text{‰}$ και $\epsilon_{cu2}=3.5\text{‰}$ για σκυροδέματα έως και C50/60. Η περισφιγξη μπορεί να δημιουργηθεί μέσω κατάλληλα κλειστών συνδετήρων ή εγκάρσιων συνδέσμων, οι οποίοι φτάνουν στην πλαστική περιοχή εξ αιτίας της πλευρικής διόγκωσης του σκυροδέματος.

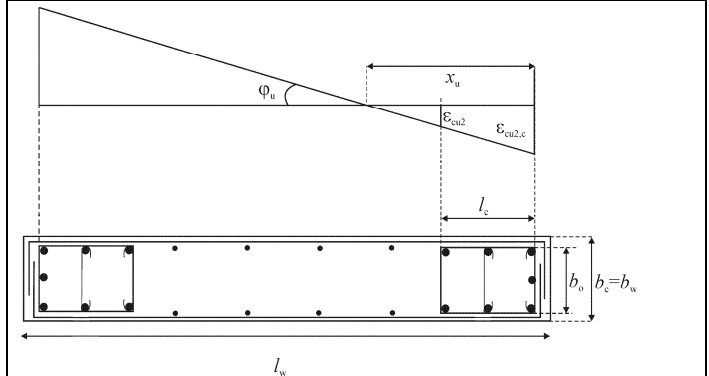


Σχήμα 3.6: Σχέση τάσεων-παραμορφώσεων για το περισφιγμένο σκυρόδεμα

Η περισφιγξη που αναφέρεται προηγουμένως πρέπει να επεκτείνεται:

- ❖ κατακόρυφως:
 - για ΚΠΜ: σε όλο το ύψος h_{cr} της κρίσιμης περιοχής
 - για ΚΠΥ: σε όλο το ύψος h_{cr} της κρίσιμης περιοχής, επιπλέον δε, για άλλον έναν όροφο πάνω από την κρίσιμη περιοχή θα συνεχίζουν τα περισφιγμένα άκρα με τουλάχιστον το ήμισυ του οπλισμού περισφιγξης που απαιτείται για την κρίσιμη περιοχή.
- ❖ οριζοντίως (για ΚΠΜ και ΚΠΥ): σε μήκος l_c το οποίο μετριέται από την ακραία θλιβόμενη ίνα του τοιχώματος μέχρι το σημείο όπου το μη περισφιγμένο σκυρόδεμα μπορεί να αποφλοιωθεί λόγω των υψηλών θλιπτικών τάσεων. Εάν δεν είναι διαθέσιμα ακριβέστερα στοιχεία, η θλιπτική βράχυνση στην οποία αναμένεται

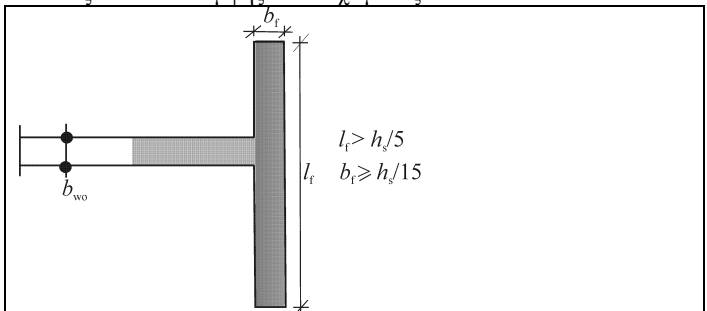
αποφλοίωση μπορεί να ληφθεί ως ίση με $\epsilon_{cu2} = 0.0035$. Το περισφιγμένο στοιχείο άκρου μπορεί να περιοριστεί σε απόσταση $x_u(1 - \epsilon_{cu2} / \epsilon_{cu2,c})$ από τον άξονα του συνδετήρα κοντά στην ακραία θλιβόμενη ίνα, με το ύψος της περισφιγμένης ζώνης θλίψης x_u στην οριακή καμπυλότητα που υπολογίζεται από την ισορροπία (βλέπε έκφραση (5.21) για σταθερό πλάτος b_o της περισφιγμένης θλιβόμενης ζώνης) και την οριακή ανηγμένη παραμόρφωση $\epsilon_{cu2,c}$ του περισφιγμένου σκυροδέματος που υπολογίζεται βάσει του EN 1992-1-1:2004, 3.1.9 ως $\epsilon_{cu2,c} = 0,0035 + 0,1 \alpha \omega_d$ (Σχήμα 5.8). Κατ' ελάχιστον, το μήκος l_c του περισφιγμένου στοιχείου άκρου δεν πρέπει να λαμβάνεται μικρότερο από $0,15 \cdot l_w$ ή $1,50 \cdot b_w$.



Σχήμα 5.8: Καθορισμός του μήκους, l_c , του περισφιγμένου τμήματος στο ελεύθερο άκρο τοιχώματος (μέχρις εκεί που $\epsilon_c \geq \epsilon_{cu2} = 3.5\text{‰}$).

Πάνω: ανηγμένες παραμορφώσεις στην κατάσταση αστοχίας (έχει επέλθει αποφλοίωση και η μέγιστη παραμόρφωση του περισφιγμένου σκυροδέματος έχει φθάσει στην οριακή τιμή $\epsilon_{cu2,c}$ κάτω: διατομή τοιχώματος

- Δεν απαιτείται περισφιγμένο στοιχείο άκρου σε πέλατα τοίχων με πάχος $b_f \geq h_s/15$ και πλάτος $l_f \geq h_s/5$, όπου h_s συμβολίζει το καθαρό ύψος ορόφου (Σχήμα 5.9). Εν τούτοις, μπορεί να απαιτούνται περισφιγμένα στοιχεία άκρων στα άκρα τέτοιων πελμάτων λόγω της εκτός επιπέδου κάμψης του τοιχώματος.



Σχήμα 5.9: Περισφιγμένο στοιχείο άκρου δεν είναι απαραίτητο σε άκρο τοιχώματος με μεγάλο εγκάρσιο πέλαμα

- Το ποσοστό διαμήκους οπλισμού σε κάθε στοιχείο άκρου δεν πρέπει να είναι μικρότερο του 0,005.
- Οι παρακάτω τρεις απαιτήσεις που ισχύουν για τα υποστυλώματα:
 - α) ελάχιστη περισφιγξη $\min \omega_d = 0.08$, β) μέγιστες αποστάσεις των συνδετήρων στις κρίσιμες περιοχές των υποστυλωμάτων (σχέση 5.18) καθώς και γ) απαίτηση για την απόσταση μεταξύ διαδοχικών διαμήκων ράβδων συγκρατούμενων με συνδετήρες να μην υπερβαίνει τα 200mm, εφαρμόζονται και για τα στοιχεία άκρων των τοιχωμάτων. Πρέπει να χρησιμοποιούνται επικαλυπτόμενοι συνδετήρες, έτσι ώστε κάθε δεύτερη διαμήκης ράβδος να υποστηρίζεται από κλειστό ή μονοσκελή συνδετήρα.
- Στο ύψος του τοιχώματος πάνω από την κρίσιμη περιοχή εφαρμόζονται μόνον οι κανόνες του EN 1992-1-1:2004 σχετικά με τον κατακόρυφο, οριζόντιο και εγκάρσιο οπλισμό. Εντούτοις, σε τμήματα της διατομής όπου υπό την σεισμική κατάσταση σχεδιασμού η θλιπτική ανηγμένη παραμόρφωση ϵ_c υπερβαίνει το 0,002, πρέπει να διατάσσεται ελάχιστο κατακόρυφο ποσοστό οπλισμού 0,005.
- Ο εγκάρσιος οπλισμός των στοιχείων άκρων που αναφέρθηκαν προηγουμένως μπορεί να προσδιοριστεί σύμφωνα με τον EN 1992-1-1:2004 εάν τηρείται μια από τις ακόλουθες συνθήκες:
 - α) Η τιμή της ανηγμένης αξονικής δύναμης σχεδιασμού N_d δεν είναι μεγαλύτερη από 0.15, ή,

⁷ Η σ_2 μπορεί να λαμβάνεται ίση με $\sigma_2 = \sigma_3 = 0.5 \alpha \omega_d$ (για τα «α» και ω_d βλ σχέσεις 5.15 έως 5.17)

β) η τιμή του v_d δεν είναι μεγαλύτερη από 0.20 και ο συντελεστής q που χρησιμοποιείται στην ανάλυση ληφθεί μειωμένος κατά 15%.

• Ειδικώς για τα τοιχεία ΚΠΥ:

ο Διαγώνια θλιπτική αστοχία του κορμού λόγω διάτμησης. Η τιμή της $V_{Rd,max}$ υπολογίζεται ως εξής:

- εκτός κρίσιμης περιοχής: όπως στο EN 1992-1-1:2004, με μήκος του μοχλοβραχίονα εσωτερικών δυνάμεων, z , ίσο με $0.8l_w$ και κλίση του θλιπτήρα προς την κατακόρυφο, $\tan\theta$, ίση με 1.0: $V_{Rd,max}=0.5b_w \cdot 0.8l_w \cdot V_{1f_{cd}}$.
- στην κρίσιμη περιοχή: το 40% της τιμής εκτός κρίσιμης περιοχής (Μεγάλη μείωση στην κρίσιμη περιοχή, ενώ δεν υπάρχει καθόλου μείωση για τοιχεία ΚΠΜ).

ο Διαγώνια εφελκυστική αστοχία του κορμού λόγω διάτμησης. Ο υπολογισμός του οπλισμού κορμού για τον έλεγχο ΟΚΑ σε διάτμηση θα λαμβάνει υπόψη την τιμή του λόγου διάτμησης $\alpha_s = M_{Ed}/(V_{Ed}l_w)$. Η μέγιστη τιμή α_s σε έναν όροφο πρέπει να χρησιμοποιείται σε έλεγχο ΟΚΑ ορόφου σε διάτμηση.

- Εάν ο λόγος $\alpha_s > 2.0$, ισχύουν οι διατάξεις των EN 1992-1-1:2004 6.2.3(1)-(7), με τις τιμές των z και $\tan\theta$ όπως παραπάνω.
- Εάν $\alpha_s < 2.0$ ισχύουν οι ακόλουθες διατάξεις:

- α) οι οριζόντιες ράβδοι κορμού θα ικανοποιούν την ακόλουθη έκφραση:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} + 0.75 \rho_{yh} f_{yd,h} b_{wo} \alpha_s l_w \quad (5.38)$$

όπου

ρ_h είναι το ποσοστό οπλισμού οριζόντιων ράβδων κορμού ($\rho_h = A_h / (b_{wo} \times s_h)$),

$f_{yd,h}$ είναι η τιμή σχεδιασμού της τάσης διαρροής του οριζόντιου οπλισμού κορμού

$V_{Rd,c}$ είναι η τιμή σχεδιασμού της διατμητικής αντοχής για μέλη χωρίς διατμητικό οπλισμό, σύμφωνα με το EN 1992-1-1:2004,

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

Στην κρίσιμη περιοχή του τοιχώματος η $V_{Rd,c}$ πρέπει να είναι ίση με 0 εάν η αξονική δύναμη N_{Ed} είναι εφελκυστική.

- β) Πρέπει να διατάσσονται σε ολόκληρο το ύψος του τοιχώματος κατακόρυφες ράβδοι κορμού, οι οποίες αγκυρώνονται και ενώνονται σύμφωνα με το EN 1992-1-1:2004, ώστε να ικανοποιείται η συνθήκη:

$$\rho_h f_{yd,h} b_{wo} z \leq \rho_v f_{yd,v} b_{wo} z + \min N_{Ed} \quad (5.39)$$

όπου

ρ_v είναι το ποσοστό οπλισμού των κατακόρυφων ράβδων κορμού ($\rho_v = A_v / (b_{wo} \times s_v)$),

$f_{yd,v}$ είναι η τιμή σχεδιασμού της τάσης διαρροής του κατακόρυφου οπλισμού κορμού

και η αξονική δύναμη N_{Ed} υπεισέρχεται με θετικό πρόσημο όταν είναι θλιπτική.

- Οι οριζόντιες ράβδοι κορμού πρέπει να είναι πλήρως αγκυρωμένες στα άκρα της διατομής του τοιχώματος, π.χ. μέσω γάντζων 90ο ή 135ο.

- Οι οριζόντιες ράβδοι κορμού σε μορφή επιμήκων κλειστών ή πλήρως αγκυρωμένων συνδετήρων επιτρέπεται επίσης να θεωρηθεί ότι συνεισφέρουν πλήρως στην περισφιγξη των στοιχείων άκρων του τοιχώματος.

ο Αστοχία από διατμητική ολίσθηση σε αρμούς διακοπής εργασίας:

- Σε πιθανά επίπεδα αστοχίας ολίσθησης λόγω διάτμησης (παραδείγματος χάριν, σε αρμούς κατασκευής) που βρίσκονται μέσα σε κρίσιμες περιοχές πρέπει να ικανοποιείται η ακόλουθη συνθήκη:

$$V_{Ed} < V_{Rd,S}$$

όπου $V_{Rd,S}$ είναι η τιμή σχεδιασμού της διατμητικής αντοχής σε ολίσθηση η οποία διαμορφώνεται από την δράση βλήτρου των κατακόρυφων οπλισμών, από την τριβή στο επίπεδο πιθανής ολίσθησης (αρμός διακοπής σκυροδέτησης), και, αν οι προηγούμενοι μηχανισμοί δεν επαρκούν, από την συμβολή πρόσθετων λοξών ράβδων. Υπολογίζεται ως εξής:

$$V_{Rd,S} = V_{dd} + V_{id} + V_{fd} \quad (5.40)$$

με:

$$V_{dd} = \min \left\{ 1, 3 \cdot \Sigma A_{sj} \cdot \sqrt{f_{cd} \cdot f_{yd}} \right. \\ \left. 0, 25 \cdot f_{yd} \cdot \Sigma A_{sj} \right\} \quad (5.41)$$

$$V_{id} = \Sigma A_{si} \cdot f_{yd} \cdot \cos \varphi \quad (5.42)$$

$$V_{fd} = \min \left\{ \mu_f \cdot \left[(\Sigma A_{sj} \cdot f_{yd} + N_{Ed}) \cdot \xi + M_{Ed} / z \right] \right. \\ \left. 0, 5 \eta \cdot f_{cd} \cdot \xi \cdot l_w \cdot b_{wo} \right\} \quad (5.43)$$

όπου

V_{dd} είναι η αντοχή δράσης βλήτρου των κατακόρυφων ράβδων

V_{id} είναι η συμβολή λοξών ράβδων (σε γωνία j προς το επίπεδο πιθανής ολίσθησης, π.χ. αρμό κατασκευής)

V_{fd} είναι η αντίσταση τριβής

μ_f είναι ο συντελεστής τριβής σκυροδέματος προς σκυρόδεμα υπό ανακυκλικές δράσεις, που μπορεί να υποτεθεί σαν ίσος με 0.6 για λείες διεπιφάνειες και 0.7 για τραχείες επιφάνειες,

$z=0.8l_w$ είναι το μήκος του μοχλοβραχίονα εσωτερικών δυνάμεων

ξ είναι το ανηγμένο ύψος της ουδέτερης γραμμής

ΣA_{sj} είναι το άθροισμα των διατομών των κατακόρυφων ράβδων του κορμού και των πρόσθετων ράβδων που διατάσσονται σε στοιχεία άκρων, ειδικά για αντίσταση σε ολίσθηση (δεν υπολογίζονται οι διαμήκεις οπλισμοί των περισφιγμένων άκρων που τοποθετήθηκαν για άλλους λόγους π.χ. κάμψη).

ΣA_{si} είναι το άθροισμα των διατομών όλων των κεκλιμένων ράβδων και στις δύο διευθύνσεις. Για τον σκοπό αυτό συνιστώνται ράβδοι μεγάλης διαμέτρου.

$$\eta = 0.6(1 - f_{ck}(\text{MPa})/250) \quad (5.44)$$

N_{Ed} λαμβάνεται ως θετική σε θλίψη.

- Για κοντά τοιχώματα πρέπει να ικανοποιούνται τα ακόλουθα:

α) στη βάση του τοιχώματος η V_{id} πρέπει να είναι μεγαλύτερη του $V_{Ed}/2$;

β) σε υψηλότερα επίπεδα η V_{id} πρέπει να είναι μεγαλύτερη του $V_{Ed}/4$.

- Οι λοξές ράβδοι πρέπει να αγκυρώνονται πλήρως και στις δύο πλευρές των πιθανών διεπιφανειών ολίσθησης και πρέπει να διασχίζουν όλες τις διατομές τοιχωμάτων μέσα σε απόσταση $\min(0.5l_w; 0.5h_w)$, επάνω από την κρίσιμη διατομή βάσεως.

- Οι λοξές ράβδοι οδηγούν σε αύξηση της καμπτικής αντοχής στην βάση του τοιχώματος, που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όταν η δρώσα τέμνουσα V_{Ed} υπολογίζεται σύμφωνα με τον κανόνα του ικανοτικού σχεδιασμού:

$$V_{Ed} = \gamma_{RD} [M_{RD}/M_{ED}] V'_{Ed} \leq \zeta V'_{Ed}$$

Η αύξηση της καμπτικής αντοχής ΔM_{Rd} , για τον υπολογισμό της V_{Ed} , μπορεί να εφαρμοσθεί μια από τις εξής δύο εναλλακτικές μεθόδους:

- α) **1^η εναλλακτική μέθοδος:** Λαμβάνοντας υπόψη τις λοξές ράβδους:

$$\Delta M_{Rd} = \frac{1}{2} \cdot \Sigma A_{si} \cdot f_{yd} \cdot \sin \varphi \cdot l_i \quad (5.45)$$

όπου:

l_i είναι η απόσταση μεταξύ των αξόνων δύο ομάδων κεκλιμένων ράβδων τοποθετημένων υπό γωνία $\pm \varphi$ προς το επίπεδο πιθανής ολίσθησης και που μετράται στην διατομή της βάσεως (πιθανή επιφάνεια ολισθήσεως στον αρμό διακοπής σκυροδέτησης)

και τα υπόλοιπα σύμβολα όπως στην έκφραση (5.42).

- β) **2^η εναλλακτική μέθοδος:** αγνοώντας την επίδραση των λοξών ράβδων. Στην έκφραση (5.42), πρέπει τότε να χρησιμοποιηθεί για την V_{id} η καθαρή συμβολή των κεκλιμένων ράβδων (δηλ. η πραγματική συμβολή μειωμένη κατά την αύξηση της δρώσας τέμνουσας). Αυτή η καθαρή συμβολή των λοξών ράβδων στην αντοχή σε ολίσθηση μπορεί να εκτιμηθεί ως εξής:

$$V_{id} = \Sigma A_{si} \cdot f_{yd} \cdot [\cos \varphi - 0.5 \cdot l_i \cdot \sin \varphi / (\alpha_s \cdot l_w)] \quad (5.46)$$

Ο Λεπτομέρειες για τοπική πλαστιμότητα:

- Για την αποφυγή λυγισμού των διαμήκων ράβδων στα περισφιγμένα τμήματα πρέπει:

α) η διάμετρος των συνδετήρων, d_{bw} , πρέπει να είναι τουλάχιστον $d_{bw} \geq 0,4 \cdot d_{bL, \max} \cdot \sqrt{f_{ydL} / f_{ydw}}$ (5.31)

β) η απόσταση, s , μεταξύ των συνδετήρων (σε mm) δεν υπερβαίνει την:

$$s = \min \{b_o / 3; 125; 6d_{bL}\} \quad (5.32)$$

όπου

b_o (σε mm) είναι η ελάχιστη διάσταση του πυρήνα (περισφιγμένου) σκυροδέματος (έως το εσωτερικό των κλειστών συνδετήρων), και d_{bL} είναι η ελάχιστη διάμετρος των διαμήκων ράβδων (σε mm).

γ) Η απόσταση μεταξύ διαδοχικών διαμήκων ράβδων που περιβάλλονται από κλειστούς ή μονοσκελείς συνδετήρες δεν υπερβαίνει τα 150mm

δ) Η ελάχιστη τιμή του ω_{wd} είναι 0.12

- Θα αποφεύγεται πρόωρη διατμητική ρηγμάτωση τοιχωμάτων με την διάταξη ελάχιστου ποσού οπλισμού κορμού:

$$\rho_{h, \min} = \rho_{v, \min} = 0.002.$$

- Ο οπλισμός κορμού πρέπει να διατάσσεται υπό μορφή δύο πλεγμάτων με ίδια χαρακτηριστικά συνάφειας, ένα σε κάθε παρειά του τοιχώματος. Τα πλέγματα θα συνδέονται με μονοσκελείς συνδετήρες σε αποστάσεις περίπου 500mm (4 ράβδοι ανά m^2).
- Ο οπλισμός κορμού πρέπει να έχει διάμετρο όχι μικρότερη των 8 mm, αλλά που δεν υπερβαίνει το εν όγδοο του πλάτους b_{wo} του κορμού. Πρέπει να τοποθετείται σε απόσταση όχι μεγαλύτερη των 250mm ή 25 φορές την διάμετρο της ράβδου, όποια είναι μικρότερη.
- Για να αντιμετωπίζονται οι δυσμενείς επιδράσεις της ρηγμάτωσης στους αρμούς διάστρωσης και οι συναφείς αβεβαιότητες, πρέπει να διατάσσεται στους αρμούς αυτούς ένας ελάχιστος πλήρως αγκυρωμένος κατακόρυφος οπλισμός. Το ελάχιστο ποσοστό του οπλισμού $\rho_{\min}$, που είναι απαραίτητος για την αποκατάσταση της αντοχής του μη-ρηγματωμένου σκυροδέματος έναντι διάτμησης είναι:

$$\rho_{\min} \geq \begin{cases} \left(1,3 \cdot f_{ctd} - \frac{N_{Ed}}{A_w} \right) / \left(f_{yd} \cdot \left(1 + 1,5 \sqrt{f_{ctd} / f_{yd}} \right) \right) \\ 0,0025 \end{cases} \quad (5.47)$$

όπου A_w είναι η συνολική οριζόντια επιφάνεια διατομής του τοιχώματος και η N_{Ed} θα είναι θετική σε θλίψη.

Ο Δοκοί σύζευξης (συζευγμένων τοιχωμάτων):

- Σύζευξη τοιχωμάτων μέσω πλακών δεν θα λαμβάνεται υπόψη επειδή δεν είναι αποτελεσματική.
- Οι διατάξεις των δοκών ΚΠΥ μπορεί να εφαρμόζονται σε δοκούς σύζευξης, μόνον εφόσον ισχύει μία από τις ακόλουθες συνθήκες:

α) Η πιθανότητα ρηγμάτωσης και στις δύο διαγώνιες διευθύνσεις είναι μικρή. Ένας κανόνας εφαρμογής είναι:

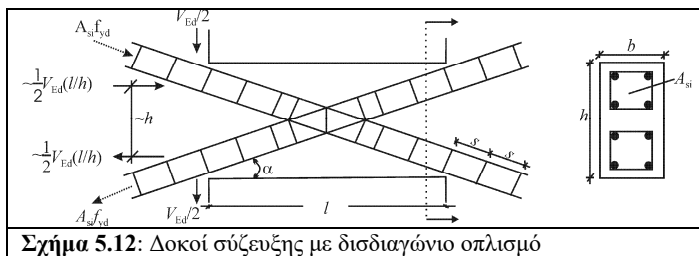
$$V_{Ed} \leq f_{ctd} b_w d \quad (5.48)$$

β) Εξασφαλίζεται ότι επικρατεί καμπτική μορφή αστοχίας. Αποδεκτός κανόνας εφαρμογής είναι: $l/h > 3$.

- Εάν δεν ικανοποιείται καμία από τις παραπάνω δύο συνθήκες, η αντοχή στις σεισμικές δράσεις πρέπει να παρέχεται από δισδιαγώνιο οπλισμό διατεταγμένο κατά μήκος και των δύο διαγωνίων της δοκού, σύμφωνα με τα ακόλουθα (βλέπε Σχήμα 5.12):

α) Πρέπει να εξασφαλίζεται η ικανοποίηση της ακόλουθης έκφρασης:

$$V_{Ed} \leq 2 \cdot A_{si} \cdot f_{yd} \cdot \sin \alpha \quad (5.49)$$



Σχήμα 5.12: Δοκοί σύζευξης με δισδιαγώνιο οπλισμό

όπου

V_{Ed} είναι η τέμνουσα δύναμη σχεδιασμού στο στοιχείο σύζευξης ($V_{Ed} = 2 \times M_{Ed}/l$),

A_{si} είναι η συνολική διατομή των ράβδων οπλισμού σε κάθε διαγώνια διεύθυνση.

α είναι η γωνία μεταξύ των διαγωνίων ράβδων και του άξονα της δοκού.

β) Ο διαγώνιος οπλισμός πρέπει να διατάσσεται σε στοιχεία μορφής κλωβού υποστυλώματος με πλευρά τουλάχιστον ίση προς $0,5b_w$. Το μήκος αγκύρωσής-του πρέπει να είναι κατά 50% μεγαλύτερο από αυτό που απαιτείται από τον EN 1992-1-1:2004.

γ) Πρέπει να προβλέπονται συνδετήρες στα στοιχεία μορφής κεκλιμένου υποστυλώματος για να αποτραπεί ο λυγισμός των διαμήκων ράβδων. Οι διατάξεις για την αποφυγή λυγισμού των διαμήκων ράβδων που ισχύουν για τα περισφιγμένα τμήματα, ισχύουν για τους συνδετήρες του δισδιαγώνιου οπλισμού.

δ) Πρέπει να διατάσσεται διαμήκης και εγκάρσιος οπλισμός και στις δύο κατακόρυφες παρειές της δοκού, ο οποίος να ικανοποιεί τις ελάχιστες απαιτήσεις του EN 1992-1-1:2004 για υψίκορμες δοκούς. Ο διαμήκης οπλισμός δεν χρειάζεται να αγκυρώνεται στα συζευγμένα τοιχώματα, αρκεί να εισέρχεται μόνον κατά 150mm μέσα σε αυτά⁸.

⁸ Ο λόγος είναι για να μην αυξηθεί η ροπή αντοχής της δοκού ζεύξεως και επηρεασθεί ο ικανοτικός έλεγχος τέμνουσας.