

**ΚΑΝΟΝΕΣ
ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ
ΚΑΙ
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ
ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ
ΔΟΜΙΚΩΝ
ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 18

Οι κανόνες αυτοί συμπληρώνουν αντίστοιχους που δίνονται σε άλλα τμήματα του Κανονισμού.

18.1.1 Είδη πλακών

Συμβατικά, οι χρησιμοποιούμενοι γεωμετρικοί όροι (π.χ. πλευρικός, οριζόντιος) αναφέρονται σε πλάκα με οριζόντιο μέσο επίπεδο. Η “πάνω” επιφάνεια μιας πλάκας είναι εκείνη πάνω στην οποία εφαρμόζονται τα φορτία.

Τετραέρειστες πλάκες με λόγο μεγαλύτερου προς μικρότερο θεωρητικό άνοιγμα μικρότερο ή ίσο του δύο (2), τριέρειστες, ή ορθογωνικές εδραζόμενες επί δύο γειτονικών πλευρών, πρέπει γενικά να υπολογίζονται και να διαμορφώνονται ως οπλισμένες και κατά τις δύο διευθύνσεις. Σε επιμήκεις τετραέρειστες που υπολογίζονται κατά μια διεύθυνση, οι καταπονήσεις που προέρχονται από τις παραλειφθείσες στατικές λειτουργίες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη με κατάλληλο κατασκευαστικό οπλισμό.

Στις πλάκες με διάκενα πρέπει να τηρούνται οι διατάξεις για τη διάτμηση, διάτρηση και ανύψωση των γωνιών.

18.1.2 Έδραση πλακών

Το πλάτος έδρασης πρέπει να εκλέγεται έτσι ώστε να μην υπερβαίνονται οι επιτρεπόμενες τάσεις της επιφάνειας έδρασης και να εξασφαλίζονται τα απαιτούμενα μήκη αγκύρωσης του οπλισμού.

Οι κανόνες του Κεφαλαίου αυτού ισχύουν για δομικά στοιχεία από οπλισμένο ή προεντεταμένο σκυρόδεμα, με ή χωρίς απαιτήσεις πλαστιμότητας.

Ειδικότερα και μόνο για στοιχεία με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας διακρίνονται κρίσιμες ή μη κρίσιμες περιοχές, για τις οποίες και δίνονται ειδικοί κανόνες κατά περίπτωση.

18.1 ΠΛΑΚΕΣ

18.1.1 Είδη πλακών

Η παράγραφος αυτή ισχύει για συμπαγείς ορθογωνικές πλάκες που διαστρώνονται επιτόπου, οι οποίες ικανοποιούν τις συνθήκες της παρ. 7.2.1.2α και για τις οποίες είναι: $l > 4h$ (l = μικρότερο άνοιγμα, h = πάχος πλάκας). Οι διατάξεις αυτές μπορούν να εφαρμόζονται ανάλογα για πλάκες μη ορθογωνικής μορφής (π.χ. λοξές ή κυκλικές πλάκες) με γραμμικές εδράσεις.

Οι πλάκες διακρίνονται ανάλογα με τη στατική τους λειτουργία σε διέρειστες ή τετραέρειστες.

Οι διέρειστες πλάκες καταπονούνται κυρίως κατά μία διεύθυνση (διεύθυνση οπλισμού αντοχής). Απαραίτητος θεωρείται ο ελάχιστος δευτερεύων (εγκάρσιος) οπλισμός.

Στις τετραέρειστες πλάκες λαμβάνεται υπόψη η στατική λειτουργία και των δύο διευθύνσεων.

18.1.2 Έδραση πλακών

Τα ελάχιστα πλάτη έδρασης πρέπει να είναι:

- | | | |
|----|--|--------|
| α) | για στήριξη πάνω σε δομικά στοιχεία από τοιχοποιία ή σκυρόδεμα | 100 mm |
| β) | για στήριξη πάνω σε δομικά στοιχεία από χάλυβα | 70 mm |

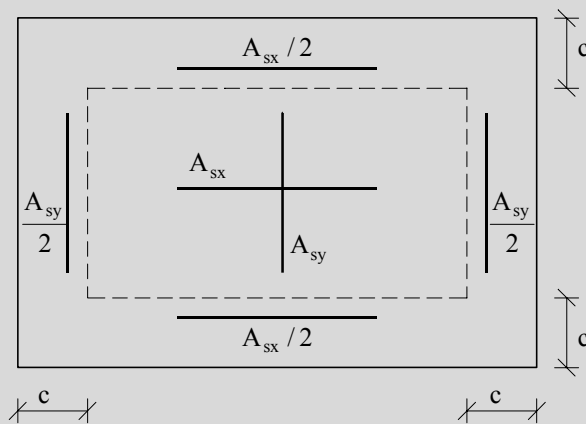
18.1.4.1 Γενικά

Μπορεί να χρησιμοποιούνται το πολύ δύο διαφορετικές διαμέτροι διαμήκων ράβδων σε κάθε κατεύθυνση στην ίδια πλάκα. Στην περίπτωση αυτή πρέπει:

$$\varnothing_{L,\min} \geq 2/3 \cdot \varnothing_{L,\max}$$

όπου \varnothing_L η διάμετρος του διαμήκους οπλισμού.

Ως οπλισμός κάμψης μπορούν να χρησιμοποιηθούν και συγκολλητά δομικά πλέγματα, υπό την προϋπόθεση ότι θα τηρηθούν τα ανά περίπτωση ελάχιστα ποσοστά (ή ελάχιστες διατομές) οπλισμού.



Σχήμα Σ 18.1: Μείωση διαμήκους οπλισμού στις ακραίες λωρίδες τετραρέριστων πλακών

18.1.3 Ελάχιστη πάχη πλακών

Το πάχος της πλάκας πρέπει να είναι τουλάχιστον:

α)	γενικά	70 mm
β)	για πλάκες κυκλοφορίας επιβατικών αυτοκινήτων	100 mm
γ)	για πλάκες κυκλοφορίας φορτηγών αυτοκινήτων	120 mm
δ)	για πλάκες μόνο κατ' εξαίρεση βατές, όπως για εργασίες συντήρησης ή καθαρισμού (π.χ. ορισμένες πλάκες στεγών)	50 mm

18.1.4 Οπλισμός κάμψης πλακών**18.1.4.1 Γενικά**

Ο οπλισμός κάμψης είναι αυτός που παραλαμβάνει τα μεγέθη ορθής έντασης, M και N . Το εμβαδόν των διατομών του κύριου οπλισμού πρέπει να είναι μεγαλύτερο από:

- $\min A_s = 0.6b \cdot d / f_{yk}, f_{yk}$ σε MPa,(18.1)

και

- $\min A_s = 0.0015b \cdot d$ (18.2)

Το εμβαδόν των διατομών του κύριου οπλισμού δεν μπορεί να υπερβαίνει το 4% της διατομής του σκυροδέματος εκτός των περιοχών ενώσεων με υπερκάλυψη.

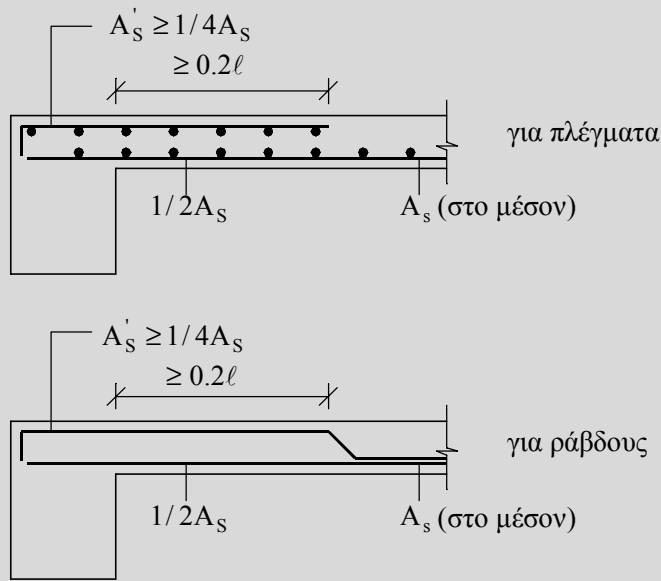
Το εμβαδόν του δευτερεύοντος οπλισμού πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο προς το 20% του εμβαδού του κύριου οπλισμού και τουλάχιστον $4\varnothing 6/m$, ανεξαρτήτως της ποιότητας του χάλυβα.

Σε τετραέρειστες πλάκες και όταν δεν ελέγχεται με ακρίβεια η κάλυψη των ροπών, επιτρέπεται ο οπλισμός των ανοιγμάτων να μειώνεται στο μισό στις ακραίες λωρίδες πλάτους $c = 0.20 \cdot \min \ell$.

Η απόσταση μεταξύ των ράβδων δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από:

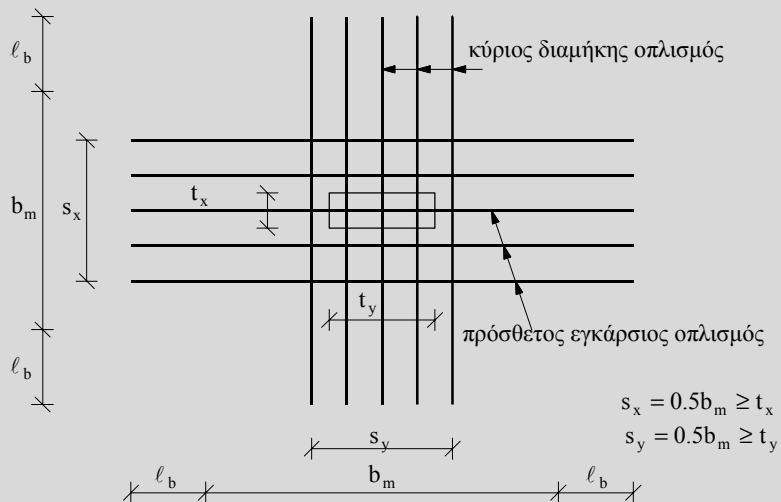
- 250mm για τον δευτερεύοντα οπλισμό
- $1.50 \cdot h$ ή 200mm για τον κύριο οπλισμό.

Στις τετραέρειστες πλάκες και οι δύο διευθύνσεις θεωρούνται κύριες.



Σχήμα Σ 18.2: Οπλισμός μερικής πάκτωσης πλάκας

Σκοπός των οπλισμών αυτών είναι να αποτραπεί απόσχιση της πλάκας κατά την παρειά της στήριξης.



Σχήμα Σ 18.3: Ειδικοί οπλισμοί κάτω από σημειακά, γραμμικά ή ομοιομόρφως κατανεμημένα σε ορθογωνική επιφάνεια της πλάκας φορτία

Στις κύριες ακραίες στηρίξεις πλακών στις οποίες δεν ελήφθη υπόψη ενδεχόμενη μερική πάκτωση της πλάκας, πρέπει να προβλεφθεί ένας κύριος άνω οπλισμός ίσος με το 1/4 του οπλισμού ανοίγματος. Ο οπλισμός αυτός πρέπει να εκτείνεται πέρα από την παρειά του στηρίγματος, σε απόσταση τουλάχιστον ίση με 0.2 φορές το μήκος του ανοίγματος.

Ένα ποσοστό ίσο με το 1/2 του οπλισμού ανοίγματος πρέπει να συνεχίζεται και στις στηρίξεις.

Οι οπλισμοί αυτοί πρέπει να αγκυρώνονται κατάλληλα (βλ. παρ. 17.8.4 και 17.8.5).

Ο διαμήκης κύριος οπλισμός που προκύπτει λόγω συγκεντρωμένων ή τμηματικών συνεχών φορτίων πρέπει να κατανέμεται σε πλάτος (βλ. παρ. 9.1.6)

$$s_y = 0.5 \cdot b_m \geq t_y.$$

Αν δεν γίνεται ακριβέστερος έλεγχος, κάτω από τα προηγούμενα φορτία πρέπει να διατάσσεται πρόσθετος εγκάρσιος οπλισμός, ίσος τουλάχιστον με το 60% του οπλισμού που προέκυψε από το υπόψη φορτίο.

Σε προβόλους με συγκεντρωμένα φορτία πρέπει να διατάσσεται στην κάτω πλευρά εγκάρσιος οπλισμός ίσος με το 60% του οπλισμού που απαιτείται για την ανάληψη της ροπής στήριξης, η οποία προκαλείται από το υπόψη φορτίο.

Ο πρόσθετος αυτός οπλισμός πρέπει να κατανέμεται σε πλάτος ίσο με το μισό του πλάτους διανομής b_m του συγκεντρωμένου φορτίου, αλλά όχι μικρότερο του πλάτους εισαγωγής του συγκεντρωμένου φορτίου στο μέσο επίπεδο της πλάκας κατά τη διεύθυνση του κύριου οπλισμού, t_x . Οι ράβδοι του πρόσθετου εγκάρσιου οπλισμού πρέπει να αγκυρώνονται πέρα από το πλάτος διανομής b_m του συγκεντρωμένου φορτίου.

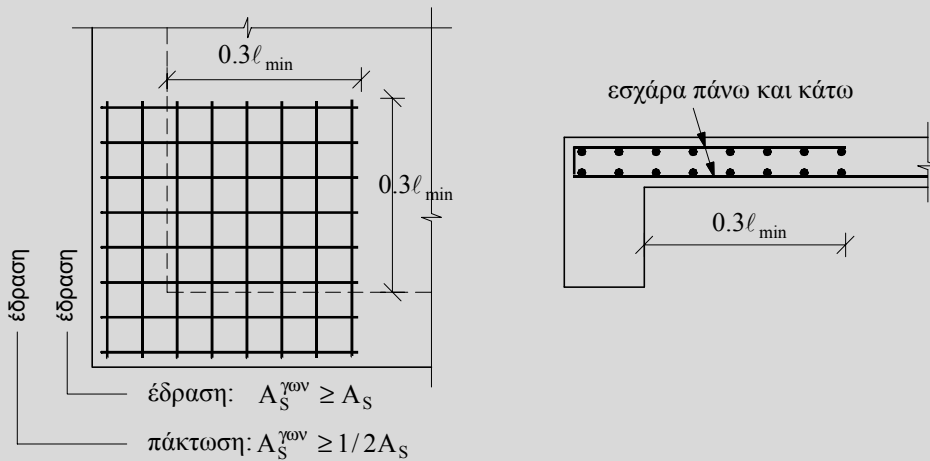
Όταν ο κύριος οπλισμός είναι παράλληλος σε στήριξη που δεν έχει ληφθεί υπόψη στον υπολογισμό της πλάκας, οι εγκάρσιες εφελκυστικές τάσεις που αναπτύσσονται πάνω σε αυτή τη στήριξη πρέπει να αναλαμβάνονται από αντίστοιχο άνω οπλισμό, ίσο τουλάχιστον με το 60% του κύριου οπλισμού της πλάκας και τουλάχιστον 5Ø8/m, ανεξαρτήτως της ποιότητας του χάλυβα.

Ο οπλισμός αυτός πρέπει να φθάνει σε απόσταση από την παρειά στήριξης ίση με το τέταρτο του ανοίγματος υπολογισμού της πλάκας.

18.1.4.2 Οπλισμοί γωνιών πλακών μη μονολιθικώς συνδεδεμένων με τα στοιχεία εδράσεώς των

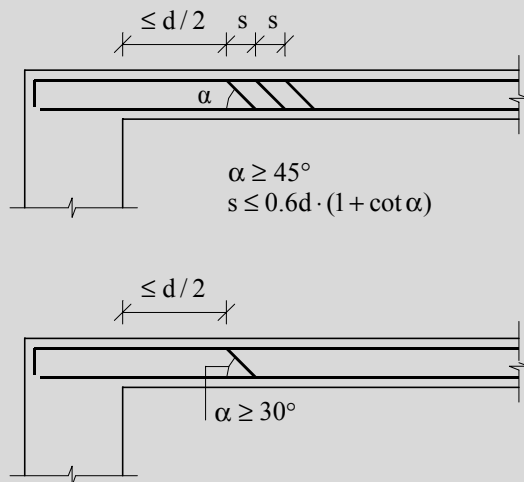
Η παρεμπόδιση της ανύψωσης της γωνίας δημιουργεί εφελκυστικές τάσεις στην «πάνω» επιφάνεια με διεύθυνση περίπου κατά τη διχοτόμο της γωνίας και εφελκυστικές τάσεις στην «κάτω» επιφάνεια με διεύθυνση κάθετη προς τη διχοτόμο.

Εφόσον η πλάκα συνδέεται άκαμπτα με περιμετρικές δοκούς ή γειτονικά ανοίγματα, δεν απαιτείται υπολογισμός των αντιστοίχων ροπών συστροφής.



Σχήμα Σ 18.4. Παράδειγμα διάταξης οπλισμού γωνιών πλάκας

18.1.5.1 Γενικά περί οπλισμού διάτμησης



Σχήμα Σ 18.5: Οπλισμοί διάτμησης πλάκας

Οι συμβολισμοί δίνονται στο Σχήμα 11.2 και στην παρ. 18.3.4.

18.1.4.2 Οπλισμοί γωνιών πλακών μη μονολιθικός συνδεδεμένων με τα στοιχεία εδράσεώς των

Σε περίπτωση που παρεμποδίζεται η ανύψωση της γωνίας μιας πλάκας της οποίας δύο διαδοχικές πλευρές εδράζονται μη ολόσωμα, και εφόσον αυτό δεν έχει ληφθεί υπόψη στον υπολογισμό, πρέπει γενικά να προβλέπεται ένας οπλισμός τουλάχιστον ίσος με τον οπλισμό του ανοίγματος στην άνω και κάτω επιφάνεια:

- α) κατά τις κύριες διευθύνσεις των εφελκυστικών τάσεων, ή
- β) με ορθογωνικό πλέγμα παράλληλο στις πλευρές.

Αν στην γωνία η μια πλευρά εδράζεται απλά, ενώ η άλλη είναι πακτωμένη, ο οπλισμός αυτός θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσος με το μισό του οπλισμού ανοίγματος.

Οι οπλισμοί αυτοί των γωνιών θα πρέπει να εκτείνονται πέρα από την παρειά της στήριξης σε μήκος τουλάχιστον ίσο με 0.3 φορές το μήκος του μικρότερου ανοίγματος.

18.1.5 Οπλισμός διάτμησης και διάτρησης πλακών

18.1.5.1 Γενικά περί οπλισμού διάτμησης

Οι πλάκες με οπλισμό διατμήσεως θα πρέπει να έχουν πάχος τουλάχιστον ίσο με 200mm.

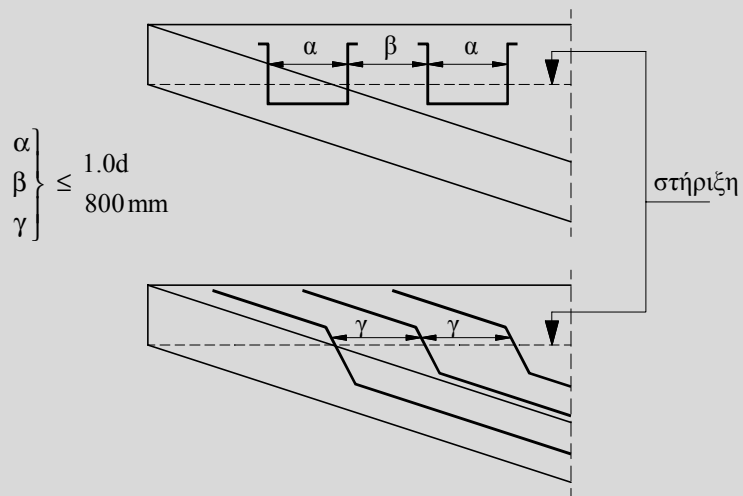
Οι οπλισμοί διάτμησης πλακών, εφόσον απαιτούνται (βλ. παρ. 11.1.1), μπορούν να αποτελούνται από κλειστούς ή ανοικτούς συνδετήρες και/ή λοξές ράβδους. Το ποσοστό οπλισμού διατμήσεως, εφόσον απαιτείται, δεν μπορεί να υπολείπεται του 60% των τιμών που δίνονται στον Πίνακα Σ18.1 για δοκούς.

Οι ράβδοι που κάμπτονται προς τα πάνω πρέπει να προέρχονται από τους οπλισμούς κάμψης. Γενικά, η γωνία κλίσης των ράβδων αυτών ως προς την οριζόντια δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη των 45°. Εάν, όμως, προβλέπεται μόνο μια σειρά κεκαμμένων ράβδων (για κάθε κατεύθυνση) η γωνία κλίσης μπορεί να μειωθεί μέχρι 30°.

Η απόσταση s μεταξύ των διαφόρων σειρών του οπλισμού διάτμησης, πρέπει να ικανοποιεί την συνθήκη:

$$s \leq 0.6d \cdot (1 + \cot \alpha) \dots\dots\dots (18.3)$$

18.1.5.2 Γραμμικές στηρίξεις πλακών



Σχήμα Σ 18.6: Οπλισμοί διάτμησης στις γραμμικές στηρίξεις πλάκας

18.1.5.3 Οπλισμός διάτμησης πλακών

Η απόσταση μεταξύ της παρειάς μιας στήριξης ή της περιμέτρου μιας φορτιζόμενης επιφάνειας και της πλησιέστερης σειράς του οπλισμού διάτμησης δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη του $d/2$.

Η απόσταση αυτή θα μετριέται:

- για συνδετήρες, στο μέσο επίπεδο της πλάκας,
- για λοξές ράβδους, στο επίπεδο του “πάνω” οπλισμού κάμψης.

18.1.5.2 Γραμμικές στηρίξεις πλακών

Στις γραμμικές στηρίξεις των πλακών απαιτείται οπλισμός διάτμησης όταν δεν ικανοποιείται η εξίσωση (11.1). Για αυτόν τον οπλισμό απαιτείται ένα ελάχιστο ποσοστό (παρ. 11.1 και παρ. 18.3.4).

Όταν τοποθετούνται συνδετήρες πρέπει να περιβάλλουν τουλάχιστον το μισό των ράβδων του εξωτερικού εφελκόμενου οπλισμού, ενώ δεν απαιτείται να περιβάλλουν τους οπλισμούς της θλιβόμενης ζώνης.

Η παράλληλη προς την στήριξη απόσταση των σκελών οπλισμού διάτμησης σε μια διατομή δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1.0d ή τα 800 mm .

Ο οπλισμός διάτμησης μπορεί να αποτελείται μόνο από λοξές ράβδους αν:

$$V_{Sd} < V_{Rd2} / 3 .$$

Εάν όχι, τότε μόνο συνδετήρες πρέπει να ικανοποιούν την απαίτηση ελάχιστου οπλισμού, με αποστάσεις s_{max} που να ικανοποιούν τις απαιτήσεις της παραγρ. 18.3.4.

18.1.5.3 Οπλισμός διάτμησης πλακών

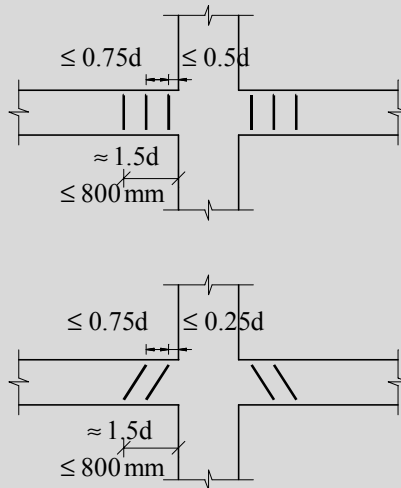
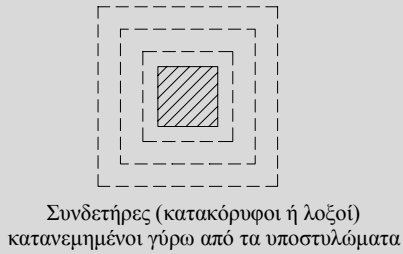
Το ποσοστό οπλισμού διάτμησης, εφόσον απαιτείται, δεν μπορεί να υπολείπεται του 60% των τιμών που δίνονται για δοκούς.

Ως οπλισμοί διάτμησης (παρ. 13.4.2) μπορούν να ληφθούν υπόψη:

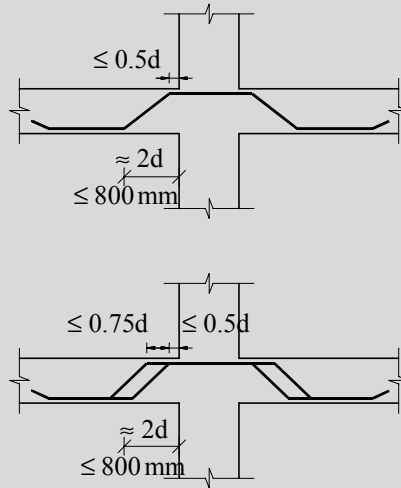
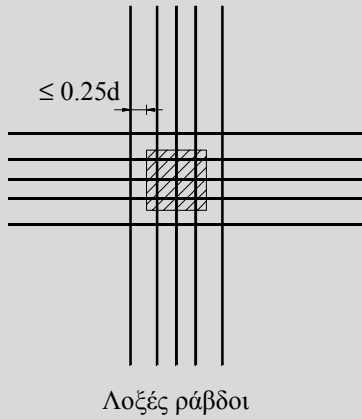
- α) Σε περίπτωση συνδετήρων, εκείνοι οι συνδετήρες που περιλαμβάνονται σε μια ζώνη η οποία εκτείνεται σε απόσταση όχι μεγαλύτερη από 1.5d ή 800mm από την φορτιζόμενη επιφάνεια. Η συνθήκη (18.3) θα πρέπει να ικανοποιείται για όλες τις διευθύνσεις.

Τα κατακόρυφα μέλη των συνδετήρων θα ξεκινούν από απόσταση το πολύ 0.5d από την παρειά του στύλου, θα απέχουν μεταξύ τους το πολύ 0.75d και θα περιβάλλουν τουλάχιστον ανά μία στρώση τους άνω και κάτω οπλισμούς κάμψης. Οι συνδετήρες μπορούν να τοποθετηθούν σε κύκλο ή ορθογώνιο γύρω από το υποστύλωμα.

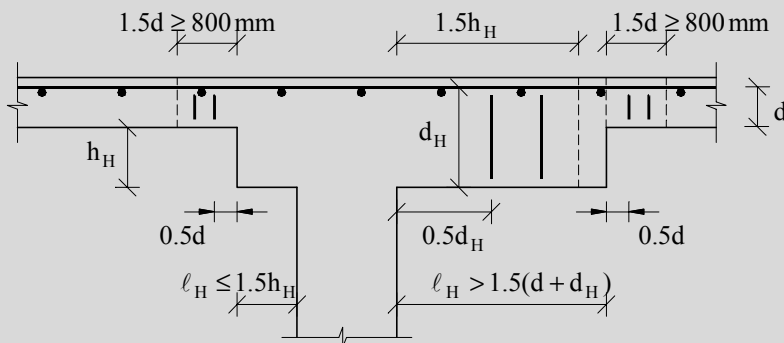
α)



β)



Σχήμα Σ 18.7α: Τυπική διάταξη οπλισμού διάτρησης σε πλάκα χωρίς διαπλάτυνση της κεφαλής του στύλου



Σχήμα Σ 18.7β: Τυπική διάταξη οπλισμού διάτρησης σε πλάκα με διαπλάτυνση της κεφαλής του στύλου

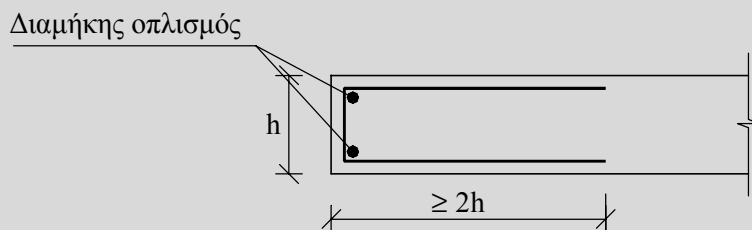
- β) Σε περίπτωση λοξών ράβδων εκείνες μόνο που διατέμνουν την επιφάνεια, η οποία βρίσκεται σε απόσταση όχι μεγαλύτερη από $2d$ ή 800mm από την φορτιζόμενη επιφάνεια.

Δεν είναι δυνατό να γίνει κάποιος ακριβής υπολογισμός της συνεισφοράς αυτού του οπλισμού. Μπορεί προσεγγιστικά να χρησιμοποιείται η παρακάτω εμπειρική έκφραση:

$$1.3 \cdot \left(\sum \varnothing^2 \right) \cdot \sqrt{f_{yk} \cdot f_{ck}} \geq V_{sd}$$

Στη σχέση αυτή η άθροιση περιλαμβάνει όλες τις ράβδους που διέρχονται από τις διεπιφάνειες πλάκας-υποστυλώματος και αγκυρώνονται και στις δύο πλευρές. Μια ράβδος που διέρχεται ενιαία από τις δύο πλευρές μετρείται διπλά. V_{sd} είναι η ολική τέμνουσα που μεταφέρεται στο υποστύλωμα.

18.1.5.4 Ελεύθερα άκρα πλακών



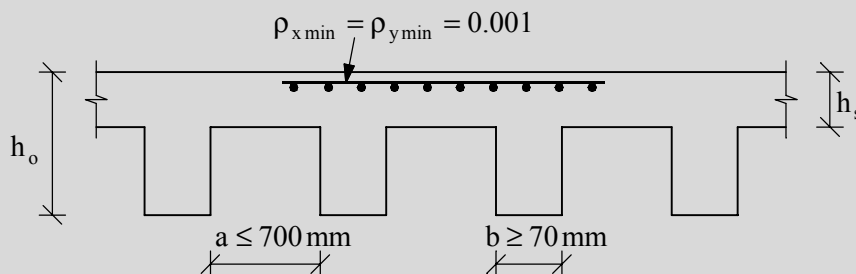
Σχήμα Σ 18.8. Οπλισμός ελεύθερων άκρων

Ο υπάρχων οπλισμός της πλάκας μπορεί να αποτελέσει οπλισμό ελεύθερου άκρου.

Ο εγκάρσιος οπλισμός μπορεί να αποτελείται από φουρκέτες που να περιβάλλουν τις διαμήκεις ράβδους.

18.2.1 Ορισμός και πεδίο εφαρμογής

Οι νευρώσεις δεν απαιτείται να ακολουθούν τις διατάξεις όπλισης των δοκών.



Σχήμα Σ 18.9. Διαστάσεις πλακών με νευρώσεις

Για να περιορισθεί η πιθανότητα αλυσωτής κατάρρευσης, που θα μπορούσε να ξεκινήσει από μια τοπική αστοχία σε διάτρηση, συνιστάται να προβλέπεται στην πλάκα κάτω διαμήκης οπλισμός, ο οποίος να διέρχεται από τις διεπιφάνειες πλάκας – υποστυλώματος και να έχει καλή αγκύρωση εκατέρωθεν.

18.1.5.4 Ελεύθερα άκρα πλακών

Κατά μήκος ενός ελεύθερου άκρου, μία πλάκα πρέπει να περιέχει:

- Διαμήκη οπλισμό από δύο τουλάχιστον ράβδους, την μία στην «πάνω» ακμή και την άλλη στην «κάτω» ακμή. Το ελάχιστο εμβαδόν αυτού του οπλισμού είναι $0.005 \cdot h^2$ για S220 και $0.0025 \cdot h^2$ για S400 και S500, τουλάχιστον όμως 2 ϕ 8.
- Εγκάρσιο οπλισμό κάθετο προς τον προηγούμενο και του οποίου τα ελεύθερα σκέλη έχουν μήκος τουλάχιστον 2h. Ο ελάχιστος εγκάρσιος οπλισμός είναι τουλάχιστον 4 ϕ 6/m, ανεξαρτήτως της ποιότητας του χάλυβα.

18.2 ΠΛΑΚΕΣ ΜΕ ΝΕΥΡΩΣΕΙΣ (Ή ΜΕ ΣΩΜΑΤΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ)

18.2.1 Ορισμός και πεδίο εφαρμογής

Οι πλάκες με νευρώσεις (ή με σώματα πλήρωσης) συντίθεται από πλακοδοκούς με ελεύθερη απόσταση νευρώσεων το πολύ 700mm και με πλάτος νευρώσεων τουλάχιστον 70mm.

Σε αυτές τις περιπτώσεις δεν απαιτείται έλεγχος της πλάκας μεταξύ των νευρώσεων, με την προϋπόθεση ότι το ομοιομόρφως κατανεμημένο μεταβλητό φορτίο δεν είναι μεγαλύτερο από 5kN/m² και ότι δεν κυκλοφορούν οχήματα με φορτίο τροχού μεγαλύτερο από 7.5kN.

18.2.2.2 Διαμήκεις νευρώσεις

Προσεγγιστικά, και εφόσον οι νευρώσεις είναι σε σταθερές μεταξύ τους αποστάσεις, μπορεί να γίνει δεκτό ότι η μέγιστη τέμνουσα μιας νεύρωσης δίνεται από τη σχέση:

$$V_{d,nerv} = 1.10 \cdot V_{d,total} / n$$

όπου:

$V_{d,total}$ η συνολική τέμνουσα δύναμη κατά μήκος της πλήρους ζώνης,
και

n ο αριθμός των νευρώσεων στο ίδιο μήκος.

18.2.2.3 Εγκάρσιες νευρώσεις

Σκοπός των εγκάρσιων νευρώσεων είναι να εξασφαλισθεί η συνεργασία των διαμήκων νευρώσεων για την ομοιόμορφη φόρτιση της επιφάνειας της πλάκας.

18.2.2 Διέρειστες πλάκες

18.2.2.1 Πλάκες

Το πάχος της πάνω ή της κάτω πλάκας πρέπει να είναι τουλάχιστον το 1/10 της ελεύθερης απόστασης των νευρώσεων ή 50mm.

Η πάνω πλάκα πρέπει να οπλίζεται με σταυροειδή οπλισμό, με διατομή σε κάθε διεύθυνση τουλάχιστον ίση με το 0.001 της διατομής της πλάκας (S400, S500).

Η κάτω πλάκα, αν υπάρχει, πρέπει να οπλίζεται κι αυτή με σταυροειδή οπλισμό, τουλάχιστον ίσον με το 75% του οπλισμού της πάνω πλάκας (S400, S500).

18.2.2.2 Διαμήκεις νευρώσεις

Οι νευρώσεις πρέπει να έχουν πλάτος τουλάχιστον 70mm. Εφόσον προς τις στηρίξεις διαπλατύνονται οι νευρώσεις, η αύξηση του πλάτους της νεύρωσης b επιτρέπεται να τίθεται στον υπολογισμό με κλίση το πολύ 1:3.

Ο διαμήκης οπλισμός πρέπει να διανέμεται στις επιμέρους νευρώσεις όσο το δυνατό ομοιόμορφα.

Στη στήριξη μπορεί να κάμπτεται λοξά κάθε δεύτερη ράβδος οπλισμού, εφόσον σε κάθε νεύρωση υπάρχουν 2 ράβδοι τουλάχιστον.

Στις εσωτερικές στηρίξεις συνεχών πλακών επιτρέπεται να λαμβάνεται στον υπολογισμό ως θλιβόμενος οπλισμός μόνο ο οπλισμός του ανοίγματος που είναι μικρότερος από το 0.01 της διατομής του σκυροδέματος (S400, S500). Ο θλιβόμενος οπλισμός πρέπει να εξασφαλίζεται έναντι λυγισμού, π.χ. με συνδετήρες.

Στις νευρώσεις πρέπει να διατάσσονται συνδετήρες όταν το ομοιομόρφως καταναμημένο μεταβλητό φορτίο είναι μεγαλύτερο από 3kN/m² και η διάμετρος του διαμήκους οπλισμού των νευρώσεων είναι μεγαλύτερη από 16mm.

Στην περιοχή των εσωτερικών στηρίξεων συνεχών πλακών και σε πλάκες με ειδικές απαιτήσεις πυρασφάλειας πρέπει να διατάσσονται πάντοτε συνδετήρες.

Σε όλες τις στηρίξεις πλακών με νευρώσεις (ή με σώματα πληρώσεως) συνιστάται να κατασκευάζεται συμπαγής λωρίδα σκυροδέματος, με πλάτος ίσο προς το 5% του αντίστοιχου θεωρητικού ανοίγματος της πλάκας.

18.2.2.3 Εγκάρσιες νευρώσεις

Σε πλάκες με θεωρητικό άνοιγμα μέχρι 6m πρέπει να τοποθετείται τουλάχιστον μία εγκάρσια νεύρωση στο μέσον.

Για θεωρητικά ανοίγματα μεγαλύτερα των 6m πρέπει να τοποθετείται τουλάχιστον μία εγκάρσια νεύρωση ανά $10 \cdot h_0$, όπου h_0 είναι το συνολικό πάχος της πλάκας.

18.3 ΔΟΚΟΙ

Συμπαγείς ζώνες πλακών χωρίς δοκούς που συμμετέχουν σε συστήματα ισοδύναμων πλαισίων – στύλων μερικής ανάληψης οριζοντίων φορτίων, σύμφωνα με την παρ. 9.1.7, θεωρούνται δοκοί με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (βλ. και παρ. 6.1.3).

18.3.1 Γεωμετρικά στοιχεία

Για λεπτόκορμες δοκούς, συνιστάται επιπλέον όπως το πλάτος του θλιβόμενου πέλματος ικανοποιεί και τις εξής συνθήκες:

$$b_w > \ell_o / 50$$

$$b_w > h_b / 8$$

όπου:

ℓ_o μήκος δοκού μεταξύ εγκάρσιων / πλευρικών στηρίξεων

h_b ύψος δοκού.

Δοκοί με λόγο ανοίγματος προς ύψος μικρότερο του 4 έχουν σημαντικά διαφορετική λειτουργία σε εναλλασσόμενη φόρτιση μεγάλης έντασης, σε σύγκριση με λεπτότερες δοκούς. Ο περιορισμός της τιμής του λόγου ανοίγματος προς ύψος δεν ισχύει για δοκούς σύζευξης τοιχωμάτων (παρ. 18.5.8).

Εάν δεν γίνεται ακριβέστερος υπολογισμός (π.χ. εσχάρα δοκών) ο οπλισμός της εγκάρσιας νεύρωσης θα είναι τουλάχιστον ίσος με τον οπλισμό μιας διαμήκουσ νεύρωσης. Ο οπλισμός αυτός θα τοποθετείται και στο πάνω και στο κάτω πέλμα της νεύρωσης.

Επίσης, θα τοποθετούνται συνδετήρες όπως στις διαμήκεις νευρώσεις.

Το ύψος των εγκάρσιων νευρώσεων πρέπει να είναι ίδιο με το ύψος των διαμήκων.

18.2.3 Τετραέριστες πλάκες

Εφαρμόζονται ανάλογα οι κανόνες για τις διέριστες πλάκες. Ιδιαίτερα πρέπει να τηρούνται και κατά τις δύο διευθύνσεις οι απαιτήσεις για τις μέγιστες αποστάσεις των νευρώσεων και τις ελάχιστες διαστάσεις νευρώσεων και πλακών, κατά τις παρ. 18.2.2.1 έως παρ. 18.2.2.3.

18.3 ΔΟΚΟΙ

Στο Κεφάλαιο αυτό δίδονται διατάξεις για τα γεωμετρικά στοιχεία και τις λεπτομέρειες όπλισης δοκών με ή χωρίς αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (βλ. παρ. 6.1.3).

Δεν επιτρέπεται η χρήση λείων χαλύβων ως διαμήκων οπλισμών σε δοκούς με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας.

18.3.1 Γεωμετρικά στοιχεία

Σε όλες εν γένει τις δοκούς, πρέπει το πλάτος b_w να ικανοποιεί την συνθήκη $b_w \geq 200\text{mm}$.

Σε δοκούς με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας συνιστάται:

- α) το πλάτος b_w να ικανοποιεί τις συνθήκες

$$b_w < 2 \cdot b_c$$

$$b_w < b_c + \frac{h_c}{2}$$

όπου b_c και h_c η διάσταση της διατομής του υποστυλώματος κάθετα και παράλληλα προς τον άξονα της δοκού,

- β) ο λόγος ανοίγματος προς ύψος να είναι τουλάχιστον ίσος προς 4, και
 γ) η εκκεντρότητα του άξονα της δοκού να μην υπερβαίνει το 1/3 του πλάτους του υποστυλώματος που τη στηρίζει στη θέση του κόμβου.

18.3.2 Διαμήκεις οπλισμοί

Μπορεί να χρησιμοποιούνται το πολύ δύο διαφορετικές διαμέτροι διαμήκων ράβδων σε κάθε διατομή στην ίδια δοκό.

Στην περίπτωση αυτή πρέπει:

$$\varnothing_{L,\min} \geq 2/3 \cdot \varnothing_{L,\max}$$

όπου:

\varnothing_L η διάμετρος του διαμήκους οπλισμού.

Το ελάχιστο ποσοστό οπλισμού εξασφαλίζει ικανή απομένουσα αντοχή μετά τη ρηγμάτωση.

Ο περιορισμός του μέγιστου ποσοστού οπλισμού εξασφαλίζει την καλή σκυροδέτηση και συμπύκνωση, καθώς και την ικανοποιητική πλαστιμότητα.

Ο σκοπός του κανόνα $\rho' \geq 0.5 \cdot \rho$ είναι να εξασφαλίσει ικανοποιητική πλαστιμότητα στις περιοχές πιθανών πλαστικών αρθρώσεων, καθώς και να καλύψει το ενδεχόμενο αντιστροφής της φοράς της καμπτικής έντασης κοντά στις

18.3.2 Διαμήκεις οπλισμοί

Σε όλες εν γένει τις δοκούς το ελάχιστο ποσοστό εφελκόμενου διαμήκους οπλισμού (ρ_{\min}) πρέπει στο κάτω πέλμα (ή στο άνω πέλμα σε περίπτωση προβόλων) και στις περιοχές στηρίξεων να είναι:

$$\rho_{\min} = \frac{1}{2} \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yd}} \dots\dots\dots (18.4)$$

Σε όλες εν γένει, τις δοκούς, η συνολική διατομή του διαμήκους οπλισμού, δεν μπορεί να υπερβαίνει το 4% της διατομής του σκυροδέματος, εκτός περιοχών ενώσεων.

Σε όλες εν γένει, τις δοκούς, πρέπει τουλάχιστον το 1/4 της διατομής του οπλισμού του ανοίγματος να συνεχίζεται και να αγκυρώνεται κατάλληλα στις στηρίξεις στο κάτω πέλμα (βλ. παρ. 17.8.4 και παρ. 17.8.5).

Σε δοκούς με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας και σε θέσεις στις οποίες υπάρχει πιθανότητα σχηματισμού πλαστικών αρθρώσεων (παρ. 18.3.3), το μέγιστο ποσοστό εφελκόμενου διαμήκους οπλισμού (ρ_{\max}) πρέπει να ικανοποιεί την ακόλουθη συνθήκη:

$$\rho_{\max} = 0.65 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \frac{\rho'}{\rho} + 0.0015 \leq \frac{7}{f_{yd}} \dots\dots\dots (18.5)$$

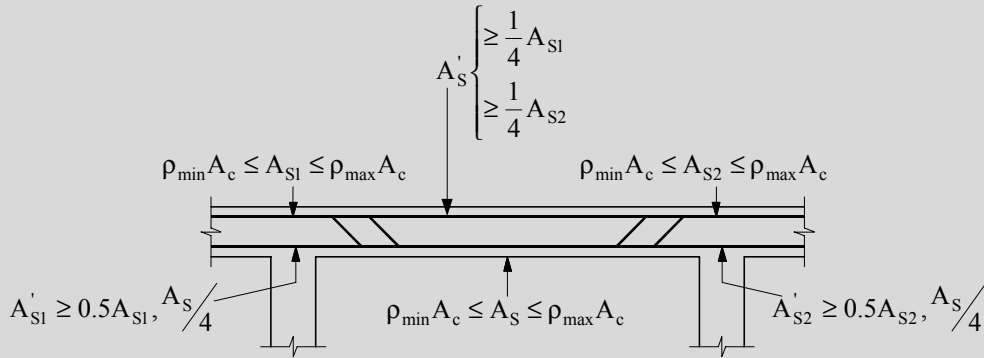
όπου το f_{yd} εκφράζεται σε MPa, ενώ τα ρ και ρ' είναι τα ποσοστά του εφελκόμενου και θλιβόμενου διαμήκους οπλισμού. Όταν η θλιβόμενη ζώνη περιέχει και πλάκα (πλακοδοκός) τα ποσοστά οπλισμού ανάγονται σε ορθογωνική διατομή με ισοδύναμο πλάτος.

Οι παρακάτω κανόνες α έως δ ισχύουν μόνο για δοκούς με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας:

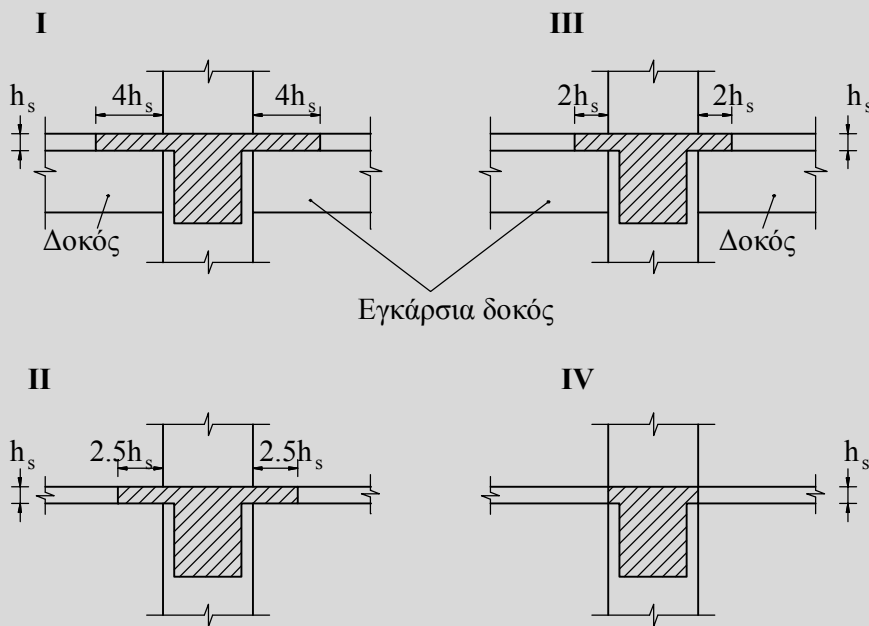
- α) Στις περιοχές πιθανών πλαστικών αρθρώσεων κοντά στα άκρα (σε μήκος $2 \cdot h_b$ από τις εσωτερικές παρειές στηρίξης), το ποσοστό ρ' του θλιβόμενου οπλισμού πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με το μισό του εφελκόμενου οπλισμού στην ίδια διατομή.

στηρίξεις. Θλιβόμενοι οπλισμοί μπορούν να περατούνται σε απόσταση $2 \cdot h_b$ από τις εσωτερικές παρειές στήριξης.

Σκοπός των κανόνων β και γ είναι να καλύψουν το ενδεχόμενο ανάπτυξης, σε τυχόν σημείο της δοκού, ροπών με μέγεθος και πρόσημο που δεν έχουν προβλεφθεί από τον υπολογισμό.



Σχήμα Σ 18.10: Διάταξη διαμήκους οπλισμού δοκών



Σχήμα Σ 18.11: Περιοχές συνεργαζόμενου οπλισμού πλακών στον οπλισμό στηρίξεως των δοκών

18.3.3 Κρίσιμες περιοχές δοκού με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας

Επίσης κρίσιμη με μήκος εκατέρωθεν 2 φορές το ύψος της δοκού θεωρείται η περιοχή έδρασης μεγάλου συγκεντρωμένου φορτίου στο άνοιγμα.

- β) Σε όλο του μήκος του πάνω πέλματος πρέπει να εκτείνεται τουλάχιστον το 1/4 του μεγαλύτερου από τους οπλισμούς πάνω πέλματος των εκατέρωθεν στηρίξεων.
- γ) Σε όλο το μήκος του πάνω και κάτω πέλματος απαιτούνται τουλάχιστον 2 ράβδοι διαμέτρου 12mm/S400 ή S500.
- δ) Σε πλακοδοκούς διατομής Τ ή Γ μονολιθικά συνδεδεμένες με την πλάκα, μπορεί να συνυπολογιστούν στον οπλισμό στηρίξεων, επιπλέον των διαμήκων ράβδων που βρίσκονται μέσα στο πλάτος της δοκού, και οι ράβδοι που βρίσκονται στα τμήματα της πλάκας εκατέρωθεν της δοκού και εντός πλάτους, από την παρειά του υποστυλώματος ή της δοκού (οποιοδήποτε βρίσκεται σε μεγαλύτερη απόσταση από τον άξονα της δοκού), ίσου με:
- I σε εσωτερικά υποστυλώματα με εγκάρσιες δοκούς παρόμοιου ύψους: 4 φορές το πάχος της πλάκας,
 - II σε εξωτερικά υποστυλώματα χωρίς εγκάρσιες δοκούς ή τοιχώματα: 2.5 φορές το πάχος της πλάκας,
 - III σε εξωτερικά υποστυλώματα με εγκάρσιες δοκούς παρόμοιου ύψους και εφόσον ο οπλισμός της δοκού αγκυρώνεται εκεί: 2 φορές το πάχος της πλάκας,
 - IV σε εξωτερικά υποστυλώματα ή τοιχώματα χωρίς εγκάρσιες δοκούς: μηδέν.

Το συνολικό πλάτος που καθορίζεται παραπάνω δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το συνεργαζόμενο πλάτος της δοκού σύμφωνα με την παρ. 8.4.

Οι οπλισμοί αυτοί δεν περιλαμβάνονται στα ελάχιστα ποσοστά οπλισμών.

Σε όλες τις περιπτώσεις, τουλάχιστον το 75% του οπλισμού που λαμβάνεται υπόψη στον έλεγχο της καμπτικής αντοχής στη στήριξη, πρέπει να περνά μέσα από ή να αγκυρώνεται μέσα στο πλάτος του υποστυλώματος.

18.3.3 Κρίσιμες περιοχές δοκού με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας

Ως κρίσιμες περιοχές θεωρούνται τα ακραία τμήματα της δοκού με μήκος l_{cr} από τις παρειές στήριξης σε υποστύλωμα ή τοίχωμα ίσο με 2 φορές του ύψους δοκού ($l_{cr} = 2 \cdot h_b$).

18.3.4 Οπλισμοί διατηρήσεως

Γενικά οι τιμές του Πίνακα Σ 18.1 μπορούν να ληφθούν ως ελάχιστες τιμές του ποσοστού που καθορίζεται από τη σχέση:

$$\rho_w = A_{sw} : s \cdot b_w \cdot \sin \alpha \quad (\alpha = 45^\circ - 90^\circ) \dots\dots\dots (\Sigma 18.1)$$

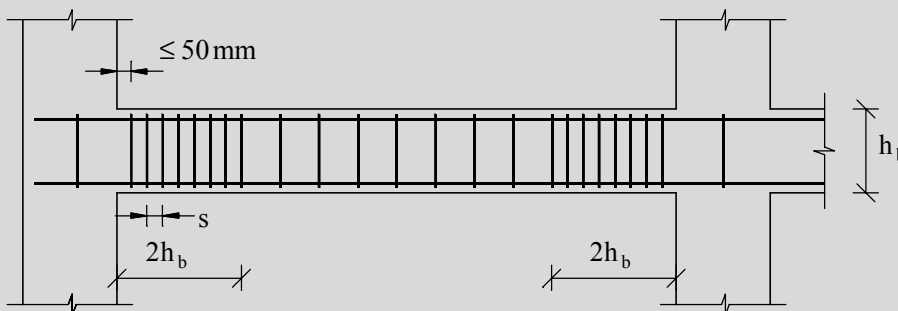
Βλέπε Σχήμα Σ 11.2 για τους συμβολισμούς.

Πίνακας Σ 18.1. Συνιστώμενες τιμές του $\rho_{w,min}$

Σκυρόδεμα	S 220	S 400	S 500
C12 – C20	0.0016	0.0009	0.0007
C25 – C35	0.0024	0.0013	0.0011
C40 – C50	0.0030	0.0016	0.0013

Η ικανότητα απορρόφησης σημαντικού ποσού ενέργειας σε ένα πιθανό σεισμό εξαρτάται από την πρόβλεψη εγκάρσιου οπλισμού στις περιοχές πιθανών πλαστικών αρθρώσεων, σε ποσότητα επαρκή, ώστε:

- να εγκιβωτίζεται το σκυρόδεμα, με αποτέλεσμα την αύξηση της οριακής του παραμόρφωσης και της αντοχής του σε συνάφεια,
- να προστατεύονται οι διαμήκεις ράβδοι από λυγισμό, και
- να εξασφαλίζεται η διατημητική αντοχή της περιοχής.



Σχήμα Σ 18.12: Διάταξη των συνδετήρων των δοκών (πύκνωση στα άκρα δοκών με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας)

18.3.4 Οπλισμοί διατμήσεως

Κάθε δοκός θα πρέπει να έχει σε όλο το μήκος της έναν ελάχιστο αριθμό ανοικτών ή κλειστών συνδετήρων.

Για να εξασφαλιστεί ικανή απομένουσα αντοχή μετά την ρηγμάτωση και πριν από την θραύση, απαιτείται ένα ελάχιστο ποσοστό οπλισμού.

Οι συνδετήρες συνιστάται να μην έχουν διάμετρο μεγαλύτερη από 12mm.

Η μέγιστη απόσταση s_{max} μεταξύ διαδοχικών οπλισμών διάτμησης καθορίζεται από τις παρακάτω σχέσεις:

$$\bullet \quad 0.8 \cdot d \leq 300 \text{mm} \quad \text{για} \quad V_{Sd} < \frac{1}{5} \cdot V_{Rd2} \dots\dots\dots(18.6)$$

$$\bullet \quad 0.6 \cdot d \leq 300 \text{mm} \quad \text{για} \quad \frac{1}{5} \cdot V_{Rd2} < V_{Sd} \leq \frac{2}{3} \cdot V_{Rd2} \dots\dots\dots(18.7)$$

$$\bullet \quad 0.3 \cdot d \leq 200 \text{mm} \quad \text{για} \quad V_{Sd} > \frac{2}{3} \cdot V_{Rd2} \dots\dots\dots(18.8)$$

Η απόσταση μεταξύ των σκελών ενός συνδετήρα πρέπει να μην είναι μεγαλύτερη από d ή από 500mm, εάν $V_{Sd} < \frac{1}{5} \cdot V_{Rd2}$.

Για $V_{Sd} > \frac{1}{5} \cdot V_{Rd2}$, ισχύουν τα όρια των σχέσεων (18.7) και (18.8).

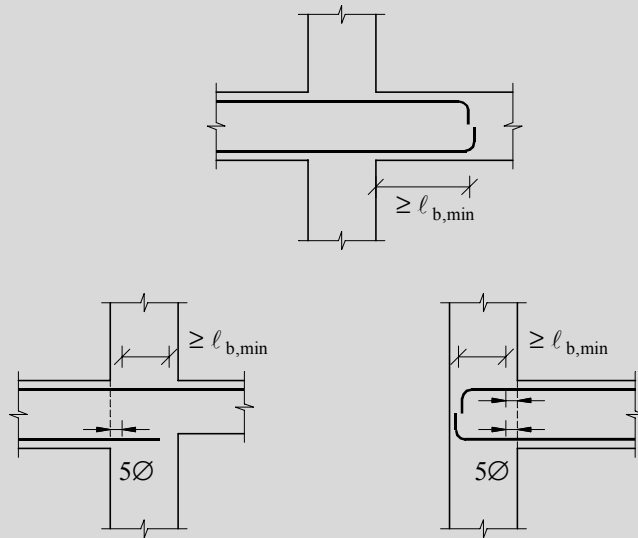
Στις κρίσιμες περιοχές δοκών με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, οι συνδετήρες πρέπει να έχουν διάμετρο τουλάχιστον 8mm και αποστάσεις που δεν υπερβαίνουν την ελάχιστη από τις εξής τιμές:

- το 1/3 του ύψους της δοκού,
- 10 φορές τη διάμετρο της λεπτότερης διαμήκου ράβδου,
- 20 φορές τη διάμετρο των συνδετήρων,
- 200mm.

Ο πρώτος από τη στήριξη συνδετήρας δεν επιτρέπεται να απέχει από την παρειά στήριξης της δοκού περισσότερο από 50mm γενικώς.

Ενώσεις του διαμήκου οπλισμού με υπερκάλυψη των άκρων επιτρέπονται μόνο εκτός των κρίσιμων περιοχών της δοκού (βλ. και παρ. 17.7.2.1). Οι αποστάσεις συνδετήρων στην περιοχή μιας τέτοιας ένωσης δεν μπορούν να υπερβαίνουν τα 150mm, το τέταρτο του ύψους της δοκού και το οκταπλάσιο της μικρότερης διαμέτρου των ράβδων που ενώνονται.

18.3.5 Αγκύρωση διαμήκους οπλισμού

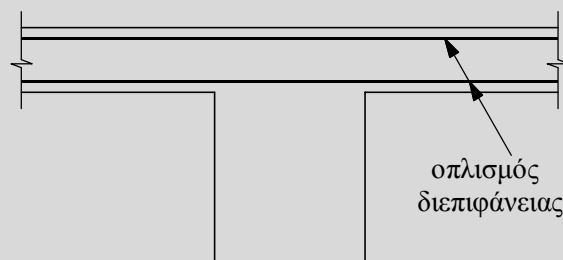


Σχήμα Σ 18.13: Αγκύρωση διαμήκους οπλισμού δοκών,
βλ. παρ. 17.6.3 και σχ. Σ 17.3

Τα πρώτα 5 ϕ του τμήματος της ράβδου μέσα στον κόμβο δεν λαμβάνονται υπόψη στην αγκύρωση, γιατί μπορεί η διαρροή της ράβδου να προχωρήσει μέσα στον κόμβο κατά το μήκος αυτό (δείξυση διαρροής).

18.3.6 Οπλισμός σύνδεσης πελμάτων-κορμού πλακοδοκών και τοιχωμάτων

Βλέπε την παρ. 11.3.3 για τον υπολογισμό αυτού του οπλισμού. Το ελάχιστο ποσοστό του συνολικού χάλυβα που διαπερνά την σύνδεση μπορεί να ληφθεί από τον Πίνακα Σ 18.1, αφού προηγουμένως το h_w αντικατασταθεί με το πάχος του πέλματος στην εξίσωση (Σ 18.1).



Σχήμα Σ 18.14: Σύνδεση πέλματος και κορμού

18.3.5 Αγκύρωση διαμήκους οπλισμού

Δοκοί με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας πρέπει να ακολουθούν τις εξής

διατάξεις αγκύρωσης του διαμήκους οπλισμού:

- α) Οι ράβδοι του πάνω και κάτω πέλματος που φθάνουν έως μια ενδιάμεση στήριξη σε υποστύλωμα πρέπει να συνεχίζονται, εφόσον είναι κατασκευαστικά δυνατόν, πέρα από τη στήριξη στο επόμενο άνοιγμα και για μήκος τουλάχιστον ίσο με $l_{b,min}$ (βλ. παρ. 17.6.3).
- β) Όταν δεν είναι κατασκευαστικά δυνατή η ευθύγραμμη συνέχιση των οπλισμών πελμάτων μιας δοκού πέρα από τον κόμβο στήριξης, (π.χ. σε ενδιάμεσα υποστυλώματα όπου καταλήγουν ανισοϋψείς δοκοί, ή σε ακραία υποστυλώματα), τότε οι ράβδοι των πελμάτων της δοκού μπορούν να αγκυρώνονται μέσα στον κόμβο δοκού – υποστυλώματος (ή δοκού - τοιχώματος), ως εξής:
 - Οι ράβδοι πρέπει να επεκτείνονται όσο γίνεται πιο κοντά στην απέναντι πλευρά του κόμβου, όπου και θα κάμπτονται κατά 90° προς το εσωτερικό του κόμβου (δηλ. οι πάνω ράβδοι προς τα κάτω και οι κάτω προς τα πάνω).
 - Το μήκος αγκύρωσης μετράται από απόσταση $5\varnothing$ πέρα από το σημείο εισόδου της ράβδου στον κόμβο. Σχετικώς μπορεί να ληφθεί υπόψη η ευνοϊκή επιρροή της εγκάρσιας θλίψης κατά την παρ. 17.5.

18.3.6 Οπλισμός σύνδεσης πελμάτων-κορμού πλακοδοκών και τοιχωμάτων

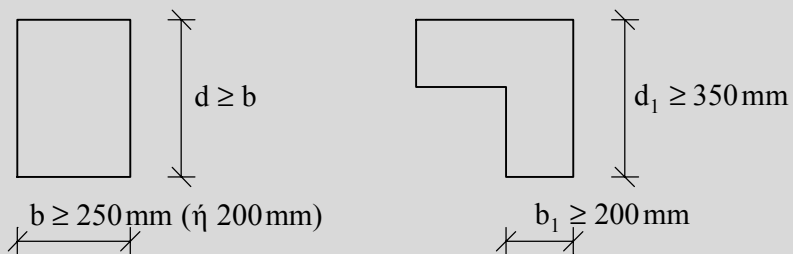
Απαιτείται ένα ελάχιστο ποσοστό εγκάρσιου οπλισμού σύνδεσης, ο οποίος εξασφαλίζει τη σύνδεση των πελμάτων με τον κορμό μιας δοκού ή ενός τοιχώματος.

18.3.7 Οπλισμοί στρέψης

Οι τιμές που αναφέρονται στις παρ. 18.3.2 και 18.3.4 μπορούν να υιοθετηθούν και για τον οπλισμό στρέψης.

Για συμβολισμούς βλέπε Σχήμα Σ 12.2.

18.4.2 Γεωμετρικά στοιχεία



Σχήμα Σ 18.15: Διαστάσεις διατομής υποστυλωμάτων

18.3.7 Οπλισμοί στρέψης

Οι διατάξεις των παρ. 18.3.2 και 18.3.4 που αναφέρονται σε δοκούς χωρίς αυξημένη απαίτηση πλαστιμότητας ισχύουν για τον διαμήκη οπλισμό και τους κλειστούς συνδετήρες δοκών οι οποίες καταπονούνται σε στρέψη.

Οι αποστάσεις μεταξύ των κλειστών συνδετήρων δεν πρέπει να υπερβαίνουν την τιμή $u_k / 8$.

Οι διαμήκεις ράβδοι πρέπει να διατάσσονται έτσι ώστε μία τουλάχιστον ράβδος να τοποθετείται σε κάθε γωνία του συνδετήρα, οι δε υπόλοιπες να κατανέμονται ομοιόμορφα στην εσωτερική περίμετρο του συνδετήρα, κατ' αποστάσεις που δεν υπερβαίνουν τα 350mm.

18.3.8 Φορτία αναρτημένα από τα κάτω

Για φορτία αναρτημένα από τα κάτω οι διατάξεις ανάρτησης, εφόσον τερματίζουν μέσα στο σκυρόδεμα, πρέπει να αγκυρώνονται σαν αναβολείς.

Τα φορτία αυτά μπορούν επίσης να αναρτώνται με προεντεταμένες ράβδους χωρίς σύνδεση, που αγκυρώνονται στην πάνω πλευρά της δοκού.

Οι οπλισμοί ανάρτησης πρέπει να είναι ικανοί να αναλάβουν ολόκληρο το αναρτώμενο φορτίο.

Σε ανεστραμμένες πλακοδοκούς, οι οπλισμοί αναρτήσεως (για τα φορτία των πλακών) πρέπει να αποτελούνται από κλειστούς συνδετήρες.

18.4 ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ

18.4.1 Γενικά

Δεν επιτρέπεται η χρήση λείων χαλύβων ως διαμήκων οπλισμών σε υποστυλώματα.

18.4.2 Γεωμετρικά στοιχεία

Σε όλα εν γένει τα υποστυλώματα, οι διαστάσεις της διατομής πρέπει να ακολουθούν τους εξής κανόνες:

- α) Ελάχιστη πλευρά υποστυλώματος τουλάχιστον 250mm, ελάχιστη διάμετρος υποστυλώματος τουλάχιστον 300mm. Αν δεν απαιτείται οπλισμός περισφιξης σύμφωνα με την παρ. 18.4.4.2 επιτρέπεται ελάχιστη πλευρά ή διάμετρος 200mm ή 250mm, αντιστοίχως.
- β) Σε γωνιακά υποστυλώματα με διατομή μορφής Γ, το κάθε σκέλος πρέπει να έχει πάχος τουλάχιστον 200mm και μήκος τουλάχιστον 350mm.

18.4.3 Διαμήκεις οπλισμοί

Μπορεί να χρησιμοποιούνται το πολύ δύο διαφορετικές διαμέτροι διαμήκων ράβδων στο ίδιο υποσύλωμα.

Στην περίπτωση αυτή πρέπει:

$$\varnothing_{L,\min} \geq 2/3 \cdot \varnothing_{L,\max} \dots\dots\dots (\Sigma 18.2)$$

όπου:

\varnothing_L η διάμετρος του διαμήκους οπλισμού.

Όλες αυτές οι διαμήκεις ράβδοι (σε αποστάσεις 200 ή 300 mm) πρέπει να συγκρατούνται από εγκάρσια σκέλη συνδετήρων ή από εγκάρσιους συνδέσμους.

18.4.4.1 Γενικά

Σκοπός των πυκνών συνδετήρων είναι:

- να εξασφαλίζουν ικανοποιητική πλαστιμότητα,
- να βελτιώνουν την συνάφεια σκυροδέματος - διαμήκων οπλισμών,
- να αποτρέπουν το ενδεχόμενο λυγισμού των διαμήκων ράβδων,
- να εξασφαλίζουν επαρκή διατμητική αντοχή.

Για να εξασφαλίζεται επαρκής πλαστιμότητα σε υποστυλώματα με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, πρέπει η διατομή τους να είναι τέτοια, ώστε να πληρούται η συνθήκη:

$$v_d = \frac{N_{Sd}}{A_c \cdot f_{cd}} \leq 0.65$$

για τους συνδυασμούς δράσεων με σεισμό.

Υδρορροές δεν επιτρέπεται να τοποθετούνται μέσα στα υποστυλώματα.

18.4.3 Διαμήκεις οπλισμοί

Ο ελάχιστος συνολικός αριθμός διαμήκων ράβδων είναι τέσσερις για ορθογωνικά και έξι για κυκλικά υποστυλώματα. Στην περίπτωση πολυγωνικών υποστυλωμάτων, τοποθετείται τουλάχιστον μία διαμήκης ράβδος σε κάθε γωνία. Η διάμετρος των διαμήκων ράβδων δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 14mm.

Το ποσοστό του περιμετρικώς διατεταγμένου διαμήκους οπλισμού πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 0.01 (ή 0.008, αν δεν απαιτείται οπλισμός περίσφιξης σύμφωνα με την παρ. 18.4.4.2) και 0.04. Στην περιοχή των ενώσεων με υπερκάλυψη, το ποσοστό του διαμήκους οπλισμού μπορεί να φθάσει στο 0.08.

Σε υποστυλώματα με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, οι διαμήκεις οπλισμοί πρέπει να συγκρατούνται από συνδετήρες ή και εγκάρσιους συνδέσμους και διατάσσονται κατά μήκος της περιμέτρου της διατομής έτσι ώστε η απόστασή τους να μην ξεπερνά τα 200mm. Εξαιρέση της απαίτησης αυτής επιτρέπεται σε υποστυλώματα με πλευρά 300mm, όπου επιτρέπεται να τοποθετούνται ράβδοι μόνο στις γωνίες αυτής της πλευράς.

Σε υποστυλώματα χωρίς αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας επιτρέπεται να διατάσσονται διαμήκεις ράβδοι σε αποστάσεις 300mm.

18.4.4 Εγκάρσιοι οπλισμοί (συνδετήρες και σύνδεσμοι)

18.4.4.1 Γενικά

Οι διαμήκεις οπλισμοί πρέπει να συγκρατούνται από πυκνούς συνδετήρες, με μικρή κατά το δυνατόν διάμετρο.

Για μεγάλα υποστυλώματα η συγκράτηση μπορεί να γίνει με την βοήθεια σιγμοειδούς οπλισμού (εγκάρσιοι σύνδεσμοι), με άγκιστρα σύμφωνα με την παρ. 17.9.3.

Σε κυκλικά υποστυλώματα η σωστή συγκράτηση μπορεί να επιτευχθεί με την βοήθεια κυκλικών συνδετήρων (ή σπειροειδούς οπλισμού), οι οποίοι περιβάλλουν τις διαμήκεις ράβδους ή δέσμες ράβδων.

Εφόσον χρησιμοποιείται χάλυβας διαφορετικής ποιότητας, η διάμετρος του εγκάρσιου οπλισμού δεν μπορεί να είναι μικρότερη από το

$$\frac{1}{3} \cdot \frac{\sqrt{f_{yd} \text{ διαμήκους οπλισμού}}}{\sqrt{f_{yd} \text{ εγκάρσιου οπλισμού}}} \text{ της μέγιστης διαμέτρου διαμήκους ράβδου.}$$

18.4.4.2 Οπλισμός περίσφιξης

Η επιτυγχανόμενη μέση εγκάρσια πίεση στον πυρήνα λόγω περισφίξεως είναι περίπου:

$$\frac{\sigma_2 (= \sigma_3)}{f_{cd}} = \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot \omega_{wd}, \quad \alpha = \alpha_n \alpha_s$$

Γενικά, η διάμετρος του εγκάρσιου οπλισμού δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 6mm ή από το 1/4 της μέγιστης διαμέτρου των διαμήκων ράβδων. Η μεταξύ τους απόσταση δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από:

- 12 φορές την ελάχιστη διάμετρο των διαμήκων ράβδων,
- τη μικρότερη πλευρά του υποστυλώματος,
- 300 mm.

Ειδικώς στις κρίσιμες περιοχές των υποστυλωμάτων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (παρ. 18.4.5), η διάμετρος του εγκάρσιου οπλισμού δεν μπορεί να είναι μικρότερη από 8mm ή από 1/3 της μέγιστης διαμέτρου διαμήκους ράβδου. Η μεταξύ τους απόσταση δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερη από:

- 8 φορές την ελάχιστη διάμετρο των διαμήκων ράβδων,
- 50% της μικρότερης πλευράς του υποστυλώματος,
- 100 mm.

Όταν οι ενώσεις με υπερκάλυψη των διαμήκων ράβδων γίνονται μέσα στις κρίσιμες περιοχές υποστυλωμάτων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, η μέγιστη απόσταση των συνδετήρων περιορίζεται σε 4 φορές την ελάχιστη διάμετρο των διαμήκων ράβδων. Σε υποστυλώματα χωρίς αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας και σε μη κρίσιμες περιοχές υποστυλωμάτων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, η μέγιστη απόσταση των συνδετήρων στις περιοχές ενώσεων περιορίζεται σε 6 φορές την ελάχιστη διάμετρο των διαμήκων ράβδων.

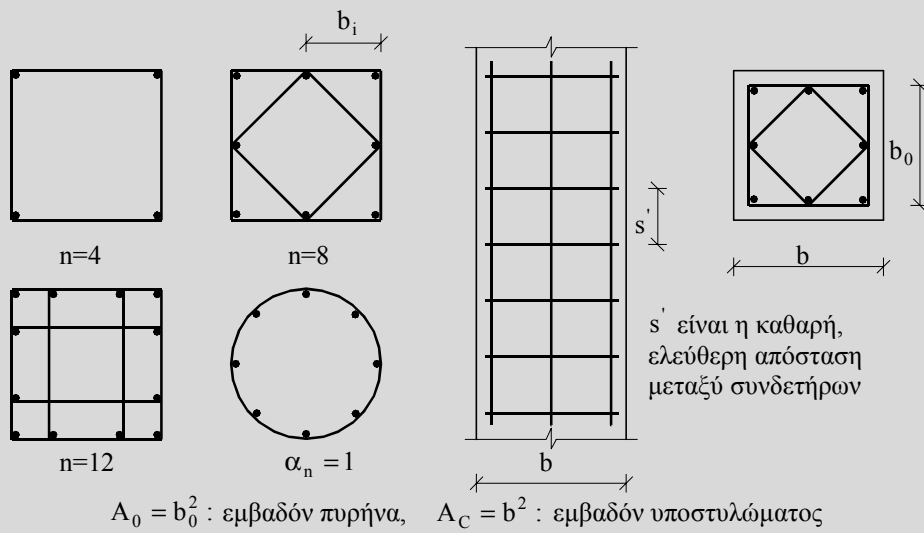
18.4.4.2 Οπλισμός περίσφιγξης

Στις κρίσιμες περιοχές υποστυλωμάτων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (παρ. 18.4.5) θα πρέπει να υπάρχει ικανοποιητικός οπλισμός περίσφιγξης. Η διάταξη αυτή αφορά μόνο υποστυλώματα αμιγών πλαισιακών φορέων και όχι υποστυλώματα σε κτίρια με κατάλληλα διαμορφωμένο μικτό σύστημα σύμφωνα με την παρ. 4.1.4.2β του ΕΑΚ με την προϋπόθεση όμως ότι ο λόγος η_v της σχέσης 4.8 του ΕΑΚ είναι >0.75 .

α) Ο οπλισμός περίσφιγξης οφείλει να είναι επαρκής:

- Για την αντιστάθμιση της απώλειας εμβαδού διατομής σκυροδέματος έξω από τους συνδετήρες, μετά την υπέρβαση της κρίσιμης παραμόρφωσης του μη-περίσφιγμένου σκυροδέματος («αποφλοίωση»), και
- Για την πρόσδοση αρκετής ικανότητας πλαστικής στροφής της κρίσιμης περιοχής του υποστυλώματος («πλαστιμότητα»), έτσι ώστε η στροφή αυτή να είναι συμβιβαστή με την προεκτιμηθείσα στάθμη συνολικής απορρόφησης ενέργειας του δομήματος, όπως εκφράζεται από τον δείκτη σεισμικής συμπεριφοράς που έχει προ-επιλεγεί.

β) Εάν δεν διατίθεται αναλυτικότερη αιτιολόγηση στηριγμένη στην διεθνή βιβλιογραφία και εμπειρία, η πρόβλεψη του οπλισμού περίσφιγξης θα γίνεται



Σχήμα Σ 18.16: Χαρακτηριστικά περίσφιγξης
 (Οι διαστάσεις b_i και b_0 μετρώνται στα κέντρα των διαμήκων ράβδων)

ως εξής:

- i) Το μηχανικό ογκομετρικό ποσοστό του οπλισμού περίσφιγξης

$$\omega_{wd} = \frac{\text{όγκος κλειστών συνδετήρων} \cdot f_{yd}}{\text{όγκος σκυροδέματος πυρήνα} \cdot f_{cd}}$$

οφείλει να ικανοποιεί την παρακάτω σχέση:

$$\alpha \cdot \omega_{wd} = 0.85 \cdot v_d \cdot \left(0.35 \cdot \frac{A_c}{A_o} + 0.15 \right) - 0.035, \text{ με } \omega_{wd} \geq 0.10$$

όπου:

α συντελεστής αποδοτικότητας περίσφιγξης εξαρτώμενος από τη διάταξη των συνδετήρων, $\alpha = \alpha_n \cdot \alpha_s$

A_c το εμβαδόν ολόκληρης της διατομής σκυροδέματος του υποστυλώματος

A_o το εμβαδόν της διατομής του περισφιγμένου σκυροδέματος («πυρήνας»)

$v_d = \frac{N_{Sd}}{A_c \cdot f_{cd}}$ ανηγμένο αξονικό φορτίο το οποίο σε κάθε περίπτωση

οφείλει να πληροί την συνθήκη $v_d \leq 0.65$

N_{Sd} η τιμή σχεδιασμού του μεγίστου θλιπτικού φορτίου υπό τον σεισμικό συνδυασμό δράσεων.

- ii) Ο συντελεστής αποδοτικότητας της περίσφιγξης εκτιμάται ως εξής:

- 1) Αναλόγως της διάταξης των συνδετήρων

$$\alpha_n = 1 - \sum_1^n \frac{b_i^2}{6 \cdot A_o} \quad (= 1 - 8/3n, \text{ για } b_i = 4 \cdot b_o / n)$$

όπου:

n αριθμός «κορυφών» συνδετήρων ή «κόμβων» με εγκάρσιους συνδέσμους που συγκρατούν διαμήκεις ράβδους

b_i απόσταση μεταξύ διαδοχικών «κορυφών» ή «κόμβων», όχι μεγαλύτερη από 250mm ή από 300mm (βλ. παρ. 18.4.3).

Για κυκλικά υποστυλώματα $\alpha_n = 1$.

2) Αναλόγως της απόστασης των συνδετήρων

$$\alpha_s = \left(1 - s' / 2 \cdot b_o\right)^2$$

όπου:

s' η καθαρή ελεύθερη απόσταση μεταξύ συνδετήρων ($s' < b_o / 2$).

b_o το πλάτος της διατομής του πυρήνα ($A_o = b_o^2$).

Για σπειροειδώς οπλισμένα υποστυλώματα (κυκλική ή τετραγωνική σπείρα), ο συντελεστής α_s είναι μεγαλύτερος, ίσος με $\alpha_s = (1 - s' / 2 \cdot b_o)$.

- iii) Σε κάθε περίπτωση, η απόσταση ανάμεσα στις διαδοχικές στρώσεις συνδετήρων οφείλει να είναι επαρκής για την άνετη ροή και συμπίκνωση του νωπού σκυροδέματος μέσα και έξω από τον κλωβό του οπλισμού. Επίσης, η διάμετρος και η κατηγορία του χάλυβα περίσφιγξης πρέπει να επιλέγονται με κριτήριο την ικανότητα μόρφωσής του στα ακριβή σχήματα που απαιτεί αυτός εδώ ο Κανονισμός.

Παράλληλα ισχύουν και οι απαιτήσεις της παρ. 18.4.4.1 που καλύπτουν τον κίνδυνο λυγισμού του κυρίου οπλισμού.

- iv) Επισημαίνεται ότι στην περίπτωση ορθογωνικών υποστυλωμάτων πρέπει ο πυρήνας τους να περισφίγγεται με περίπου τετραγωνικές ή κυκλικές διατάξεις συνδετήρων και συνδέσμων σύμφωνα με τα προηγούμενα, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ομοιόμορφη περίπου περίσφιγξη ολόκληρου του πυρήνα.

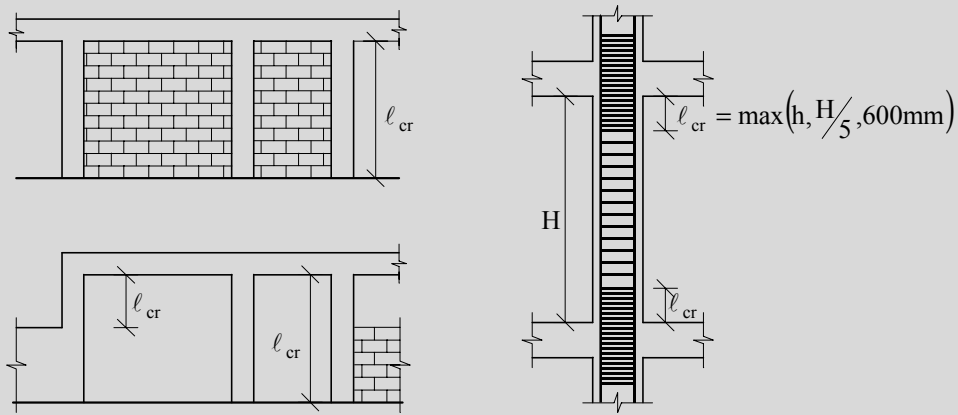
Η αποδοτική περίσφιγξη αντιστοιχεί σε μία αξονοσυμμετρική τριαξονική εντατική κατάσταση $|\sigma_1| > |\sigma_2 = \sigma_3|$. Για την πραγματοποίησή της απαιτούνται δύο προϋποθέσεις:

- α) Η διάταξη των συνδετήρων οφείλει να είναι όσο γίνεται πλησιέστερη προς τον κύκλο ή το τετράγωνο, έστω και αν η διατομή του φέροντος στοιχείου είναι ορθογωνική.
- β) Εξάλλου, τα προς κάθε κατεύθυνση γεωμετρικά ποσοστά συνδετήρων οφείλουν να είναι ίσα ($\rho_x \cong \rho_y$).

Υπό αυτές τις προϋποθέσεις υπολογίζεται το ογκομετρικό μηχανικό ποσοστό ω_{wd} της παρ. β.ι:

$$\omega_{wd} = (\rho_x + \rho_y) \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \approx 2 \cdot \rho_x \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \approx 2 \cdot \rho_y \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}}$$

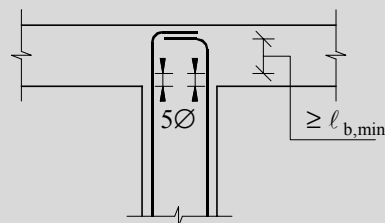
18.4.5 Κρίσιμες περιοχές υποστυλώματος με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας



Σχήμα Σ 18.17: Κρίσιμες περιοχές υποστυλωμάτων

Πρέπει να αποφεύγεται η σύνδεση με τοίχωμα ή η επαφή με τοίχο τμήματος του υποστυλώματος, γιατί αυξάνεται το ενδεχόμενο διατμητικής αστοχίας του υποστυλώματος στο υπόλοιπο τμήμα του ύψους του.

18.4.6 Αγκυρώσεις διαμήκους οπλισμού υποστυλώματος με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας



Σχήμα Σ 18.18: Αγκύρωση διαμήκους οπλισμού υποστυλώματος σε ακραίο κόμβο, βλ. παρ. 17.6.3 και σχ. Σ 17.3

Αν $\rho_x \neq \rho_y$, στον υπολογισμό του ω_{wd} θα ληφθεί υπόψη η μικρότερη των δύο αυτών τιμών, δηλ.:

$$\omega_{wd} = 2 \cdot \rho_{\min} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}}$$

18.4.4.3 Οπλισμός κόμβων

Οι εγκάρσιοι οπλισμοί των άκρων των υποστυλωμάτων (με ή χωρίς αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας) πρέπει να συνεχίζουν και στην περιοχή των κόμβων, με την ίδια διάταξη και με τις ίδιες αποστάσεις.

18.4.5 Κρίσιμες περιοχές υποστυλώματος με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας

Ορίζονται ως κρίσιμες περιοχές υποστυλώματος l_{cr} :

- α) Οι ακραίες περιοχές του υποστυλώματος πάνω και κάτω από τους κόμβους, σε απόσταση από την παρειά του κόμβου η οποία ισούται με το μεγαλύτερο από:
 - το 1/5 του καθαρού ύψους ορόφου,
 - τη μεγαλύτερη διάσταση της διατομής του υποστυλώματος,
 - 600 mm.
- β) Όταν υπάρχει τοίχος από τη μία πλευρά υποστυλώματος, τότε όλο το ύψος του θεωρείται κρίσιμο. Το ίδιο ισχύει για τα γωνιακά υποστυλώματα, τα οποία έχουν τοίχο από τη μία τους πλευρά κατά x ή και κατά y. Όταν ένα υποστυλώμα έχει από τη μία ή και από τις δύο μεριές του τοίχο, ο οποίος δεν εκτείνεται σε όλο το ύψος του ορόφου, το σύνολο του ύψους του θεωρείται κρίσιμο.
- γ) Όταν το υποστυλώμα συνδέεται με τοίχωμα σε μέρος του ύψους του τότε κρίσιμο θεωρείται όλο το υπόλοιπο ύψος.

18.4.6 Αγκυρώσεις διαμήκους οπλισμού υποστυλώματος με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας

Σε ακραίους κόμβους υποστυλωμάτων, η αγκύρωση ράβδων μέσα στον κόμβο πρέπει να ακολουθεί τα εξής:

Η προς αγκύρωση ράβδος πρέπει να εκτείνεται όσο γίνεται πιο κοντά στην απέναντι πλευρά του κόμβου, όπου θα κάμπτεται κατά 90° προς το εσωτερικό του κόμβου (δηλ. οι ράβδοι της δεξιάς πλευράς του υποστυλώματος προς τα αριστερά και αυτές της αριστερής προς τα δεξιά). Το μήκος αγκύρωσης ξεκινά από απόσταση $5\varnothing$ μετά την είσοδο της ράβδου στον κόμβο. Σχετικώς, μπορεί να ληφθεί υπόψη η ευνοϊκή επιρροή της εγκάρσιας θλίψης κατά την παρ. 17.5.

18.4.8 Υποστυλώματα με σπειροειδή οπλισμό

Για υποστυλώματα χωρίς αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, μπορεί να ληφθεί υπόψη η αύξηση της θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος του πυρήνα, ως εξής:

$$f_{cd}^* = f_{cd} \cdot \begin{cases} 1.000 + 5.0 \cdot \frac{\sigma_2}{f_{cd}} & \text{για } \sigma_2 \leq 0.05 \cdot f_{cd} \\ 1.125 + 2.5 \cdot \frac{\sigma_2}{f_{cd}} & \text{για } \sigma_2 \geq 0.05 \cdot f_{cd} \end{cases}$$

όπου:

f_{cd}, f_{cd}^* η τιμή σχεδιασμού της θλιπτικής αντοχής του απερίσφιγκτου και του περισφιγμένου σκυροδέματος, αντιστοίχως

$$\frac{\sigma_2 (= \sigma_3)}{f_{cd}} = \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot \omega_{wd} \quad (\text{παρ. 18.4.4.2}).$$

18.5.1 Γεωμετρικά στοιχεία τοιχωμάτων

18.4.7 Αναμονές υποστυλωμάτων

Σε υποστυλώματα, το μήκος αναμονών των διαμήκων ράβδων (στις στάθμες ορόφων) πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με το μεγαλύτερο από τα εξής:

- Μήκος αγκύρωσης ℓ_b των κάτω ράβδων (ℓ_b , κάτω), ή
- (1.0 ή 1.4) Χ μήκος αγκύρωσης ℓ_b των πάνω ράβδων (1.0 ή 1.4 ℓ_b , πάνω), για υποστυλώματα χωρίς ή με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, αντιστοίχως.

Σε αυτές τις περιοχές διατάσσονται οι εγκάρσιοι οπλισμοί που προβλέπονται για τις περιοχές ενώσεων (παρ. 18.4.4.1, 17.7.2.4, 17.9.1 και 17.9.2).

18.4.8 Υποστυλώματα με σπειροειδή οπλισμό

Για τα θλιβόμενα στοιχεία με σπειροειδή οπλισμό ισχύουν οι διατάξεις των παρ. 18.4.1 έως και 18.4.7 που συμπληρώνονται με τις παρακάτω διατάξεις:

- α) Η διάμετρος της διατομής του πυρήνα δεν επιτρέπεται να είναι μικρότερη από 250mm.
- β) Ο ελάχιστος συνολικός διαμήκης οπλισμός είναι το 0.02 και ο μέγιστος το 0.04 του εμβαδού της διατομής του πυρήνα.

Στις περιοχές των ενώσεων με υπερκάλυψη το μέγιστο ποσοστό οπλισμού είναι 0.08.

Ο ελάχιστος αριθμός ράβδων είναι 6, οι οποίες κατανέμονται ομοιόμορφα στην περίμετρο.

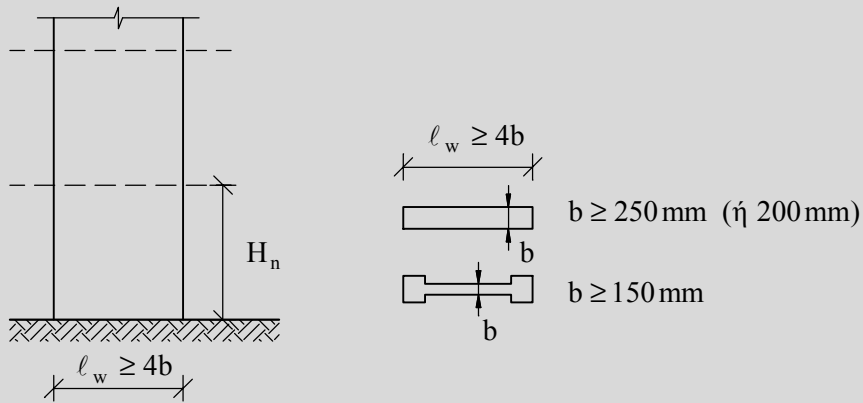
- γ) Το βήμα της σπείρας επιτρέπεται να είναι το πολύ 80mm ή το ένα πέμπτο της διαμέτρου του πυρήνα, η δε διάμετρος της τουλάχιστον 5mm.
- δ) Τα άκρα της σπείρας, ακόμη και στις περιοχές των ενώσεων της σπείρας με υπερκάλυψη (που επιτρέπεται μόνο εκτός κρίσιμων περιοχών και κόμβων), πρέπει να κάμπτονται προς τα μέσα υπό μορφή ορθογωνικού αγκίστρου ή να συγκολλώνται στη γειτονική σπείρα.
- ε) Η σπείρα πρέπει να εκτείνεται και στην περιοχή των κόμβων.

18.5 ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ

18.5.1 Γεωμετρικά στοιχεία τοιχωμάτων

Ένα κατακόρυφο στοιχείο θεωρείται τοίχωμα όταν το μήκος του, ℓ_w , είναι τουλάχιστον τετραπλάσιο του πλάτους b.

Τοιχώματα που καταλήγουν σε υποστυλώματα πρέπει να έχουν πάχος b τουλάχιστον 150mm. Στις άλλες περιπτώσεις πρέπει να έχουν πάχος b τουλάχιστον

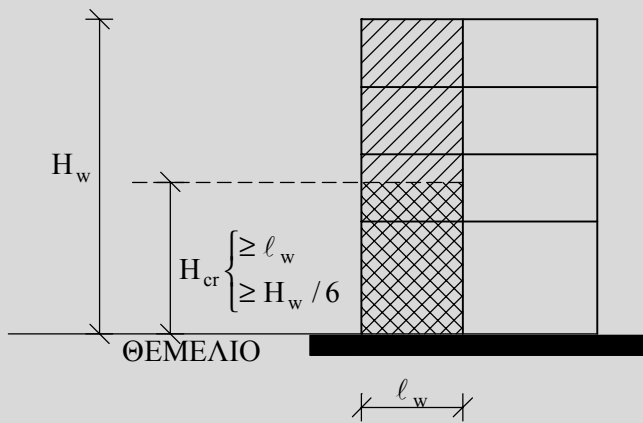


Σχήμα Σ 18.19: Γεωμετρικά στοιχεία τοιχώματος

Για συνήθη οικοδομικά έργα ο έλεγχος ευστάθειας ικανοποιείται αν ισχύει η συνθήκη:

$$b \geq q \cdot \frac{l_w}{60} \quad (q = \text{συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς κατά ΕΑΚ}).$$

18.5.2 Κρίσιμη περιοχή τοιχώματος με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας



Σχήμα Σ 18.20: Κρίσιμη περιοχή τοιχώματος

18.5.3 Κατακόρυφοι οπλισμοί τοιχωμάτων

250mm, ή 200mm, για τοιχώματα με ή χωρίς αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, αντιστοίχως.

Σε κάθε περίπτωση, το πάχος δεν μπορεί να είναι μικρότερο από το 1/20 του ύψους ορόφου, εκτός αν γίνεται έλεγχος πλευρικής ευστάθειας.

Πρέπει να αποφεύγονται μη κανονικά τοποθετημένα ανοίγματα (έτσι ώστε να δημιουργείται σύζευξη, παρ. 18.5.8) στα τοιχώματα με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, εκτός αν η επιρροή τους στη συμπεριφορά του τοιχώματος είναι αμελητέα ή λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό.

18.5.2 Κρίσιμη περιοχή τοιχώματος με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας

Ως κρίσιμη περιοχή H_{cr} θεωρείται το τμήμα του τοιχώματος μέχρις ύψους (από τη θεμελίωση) τουλάχιστον ίσο με το μέγιστο των ℓ_w και $H_w/6$, όπου H_w το συνολικό ύψος από τη βάση έως την κορυφή του τοιχώματος.

Ως βάση τοιχώματος θεωρείται η στάθμη πακτώσεως στη θεμελίωση (ή σε υποκείμενα και θεμελιούμενα τοιχώματα τουλάχιστον διπλάσιου μήκους) ή η στάθμη οροφής πρακτικά απαραμόρφωτων υπογείων (βλ. και παρ. 14.3.1).

Σε κάθε περίπτωση η κρίσιμη περιοχή καλύπτει ολόκληρο το ύψος του κάτω ορόφου, ενώ οι λεπτομέρειες οπλισέως της συνεχίζονται και σε έναν τουλάχιστον υποκείμενο όροφο (υπόγειο), αν υπάρχει.

18

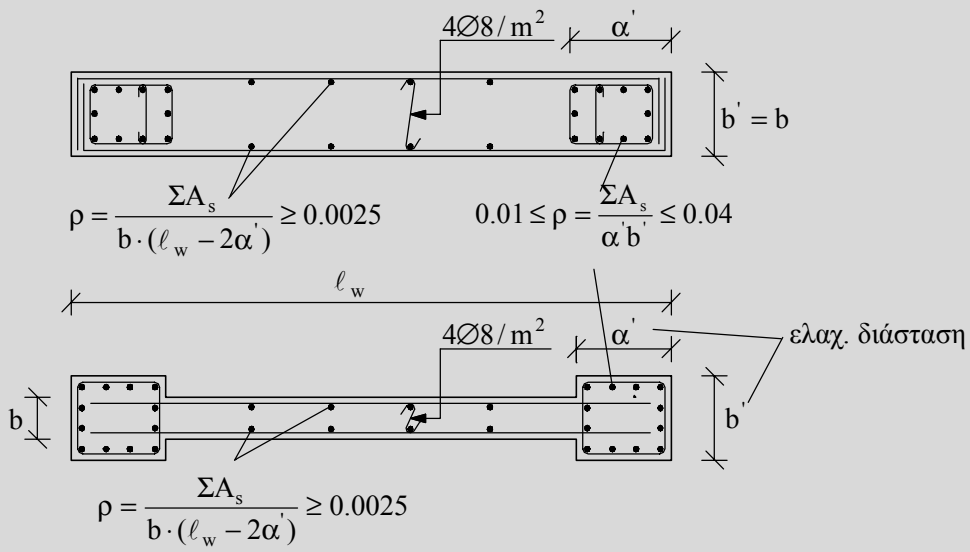
18.5.3 Κατακόρυφοι οπλισμοί τοιχωμάτων

Δεν επιτρέπεται η χρήση λείων χαλύβων ως κατακόρυφων οπλισμών τοιχωμάτων.

α) Κορμός

Η ελάχιστη διάμετρος του κατακόρυφου οπλισμού τοιχώματος είναι 10mm.

$\alpha' > (1.5b \text{ ή } 0.15l_w)$ ή όπου $\epsilon_c < -0.2\%$



Σχήμα Σ 18.21: Κατασκευαστική διάταξη κατακόρυφου και οριζόντιου οπλισμού στο τοίχωμα (εντός H_{cr})

18.5.4 Διασταυρούμενα τοιχώματα

Η μέγιστη διάμετρος των κατακόρυφων ράβδων δεν μπορεί να υπερβαίνει το 1/10 του πάχους του τοιχώματος.

Στον κορμό του τοιχώματος, μεταξύ των ακραίων περιοχών, το συνολικό ποσοστό του κατακόρυφου οπλισμού δεν μπορεί να είναι μικρότερο από 0.0025 στις κρίσιμες περιοχές τοιχωμάτων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας και από 0.0015 εκτός των κρίσιμων περιοχών ή σε τοιχώματα χωρίς αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας. Ο οπλισμός αυτός πρέπει να σχηματίζει με τις οριζόντιες ράβδους 2 εσχάρες, μία κοντά σε κάθε όψη του τοιχώματος, οι οποίες να συνδέονται με εγκάρσιο σιγμοειδή οπλισμό $4\varnothing 8/m^2$ (S220). Σε κάθε εσχάρα η απόσταση δύο γειτονικών κατακόρυφων ράβδων θα είναι γενικώς $s \leq 300$ mm, πλην των κρίσιμων περιοχών στη βάση τοιχωμάτων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας όπου πρέπει $s \leq 200$ mm.

β) Άκρα

Οι ακραίες περιοχές των κρίσιμων περιοχών τοιχωμάτων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας πρέπει να διαμορφώνονται και να οπλίζονται σαν περισφιγμένα υποστυλώματα σε μήκος από το άκρο του τοιχώματος τουλάχιστον $1.5 \cdot b$ ή $0.15 \cdot I_w$, ή όπου η ανηγμένη θλιπτική παραμόρφωση σκυροδέματος ϵ_c είναι μεγαλύτερη από 0.2%. Στις ακραίες αυτές περιοχές ο κατακόρυφος οπλισμός πρέπει να είναι μεταξύ 0.01 και 0.04 της αντίστοιχης διατομής σκυροδέματος του υποτιθέμενου υποστυλώματος.

Για τον υπολογισμό της περισφίξεως (παρ. 18.4.4.2) θα λαμβάνεται υπόψη για κάθε άκρο τοιχώματος ενεργή αξονική δύναμη ίση με:

$$N_{\text{eff}} \cong 2/3(N_{\text{Sd}}/2 + M_{\text{Sd}}/Z),$$

όπου:

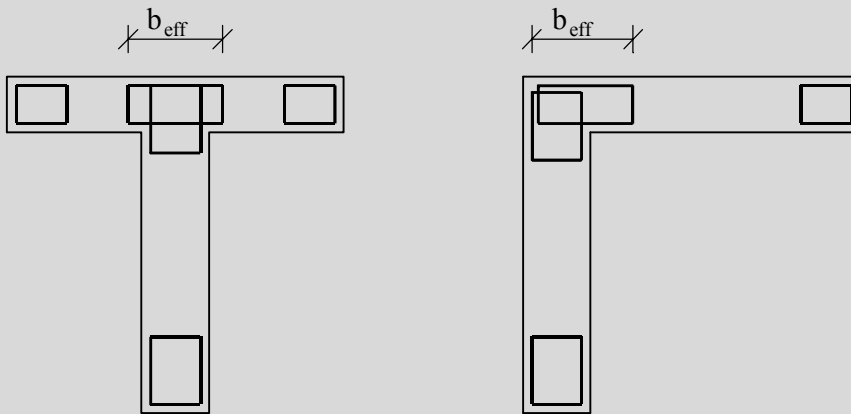
z η απόσταση των κέντρων των περισφιγμένων άκρων.

Εκτός κρίσιμων περιοχών (και εφόλου του ύψους) ή και σε τοιχώματα χωρίς αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας συνιστάται όπως γίνεται διαμόρφωση ακραίων υποστυλωμάτων με διαμήκεις και εγκάρσιους οπλισμούς σύμφωνα με τις παρ. 18.4.3 και 18.4.4.1 αντιστοίχως.

18.5.4 Διασταυρούμενα τοιχώματα

Στις περιπτώσεις που υπάρχουν πέλματα στα άκρα των τοιχωμάτων που έχουν ληφθεί υπόψη στον σχεδιασμό πρέπει η διαμόρφωση των ακραίων υποστυλωμάτων που προβλέπεται για το άκρο του τοιχώματος να επεκτείνεται εφ'όλου του συνεργαζόμενου πλάτους του πέλματος εφόσον η ανηγμένη θλιπτική παραμόρφωση σκυροδέματος στο πέλμα είναι μεγαλύτερη από 0.2%.

Η σύνδεση τοιχώματος - πέλματος πρέπει να ελέγχεται για διαμήκη τέμνουσα δύναμη σύμφωνα με την παρ. 11.3.



Σχήμα Σ 18.22: Σχηματική απεικόνιση περίσφιγξης τοιχώματος με πέλμα

Άλλες περιπτώσεις διασταυρούμενων τοιχωμάτων (π.χ. πυρήνες) αντιμετωπίζονται κατά αναλογία.

Για συνήθη οικοδομικά έργα επιτρέπεται να λαμβάνεται:

$$b_{\text{eff}} = 2 \cdot b .$$

18.5.5 Ενώσεις κατακόρυφων ράβδων κορμού τοιχωμάτων

Πρέπει να αποφεύγεται η ένωση των κατακόρυφων ράβδων με υπερκάλυψη στην κρίσιμη περιοχή τοιχώματος με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας. Αν αυτό δεν είναι δυνατόν, επιτρέπεται ένωση του 33% των κατακόρυφων ράβδων ή και του 100% των κατακόρυφων ράβδων, με συντελεστή α_1 κατά την σχέση (17.3) ίσο με 1.4 ή 2.0, αντιστοίχως. Δύο ενώσεις θεωρούνται ότι γίνονται στην ίδια θέση όταν απέχουν, στην κατακόρυφη διεύθυνση, απόσταση μικρότερη από 1.5 φορές το μήκος υπερκάλυψης.

18.5.6 Οριζόντιοι οπλισμοί κορμού τοιχωμάτων

Οι οριζόντιοι οπλισμοί κορμού θα τοποθετούνται προς την εξωτερική πλευρά του τοιχώματος και θα αγκυρώνονται κατάλληλα. Η ελάχιστη διάμετρος του οριζόντιου οπλισμού τοιχώματος είναι 8mm. Οι απαιτήσεις για το ελάχιστο ποσοστό τους, τη μέγιστη διάμετρό τους και τις μέγιστες αποστάσεις τους είναι ίδιες με τις αντίστοιχες του κατακόρυφου οπλισμού κορμού του τοιχώματος μεταξύ των ακραίων περιοχών.

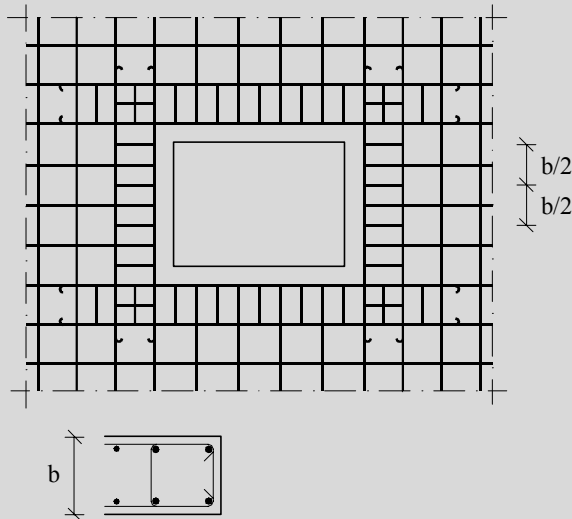
Δεν επιτρέπεται η χρήση λείων χαλύβων ως οριζόντιων οπλισμών τοιχωμάτων.

18.5.7 Αρμοί διακοπής εργασίας τοιχωμάτων

Η εξ. (18.9) βασίζεται στο μηχανισμό μεταβίβασης τεμνουσών δυνάμεων στον αρμό μέσω τριβής, με συντελεστή τριβής μεταξύ επιφανειών σκυροδέματος ίσο με 0.7.

18.5.8 Ανοίγματα σε τοιχώματα

Γύρω από τα ανοίγματα, τοποθετούνται οπλισμοί που υποκαθιστούν αυτούς του ανοίγματος, και τουλάχιστον περιμετρικοί οπλισμοί 4Ø12 (S400, S500) με συνδετήρες Ø8 ανά b/2.



Σχήμα Σ 18.23: Διάταξη οπλισμών γύρω από ανοίγματα τοιχωμάτων

Ο απαιτούμενος δισδιαγώνιος οπλισμός είναι

$$A_S = V_{Sd} / (2 \cdot f_{yd} \cdot \sin \alpha) \dots\dots\dots (\Sigma 18.3)$$

18.5.7 Αρμοί διακοπής εργασίας τοιχωμάτων

Στους αρμούς διακοπής εργασίας, το ποσοστό κατακόρυφου οπλισμού πρέπει να είναι αρκετό για να αντικαταστήσει όλη την αντοχή του σκυροδέματος, δίνεται δε από τη σχέση:

$$\rho_v = \frac{A_{s,tot}}{A_g} = \frac{\left(1.3 \cdot f_{ctm} - 0.7 \cdot \frac{N_{Sd}}{A_g}\right)}{f_{yd}} \geq 0.0025 \dots\dots\dots (18.9)$$

όπου $A_{s,tot}$ περιλαμβάνει και τον κατακόρυφο οπλισμό των ακραίων στοιχείων, το A_g είναι η ευρύτερη περιοχή της συνεργαζόμενης διατομής, συμπεριλαμβανομένων και των συνοριακών στοιχείων, και N_{Sd} η ελάχιστη θλιπτική δύναμη του τοιχώματος, θεωρούμενη θετική για θλίψη.

18.5.8 Ανοίγματα σε τοιχώματα

Τυχόν ανοίγματα σε τοιχώματα πρέπει να έχουν κατάλληλη διάταξη και μικρή συνολική επιφάνεια, ώστε να μην παρεμποδίζουν την καμπτική και διατμητική λειτουργία του τοιχώματος. Τα ανοίγματα λαμβάνονται υποχρεωτικώς υπόψη κατά τον έλεγχο του τοιχώματος έναντι διάτμησης. Γενικώς απαιτείται η τοποθέτηση πρόσθετων οπλισμών γύρω από το άνοιγμα.

Ειδικότερα στα οριζόντια στοιχεία σύνδεσης συζευγμένων τοιχωμάτων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας που χωρίζονται με μια ή περισσότερες στήλες ανοιγμάτων, έτσι ώστε $\ell/h \leq 3$, ολόκληρη η ένταση σεισμού (τέμνουσα και ροπή) παραλαμβάνεται με κατάλληλους δισδιαγώνιους οπλισμούς, εκτός εάν ισχύουν οι σχέσεις (18.10) και (18.11):

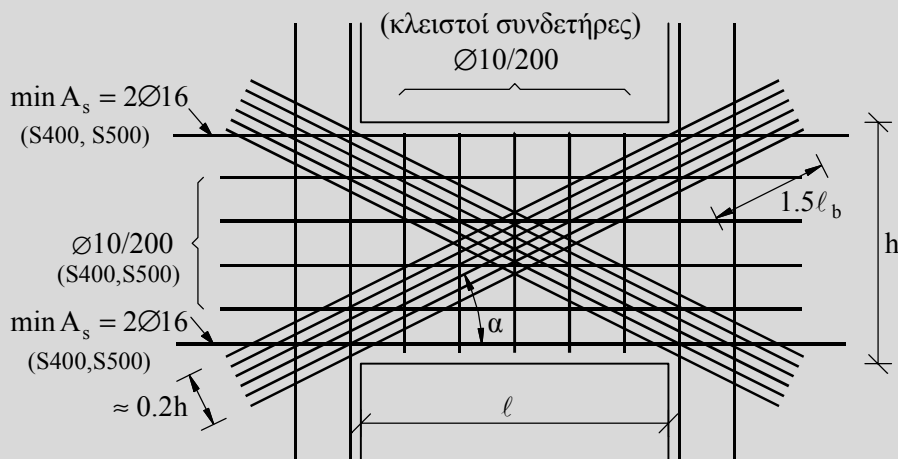
$$\tau_d < 2 \cdot \frac{\ell}{h} \cdot \tau_{Rd}, \quad \tau_d = \frac{V_{Sd}}{b \cdot h} \dots\dots\dots (18.10)$$

$$\rho' = \rho < \frac{1}{4} \cdot \frac{\ell}{h} \cdot \sqrt{f_{cd}/f_{yd}} \dots\dots\dots (18.11)$$

όπου ℓ , h και $\rho = \rho'$ το μήκος, το ύψος και το ποσοστό οπλισμού κάμψης των οριζόντιων στοιχείων σύνδεσης.

Οι δισδιαγώνιοι οπλισμοί πρέπει να περιβάλλονται από συνδετήρες ή σπείρες με αποστάσεις ή βήματα όχι μεγαλύτερα από 100mm. Το μήκος αγκύρωσης των δισδιαγώνιων οπλισμών θα είναι αυξημένο κατά 50%.

Οι οριζόντιοι οπλισμοί θα υπολογίζονται για τη ροπή κάμψης για όλες τις μη σεισμικές δράσεις και θα είναι τουλάχιστον 2Ø16 (S400, S500), άνω και κάτω.



Σχήμα Σ 18.24: Δισδιαγώνιος οπλισμός συζευγμένων τοιχωμάτων

Είναι δυνατόν να αντικατασταθεί ο δισδιαγώνιος οπλισμός, όταν είναι κατασκευαστικά δυσχερής η τοποθέτησή του (π.χ. μεγάλα ποσοστά κατακόρυφου οπλισμού παρειάς τοιχωμάτων, μικρό πλάτος τοιχώματος εκατέρωθεν, οπότε δεν υπάρχει επαρκής χώρος για την αγκύρωση των δισδιαγώνιων οπλισμών), από κατάλληλο οπλισμό συνδετήρων και διαμήκων ράβδων.

18.6.1 Περιμετρικά τοιχεία υπογείων

Γενικώς συνιστάται μονολιθική σύνδεση των τοιχείων υπογείου με τα υπόλοιπα φέροντα στοιχεία των κτιρίων.

Πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για την εξασφάλιση επιπεδότητας των εσχάρων του οπλισμού.

Ο σιγμοειδής οπλισμός θα συγκρατεί και τις κατακόρυφες και τις οριζόντιες ράβδους.

Απλοποιητικώς, επιτρέπεται μόρφωση κρυφοϋποστυλωμάτων σύμφωνα με το Σχήμα Σ 18.25.

Επίσης, σε κάθε παρειά τοποθετούνται διαμήκεις ράβδοι $\varnothing 10/200$ mm (S400, S500). Το σύνολο περιβάλλεται με κλειστούς συνδετήρες $\varnothing 10/200$ mm.

Σε αυτές τις περιπτώσεις δεν απαιτείται έλεγχος των V_{Rd2} και V_{Rd3} (Κεφ. 11).

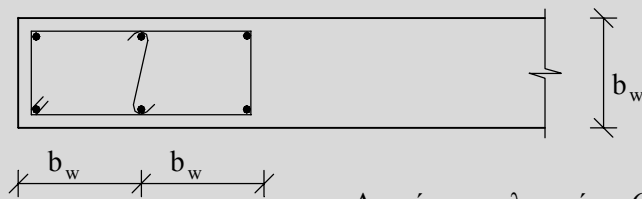
18.6 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΩΣ

18.6.1 Περιμετρικά τοιχεία υπογείων

Το ελάχιστο πάχος των στοιχείων αυτών είναι γενικώς 200mm.

Οι οπλισμοί πρέπει να είναι υψηλής συνάφειας και να σχηματίζουν δύο εσχάρες, μία κοντά σε κάθε όψη του τοιχείου, οι οποίες να συνδέονται με εγκάρσιο σιγμοειδή οπλισμό τουλάχιστον $4\varnothing 8/m^2$. Το ποσοστό του κατακόρυφου και του οριζόντιου οπλισμού δεν μπορεί να είναι μικρότερο από 0.002 για κάθε κατεύθυνση. Σε κάθε εσχάρα, η απόσταση δύο γειτονικών ράβδων κατακόρυφων ή οριζόντιων θα είναι $s \leq 200$ mm. Η μέγιστη διάμετρος όλων των ράβδων δεν μπορεί να υπερβαίνει το 1/10 του πάχους του τοιχώματος. Η ελάχιστη διάμετρος των ράβδων, σε περίπτωση χρησιμοποίησης δομικών πλεγμάτων, είναι 5 ή 6mm, για κατηγορία περιβάλλοντος 1/2 ή 3/4 αντιστοίχως (παρ. 5.1).

Σε περιπτώσεις ελεύθερων άκρων τοιχωμάτων, θα γίνεται διαμόρφωση κρυφο-υποστυλωμάτων.

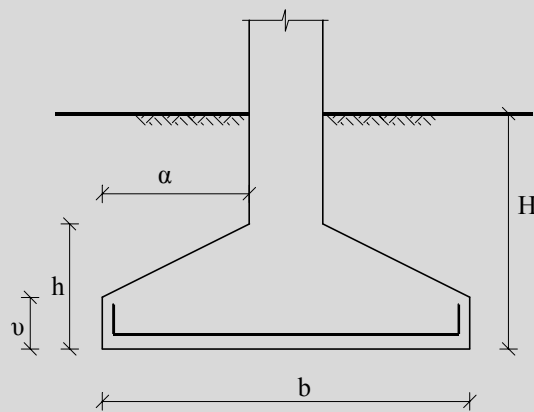


Διαμήκεις οπλισμοί: 6 \varnothing 14, S400 ή S500
 Εγκάρσιοι οπλισμοί: \varnothing 8/ 0.5 b_w

Σχήμα Σ 18.25: Διάταξη οπλισμού ελεύθερου άκρου

18.6.2 Πέδιλα υποστυλωμάτων / τοιχωμάτων

Γενικώς συνιστάται η διάταξη άκαμπτων πεδίων σε ενιαία στάθμη.



Συνιστάται όπως: $\alpha \leq 2 \cdot h$
 $v \geq h/3$

Σχήμα Σ 18.26: Γεωμετρικά στοιχεία πεδίων

18.6.3 Συνδετήριες δοκοί

Σε περιπτώσεις κτιρίων χωρίς υπόγειο (παρ. 6.1.3) οι αγκυρώσεις των οπλισμών θα γίνονται σύμφωνα με τους κανόνες για δοκούς με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας.

Η διάταξη και οι λεπτομέρειες κατασκευής και όπλισης της πλάκας πρέπει να εξασφαλίζουν με αξιοπιστία την ανάληψη των αξονικών φορτίων (θλιπτικών ή εφελκυστικών) που προβλέπονται σχετικώς στον Αντισεισμικό Κανονισμό.

Τα πέλδια των τοιχείων υπογείου, εάν δεν αποτελούν στοιχεία γενικότερης θεμελίωσης υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων, θα έχουν πλάτος τουλάχιστον $3 \cdot b_w$ ή 600 mm και ύψος τουλάχιστον $1.5 \cdot b_w$ ή 300 mm, και θα οπλίζονται με εσχάρα οπλισμού min. $\varnothing 12$ (S400 ή S500) ανά max. 150 mm.

18.6.2 Πέλδια υποστυλωμάτων / τοιχωμάτων

Το ελάχιστο πλάτος και ύψος πεδίου είναι ίσο με $b_{min}, h_{min} \geq 0.70m$.

Σε περιπτώσεις μεμονωμένων πεδίων σταθερού ύψους, το ελάχιστο επιτρεπόμενο ύψος είναι 0.50m.

Η όπλιση των πεδίων γίνεται με ελάχιστο οπλισμό κάμψης σύμφωνα με την παρ.18.1.4.1 περί πλακών και τουλάχιστον με εσχάρες min. $\varnothing 12$ (S400 ή S500) ανά max. 150 mm.

18.6.3 Συνδετήριες δοκοί

Το κάτω πέλμα των συνδετήριων δοκών θα διατάσσεται σε στάθμη κάτω από τον την άνω στάθμη των πεδίων.

Η διατομή σκυροδέματος και ο συνολικός οπλισμός των συνδετήριων δοκών θα υπολογίζεται έτσι ώστε να αναλαμβάνεται ασφαλώς αξονικό φορτίο ίσο με το φορτίο που προσδιορίζεται από την παρ. 5.2.4.2 του ΕΑΚ.

Οι ελάχιστες διαστάσεις και ο ελάχιστος οπλισμός των συνδετήριων δοκών είναι:

Οι αγκυρώσεις των οπλισμών αυτών θα γίνονται σύμφωνα με τους κανόνες για συνδετήριες δοκούς.

18.6.4 Πεδιλοδοκοί

Όπου είναι δυνατόν συνιστάται η προέκταση των πεδιλοδοκών πέραν των ακραίων υποστυλωμάτων / τοιχωμάτων κατά τουλάχιστον $\sqrt{b \cdot h}$, όπου b και h είναι, αντιστοίχως, το πλάτος και το ύψος της πεδιλοδοκού.

Για $n \leq 3$

0.25/0.40m, 0.4% άνω και 0.4% κάτω
ή min 3+3Ø14 (S400 ή S500)
συνδ. Ø10/200

Για $n \geq 4$

0.25/0.60 m, 0.4% άνω και 0.4% κάτω
ή min 3+3Ø16 (S400 ή S500)
συνδ. Ø10/150

όπου n ο αριθμός ορόφων πέραν του τυχόν υπάρχοντος υπογείου (ή υπογείων).

Συνδετήριες δοκοί που προβλέπονται από την παρ. 5.2.4.2 του ΕΑΚ επιτρέπεται να αντικαθίστανται με ενιαία πλάκα, το πάχος της οποίας πρέπει να είναι τουλάχιστον 0.20m, στη άνω στάθμη των πεδίων.

Ο ελάχιστος οπλισμός της πλάκας θα αποτελείται αφενός από δύο εσχάρες οπλισμού Ø10 (S400, S500) ανά 0.20m στο άνω και κάτω πέλμα και αφετέρου από τον οπλισμό που θα απαιτείτο στις θέσεις των αντίστοιχων συνδετήριων δοκών που παραλείπονται.

18.6.4 Πεδιλοδοκοί

Για το πλάτος και ύψος των πεδιλοδοκών, ισχύουν οι ελάχιστες απαιτήσεις των περιμετρικών τοιχίων υπογείων (βλ. παρ. 18.6.1).

Για τις πεδιλοδοκούς ισχύουν οι ελάχιστες απαιτήσεις που ισχύουν για συνδετήριες δοκούς. Επιπροσθέτως συνιστάται όπως διατάσσεται πρόσθετος καθ' ύψος οπλισμός για έλεγχο της ρηγμάτωσης (παρ. 15.5).

