

ΚΟΜΟΤΗΝΗ, 10 Οκτωβρίου 2009

Λεπτομέρειες Οπλίσεως και Κατασκευαστικές Λεπτομέρειες Δομικών Στοιχείων

ΕΙΡΗΝΗ ΚΑΝΙΤΑΚΗ

Διπλ. Πολ. Μηχανικός, MSc, DIC
Επιστημονικός Συνεργάτης Ε.Μ.Π.
Πρόεδρος Ελληνικού Τμήματος
Σκυροδέματος

EN 1992-1-1 :2004

Eurocode 2 :Design of concrete structures

Part 1-1 : General rules and rules for buildings

Chapter 8 : Detailing of reinforcement

Chapter 9 : Detailing of members and particular rules

EN 1998-1 : 2004

Eurocode 8 :Design of structures for earthquake resistance

Part 1 : General rules, seismic actions and rules for buildings

Chapter 5 : Specific rules for concrete buildings

Η ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΥΤΗ ΒΑΣΙΖΕΤΑΙ ΣΤΗΝ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ κ.ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΤΟΓΙΑ

ΠΟΥ ΕΚΠΟΝΗΘΗΚΕ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΤΗΚΕ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΕΜΠ ΤΟΝ ΑΠΡΙΛΙΟ 2008

ΜΕ ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΑ ΚΑΘΗΓΗΤΗ ΤΟΝ κ.ΠΛΟΥΤΑΡΧΟ ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

Κανόνες λεπτομερειών όπλισης

8.1 Γενικά

Οι κανόνες που δίνονται σε αυτή την ενότητα ισχύουν για ράβδους νευροχάλυβα, πλέγματα και προεντεταμένους τένοντες που υπόκεινται κυρίως σε στατική φόρτιση, και για χρήση τους σε συνήθη κτίρια και γέφυρες. Ίσως να μην είναι επαρκείς για :

στοιχεία υποκείμενα σε δυναμική φόρτιση προκαλούμενη από σεισμικά φορτία ή δονήσεις μηχανημάτων, ή υποκείμενα σε κρουστικά φορτία

στοιχεία που ενσωματώνουν ειδικά βαμμένες, επικαλυμμένες με έποξυ ή επιψευδαργυρωμένες ράβδους

Οι ράβδοι του οπλισμού μπορούν, υπό κάποιους περιορισμούς, να χρησιμοποιούνται σε δέσμες.

Επίσης υπάρχουν πρόσθετοι κανόνες για ράβδους μεγάλης διαμέτρου.

8.2 Αποστάσεις μεταξύ των οπλισμών

Πρέπει να γίνεται με τρόπο ώστε το σκυρόδεμα να εγχέεται και να συμπυκνώνεται ικανοποιητικά, έτσι ώστε να αναπτύσσεται επαρκής συνάφεια μεταξύ αυτού και του οπλισμού.

Η καθαρή απόσταση (οριζοντίως και καθέτως) μεταξύ μεμονωμένων παράλληλων ράβδων ή οριζόντιων στρώσεων παράλληλων ράβδων θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με :

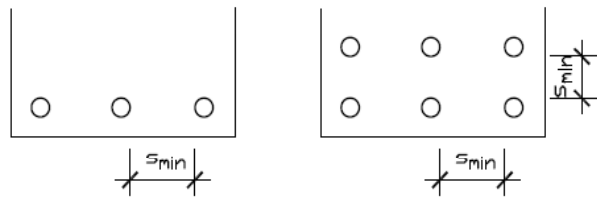
$$S_{min} = \max \{k_1 \cdot \varphi ; d_g + k_2 ; 20\} \text{ (mm)}$$

όπου :

d_g η μεγαλύτερη διάσταση των χρησιμοποιούμενων αδρανών

φ η διάμετρος της ράβδου

Συνιστώμενες τιμές $k_1 = 1$, $k_2 = 5$ mm ή Εθνικό Προσάρτημα (ΕΠ)



Όταν υπάρχουν πολλαπλές στρώσεις οπλισμού, οι ράβδοι των διαφόρων στρώσεων θα πρέπει να διατάσσονται κατακόρυφα, η μια πάνω από την άλλη.

Σε υπερκαλυπτόμενες ράβδους μπορεί να επιτρέπεται η μεταξύ τους επαφή εντός του μήκους υπερκάλυψης.

8.3 Επιτρεπόμενες διάμετροι καμπύλωσης

Επιβάλλεται ελάχιστη διάμετρος καμπύλωσης, $\varphi_{m,min}$, ώστε να αποφεύγονται:

- Καμπτικές ρωγμές στον οπλισμό λόγω της καμπύλωσης
- η αστοχία του σκυροδέματος στο εσωτερικό της καμπύλωσης

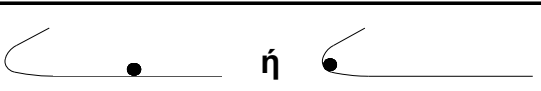
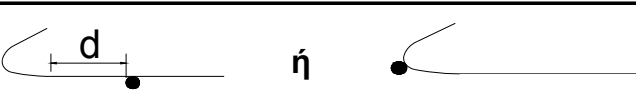
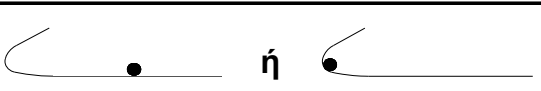
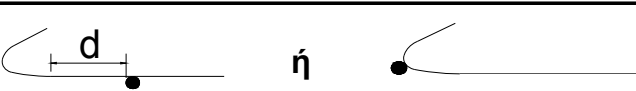
Έναντι ρηγματώσης του οπλισμού (συνιστώμενες τιμές ή ΕΠ)

Πίνακας 8.1N

α) για ράβδους και καλώδια

Διάμετρος ράβδου	Ελάχιστη διάμετρος καμπύλωσης για κάμψεις, άγκιστρα και αναβολείς (βλ Σχήμα 8.1)
$\varphi \leq 16$ mm	4 φ
$\varphi > 16$ mm	7 φ

β) για καμπύλωση συγκολλητού οπλισμού και συγκολλητά δομικά πλέγματα που κάμπτονται μετά τη συγκόλληση

Ελάχιστη διάμετρος καμπύλωσης	
 ή 	 ή 
5 φ	$d \geq 3\varphi : 5\varphi$ $d < 3\varphi$ ή συγκόλληση εντός της καμπής : 20 φ

Σημείωση: Η διάμετρος της καμπύλωσης για συγκόλληση εντός της ζώνης καμπής μπορεί να μειώνεται σε 5 φ εάν η συγκόλληση έχει γίνει σύμφωνα με το πρότυπο EN ISO 17660 Παράρτημα Β.

Έναντι αστοχίας του σκυροδέματος στο εσωτερικό της καμπύλης

Η διάμετρος καμπύλωσης φ_m **ΔΕΝ** χρειάζεται να ελέγχεται έναντι αστοχίας του σκυροδέματος στο εσωτερικό της καμπύλης εάν ισχύουν οι παρακάτω προϋποθέσεις:

Η διάμετρος καμπύλωσης είναι τουλάχιστον ίση με τις προτεινόμενες τιμές του **Πίνακα 8.1N**

Η αγκύρωση της ράβδου δεν απαιτεί μήκος μεγαλύτερο από 5φ μετά το πέρας της καμπύλωσης.

Η ράβδος δεν είναι τοποθετημένη σε άκρο (δηλαδή, η εξωτερική άντυγα του καμπύλου τμήματος της ράβδου δε βρίσκεται κοντά στην εξωτερική επιφάνεια του σκυροδέματος) και υπάρχει κάθετα ως προς αυτήν, τοποθετημένη εντός της καμπύλωσης, ράβδος με διάμετρο $\geq \varphi$.

Αλλιώς η ελάχιστη διάμετρος καμπύλωσης, $\varphi_{m,min}$, πρέπει να αυξάνεται σύμφωνα με την έκφραση:

$$\varphi_{m,min} \geq F_{bt} \left(\frac{1}{a_b} + \frac{1}{2\varphi} \right) / f_{cd} \quad (8.1)$$

όπου:

F_{bt} η εφελκυστική δύναμη που ασκείται στη ράβδο ή στη δέσμη ράβδων στην αρχή της καμπύλης λόγω των φορτίων αστοχίας

a_b το μισό της απόστασης μεταξύ των κέντρων βάρους γειτονικών ράβδων (ή ομάδας ράβδων) καθέτως προς το επίπεδο της καμπύλωσης. Για ράβδους (ή ομάδες ράβδων) παρακείμενες στην επιφάνεια του μέλους, ο συντελεστής πρέπει να λαμβάνεται ως $=$ επικάλυψη $+ \varphi/2$.

f_{cd} η αντοχή σχεδιασμού του σκυροδέματος $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$.

όπου:

$\alpha_{cc} = 1.0$ (εκλαμβανόμενη ως τοπική φέρουσα τάση)

f_{ck} η χαρακτηριστική αντοχή κυλινδρικού δοκιμίου σκυροδέματος, πάντως όχι μεγαλύτερη από 50 MPa.

Στον παρακάτω Πίνακα δίνονται οι ελάχιστες διαμέτροι καμπύλωσης ράβδων χάλυβα ποιότητας S500, για διάφορες κατηγορίες αντοχής σκυροδέματος και αποστάσεις μεταξύ γειτονικών ράβδων.

Ελάχιστη διάμετρος καμπύλωσης ράβδου, ως πολλαπλάσιο της διαμέτρου αυτής

a _b	Κατηγορία σκυροδέματος (Μpa)							
	20	25	30	35	40	45	50	≥ 55
2φ	25,6	20,5	17,1	14,6	12,8	11,4	10,2	9,3
3φ	21,3	17,0	14,2	12,1	10,6	9,5	8,5	7,7
4φ	19,2	15,4	12,8	11,0	9,6	8,6	7,7	7,0
5φ	18,0	14,4	12,0	10,2	9,0	8,0	7,0	6,5
10φ	15,4	12,3	10,3	8,8	7,7	6,8	6,1	5,6

Σημείωση:

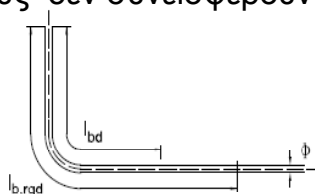
Οι τιμές του πίνακα, προκύπτουν θεωρώντας ότι η τάση της ράβδου είναι ίση με f_{yk}/γ_s , εδώ 500/1,15 Μpa. Οι τιμές του πίνακα μπορούν να πολλαπλασιάζονται με το λόγο $A_{s, reqd}/A_{s, provided}$

8.4 Αγκύρωση διαμήκους οπλισμού

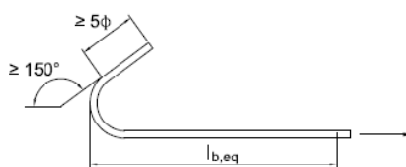
Οπλισμοί, καλώδια ή πλέγματα πρέπει να αγκυρώνονται έτσι ώστε να μεταφέρουν τις δυνάμεις αγκύρωσης ασφαλώς στο σκυρόδεμα χωρίς την δημιουργία διαμήκων ρωγμών ή την εκτίναξη της επικάλυψης.

Οι συνηθέστερες μέθοδοι αγκύρωσης, πέραν αυτής της ευθύγραμμης ράβδου, παρουσιάζονται παρακάτω.

Σε ράβδους οπλισμού που υπόκεινται σε θλίψη, καμπυλώσεις και άγκιστρα στα άκρα τους δεν συνεισφέρουν στην αγκύρωσή τους.



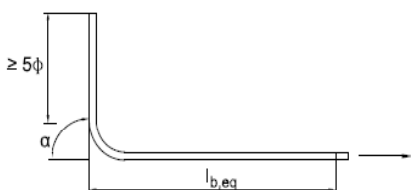
α) Βασικό μήκος αγκύρωσης, $l_{b,req}$, για κάθε μορφή αγκύρωσης, μετρούμενο κατά μήκος του κεντροβαρικού άξονα



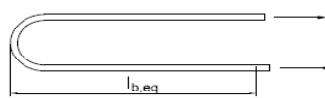
γ) Ισοδύναμο μήκος αγκύρωσης για άγκιστρα όπου $l_{b,eq} = \alpha l_{b,req}$

Υπόμνημα

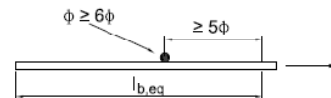
- l_{bd} = απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης
- $l_{b,req}$ = βασικό μήκος αγκύρωσης
- $l_{b,eq}$ = ισοδύναμο μήκος αγκύρωσης



β) Ισοδύναμο μήκος αγκύρωσης για καμπύλωση με γωνία $90^\circ \leq \alpha < 150^\circ$ όπου $l_{b,eq} = \alpha l_{b,req}$



δ) Ισοδύναμο μήκος αγκύρωσης για αναβολείς όπου $l_{b,eq} = \alpha l_{b,req}$



ε) Ισοδύναμο μήκος αγκύρωσης για συγκόλληση εγκάρσιου οπλισμού όπου $l_{b,eq} = \alpha l_{b,req}$

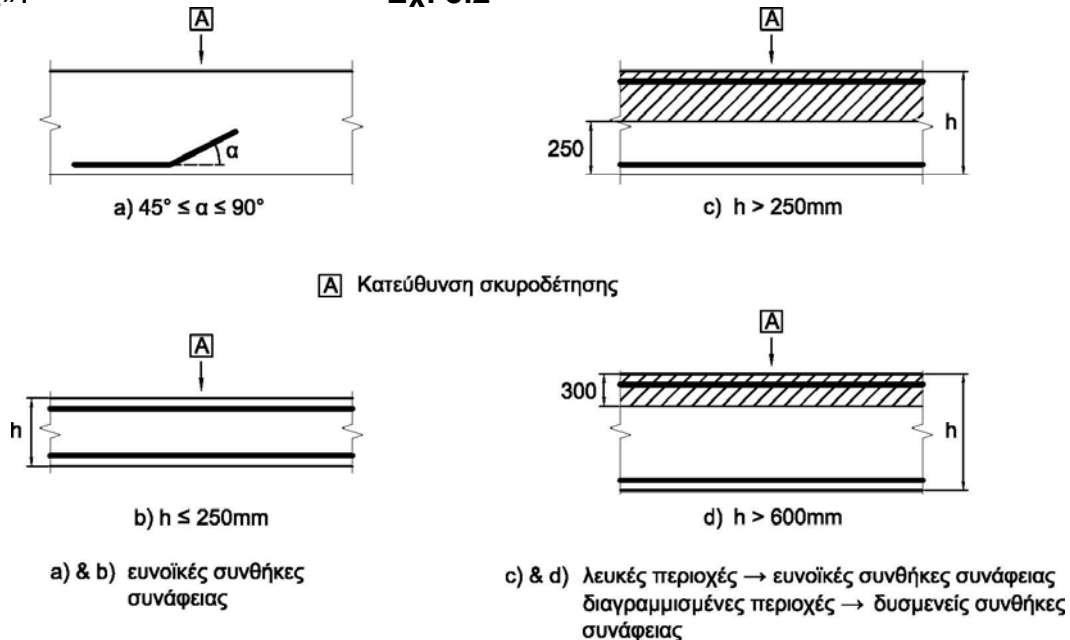
Σχ. 8.1 Μορφές αγκύρωσης διαφορετικές της ευθύγραμμης

8.4.2 Οριακή τάση συνάφειας

Η οριακή αντοχή συνάφειας μεταξύ του σκυροδέματος και του οπλισμού θα πρέπει να είναι επαρκής ώστε να αποφευχθεί αστοχία της συνάφειας και ολίσθηση του οπλισμού εντός του σκυροδέματος.

Η μέγιστη τάση συνάφειας μεταξύ του οπλισμού και του σκυροδέματος εξαρτάται κυρίως από την εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος (f_{ctk}) και τη θέση της ράβδου εντός αυτού. Ανάλογα με τη θέση της ράβδου θεωρούμε και τις αντίστοιχες «συνθήκες συνάφειας».

Σχ. 8.2



Η τιμή σχεδιασμού της οριακής τάσης συνάφειας για νευροχάλυβες προκύπτει από τη σχέση:

$$f_{bd} = 2.25 n_1 n_2 f_{ctd} \quad (8.2)$$

όπου:

$f_{ctd} = f_{ctk \cdot 0.05} / \gamma_c$. Η τιμή σχεδιασμού της εφελκυστικής αντοχής του σκυροδέματος. Η τιμή της $f_{ctk \cdot 0.05}$, πρέπει να περιορίζεται στην τιμή για σκυρόδεμα κατηγορίας C60/75, εκτός αν μπορεί να επιβεβαιωθεί ότι η μέση αντοχή συνάφειας αυξάνει πάνω από αυτό το όριο.

n_1 συντελεστής εξαρτώμενος από τις συνθήκες συνάφειας και τη θέση της ράβδου κατά τη διάρκεια της σκυροδέτησης:

$n_1 = 1.0$, για «ευνοϊκές» συνθήκες συνάφειας και

$n_1 = 0.7$, για κάθε άλλη περίπτωση και για ράβδους σε δομικά στοιχεία

κατασκευασμένα με ολισθαίνοντες ξυλότυπους, εκτός αν μπορεί να αποδειχθεί ότι ισχύουν «ευνοϊκές» συνθήκες συνάφειας.

n_2 συντελεστής εξαρτώμενος από τη διάμετρο της ράβδου:

$n_2 = 1.0$ για $\varphi \leq 32\text{mm}$

$n_2 = (132 - \varphi)/100$ για $\varphi > 32\text{mm}$.

8.4.3 Βασικό μήκος αγκύρωσης

Το βασικό απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης, $l_{b,rqd}$, είναι το μήκος αγκύρωσης για πλήρη εκμετάλλευση της αντοχής της ράβδου.

Μετράται κατά μήκος του κεντροβαρικού άξονα της ράβδου.

$$l_{b,rqd} = (\varphi/4) (\sigma_{sd} / f_{bd}) \quad (8.3)$$

Όπου

φ η διάμετρος της ράβδου

σ_{sd} τιμή σχεδιασμού τάσεως της ράβδου στην οριακή κατάσταση αστοχίας

$\sigma_{sd} = (A_{s,req} / A_{s,prov}) \cdot f_{yd}$

f_{bd} οριακή τάση συνάφειας

8.4.4 (1) Μήκος αγκύρωσης σχεδιασμού

Το βασικό μήκος αγκύρωσης μπορεί να τροποποιηθεί ώστε να ληφθούν υπόψη ευεργετικοί παράγοντες όπως το σχήμα της ράβδου, το πάχος της επικάλυψης σκυροδέματος, η ύπαρξη εγκάρσιου οπλισμού ή εγκάρσιας πίεσης.

$$l_{bd} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 l_{b,rqd} \geq l_{b,min} \quad (8.4)$$

όπου

α_1 συντελεστής επίδρασης του σχήματος των ράβδων

α_2 συντελεστής επίδρασης της ελάχιστης επικάλυψης σκυροδέματος

α_3 συντελεστής επίδρασης της περίσφιγξης λόγω του εγκάρσιου οπλισμού

α_4 συντελεστής επίδρασης της ύπαρξης μιας ή περισσότερων εγκάρσιων ράβδων ($\varphi_t > 0.6\varphi$) συγκολλημένων εντός του απαιτούμενου μήκους αγκύρωσης l_{bd}

α_5 συντελεστής εξαρτώμενος από την εγκάρσια πίεση στο επίπεδο του απαιτούμενου μήκους αγκύρωσης

➤ Πρέπει το γινόμενο ($\alpha_2 \alpha_3 \alpha_5$) $\geq 0,7$ (8.5)

$l_{b,rqd}$ είναι το βασικό μήκος αγκύρωσης (από εξ. 8.3)

$l_{b,min}$ είναι το ελάχιστο μήκος αγκύρωσης. Αν δεν υπάρχουν άλλοι περιορισμοί:

Για αγκυρώσεις ράβδων σε εφελκυσμό: $l_{b,min} > \max \{0,3 l_{b,rqd}; 10\varphi; 100 \text{ mm}\}$ (8.6)

Για αγκυρώσεις ράβδων σε θλίψη: $l_{b,min} > \max \{0,6 l_{b,rqd}; 10\varphi; 100 \text{ mm}\}$ (8.7)

Πίνακας 8.2: Τιμές των συντελεστών $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ και α_5

Παράγοντας επηρεασμού	Τύπος αγκύρωσης	Ράβδος οπλισμού	
		σε εφελκυσμό	σε θλίψη
Σχήμα ράβδου	ευθύγραμμη	$\alpha_1 = 1,0$	$\alpha_1 = 1,0$
	Όλες εκτός της ευθύγραμμης (βλέπε Σχήμα 8.1b, c,d)	$\alpha_1 = 0,7$ εάν $c_d > 3\phi$ αλλιώς $\alpha_1 = 1,0$ (βλέπε Σχήμα 8.5 για τις τιμές του c_d)	$\alpha_1 = 1,0$
Επικάλυψη σκυροδέματος	ευθύγραμμη	$\alpha_2 = 1 - 0,15 (c_d - \phi)/\phi$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$	$\alpha_2 = 1,0$
	Όλες εκτός της ευθύγραμμης (βλέπε Σχήμα 8.1b, c,d)	$\alpha_2 = 1 - 0,15 (c_d - 3\phi)/\phi$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$ (βλέπε Σχήμα 8.5 για τις τιμές του c_d)	$\alpha_2 = 1,0$
Περίσφιξη λόγω εγκάρσιου οπλισμού μη συγκολλημένου στον κύριο οπλισμό	Όλοι οι τύποι	$\alpha_3 = 1 - K \lambda$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$	$\alpha_3 = 1,0$
Περίσφιξη λόγω συγκολλημένου εγκάρσιου οπλισμού*	Όλοι οι τύποι, θέση και μέγεθος όπως ορίζεται στο Σχήμα 8.1e	$\alpha_4 = 0,7$	$\alpha_4 = 0,7$
Περίσφιξη λόγω εγκάρσιας πίεσης	Όλοι οι τύποι	$\alpha_5 = 1 - 0,04p$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$	-

όπου:

$\lambda = (\Sigma A_{st} - \Sigma A_{st,min})/A_s$

ΣA_{st} το εμβαδόν του εγκάρσιου οπλισμού κατά μήκος του απαιτούμενου μήκους αγκύρωσης l_{bd}

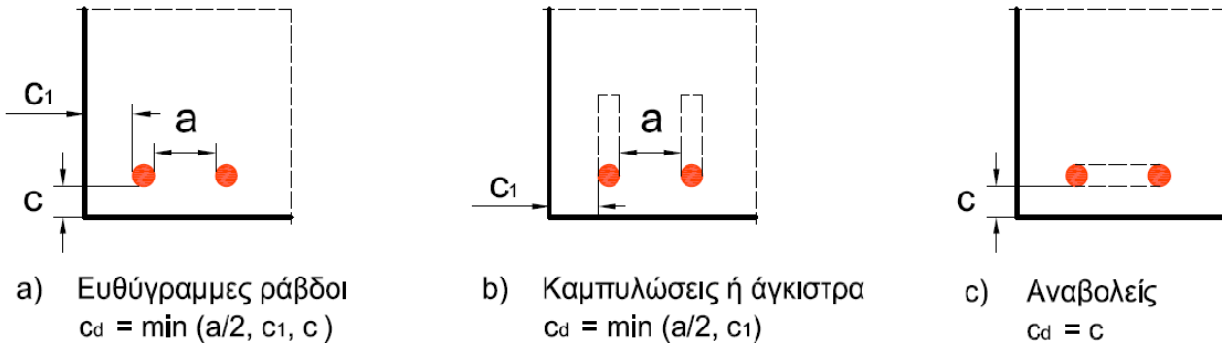
$\Sigma A_{st,min}$ το εμβαδόν του ελάχιστου εγκάρσιου οπλισμού
= 0,25 A_s για δοκούς και 0 για πλάκες

A_s το εμβαδόν της διατομής της ράβδου με τη μεγαλύτερη διάμετρο

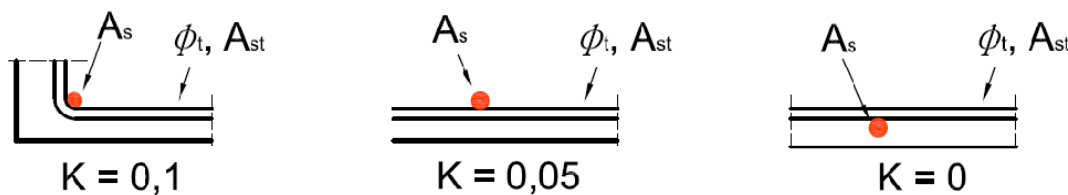
K τιμές που δίνονται στο Σχήμα 8.4

p η εγκάρσια πίεση [MPa] στην οριακή κατάσταση αστοχίας κατά μήκος του l_{bd}

* Βλέπε επίσης 8.6: Για άμεσες στηρίξεις το l_{bd} μπορεί να λαμβάνεται μικρότερο από το $l_{b,min}$ υπό την προϋπόθεση ότι υπάρχει τουλάχιστον μια εγκάρσια ράβδος συγκολλημένη εντός της στήριξης. Αυτή θα πρέπει να βρίσκεται σε απόσταση τουλάχιστον 15 mm από την αρχή της στήριξης.



Σχήμα 8.3 : Τιμές του c_d για δοκούς και πλάκες

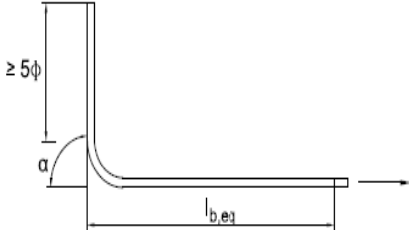


Σχήμα 8.4 : Τιμές του K για δοκούς και πλάκες

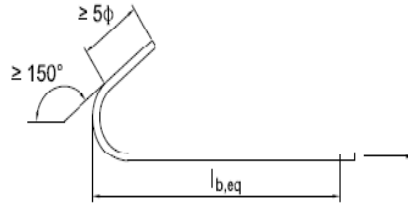
8.4.4 (2) Ισοδύναμο μήκος αγκυρώσεως

Μια απλοποιημένη εναλλακτική στην παραπάνω μέθοδο υπολογισμού του μήκους αγκύρωσης συγκεκριμένων σχημάτων ράβδων, που φαίνονται στο Σχήμα 8.1, σε εφελκυσμό, μπορεί να δίνεται ως ένα ισοδύναμο μήκος αγκύρωσης, $l_{b,eq}$, όπως ορίζεται στο συγκεκριμένο σχήμα, και μπορεί να λαμβάνεται ως:

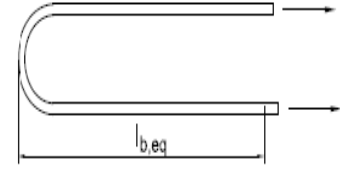
➤ $l_{b,eq} = \alpha_1 l_{b,rqd}$ για τα σχήματα ράβδων : (οι τιμές α_1 από τον Πίνακα 8.2)



β) Ισοδύναμο μήκος αγκύρωσης για καμπύλωση με γωνία $90^\circ \leq \alpha < 150^\circ$ όπου $l_{b,eq} = \alpha_1 l_{b,rqd}$

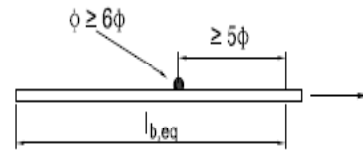


γ) Ισοδύναμο μήκος αγκύρωσης για άγκιστρα όπου $l_{b,eq} = \alpha_1 l_{b,rqd}$



δ) Ισοδύναμο μήκος αγκύρωσης για αναβολείς όπου $l_{b,eq} = \alpha_1 l_{b,rqd}$

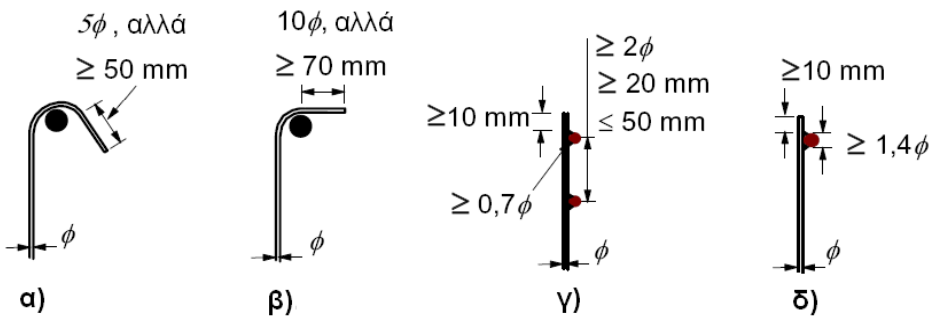
➤ $l_{b,eq} = \alpha_4 l_{b,rqd}$ για σχήμα ράβδων
:
(οι τιμές α_4 από τον Πίνακα 8.2)



ε) Ισοδύναμο μήκος αγκύρωσης για συγκόλληση εγκάρσιου οπλισμού όπου $l_{b,eq} = \alpha_4 l_{b,rqd}$

8.5 Αγκύρωση συνδετήρων και οπλισμού διάτμησης

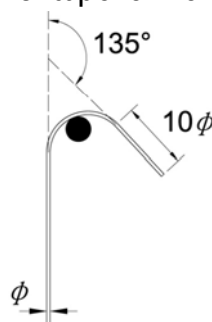
Η αγκύρωση των συνδετήρων και του οπλισμού διάτμησης γίνεται:



Για τα γ) και δ) η επικάλυψη δε θα πρέπει να είναι μικρότερη από 3φ ή 50 mm.

Σχήμα 8.5 : Αγκύρωση συνδετήρων

Για συνδετήρες σε δοκούς, υποστυλώματα και τοιχώματα με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (EC8 – 5.6.1):

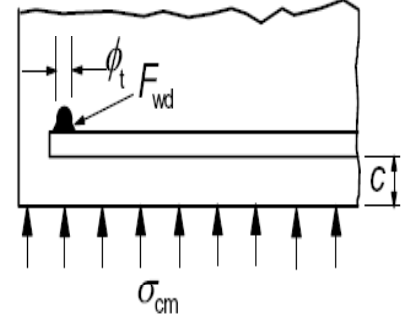


8.6 Αγκύρωση με συγκόλληση ράβδων

Όταν γίνεται χρήση εγκάρσιου οπλισμού για την αγκύρωση μιας ράβδου, η τιμή της τάσης σχεδιασμού σ_{sd} που υπεισέρχεται στον υπολογισμό του βασικού μήκους αγκύρωσης (εξ. 8.3) μπορεί να μειώνεται κατά F_{btd} / A_s , όπου A_s η διατομή της ράβδου
 Η ικανότητα αγκύρωσης μιας εγκάρσια συγκολλημένης ράβδου (διαμέτρου 14mm – 32mm) F_{btd} :

$$F_{btd} = l_{td} \varphi_t \sigma_{td}, \text{ αλλά όχι μεγαλύτερη από } F_{wd} \text{ (8.8N ή ΕΠ)}$$

Σχήμα 8.6



όπου:

- F_{wd} είναι η αντοχή σχεδιασμού σε διάτμηση της συγκόλλησης
- l_{td} είναι το μήκος σχεδιασμού της εγκάρσιας ράβδου : $l_{td} = 1.16 \varphi_t (f_{yd} / \sigma_{td})^{0.5} \leq l_t$
- l_t είναι το μήκος της εγκάρσιας ράβδου, αλλά όχι μεγαλύτερο από την εγκάρσια απόσταση μεταξύ των προς αγκύρωση ράβδων
- φ_t είναι η διάμετρος της εγκάρσιας ράβδου
- σ_{td} είναι η τάση του σκυροδέματος : $\sigma_{td} = (f_{ctd} + \sigma_{cm}) / y \leq 3 f_{cd}$
- σ_{cm} είναι η θλίψη στο σκυροδέμα, καθέτως και προς τις δυο ράβδους (μέση τιμή, θετική για θλίψη)
- y είναι μια συνάρτηση: $y = 0.015 + 0.14 e^{(-0.18x)}$
- x είναι μια συνάρτηση που εισάγει τη γεωμετρία της περιοχής: $x = 2 (c / \varphi_l) + 1$
- c είναι η επικάλυψη του σκυροδέματος καθέτως προς τις δυο ράβδους.

Εάν δυο ράβδοι ίδιας διαμέτρου συγκολλούνται αντικριστά σε αντικριστές παρειές της προς αγκύρωση ράβδου, η ικανότητα αγκύρωσης που υπολογίζεται από την **Εξισ. 8.8N** μπορεί να διπλασιάζεται, υπό την προϋπόθεση ότι η επικάλυψη σκυροδέματος της ράβδου που βρίσκεται στην εξωτερική παρειά είναι επαρκής.

Αντίστοιχα, αν δυο ράβδοι συγκολλούνται στην ίδια παρειά της προς αγκύρωση ράβδου, με ελάχιστη μεταξύ τους απόσταση 3φ , η ικανότητα αγκύρωσης πρέπει να πολλαπλασιάζεται επί 1.41.

Για ράβδους διαμέτρου 12mm και λιγότερο, η ικανότητα αγκύρωσης μιας εγκάρσια συγκολλημένης ράβδου εξαρτάται κυρίως από την αντοχή σχεδιασμού της συγκόλλησης. Μπορεί να υπολογίζεται ως :

$$F_{btd} = F_{wd} \leq 16 A_s f_{cd} \varphi_t / \varphi_l \text{ (8.9)}$$

όπου:

- F_{wd} είναι η αντοχή σχεδιασμού της συγκόλλησης σε διάτμηση
- φ_t είναι η ονομαστική διάμετρος της εγκάρσιας ράβδου: $\varphi_t \leq 12mm$
- φ_l είναι η ονομαστική διάμετρος της προς αγκύρωση ράβδου: $\varphi_l \leq 12mm$

Εάν χρησιμοποιούνται δύο συγκολλητές εγκάρσια ράβδοι με ελάχιστη μεταξύ τους απόσταση φ_t , το μήκος αγκύρωσης που δίνεται από την Εξισ. 8.9 πρέπει να πολλαπλασιάζεται επί 1,41.

8.7 Ενώσεις

8.7.1 Γενικά

Σκοπός: η μεταφορά των δυνάμεων από τη μια ράβδο στην άλλη.

Αυτό επιτυγχάνεται μέσω:

- της υπερκάλυψης (μάτισμα) των ράβδων, με ή χωρίς καμπυλώσεις ή άγκιστρα στα άκρα τους
- της συγκόλλησης των ράβδων
- της χρήσης μηχανικών συνδέσμων που διασφαλίζουν τη μεταφορά των φορτίων σε εφελκυσμό και θλίψη ή μόνο σε θλίψη.

Σε δομικά στοιχεία με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας **απαγορεύεται** η ένωση οπλισμών μέσω συγκόλλησης εντός των κρίσιμων περιοχών τους. (EC8 – 5.6.3)

Σε υποστυλώματα και τοιχώματα με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας η ένωση του διαμήκους οπλισμού τους με τη βοήθεια μηχανικών συνδέσμων **επιτρέπεται μόνο εάν αυτοί καλύπτονται από κατάλληλες δοκιμές** υπό συνθήκες συμβατές με την επιλεγμένη κατηγορία πλαστιμότητας. (EC8 – 5.6.3)

8.7.2. Υπερκαλύψεις

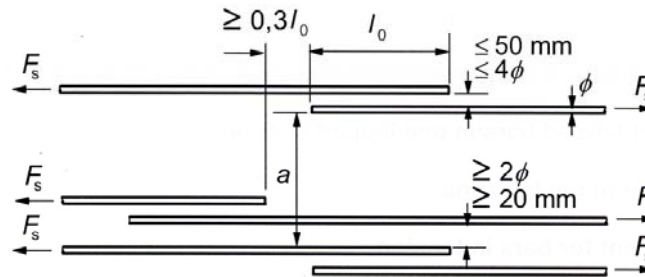
Πρέπει:

- να εξασφαλίζεται η μεταφορά των δυνάμεων από τη μια ράβδο στην άλλη
- να μην προκληθεί αποφλοίωση του σκυροδέματος στην περιοχή της σύνδεσης
- να αποφεύγεται η δημιουργία μεγάλων ρωγμών που θα επηρεάσουν τη συμπεριφορά της κατασκευής.

Επιβάλλεται οι ενώσεις με υπερκάλυψη :

- να διατάσσονται κατά αποστάσεις μεταξύ τους
- να αποφεύγεται η τοποθέτησή τους σε περιοχές υψηλής έντασης
- να διατάσσονται συμμετρικά εντός της διατομής και παράλληλα προς τις παρειές του στοιχείου.

Θα πρέπει να τηρούνται οι προϋποθέσεις που ορίζονται στο σχήμα:



Σχήμα 8.7

Όταν ικανοποιούνται οι παραπάνω κανόνες, το επιτρεπόμενο ποσοστό εφελκόμενων υπερκαλυπτόμενων ράβδων σε μια διατομή, τοποθετημένες σε μια στρώση, είναι 100%. Αντίστοιχα, όταν διατάσσονται σε παραπάνω της μιας στρώση, το ποσοστό πρέπει να μειώνεται στο 50%. Ράβδοι υποκείμενες σε θλίψη και δευτερεύων οπλισμός (διανομής) μπορούν να ενώνονται με υπερκάλυψη στο σύνολο τους εντός της ίδιας διατομής.

8.7.3 Μήκος υπερκάλυψης

Το απαιτούμενο μήκος υπερκάλυψης, l_0 , προκύπτει μετατρέποντας τη σχέση υπολογισμού του βασικού μήκους αγκύρωσης:

$$l_0 = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_5 \alpha_6 l_{b,rqd} \geq l_{0,min} \quad (8.10)$$

όπου:

$l_{b,rqd}$ είναι το βασικό μήκος αγκύρωσης (από εξ. 8.3)

$l_{0,min} > \max\{0.3 \alpha_6 l_{b,rqd} ; 15\phi ; 200 \text{ mm}\}$

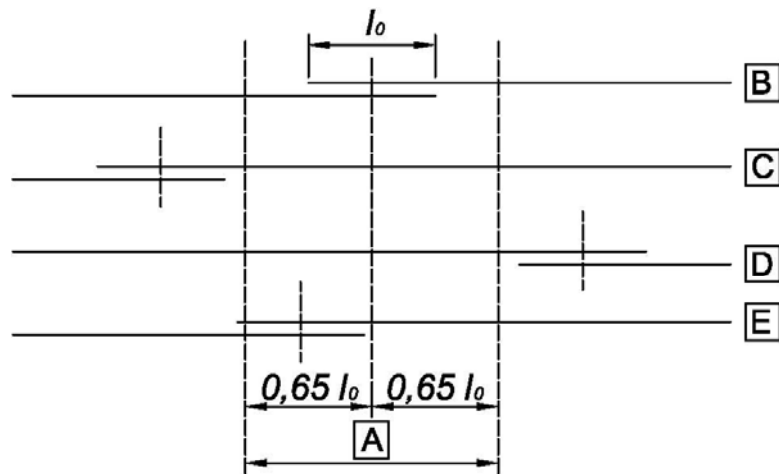
Οι τιμές των $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ και α_5 μπορούν να λαμβάνονται από τον Πίνακα 8.2

Όμως για τον υπολογισμό του α_3 , το $\Sigma A_{st,min}$ πρέπει να λαμβάνεται ίσο με $1.0 A_s (\sigma_{sd} / f_{yd})$, όπου A_s είναι το εμβαδόν της διατομής μιας υπερκαλυπτόμενης ράβδου.

$\alpha_6 = (\rho_1 / 25)^{0.5}$ αλλά όχι μεγαλύτερο από 1,5 ή μικρότερο από 1,0, όπου ρ_1 είναι το ποσοστό του οπλισμού που ενώνεται με υπερκάλυψη εντός μήκους $0,65 l_0$ από το μέσο του θεωρούμενου μήκους υπερκάλυψης (βλέπε Σχήμα 8.8). Τιμές του α_6 δίνονται στον Πίνακα 8.3.

Πίνακας 8.3: Τιμές του συντελεστή α_6

Ποσοστό των υπερκαλυπτόμενων ράβδων προς το συνολικό οπλισμό της διατομής	<25%	33%	50%	>50%
α_6	1	1.15	1.4	1.5
Σημείωση: Ενδιάμεσες τιμές μπορούν να προσδιορίζονται με γραμμική παρεμβολή				



Α Εξεταζόμενο τμήμα Β Ράβδος Ι Γ Ράβδος ΙΙ Δ Ράβδος ΙΙΙ Ε Ράβδος ΙV

Παράδειγμα: Οι ενώσεις των ράβδων ΙΙ και ΙΙΙ βρίσκονται εκτός του εξεταζόμενου τμήματος: % = 50 και $\alpha_6 = 1,4$

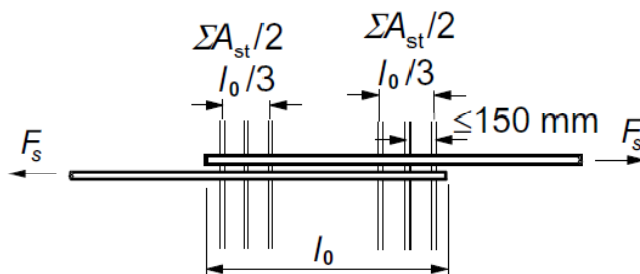
Σχήμα 8.8: Ποσοστό υπερκαλυπτόμενων ράβδων σε ένα εξεταζόμενο τμήμα

8.7.4.1 Εγκάρσιος οπλισμός στη περιοχή υπερκάλυψης εφελκυόμενων ράβδων

- Για $\phi < 20\text{mm}$ ή το ποσοστό των υπερκαλυπτόμενων ράβδων στη διατομή $< 25\%$: Αρκεί ο υπάρχων εγκάρσιος οπλισμός
- Για $\phi \geq 20\text{mm}$: Απαιτείται εγκάρσιος οπλισμός συνολικού εμβαδού ΣA_{st} (το άθροισμα του εμβαδού των διατομών των ράβδων που βρίσκονται σε επίπεδο παράλληλο των οπλισμού που υπερκαλύπτεται), όχι μικρότερο από το εμβαδόν, A_s , μιας υπερκαλυπτόμενης ράβδου ($\Sigma A_{st} \geq 1,0 A_s$).

Εάν σε κάποιο σημείο υπερκαλύπτεται περισσότερο από το 50% του οπλισμού και η απόσταση, a , μεταξύ γειτονικών ενώσεων σε ένα τμήμα είναι $\leq 10\phi$ (σχ.8.7), ο εγκάρσιος οπλισμός θα πρέπει να διαμορφώνεται από συνδετήρες ή ράβδους σχήματος U αγκυρωμένες μέσα στο σώμα του τμήματος.

Οι εγκάρσιες ράβδοι πρέπει να τοποθετούνται στα εξωτερικά τμήματα των ενώσεων, καθέτως στη διεύθυνση του υπερκαλυπτόμενου οπλισμού και μεταξύ αυτού και της εξωτερικής επιφάνειας του σκυροδέματος.

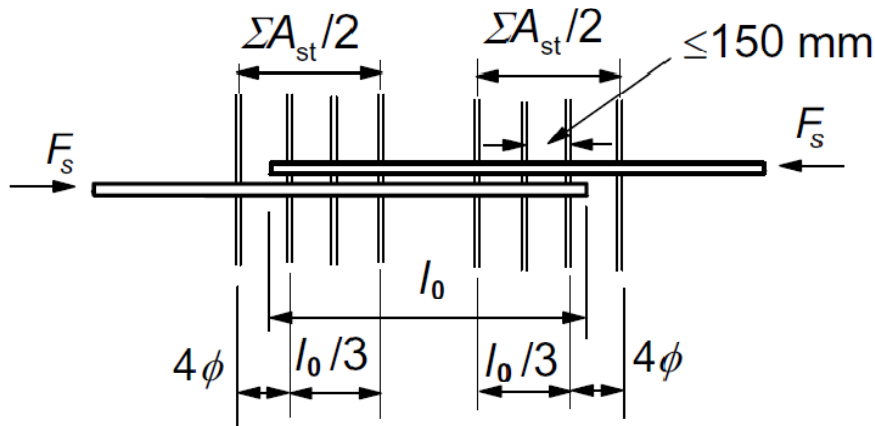


Σχήμα 8.9 (α)

8.7.4.2 Εγκάρσιος οπλισμός στην περιοχή υπερκάλυψης μονίμως θλιβόμενων ράβδων

Ισχύουν όλοι οι παραπάνω κανόνες για ράβδους σε εφελκυσμό.

Θα πρέπει όμως, επιπροσθέτως, να τοποθετείται από μια εγκάρσια ράβδος, εξωτερικά, και εντός απόστασης 4ϕ από κάθε άκρο του μήκους υπερκάλυψης.



Σχήμα 8.9 (b)

Σε μέλη με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, πέραν των παραπάνω απαιτήσεων, πρέπει να ικανοποιούνται και οι παρακάτω απαιτήσεις: (EC8 – 5.6.3)

a) Εάν οι υπερκαλυπτόμενες ράβδοι διατάσσονται σε επίπεδο κάθετο προς αυτό του εγκάρσιου οπλισμού, το εμβαδόν του απαιτούμενου εγκάρσιου οπλισμού θα πρέπει να υπολογίζεται στη βάση του εμβαδού της μεγαλύτερης από τις υπερκαλυπτόμενες διαμήκεις ράβδους, A_{sL}

b) Εάν οι υπερκαλυπτόμενες ράβδοι διατάσσονται σε επίπεδο παράλληλο προς αυτό του εγκάρσιου οπλισμού, τότε στον υπολογισμό του απαιτούμενου εγκάρσιου οπλισμού λαμβάνεται υπόψη το άθροισμα του εμβαδού όλων των υπερκαλυπτόμενων ράβδων, ΣA_{sL} .

c) Η απόσταση, s , μεταξύ των ράβδων του εγκάρσιου οπλισμού στη ζώνη υπερκάλυψης (σε χιλιοστά) δε θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από:

$$s = \min \{h/4 ; 100\}$$

όπου h είναι η ελάχιστη διάσταση της διατομής (σε χιλιοστά).

Ειδικότερα, για υποστυλώματα ή τοιχώματα με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, το απαιτούμενο εμβαδόν του εγκάρσιου οπλισμού, A_{st} , εντός της ζώνης υπερκάλυψης του διαμήκου οπλισμού που ενώνεται στην ίδια περιοχή (όπως ορίζεται στον EC2), υπολογίζεται από τη σχέση:

$$A_{st} = s (d_{bL}/50) (f_{yld} / f_{ywd}) \quad (EC8 - 5.52)$$

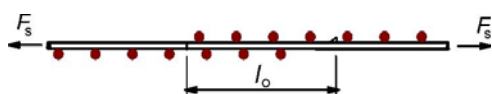
όπου

A_{st} είναι το εμβαδόν της διατομής ενός σκέλους του εγκάρσιου οπλισμού
 d_{bL} είναι η διάμετρος της ράβδου που ενώνεται
 s είναι η απόσταση μεταξύ των ράβδων του εγκάρσιου οπλισμού
 f_{yld} είναι η τιμή σχεδιασμού της αντοχής διαρροής του διαμήκου οπλισμού
 f_{ywd} είναι η τιμή σχεδιασμού της αντοχής διαρροής του εγκάρσιου οπλισμού.

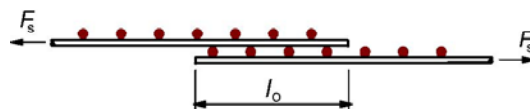
8.7.5.1 Υπερκάλυψη κύριου οπλισμού συγκολλητών πλεγμάτων νευροχάλυβα

Πραγματοποιείται με: (Σχήμα 8.10)

α) Σύμπλεξη



β) παράθεση σε στρώσεις



- Για μέλη υποκείμενα σε φορτία που προκαλούν κόπωση.
- Διάταξη κύριων ράβδων σύμφωνα με §8.7.2.
- Ευεργετική επίδραση εγκάρσιων ράβδων αγνοείται $\rightarrow \alpha_3 = 1,0$.
- Ισχύουν οι τιμές του Πίνακα 8.3

- Πραγματοποιείται σε περιοχές όπου η ένταση στην ULS είναι $\leq 80\%$ της αντοχής σχεδιασμού. Αλλιώς θα πρέπει να απομειώνεται η υπολογιζόμενη καμπτική αντοχή της διατομής.
- Προσοχή στον έλεγχο έναντι ρηγμάτωσης στα άκρα της ένωσης λόγω ασυνέχειας.
- Επιτρεπόμενο ποσοστό υπερκάλυψης σε κάθε διατομή:
 - $(A_s/s)_{prov} \leq 1200 \text{ mm}^2/\text{m} \rightarrow 100\%$
 - $(A_s/s)_{prov} > 1200 \text{ mm}^2/\text{m} \rightarrow 60\%$

- Για ενώσεις σε περισσότερες της μιας στρώσης η ελάχιστη μετατόπιση της παράθεσης είναι $1,3 l_0$.
- Επιπρόσθετος εγκάρσιος οπλισμός στην περιοχή της ένωσης δεν είναι απαραίτητος.

8.7.5.2 Υπερκάλυψη δευτερεύοντα οπλισμού νευροχάλυβα ή οπλισμού διανομής συγκολλητών πλεγμάτων

Μπορεί το 100% αυτού να υπερκαλύπτεται στην ίδια περιοχή.

Οι ελάχιστες τιμές του μήκους υπερκάλυψης, l_0 , δίνονται στον Πίνακα 8.4.

Πίνακας 8.4 : Απαιτούμενα μήκη υπερκάλυψης του δευτερεύοντα οπλισμού (καλώδια ή πλέγματα)

Διάμετρος ράβδων δευτερεύοντα οπλισμού	Μήκος υπερκάλυψης
$\varphi \leq 6$	≥ 150 mm και τουλάχιστον μια εγκάρσια ράβδος εντός του μήκους υπερκάλυψης
$6 < \varphi \leq 8,5$	≥ 250 mm και τουλάχιστον δύο εγκάρσιες ράβδοι
$8,5 < \varphi \leq 12$	≥ 350 mm και τουλάχιστον δύο εγκάρσιες ράβδοι

8.8 Συμπληρωματικές διατάξεις για ράβδους μεγάλης διαμέτρου ($\varphi > 32$ mm ή ΕΠ)

Ισχύουν οι κανόνες των §8.4 και §8.7, επιπροσθέτως όμως:

Η ρηγμάτωση του σκυροδέματος ελέγχεται είτε με τη χρήση επιφανειακού οπλισμού είτε με υπολογισμούς.

Πρέπει να αγκυρώνονται με μηχανικούς συνδέσμους. Εναλλακτικά μπορούν να αγκυρώνονται ως ευθύγραμμες ράβδοι, με την προσθήκη συνδετήρων για περίσφιξη επιπρόσθετα του υπάρχοντος οπλισμού διάτμησης, ομοιόμορφα κατανεμημένων στο μήκος αγκύρωσης και σε μεταξύ τους αποστάσεις $\leq 5\varphi_{\text{long}}$, με εμβαδό μεγαλύτερο από :

▪ Παράλληλα με την εφελκυσμένη επιφάνεια:

$$A_{sh} = 0,25 A_s n_1 \quad (8.12)$$

▪ Κάθετα προς αυτή:

$$A_{sv} = 0,25 A_s n_2 \quad (8.13)$$

όπου:

A_s είναι το εμβαδόν της διατομής μιας προς αγκύρωση ράβδου

n_1 είναι ο αριθμός των στρώσεων ράβδων που αγκυρώνονται στο ίδιο τμήμα

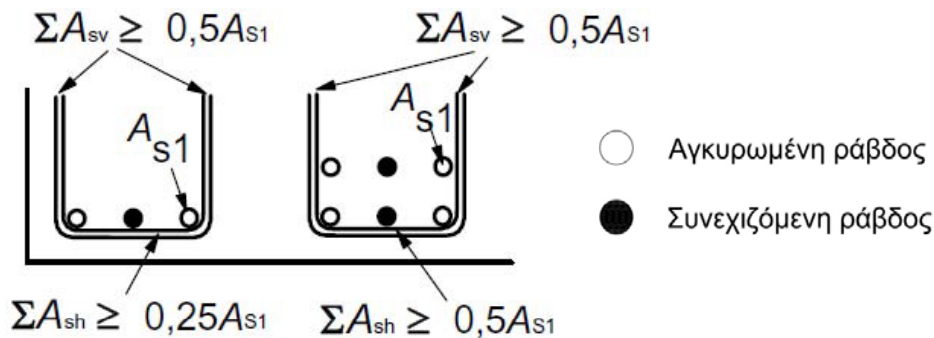
n_2 είναι ο αριθμός των ράβδων που αγκυρώνονται σε κάθε στρώση.

Δεν επιτρέπεται η ένωση με υπερκάλυψη, εκτός εάν:

▪ Min διάσταση της διατομής = 1,0 m.

▪ Η ένταση είναι $\leq 80\%$ της έντασης στη οριακή κατάσταση αστοχίας.

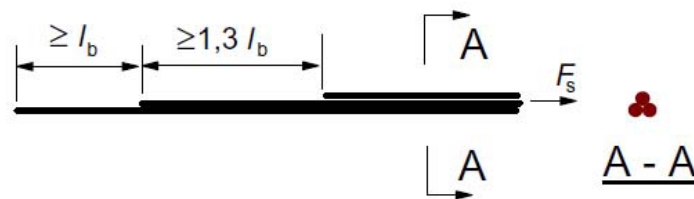
Παράδειγμα: Στην αριστερή περίπτωση $n_1=1, n_2=2$
και στη δεξιά περίπτωση $n_1=2, n_2=2$.



Σχήμα 8.11

8.9 Δέσμες ράβδων

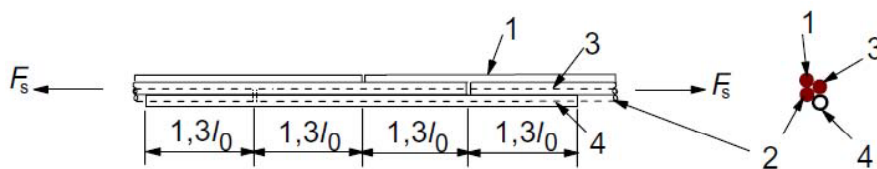
- Ισχύουν οι κανόνες των μεμονωμένων ράβδων.
- Όλες οι ράβδοι πρέπει να έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά και $\varphi_{\max}/\varphi_{\min} \leq 1,7$.
- Στο σχεδιασμό λαμβάνουμε ιδεατή ράβδο με ισοδύναμη διάμετρο διατομής:
 $\varphi_n = \varphi \sqrt{n_b} \leq 55\text{mm} \quad (8.14)$
 όπου:
 n_b είναι ο αριθμός των ράβδων της δέσμης, ο οποίος περιορίζεται στις:
 $n_b \leq 4$ για κατακόρυφες ράβδους σε θλίψη και ράβδους σε αρμό με υπερκάλυψη,
 $n_b \leq 3$ για κάθε άλλη περίπτωση.
- Εφελκόμενες δέσμες με $\varphi_n < 32$ mm δε χρειάζεται να κλιμακώνονται σταδιακά.
- Εφελκόμενες δέσμες με $\varphi_n \geq 32$ mm που αγκυρώνονται κοντά σε στηρίξεις επιβάλλεται να κλιμακώνονται σταδιακά.



Σχήμα 8.12

- Θλιβόμενες δέσμες δε χρειάζεται να κλιμακώνονται σταδιακά.
- Σε θλιβόμενες δέσμες με $\varphi_n \geq 32$ mm, θα πρέπει να τοποθετούνται τουλάχιστον τέσσερις συνδετήρες με ελάχιστη διάμετρο διατομής 12mm στα άκρα αυτών. Ένας ακόμα συνδετήρας πρέπει να τοποθετείται αμέσως μετά το τέλος της κλιμακούμενης ράβδου.

- ❑ Το μήκος υπερκάλυψης υπολογίζεται όπως και για μεμονωμένες ράβδους , χρησιμοποιώντας την φ_n στον υπολογισμό αυτού.
 - ❑ Για δέσμες που αποτελούνται από μόλις δύο ράβδους και με $\varphi_n < 32\text{mm}$, οι ράβδοι μπορούν να ενώνονται με υπερκάλυψη χωρίς τη σταδιακή διακοπή της κάθε ράβδου ξεχωριστά.
 - ❑ Για δέσμες που αποτελούνται από δύο ράβδους και με $\varphi_n \geq 32\text{ mm}$ ή αποτελούνται από τρεις ράβδους, η απόσταση μεταξύ των σημείων έναρξης του μήκους υπερκάλυψης για κάθε μια ράβδο ξεχωριστά δε θα πρέπει να είναι μικρότερη του $1,3l_0$ όπως φαίνεται και στο Σχήμα 8.13, όπου το l_0 υπολογίζεται βάσει μιας μεμονωμένης ράβδου. Σε αυτήν την περίπτωση η ράβδος No.4 χρησιμοποιείται ως η ράβδος υπερκάλυψης.
- Προσοχή** θα πρέπει να δίνεται στην εξασφάλιση της μη ύπαρξης περισσότερων των τεσσάρων ράβδων σε κάθε διατομή εντός του μήκους υπερκάλυψης. Δέσμες αποτελούμενες από περισσότερες από τρεις ράβδους δε θα πρέπει να ενώνονται με υπερκάλυψη.



Σχήμα 8.13

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

Κανόνες διαμόρφωσης και κατασκευαστικές λεπτομέρειες δομικών στοιχείων

9.2 Δοκοί

Γεωμετρικά στοιχεία (EC8 – 5.4.1.2.1, 5.5.1.2.1)

Για δοκούς με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (μέσης και υψηλής κατηγορίας πλαστιμότητας, DCM και DCH αντίστοιχα) ισχύουν οι παρακάτω διατάξεις:

Η εκκεντρότητα του διαμήκου άξονα μιας δοκού και του υποστυλώματος στο οποίο στηρίζεται θα πρέπει να είναι μικρότερη από $b_c/4$. (όπου, b_c είναι η μέγιστη πλευρά του υποστυλώματος κάθετη προς τον διαμήκη άξονα της δοκού)

Το πλάτος των κύριων σεισμικά δοκών : $b_w \leq \min \{ b_c + h_w ; 2b_c \}$ (EC8 – 5.6)

Επιπλέον ,για δοκούς υψηλής κατηγορίας πλαστιμότητας (DCH) πρέπει να διασφαλίζεται ότι:

- το πλάτος τους είναι μεγαλύτερο από 200mm
- ο λόγος πλάτος προς ύψος της δοκού ικανοποιεί τη σχέση:

$$\frac{l_{ot}}{b} \leq \frac{70}{(h/b)^{1/3}}$$

και $h/b \leq 3,5$ (5.40b)

όπου

l_{ot} είναι η απόσταση μεταξύ διαδοχικών περιορισμένων σε στρέψη διατομών της δοκού.

Κρίσιμες περιοχές (EC8 – 5.4.3.2.1, 5.5.3.1.3)

$l_{cr} = h_w$ (h_w = ύψος δοκού) εκατέρωθεν των παρειών του κόμβου δοκού-υποστυλώματος, καθώς και σε κάθε περιοχή που είναι πιθανός ο σχηματισμός πλαστικής άρθρωσης κατά τη διάρκεια σεισμικής φόρτισης. (για δοκούς μέσης κατηγορίας πλαστιμότητας DCM)

Για δοκούς υψηλής κατηγορίας πλαστιμότητας (DCH) το μήκος των κρίσιμων περιοχών αυξάνεται σε $1,5h_w$

Όταν η δοκός υποστηρίζει στοιχεία που δε συνεχίζουν κάτωθεν αυτής (φυτευτά υποστυλώματα, τοιχώματα), οι κρίσιμες περιοχές τις δοκού εκατέρωθεν των παρειών του διακοπτόμενου αυτού στοιχείου θα πρέπει να αυξάνονται σε $l_{cr} = 2h_w$

9.2.1 Διαμήκης οπλισμός

9.2.1.1 Ελάχιστα και μέγιστα ποσοστά οπλισμών

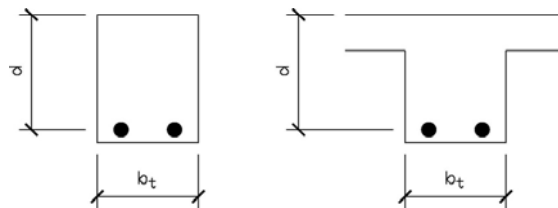
Ελάχιστος διαμήκης εφελκόμενος οπλισμός:

$$A_{s,min} = 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t d \geq 0,0013 b_t d \quad (9.1N \text{ ή } \text{ΕΠ})$$

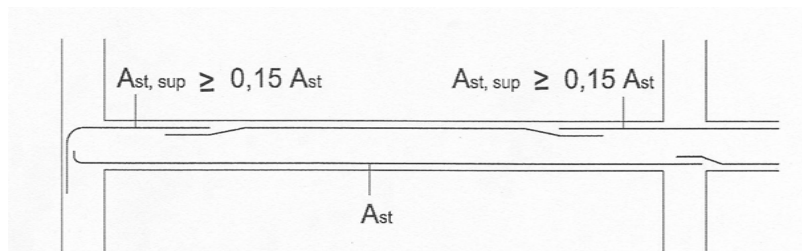
όπου:

b_t υποδηλώνει το μέσο πλάτος της εφελκόμενης περιοχής. Για πλακοδοκό όπου το πέλμα (πλάκα) είναι σε θλίψη, στον υπολογισμό του b_t λαμβάνεται υπόψη μόνο το πλάτος του κορμού.

Κατηγορία αντοχής	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60	C28/35	C32/40
$A_{s,min}$ ως ποσοστό του $b_t d$	0,13	0,13	0,13	0,135	0,151	0,166	0,182	0,198	0,213	0,145	0,156



Στις στηρίξεις μονολιθικών κατασκευών όπου κατά το σχεδιασμό έχουν εκληφθεί ως απλές στηρίξεις, πρέπει να τοποθετείται ένας ελάχιστος οπλισμός $A_{st,sup}$ ίσος με το **15%** ή **ΕΠ** του οπλισμού που τοποθετείται στο άνοιγμα, για την αντιμετώπιση της μερικής ακαμψίας.



Μέγιστος συνολικός διαμήκης οπλισμός (εκτός των περιοχών των υπερκαλύψεων):

$$A_{s,max} = 0,04 A_c \quad \text{ή } \text{ΕΠ}$$

Για δοκούς με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας: (EC8 – 5.4.3.1.2)

$$\rho_{min} = 0,5 (f_{ctm} / f_{yk}) \quad (EC8 – 5.12)$$

$$\rho_{max} = \rho' + \frac{0,0018 \cdot f_{cd}}{\mu_{\phi} \epsilon_{sy,d} \cdot f_{yd}} \quad (EC8 – 5.11)$$

Αν η εφελκόμενη περιοχή περιλαμβάνει και την πλάκα, ο οπλισμός αυτής που είναι τοποθετημένος παράλληλα στο διαμήκη άξονα της δοκού και εντός του συνεργαζόμενου πλάτους του πέλματος της δοκού προσμετράται στο ρ .

Ο θλιβόμενος οπλισμός δοκών με **αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας** δε θα πρέπει να είναι λιγότερος από το 50% του εφελκόμενου οπλισμού που προκύπτει στην οριακή κατάσταση αστοχίας της ανάλυσης υπό σεισμικά φορτία:

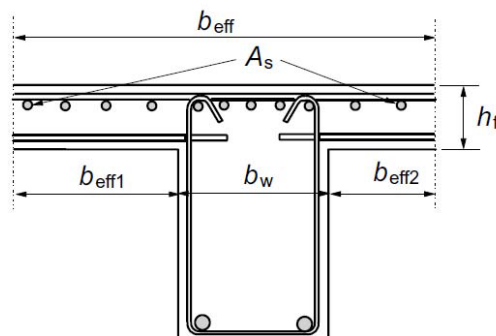
$$A_{s,comp} \geq A_{s,tension} / 2$$

Επιπλέον, σε δοκούς υψηλής κατηγορίας πλαστιμότητας (DCH) θα πρέπει:
(**EC8 – 5.5.3.1.3**)

- να τοποθετούνται τουλάχιστον από δυο ράβδοι οπλισμού υψηλής συνάφειας με διάμετρο $d_b = 14mm$ στο πάνω και στο κάτω μέρος της, που θα τη διατρέχουν καθ' όλο το μήκος της.
- το 25% του μέγιστου άνω οπλισμού των στηρίξεων θα πρέπει να διατρέχει ολόκληρο το μήκος της δοκού.

9.2.1.2 Άλλες διατάξεις λεπτομερειών

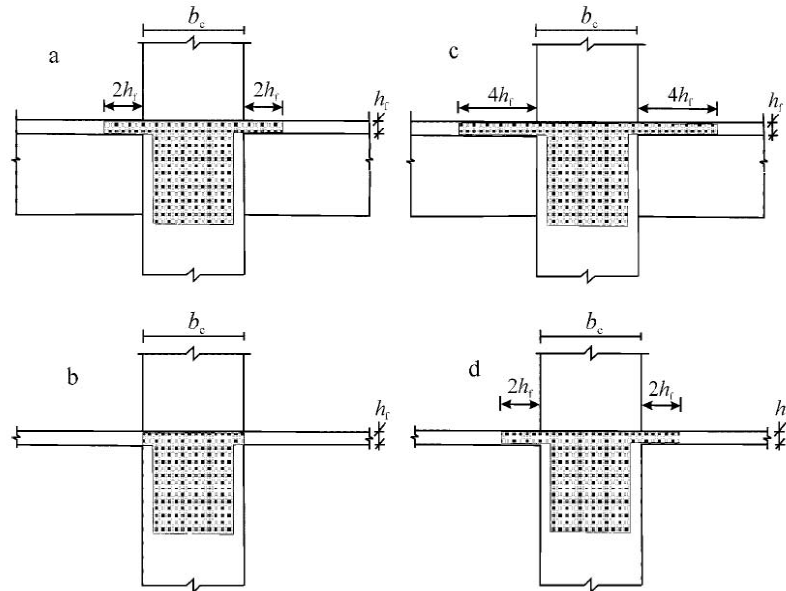
- ❑ Ο οποιοσδήποτε θλιβόμενος διαμήκης οπλισμός (διαμέτρου φ) ο οποίος περιλαμβάνεται στον υπολογισμό της αντοχής της διατομής θα πρέπει να συγκρατείται από εγκάρσιο οπλισμό τοποθετημένο ανά απόσταση όχι μεγαλύτερη του 15φ .
- ❑ Στις ενδιάμεσες στηρίξεις των συνεχών δοκών, ο συνολικός εφελκόμενος οπλισμός A_s σε μια διατομή πλακοδοκού θα πρέπει να τοποθετείται κυρίως εντός του πλάτους του κορμού της δοκού. Μόνο μέρος του μπορεί να κατανέμεται εκτός του πλάτους του κορμού, αλλά εντός του συνεργαζόμενου πλάτους, b_{eff} της δοκού.



Σχήμα 9.1

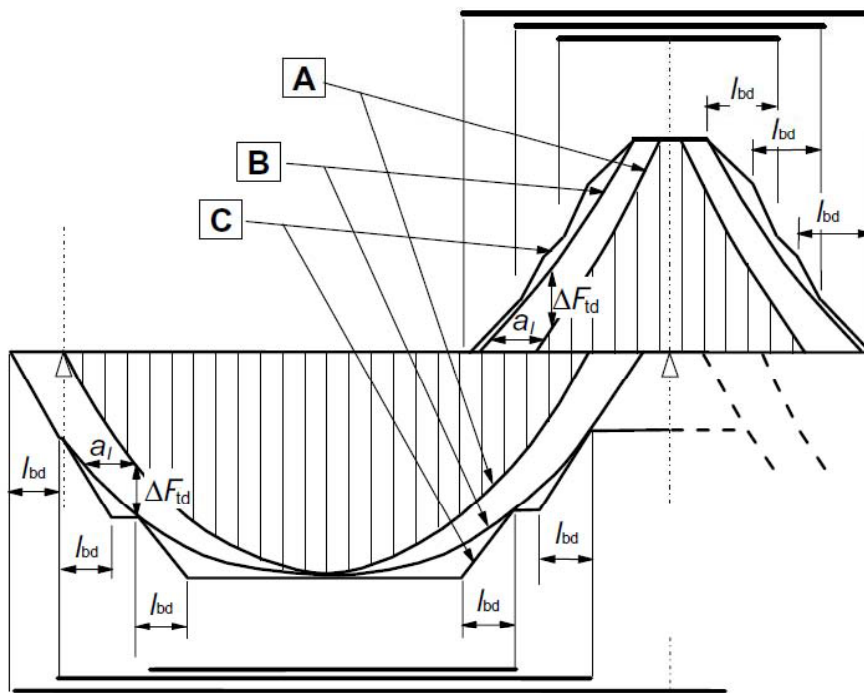
□ Το συνεργαζόμενο πλάτος, b_{eff} , των δοκών με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας λαμβάνεται: (EC8 – 5.4.3.1.1)

- a) Στις ακραίες στηρίξεις κύριων σεισμικά δοκών όπου στο υποστύλωμα δεν συντρέχει καθέτως προς αυτές άλλη δοκός, το b_{eff} λαμβάνεται ίσο με το πλάτος του υποστυλώματος, b_c (βλέπε Σχήμα 5.5b). Αν συντρέχει καθέτως προς αυτή και άλλη δοκός, ίσου με αυτή ύψους, το συνεργαζόμενο πλάτος της δοκού αυξάνεται κατά $2h_f$ εκατέρωθεν του κορμού της (βλέπε Σχήμα 5.5a).
- b) Στις ενδιάμεσες στηρίξεις τα παραπάνω πλάτη αυξάνονται έκαστο κατά $2h_f$ εκατέρωθεν του κορμού της δοκού (βλέπε Σχήμα 5.5c και 5.5d αντίστοιχα).



Σχήμα EC8 – 5.5

9.2.1.3 Κλιμακούμενος διαμήκης εφελκόμενος σπλισμός



[A] Περιβάλλουσα του $M_{Ed}/z + N_{Ed}$ [B] Δρώσα εφελκυστική δύναμη F_s [C] Εφελκυστική δύναμη αντοχής F_{Rs}

Σχήμα 9.2

- Για μέλη χωρίς οπλισμό διάτμησης:

$$a_l = d$$

- Για μέλη με οπλισμό διάτμησης:

$$a_l = z (\cot \theta - \cot \alpha) / 2$$

όπου:

α είναι η γωνία που σχηματίζει ο οπλισμός διάτμησης με τον άξονα της δοκού καθέτως στη διατμητική δύναμη
 θ είναι η γωνία που σχηματίζει το θλιβόμενο μέλος του δικτυώματος του σκυροδέματος με τον άξονα της δοκού καθέτως στη διατμητική δύναμη

z είναι ο μοχλοβραχίονας των εσωτερικών δυνάμεων, για μέλος με σταθερό ύψος, Ελλείψει αξονικής φόρτισης, μπορεί να χρησιμοποιείται η προσεγγιστική τιμή

$$z = 0,9d.$$

Για κάθε άλλη περίπτωση, πλην αυτών που η τιμή της διατμητικής δύναμης είναι πολύ υψηλή, μπορούν να λαμβάνεται η τιμή $a_l = 1,25z$.

Από το σημείο και έπειτα που ο οπλισμός κρίνεται περιττός, μπορεί να κλιμακώνεται, εξασφαλίζοντας ότι θα αγκυρώνεται επαρκώς.

Για κεκαμμένες ράβδους που συμμετέχουν στην παραλαβή των διατμητικών δυνάμεων, το μήκος αγκύρωσης δε θα πρέπει να είναι μικρότερο από $1,3 l_{bd}$ στις περιοχές εφελκυσμού, και $0,7 l_{bd}$ στις περιοχές θλίψης. Αυτό μετράται από το σημείο της τομής των αξόνων της κεκαμμένης ράβδου και του διαμήκους οπλισμού.

Στον υπολογισμό της αντοχής της δοκού μπορεί να λαμβάνεται υπόψη και η συμμετοχή του μήκους αγκύρωσης των ράβδων, θεωρώντας μια γραμμική μεταβολή της δύναμης. Συντηρητικά, η συμμετοχή αυτή μπορεί να αγνοείται.

9.2.1.4 Αγκύρωση κάτω οπλισμού σε ακραίες στηρίξεις

Για ακραίες στηρίξεις που έχουν θεωρηθεί ως απλές στηρίξεις, τουλάχιστον το **25% (ή ΕΠ)** του οπλισμού του ανοίγματος θα πρέπει να συνεχίζεται έως τη στήριξη. Ο οπλισμός θα πρέπει να αγκυρώνεται έναντι εφελκυστικής δύναμης ίσης με :

$$F_E = |V_{Ed}| a_l / z + N_{Ed}$$

όπου:

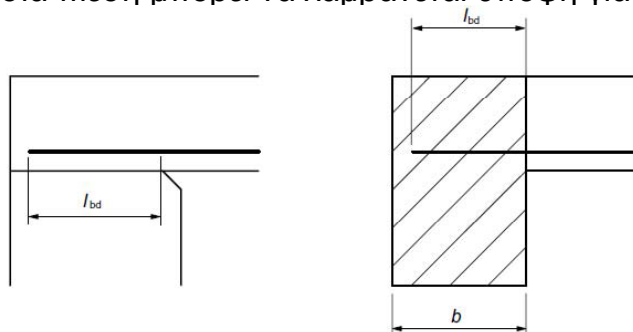
$|V_{Ed}|$ είναι η απόλυτη τιμή της διατμητικής δύναμης

a_l είναι η μετατόπιση της περιβάλλουσας των ροπών

N_{Ed} είναι η αλγεβρική τιμή της αξονικής δύναμης, εάν υπάρχει, που προστίθεται ή αφαιρείται από την εφελκυστική δύναμη.

Το μήκος αγκύρωσης l_{bd} μετράται από το σημείο επαφής μεταξύ της δοκού και της στήριξης. Η εγκάρσια πίεση μπορεί να λαμβάνεται υπόψη για άμεσες στηρίξεις.

Σχήμα 9.3



a) Άμεση στήριξη: Δοκός στηριζόμενη σε τοίχωμα ή υποστύλωμα

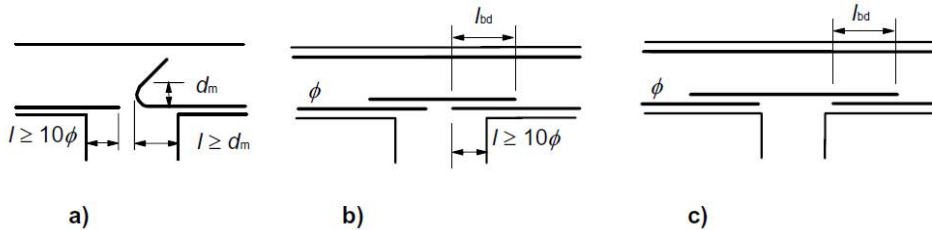
b) Έμμεση στήριξη: Δοκός στηριζόμενη σε άλλη δοκό

9.2.1.5 Αγκύρωση κάτω οπλισμού σε ενδιάμεσες στηρίξεις

Στις ενδιάμεσες στηρίξεις, ποσοστό μεγαλύτερο του **25% (ή ΕΠ)** του κάτω οπλισμού του ανοίγματος θα πρέπει να συνεχίζεται μέχρι τη στήριξη.

Το ελάχιστο μήκος αγκύρωσης αυτού, μετρούμενο από την παρειά της στήριξης, είναι:

- 10ϕ , για ευθύγραμμες ράβδους
- ίσο με τη διάμετρο της καμπύλωσης, για ράβδους διαμέτρου $\phi \geq 16$ mm, με άγκιστρα ή καμπυλώσεις στα άκρα τους
- ίσο με το διπλάσιο της διαμέτρου καμπύλωσης, για κάθε άλλη περίπτωση.



Σχήμα 9.4

Παρ' όλα αυτά, δεν είναι απαραίτητο οι ενδιάμεσες στηρίξεις να έχουν πλάτος μεγαλύτερο του 20ϕ , μιας και οι ράβδοι που εισέρχονται σε αυτή εκατέρωθεν, μπορούν να αγκυρώνονται μέσω υπερκάλυψης (βλέπε (b) ή (c)).

Συνιστάται να παρέχεται συνεχόμενος οπλισμός για την αντίσταση σε τυχηματικές δράσεις (π.χ. υποχώρηση της στήριξης, έκρηξη κλπ).

Σε δοκούς με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας ευθύγραμμοι άνω ή κάτω οπλισμοί που διέρχονται από τον κόμβο πρέπει να διακόπτονται σε απόσταση όχι μικρότερη από l_{cr} από την απέναντι παρειά. (EC8 – 5.6.2.2)

Αγκύρωση διαμήκους οπλισμού δοκών σε κόμβους με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας

- ❑ Ο διαμήκης οπλισμός των δοκών που αγκυρώνεται με καμπύλη εντός ακραίων κόμβων δοκού - υποστυλώματος, πρέπει να τοποθετείται πάντα εσωτερικά των συνδετήρων του υποστυλώματος. (EC8 – 5.6.2.2)
- ❑ Σε κατασκευές υψηλής κατηγορίας πλαστιμότητας (DCH) το μήκος αγκύρωσης των ράβδων του διαμήκους οπλισμού, που αγκυρώνονται εντός του κόμβου μετράται από σημείο εντός του κόμβου, σε απόσταση $5d_{bl}$ από την παρειά αυτού.
- ❑ Για την αποφυγή αστοχίας της συνάφειας, η διάμετρος, d_{bl} , του διαμήκους οπλισμού των δοκών (όχι όμως και του διαγώνιου) που διέρχεται διαμέσου κόμβων πρέπει να πληροί την σχέση:

a) Σε ενδιάμεσους κόμβους:

$$\frac{d_{bl}}{k_d} \leq \frac{7,5 \cdot f_{ctm}}{\gamma_{Rd} \cdot f_{yd}} \cdot \frac{1 + 0,8 \cdot v_d}{1 + 0,75k_d \cdot \rho' / \rho_{max}}$$

(EC8 – 5.50a)

b) Σε ακραίους κόμβους:

$$\frac{d_{bl}}{k_d} \leq \frac{7,5 \cdot f_{ctm}}{\gamma_{Rd} \cdot f_{yd}} \cdot (1 + 0,8 \cdot v_d)$$

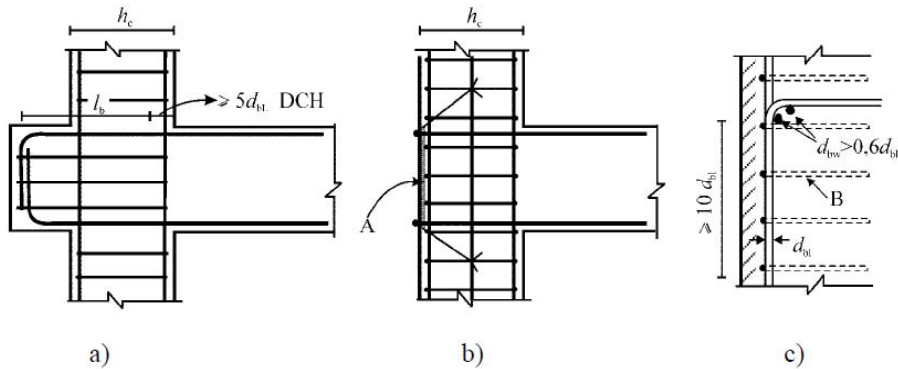
(EC8 – 5.50b)

όπου

- v_d είναι η ανηγμένη αξονική δύναμη στο υποστυλωμα, λαμβάνοντας την ελάχιστη τιμή της για το σεισμικό συνδυασμό φόρτισης ($v_d = N_{Ed} / f_{cd} \cdot A_c$)
- k_d συντελεστής που εξαρτάται από την κατηγορία πλαστιμότητας, λαμβάνει την τιμή 1 για DCH και 2/3 για DCM
- γ_{Rd} συντελεστής αβεβαιότητας της υπεραντοχής του χάλυβα: 1,2 για DCH και 1,0 για DCM.

□ Εάν η παραπάνω απαίτηση δεν ικανοποιείται σε ακραίους κόμβους δοκού – υποστυλώματος λόγω μικρού πλάτους, h_c , του υποστυλώματος παράλληλα προς τις ράβδους του διαμήκους οπλισμού της ράβδου, για να εξασφαλιστεί η επαρκής αγκύρωση των τελευταίων πρέπει να λαμβάνονται τα ακόλουθα μέτρα:

- Η δοκός ή πλάκα μπορεί να επιμηκύνεται οριζοντίως με τη μορφή εξωτερικού βραχέως προβόλου (βλέπε Σχήμα 5.13a).
- Επί κεφαλής ράβδοι ή μεταλλική πλάκα αγκύρωσης συγκολλημένες στο άκρο των διαμήκων ράβδων μπορούν να χρησιμοποιούνται (βλέπε Σχήμα 5.13b).
- Καμπυλώσεις ελάχιστου μήκους $10d_{bl}$ και εγκάρσιος οπλισμός τοποθετημένος εντός αυτών μπορεί να προστίθεται (βλέπε Σχήμα 5.13c).



- A μεταλλική πλάκα αγκύρωσης
 B κλειστοί συνδετήρες γύρω από τις ράβδους του υποστυλώματος

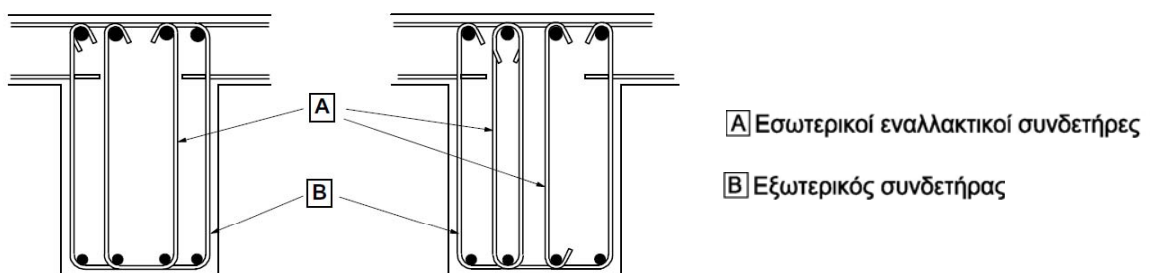
Σχήμα EC8 - 5.13: Επιπρόσθετα μέτρα αγκύρωσης σε ακραίου κόμβους δοκού - υποστυλώματος

9.2.2 Οπλισμός διάτμησης

Ο οπλισμός διάτμησης πρέπει να σχηματίζει γωνία α μεταξύ 45° και 90° με το διαμήκη άξονα του μέλους. Μπορεί να αποτελείται από έναν συνδυασμό από:

- συνδετήρες
- κεκκαμένες ράβδους
- συστήματα οπλισμού διάτμησης από κλωβούς κλπ. , τα οποία τοποθετούνται χωρίς να περικλείουν το διαμήκη οπλισμό, αλλά αγκυρώνονται κανονικά στις θλιβόμενες και εφελκυσμένες περιοχές.

Τουλάχιστον όμως το **50% (ή ΕΠ)** του απαιτούμενου οπλισμού διάτμησης θα πρέπει να έχει τη μορφή συνδετήρων.



Σχήμα 9.5

Το ποσοστό του οπλισμού διάτμησης δίνεται από τη σχέση:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) \quad (9.4)$$

όπου:

ρ_w είναι το ποσοστό του οπλισμού διάτμησης
το ρ_w δε θα πρέπει να είναι μικρότερο από :

$$\rho_{w,min} = (0,08 \sqrt{f_{ctk}}) / f_{yk} \quad (9.5N \text{ ή } EP)$$

A_{sw} είναι το εμβαδόν του οπλισμού διάτμησης εντός μήκους s

s είναι η απόσταση μεταξύ των οπλισμών διάτμησης, μετρούμενο κατά μήκος του διαμήκη άξονα του μέλους

b_w είναι το πλάτος του κορμού του μέλους

α είναι η γωνία μεταξύ του οπλισμού διάτμησης και του διαμήκη άξονα.

Η απόσταση μεταξύ συστημάτων οπλισμού διάτμησης δε θα πρέπει να ξεπερνά την τιμή:

$$s_{l,max} = 0,75d (1 + \cot \alpha) \quad (9.6N \text{ ή } EP)$$

Η απόσταση μεταξύ κεκκαμένων ράβδων δε θα πρέπει να ξεπερνά την τιμή:

$$s_{b,max} = 0,6d (1 + \cot \alpha) \quad (9.7N \text{ ή } EP)$$

Η εγκάρσια απόσταση μεταξύ των σκελών των συνδετήρων δε θα πρέπει να ξεπερνά την τιμή:

$$s_{t,max} = 0,75d \leq 600 \text{ mm} \quad (9.8N \text{ ή } EP)$$

Εντός των **κρισίμων περιοχών** πρέπει να τοποθετούνται κλειστοί συνδετήρες που να ικανοποιούν τις παρακάτω απαιτήσεις: (EC8 – 5.4.3.2.1)

a) Η διάμετρος των συνδετήρων d_{bw} δε θα πρέπει να είναι μικρότερη από 6mm.

b) Η απόσταση, s , μεταξύ των συνδετήρων (σε χιλιοστά) δε θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από:

• Για δοκούς μέσης κατηγορίας πλαστιμότητας (DCM):

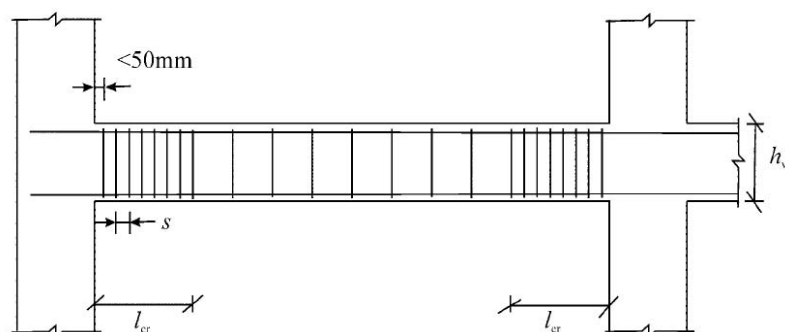
$$s = \min \{h_w/4; 24d_{bw}; 225; 8d_{bl}\} \quad (EC8 - 5.4.3.2.1)$$

Για δοκούς υψηλής κατηγορίας πλαστιμότητας (DCH):

$$s = \min \{h_w/4; 24d_{bw}; 175; 6d_{bl}\} \quad (EC8 - 5.5.3.1.3)$$

c) Ο πρώτος συνδετήρας θα πρέπει να τοποθετείται σε απόσταση όχι μεγαλύτερη από 50mm από την παρειά του υποστυλώματος.

Σχήμα EC8 – 5.6



9.2.3 Οπλισμός έναντι στρέψης

Το απαιτούμενο πλήθος συνδετήρων έναντι διάτμησης είναι γενικά επαρκές για τον ελάχιστο απαιτούμενο οπλισμό έναντι στρέψης.

Η μέγιστη απόσταση μεταξύ των συνδετήρων έναντι στρέψης είναι:

$$s_{l,max} = \min \{ u/8 ; 0,75d (1 + \cot \alpha) ; h ; b \}$$

όπου:

u είναι η περίμετρος της διατομής

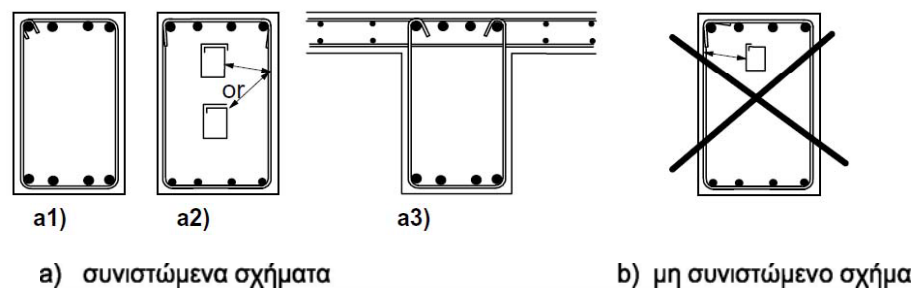
d είναι το στατικό ύψος της δοκού

h είναι το ύψος της δοκού

b είναι το πλάτος της δοκού

Οι συνδετήρες έναντι στρέψης θα πρέπει να τοποθετούνται σχηματίζοντας γωνία 90° με το διαμήκη άξονα του μέλους, να κλείνουν και να αγκυρώνονται μέσω υπερκάλυψης ή με άγκιστρα στα άκρα τους. Πρέπει να υπάρχει τουλάχιστον μια ράβδος διαμήκους οπλισμού σε κάθε γωνία, ενώ οι υπόλοιπες θα πρέπει να διατάσσονται ομοιόμορφα γύρω από την εσωτερική περιφέρεια των συνδετήρων, σε αποστάσεις όχι μεγαλύτερες των 350mm.

Σχήμα 9.6



a) συνιστώμενα σχήματα

b) μη συνιστώμενο σχήμα

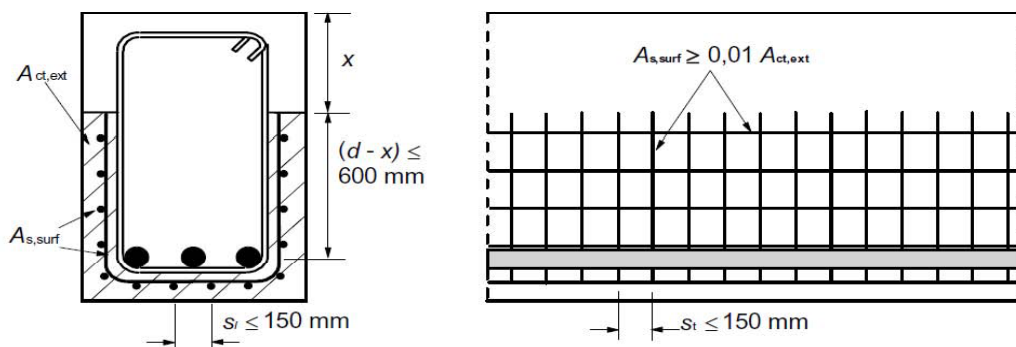
9.2.4 Επιφανειακός οπλισμός

Χρησιμοποιείται όταν:

▪ $c > 70$ mm και τότε $A_{s,surf,min} = 0,005 A_{ct,ext}$, σε κάθε κατεύθυνση

▪ φ ή $\varphi_n > 32$ mm και τότε $A_{s,surf,min} = 0,01 A_{ct,ext}$ (ή ΕΠ), σε κάθε κατεύθυνση

Αποτελείται από πλέγμα ή ράβδους μικρής διαμέτρου και τοποθετείται εξωτερικά των συνδετήρων.

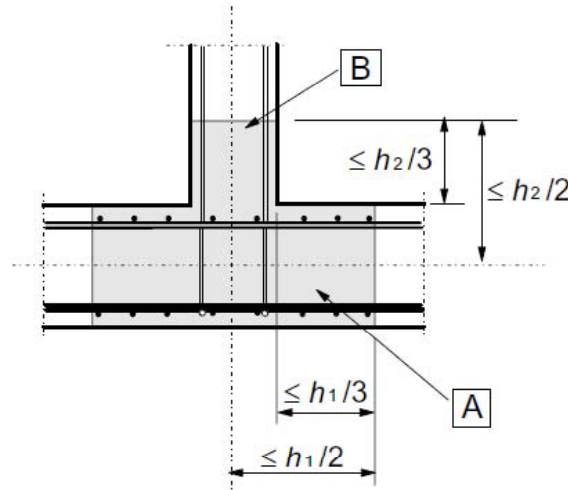


Η ελάχιστη επικάλυψη του επιφανειακού οπλισμού ακολουθεί τις διατάξεις της §4.4

Οι διαμήκεις ράβδοι του επιφανειακού οπλισμού μπορούν να συνυπολογίζονται ως διαμήκης καμπτόμενος οπλισμός και οι εγκάρσιες ράβδοι ως οπλισμός διάτμησης, με την προϋπόθεση ότι θα πληρούν τους κανόνες διάταξης και αγκύρωσης αυτών των τύπων του οπλισμού.

9.2.5 Έμμεσες στηρίξεις

Τοποθετείται οπλισμός, επιπλέον αυτού που απαιτείται για άλλους λόγους, επαρκής για να παραλάβει την κοινή αντίδραση. Ο οπλισμός αυτός μεταξύ των δύο δοκών θα πρέπει να αποτελείται από συνδετήρες που θα περικλείουν τον κύριο οπλισμό της υποστηρίζουσας δοκού. Κάποιοι από τους συνδετήρες μπορούν να διατάσσονται εκτός του κοινού τμήματος των δύο δοκών



Α Υποστηρίζουσα δοκός ύψους h_1 Β Υποστηριζόμενη δοκός ύψους h_2 ($h_1 \geq h_2$)

Σχήμα 9.7 (Κάτοψη)

9.3 Ολόσωμες πλάκες

9.3.1 Οπλισμός κάμψης

Το ελάχιστο και μέγιστο εμβαδόν του οπλισμού κατά την **κύρια διεύθυνση** όπλισης της πλάκας είναι τα ίδια με τα αντίστοιχα του διαμήκου οπλισμού των δοκών. Ενώ η μέγιστη απόσταση μεταξύ των ράβδων του κύριου οπλισμού:

$$s_{max,slabs} = \min\{3h ; 400mm\} \quad (\text{ή ΕΠ})$$

Και σε περιοχές μέγιστης έντασης ή ύπαρξης συγκεντρωμένου φορτίου:

$$s_{max,slabs} = \min\{2h ; 250mm\} \quad (\text{ή ΕΠ})$$

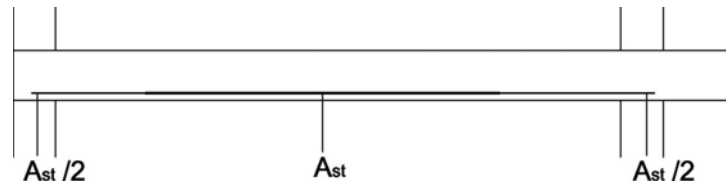
Ο **δευτερεύων** διαμήκης οπλισμός είναι τουλάχιστον ίσος με το 20% του κύριου. Ενώ η μέγιστη απόσταση μεταξύ των ράβδων του δευτερεύοντα οπλισμού:

$$s_{max,slabs} = \min\{3,5h ; 450mm\} \quad (\text{ή ΕΠ})$$

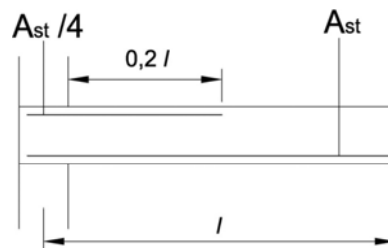
Και σε περιοχές μέγιστης έντασης ή ύπαρξης συγκεντρωμένου φορτίου:

$$s_{max,slabs} = \min\{3h ; 400mm\} \quad (\text{ή ΕΠ})$$

Στις απλά στηριζόμενες πλάκες, ο μισός οπλισμός του ανοίγματος πρέπει να συνεχίζεται μέχρι τις στηρίξεις και να αγκυρώνεται εκεί.



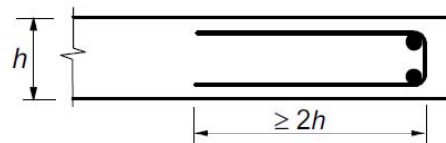
Στις στηρίξεις όπου, αν και η πλάκα είναι μερικώς πακτωμένη, στη στατική ανάλυση έχουν ληφθεί ως απλές στηρίξεις, θα πρέπει να τοποθετείται άνω οπλισμός ικανός να παραλάβει το 25% της μέγιστης ροπής του παρακείμενου ανοίγματος. Ο οπλισμός αυτός θα πρέπει να εκτείνεται τουλάχιστον 0,2 φορές το μήκος του ανοίγματος από την παρειά της στήριξης. Στις εσωτερικές στηρίξεις θα πρέπει να είναι συνεχής και στις ακραίες στηρίξεις να αγκυρώνεται καταλλήλως.



Για την κλιμάκωση του διαμήκους οπλισμού στις ολόσωμες πλάκες ισχύουν οι κανόνες που δίνονται στην §9.2.1.3 για τις δοκούς, με αντικατάσταση του a_1 με d .

9.3.1.4 Οπλισμός ελεύθερων άκρων

Κατά μήκος ενός ελεύθερου (μη στηριζόμενου) άκρου μιας πλάκας, θα πρέπει να τοποθετούνται διαμήκεις και εγκάρσιοι οπλισμοί, με διάταξη της μορφής του Σχήματος 9.8. Ο ήδη υπάρχων, οπλισμός της πλάκας μπορεί με κατάλληλη διαμόρφωση να λειτουργεί και ως οπλισμός ελεύθερου άκρου.



Σχήμα 9.8

9.3.2 Οπλισμός διάτμησης

Για να απαιτείται οπλισμός διάτμησης πρέπει η πλάκα να έχει πάχος $h \geq 200mm$.

Ισχύει ό,τι και στις δοκούς με τις παρακάτω τροποποιήσεις:

□ Όπου $|V_{Ed}| \leq 1/3 V_{Rd,max}$: ο οπλισμός διάτμησης μπορεί να αποτελείται εξ' ολοκλήρου από κεκκαμένες ράβδους ή συστήματα οπλισμού διάτμησης (π.χ. κλωβοί).

□ Μέγιστη απόσταση μεταξύ συνδετήρων:

$$s_{max} = 0,75d (1 + \cot \alpha) \quad (9.9)$$

Μέγιστη απόσταση μεταξύ κεκκαμένων ράβδων που λειτουργούν ως οπλισμός διάτμησης:

$$s_{max} = d \quad (9.10)$$

□ Η μέγιστη εγκάρσια απόσταση του οπλισμού διάτμησης είναι $1,5d$.

9.4 Μυκητοειδείς πλάκες

9.4.1 Περιοχή εσωτερικών υποστυλωμάτων

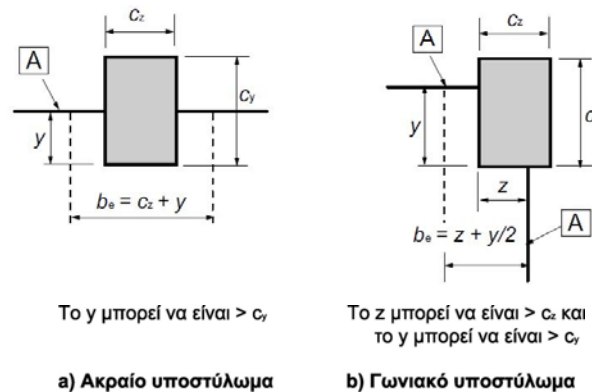
Τοποθετείται άνω οπλισμός εμβαδού $0,5 A_t$ εντός πλάτους ίσου με το άθροισμα του $0,125$ του πλάτους των φατνωμάτων εκατέρωθεν του υποστυλώματος. Όπου A_t είναι το εμβαδόν του οπλισμού που απαιτείται για να παραλάβει τη συνολική αρνητική ροπή του αθροίσματος του ημίσεως των δυο φατνωμάτων εκατέρωθεν του υποστυλώματος

Τοποθετούνται επίσης τουλάχιστον δύο ράβδοι κάτω οπλισμού που διαπερνούν την περιοχή του υποστυλώματος κατά τις δυο διευθύνσεις χ και ψ .

9.4.2 Περιοχή ακραίων και γωνιακών υποστυλωμάτων

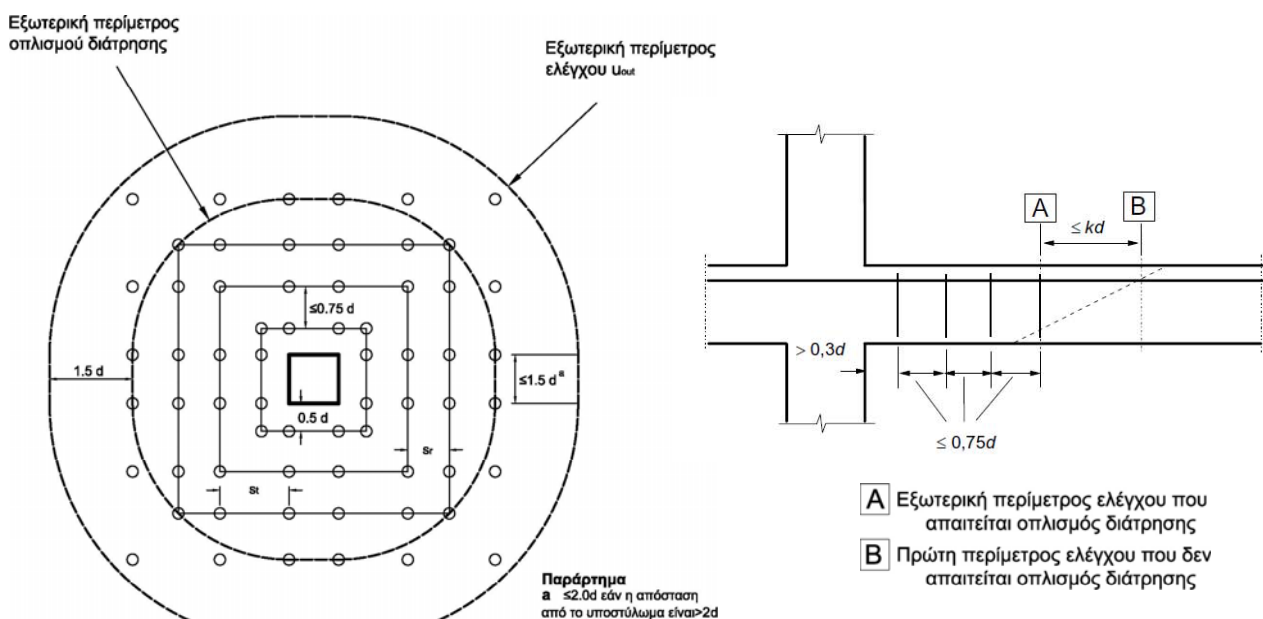
Τοποθετείται οπλισμός καθέτως προς το ελεύθερο άκρο της πλάκας και εντός πλάτους, b_e , ώστε να μεταφέρονται οι καμπτικές ροπές από την πλάκα σε ένα ακραίο ή γωνιακό υποστύλωμα.

Σχήμα 9.9



9.4.3 Οπλισμός διάτρησης

Τοποθετείται μεταξύ της φορτιζόμενης επιφάνειας και σε απόσταση $1,5d$ (ή ΕΠ) εσωτερικά της εξωτερικής περιμέτρου ελέγχου, u_{out} , πέρα από την οποία δε χρειάζεται οπλισμός, και πρέπει να αποτελείται τουλάχιστον από δύο περιμέτρους με μεταξύ τους απόσταση όχι μεγαλύτερη του $0,75d$.



Σχήμα 9.10a

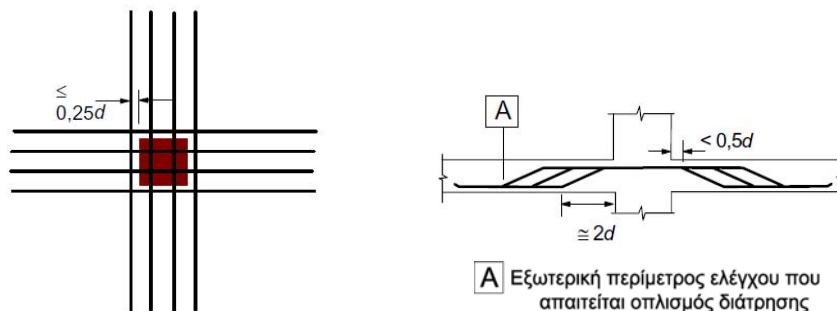
Το απαιτούμενο εμβαδόν ενός σκέλους συνδετήρα (ή ισοδύναμου οπλισμού) έναντι διάτρησης $A_{sw,min}$, δίνεται από την σχέση:

$$A_{sw,min} \cdot (1,5 \sin \alpha + \cos \alpha) / (s_r \cdot s_t) \geq 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} \quad (9.11)$$

Όπου

- α γωνία μεταξύ οπλισμού διατρήσεως και κυρίως οπλισμού
- s_r απόσταση των συνδετήρων διάτρησης κατά την ακτινική διεύθυνση
- s_t απόσταση των συνδετήρων διάτρησης κατά την εφαπτομενική διεύθυνση

Επίσης ως οπλισμός διάτρησης μπορούν να χρησιμοποιούνται και κεκκαμμένες ράβδοι που διέρχονται διαμέσου της φορτιζόμενης επιφάνειας ή σε απόσταση όχι μεγαλύτερη του $0,25d$ από αυτήν.



Σχήμα 9.10b

9.5 Υποστυλώματα

9.5.1 Γεωμετρικά στοιχεία

\max διάσταση $h \leq 4 \cdot \min$ διάσταση b

Για υποστυλώματα μέσης κατηγορίας πλαστιμότητας (DCM) οι διαστάσεις της διατομής τους δε θα πρέπει να είναι μικρότερες από το $1/10$ της μεγαλύτερης απόστασης μεταξύ του σημείου μηδενισμού των ροπών και των άκρων του υποστυλώματος, για κάμψη εντός επιπέδου παράλληλου προς την εξεταζόμενη διεύθυνση, παρά μόνον αν ο συντελεστής ευαισθησίας πλευρικής παραμόρφωσης είναι $\theta \leq 0,1$. (EC8 – 5.4.1.2.2)

Επιπλέον, για υποστυλώματα υψηλής κατηγορίας πλαστιμότητας (DCH), ισχύει ότι η ελάχιστη διάσταση της διατομής τους δεν επιτρέπεται να είναι μικρότερη των 250 mm. (EC8 – 5.5.1.2.2)

Κρίσιμες περιοχές

- Για υποστυλώματα μέσης κατηγορίας πλαστιμότητας (DCM):

$$l_{cr} = \max \{h_c ; l_{cl} / 6 ; 0,45\} (m) \quad (EC8 - 5.14) \quad h_c = \text{μέγιστη διάσταση υποστυλώματος}$$

$l_{cl} = \text{καθαρό ύψος υποστυλώματος}$

- Για υποστυλώματα υψηλής κατηγορίας πλαστιμότητας (DCH):

$$l_{cr} = \max \{1,5h_c ; l_{cl} / 6 ; 0,6\} (m) \quad (EC8 - 5.30)$$

Εάν ισχύει $l_c / h_c < 3$, ολόκληρο το ύψος του υποστυλώματος θα πρέπει να θεωρείται ως κρίσιμη περιοχή και θα πρέπει να οπλίζεται αναλόγως. (EC8 – 5.4.3.2.2)

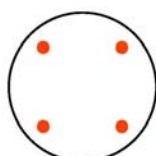
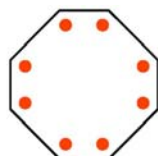
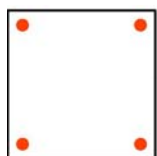
9.5.2 Διαμήκης οπλισμός

Ελάχιστη διάμετρος των ράβδων: $\Phi_{min} = 8mm$ (ή ΕΠ)

Ελάχιστο εμβαδόν του οπλισμού: $A_{s,min} = 0,10 N_{Ed} / f_{yd} \geq 0,002 A_c$ (9.12N) (ή ΕΠ)

Μέγ. εμβαδόν του οπλισμού (εκτός των περιοχών υπερκάλυψης): $A_{s,max} = 0,04 A_c$ (ή ΕΠ)

εντός των περιοχών υπερκάλυψης : $A_{s,max} = 0,08 A_c$ (ή ΕΠ)



Πολυγωνικές διατομές:
μια ράβδος σε κάθε γωνία

Κυκλικές διατομές:
τουλάχιστον τέσσερις ράβδοι

Για υποστυλώματα με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας:

□ Το ποσοστό του διαμήκους οπλισμού: $0,01 \leq \rho_l \leq 0,04$

Σε συμμετρικές διατομές πρέπει $\rho = \rho'$ (EC8 – 5.4.3.2.2)

□ Κατά τον υπολογισμό του μήκους αγκύρωσης ή του μήκους παράθεσης των ράβδων του διαμήκους οπλισμού των υποστυλωμάτων που συμμετέχουν στην καμπτική αντοχή των κρίσιμων περιοχών, ο λόγος του εμβαδού του απαιτούμενου οπλισμού προς το παρεχόμενο εμβαδό του οπλισμού, $A_{s,req}/A_{s,prov}$, πρέπει να λαμβάνεται ίσος με 1. (EC8 – 5.6.2.1)

□ Εάν, από το συνδυασμό σεισμικής φόρτισης, σε κάποιο υποστύλωμα προκύπτει εφελκυστική αξονική δύναμη, τα μήκη αγκύρωσης πρέπει να αυξάνονται κατά 50% από αυτά που υπολογίζονται από τον Ευρωκώδικα 2. (EC8 – 5.6.2.1)

9.5.3 Εγκάρσιος οπλισμός

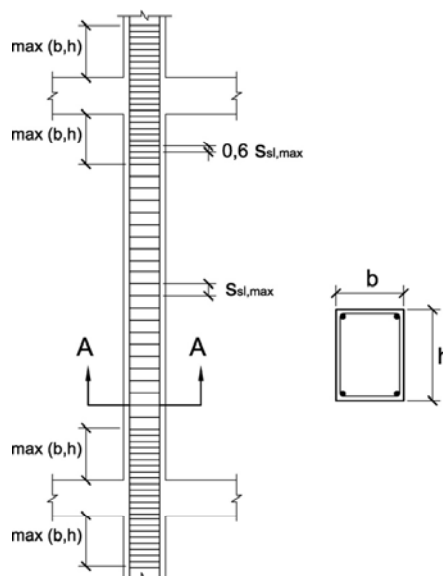
Ελάχιστη διάμετρος των συνδετήρων: $\Phi_{min} = \max \{6mm ; \frac{1}{4} \phi_{l,max}\}$

Σε περίπτωση χρήσης συγκολλητού πλέγματος: $\Phi_{min} = 5mm$

Εγκάρσια απόσταση μεταξύ τους: $s_{cl,tmax} = \min \{20 \phi_{l,min} ; \min\{b;h\} ; 400mm\}$ (ή ΕΠ)

$0,6 s_{cl,tmax}$ σε περιοχές:

- I. εντός απόστασης ίσης με τη μεγαλύτερη διάσταση της διατομής του υποστυλώματος άνωθεν ή κάτωθεν μιας δοκού ή πλάκας
- II. κοντά σε ενώσεις με υπερκάλυψη του διαμήκους οπλισμού, εάν η μέγιστη διάμετρος των ράβδων αυτού είναι μεγαλύτερη από 14 mm. Μια ελάχιστη ποσότητα τριών συνδετήρων, ή ισοδύναμου εγκάρσιου οπλισμού άλλης μορφής, απαιτείται να τοποθετείται ομοιόμορφα εντός του μήκους υπερκάλυψης.



Αν οι ράβδοι εκτρέπονται από την κατακόρυφο με κλίση μεγαλύτερη από 1 προς 12, η διάταξη του εγκάρσιου οπλισμού θα πρέπει να υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τις εγκάρσιες συνιστώσες των δυνάμεων που αναπτύσσονται λόγω των λοξών τμημάτων των ράβδων του διαμήκους οπλισμού

ζης κρίσιμες περιοχές υποστυλωμάτων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, το μηχανικό ογκομετρικό ποσοστό του οπλισμού περίσφιγξης: (EC8 – 5.4.3.2.2)

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

οφείλει να ικανοποιεί την παρακάτω σχέση:

$$\alpha \omega_{wd} \geq 30\mu_{\varphi} v_d \cdot \epsilon_{sy,d} \cdot \frac{b_c}{b_o} - 0,035$$

όπου: μ_{φ} είναι η απαιτούμενη τιμή του συντελεστή πλαστιμότητας καμπυλοτήτων

v_d είναι η ανηγμένη αξονική δύναμη σχεδιασμού ($v_d = N_{Ed} / A_c f_{cd}$)

$\epsilon_{sy,d}$ είναι η τιμή σχεδιασμού της ανηγμένης παραμόρφωσης του χάλυβα κατά τη διαρροή

h_c είναι το συνολικό ύψος της διατομής (παράλληλα στην οριζόντια διεύθυνση στην οποία αναφέρεται ο συντελεστής μ_{φ})

h_o είναι το ύψος του περισφιγμένου πυρήνα (μετρημένο μέχρι τον κεντροβαρικό άξονα των συνδετήρων)

b_c είναι το συνολικό πλάτος της διατομής

b_o είναι το πλάτος του περισφιγμένου πυρήνα (μετρημένο μέχρι τον κεντροβαρικό άξονα των συνδετήρων)

α είναι ο συντελεστής αποδοτικότητας της περίσφιγξης, ίσος με $\alpha = \alpha_n \cdot \alpha_s$, όπου

I. Διατομή ορθογωνική:

$$\sum_n \frac{b_i^2}{8b_o h_o}$$

$$\alpha_n = 1 -$$

$$\alpha_s = (1 - s / 2b_o) (1 - s / 2h_o)$$

II. Διατομή κυκλική (κυκλικοί κλειστοί συνδετήρες):

$$\alpha_n = 1$$

$$\alpha_s = (1 - s / 2D_o)^2$$

III. Διατομή κυκλική (σπειροειδείς συνδετήρες):

$$\alpha_n = 1$$

$$\alpha_s = (1 - s / 2D_o)$$

(EC8 – 5.4.3.2.2 , 5.5.3.2.2)

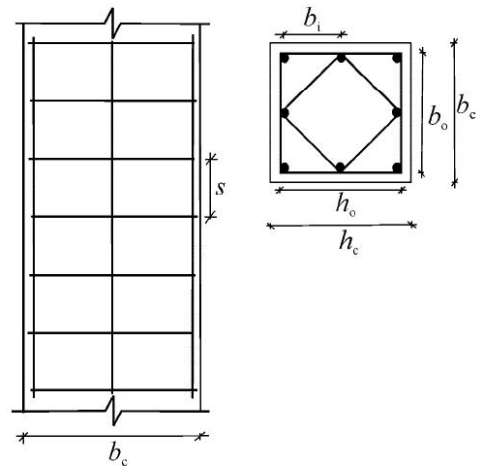
- Για DCM: $\omega_{wd} \geq 0,08$, στη βάση του υποστυλώματος.
 - Για DCH: $\omega_{wd} \geq 0,12$, στη βάση του υποστυλώματος
- $\omega_{wd} \geq 0,08$, σε κάθε άλλη κρίσιμη περιοχή.

□ Η διάμετρος d_{bw} των συνδετήρων:

- Για DCM: $d_{bw} \geq 6 \text{ mm}$
- Για DCH: $d_{bw} \geq 0,4 \cdot d_{bl,max} \cdot \sqrt{f_{ydL} / f_{ydw}}$ (5.31)

□ Η απόσταση μεταξύ των συνδετήρων, δεν υπερβαίνει την τιμή:

- Για DCM: $s = \min \{b_o / 2 ; 175 ; 8d_{bL}\}$ (5.18)
- Για DCH: $s = \min \{b_o / 3 ; 125 ; 6d_{bL}\}$ (5.32)



Σχήμα EC8-5.7

□ Η απόσταση μεταξύ διαδοχικών ράβδων του διαμήκους οπλισμού που δεσμεύονται από κλειστούς συνδετήρες ή εγκάρσιους συνδέσμους δεν πρέπει να υπερβαίνει τα:

- Για DCM: 200mm, (λαμβάνοντας όμως υπόψη την απαίτηση του EN 1992-1-1 για τις ράβδους του διαμήκους οπλισμού εντός των περιοχών θλίψης της διατομής, όπου δε θα πρέπει να βρίσκονται σε απόσταση μεγαλύτερη των 150mm από δεσμευμένες από τον οπλισμό περίσφιγξης ράβδους).(9.5.3(6))
- Για DCH: 150mm

9.6 Τοιχώματα

9.6.1 Γεωμετρικά στοιχεία

- $l_w / b_{wo} > 4$
- Για τοιχώματα με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας το πάχος του κορμού, b_{wo} , (σε μέτρα) πρέπει να ικανοποιεί την παρακάτω σχέση: (EC8 – 5.4.1.2.3)

$$b_{wo} \geq \max \{0,15 ; h_s / 20\} \quad (\text{EC8 – 5.7})$$

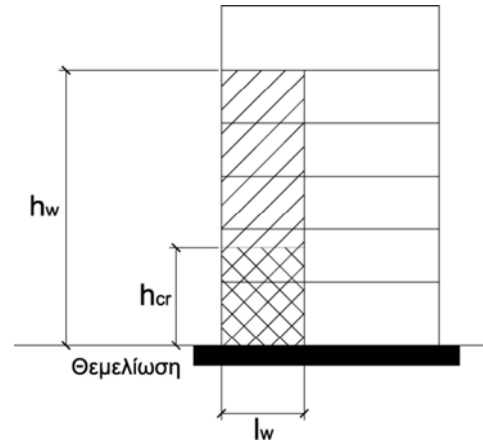
Κρίσιμες περιοχές (EC8 – 5.4.3.4.2)

$$h_{cr} = \max \{ l_w ; h_w / 6 \} \quad (\text{EC8 – 5.19a})$$

Αλλά

$$h_{cr} \leq \begin{cases} 2 \cdot l_w \\ h_s \\ 2 \cdot h_s \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{για } n \leq 6 \text{ ορόφους} \\ \text{για } n \geq 7 \text{ ορόφους} \end{array} \quad (\text{EC8 – 5.19b})$$

όπου h_s είναι το καθαρό ύψος του ορόφου και που ως βάση του τοιχώματος ορίζεται η άνω στάθμη της θεμελίωσης ή η άνω στάθμη των υπόγειων ορόφων που έχουν πλάκα οροφής με διαφραγματική λειτουργία και περιμετρικά τοιχώματα.



Οπλισμός κορμού τοιχωμάτων χωρίς αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας

9.6.2 Κατακόρυφος οπλισμός

$$A_{s,vmin} \leq A_{s,v} \leq A_{s,vmax}$$

- $A_{s,vmin} = 0,002 A_c$ (ή ΕΠ)
- $A_{s,vmax} = 0,04 A_c$ (ή ΕΠ)

Ο ελάχιστος οπλισμός πρέπει να τοποθετείται κατά το ήμισυ σε κάθε παρειά του τοιχώματος, όπου η απόσταση μεταξύ γειτονικών ράβδων:

$$s_{max} = \min \{ 3b_w ; 400mm \}$$

9.6.3 Οριζόντιος οπλισμός

$$A_{s,h} = \max \{ 0,25 A_{s,v} ; 0,001 A_c \} \quad (\text{ή ΕΠ})$$

$$s_{max} = 400mm$$

9.6.4 Εγκάρσιος οπλισμός

Όταν:

- $\Sigma A_{s,v} > 0,02 A_c \rightarrow$ Τοποθετούνται συνδετήρες όπως ορίζεται στην §9.5.3 για τα υποστυλώματα
- όπου ο κατακόρυφος οπλισμός σχηματίζει την έξω στρώση, τοποθετούνται 4 συνδετήρες / m^2 επιφάνειας τοιχώματος

Οπλισμός κορμού τοιχωμάτων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας

Για τοιχώματα DCH τοποθετείται οπλισμός με τη μορφή πλέγματος σε κάθε μια από τις δύο κύριες παρειές : (EC8 – 5.5.3.4.5)

$$\rho_{h,min} = \rho_{v,min} = 0,002$$

Με:

$$8mm \leq \varphi \leq b_{w0} / 8$$

$$s_{max} = \min \{ 25\varphi ; 250mm \}$$

Για να αντισταθμιστούν οι δυσμενείς επιπτώσεις των ρηγματώσεων στους αρμούς διακοπής εργασίας και οι σχετικές αβεβαιότητες, θα πρέπει να παρέχεται μια ελάχιστη ποσότητα πλήρως αγκυρωμένου κατακόρυφου οπλισμού κατά μήκος αυτών. Το ελάχιστο ποσοστό που είναι απαραίτητο για την επαναφορά της αντοχής του αρηγματώτου σκυροδέματος έναντι διάτμησης είναι:

$$\rho_{min} \geq \begin{cases} (1,3 \cdot f_{ctd} - (N_{Ed} / A_w)) / (f_{yd} \cdot (1 + 1,5 \sqrt{f_{ctd} / f_{yd}})) \\ 0,0025 \end{cases} \quad (\text{EC8 – 5.47})$$

Άκρα τοιχωμάτων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (EC8 – 5.4.3.4.2, 5.5.3.4.5)

Διαστάσεις περισφιγμένων άκρων

Τα άκρα των τοιχωμάτων θα πρέπει να διαμορφώνονται και να οπλίζονται σαν υποστύλωμα:

➤ Κατά την κατακόρυφη διεύθυνση:

• Για τοιχώματα μέσης κατηγορίας πλαστιμότητας (DCM):

για ύψος ίσο με αυτό της κρίσιμης περιοχής, h_{cr} .

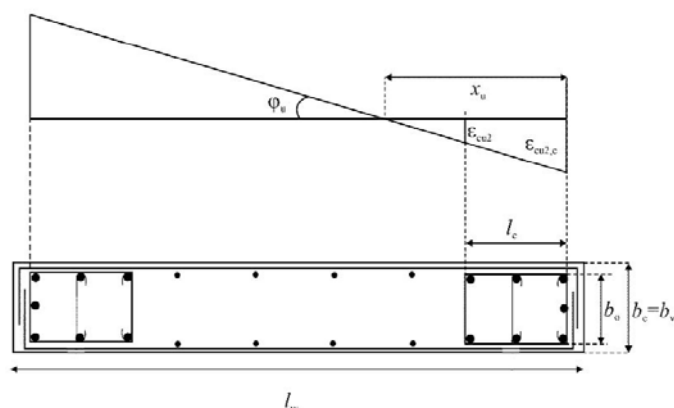
• Για τοιχώματα υψηλής κατηγορίας πλαστιμότητας (DCH):

για ύψος ίσο με αυτό της κρίσιμης περιοχής, h_{cr} , συν έναν ακόμα όροφο πάνω από αυτή, όπου τοποθετείται τουλάχιστον ο μισός από τον οπλισμό περισφιγξης που απαιτείται στην κρίσιμη περιοχή.

➤ Κατά την οριζόντια διεύθυνση:

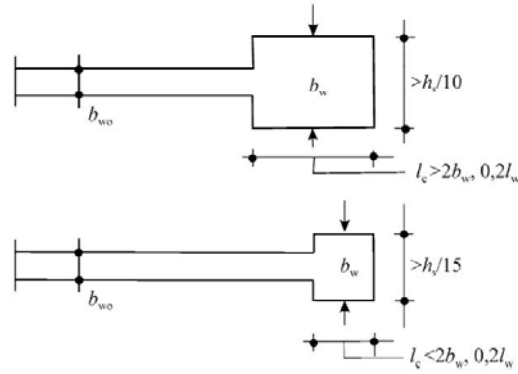
Το μήκος, l_c , προκύπτει από το διάγραμμα παραμορφώσεων της διατομής, όπου κατ'ελάχιστον $l_c > (0.15l_w, 1.50b_w)$

Σχήμα EC8 – 5.8

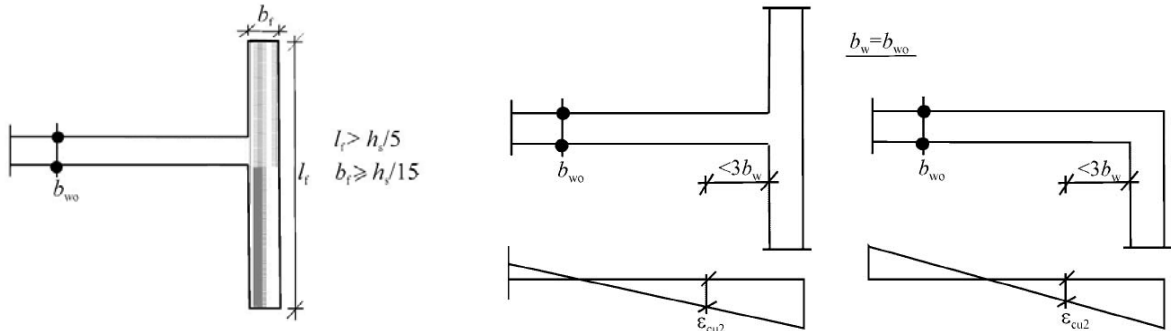


Ενώ το πάχος, $b_w (\geq 200\text{mm})$:

Σχήμα EC8 – 5.10



Σε τοιχώματα που ενώνονται εγκάρσια με πέλματα μεγάλου μεγέθους:



Σχήμα EC8 – 5.9 (DCM)

$$b_{w0} \geq \max\{0,15, h_s/20\} \quad (5.7)$$

Σχήμα EC8 – 5.11 (DCH)

Οπλισμός περίσφιγξης (EC8 – 5.4.3.4.2, 5.5.3.4.5)

Για τοιχώματα με ορθογωνική διατομή το μηχανικό ογκομετρικό ποσοστό του απαιτούμενου οπλισμού περίσφιγξης ω_{wd} :

$$\alpha \omega_{wd} \geq 30\mu_\varphi (v_d + \omega_v) \varepsilon_{sy,d} \cdot \frac{b_o}{b_o} - 0,035 \quad (EC8 – 5.20)$$

Όπου:

- Για τοιχώματα μέσης κατηγορίας πλαστιμότητας (DCM): $\omega_{wd} \geq 0,08$
- Για τοιχώματα υψηλής κατηγορίας πλαστιμότητας (DCH): $\omega_{wd} \geq 0,12$

Η διάμετρος d_{bw} των κλειστών συνδετήρων και των εγκάρσιων συνδέσμων πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με:

- DCM: $d_{bw} \geq 6 \text{ mm}$
- DCH: $d_{bw} \geq 0,4 \cdot d_{bl,max} \cdot \sqrt{f_{ydL} / f_{ydw}}$

Η απόσταση, s , μεταξύ των συνδετήρων δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή:

- DCM: $s = \min \{b_o/2 ; 175 ; 8d_{bL}\} \quad (\text{mm})$
- DCH: $s = \min \{b_o/3 ; 125 ; 6d_{bL}\} \quad (\text{mm})$

Η απόσταση μεταξύ διαδοχικών ράβδων του διαμήκους οπλισμού που δεσμεύονται από κλειστούς συνδετήρες ή εγκάρσιους συνδέσμους δεν υπερβαίνει τα:

- DCM: 200mm ,
- DCH: 150mm

Κατακόρυφος οπλισμός

$$\rho_{v,min} = 0,005 \quad \text{όπου } \varepsilon_c > 0,002 \quad (EC8 – 5.4.3.4.2(11))$$

9.7 Υψίκορμες δοκοί

Δοκοί με : $l/h < 3$

Εκτός του κύριου οπλισμού τοποθετείται ορθογωνική εσχάρα οπλισμού με:

- Κατακόρυφη διεύθυνση:

$$A_{s,dbmin,v} = 0,001 b \cdot l \geq 150 \text{mm}^2/\text{m} \quad (\text{ή ΕΠ})$$

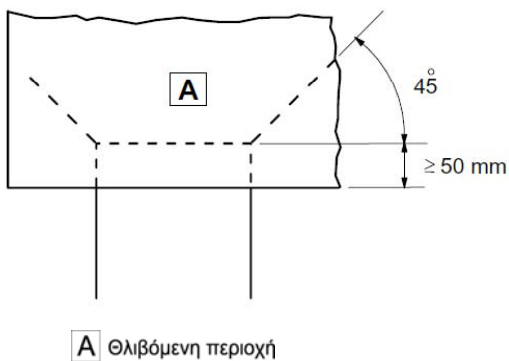
- Οριζόντια διεύθυνση:

$$A_{s,dbmin,h} = 0,001 b \cdot h \geq 150 \text{mm}^2/\text{m} \quad (\text{ή ΕΠ})$$

$$s_{max} = \min \{ 2b ; 300 \text{mm} \}$$

9.8 Θεμελιώσεις

9.8.1 Κεφαλές των πασσάλων



Σχήμα 9.11

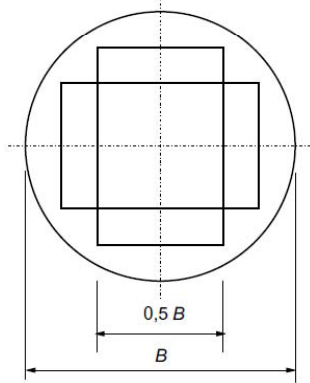
Η απόσταση από το άκρο του πασσάλου έως το άκρο της κεφαλής αυτού πρέπει να είναι επαρκής για τη ικανή αγκύρωση των εφελκυστικών δυνάμεων που αναπτύσσονται εντός της κεφαλής.

Ο κύριος εφελκυσόμενος οπλισμός πρέπει να συγκεντρώνεται στις περιοχές έντασης μεταξύ των κορυφών των πασσάλων, με ελάχιστη διάμετρο ράβδων **8mm** (ή ΕΠ)

Για την αγκύρωση του εφελκυσόμενου οπλισμού μπορούν να χρησιμοποιούνται εγκάρσια συγκολλητές ράβδοι.

Η θλιπτική ένταση που προκαλείται από την αντίδραση της στήριξης του πασσάλου, μπορεί να θεωρηθεί ότι εξαπλώνεται από την κορυφή του πασσάλου και εντός της κεφαλής αυτού, υπό γωνία 45°. Η θλιπτική αυτή τάση μπορεί να λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό του μήκους αγκύρωσης των οπλισμών.

9.8.2 Θεμέλια υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων



Σχήμα 9.12

9.8.2.1 Γενικά

Τοποθετούνται ράβδοι ελάχιστης διαμέτρου **8mm** (ή ΕΠ), αγκυρωμένες σύμφωνα με τις απαιτήσεις που περιγράφονται στις §8.4 και §8.5.

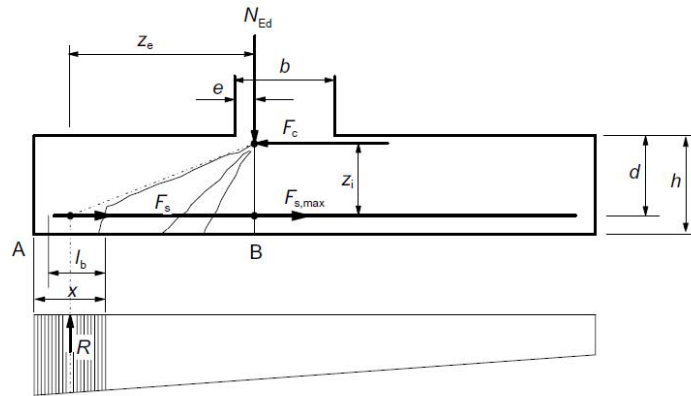
Σε πέλματα κυκλικής διατομής, ο κύριος οπλισμός μπορεί να είναι ορθογωνικός και να συγκεντρώνεται στο μέσο του πέλματος για ένα πλάτος της τάξης του 50%, με απόκλιση $\pm 10\%$, της διαμέτρου αυτού.

9.8.2.2 Αγκύρωση οπλισμού

Η εφελκυστική δύναμη που καλείται να παραλάβει ο οπλισμός προσδιορίζεται από τη συνθήκη ισορροπίας, λαμβάνοντας υπόψη και την επίδραση των λοξών ρωγμών. Η εφελκυστική δύναμη που πρέπει να αγκυρωθεί ισούται με :

$$F_s = R \cdot z_e / z_i \quad (9.13)$$

$$e=0.15b, \quad z_i=0.9d, \quad x_{\min}=h/2$$



Σχήμα 9.13

9.8.3 Συνδετήριες δοκοί

Ελάχιστες διαστάσεις: $b_{w,\min} = 0,25m$

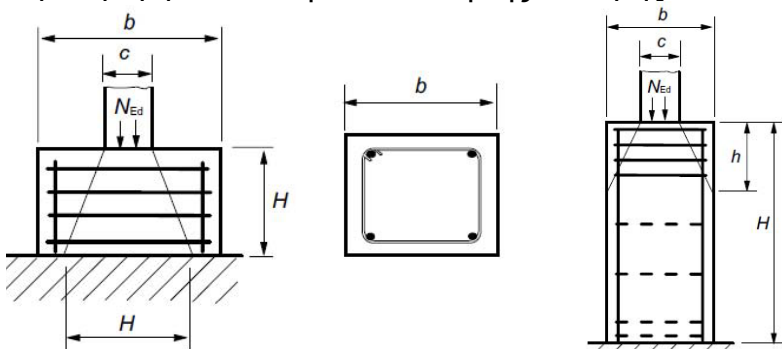
$h_{w,\min} = 0,4m$, για $n \leq 3$ όροφοι

$h_{w,\min} = 0,5m$, για $n \geq 4$ όροφοι

Ο οπλισμός έναντι κάμψης αποτελείται από ράβδους ελάχιστης διαμέτρου **8 mm** (ή ΕΠ) Καθ' όλο το μήκος, τοποθετείται άνω και κάτω διαμήκης οπλισμός με $\rho_{b,\min} = 0,4\%$.

9.8.4 Πέλμα υποστυλώματος εδραζόμενο σε βράχο

Τοποθετείται εγκάρσιος οπλισμός όταν η πίεση του εδάφους στην οριακή κατάσταση ξεπερνά τα **5 MPa** (ή ΕΠ), με ελάχιστη διάμετρο **8 mm** (ή ΕΠ), διατεταγμένος ομοιόμορφα κατά τη διεύθυνση της δύναμης διάσπασης, εντός ύψους h



a) Πέλμα με $h \geq H$ b) Διατομή πέλματος c) Πέλμα με $h < H$

Η δύναμη διάσπασης, F_s :

$$F_s = 0,25 (1 - c/h) N_{Ed} \quad (9.14)$$

$$h = \min \{ b, H \}$$

Σχήμα 9.14

9.8.5 Εμπηγνυόμενοι πάσσαλοι

Στους εμπηγνυόμενους πασσάλους με διάμετρο που δεν ξεπερνά τα **600 mm (ή ΕΠ)** τοποθετείται ελάχιστος διαμήκης οπλισμός, ομοιόμορφα κατανεμημένος κατά μήκος της περιφέρειας του πασσάλου, με εμβαδόν, $A_{s,bpmin}$: **(ή ΕΠ)**

Πίνακας 9.6N: Συνιστώμενο ελάχιστο εμβαδόν του διαμήκους οπλισμού για εγχεόμενους επιτόπου εμπηγνυόμενους πάσσαλους

Εμβαδόν διατομής πασσάλου: A_c	Ελάχιστος απαιτούμενος διαμήκης οπλισμός: $A_{s,bpmin}$
$A_c \leq 0,5 \text{ m}^2$	$A_s \geq 0,005 A_c$
$0,5 \text{ m}^2 < A_c \leq 1,0 \text{ m}^2$	$A_s \geq 25 \text{ cm}^2$
$A_c > 1,0 \text{ m}^2$	$A_s \geq 0,0025 A_c$

Ο διαμήκης οπλισμός θα πρέπει να αποτελείται από τουλάχιστον 6 ράβδους, ελάχιστης διαμέτρου 16 mm και η καθαρή απόσταση μεταξύ τους, μετρούμενη κατά μήκος της περιφέρειας του πασσάλου δε θα πρέπει να ξεπερνά τα **200 mm (ή ΕΠ)** .

**ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΘΕΡΜΑ
ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ !**

