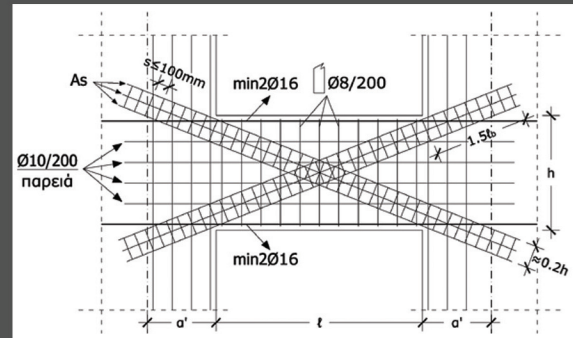


ΙΓΝΑΤΑΚΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Α.Π.Θ.

ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΚΑΙ
ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΟΠΛΙΣΗΣ
ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ
ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ - ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ



ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ
ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ MSc

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2006

**ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΚΑΙ
ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΟΠΛΙΣΗΣ
ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ
ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ - ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ**

ΙΓΝΑΤΑΚΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Α.Π.Θ.

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ
ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ MSc

Επικοινωνία:

- ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ – ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΦΕΡΟΥΣΑΣ
ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ
Θεσσαλονίκη – 54124, Τ.Θ.:482, Τηλ.: (2310) 995817, Fax: (2310) 995614,
email: panagor@civil.auth.gr
- ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΑΣΕΕ – ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΑ ΑΕ
Όθωνος 86^Α & Κόκκοτα, 14561 Κηφισιά, Τ.Θ.: 51020
Τηλ.: 210 6283400, Fax: 210 8015614,
email: info@halyvourgia.gr

Χορηγοί:



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στόχος του παρόντος εγχειριδίου είναι η κωδικοποίηση και η υποδειγματική εφαρμογή των διατάξεων διαμόρφωσης και τοποθέτησης των οπλισμών σε δομικά στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος σύμφωνα με τον ΕΚΟΣ2000. Οι διατάξεις αυτές περιλαμβάνονται κυρίως στα κεφάλαια 5, 17 και 18 του Κανονισμού.

Αποτελεί κοινή διαπίστωση όλων των εμπλεκομένων στην μελέτη και κατασκευή έργων από οπλισμένο σκυρόδεμα ότι, εξαιτίας της πολυπλοκότητας και της σημαντικής διόγκωσης των σύγχρονων κανονιστικών κειμένων, τα θέματα της διαμόρφωσης των οπλισμών και της κατασκευαστικής διαμόρφωσης των δομικών στοιχείων αποτελούν μόνιμη πηγή προβληματισμού αλλά και προστριβών μεταξύ των μελετητών μηχανικών και ελεγκτικών μηχανισμών από τη μία πλευρά και των κατασκευαστών και επιβλεπόντων από την άλλη.

Η παρούσα προσπάθεια κωδικοποίησης και υποδειγματικής (έως και σχολαστικής) εφαρμογής των διατάξεων αυτών ελπίζεται ότι θα βοηθήσει στο ξεκαθάρισμα του τοπίου και θα αποτελέσει χρήσιμο βοήθημα για όλους τους εμπλεκόμενους στο ευρύτερο σύστημα παραγωγής έργων οπλισμένου σκυροδέματος. Τονίζεται ότι η πλήρης κατανόηση του “γράμματος” του Κανονισμού είναι απαραίτητη προϋπόθεση για τον τελικό στόχο που δεν είναι άλλος από **το σχεδιασμό ασφαλών και οικονομικών έργων σύμφωνα με το “πνεύμα” του Κανονισμού.**

Ο συντάκτης του εγχειριδίου συγχαίρει τους χορηγούς για την πρωτοβουλία προώθησης της προσπάθειας αυτής και τους ευχαριστεί για την οικονομική τους στήριξη.

Θεσσαλονίκη
Ιανουάριος 2006

Ιγνατάκης Χρήστος
Αναπλ. Καθηγητής Α.Π.Θ.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα κεφάλαια του παρόντος εγχειριδίου περιλαμβάνουν μια στοιχειώδη θεωρητική εισαγωγή στο κάθε αντικείμενο, παράθεση των αντίστοιχων διατάξεων του ΕΚΟΣ2000, σχολιασμό τυχόν προβλημάτων και υποδειγματική εφαρμογή των διατάξεων με σχήματα και πίνακες.

Η αρίθμηση των κεφαλαίων δε συναρτάται με αυτή του ΕΚΟΣ2000, αλλά σε κάθε θέμα σημειώνονται σε αγκύλες οι αντίστοιχες παράγραφοι του Κανονισμού.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	i
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	ii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	iii
1 ΧΑΛΥΒΕΣ ΟΠΛΙΣΜΩΝ [ΕΚΟΣ 3.1]	1
1.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΧΑΛΥΒΩΝ	1
1.2 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΧΑΛΥΒΩΝ	2
2 ΚΑΝΟΝΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ ΟΠΛΙΣΗΣ [ΕΚΟΣ 5, 17].....	3
2.1 ΚΑΜΠΥΛΩΣΕΙΣ ΟΠΛΙΣΜΩΝ [ΕΚΟΣ 17.2.3]	3
2.2 ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΟΠΛΙΣΜΩΝ [ΕΚΟΣ 5.1]	4
2.2.1 Εισαγωγή	4
2.2.2 Κατηγορίες συνθηκών περιβάλλοντος (Κ.Π.).....	4
2.2.3 Ελάχιστο πάχος επικάλυψης (c_{min}).....	5
2.2.4 Ονομαστικό πάχος επικάλυψης (c_{nom})	5
2.2.5 Επιδερμικός οπλισμός δομικών στοιχείων [ΕΚΟΣ 15.6]	6
2.3 ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΟΠΛΙΣΜΩΝ [ΕΚΟΣ 17.4]	7
2.4 ΣΥΝΑΦΕΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ – ΟΠΛΙΣΜΩΝ [ΕΚΟΣ 17.5]	9
2.4.1 Ορισμοί	9
2.4.2 Κατανομή τάσεων συνάφειας στο μήκος αγκύρωσης	9
2.4.3 Επιρροή της θέσης της ράβδου στην τάση συνάφειας	10
2.4.4 Συνθήκες συνάφειας.....	11
2.4.5 Τάση συνάφειας σχεδιασμού	11
2.5 ΑΓΚΥΡΩΣΕΙΣ [ΕΚΟΣ 17.6]	12
2.5.1 Τύποι αγκυρώσεων [ΕΚΟΣ 17.6.1].....	12
2.5.2 Βασικό μήκος αγκύρωσης (ℓ_b) [17.6.2]	13
2.5.3 Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης ($\ell_{b,net}$) [ΕΚΟΣ 17.6.3]	14
2.5.4 Διατάξεις αγκύρωσης διαμήκων ράβδων δοκών και στύλων [ΕΚΟΣ 18.3.5, 18.4.6]	15
2.6 ΕΝΩΣΗ ΟΠΛΙΣΜΩΝ [ΕΚΟΣ 17.7]	26
2.6.1 Είδη ενώσεων	26

2.6.2	Ενώσεις με υπερκάλυψη	26
2.6.3	Αναμονές υποστυλωμάτων [ΕΚΟΣ 18.4.7].....	29
2.6.4	Ένωση οπλισμών με συγκόλληση	30
2.7	ΔΙΑΤΑΞΗ ΔΙΑΜΗΚΩΝ ΟΠΛΙΣΜΩΝ ΡΗΓΜΑΤΩΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ [ΕΚΟΣ 11.2.4, 17.8]	32
2.7.1	Κανόνας μετατόπισης περιβάλλουσας ροπών.....	32
2.7.2	Αγκύρωση διαμήκων ράβδων εκτός στηρίξεων [ΕΚΟΣ 17.8.3]	33
2.7.3	Αγκυρώσεις σε ακραίες στηρίξεις [ΕΚΟΣ 17.8.4]	34
2.7.4	Αγκυρώσεις σε ενδιάμεσες στηρίξεις [ΕΚΟΣ 17.8.5]	35
2.8	ΑΓΚΥΡΩΣΗ ΟΠΛΙΣΜΩΝ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ [εκοσ 17.9]	36
2.8.1	Αγκύρωση άκρων των συνδετήρων [ΕΚΟΣ 17.9.1]	36
2.8.2	Διαμόρφωση συνδετήρων [ΕΚΟΣ 17.9.2, 3, 4].....	36
2.9	ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΣΥΡΡΑΦΗΣ ΑΡΜΩΝ ΔΙΑΚΟΠΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗΣ [ΕΚΟΣ 17,11]	37
2.10	ΔΕΣΜΕΣ ΡΑΒΔΩΝ [ΕΚΟΣ 17.12]	39
3	ΚΑΝΟΝΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	40
3.1	ΑΝΟΧΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ [ΕΚΟΣ 5.2]	40
3.2	ΠΛΑΚΕΣ [ΕΚΟΣ 18.1, 18.2]	41
3.2.1	Πάχος πλακών	41
3.2.2	Συμπαγείς πλάκες.....	42
3.2.3	Πλάκες με νευρώσεις ή σώματα πλήρωσης [ΕΚΟΣ 18.2]	45
3.3	ΔΟΚΟΙ.....	46
3.3.1	Ορισμοί-Γεωμετρικά στοιχεία [ΕΚΟΣ 18.3.1, 3]	46
3.3.2	Διαμήκεις οπλισμοί [ΕΚΟΣ 18.3.2]	47
3.3.3	Οπλισμός διάτμησης (συνδετήρες) [ΕΚΟΣ 18.3.4]	49
3.3.4	Οπλισμοί στρέψης [ΕΚΟΣ 18.3.7]	50
3.3.5	Αγκυρώσεις διαμήκων ράβδων και συνδετήρων.....	50
3.3.6	Έλεγχος (περιορισμός) εύρους ρωγμών [ΕΚΟΣ 15.3]	50
3.3.7	Οπλισμός παρειών σε υψίκορμες δοκούς	51
3.4	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ	53
3.4.1	Γεωμετρικά στοιχεία [ΕΚΟΣ 18.4.2, 5]	53
3.4.2	Διαμήκεις οπλισμοί [ΕΚΟΣ 18.4.3]	54

3.4.3	Εγκάρσιοι οπλισμοί (συνδετήρες, σύνδεσμοι) [ΕΚΟΣ 18.4.4] ..	55
3.4.4	Οπλισμός περίσφιξης κρίσιμων περιοχών [ΕΚΟΣ 18.4.4.2]	55
3.4.5	Υποστυλώματα με σπειροειδή οπλισμό [ΕΚΟΣ 18.4.8]	57
3.4.6	Κοντά υποστυλώματα [ΕΚΟΣ 18.4.9].....	57
3.4.7	Αγκυρώσεις διαμήκων οπλισμών [ΕΚΟΣ 18.4.6]	58
3.4.8	Αναμονές υποστυλωμάτων [ΕΚΟΣ 18.4.7].....	58
3.5	ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ	59
3.5.1	Ορισμοί – Γεωμετρικά στοιχεία [ΕΚΟΣ 18.5.1, 2 και ΕΑΚ Παρ/μα Β.1.4]	59
3.5.2	Οπλισμός τοιχωμάτων [ΕΚΟΣ 18.5.3, 5, 6, 7]	60
3.5.3	Διασταυρώσεις τοιχωμάτων [ΕΚΟΣ 18.5.4].....	61
3.5.4	Ανοίγματα σε τοιχώματα [ΕΚΟΣ 18.5.8].....	62
3.5.5	Συζευγμένα τοιχώματα – Δοκοί σύζευξης [ΕΚΟΣ 18.5.8]	62
3.6	ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΩΝ	64
3.6.1	Περιμετρικά τοιχώματα υπογείων [ΕΚΟΣ 18.6.1]	64
3.6.2	Μεμονωμένα πέδιλα υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων [ΕΚΟΣ 18.6.2]	65
3.6.3	Συνδετήριες δοκοί [ΕΚΟΣ 18.6.3, ΕΑΚ 5.2.4.2].....	65
3.6.4	Πεδιλοδοκοί [ΕΚΟΣ 18.6.4].....	66
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		67

1 ΧΑΛΥΒΕΣ ΟΠΛΙΣΜΩΝ [ΕΚΟΣ 3.1]

1.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΧΑΛΥΒΩΝ

- Προτιμώμενες ονομαστικές διαμέτροι ευθύγραμμων ράβδων (ΕΛΟΤ 1421-1)
 $\varnothing(\text{mm})$: 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 40, 50
 - Λείες ράβδοι: Ονομαστική $\varnothing$ = Μετρούμενη $\varnothing$
 - Νευροχάλυβες: Ονομαστική $\varnothing$ $\begin{cases} \neq \text{Μετρούμενη } \varnothing \text{ (μεταβλητή)} \\ = \text{Ισοδύναμη } \varnothing \text{ (κατά βάρος)} \end{cases}$Μέση πυκνότητα υλικού: 7.85gr/cm^3
- Διάκριση ράβδων με κριτήριο την εξωτερική επιφάνεια
 - S220: Λείες ράβδοι θερμής εξέλασης
 - S400/500, S400s/500s, B500C: Νευροχάλυβες
- Διάκριση υλικού με κριτήριο τη συγκολλησιμότητα
 - S220, S400/500: Συγκολλησιμοι υπό προϋποθέσεις (ΕΛΟΤ 959)
 - S400s/500s, B500C: Συγκολλησιμοι (ΕΛΟΤ 971, ΕΛΟΤ 1421-3)
- Διάκριση υλικού με κριτήριο την ολκιμότητα
 - N: Χάλυβες συνήθους ολκιμότητας. Επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται μόνο σε πλάκες και δοκούς χωρίς αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (ΧΑΑΠ)
 - H: Χάλυβες υψηλής ολκιμότητας. Χρησιμοποιούνται σε όλα τα δομικά στοιχεία. Χρησιμοποιούνται και εντός των κρίσιμων περιοχών στοιχείων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (ΜΑΑΠ) εφόσον ικανοποιούνται οι ιδιαίτερες απαιτήσεις του Πίνακα 1.1.
 - B500C: Νέος βελτιωμένος τύπος χάλυβα πολύ υψηλής ολκιμότητας σύμφωνα με τα νέα πρότυπα ΕΛΟΤ 1421-3 και EN10080 κατάλληλος για κάθε δομικό στοιχείο.

1.2 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΧΑΛΥΒΩΝ

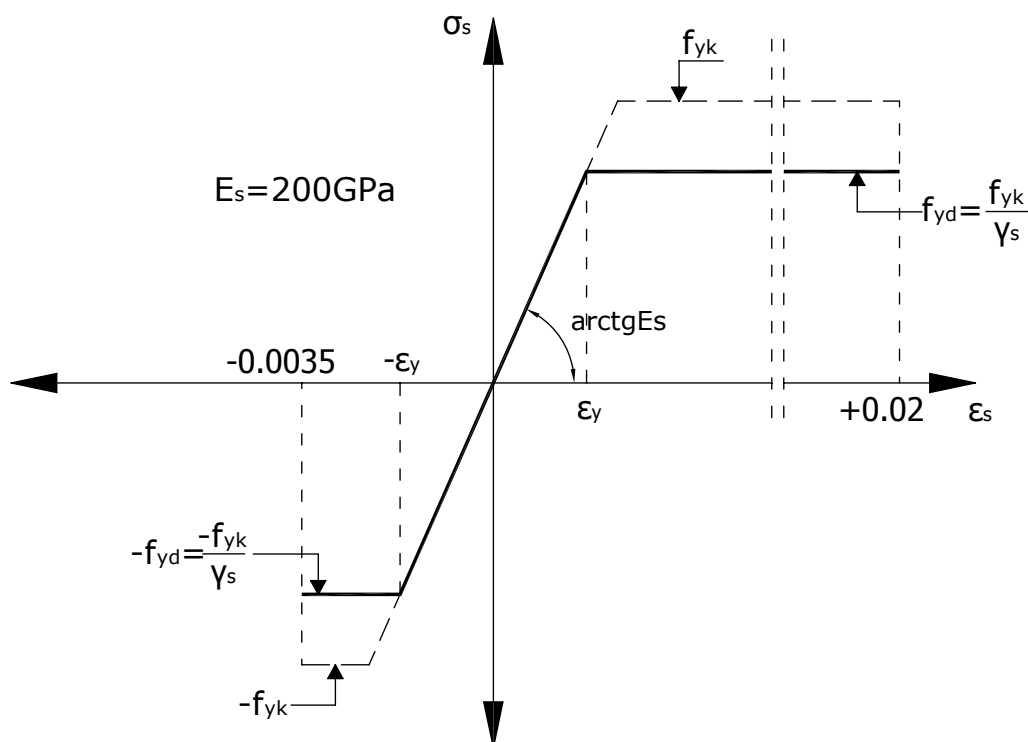
Πίνακας 1.1 Ιδιότητες χαλύβων οπλισμένου σκυροδέματος [ΕΚΟΣ Πιν.Σ3.1]

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ		ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ			
Χαρακτηριστικές τιμές με ποσοστημόριο συμμόρφωσης 90%		ΜΕ αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (Μ.Α.Α.Π.)		ΧΩΡΙΣ αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (Χ.Α.Α.Π.)	
		Κρίσιμες περιοχές	Λοιπές περιοχές	Στύλοι Τοιχώματα	Πλάκες Δοκοί
I	Ομοιόμορφη ϵ_{uk}	$\geq 7.00\%$	$> 5.00\%$	$> 5.00\%$	$> 2.50\%$
II	$(f_t/f_y)_k$	≥ 1.10	> 1.08	> 1.08	> 1.05
III		≤ 1.35	-	-	-
IV	$(f_{y,act}/f_{y,nom})_k$	≤ 1.30	-	-	-
Συμβολισμός		B500C	H	H	H ή N

Απαιτήσεις I, II : Εξασφαλίζουν υψηλή πλαστιμότητα

Απαιτήσεις III, IV : Εξασφαλίζουν αξιόπιστα άνω όρια μετελαστικών υπεραντοχών

- Απλοποιημένο διάγραμμα σχεδιασμού (σ - ϵ) [ΕΚΟΣ 10.4.4]



Σχήμα 1.1 Διάγραμμα (σ - ϵ) χάλυβα

2 ΚΑΝΟΝΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ ΟΠΛΙΣΗΣ [ΕΚΟΣ 5, 17]

2.1 ΚΑΜΠΥΛΩΣΕΙΣ ΟΠΛΙΣΜΩΝ [ΕΚΟΣ 17.2.3]

- Αναγκαιότητα περιορισμού διαμέτρου καμπύλωσης
 - Χάλυβας: Αποφυγή ρηγματώσης ή σπασίματος (Πιν. 2.1: Σειρές Α)
 - Σκυρόδεμα: Αποτροπή ρηγματώσης ή διάρρηξης (Πιν. 2.1: Σειρές Β)
- Επιτρεπόμενες διάμετροι (D) τυμπάνου καμπύλωσης

Πίνακας 2.1 Ελάχιστες διάμετροι καμπύλωσης D [ΕΚΟΣ Πίν. 17.1]

a/a	Χάλυβας		S220	S400, S500	
	Ράβδος Ø (mm)		Άγκιστρα πέρατος ράβδων, αναβολείς		
A1	<20		2.5Ø	4.0Ø	
A2	≥20		5.0Ø	7.0Ø	
a/a	Επικάλυψη κάθετα στο επίπεδο καμπύλωσης		Αξονική απόσταση ράβδων	Καμπυλώσεις ράβδων Καμπύλες αγκυρώσεις	
				S220	S400, S500
B1	>100mm	και	>7.0Ø	10Ø	10Ø
B2 ⁽¹⁾	>50mm	και	>3.0Ø	10Ø	15Ø
B3 ⁽¹⁾	≤50mm	ή	≤3.0Ø	15Ø	20Ø

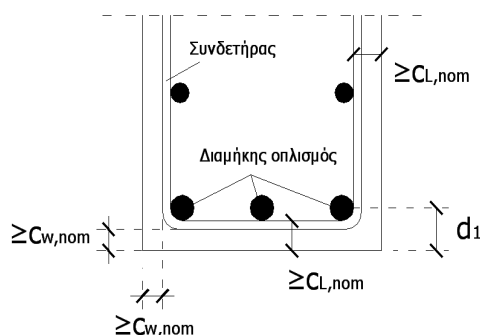
- Καμπύλωση συγκολλητών ράβδων ή δομικών πλεγμάτων
 - Εάν η αρχή καμπύλωσης απέχει από το σημείο συγκόλλησης >4Ø: Ισχύει ο πίνακας 2.1
 - Σε διαφορετική περίπτωση $D \geq 20\text{Ø}$ (ακόμα και για καμπύλωση στο σημείο συγκόλλησης)

⁽¹⁾ Εφόσον κάμπτονται στην ίδια θέση ράβδοι από περισσότερες στρώσεις αυξάνεται η D κατά 50% για τις ράβδους των εσωτερικών στρώσεων

2.2 ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΟΠΛΙΣΜΩΝ [ΕΚΟΣ 5.1]

2.2.1 Εισαγωγή

- Αναγκαιότητα εισαγωγής περιορισμών
 - Εξασφάλιση επαρκούς συνάφειας
 - Επιβράδυνση διάβρωσης οπλισμών
 - Αύξηση ανθεκτικότητας σε πυρκαγιά
- } Αύξηση ανθεκτικότητας σε διάρκεια
- Ελάχιστο πάχος επικάλυψης: c_{min}
 - Ονομαστική επικάλυψη (σχεδιασμού): $c_{nom} = c_{min} + (5 \div 10) \text{ mm}$



Προσοχή: Η εξασφάλιση του απαιτούμενου πάχους επικάλυψης αφορά σε κάθε μορφής οπλισμούς (διαμήκεις ή συνδετήρες).

Σχήμα 2.1 Πάχος επικάλυψης

2.2.2 Κατηγορίες συνθηκών περιβάλλοντος (Κ.Π.)

Πίνακας 2.2 Κατηγορίες Συνθηκών περιβάλλοντος

Κατηγορία		Χαρακτηριστικά
1	Ελάχιστα διαβρωτικό	- Εσωτερικοί χώροι κτιρίων κατοικιών ή γραφείων - Χώροι με μικρά διαστήματα υψηλής σχετικής υγρασίας
2	Μετρίως διαβρωτικό	- Εσωτερικοί χώροι με υψηλή σχετική υγρασία - Εξωτερικοί χώροι χωρίς διαβρωτική ατμόσφαιρα - Φυσικό νερό χωρίς διαβρωτικές ουσίες
3	Παραθαλάσσιο	Παραθαλάσσιες περιοχές (απόσταση από την ακτή $\leq 1 \text{ km}$).
4	Πολύ διαβρωτικό	- Βιομηχανικές ζώνες - χώροι με υψηλή συγκέντρωση διαβρωτικών ουσιών
Δομικά στοιχεία με όψεις που εμπίπτουν σε διαφορετικές κατηγορίες σχεδιάζονται με τη δυσμενέστερη		

2.2.3 Ελάχιστο πάχος επικάλυψης (c_{min})

Πίνακας 2.3 Ελάχιστες επικαλύψεις c_{min} (σε mm) [ΕΚΟΣ Πίν. 5.1]

Βασικές τιμές c_{min}						
Κατηγορία συνθηκών περιβάλλοντος				Πλάκες ή κελύφη	Προτανυόμενοι τένοντες	Προεντεταμένοι τένοντες
1	2	3	4 ⁽¹⁾	-5	+5	+10
20	25	30	30÷45			

- Κατώτερη τελική τιμή $c_{min} \geq 15\text{mm}$ ή $\begin{cases} \varnothing + 10\text{mm} \text{ (Κ.Π. 1, 2)} \\ \varnothing + 20\text{mm} \text{ (Κ.Π. 3, 4)} \end{cases}$
(Δέσμες ράβδων: τίθεται $\varnothing_n = \varnothing \sqrt{n}$)
- Αδρανή μέγιστου κόκκου $> 32\text{mm}$ και εφόσον $c_{min} \leq 30\text{mm}$: $c'_{min} = c_{min} + 5\text{mm}$
- Σκυροδέτηση επί αδιαμόρφωτου εδάφους: $c_{min} = 75\text{mm}$
- Σκυροδέτηση επί σκυροδέματος καθαριότητας: $c_{min} = 40\text{mm}$
- Έργα υποθαλάσσια ή διαβρεχόμενα από θαλασσινό νερό: $c_{min} = 40\text{mm}$
- Υψηλές συγκεντρώσεις χλωριόντων ή θειοϊόντων: Ειδική μελέτη

2.2.4 Ονομαστικό πάχος επικάλυψης (c_{nom})

Πίνακας 2.4 Ονομαστική επικάλυψη c_{nom} (mm) σε στοιχεία ανωδομής

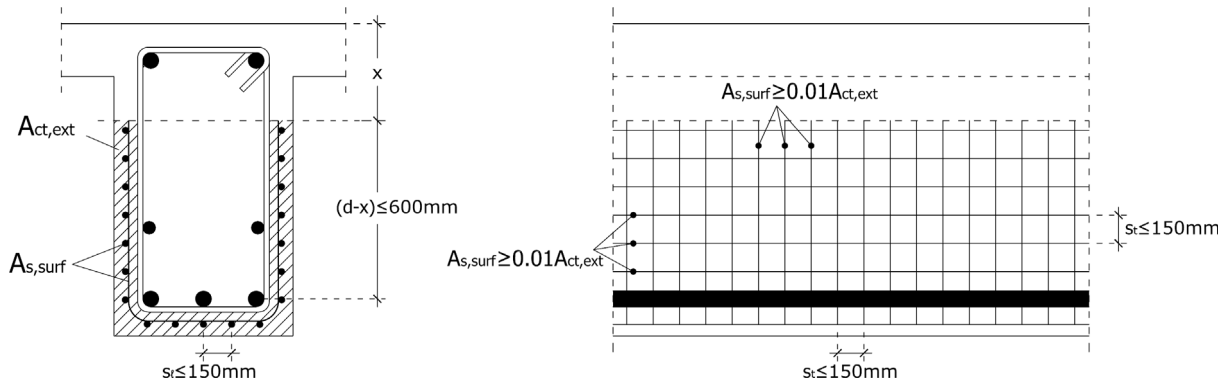
Δομικό στοιχείο	Κατηγορία περιβάλλοντος (Κ.Π.)			
	1	2	3	4
Πλάκες, κελύφη	20	25	30	30÷45
Λοιπά στοιχεία	25	30	35	35÷50

Προσοχή: Η εξασφάλιση του απαιτούμενου c_{nom} αφορά κάθε μορφής οπλισμούς (διαμήκεις ή συνδετήρες).

⁽¹⁾ Ανάλογα με το βαθμό προσβολής: 30,35,40 ή 45mm.

2.2.5 Επιδερμικός οπλισμός δομικών στοιχείων [ΕΚΟΣ 15.6]

- Τοποθετείται εφόσον $c_{min} > 50mm$ ($c_{nom} > 55$ ή $60mm$)
- Στόχος: Περιορισμός ρηγματώσης ή απολέπισης της επικάλυψης
- Θέση: Στην περίμετρο της εφελκυσμένης ζώνης
- Μορφή: Πλέγματα λεπτών ράβδων υψηλής συνάφειας
- Διατομή: $A_{s,surf} \geq 0.01A_{ct,ext}$



Σχήμα 2.2 Επιδερμικός οπλισμός

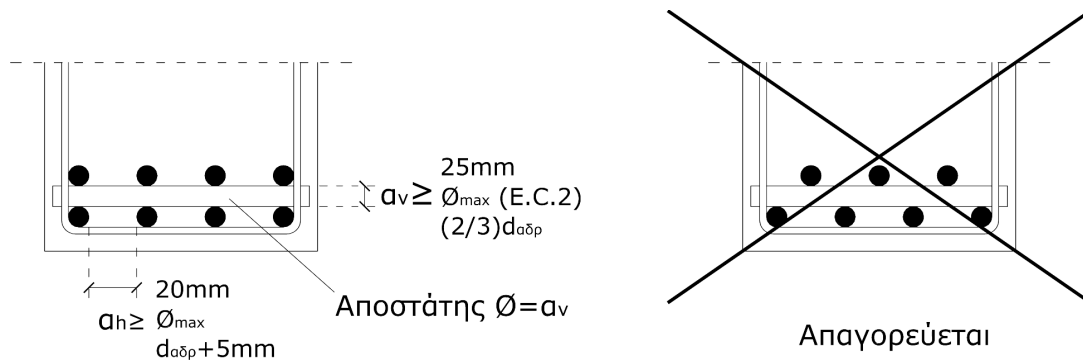
Εφαρμογή: Έστω $c_{min} = 50mm \rightarrow c_{nom} = 55mm$

$$A_{s,surf} \geq 5.5cm^2/m \rightarrow \begin{cases} > \# \emptyset 10 / 150 \\ \text{ή} \\ > \# \emptyset 8 / 100 \end{cases} !!!$$

- Διατάξεις του Ε.Σ.2 για τον επιδερμικό οπλισμό
 - Απαιτείται $A_{s,surf} \geq 0.01A_{ct,ext}$, ανεξάρτητα από το πάχος της επικάλυψης, σε δομικά στοιχεία με διαμήκεις ράβδους $\emptyset_L > \emptyset 32$ ή δέσμες με $\emptyset_n > 32mm$
 - Απαιτείται $A_{s,surf} \geq 0.005A_{ct,ext}$, ανεξάρτητα από τη διάμετρο των διαμήκων ράβδων, εφόσον $c_{nom} > 70mm$
 - Απαιτείται επικάλυψη του $A_{s,surf}$ σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις
 - Ο $A_{s,surf}$ επιτρέπεται να συνυπολογισθεί ως διαμήκης ή εγκάρσιος οπλισμός του στοιχείου, εφόσον διαμορφωθεί και αγκυρωθεί κατάλληλα.

2.3 ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΟΠΛΙΣΜΩΝ [ΕΚΟΣ 17.4]

- Αναγκαιότητα εισαγωγής περιορισμών
 - Επιτυχής διάστρωση και συμπύκνωση σκυροδέματος
 - Εξασφάλιση επαρκούς συνάφειας
- Περιορισμοί



Σχήμα 2.3 Αποστάσεις μεταξύ διαμήκων οπλισμών

- Εξαιρέσεις
- Οι περιορισμοί δεν ισχύουν:
- Σε περιοχές ένωσης ράβδων [ΕΚΟΣ 17.7, 2.6 παρόντος]
 - Σε δέσμες ράβδων [ΕΚΟΣ 17.12, 2.10 παρόντος]
 - Στα πλέγματα διπλών ράβδων

όπου οι ράβδοι επιτρέπεται έως και να εφάπτονται

Πίνακας 2.5 Μέγιστο επιτρεπόμενο πλήθος διαμήκων ράβδων ($\emptyset_L$) σε μία στρώση

$\emptyset_L$ (mm)	Κ.Π.	Πλάτος δομικού στοιχείου (mm)								$C_{L,nom}$ (mm)	$C_{w,nom} + \emptyset_w$ (mm)
		150	200	250	300	350	400	450	500		
12	1	3	(5)	6	8	(10)	11	(13)	(15)	27	33
	2	(3)	4	6	(8)	9	(11)	(13)	(14)	27	38
	3	2	4	(6)	7	(9)	(11)	12	(14)	37	43
14	1	3	4	6	7	(9)	(11)	(12)	(14)	29	33
	2	2	4	(6)	7	(9)	10	(12)	13	29	38
	3	2	(4)	5	7	8	(10)	11	(13)	39	43
16	1	(3)	4	5	7	8	(10)	11	(13)	31	33
	2	2	4	5	(7)	8	(10)	(11)	(13)	31	38
	3	2	3	5	6	(8)	9	(11)	12	41	43
18	1	2	4	5	(7)	8	9	(11)	(12)	33	33
	2	2	3	5	6	(8)	9	10	(12)	33	38
	3	2	3	(5)	6	7	(9)	10	(12)	43	43
20	1	2	3	5	6	7	(9)	10	11	35	33
	2	2	3	(5)	6	7	(9)	(10)	11	35	38
	3	2	3	4	(6)	7	8	9	(11)	45	43
22	1	2	3	4	5	(7)	(8)	9	10	37	33
	2	2	3	4	5	(7)	(8)	9	10	37	38
	3	-	(3)	4	5	6	7	8	(10)	47	43
25	1	-	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	40	33
	2	-	(3)	(4)	(5)	(5)	(7)	(8)	(9)	40	38
	3	-	2	3	4	5	6	7	8	50	43
28	1	-	2	3	4	5	6	7	(8)	43	33
	2	-	2	3	4	5	6	7	(8)	43	38
	3	-	2	3	(4)	(5)	(6)	6	7	53	43
32	1	-	2	(3)	3	4	5	6	(7)	47	33
	2	-	2	(3)	3	4	5	6	(7)	47	38
	3	-	-	2	3	4	(5)	(6)	6	57	43

- Εφαρμόστηκαν οι διατάξεις των §5.1 και 17.4 του ΕΚΟΣ
- Θεωρήθηκαν συνδετήρες διαμέτρου $\emptyset_w=8\text{mm}$
- Οι αριθμοί σε παρένθεση υποδηλώνουν μικρό έλλειμμα πλάτους (απόσταση μεταξύ ράβδων: $0.9a_h \leq a_h' \leq a_h$)
- Κατηγορίες περιβάλλοντος (Κ.Π.):
(1) Ελάχιστα διαβρωτικό, (2) Μέτρια διαβρωτικό, (3) Παραθαλάσσιο
- Τελική τιμή επικάλυψης σχεδιασμού διαμήκων ράβδων ($C_{L,max}$):

$$C_{L,max} = \max \begin{cases} C_{w,nom} + \emptyset_w \\ C_{L,nom} = \emptyset_L + (10 \text{ ή } 20\text{mm}) + 5\text{mm} \end{cases}$$

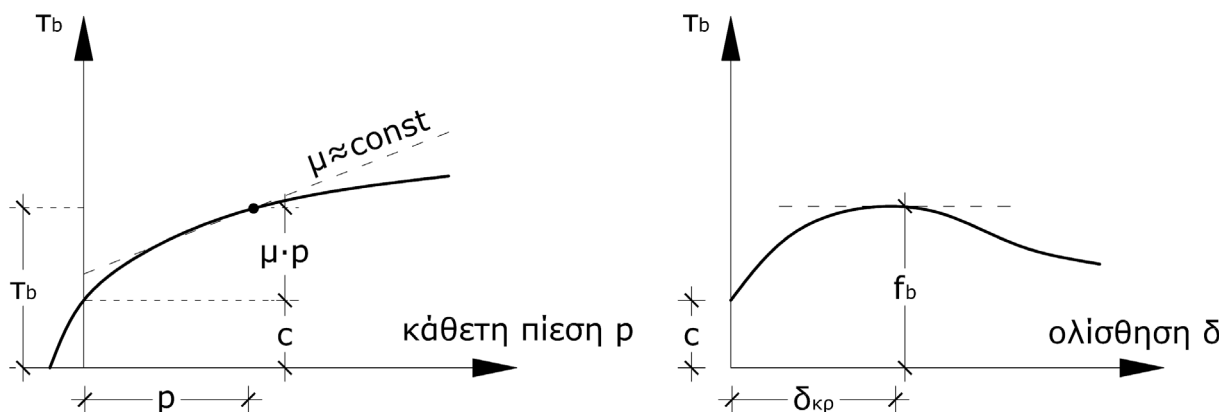
(Τονισμένες οι κρίσιμες τιμές επικάλυψης)

- Αποστάσεις μεταξύ ράβδων της ίδιας στρώσης $\geq \emptyset_L$ ή 20mm
- Οι τιμές του πίνακα προκύπτουν από τις σχέσεις:
 $\emptyset_L \leq 20$: $n = (b_w + 20 - 2C_{L,max}) / (\emptyset_L + 20)$
 $\emptyset_L > 20$: $n = (b_w + \emptyset_L - 2C_{L,max}) / (2\emptyset_L)$

2.4 ΣΥΝΑΦΕΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ – ΟΠΛΙΣΜΩΝ [ΕΚΟΣ 17.5]

2.4.1 Ορισμοί

- Συνάφεια: Διατμητική αντίσταση έναντι ολίσθησης μεταξύ σκυροδέματος και ράβδων οπλισμού
- Συνάφεια = Πρόσφυση + Τριβή + Εμπλοκή
 - Πρόσφυση: Προσκόλληση χάλυβα – σκυροδέματος (μοριακής υφής)
 - Τριβή: (συντελεστής τριβής)*(κάθετη πίεση) : $\mu \cdot p$
 - Εμπλοκή: Μόνο για νευροχάλυβες
- Τάση συνάφειας λείων ράβδων: $\tau_b = c + \mu \cdot p$

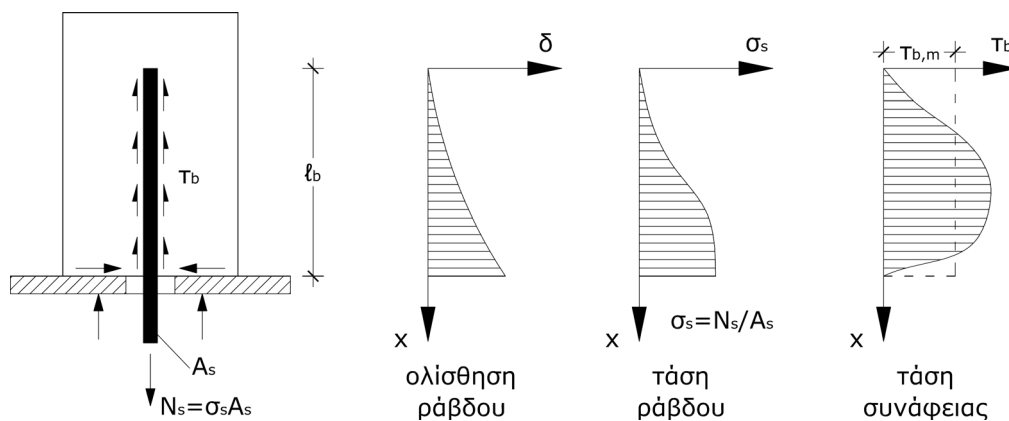


Σχήμα 2.4 Αντοχή συνάφειας (f_b): Η μέγιστη τιμή της τάσης συνάφειας για την κρίσιμη τιμή της ολίσθησης ($\delta_{κρ}$)

2.4.2 Κατανομή τάσεων συνάφειας στο μήκος αγκύρωσης

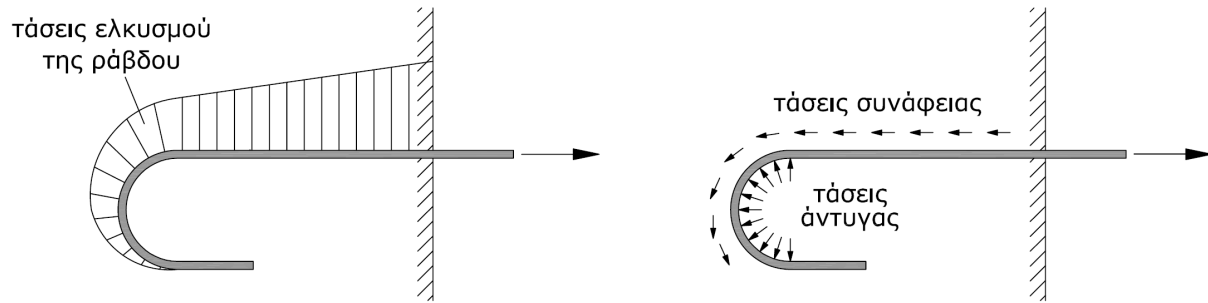
- Ευθύγραμμη αγκύρωση

$$\text{Μέση τάση συνάφειας: } \tau_{b,m} = \frac{N_s}{\pi \cdot \varnothing \cdot \ell_b} = \frac{\varnothing}{4} \cdot \frac{\sigma_s}{\ell_b}$$



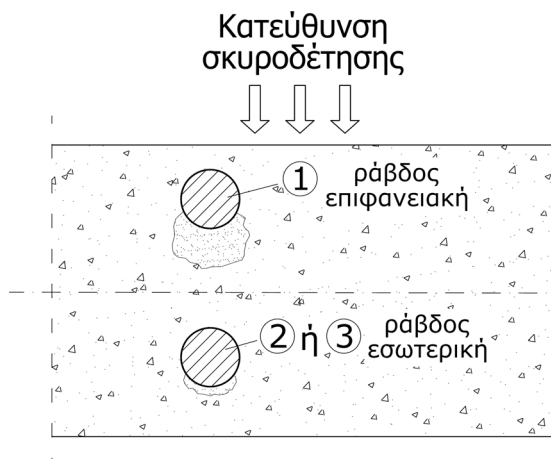
Σχήμα 2.5 Κατανομή μεγεθών στο μήκος αγκύρωσης

- Αγκύρωση με άγκιστρο πέρατος



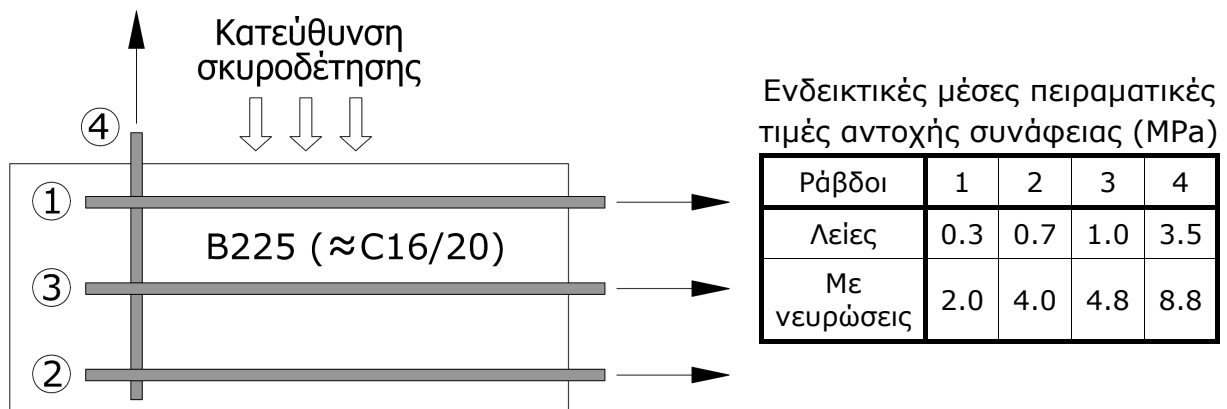
Σχήμα 2.6 Μεταβολή τάσης ράβδου κατά μήκος αγκύρωσης καμπύλου άκρου

2.4.3 Επιρροή της θέσης της ράβδου στην τάση συνάφειας



- Κάτω από τις οριζόντιες ράβδους σχηματίζεται υδαρής θύλακας τσιμεντοπολτού που με την σκλήρυνση γίνεται πορώδης στρώση
- Ο θύλακας αυξάνεται όσο ψηλότερα βρίσκεται η ράβδος και όσο παχύτερο είναι το στοιχείο (εξίδρωση)

Σχήμα 2.7 Επιρροή της θέσης της ράβδου στην πρόσφυση με το σκυρόδεμα

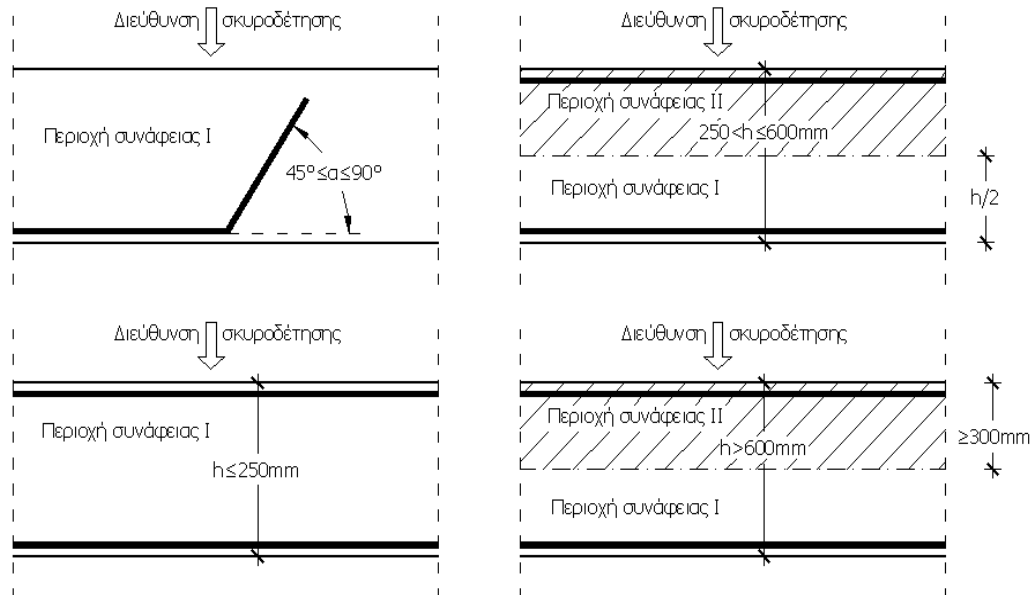


Σχήμα 2.8 Επιρροή της θέσης της ράβδου στην τάση συνάφειας

2.4.4 Συνθήκες συνάφειας

Ευνοϊκές: Περιοχές συνάφειας I (Π.Σ. I)

Μειονεκτικές: Περιοχές συνάφειας II (Π.Σ. II)



Σχήμα 2.9 Διάκριση συνθηκών συνάφειας σύμφωνα με τον ΕΚΟΣ2000

2.4.5 Τάση συνάφειας σχεδιασμού

Πίνακας 2.6 Βασικές τιμές τάσης συνάφειας σχεδιασμού f_{bd} (MPa)

Π.Σ	Σκυρόδεμα	C12	C16	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50
I	Λείες ράβδοι	0.83	0.96	1.07	1.20	1.31	1.42	1.52	1.61	1.70
	Με νευρώσεις	1.65	1.95	2.25	2.70	3.00	3.30	3.75	4.05	4.35
II	Λείες ράβδοι	0.58	0.67	0.75	0.84	0.92	0.99	1.06	1.13	1.19
	Με νευρώσεις	1.16	1.37	1.58	1.89	2.10	2.31	2.63	2.84	3.05

Οι τιμές του παραπάνω πίνακα υπολογίσθηκαν σύμφωνα με τις εξής σχέσεις:

- Περιοχές συνάφειας I: $\begin{cases} \text{Λείες ράβδοι: } f_{bd} = 0.36\sqrt{f_{ck}} / \gamma_c \\ \text{Νευροχάλυβες: } f_{bd} = 2.25f_{ctk,0.05} / \gamma_c \end{cases}$
- Περιοχές συνάφειας II: Το 70% των Π.Σ. I

- Μείωση της f_{bd} σε ράβδους $\varnothing > 32\text{mm}$: $f_{bd,(\varnothing > 32)} = n_{\varnothing} \cdot f_{bd}$ όπου $n_{\varnothing} = (132 - \varnothing) / 100$
- Αύξηση της f_{bd} για πίεση p (MPa) κάθετα στο επίπεδο διάρρηξης
 $f_{bd,p} = n_p \cdot f_{bd}$ όπου $n_p = 1 / (1 - 0.04p) \geq 1.4$
- Περιοχές με επαρκή εγκάρσια πίεση (Ε.Ε.Π.) : $n_p = 1.4$
 - i. Κόμβοι όπου συντρέχουν τουλάχιστον 3 δοκοί
 - ii. Περισιγμένες περιοχές δομικών στοιχείων [ΕΚΟΣ 18.4.4.2]

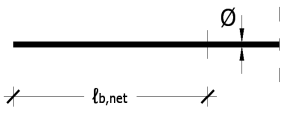
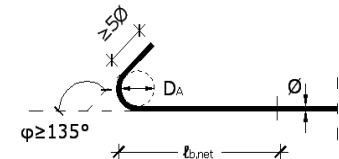
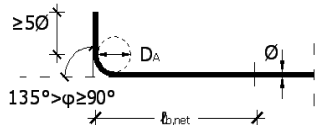
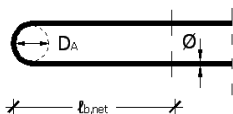
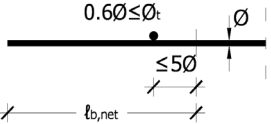
2.5 ΑΓΚΥΡΩΣΕΙΣ [ΕΚΟΣ 17.6]

2.5.1 Τύποι αγκυρώσεων [ΕΚΟΣ 17.6.1]

Διακρίνονται 4 τύποι αγκυρώσεων κατ' αύξουσα αποδοτικότητα υπό εφελκυσμό ή θλίψη:

1. Ευθύγραμμες αγκυρώσεις
2. Αγκυρώσεις καμπύλου άκρου (D_A : Πίνακας 2.1Α)
3. Ευθύγραμμες αγκυρώσεις με εγκάρσιες συγκολλητές ράβδους
4. Αγκυρώσεις με πρόσθετα μηχανικά μέσα

Πίνακας 2.7 Τύποι αγκυρώσεων

a/a	Συντελεστής αποδοτικότητας τύπου αγκύρωσης a		
	Ράβδος ⁽¹⁾ υπό εφελκυσμό (+) ή θλίψη (-)		
		(+)	(-)
1		Αγκυρώσεις τύπου 1 και 2b επιτρέπονται για ράβδους με νευρώσεις ή λείες ράβδους με $\text{Ø} \leq 10\text{mm}$	
2	(a) Άγκιστρο⁽²⁾ ημικυκλικό  (b) Άγκιστρο ορθογωνικό  (c) Αναβολέας 	0.7	1.0
3		0.7	0.7
4	Η αντοχή της αγκύρωσης αποδεικνύεται πειραματικά. Εφαρμόζεται συνήθως σε τένοντες προέντασης		-

- Σε περίπτωση συνύπαρξης ευνοϊκών χαρακτηριστικών οι συντελεστές αποδοτικότητας πολλαπλασιάζονται, με κάτω όριο $a_{\text{tot}} \geq 0.5$ (π.χ. αγκύρωση υπό εφελκυσμό με καμπύλο άκρο και εγκάρσια συγκολλητή ράβδο: $a_{\text{tot}} = a_2 \cdot a_3 \approx 0.50$)

(1) Σε δομικά στοιχεία με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (Μ.Α.Α.Π.), ο ικανοτικός σχεδιασμός προϋποθέτει ότι όλες οι διαμήκεις ράβδοι πρόκειται εν δυνάμει να διαρρεύσουν, είτε ως εφελκυσόμενες, είτε ως θλιβόμενες. Συνεπώς για αγκυρώσεις τύπου 1 ή 2 απαιτείται πάντα $a=1$. Υποστηρίζεται όμως και η λιγότερο αυστηρή άποψη κατά την οποία οι διαμήκεις οπλισμοί της εκάστοτε θλιβόμενης ζώνης σε δοκούς υπό καμπτική καταπόνηση πρέπει να αγκυρωθούν ως θλιβόμενες ράβδοι **μόνον εφόσον απαιτούνται από τη διαστασιολόγηση, δηλαδή μόνον εφόσον $\mu_{sd} > \mu_{\text{lim}}$** .

(2) Κατά τον Ε.Σ.2: $\phi \geq 150^\circ$

- Απαιτείται εγκάρσιος οπλισμός στις περιοχές αγκυρώσεων
 - Συνολική διατομή εγκάρσιων ράβδων στο μήκος αγκύρωσης:
 $\Sigma A_{s,t} \geq 0.25 A_{s,\ell_{\max}}$, όπου $A_{s,\ell_{\max}}$ η διατομή της μέγιστης από τις διαμήκεις ράβδους
 - Οι εγκάρσιες ράβδοι ισοκατανέμονται στο μήκος αγκύρωσης
 - Συνήθως επαρκεί ο εγκάρσιος οπλισμός διάτμησης των δομικών στοιχείων

2.5.2 Βασικό μήκος αγκύρωσης (ℓ_b) [17.6.2]

- Είναι το μήκος ευθύγραμμης αγκύρωσης για ανάπτυξη της δύναμης διαρροής σχεδιασμού της ράβδου:

$$\ell_b = (\sigma / 4) \cdot (f_{yd} / f_{bd}) \quad (\text{βλέπε εξίσωση στο σχήμα 2.5})$$

όπου:

f_{bd} : Βασική τιμή τάσης συνάφειας (Πιν. 2.6)

f_{yd} : Όριο διαρροής σχεδιασμού του χάλυβα ($f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$)

Πίνακας 2.8 Βασικό μήκος αγκύρωσης ($\ell_b = n \cdot \sigma$)

Π.Σ	Υλικά	C12	C16	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50
I	Λείες ράβδοι S220	58	50	45	40	37	34	31	30	28
	Νευροχάλυβες S500	66	56	48	40	36	33	29	27	25
II	Λείες ράβδοι S220	82	71	64	57	52	48	45	42	40
	Νευροχάλυβες S500	94	80	69	58	52	47	41	38	36

- Ο πίνακας 2.8 εφαρμόζεται:
 - Σε μεμονωμένες ράβδους λείες ή με νευρώσεις
 - Σε συγκολλητά δομικά πλέγματα με νευρώσεις εφόσον υπάρχει μία τουλάχιστον εγκάρσια συγκολλημένη ράβδος στο μήκος ℓ_b .
- Σε περιοχές με επαρκή εγκάρσια πίεση (Ε.Ε.Π.), λόγω αύξησης της f_{bd} , προκύπτει: $\ell_{b,p} = \ell_b / 1.4$.

2.5.3 Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης ($\ell_{b,net}$) [ΕΚΟΣ 17.6.3]

- Ευθύγραμμες αγκυρώσεις εκτός κρίσιμων περιοχών:

$$\ell_{b,net} = a \cdot \frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} \cdot \ell_b \geq \ell_{b,min} \quad \text{όπου:}$$

$a \geq 0.5$: Συντελεστής τύπου αγκύρωσης (Πίνακας 2.7)

$A_{s,req}$: Υπολογιστικά απαιτούμενη διατομή οπλισμού

$A_{s,prov}$: Υπάρχουσα διατομή ράβδων οπλισμού

$$\ell_{b,min} = \begin{cases} 0.3 \cdot \ell_b \geq 10\varnothing & \text{για αγκύρωση ράβδων υπό εφελκυσμό}^{(1)} \\ 0.6 \cdot \ell_b \geq 10\varnothing & \text{για αγκύρωση ράβδων υπό θλίψη}^{(1)} \end{cases}$$

- Ευθύγραμμες αγκυρώσεις εντός κρίσιμων περιοχών: Ο ικανοτικός υπολογισμός προϋποθέτει την πλήρη εκμετάλλευση της αντοχής – μέχρι διαρροής – όλων των ράβδων οπλισμού που διατίθενται. Συνεπώς: $\ell_{b,net} = a \cdot \ell_b \geq \ell_{b,min}$

Εξαιρούνται οι αγκυρώσεις σε κρίσιμες περιοχές δοκών και στύλων (όχι τοιχωμάτων) σε φέροντες οργανισμούς χωρίς απαιτήσεις περίσφιξης ($n_v > 0.75$, ΕΑΚ:4.1.4.2β)

- Καμπύλες αγκυρώσεις εντός κόμβων: Το μήκος $\ell_{b,net}$ αναφέρεται γενικώς σε ευθύγραμμες αγκυρώσεις (τύπος 1) ή αγκυρώσεις καμπύλου άκρου (τύπος 2, Πίνακας 2.7). Καμπύλωση μέσα στο μήκος $\ell_{b,net}$ (καμπύλη αγκύρωση) επιτρέπεται υπό τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

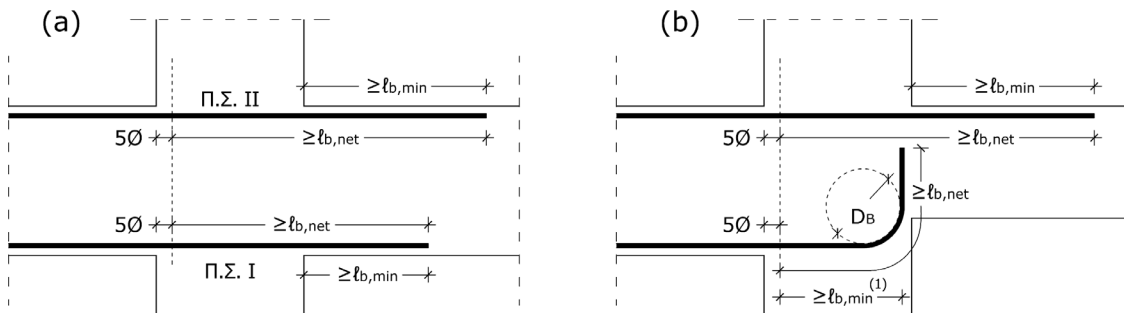
- Διάμετρος τυμπάνου καμπύλωσης (D_B): Πίνακας 2.1B
- Συντελεστής **για κάθε τύπο αγκύρωσης** (Πίνακας 2.7): $a=1.0$
- Επιτρέπεται μείωση του ℓ_b υπό εγκάρσια πίεση (§2.4.5): $n_p \leq 1.4$
- Απαιτείται ευθύγραμμο τμήμα αγκύρωσης μήκους τουλάχιστον $\ell_{b,min}$
- Η διαμόρφωση αγκίστρου D_A στο άκρο καμπύλης αγκύρωσης είναι κατασκευαστικά προβληματική και κατά την εκτίμηση του συντάκτη της παρούσας δεν συνεπάγεται μείωση του συνολικού μήκους αγκύρωσης $\ell_{b,net}$

⁽¹⁾ Βλέπε παρατήρηση (1) κάτω από Πίνακα 2.7

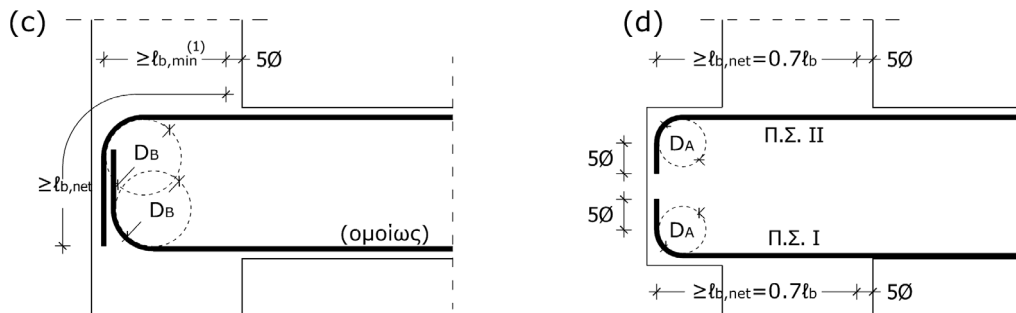
2.5.4 Διατάξεις αγκύρωσης διαμήκων ράβδων δοκών και στύλων

[ΕΚΟΣ 18.3.5, 18.4.6]

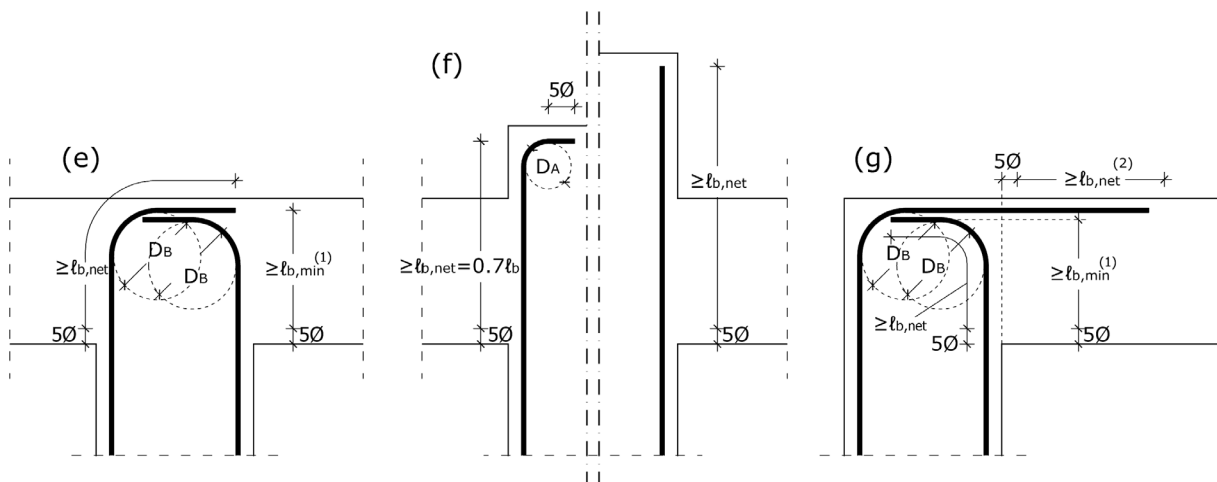
- Μεσαίοι κόμβοι δοκών Μ.Α.Α.Π.



- Ακραίοι κόμβοι δοκών Μ.Α.Α.Π.



- Κορυφαίοι κόμβοι στύλων Μ.Α.Α.Π.



Σχήμα 2.10 Διατάξεις αγκύρωσης διαμήκων ράβδων δοκών και στύλων

- (1) Η απαίτηση ευθύγραμμου τμήματος $\geq \ell_{b,min}$ καθορίζει το ελάχιστο απαιτούμενο πλάτος στύλου ή ύψους δοκού αντίστοιχα.
- (2) Προσοχή: Οι οπλισμοί της έξω παρειάς του υποστυλώματος πρέπει να αγκυρωθούν **έξω από τον κόμβο**

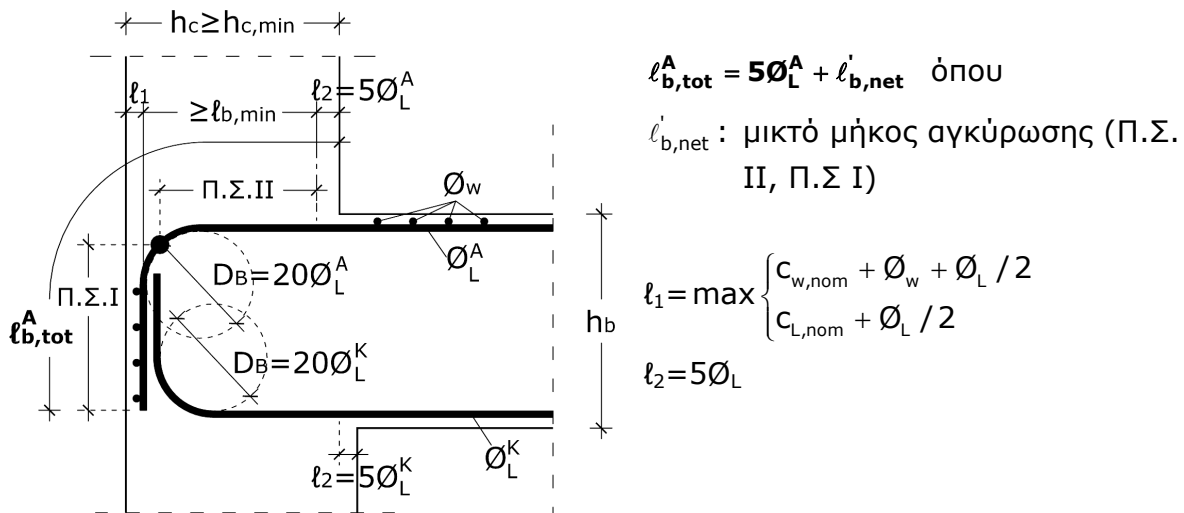
Πίνακας 2.9b Ελάχιστο πλάτος περιμετρικού στύλου λόγω απαίτησης ελάχιστου οριζόντιου σκέλους αγκύρωσης οπλισμών δοκού (θεώρηση $l_{b,min}=0.6l_b$)

Οπλισμοί δοκού S500: $\varnothing_L$			12	14	16	18	20	22	25	28	32
Σκ/μα	ΕΕΠ	n' ($l_b=n'\cdot\varnothing_L$)	Ελάχιστο πλάτος στύλου $h_{c,min}$ (mm)								
C16/20	Ναι	57	514	594	673	753	832	911	1033	1155	1317
	Όχι	80	680	787	894	1001	1108	1215	1378	1541	1759
C20/25	Ναι	49	457	527	596	666	736	806	913	1020	1164
	Όχι	69	601	695	788	882	976	1070	1213	1356	1548
C25/30	Ναι	41	399	459	520	580	640	700	793	886	1010
	Όχι	58	522	602	683	763	844	925	1048	1171	1337
C30/37	Ναι	37	370	426	481	537	592	647	733	819	933
	Όχι	52	478	552	625	699	772	845	958	1071	1221
C35/45	Ναι	34	349	401	452	504	556	608	688	768	876
	Όχι	47	442	510	577	645	712	779	883	987	1125
C40/50	Ναι	29	313	359	404	450	496	542	613	684	780
	Όχι	41	399	459	520	580	640	700	793	886	1010
C45/55	Ναι	27	298	342	385	429	472	515	583	651	741
	Όχι	38	378	434	491	547	604	661	748	835	953
C50/60	Ναι	26	291	333	376	418	460	502	568	634	722
	Όχι	36	363	417	472	526	580	634	718	802	914

- Το πλάτος του στύλου ($h_{c,min}$) καθορίζεται πάντα από το $l_{b,min}$ των ράβδων άνω παρειάς (περιοχή συνάφειας II), οι οποίες μάλιστα συνήθως είναι και μεγαλύτερης διαμέτρου από τις κάτω ράβδους
- Λαμβάνεται υπόψη ο περιορισμός $l_{b,min} \geq 10\varnothing_L$
- Κόμβοι με επαρκή εγκάρσια πίεση (Ε.Ε.Π.: $l_{b,p}=l_b/1.4$) θεωρούνται:
 - Κόμβοι με τρεις (3) τουλάχιστον συντρέχουσες δοκούς
 - Κόμβοι με επαρκή περίσφιξη (ΕΚΟΣ 18.4.4.2)
- $n' = \begin{cases} n & \text{για δοκούς χωρίς Ε.Ε.Π.} \\ n/1.4 & \text{για δοκούς με Ε.Ε.Π.} \end{cases}$ (n: Πίνακας 2.8, Π.Σ. II)
- Θεωρήθηκε: Περιβάλλον μέτρια διαβρωτικό, $\varnothing_w=8\text{mm}$, $D_B=20\varnothing_L$
- Για τις τιμές της επικάλυψης ($c_{w,nom}$ και $c_{L,nom}$) βλ. §2.2.

Πίνακας 2.10α Συνολικό απαιτούμενο μήκος καμπύλης αγκύρωσης διαμήκων ράβδων άνω⁽¹⁾ πέλματος δοκού σε κόμβο περιμέτρου (θεώρηση $\ell_{b,min}=0.3\ell_b$)

Οπλισμοί δοκού S500: $\varnothing_L$			12	14	16	18	20	22	25	28	32
Σκ/μα	ΕΕΠ	n' ($\ell_b=n'\cdot\varnothing_L$)	Συνολικό μήκος αγκύρωσης $\ell_{b,tot}^A$ (mm)								
C16/20	Ναι	57	594	693	792	891	990	1089	1237	1386	1584
	Όχι	80	811	946	1081	1216	1351	1486	1689	1892	2162
C20/25	Ναι	49	517	603	689	775	861	947	1076	1205	1378
	Όχι	69	703	820	937	1054	1171	1288	1464	1640	1874
C25/30	Ναι	41	439	513	586	659	732	806	915	1025	1172
	Όχι	58	595	694	793	892	992	1091	1239	1388	1586
C30/37	Ναι	37	405	468	534	601	668	735	835	935	1069
	Όχι	52	540	631	721	811	901	991	1126	1261	1441
C35/45	Ναι	34	379	434	496	558	620	682	775	868	992
	Όχι	47	499	582	665	749	832	915	1040	1164	1331
C40/50	Ναι	29	345	393	449	505	561	618	702	786	898
	Όχι	41	445	519	593	667	741	815	926	1037	1185
C45/55	Ναι	27	328	373	426	480	533	586	666	746	853
	Όχι	38	420	487	556	626	696	765	869	974	1113
C50/60	Ναι	26	310	353	403	454	504	555	630	706	807
	Όχι	36	396	456	522	587	652	717	815	913	1043



(1) Συνολικό μήκος αγκύρωσης διαμήκων ράβδων κάτω πέλματος δοκού:

$$\ell_{b,tot}^K = 5\varnothing_L^K + \ell_{b,net} \quad \text{όπου } \ell_{b,net} = \ell_b \text{ ή } \ell_{b,p} \text{ σε περιοχή συνάφειας Π.Σ.Ι}$$

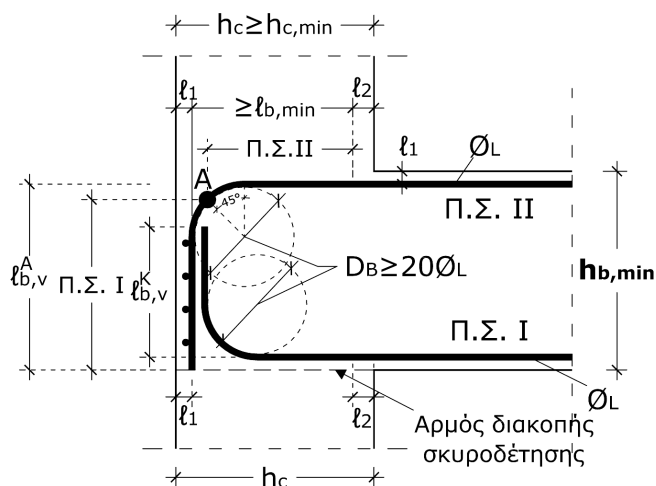
Πίνακας 2.10b Συνολικό απαιτούμενο μήκος καμπύλης αγκύρωσης διαμήκων ράβδων άνω πέλματος δοκού σε κόμβο περιμέτρου (θεώρηση $\ell_{b,min}=0.6\ell_b$)

Οπλισμοί δοκού S500: $\varnothing_L$			12	14	16	18	20	22	25	28	32
Σκ/μα	ΕΕΠ	n' ($\ell_b=n'\cdot\varnothing_L$)	Συνολικό μήκος αγκύρωσης $\ell_{b,tot}^A$ (mm)								
C16/20	Ναι	57	655	765	874	983	1092	1202	1365	1529	1748
	Όχι	80	897	1047	1196	1346	1495	1645	1869	2093	2392
C20/25	Ναι	49	570	664	759	854	949	1044	1187	1329	1519
	Όχι	69	777	907	1036	1166	1296	1425	1619	1814	2073
C25/30	Ναι	41	484	564	645	726	806	887	1008	1129	1290
	Όχι	58	658	767	877	986	1096	1206	1370	1534	1753
C30/37	Ναι	37	441	514	588	661	735	808	918	1028	1175
	Όχι	52	597	696	795	895	994	1094	1243	1392	1591
C35/45	Ναι	34	409	477	545	613	681	749	851	953	1090
	Όχι	47	550	641	733	825	916	1008	1145	1283	1466
C40/50	Ναι	29	363	424	485	545	606	666	757	848	969
	Όχι	41	489	570	652	733	815	896	1018	1141	1304
C45/55	Ναι	27	342	399	456	513	570	627	713	798	912
	Όχι	38	458	535	611	688	764	840	955	1069	1222
C50/60	Ναι	26	323	377	430	484	538	592	672	753	861
	Όχι	36	430	502	573	645	717	788	896	1003	1147

- Θεωρήθηκε πλάτος στύλου ίσο με το ελάχιστο απαιτούμενο ($h_{c,min}$) για $\ell_{b,min}=0.3\ell_b$ (ή $0.6\ell_b$), από τον Πίνακα 2.9α (ή 2.9b). Εφόσον $h_c > h_{c,min}$ το $\ell_{b,tot}^A$ αυξάνει ως εξής: $\ell_{b,tot}^A = \ell_{b,tot}^A + 0.30 \Delta h_c$ όπου $\Delta h_c = h_c - h_{c,min}$
- Λαμβάνεται υπόψη ο περιορισμός $\ell_{b,min} \geq 10\varnothing_L$
- Κόμβοι με επαρκή εγκάρσια πίεση (Ε.Ε.Π.: $\ell_{b,p} = \ell_b/1.4$) θεωρούνται:
 - Κόμβοι με τρεις (3) τουλάχιστον συντρέχουσες δοκούς
 - Κόμβοι με επαρκή περίσφιξη (ΕΚΟΣ 18.4.4.2)
- $n' = \begin{cases} n & \text{για δοκούς χωρίς Ε.Ε.Π.} \\ n/1.4 & \text{για δοκούς με Ε.Ε.Π.} \end{cases}$ (n: Πίνακας 2.8, Π.Σ. II)
- Θεωρήθηκε: Περιβάλλον μέτρια διαβρωτικό, $\varnothing_w = 8\text{mm}$, $D_B = 20\varnothing_L$
- Για τις τιμές της επικάλυψης ($c_{w,nom}$ και $c_{L,nom}$) βλ. §2.2.

Πίνακας 2.11α Ελάχιστο απαιτούμενο ύψος δοκού $h_{b,min}$ επαρκές για το κατακόρυφο σκέλος καμπύλης αγκύρωσης διαμήκων ράβδων άνω⁽¹⁾ πέλματος δοκού σε κόμβο περιμέτρου (θεώρηση $\ell_{b,min}=0.3\ell_b$)

Οπλισμοί δοκού S500: $\varnothing_L$			12	14	16	18	20	22	25	28	32
Σκ/μα	ΕΕΠ	n' ($\ell_b=n'\cdot\varnothing_L$)	Ελάχιστο ύψος δοκού επαρκές για την αγκύρωση των ράβδων άνω πέλματος σε ακραίο κόμβο $h_{b,min}$ (mm)								
C16/20	Ναι	57	424	488	553	617	682	746	844	944	1077
	Όχι	80	558	645	732	818	905	992	1124	1257	1434
C20/25	Ναι	49	378	435	492	548	605	662	749	837	954
	Όχι	69	493	569	645	721	797	873	989	1106	1262
C25/30	Ναι	41	332	382	431	480	529	578	653	730	832
	Όχι	58	429	494	559	624	689	755	854	955	1089
C30/37	Ναι	37	298	351	396	441	486	530	599	670	763
	Όχι	52	394	453	512	571	631	690	781	873	995
C35/45	Ναι	34	268	325	366	407	448	489	553	617	703
	Όχι	47	364	418	473	527	582	636	719	804	917
C40/50	Ναι	29	232	285	320	356	391	426	481	537	612
	Όχι	41	329	377	426	474	523	571	646	722	823
C45/55	Ναι	27	214	264	296	329	361	393	444	495	564
	Όχι	38	305	357	402	448	493	539	609	681	776
C50/60	Ναι	26	202	250	280	311	341	371	419	467	532
	Όχι	36	288	343	387	430	474	517	585	653	744



$$h_{b,min} = \ell_1 + \ell_{b,v}^A$$

$$\ell_1 = \max \begin{cases} c_{w,nom} + \varnothing_w + \varnothing_L / 2 \\ c_{L,nom} + \varnothing_L / 2 \end{cases}$$

$$\ell_2 = 5\varnothing_L$$

⁽¹⁾ Η αγκύρωση ράβδων άνω πέλματος είναι καθοριστική καθώς απαιτεί μεγαλύτερο σκέλος ($\ell_{b,v}^A > \ell_{b,v}^K$) από ράβδους ίσης διαμέτρου στο κάτω πέλμα

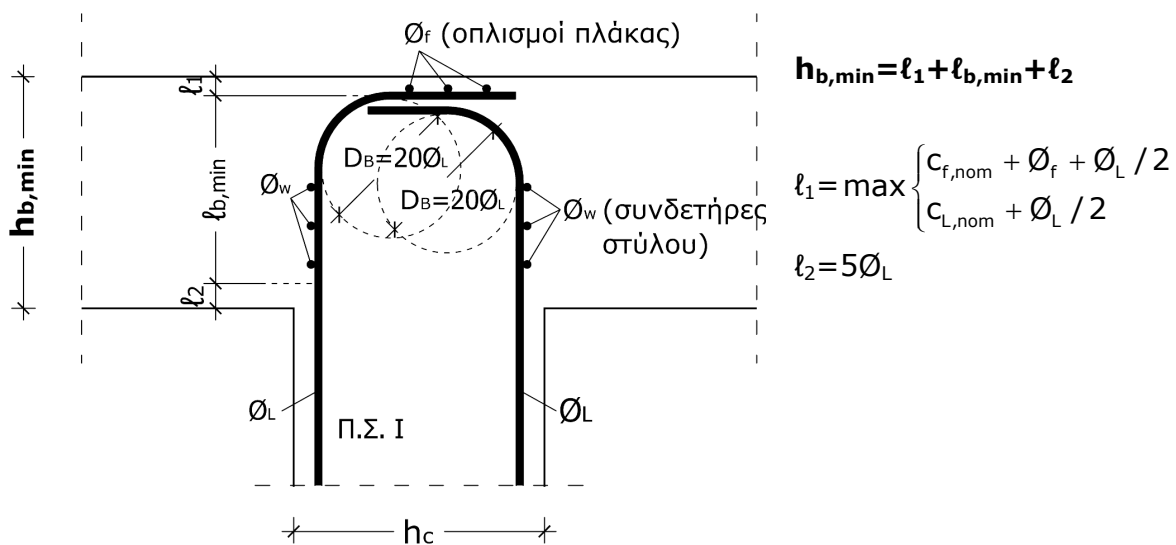
Πίνακας 2.11b Συνολικό απαιτούμενο μήκος καμπύλης αγκύρωσης διαμήκων ράβδων άνω πέλματος δοκού σε κόμβο περιμέτρου (θεώρηση $\ell_{b,min}=0.6\ell_b$)

Οπλισμοί δοκού S500: $\varnothing_L$			12	14	16	18	20	22	25	28	32
Σκ/μα	ΕΕΠ	n' ($\ell_b=n'\cdot\varnothing_L$)	Ελάχιστο ύψος δοκού επαρκές για την αγκύρωση των ράβδων άνω πέλματος σε ακραίο κόμβο $h_{b,min}$ (mm)								
C16/20	Ναι	57	280	321	361	402	442	483	545	609	694
	Όχι	80	357	410	463	516	569	622	704	786	897
C20/25	Ναι	49	255	291	327	363	399	436	492	549	625
	Όχι	69	320	367	413	460	507	554	627	700	798
C25/30	Ναι	41	229	261	293	325	357	388	438	489	557
	Όχι	58	283	323	364	405	446	487	550	614	699
C30/37	Ναι	37	213	243	272	301	330	359	405	452	514
	Όχι	52	262	300	337	375	412	450	508	567	646
C35/45	Ναι	34	198	225	252	279	305	332	374	417	475
	Όχι	47	246	280	315	350	384	419	473	528	601
C40/50	Ναι	29	188	213	237	262	287	312	352	392	446
	Όχι	41	226	257	288	319	351	382	431	481	547
C45/55	Ναι	27	180	203	227	251	274	298	335	374	425
	Όχι	38	215	245	275	304	334	363	410	457	520
C50/60	Ναι	26	173	195	218	240	263	285	321	357	406
	Όχι	36	209	237	266	294	323	351	396	441	502

- Θεωρήθηκε πλάτος στύλου ίσο με το ελάχιστο απαιτούμενο ($h_{c,min}$) για $\ell_{b,min}=0.3\ell_b$ (ή $0.6\ell_b$), από τον Πίνακα 2.9α (ή 2.9b). Εφόσον $h_c > h_{c,min}$ το $h_{b,min}$ μειώνεται ως εξής: $h_{b,min}=h_{c,min}-0.70\Delta h_c$ όπου $\Delta h_c=h_c-h_{c,min}$
- Λαμβάνεται υπόψη ο περιορισμός $\ell_{b,min}\geq 10\varnothing_L$
- Κόμβοι με επαρκή εγκάρσια πίεση (Ε.Ε.Π.: $\ell_{b,p}=\ell_b/1.4$) θεωρούνται:
 - Κόμβοι με τρεις (3) τουλάχιστον συντρέχουσες δοκούς
 - Κόμβοι με επαρκή περίσφιξη (ΕΚΟΣ 18.4.4.2)
- $n'=\begin{cases} n & \text{για δοκούς χωρίς Ε.Ε.Π.} \\ n/1.4 & \text{για δοκούς με Ε.Ε.Π.} \end{cases}$ (n: Πίνακας 2.8, Π.Σ. II)
- Θεωρήθηκε: Περιβάλλον μέτρια διαβρωτικό, $\varnothing_w=8\text{mm}$, $D_B=20\varnothing_L$
- Για τις τιμές της επικάλυψης ($c_{w,nom}$ και $c_{L,nom}$) βλ. §2.2.

Πίνακας 2.12α Ελάχιστο ύψος δοκού δώματος λόγω απαίτησης ελάχιστου κατακόρυφου σκέλους αγκύρωσης οπλισμών στύλου (θεώρηση $\ell_{b,min}=0.3\ell_b$)

Οπλισμοί στύλου S500: $\varnothing_L$			14	16	18	20	22	25	28	32
Σκ/μα	ΕΕΠ	n' ($\ell_b=n'\cdot\varnothing_L$)	Ελάχιστο ύψος δοκού δώματος $h_{b,min}$ (mm)							
C16/20	Ναι	57	280	315	350	385	422	478	533	607
	Όχι	80	347	392	436	481	528	598	667	761
C20/25	Ναι	49	255	286	318	349	382	433	483	549
	Όχι	69	314	353	393	433	475	538	600	684
C25/30	Ναι	41	252	283	314	345	378	428	477	543
	Όχι	58	280	315	350	385	422	478	533	607
C30/37	Ναι	37	252	283	314	345	378	428	477	543
	Όχι	52	263	296	328	361	396	448	499	569
C35/45	Ναι	34	252	283	314	345	378	428	477	543
	Όχι	47	252	283	314	345	378	428	477	543
C40/50	Ναι	29	252	283	314	345	378	428	477	543
	Όχι	41	252	283	314	345	378	428	477	543
C45/55	Ναι	27	252	283	314	345	378	428	477	543
	Όχι	38	252	283	314	345	378	428	477	543
C50/60	Ναι	26	252	283	314	345	378	428	477	543
	Όχι	36	252	283	314	345	378	428	477	543



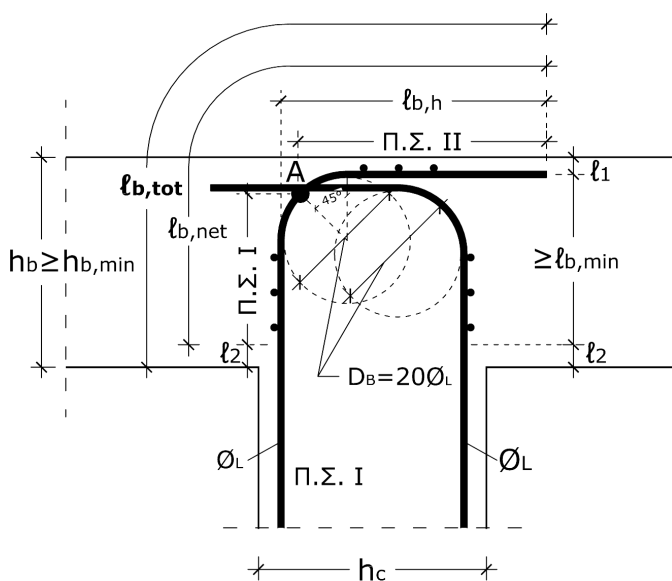
Πίνακας 2.12b Ελάχιστο ύψος δοκού δώματος λόγω απαίτησης ελάχιστου κατακόρυφου σκέλους αγκύρωσης οπλισμών στύλου (θεώρηση $l_{b,min}=0.6l_b$)

Οπλισμοί στύλου S500: $\varnothing_L$			14	16	18	20	22	25	28	32
Σκ/μα	ΕΕΠ	n' ($l_b=n'\cdot\varnothing_L$)	Ελάχιστο ύψος δοκού δώματος $h_{b,min}$ (mm)							
C16/20	Ναι	57	448	507	566	625	686	778	869	991
	Όχι	80	582	661	739	817	897	1018	1138	1298
C20/25	Ναι	49	398	449	501	553	607	688	768	876
	Όχι	69	515	584	652	721	792	898	1003	1145
C25/30	Ναι	41	356	401	447	493	541	613	684	780
	Όχι	58	448	507	566	625	686	778	869	991
C30/37	Ναι	37	330	373	415	457	501	568	634	722
	Όχι	52	414	469	523	577	633	718	802	914
C35/45	Ναι	34	314	353	393	433	475	538	600	684
	Όχι	47	389	440	490	541	594	673	751	857
C40/50	Ναι	29	288	325	361	397	435	493	550	626
	Όχι	41	356	401	447	493	541	613	684	780
C45/55	Ναι	27	272	305	339	373	409	463	516	588
	Όχι	38	339	382	426	469	514	583	651	741
C50/60	Ναι	26	263	296	328	361	396	448	499	569
	Όχι	36	322	363	404	445	488	553	617	703

- Το ύψος της δοκού ($h_{b,min}$) καθορίζεται από το κατακόρυφο σκέλος αγκύρωσης $l_{b,min}$ των ράβδων του στύλου (περιοχή συνάφειας I)
- Λαμβάνεται υπόψη ο περιορισμός $l_{b,min} \geq 10\varnothing_L$
- Κόμβοι με επαρκή εγκάρσια πίεση (Ε.Ε.Π.: $l_{b,p}=l_b/1.4$) θεωρούνται:
 - Κόμβοι με τρεις (3) τουλάχιστον συντρέχουσες δοκούς
 - Κόμβοι με επαρκή περίσφιξη (ΕΚΟΣ 18.4.4.2)
- $n' = \begin{cases} n & \text{για δοκούς χωρίς Ε.Ε.Π.} \\ n/1.4 & \text{για δοκούς με Ε.Ε.Π.} \end{cases}$ (n: Πίνακας 2.8, Π.Σ. II)
- Θεωρήθηκε: Περιβάλλον μέτρια διαβρωτικό, $\varnothing_f=10\text{mm}$, $D_B=20\varnothing_L$
- Για τις τιμές της επικάλυψης ($c_{f,nom}$ και $c_{L,nom}$) βλ. §2.2.

Πίνακας 2.13α Συνολικό απαιτούμενο μήκος καμπύλης αγκύρωσης διαμήκων ράβδων στύλου σε κόμβο δώματος (θεώρηση $\ell_{b,min}=0.3\ell_b$)

Οπλισμοί στύλου S500: $\varnothing_L$			14	16	18	20	22	25	28	32
Σκ/μα	ΕΕΠ	n' ($\ell_b=n'\cdot\varnothing_L$)	Συνολικό μήκος αγκύρωσης $\ell_{b,tot}$ (mm)							
C16/20	Ναι	57	812	928	1044	1160	1275	1448	1622	1853
	Όχι	80	1103	1261	1418	1576	1732	1968	2204	2519
C20/25	Ναι	49	713	815	916	1018	1119	1271	1423	1627
	Όχι	69	964	1101	1239	1376	1513	1719	1925	2200
C25/30	Ναι	41	604	690	776	863	948	1077	1206	1378
	Όχι	58	824	942	1059	1177	1294	1469	1646	1881
C30/37	Ναι	37	544	622	699	777	854	969	1086	1241
	Όχι	52	747	854	961	1067	1173	1332	1492	1705
C35/45	Ναι	34	494	565	635	705	775	880	986	1127
	Όχι	47	682	779	877	974	1070	1216	1362	1556
C40/50	Ναι	29	434	496	558	620	681	773	866	989
	Όχι	41	598	683	769	854	938	1066	1194	1364
C45/55	Ναι	27	404	462	519	577	634	719	806	921
	Όχι	38	556	635	715	794	872	991	1110	1268
C50/60	Ναι	26	384	439	494	548	602	684	766	875
	Όχι	36	528	603	679	754	828	941	1054	1204



$$\ell_{b,tot} = 5\varnothing_L + \ell'_{b,net} \quad \text{όπου}$$

$\ell'_{b,net}$: μικτό μήκος αγκύρωσης
(Π.Σ. II, Π.Σ I)

$$\ell_1 = \max \begin{cases} c_{f,nom} + \varnothing_f + \varnothing_L / 2 \\ c_{L,nom} + \varnothing_L / 2 \end{cases}$$

$$\ell_2 = 5\varnothing_L$$

Πίνακας 2.13b Ελάχιστο ύψος δοκού δώματος λόγω απαίτησης ελάχιστου κατακόρυφου σκέλους αγκύρωσης οπλισμών στύλου (θεώρηση $l_{b,min}=0.6l_b$)

Οπλισμοί στύλου S500: $\varnothing_L$			14	16	18	20	22	25	28	32
Σκ/μα	ΕΕΠ	n' ($l_b=n'\cdot\varnothing_L$)	Συνολικό μήκος αγκύρωσης $l_{b,tot}$ (mm)							
C16/20	Ναι	57	740	846	951	1057	1162	1319	1478	1689
	Όχι	80	1003	1146	1289	1432	1574	1788	2003	2289
C20/25	Ναι	49	652	745	838	931	1023	1162	1301	1487
	Όχι	69	877	1003	1128	1253	1377	1564	1752	2002
C25/30	Ναι	41	560	640	719	799	878	997	1117	1277
	Όχι	58	752	859	967	1074	1180	1341	1502	1716
C30/37	Ναι	37	511	583	656	729	801	909	1019	1164
	Όχι	52	683	780	877	975	1071	1217	1363	1557
C35/45	Ναι	34	468	534	601	668	733	833	933	1066
	Όχι	47	623	712	801	890	978	1111	1244	1422
C40/50	Ναι	29	419	478	538	597	656	745	835	954
	Όχι	41	554	633	712	791	869	987	1105	1263
C45/55	Ναι	27	396	452	508	565	620	704	789	902
	Όχι	38	519	593	667	741	814	924	1035	1183
C50/60	Ναι	26	379	433	487	541	595	675	756	864
	Όχι	36	498	569	640	711	781	887	994	1136

- Θεωρήθηκε ύψος δοκού ίσο με το ελάχιστο απαιτούμενο ($h_{b,min}$) για $l_{b,min}=0.3l_b$ (ή $0.6l_b$), από τον Πίνακα 2.12a (ή 2.12b). Εφόσον $h_b > h_{b,min}$ το $l_{b,tot}$ μειώνεται ως εξής: $l_{b,tot}=l_{b,tot}-0.43\Delta h_b$ όπου $\Delta h_b=h_b-h_{b,min}$
 - Λαμβάνεται υπόψη ο περιορισμός $l_{b,min}\geq 10\varnothing_L$
 - Κόμβοι με επαρκή εγκάρσια πίεση (Ε.Ε.Π.: $l_{b,p}=l_b/1.4$) θεωρούνται:
 - Κόμβοι με τρεις (3) τουλάχιστον συντρέχουσες δοκούς
 - Κόμβοι με επαρκή περίσφιξη (ΕΚΟΣ 18.4.4.2)
 - $n'=\begin{cases} n & \text{για δοκούς χωρίς Ε.Ε.Π.} \\ n/1.4 & \text{για δοκούς με Ε.Ε.Π.} \end{cases}$ (n: Πίνακας 2.8, Π.Σ. II)
- Θεωρήθηκε: Περιβάλλον μέτρια διαβρωτικό, $\varnothing_f=10\text{mm}$, $D_B=20\varnothing_L$
- Για τις τιμές της επικάλυψης ($c_{f,nom}$ και $c_{L,nom}$) βλ. §2.2.

2.6 ΕΝΩΣΗ ΟΠΛΙΣΜΩΝ [ΕΚΟΣ 17.7]

2.6.1 Είδη ενώσεων

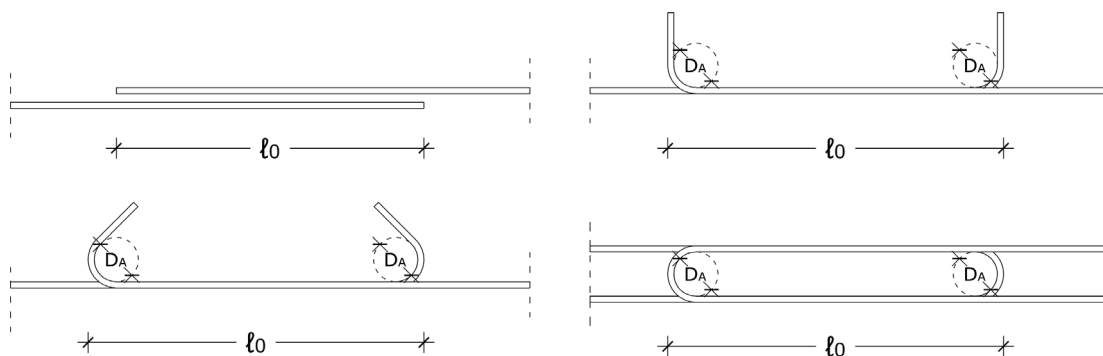
Ανάγκη επιμήκυνσης των οπλισμών προκύπτει όταν το απαιτούμενο μήκος των ράβδων ξεπερνά το σύνθητες μήκος παραγωγής ευθύγραμμων ράβδων (14m)

Διάκριση είδους ένωσης

- Έμμεση ένωση με υπερκάλυψη ράβδων (μάτιση)
- Άμεση ένωση με συγκόλληση
- Άμεση ένωση με μηχανικά μέσα

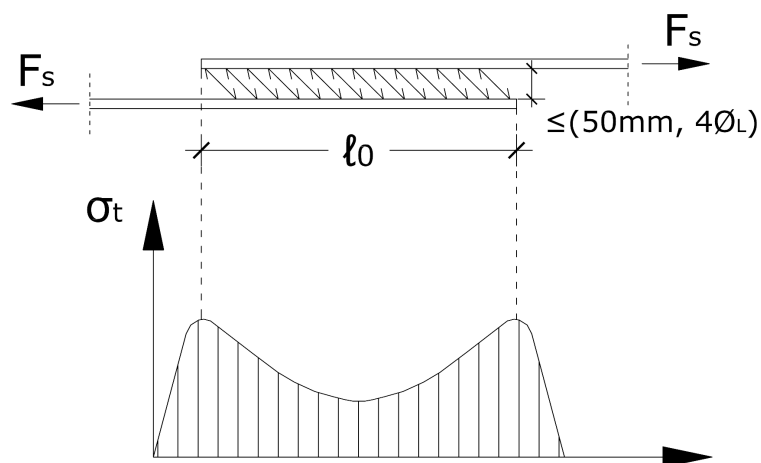
2.6.2 Ενώσεις με υπερκάλυψη

- Διαμόρφωση άκρων ράβδων: Άγκιστρα ή αναβολείς δε μειώνουν το απαιτούμενο μήκος παράθεσης (ℓ_0) ενώ απαγορεύονται για θλιβόμενες ράβδους καθώς υπάρχει κίνδυνος λυγισμού των άκρων των ράβδων.



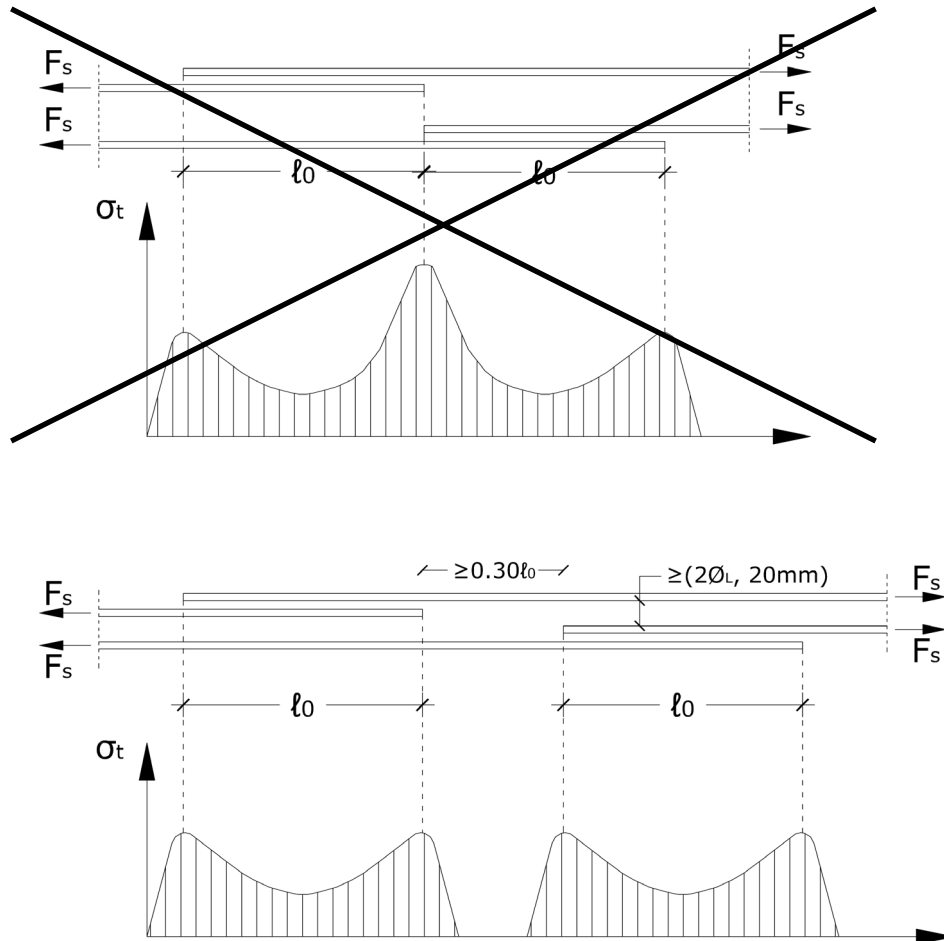
Σχήμα 2.11 Διαμόρφωση άκρων ράβδων

- Διάταξεις διαμόρφωσης ενώσεων με υπερκάλυψη
 - Απαιτείται εγκάρσιος οπλισμός στο μήκος ℓ_0 καθώς οι λοξές θλιβόμενες διαγώνιοι σκυροδέματος προκαλούν εγκάρσιες τάσεις διάρρηξης (Σχ. 2.12)



Σχήμα 2.12 Εγκάρσιες τάσεις διάρρηξης

- Απαιτείται $l_0 > l_{b,net}$ καθώς δεν ενεργοποιείται η συνάφεια σε όλη την περίμετρο των ράβδων
- Δεν επιτρέπεται η ένωση σε περιοχές υψηλής έντασης (μέσα ανοιγμάτων, κρίσιμες περιοχές)
- Απαιτείται απόσταση $\geq 0.3l_0$ μεταξύ γειτονικών θέσεων ένωσης (μετατόπιση) ώστε να μην επιπροστίθενται οι τάσεις διάρρηξης (σχ. 2.12)
- Διατάσσονται συμμετρικά στο πλάτος της διατομής



Σχήμα 2.13 Μετατόπιση ενώσεων

Πίνακας 2.14 Ποσοστά εφελκούμενων ράβδων που ενώνονται σε μία θέση

Θέση ράβδων	Τύπος ράβδων		Ποσοστά ένωσης
Κύριοι οπλισμοί	Ράβδοι με νευρώσεις	Μία στρώση	έως 100%
		Πολλές στρώσεις	$\leq 50\%$ όλων
	Λείες ράβδοι		33% κάθε στρώσης
Διανομές	Ανεξαρτήτως τύπου		έως 100%

- Θλιβόμενες ράβδοι: έως 100% σε κάθε περίπτωση

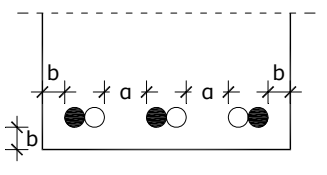
- Μήκος υπερκάλυψης ράβδων
 - Θλιβόμενες ράβδοι: $\ell_0 \geq \ell_{b,net}$
 - Εφελκυσόμενες ράβδοι

$$\ell_0 = a_1 \cdot \ell_{b,net} \geq \ell_{0,min} \quad \text{όπου}$$

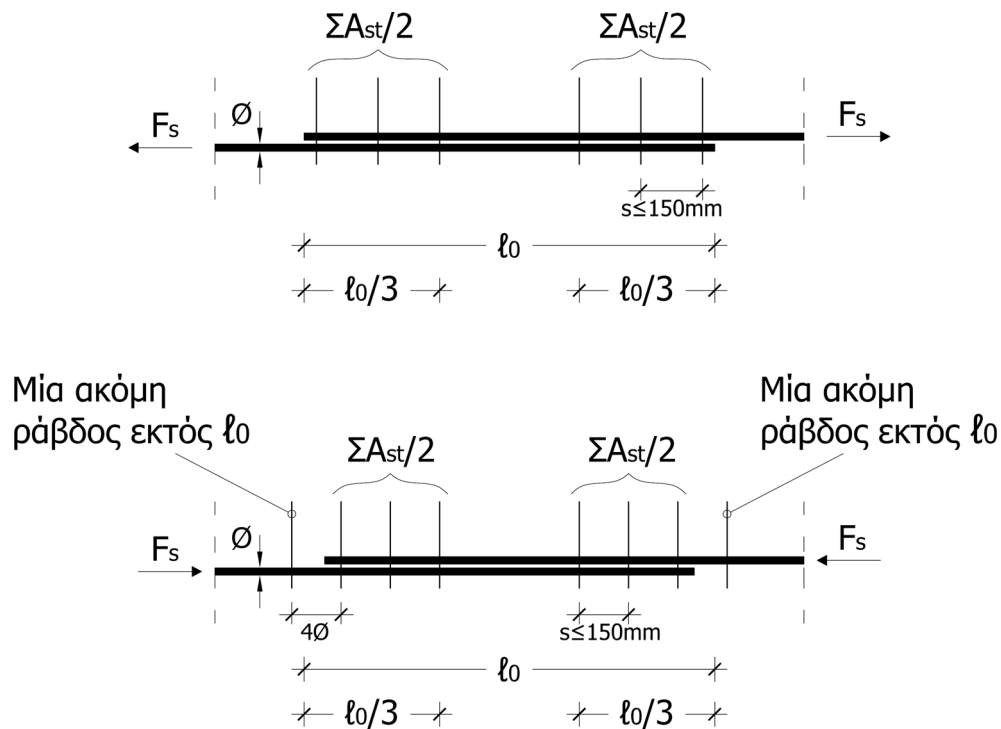
a_1 : συντελεστής κατά τον πίνακα 2.15

$$\ell_{0,min} = \max(0.3a \cdot a_1 \cdot \ell_b, 15\emptyset, 200\text{mm}) \quad (a: \text{πίνακας 2.7})$$

Πίνακας 2.15 Συντελεστής μήκους υπερκάλυψης a_1 [ΕΚΟΣ Πίν.17.5]

	Κύριοι οπλισμοί					Διανομές
	Ποσοστό ένωσης επί του συνόλου των ράβδων					
	20%	25%	33%	50%	>50%	Έως 100%
$a \leq 10\emptyset$ είτε $b \leq 5\emptyset$	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	1.0
$a > 10\emptyset$ και $b > 5\emptyset$	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	

- Εγκάρσιος οπλισμός στην περιοχή υπερκάλυψης
Ο υπάρχων οπλισμός (συνδετήρες, διανομές) συνυπολογίζεται ως εγκάρσιος οπλισμός ένωσης και συνήθως είναι αρκετός



Σχήμα 2.14 Διάταξη εγκάρσιου οπλισμού στη θέση ένωσης

Πίνακας 2.16 Απαιτούμενη διατομή εγκάρσιου οπλισμού

Διάταξη ενώσεων	$\emptyset_L$ (mm)	Ποσοστό ένωσης	Διατομή εγκάρσιου οπλισμού
Ευμενής		<16	έως 100%
		≥16	≤20%
		≥16	20-50‰
Δυσμενής		Τυχόντα	$\Sigma A_{st} \geq \Sigma A_{sl}$
Π.χ.: $\Sigma A_{sl}: 3\emptyset 20 = 9.43 \text{ cm}^2 \leq \Sigma A_{st}: 6 \text{ δίτμητοι } \emptyset 10 \text{ ή } 10 \text{ δίτμητοι } \emptyset 8$			

2.6.3 Αναμονές υποστυλωμάτων [ΕΚΟΣ 18.4.7]

$$\ell_0 \geq \max(a_1 \cdot \ell_{b, \emptyset_{L,o}}, \ell_{b, \emptyset_{L,u}})$$

- Στύλοι Μ.Α.Α.Π.: $a_1 = 1.4$

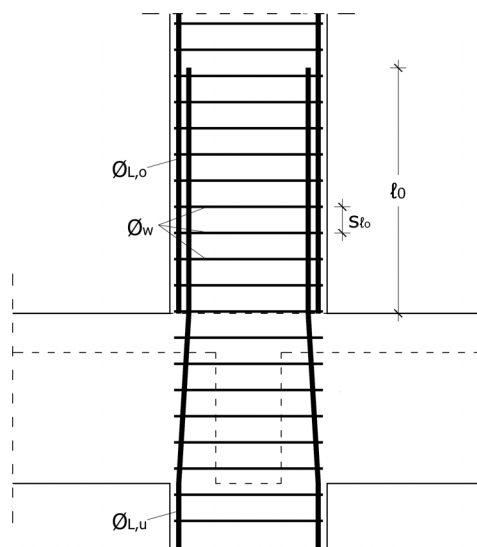
$$s_{\ell_0} \leq \begin{cases} 100 \text{ mm} \\ 4\emptyset_{L, \min} \end{cases}$$

- $\emptyset_w \geq \begin{cases} 8 \text{ mm} \\ \emptyset_{L, \max} / 3 \end{cases}$ Επαρκής περίσφιξη: $\ell_{b,p} = \ell_b / 1.4$

- Στύλοι Χ.Α.Α.Π.: $a_1 = 1.0$

$$s_{\ell_0} \leq 6\emptyset_{L, \min}$$

- $\emptyset_w \geq \begin{cases} 6 \text{ mm} \\ \emptyset_{L, \max} / 4 \end{cases}$ Μη επαρκής περίσφιξη: $\ell_b \rightarrow$ Πίνακας 2.8



Σχήμα 2.15 Αναμονές υποστυλωμάτων

Πίνακας 2.17 Μήκος αναμονών στύλων με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (Μ.Α.Α.Π.)

Οπλισμοί στύλου S500: $\varnothing_{L,0}$		14	16	18	20	22	25	28	32
Σκυρόδεμα	n' ($\ell_b = n' \cdot \varnothing_{L,0}$)	Μήκος αναμονών στύλων: $\ell_0 = 1.4 \cdot \ell_{b,\varnothing_{L,0}}$ (mm)							
C16/20	40	784	896	1008	1120	1232	1400	1568	1792
C20/25	34	666	762	857	952	1047	1190	1333	1523
C25/30	29	568	650	731	812	893	1015	1137	1299
C30/37	26	510	582	655	728	801	910	1019	1165
C35/45	23	451	515	580	644	708	805	902	1030
C40/50	21	412	470	529	588	647	735	823	941
C45/55	19	372	426	479	532	585	665	745	851
C50/60	18	353	403	454	504	554	630	706	806

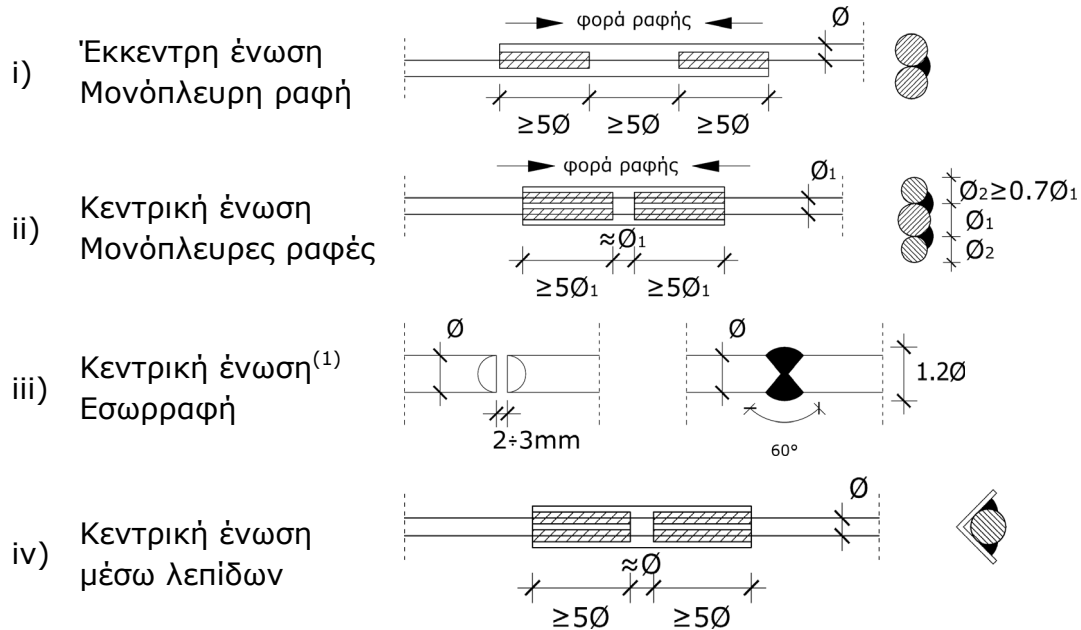
- Το μήκος αναμονής προκύπτει δυσμενέστερο από τη σχέση $\ell_0 = 1.4 \cdot \ell_{b,\varnothing_{L,0}}$, ακόμη και για σημαντική διαφορά διαμέτρων διαμήκων ράβδων ($\varnothing_{L,0} \geq \varnothing_{L,u}/1.4$) μεταξύ των ορόφων: $\ell_b = n' \cdot \varnothing_{L,0}$ όπου $n' = n/1.4$ (Π.Σ. Ι)
- Οι κανονιστικές διατάξεις δεν παρέχουν καμία άλλη δυνατότητα περιορισμού του ℓ_0 , πλην της συγκόλλησης.

2.6.4 Ένωση οπλισμών με συγκόλληση

- Εφαρμόζεται συνήθως σε περίπτωση αναμονών ανεπαρκούς μήκους (εναλλακτικά εμφυτεύονται νέες ράβδοι με ρητίνη ή ειδικά κονιάματα)
- Επιτρέπεται συγκόλληση όλων των ράβδων σε μία θέση
- Συνιστάται η θεώρηση του 80% της αντοχής των ράβδων
- Δεν απαιτείται ιδιαίτερος εγκάρσιος οπλισμός
- Χαρακτηριστικά ηλεκτροδίων: Ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των ράβδων και επένδυση βασική ή όξινη (ρουτιλίου).
π.χ. ηλεκτρόδια τύπου E51/55 B10 κατά DIN 1913
- Διάμετρος ηλεκτροδίων

Ράβδοι $\varnothing_L$ (mm)	5÷10	12÷14	16÷20	22÷32
Ηλεκ/δια $\varnothing_{el}$ (mm)	2	2.5	3.25	4÷5

- Προσοχή: Οι ραφές έχουν μειωμένη πλαστιμότητα. Απαιτείται εξειδικευμένο προσωπικό.
- Διαμόρφωση ένωσης με συγκόλληση



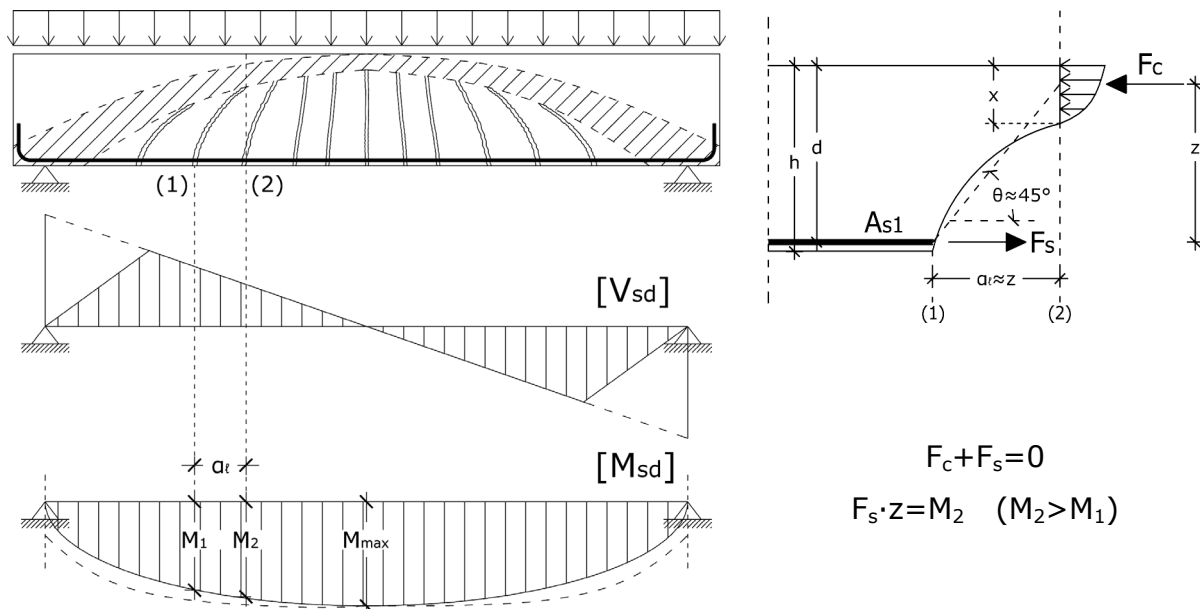
Σχήμα 2.16 Τύποι ενώσεων με συγκόλληση

⁽¹⁾ Δυσκολίες εργοταξιακής εφαρμογής. Επιτρέπεται για ράβδους $\varnothing \geq 20\text{mm}$

2.7 ΔΙΑΤΑΞΗ ΔΙΑΜΗΚΩΝ ΟΠΛΙΣΜΩΝ ΡΗΓΜΑΤΩΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ [ΕΚΟΣ 11.2.4, 17.8]

2.7.1 Κανόνας μετατόπισης περιβάλλουσας ροπών

- Υπολογισμός διαμήκους οπλισμού ρηγματωμένης δοκού



Σχήμα 2.17 Διαστασιολόγηση ρηγματωμένης δοκού

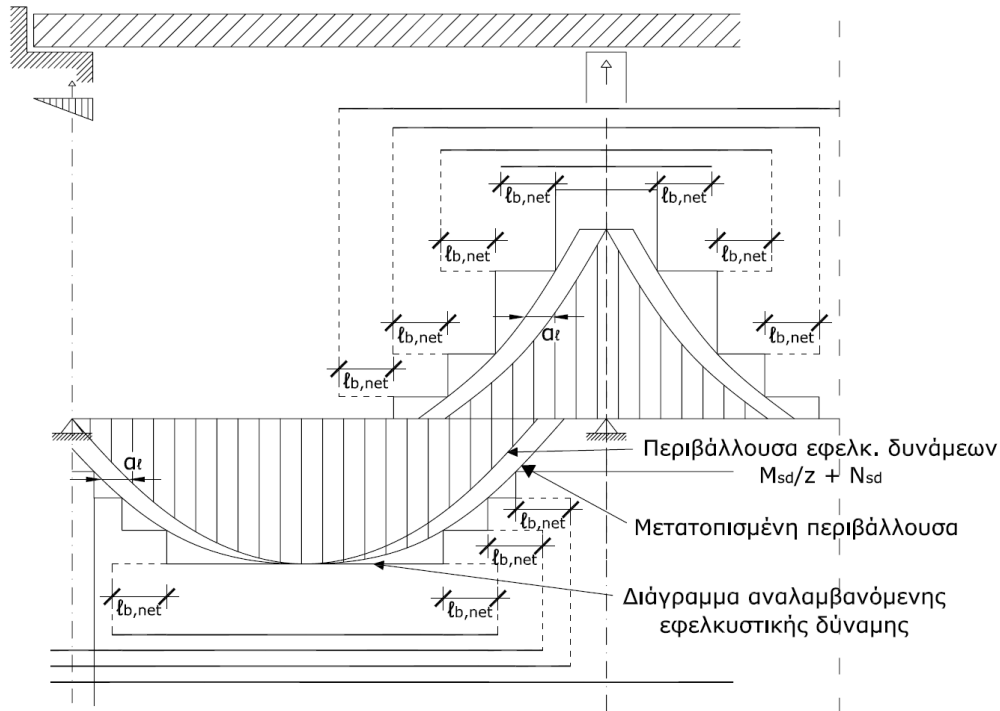
- Είναι φανερό ότι για την εξασφάλιση της ισορροπίας ο απαιτούμενος οπλισμός στη θέση έναρξης της ρωγμής (1) πρέπει να υπολογιστεί για την καμπτική ροπή στη διατομή (2) όπου περατούται η ροπή
- Συνεπώς απαιτείται μετάθεση του διαγράμματος ροπών κατά το μήκος $a_t \approx z$. Προφανώς στη θέση μέγιστης ροπής (M_{max} : κατακόρυφες ρωγμές) δεν απαιτείται μετάθεση
- Περιβάλλουσα ροπών, περιβάλλουσα αντοχής, αναπτύγματα οπλισμών.
 - Απαιτείται μεταβλητό μήκος μετάθεσης: $a_t = z(1 - \cot \alpha)/2$, όπου α η γωνία των συνδετήρων με τον άξονα της δοκού.
 - Επιτρέπεται απλουστευτικά σταθερό μήκος μετάθεσης $a_t = 0.9d/2$ ⁽¹⁾

Παρατήρηση: Η κλιμάκωση των οπλισμών, όπως και η κάμψη ράβδων από τα ανοίγματα προς τις στηρίξεις, εξοικονομεί χάλυβα, αλλά απαιτεί περισσότερο χρόνο μελέτης και κυρίως διαμόρφωσης και τοποθέτησης των ράβδων. Καθώς όμως σήμερα η οικονομία στην κατασκευή επιτυγχάνεται με περιορισμό των

⁽¹⁾ Στην παράγραφο 11.2.4 του ΕΚΟΣ αναφέρεται εκ παραδρομής: $a_t = 0.9d$

εργατικών και όχι των υλικών, η λεπτομερής κλιμάκωση ή κάμψη των οπλισμών εφαρμόζεται σε εξαιρετικές περιπτώσεις όπως:

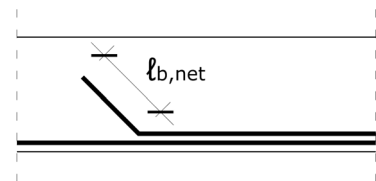
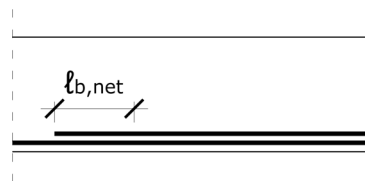
- Δοκοί με μεγάλα ανοίγματα.
- Προκατασκευή με μεγάλο πλήθος όμοιων δομικών στοιχείων.
- Σημειώνεται ότι η κάμψη ράβδων (λοξές ράβδοι) δεν απαγορεύεται ακόμη και σε δοκούς με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (Μ.Α.Α.Π.)



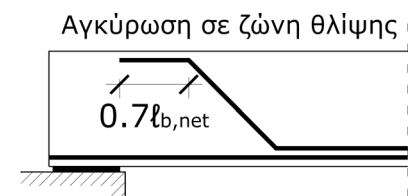
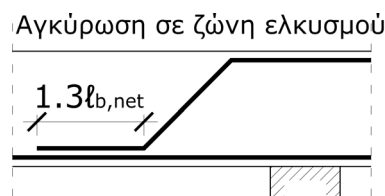
Σχήμα 2.18 Κλιμάκωση διαμήκους οπλισμού

2.7.2 Αγκύρωση διαμήκων ράβδων εκτός στηρίξεων [ΕΚΟΣ 17.8.3]

- Ράβδοι που δεν χρησιμοποιούνται ως οπλισμοί διάτμησης



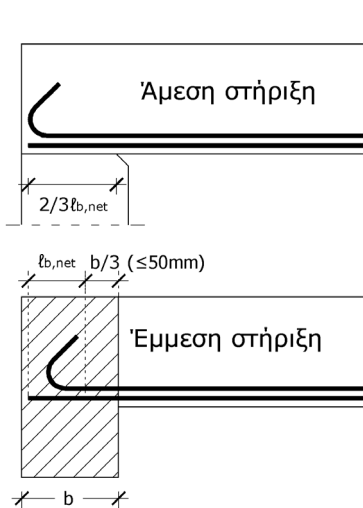
- Ράβδοι που κάμπτονται και χρησιμοποιούνται ως οπλισμοί διάτμησης



Σχήμα 2.19 Αγκύρωση διαμήκων ράβδων εκτός στηρίξεων

2.7.3 Αγκυρώσεις σε ακραίες στηρίξεις [ΕΚΟΣ 17.8.4]

- Πλάκες και δοκοί χωρίς αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (Χ.Α.Α.Π.)



- Ποσοστό του οπλισμού ανοίγματος που πρέπει να προεκτείνεται στις στηρίξεις:

Πλάκες χωρίς οπλισμό διάτμησης: 50%

Πλάκες με οπλισμό διάτμησης: 25%

Δοκοί: 25%

- Η αγκύρωση να αναλαμβάνει εφελκυστική δύναμη F_t

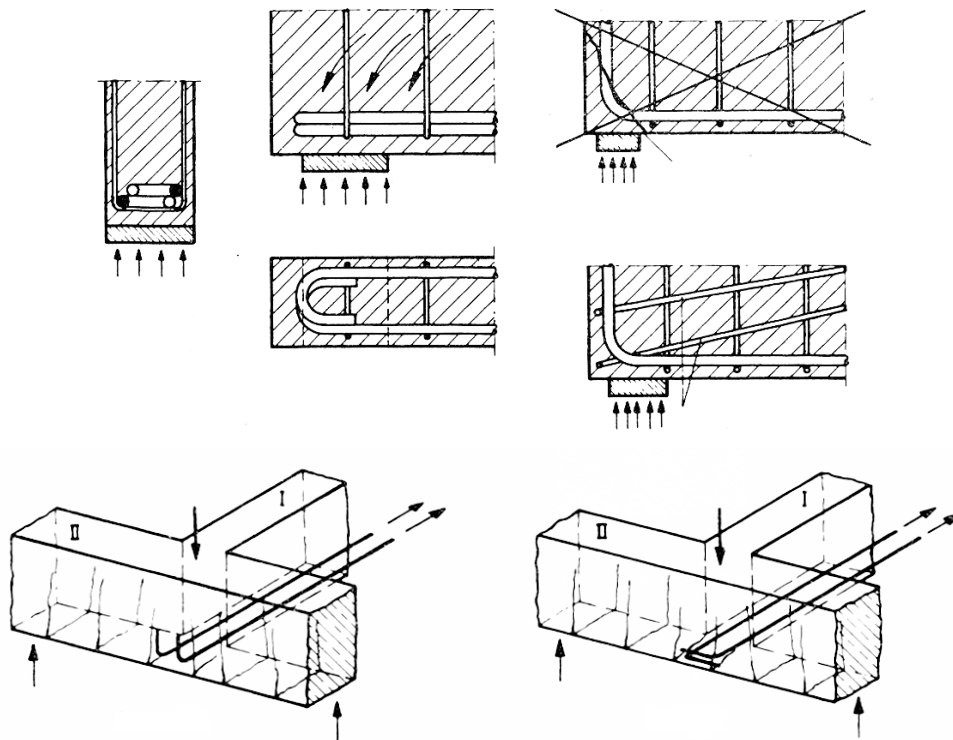
$$F_t = V_{sd} \cdot \frac{a_\ell}{z}$$

Σχήμα 2.20 Αγκυρώσεις σε ακραίες στηρίξεις δοκών Χ.Α.Α.Π.

- Δοκοί με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (Μ.Α.Α.Π.)

Βλέπε σχήμα 2.10 και ΕΚΟΣ 18.3.5

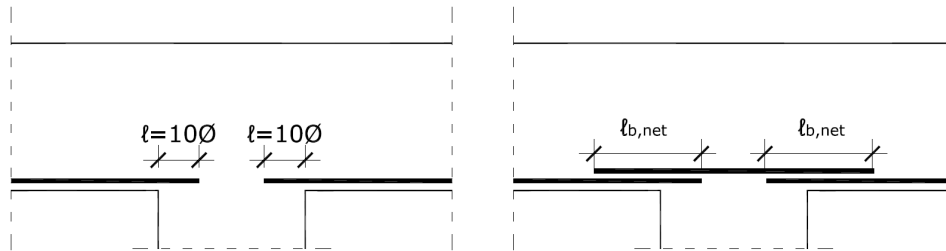
- Χαρακτηριστικές περιπτώσεις αγκύρωσης ράβδων



Σχήμα 2.21 Χαρακτηριστικές διαμορφώσεις αγκυρώσεων (Leonhardt [7])

2.7.4 Αγκυρώσεις σε ενδιάμεσες στηρίξεις [ΕΚΟΣ 17.8.5]

- Πλάκες και δοκοί χωρίς αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (Χ.Α.Α.Π.)



Θεωρείται επαρκές

Συνιστάται⁽¹⁾

Σχήμα 2.22 Αγκυρώσεις σε μεσαίες στηρίξεις πλακών ή δοκών Χ.Α.Α.Π.

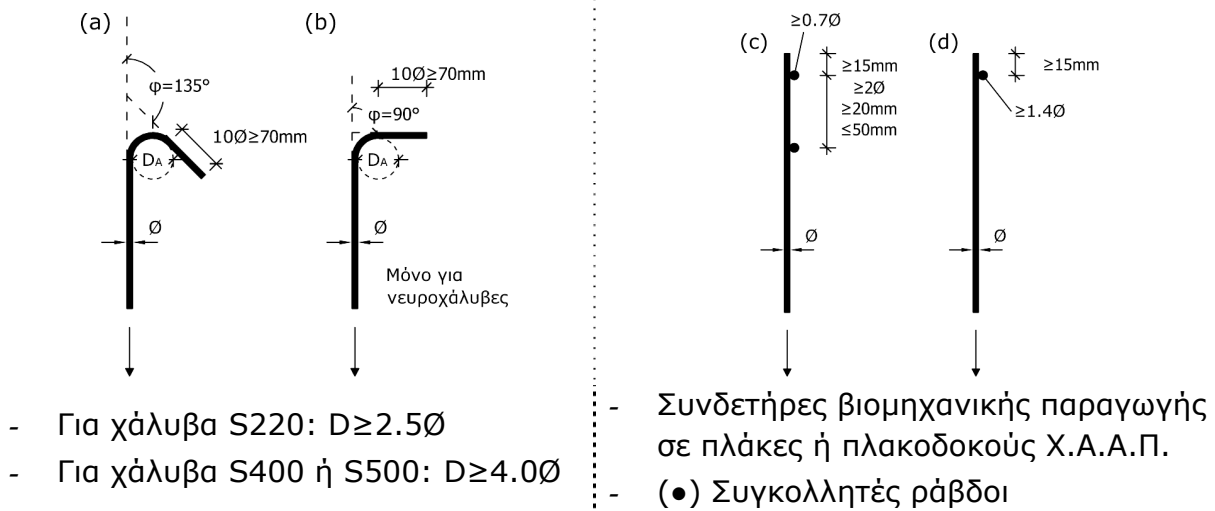
- Δοκοί με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (Μ.Α.Α.Π.)

Βλέπε σχήμα 2.10 και ΕΚΟΣ 18.3.5

⁽¹⁾ Η επιπλέον ράβδος εξασφαλίζει τη δυνατότητα παραλαβής τυχαματικής ροπής (υποχώρηση στήριξης, έκρηξη, πυρκαγιά)

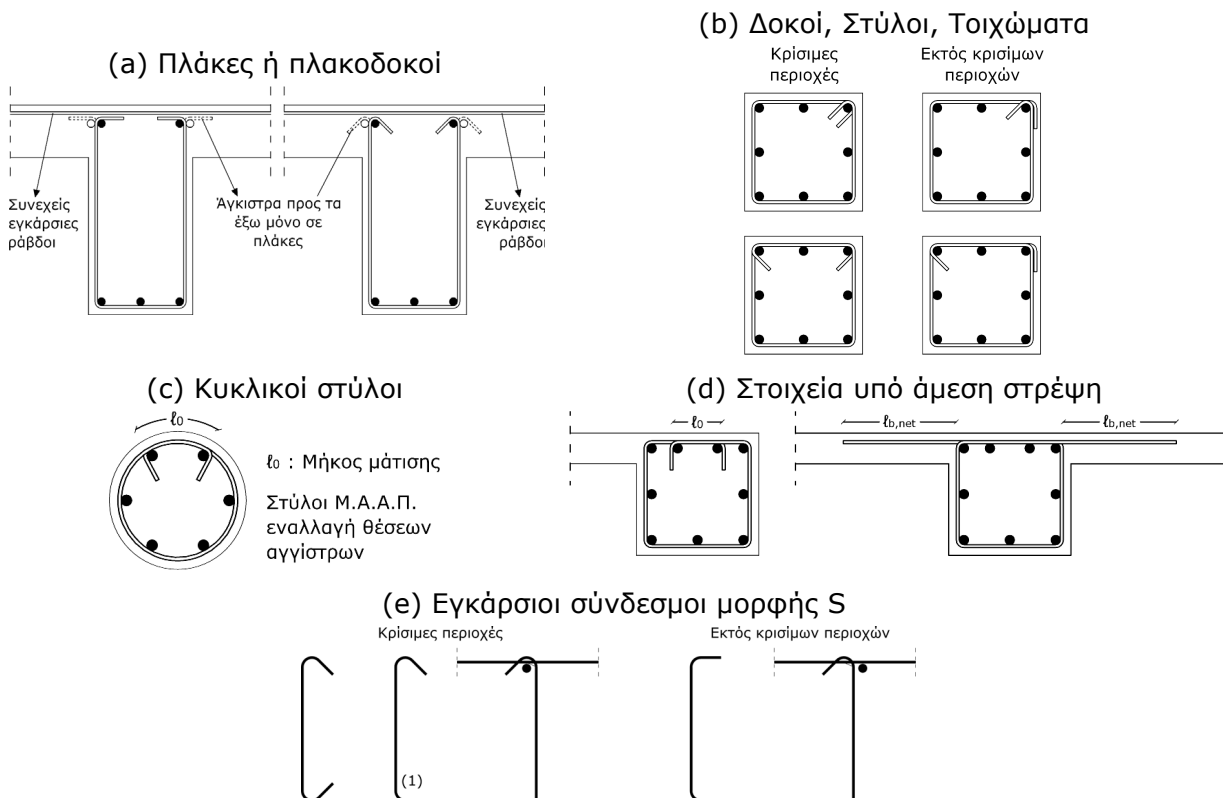
2.8 ΑΓΚΥΡΩΣΗ ΟΠΛΙΣΜΩΝ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ [ΕΚΟΣ 17.9]

2.8.1 Αγκύρωση άκρων των συνδετήρων [ΕΚΟΣ 17.9.1]



Σχήμα 2.23 Διαμόρφωση αγκυρώσεων άκρων συνδετήρων

2.8.2 Διαμόρφωση συνδετήρων [ΕΚΟΣ 17.9.2, 3, 4]



Σχήμα 2.24 Διαμόρφωση συνδετήρων και συνδέσεων

(1) Επιτρέπεται με διάταξη των ορθογωνικών αγκίστρων σε διαφορετικές διαμήκειες ράβδους

2.9 ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΣΥΡΡΑΦΗΣ ΑΡΜΩΝ ΔΙΑΚΟΠΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗΣ [ΕΚΟΣ 17,11]

- Στις επιφάνειες των αρμών διακοπής σκυροδέτησης πρέπει να διατίθεται οπλισμός συρραφής ικανός να παραλάβει την δύναμη ολίσθησης (διατμητική ροή)
- Οι οπλισμοί συρραφής πρέπει να διανέμονται ομοιόμορφα κατά μήκος του αρμού, σχηματίζουν γωνία $\alpha=45^\circ \div 90^\circ$ με την επιφάνεια διακοπής σκυροδέτησης και αγκυρώνονται αμφίπλευρα.
- Υπάρχων εγκάρσιος οπλισμός επιτρέπεται να συνυπολογίζεται ως οπλισμός συρραφής
- Διαστασιολόγηση οπλισμών συρραφής

$$v_{sd} \leq \frac{A_s}{s} \cdot f_{yd} \cdot (1 + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha \quad \text{όπου:}$$

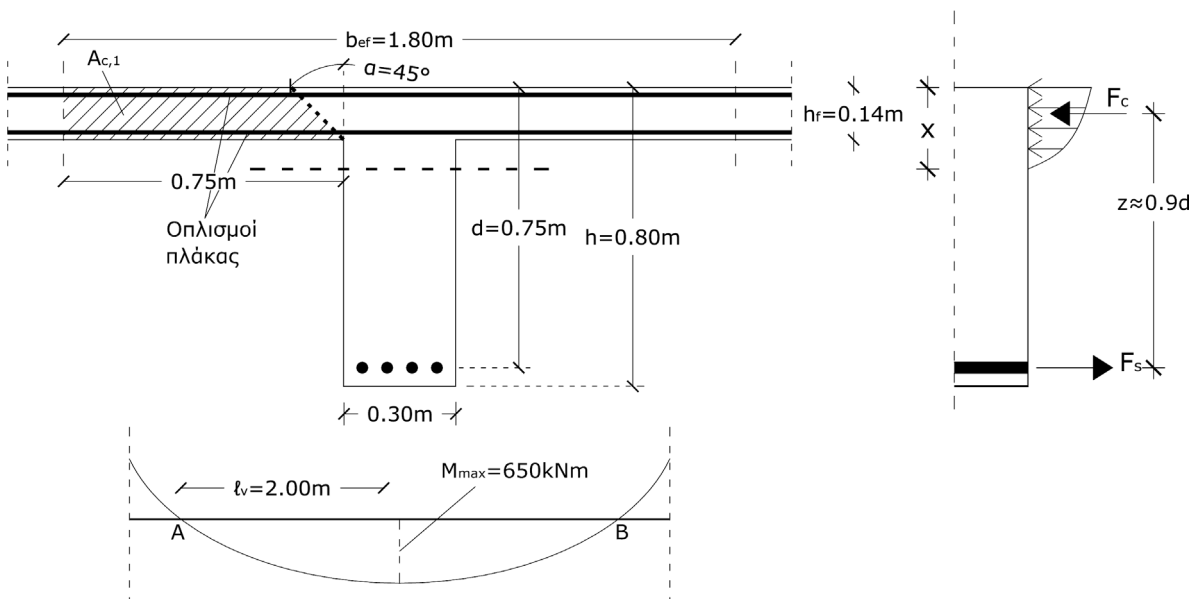
v_{sd} : Δύναμη ολίσθησης ανά μονάδα μήκους αρμού (διατμητική ροή)

A_s : Άθροισμα των διατομών των ράβδων συρραφής κατά μήκος του αρμού

s : Απόσταση μεταξύ διαδοχικών ράβδων συρραφής κατά μήκος του αρμού

α : Η γωνία μεταξύ των οπλισμών και της επιφάνειας του αρμού

Παράδειγμα: Οπλισμός συρραφής πελμάτων-κορμού πλακοδοκού (ράβδοι S500)
Τυπική τομή στο διάστημα AB



Σχήμα 2.25 Οπλισμός συρραφής αρμού διακοπής σκυροδέτησης

$$F_c = \frac{M_{\max}}{z} = 963 \text{ kN}$$

$$F_{c,1} \approx F_c \cdot \frac{A_{c,1}}{A_{c,\text{tot}}} = 963 \cdot \frac{0.75 \cdot 0.14}{1.80 \cdot 0.14} \approx 400 \text{ kN}$$

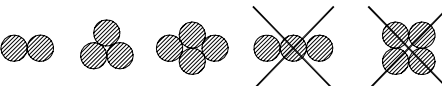
$$V_{sd} = F_{c,1} / \ell_v = 200 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned} \frac{A_{sd}}{s} &\geq \frac{V_{sd}}{f_{yd}(1 + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha} = \frac{200}{f_{yd}(1 + 1) \cdot 0.707} = \\ &= 3.25 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow 6\emptyset 8 / \text{m μήκους αρμού} \end{aligned}$$

Συνήθως αρκούν οι υφιστάμενοι οπλισμοί κάμψης της πλάκας

2.10 ΔΕΣΜΕΣ ΡΑΒΔΩΝ [ΕΚΟΣ 17.12]

- Επιτρέπονται μόνο για ράβδους με νευρώσεις της ίδιας ποιότητας χάλυβα και διαμέτρου $\varnothing \leq 28\text{mm}$
- Πλήθος ράβδων δέσμης $n \leq 3$. Επιτρέπεται $n=4$ μόνο για κατακόρυφες θλιβόμενες ράβδους ή σε περιοχές ενώσεων

- Επιτρεπόμενες διατάξεις: 

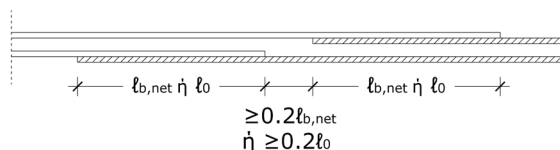
- Ισοδύναμη διάμετρος: $\varnothing_n = \varnothing \sqrt{n} \leq 55\text{mm}$

Πάχος επικάλυψης και αποστάσεις μετρώνται από την πραγματική εξωτερική περίμετρο της δέσμης

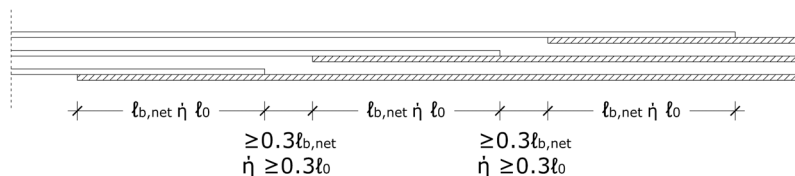
- Αγκυρώσεις ή ενώσεις γίνονται μόνο με ευθύγραμμα άκρα. Οι ράβδοι αγκυρώνονται ή υπερκαλύπτονται μία προς μία με κατάλληλη μετάθεση των θέσεων αγκύρωσης ή ένωσης. Σε καμία θέση της ένωσης δεν επιτρέπεται να υπάρχουν περισσότερες από 4 ράβδοι.

Αγκύρωση ή ένωση

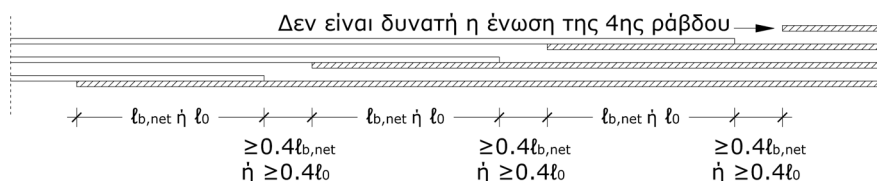
Δέσμης 2 ράβδων



Δέσμης 3 ράβδων



Δέσμης 4 ράβδων



Σχήμα 2.26 Αγκύρωση, ένωση ράβδων δέσμης⁽¹⁾

⁽¹⁾ Οι ράβδοι της δέσμης δεν σχεδιάζονται σε επαφή για λόγους ευκρίνειας

3 ΚΑΝΟΝΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

3.1 ΑΝΟΧΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ [ΕΚΟΣ 5.2]

- Ισχύουν μόνο για οικοδομικά έργα. Απαιτούνται ιδιαίτερες προδιαγραφές για μη οικοδομικά έργα
 ℓ : Ονομαστική τιμή διάστασης
 $\Delta\ell$: Επιτρεπόμενη ανοχή
- Διαστάσεις διατομών και στατικών υψών δομικών στοιχείων

$\ell \leq 150\text{mm}$:	$\Delta\ell = \pm 10\text{mm}$	} Γραμμική παρεμβολή
$\ell = 400\text{mm}$:	$\Delta\ell = \pm 20\text{mm}$	
$\ell \geq 2500\text{mm}$:	$\Delta\ell = \pm 30\text{mm}$	} Γραμμική παρεμβολή
- Μήκη πλακών ή δοκών, ύψος ορόφου κατακόρυφων στοιχείων
 $\Delta\ell = \pm 0.05\ell \leq \pm 250\text{mm}$
- Απόκλιση από την κατακόρυφο υποστυλωμάτων, τοιχωμάτων
 Γωνία απόκλισης σε ακτίνια: $\Delta\alpha \approx \text{tg}\Delta\alpha$
 Μεταξύ διαδοχικών ορόφων: $\Delta\alpha \leq 0.004^{(1)}$
 Στο συνολικό ύψος του κατακόρυφου στοιχείου: $\Delta\alpha \leq 0.004^{(2)}$
- Απόκλιση θέσεως συνισταμένης δυνάμεων προέντασης κατά το πλάτος ή το ύψος (ℓ) διατομής δοκού:

$\ell > 200\text{mm}$	Δέσμη τενόντων: $\Delta\ell = \pm 0.040\ell \leq \pm 30\text{mm}$
	Μεμονωμένοι τένοντες ή τμήματα δέσμης: $\Delta\ell = \pm 0.025\ell \leq \pm 20\text{mm}$
$\ell \leq 200\text{mm}$	Γενικά $\Delta\ell = \pm 0.025 \cdot \ell \leq \pm 10\text{mm}^{(3)}$
- Ανεκτή η υπέρβαση ανοχής σε 20% των δομικών στοιχείων
 Άλλως, απαιτείται συμπληρωματική μελέτη με θεώρηση μόνο των δυσμενών ανοχών. Συμπληρωματική μελέτη συνιστάται και σε περίπτωση έντονης ⁽⁴⁾ υπέρβασης ανοχών σε μεμονωμένο δομικό στοιχείο.

⁽¹⁾ Έστω ύψος ορόφου $h=3.00\text{m}$: Επιτρέπεται απόκλιση 12mm.

⁽²⁾ Κρίνεται ως υπερβολικό καθώς επιτρέπει την επανάληψη του μέγιστου σφάλματος εκτροπής σε όλους τους ορόφους.

⁽³⁾ Πιθανό σφάλμα: $\ell_{\max}=200\text{mm} \rightarrow \Delta\ell_{\max}=\pm 0.025 \cdot 200=\pm 5\text{mm}$ έναντι ορίου 10mm

⁽⁴⁾ Η ποσοτικοποίηση της «έντονης» υπέρβασης επαφίεται στην κρίση του μηχανικού

3.2 ΠΛΑΚΕΣ [ΕΚΟΣ 18.1, 18.2]

3.2.1 Πάχος πλακών

- Ελάχιστο πάχος (h_{min}) πλακών [ΕΚΟΣ 18.1.3]

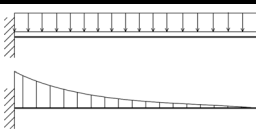
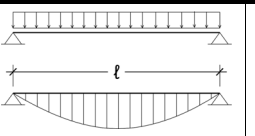
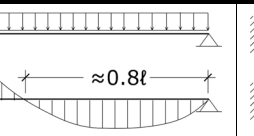
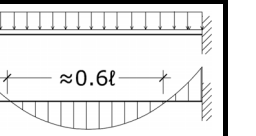
Χαρακτηρισμός	h_{min} (mm)
Γενικά	70
Κυκλοφορία επιβατικών αυτοκινήτων	100
Κυκλοφορία φορτηγών αυτοκινήτων	120
Κατ' εξαίρεση βατές	50

Συνήθως επιβάλλονται υψηλότερες τιμές από άλλους κανονισμούς ή διατάξεις (Γ.Ο.Κ., κανονισμός ηχομόνωσης, θερμομόνωσης, αεράμυνας κ.τ.λ.)

- Επιβάλλεται ο περιορισμός των βελών κάμψης (δ) υπό τον μακροχρόνιο συνδυασμό φόρτισης (γενικά $\delta \leq \ell/250$) [ΕΚΟΣ 16.1]. Τα βέλη κάμψης υπολογίζονται με θεώρηση ρηγματωμένης κατάστασης (στάδιο II) και συνεκτίμηση του ερπυσμού [ΕΚΟΣ 16.3]
- Ελάχιστο στατικό ύψος (d_{min}) για αποφυγή ελέγχου βελών κάμψης [ΕΚΟΣ 16.2]
Το d_{min} είναι συνάρτηση του ελάχιστου $\ell_{id,min}$ από τα ιδεατά μήκη ($\ell_{id,x}$, $\ell_{id,y}$) των διασταυρούμενων πλακολωρίδων

Τύπος πλάκας			d_{min} (m)
I	Χωρίς ευαίσθητα διαχωριστικά	Συμπαγείς πλάκες	$\geq \ell_{id,min}/30$
		Με διάκενα ή νευρώσεις	$\geq \ell_{id,min}/25$
II	Φέρει ευαίσθητα ⁽¹⁾ διαχωριστικά	Όλοι οι τύποι	$\geq (\ell_{id,min})^2/150$

Το ιδεατό μήκος ℓ_{id} ορίζεται ως η απόσταση μεταξύ του σημείου μηδενισμού των ροπών κάθε πλακολωρίδας ανοίγματος ℓ ($\ell_{id}=a \cdot \ell$). Οι τιμές του συντελεστή a ορίζονται ως εξής για χαρακτηριστικούς τύπους έδρασης της πλακολωρίδας:

Έδραση πλακολωρίδας				
a	2.4	1.0	0.8	0.6

⁽¹⁾ Ευαίσθητα διαχωριστικά (π.χ. υαλοστάσια, πλινθοδομές κ.τ.λ.): Εφόσον ληφθούν κατάλληλα κατασκευαστικά μέτρα (π.χ. ειδική περιμετρική έδραση υαλοπινάκων, οπλισμένα επιχρίσματα) εφαρμόζονται τα όρια της περίπτωσης (I)

3.2.2 Συμπαγείς πλάκες

- Οπλισμός κάμψης [ΕΚΟΣ 18.1.4]
 - Επιτρέπεται η χρήση λείων ράβδων
 - Το πολύ δύο διαφορετικές διαμέτροι ράβδων ανά κατεύθυνση ($\phi_{L,min} \geq (2/3)\phi_{L,max}$)
 - Όρια οπλισμού κάμψης πλακολωρίδων: $\rho = A_s / (bd)$

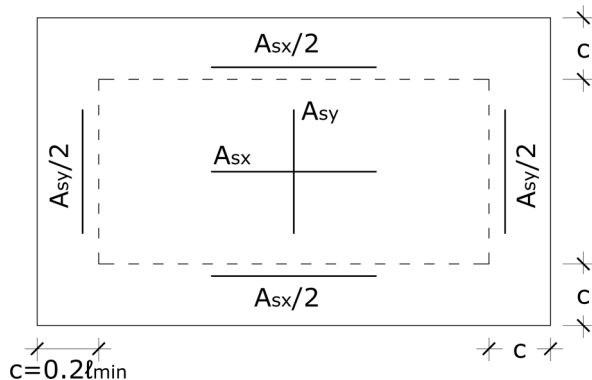
Είδος οπλισμών	$\rho_{\min}^{(1)}$		$\rho_{\max}$
Κύριος οπλισμός Διέρειστες: A_s Τετραέρειστες: A_{sx}, A_{sy}	S220	2.73‰	Γενικά: 40‰ Επιτρέπεται υπέρβαση σε περιοχή ένωσης ράβδων
	S500	1.50‰	
Διανομής διέρειστων	0.2ρ, minØ6/250		
Απόσχισης διέρειστων ⁽²⁾	0.6ρ, minØ8/200		

- Μέγιστες αποστάσεις μεταξύ ράβδων⁽³⁾: s (mm)

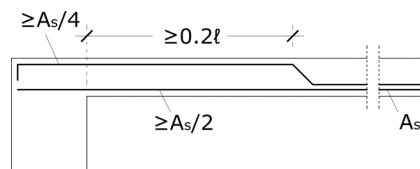
Είδος οπλισμών	Κύριοι οπλισμοί	Διανομές
Μέγιστη απόσταση s_{max}	1.50h ή 200mm	250mm

- Ειδικές διατάξεις

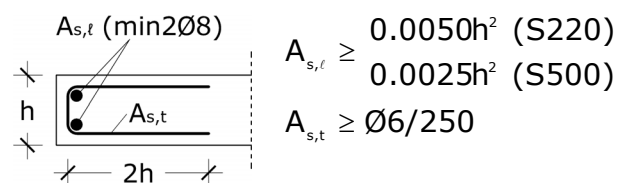
α. Μείωση⁽⁴⁾ οπλισμού ακραίων λωρίδων τετραέρειστων πλακών



β. Οπλισμός ακραίας «ελεύθερα στρεπτής» στήριξης



γ. Οπλισμός ελεύθερων άκρων προβόλων



Σχήμα 3.1 Ειδικές διατάξεις οπλισμού κάμψης πλακών

(1) $\rho_{min} = \max(0.6/f_{yk}, 1.50‰)$

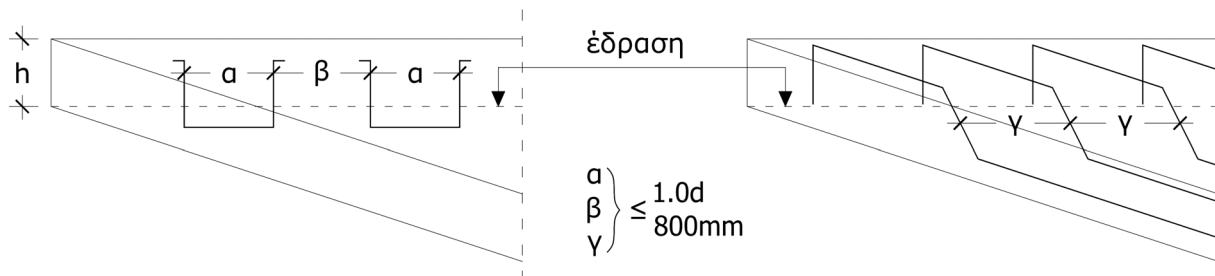
(2) Δεν ορίζεται στον ΕΚΟΣ. Σημειώνεται παλαιότερη διάταξη

(3) Δεν διευκρινίζεται εάν η απαίτηση του s_{max} ισχύει και για τις ευθύγραμμες κάτω ράβδους που απομένουν κοντά στις στηρίξεις μετά την ανάκαμψη μέρους του οπλισμού, κάτι που κατά την γνώμη του συντάκτη του παρόντος, κρίνεται ως υπερβολικό

(4) Δεν διευκρινίζεται εάν η απαίτηση του ρ_{min} ισχύει και στις ακραίες λωρίδες

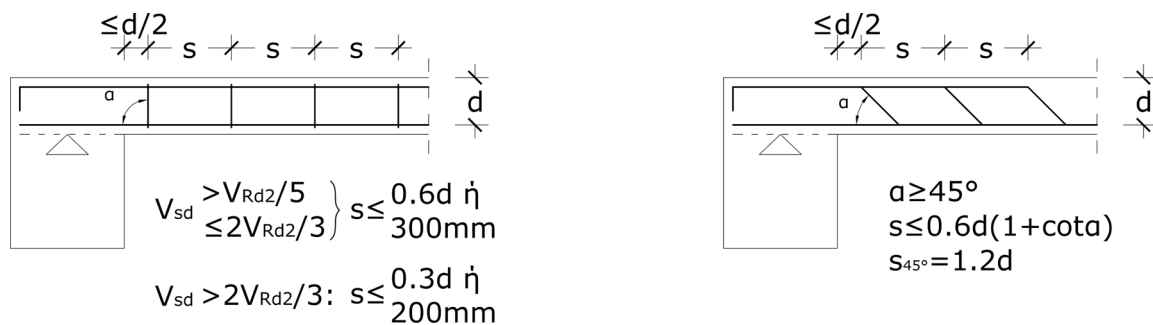
- Οπλισμοί διάτμησης [ΕΚΟΣ 18.1.5.1, 2]
 - Πλάκες με οπλισμό διάτμησης πρέπει να έχουν πάχος $h \geq 200\text{mm}$
 - Σε συνήθεις πλάκες οικοδομικών έργων επαρκεί κατά κανόνα η διατμητική αντοχή του σκυροδέματος ($V_{Rd1} > V_{sd}$). Εφόσον $V_{Rd1} < V_{sd}$ απαιτείται οπλισμός διάτμησης
 - Εφόσον $V_{sd} \leq V_{Rd2}/3$ (V_{Rd2} : Αντοχή θλιβόμενων διαγωνίων σκυροδέματος), επιτρέπεται η διάταξη μόνο λοξών ράβδων από τον οπλισμό κάμψης
 - Εφόσον $V_{sd} > V_{Rd2}/3$ τοποθετούνται και συνδετήρες, σύμφωνα με τη διάταξη για δοκούς [ΕΚΟΣ 18.3.4], που καλύπτουν το 60% του ελάχιστου οπλισμού διάτμησης
 - Διάταξη οπλισμού διάτμησης όπως στο Σχήμα 3.2

α. Τρισδιάστατη απεικόνιση



Σχεδιάστηκε μία μόνο σειρά οπλισμών διάτμησης για λόγους ευκρίνειας

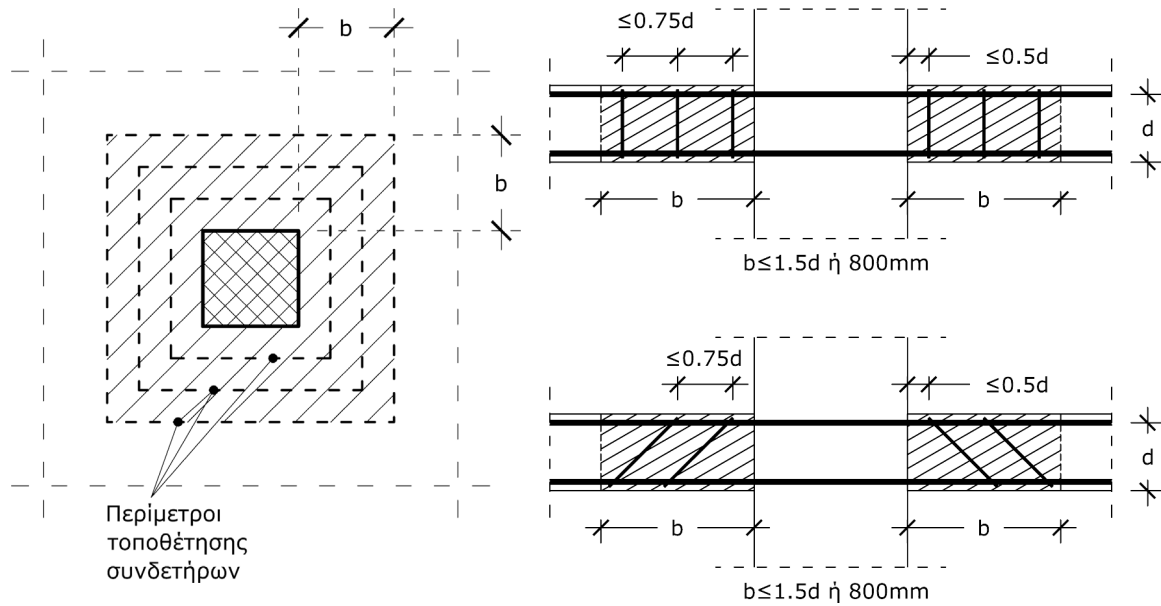
β. Ορθή απεικόνιση



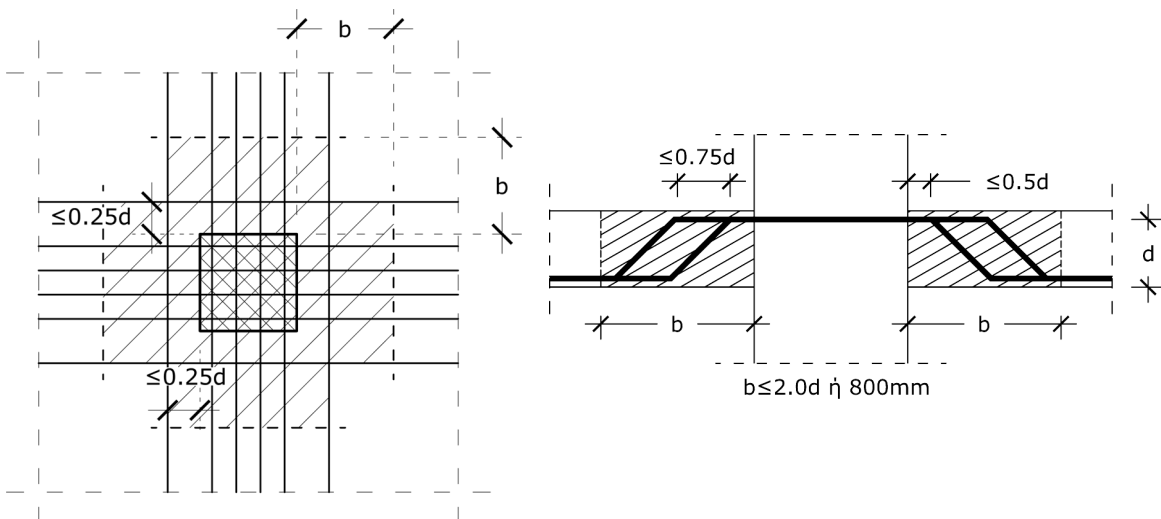
Σχήμα 3.2 Διάταξη οπλισμού διάτμησης πλακών

- Οπλισμός διάτμησης [ΕΚΟΣ 18.1.5.3]
 - Πλάκες με οπλισμό διάτμησης πρέπει να έχουν πάχος $h \geq 200\text{mm}$
 - Εφόσον στην «κρίσιμη διατομή» [ΕΚΟΣ 13.2] ισχύει $V_{Rd1} < V_{sd}$ Απαιτείται οπλισμός διάτμησης
 - Ως οπλισμοί διάτμησης μπορούν να θεωρηθούν μόνον συνδετήρες ή λοξές ράβδοι που βρίσκονται μέσα στις ζώνες γύρω από την φορτιζόμενη επιφάνεια που επισημαίνεται στο Σχήμα 3.3.

α. Συνδετήρες κατακόρυφοι ή κεκλιμένοι



β. Λοξές ράβδοι

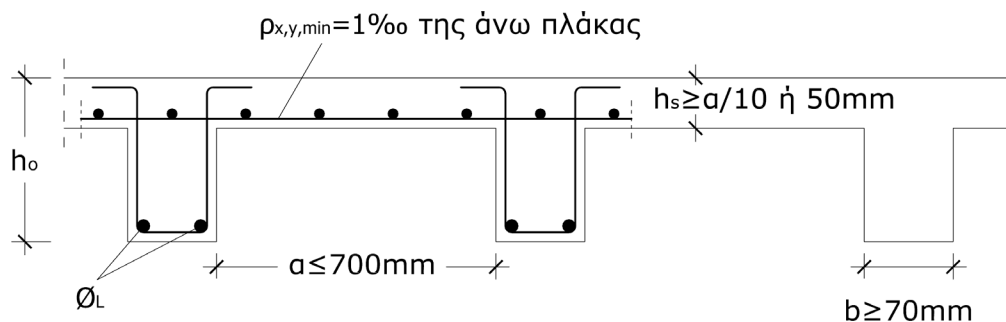


Σχήμα 3.3 Διάταξη οπλισμών διάτρησης πλακών

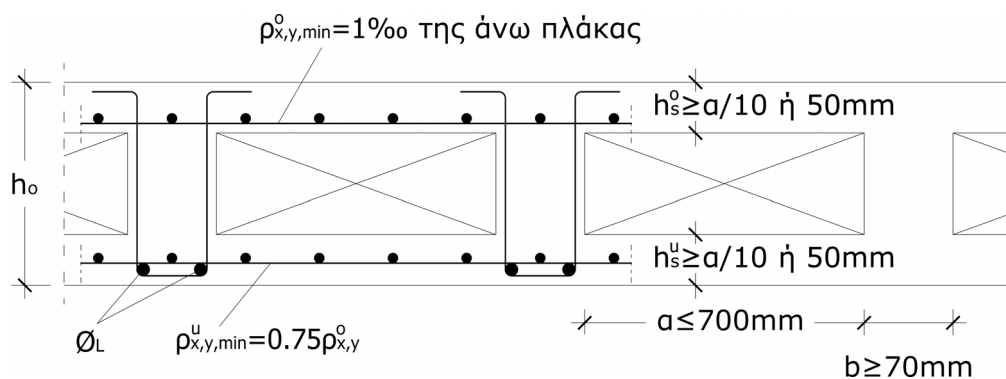
3.2.3 Πλάκες με νευρώσεις ή σώματα πλήρωσης [ΕΚΟΣ 18.2]

- Ορισμοί – Γεωμετρία – Όπλιση

α. Πλάκα με νευρώσεις (Zöllner)



β. Πλάκα με διάκενα (Σάντουιτς)



Σχήμα 3.4 Γεωμετρία και όπλιση πλακών με νευρώσεις ή διάκενα

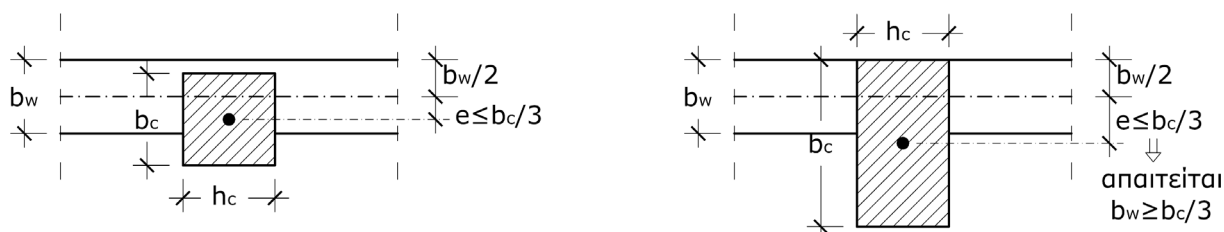
- Συμπαγείς ζώνες συνιστώνται κατά μήκος κάθε πλευράς των στηρίξεων, με πλάτος $\geq 5\%$ του αντίστοιχου ανοίγματος
- Συνδετήρες στις νευρώσεις διατάσσονται πάντοτε στις περιοχές εσωτερικών στηρίξεων⁽¹⁾. Στο υπόλοιπο μήκος διατάσσονται μόνον εφόσον οι νευρώσεις φέρουν διαμήκεις ράβδους $\varnothing_L > 16\text{mm}$ και η πλάκα φέρει κινητό $q > 3.0\text{kN/m}^2$
- Εγκάρσιες νευρώσεις ύψους h_0 ανά $10h_0$ τοποθετούνται σε διέριστες πλάκες ανοίγματος $l > 6.0\text{m}$. Εφόσον $l < 6.0\text{m}$ αρκεί μια νεύρωση στο μέσον.
- Ελάχιστος οπλισμός άνω και κάτω πέλματος των εγκάρσιων νευρώσεων ίσος τουλάχιστον με τον οπλισμό των διαμήκων νευρώσεων. Συνδετήρες όπως στις διαμήκεις νευρώσεις.
- Απαιτείται έλεγχος επάρκειας της άνω πλάκας εφόσον $q > 5.0\text{kN/m}^2$ ή $Q_{\text{μοναχικό}} > 7.5\text{kN}$
- Τετραέριστες πλάκες διαμορφώνονται με νευρώσεις και στις δύο διευθύνσεις σύμφωνα με τα παραπάνω.

⁽¹⁾ Δεν αναφέρεται σε πόση απόσταση από τη γραμμή στήριξης

3.3 ΔΟΚΟΙ

3.3.1 Ορισμοί-Γεωμετρικά στοιχεία [ΕΚΟΣ 18.3.1, 3]

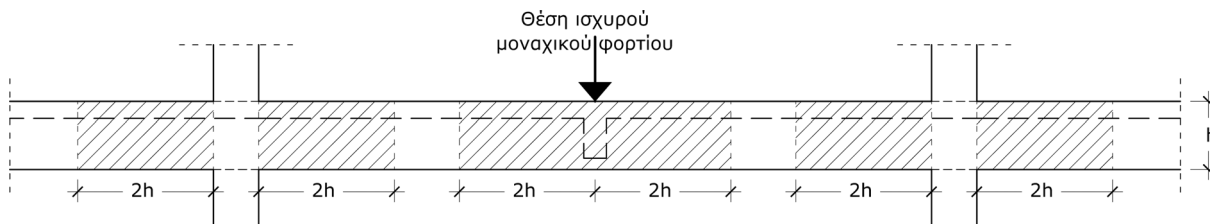
- Δοκοί χωρίς αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (Χ.Α.Α.Π.) θεωρούνται:
 - i. Όλες οι δοκοί κτιρίων Χ.Α.Α.Π. [ΕΑΚ 4.1.4(5)]
 - ii. Σε κτίρια Μ.Α.Α.Π. οι έμμεσα στηριζόμενες σε άλλες δοκούς
- Δοκοί με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (Μ.Α.Α.Π.) θεωρούνται:
 - i. Δοκοί κτιρίων Μ.Α.Α.Π. πλην των έμμεσα στηριζόμενων
 - ii. Συμπαγείς ζώνες πλακών χωρίς δοκούς σε κτίρια Μ.Α.Α.Π.
- Μέγιστο ύψος δοκού (h_{max}) για θεώρηση λειτουργίας γραμμικού στοιχείου:
 $h_{max} \leq l/4$ (εξαιρούνται δοκοί σύζευξης τοιχωμάτων [ΕΚΟΣ 18.5.8])
- Ελάχιστο στατικό ύψος (d_{min}) για αποφυγή ελέγχου βελών κάμψης [ΕΚΟΣ 16.2]
 Δοκοί χωρίς ευαίσθητα διαχωριστικά: $d_{min} \geq l_{id}/20$
 Δοκοί με ευαίσθητα διαχωριστικά: $d_{min} \geq l_{id}^2/150$ (οι διαστάσεις σε μέτρα)
 Κατά τα λοιπά όπως στις πλάκες (§3.2.1)
- Περιορισμοί πλάτους κορμού (b_w) [ΕΚΟΣ 18.3.1]
 - Δοκοί Χ.Α.Α.Π.: $b_w \geq 200\text{mm}$ (μοναδικός περιορισμός)
 - Δοκοί Μ.Α.Α.Π.: $b_w \geq 200\text{mm}$, $b_w \leq 2b_c$ ή $(b_c + h_c/2)$
 Εκκεντρότητα έδρασης επί στύλου: $e \leq b_c/3$
 Στόχος του περιορισμού η εξασφάλιση ικανοποιητικής συνεργασίας δοκών-στύλων στους κόμβους



Σχήμα 3.5 Εκκεντρότητα έδρασης δοκού Μ.Α.Α.Π. επί στύλων (κάτοψη)

- Κρίσιμες περιοχές δοκών Μ.Α.Α.Π.

Ως κρίσιμες ορίζονται οι διαγραμματισμένες περιοχές του σχήματος 3.6



Σχήμα 3.6 Κρίσιμες περιοχές δοκών Μ.Α.Α.Π.

3.3.2 Διαμήκεις οπλισμοί [ΕΚΟΣ 18.3.2]

- Χρήση λείων ράβδων επιτρέπεται μόνο σε δοκούς Χ.Α.Α.Π.
- Επιτρέπονται το πολύ δύο διαφορετικές διαμέτροι ράβδων ανά άνοιγμα δοκού:
 $\varnothing_{L,min} \geq (2/3) \cdot \varnothing_{L,max}$

- Ελάχιστο ποσοστό εφελκόμενου οπλισμού: $\rho_{min} = 0.5f_{ctm}/f_{yd}$

Στόχος: Εξασφάλιση ικανής αντοχής μετά τη ρηγμάτωση (μετάβαση από στάδιο I σε στάδιο II)

Πίνακας 3.1 Ελάχιστος εφελκόμενος οπλισμός $\rho_{min}(\%) = A_{s,min}/(b_w \cdot d)$

Υλικά	C12	C16	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50
S220	4.18	4.97	5.75	6.80	7.58	8.36	9.15	9.93	10.72
S500	1.84	2.19	2.53	2.99	3.34	3.68	4.03	4.37	4.72

- Μέγιστο ποσοστό διαμήκους οπλισμού δοκών Χ.Α.Α.Π. και εκτός κρίσιμων περιοχών δοκών Μ.Α.Α.Π.: $\rho_{max} = 40\%$

Επιτρέπεται υπέρβαση μόνο σε περιοχές ενώσεων

- Μέγιστο ποσοστό εφελκόμενου οπλισμού κρίσιμων περιοχών δοκών Μ.Α.Α.Π.:

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

Στόχος: Εξασφάλιση ικανοποιητικής πλαστιμότητας και καλής σκυροδέτησης

Πίνακας 3.2 Μέγιστος εφελκόμενος οπλισμός $\rho_{max}(\%) = A_{s,max}/(b_w \cdot d)$

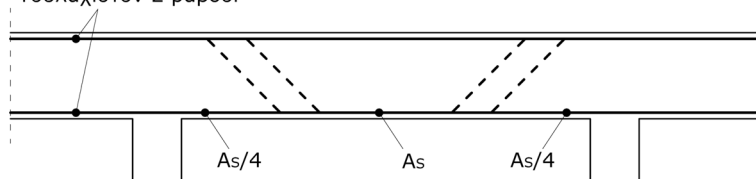
Υλικά	C12	C16	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50
S500	7.48 ⁽¹⁾	9.47 ⁽¹⁾	11.47 ⁽¹⁾	13.96 ⁽¹⁾	16.10	16.10	16.10	16.10	16.10

⁽¹⁾ Θεωρήθηκε η συνήθης περίπτωση $\rho'/\rho = 0.50$

- Κανόνες διάταξης διαμήκων ράβδων

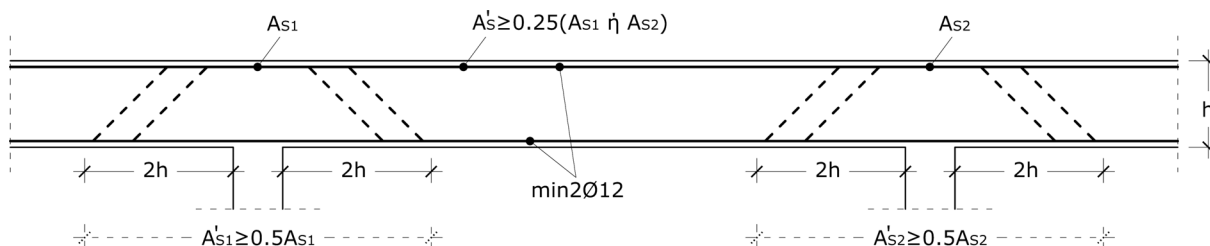
- Δοκοί Χ.Α.Α.Π.

Τουλάχιστον 2 ράβδοι



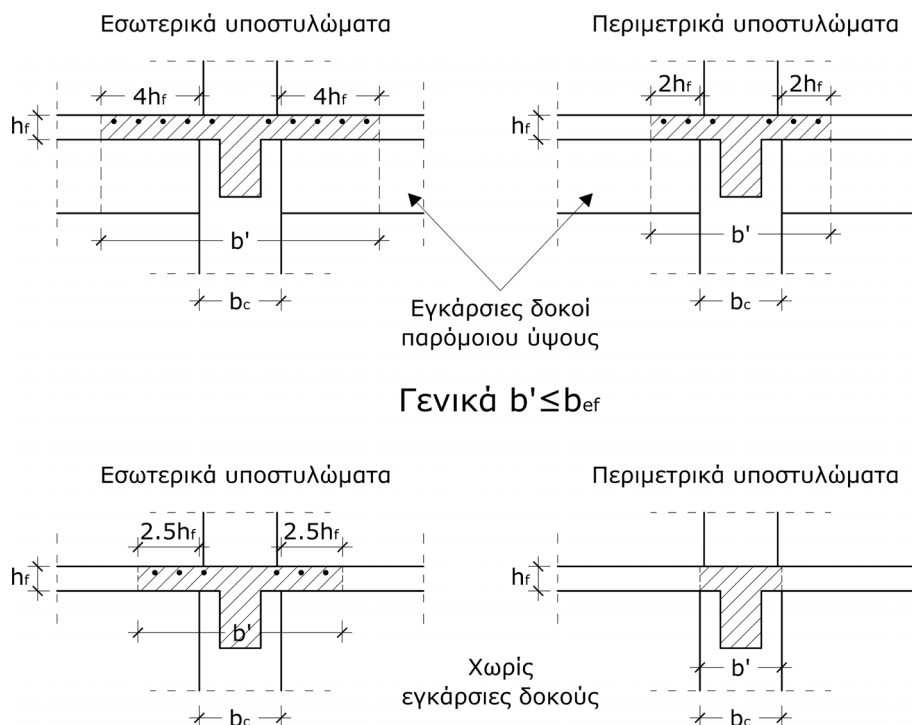
Απαιτείται συνέχιση και αγκύρωση στο κάτω πέλμα των στηρίξεων του 25% του οπλισμού ανοίγματος

- Δοκοί Μ.Α.Α.Π.



Σχήμα 3.7 Κανόνες διάταξης διαμήκων ράβδων δοκών

- Σε πλακοδοκούς διατομής **T** ή **Γ** επιτρέπεται να συνυπολογιστούν ως οπλισμοί στήριξης οι επαρκώς αγκυρωμένες ράβδοι της πλάκας (συνήθως μόνον της άνω παρειάς) εκατέρωθεν του στύλου (ή της δοκού εάν $b_w > b_c$) σε ζώνες πλάτους $(n \cdot h_f)$ όπως στο σχήμα 3.8. Οι ράβδοι αυτές δεν υπολογίζονται στο $A_{s,min}$. Τουλάχιστον το 75% του οπλισμού στήριξης πρέπει να διέρχεται ή να αγκυρώνεται μέσα στο πλάτος b_c .



Σχήμα 3.8 Συνυπολογισμός στον οπλισμό στήριξης της δοκού του εφελκυσμένου οπλισμού πτερυγίων πλακών

- Επιδερμικός οπλισμός: βλέπε §2.2.5

3.3.3 Οπλισμός διάτμησης (συνδετήρες) [ΕΚΟΣ 18.3.4]

- Επιτρέπεται η χρήση λείων ράβδων για συνδετήρες σε κάθε τύπο δοκού
- Συνιστάται γενικά για τους συνδετήρες: $\varnothing_w \leq 12\text{mm}$
- Ελάχιστο ποσοστό συνδετήρων: $\rho_{w,\min} = A_{sw}/(s \cdot b_w)$

Στόχος: Εξασφάλιση ικανοποιητικής διατμητικής αντοχής μετά τη ρηγμάτωση (μετάβαση από το στάδιο I σε στάδιο II)

Πίνακας 3.3. Ελάχιστο ποσοστό συνδετήρων $\rho_{w,\min}$ (‰)

Υλικά	C12÷C20	C25÷C35	C40÷C50
S220	1.6	2.4	3.0
	$\sim \varnothing 8/250\text{mm}^{(1)}$	$\sim \varnothing 8/170\text{mm}^{(1)}$	$\sim \varnothing 8/135\text{mm}^{(1)}$
S500	0.7	1.1	1.3
	$\sim \varnothing 8/570\text{mm}^{(1)}$	$\sim \varnothing 8/360\text{mm}^{(1)}$	$\sim \varnothing 8/300\text{mm}^{(1)}$

$A_{sw} = n \cdot A_{s,\text{ράβδου}}$
 n : πλήθος σκελών συνδετήρα
 s : απόσταση μεταξύ συνδετήρων

- Ελάχιστο ποσοστό εγκάρσιου οπλισμού σύνδεσης πελμάτων-κορμού πλακοδοκού (βλέπε παράδειγμα §2.9): $\rho_{f,\min} = A_{sw}/(s \cdot h_f) \rightarrow$ Πίνακας 3.3
- Μέγιστη απόσταση μεταξύ διαδοχικών συνδετήρων ($s_{\max}$) και μεταξύ σκελών συνδετήρων στην ίδια διατομή ($s_{t,\max}$)

Πίνακας 3.4 Μέγιστες αποστάσεις μεταξύ συνδετήρων $s_{\max}$ και μεταξύ σκελών του ίδιου συνδετήρα $s_{t,\max}$

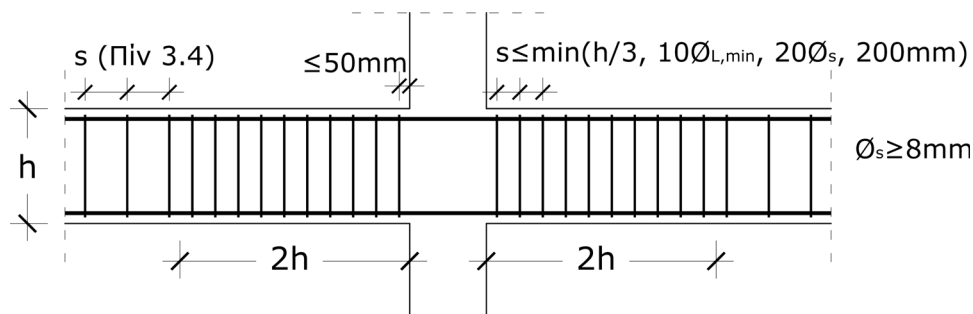
Μέγεθος τέμνουσας V_{sd}	$s_{\max}$	$s_{t,\max}$
$V_{sd} < (1/5) \cdot V_{Rd2}$	$\min(0.8d \text{ ή } 300\text{mm})$	$\min(d \text{ ή } 500\text{mm})$
$(1/5) \cdot V_{Rd2} < V_{sd} < (2/3) \cdot V_{Rd2}$	$\min(0.6d \text{ ή } 300\text{mm})$	
$V_{sd} > (2/3) \cdot V_{Rd2}$	$\min(0.3d \text{ ή } 200\text{mm})$	

- Επιτρέπεται η ανάκαμψη διαμήκων ράβδων για ανάληψη μέρους ($V_{sd,L}$) της τέμνουσας [ΕΚΟΣ 11.2.1]
 - Δοκοί Χ.Α.Α.Π.: $V_{sd,L} \leq 0.50(V_{sd} - V_{cd})$
 - Δοκοί Μ.Α.Α.Π.: $V_{sd,L} \leq 0.35(V_{sd} - V_{cd})$

⁽¹⁾ Έστω δοκός πλάτους 25cm και δίτμητοι συνδετήρες $\varnothing 8$

- Ειδικές απαιτήσεις σε περιοχές ένωσης διαμήκων ράβδων
 - Απαγορεύεται ένωση με υπερκάλυψη σε κρίσιμες περιοχές
 - Μέγιστη απόσταση μεταξύ συνδετήρων στο μήκος ένωσης (l_0)
 $s \leq \min(h/4, 8\phi_{L,min}, 150\text{mm})$

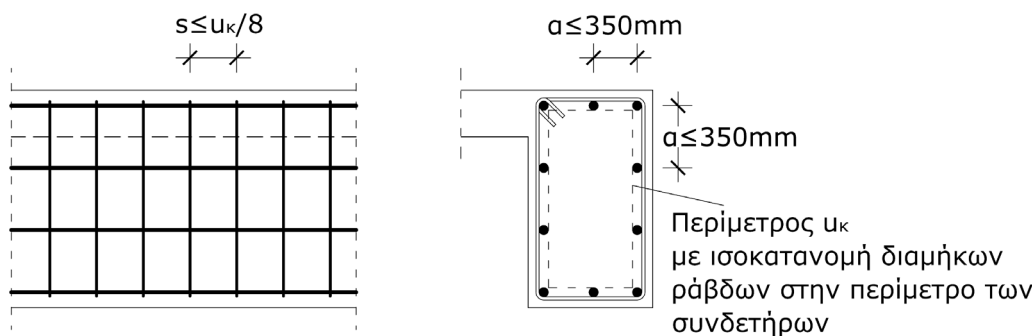
- Ειδικές απαιτήσεις σε κρίσιμες περιοχές δοκών Μ.Α.Α.Π.



Σχήμα 3.9 Κανόνες διάταξης συνδετήρων στις κρίσιμες περιοχές δοκών

3.3.4 Οπλισμοί στρέψης [ΕΚΟΣ 18.3.7]

- Οι διατάξεις των §3.3.2, 3.3.3 για δοκούς Χ.Α.Α.Π. ισχύουν και για τους διαμήκεις οπλισμούς και τους κλειστούς συνδετήρες δοκών υπό στρεπτική καταπόνηση.
- Επιπρόσθετοι κανόνες διάταξης οπλισμών



Σχήμα 3.10 Κανόνες διάταξης οπλισμού στρέψης σε δοκούς

3.3.5 Αγκυρώσεις διαμήκων ράβδων και συνδετήρων

Βλέπε Σχ. 2.10 a,b,c,d, 2.18, 2.19, 2.20, 2.21, 2.22 και Πίνακες 2.8, 2.9, 2.10, 2.11.

3.3.6 Έλεγχος (περιορισμός) εύρους ρωγμών [ΕΚΟΣ 15.3]

Ο περιορισμός του εύρους των ρωγμών ($w_k < 0.3\text{mm}$) στην ζώνη επιρροής των εφελκόμενων οπλισμών θεωρείται ότι εξασφαλίζεται εφόσον, είτε χρησιμοποιηθούν ράβδοι διαμέτρου $\leq \phi_{L,max}$, είτε τοποθετηθούν ανά αξονικές μεταξύ τους αποστάσεις $\leq a_{L,max}$.

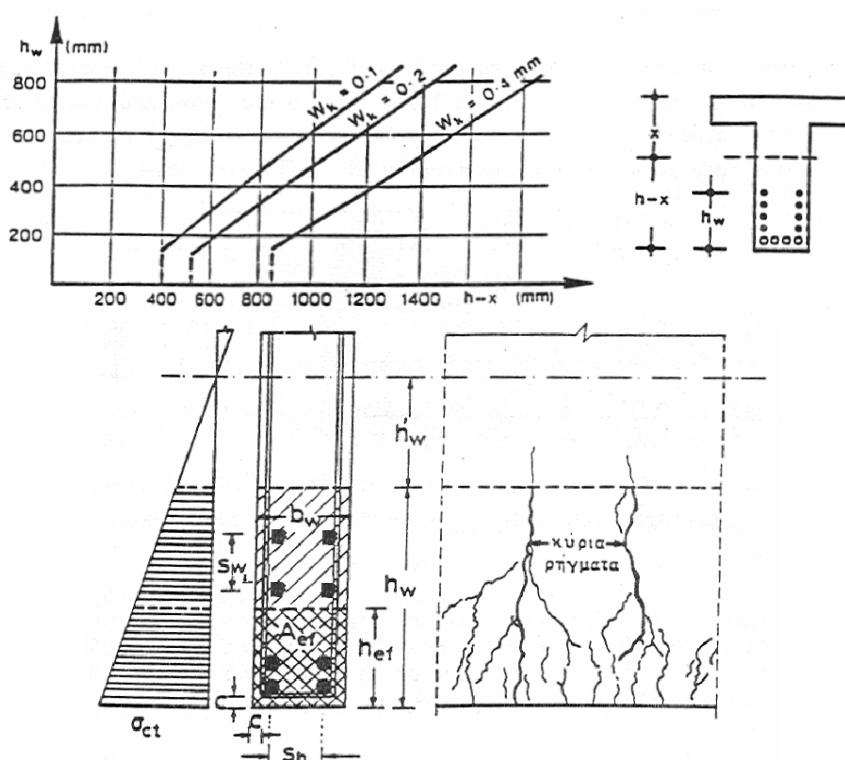
Πίνακας 3.5 Μέγιστες διαμέτροι ($\emptyset_{L,max}$) και μέγιστες αξονικές αποστάσεις ($a_{L,max}$ σε mm) μεταξύ διαμήκων ράβδων με νευρώσεις

Τάση λειτουργίας ⁽¹⁾ ράβδων σ_s (MPa)		160	200	240	280	350	400	450
Κατηγορία Περιβάλλοντος 1 ή 2	$\emptyset_{L,max}$	36	36	28	25	16	10	6
	$a_{L,max}$	250	250	250	200	150	-	-
Κατηγορία Περιβάλλοντος 3 ή 4	$\emptyset_{L,max}$	28	20	16	12	8	6	-
	$a_{L,max}$	250	200	150	100	70	-	-
Για ύψος (πάχος) στοιχείου $h > 300\text{mm}$: $\emptyset'_{L,max} = \emptyset_{L,max} + h(\text{mm})/300$								

3.3.7 Οπλισμός παρειών σε υψίκορμες δοκούς

Οι ακόλουθες διατάξεις υπήρχαν στο σχέδιο αλλά δεν έχουν περιληφθεί στο τελικό κείμενο του ΕΚΟΣ.

- Ο περιορισμός του εύρους των ρωγμών στον κορμό υψίκορμων δοκών, πάνω από τη ζώνη επιρροής (h_{ef}) των εφελκόμενων οπλισμών, απαιτεί την τοποθέτηση οπλισμού παρειών εφόσον $h_w > h_{ef}$. Το ύψος h_w λαμβάνεται από το νομογράφημα του σχήματος.



Σχήμα 3.11 Οπλισμός παρειών υψίκορμων δοκών (Πενέλης κ.ά. [5])

(1) Υπό τα φορτία λειτουργίας G+Q

- Διάμετρος ράβδων κορμού: $\varnothing_{w,L}=12\text{mm}$ ($b_w \leq 300\text{mm}$)
 $\varnothing_{w,L}=16\text{mm}$ ($b_w > 300\text{mm}$)

Πίνακας 3.6 Αποστάσεις μεταξύ ράβδων κορμού

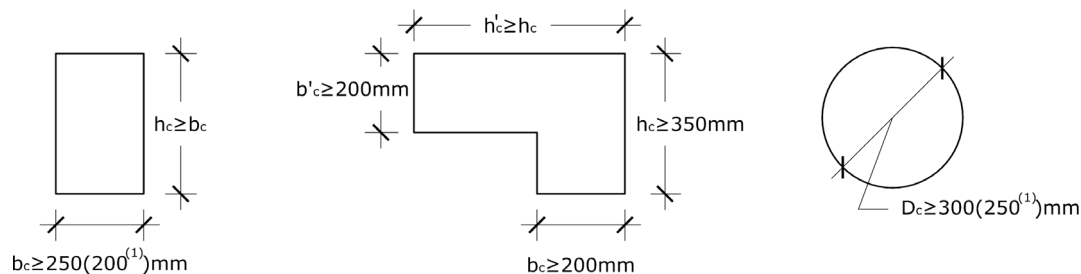
Σκυρόδεμα	C16/20	C20/25	C25/30	C45/55
Κ.Π. ⁽¹⁾	Μέγιστες αποστάσεις μεταξύ ράβδων κορμού $s_{w,L}$ (mm)			
1	295	275	250	150
2	170	160	150	100

⁽¹⁾ Δεν υπάρχουν στοιχεία για Κ.Π. 3 ή 4

3.4 ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ

3.4.1 Γεωμετρικά στοιχεία [ΕΚΟΣ 18.4.2, 5]

- Ελάχιστες διαστάσεις διατομής



Σχήμα 3.12 Ελάχιστες διαστάσεις διατομής στύλων

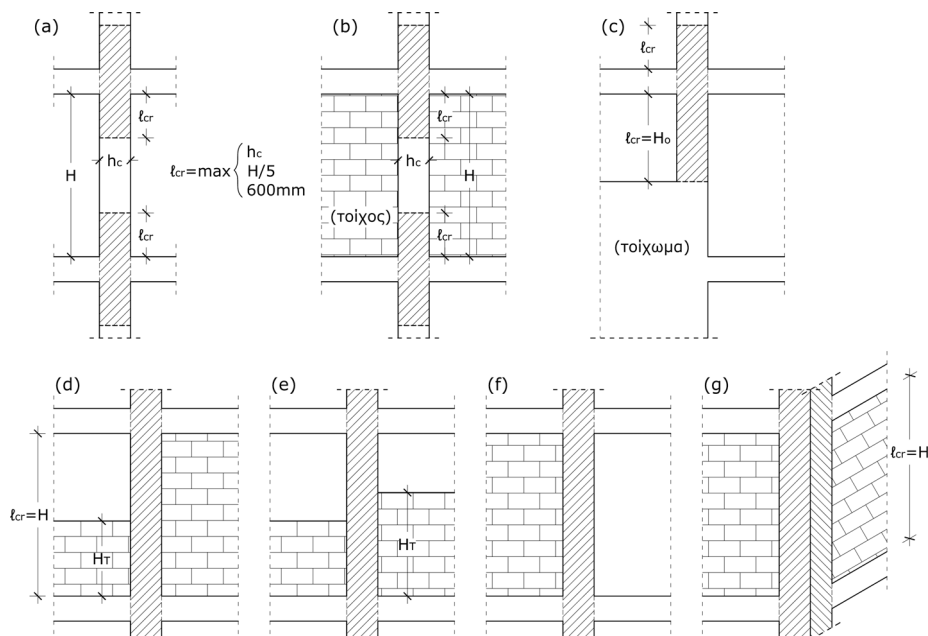
- Περιορισμός θλιπτικής καταπόνησης υποστυλωμάτων υπό το σεισμικό συνδυασμό φόρτισης

Στόχος: Εξασφάλιση επαρκούς πλαστιμότητας

$$v_{d,max} = \frac{N_{sd,max}}{A_c \cdot f_{cd}} \leq 0.65$$

Συνιστάται $v_{d,max} \approx 0.40$ (μεγιστοποίηση αναλαμβανόμενης ροπής)

- Κρίσιμες περιοχές υποστυλωμάτων Μ.Α.Α.Π.



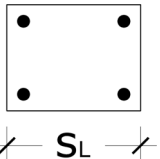
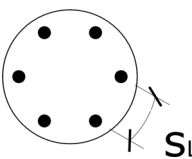
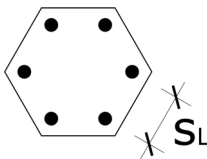
Σχήμα 3.13 Κρίσιμες περιοχές υποστυλωμάτων (διαγραμμισμένες)

(1) Χωρίς απαίτηση περισφίξης λόγω επάρκειας τοιχωμάτων [ΕΚΟΣ 18.4.4.2]

- Ως κρίσιμες ορίζονται οι διαγραμμισμένες περιοχές των στύλων στο Σχήμα 3.13. Σημειώνεται ότι, εξαιτίας της ανεξέλεγκτης καθαίρεσης ή προσθήκης τοίχων, είναι πιθανό σε κάποια φάση της ζωής του κτιρίου, στύλοι τύπων (a ή b) να μεταπέσουν σε τύπους (d, e, f). Κατά συνέπεια θα πρέπει, εν δυνάμει, σε όλους τους στύλους να θεωρείται κρίσιμο όλο το ύψος τους.
 - Οι εγκάρσιοι οπλισμοί των κρίσιμων περιοχών τοποθετούνται και στο ύψος των κόμβων.
- Κατασκευαστικές διατάξεις
 - Απαγορεύεται η ενσωμάτωση υδρορροών ή καλωδίων σε υποστρώματα, καθώς και η διέλευση εγκάρσιων σωληνώσεων από τις κρίσιμες περιοχές

3.4.2 Διαμήκεις οπλισμοί [ΕΚΟΣ 18.4.3]

- Απαγορεύεται η χρήση λείων ράβδων γενικώς
- Ελάχιστη διάμετρος $\varnothing_{L,min}=14mm$
- Επιτρέπονται το πολύ δύο διαφορετικές διαμέτροι ράβδων ανά διατομή (εξαιρούνται οι θέσεις ένωσης): $\varnothing_{L,min} \geq (2/3)\varnothing_{L,max}$
- Μέγιστος/Ελάχιστος διαμήκης οπλισμός περιμέτρου: $\rho_{tot} = A_{s,tot} / (b_c \cdot h_c)$
 - Εκτός θέσεων ένωσης: $10\% \leq \rho_{tot} \leq 40\%$
 - Σε θέσεις ένωσης $\rho_{tot} \leq 80\%$
- Διάταξη διαμήκων ράβδων

Διατομή	Ορθογωνική	Κυκλική	Πολυγωνική
Ελάχιστο πλήθος (n) και θέσεις ράβδων			
	$n \geq 4$	$n \geq 6$	$n \geq n_{\text{κορυφών}}$

Σχήμα 3.14 Ελάχιστο πλήθος διαμήκων ράβδων υποστρωμάτων

- Μέγιστη απόσταση ράβδων συγκρατούμενων με συνδετήρες ή συνδέσμους $S_L \leq 200mm$ (300mm για στύλους Χ.Α.Α.Π.)

Προσοχή: Ο περιορισμός αυτός καθορίζει μονοσήμαντα το ελάχιστο πλήθος σκελών στη διάταξη των συνδετήρων

(1) Στύλοι χωρίς απαίτηση περίσφιξης λόγω επάρκειας τοιχωμάτων [ΕΚΟΣ 18.4.4.2, ΕΑΚ 4.1.4.2β]: $\rho_{tot,min}=8\%$

- Έχει επικρατήσει, **χωρίς να επιβάλλεται από τον κανονισμό**, η διάταξη σε κάθε πλευρά της περιμέτρου στύλων ορθογωνικής διατομής του $A_{s,tot}/4$
- Συνιστάται, για λόγους πλαστιμότητας, η αποφυγή μάτισης των ράβδων στον πόδα του κατώτερου ορόφου (πάνω από πέδιλο ή τοίχωμα υπογείου)

3.4.3 Εγκάρσιοι οπλισμοί (συνδετήρες, σύνδεσμοι) [ΕΚΟΣ 18.4.4]

- Επιτρέπεται η χρήση λείων ράβδων για συνδετήρες ή συνδέσμους
- Γενικοί κανόνες διάταξης εγκάρσιων οπλισμών
 - Εκτός ενώσεων $\begin{cases} \varnothing_w \geq \varnothing_{L,max} / 4, 6mm \\ s_w \leq 12\varnothing_{L,min}, b_c, 300mm \end{cases}$
 - Θέσεις ένωσης: $s_w \leq 6\varnothing_{L,min}$
- Ειδικοί κανόνες εντός κρίσιμων περιοχών στύλων Μ.Α.Α.Π.
 - Εκτός ενώσεων $\begin{cases} \varnothing_w \geq \varnothing_{L,max} / 3, 8mm \\ s_w \leq 8\varnothing_{L,min}, b_c / 2, 100mm \end{cases}$
 - Θέσεις ένωσης: $s_w \leq 4\varnothing_{L,min}$
- Εφόσον χρησιμοποιηθεί διαφορετική ποιότητα διαμήκων και εγκάρσιων οπλισμών, απαιτείται:

$$\varnothing_w \geq \varnothing_{L,max}/n \text{ όπου } n = \frac{1}{3} \sqrt{f_{yd,L} / f_{yd,w}}$$

π.χ.: Διαμήκεις S500/Συνδετήρες S220 $\rightarrow \varnothing_w \geq \varnothing_{L,max}/2$
- Συνιστάται, για εξασφάλιση καλής συμπύκνωσης, η εναλλαγή των θέσεων αγκύρωσης των συνδετήρων καθύψος

3.4.4 Οπλισμός περίσφιξης κρίσιμων περιοχών [ΕΚΟΣ 18.4.4.2]

Σκοπός: Αντιστάθμιση της απώλειας εμβαδού διατομής μετά την αποφλοιώση του σκυροδέματος επικάλυψης και πρόσδοση αυξημένης πλαστιμότητας στις κρίσιμες περιοχές.

- Η διάταξη αφορά υποστυλώματα Μ.Α.Α.Π., αμιγώς πλαισιακών ή και μικτών φερόντων συστημάτων εφόσον τα τοιχώματα παραλαμβάνουν <75% της σεισμικής τέμνουσας βάσης
- Η διάταξη των συνδετήρων που προέκυψαν από τη διαστασιολόγηση σε τέμνουσα (ικανοτικός υπολογισμός: V_{CD}), είτε οι ελάχιστοι απαιτούμενοι συνδετήρες (βλέπε §3.4.2, 3.4.3) θεωρείται ότι εξασφαλίζουν επαρκή περίσφιξη εφόσον ικανοποιείται η ανισότητα:

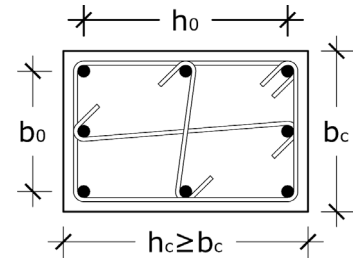
$$\alpha \cdot \omega_{wd}^{pro} \geq 0.85 v_{d,max} (0.35 \frac{A_c}{A_0} + 0.15) - 0.035 \quad \text{και} \quad \omega_{wd}^{pro} = 2\rho_{min} (f_{yd} / f_{sd}) \geq 0.10$$

όπου:

$v_{d,max}$: Μέγιστη ανηγμένη θλιπτική δύναμη σεισμικού συνδυασμού

$$A_c = b_c \cdot h_c$$

$$A_0 = b_0 \cdot h_0$$



$\alpha = \alpha_n \cdot \alpha_s$: Συντελεστής αποδοτικότητας περίσφιξης

$\alpha_n = 1 - \sum_{i=1}^n \frac{b_i^2}{6A_0}$: Συντελεστής περίσφιξης κατά διατομή

n	4	8	12	$\sim \infty$
α_n	0.33	0.67	0.78	1.00

Σχήμα 3.15 Συντελεστής περίσφιξης κατά διατομή α_n

$\alpha_s = (1 - \frac{s'_w}{2b_0})^2$ και $s'_w \leq b_0 / 2$: Συντελεστής περίσφιξης καθύψος

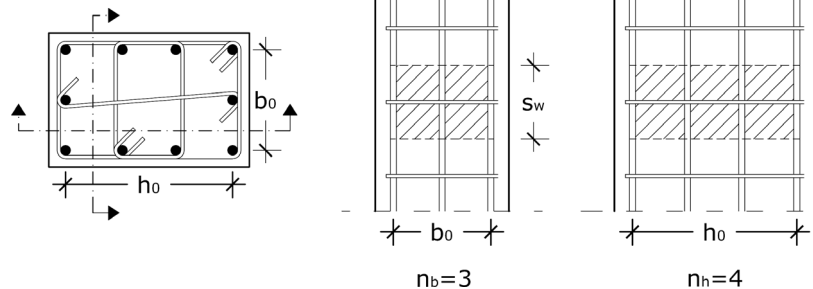
	$s'_w = s_w - \phi_w$	s'_w	$b_0/2$	$b_0/3$	$b_0/5$	$b_0/10$
	$b'_0 = \sqrt{A_0}$	α_s	0.56	0.70	0.81	0.90
Σπειροειδής διάταξη συνδετήρων: $\alpha_s = (1 - \frac{s'_w}{2b'_0})^1$						

$\omega_{wd}^{pro} = 2\rho_{min} (f_{yd} / f_{sd})$: μηχανικό ογκομετρικό ποσοστό υφιστάμενης διάταξης συνδετήρων, όπου

$$\rho_{min} = \min(\rho_b, \rho_h)$$

$$\rho_b = n_b \cdot A_{sw} / s_w \cdot b_0$$

$$\rho_h = n_h \cdot A_{sw} / s_w \cdot h_0$$



Σχήμα 3.16 Ορισμός ποσοστού συνδετήρων περίσφιξης

Εφόσον η ανισότητα δεν ικανοποιείται, ενισχύεται κατάλληλα η διάταξη περίσφιξης είτε με μείωση του s_w ή/και με αύξηση του $\varnothing_w$ ή/και με πύκνωση των σκελών των συνδετήρων με «στήριξη» τυχόν ελεύθερων ενδιάμεσων διαμήκων ράβδων.

- Παράδειγμα ελέγχου περίσφιξης:

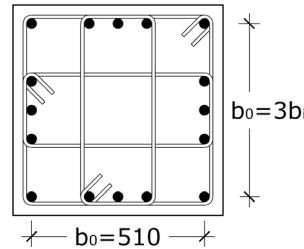
$$N_{sd}=1500\text{kN} \rightarrow v_d=0.313$$

$$A_c/A_0=1.384$$

$$\alpha=\alpha_n \cdot \alpha_s=0.78 \cdot 0.83=0.644$$

$$\rho_x=\rho_y=3.94\text{‰} \rightarrow \omega_{wd}^{pro}=0.257$$

$$\alpha \cdot \omega_{wd}^{pro}=0.166 > 0.134 \text{ επάρκεια}$$



$$\sum \frac{600 \times 600}{4\varnothing 20 + 12\varnothing 16}$$

C20/25, S500

$\varnothing 8/100$

$s'_w = 92\text{mm}$

3.4.5 Υποστυλώματα με σπειροειδή οπλισμό [ΕΚΟΣ 18.4.8]

Πρόσθετες διατάξεις για υποστυλώματα με σπειροειδή οπλισμό:

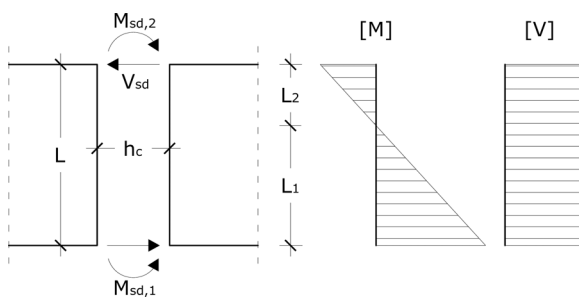
- Διάμετρος πυρήνα: $D_0 \geq 250\text{mm}$ (βλέπε Σχήμα 3.15)
- Τα όρια του διαμήκους οπλισμού αναφέρονται στη διατομή του πυρήνα:

$$\rho_{tot} = \frac{A_{s,tot}}{\pi D_0^2 / 4}$$

- Διάμετρος και βήμα σπειροειδούς οπλισμού:
 $\varnothing_w \geq 5\text{mm}, D_0/5 \quad s_w \leq 80\text{mm}$

3.4.6 Κοντά υποστυλώματα [ΕΚΟΣ 18.4.9]

- Ορισμοί:



Υποστύλωμα χαρακτηρίζεται “κοντό”

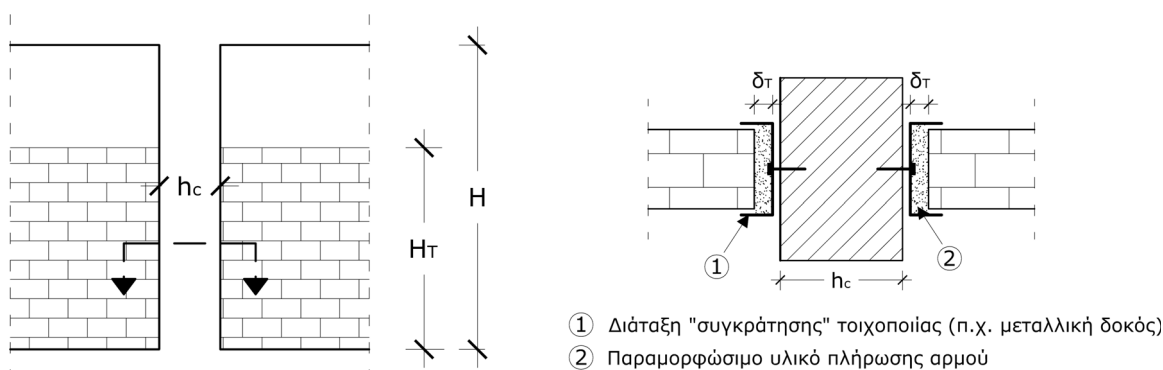
$$\text{εφόσον: } \alpha_s = \frac{M_{sd,max}}{V_{sd} \cdot h_c} = \frac{L_1}{h_c} \leq 2.5$$

“Φύσει” κοντό υποστύλωμα: Προβλέπεται από τον σχεδιασμό (Σχ. 3.13c)

“Θέσει” κοντό υποστύλωμα: Προκύπτει λόγω “εμβολισμού” από τοιχοποιίες μη πλήρους φαντώματος (Σχήμα 3.13d,e)

- Ιδιαιτερότητα συμπεριφοράς: Τα κοντά υποστυλώματα διατρέχουν σοβαρό κίνδυνο διατμητικής αστοχίας εκρηκτικού τύπου (χαμηλή πλαστιμότητα).
Συνιστάται η αποφυγή δημιουργίας κοντών υποστυλωμάτων.

- Πρόσθετες διατάξεις σχεδιασμού:
 - Περιορισμός θλιπτικής καταπόνησης: $v_{sd} \leq 0.40$
 - Όλο το ύψος του στύλου θεωρείται κρίσιμο
 - Εφόσον $a_s < 1.5$, εκτός του ευθύγραμμου διαμήκου οπλισμού ($A_{s,tot}$) και των συνδετήρων περίσφιξης, τοποθετείται και δισδιαγώνιος οπλισμός $A_{s,d} = 0.15 A_{s,tot}$ ανά διαγώνιο, ο οποίος συνυπολογίζεται, κατά προβολή, τόσο ως διαμήκης καμπτικός οπλισμός, όσο και για την ανακούφιση των συνδετήρων διάτμησης.
 - Τα "θέσει" κοντά υποστυλώματα διαστασιολογούνται με ειδικό προσομοίωμα όπου το κατώτερο τμήμα τους (H_T : Σχήμα 3.13d, e) θεωρείται απόλυτα δύσκαμπτο. Σημειώνεται ότι για τη διαστασιολόγηση των υπόλοιπων δομικών στοιχείων της κατασκευής οι "θέσει" κοντοί στύλοι προσομοιώνονται ως κανονικοί.
- Είναι δυνατή η αποφυγή των "θέσει" κοντών υποστυλωμάτων με τη δημιουργία αρμού εύρους δ_T μεταξύ τοιχοποιίας και υποστυλώματος, πρέπει όμως να εξασφαλίζεται η εκτός επιπέδου ευστάθεια του τοίχου (βλέπε Σχήμα 3.17).



Σχήμα 3.17 Αρμός μεταξύ υποστυλώματος και τοίχων πλήρωσης

$$\delta_T = 2\gamma_d \cdot q \cdot \delta_{ελ} \cdot (H/H_T) + 10\text{mm}$$

$\gamma_d = 1.50$: συντελεστής προσαύξησης

q : συντελεστής συμπεριφοράς δομήματος

$\delta_{ελ}$: ελαστική σχετική μετακίνηση ορόφου

3.4.7 Αγκυρώσεις διαμήκων οπλισμών [ΕΚΟΣ 18.4.6]

Βλέπε Σχήματα 2.10e,f,g και Πίνακες 2.10, 2.12

3.4.8 Αναμονές υποστυλωμάτων [ΕΚΟΣ 18.4.7]

Βλέπε §2.6.3 και Πίνακα 2.16

3.5 ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ

3.5.1 Ορισμοί – Γεωμετρικά στοιχεία [ΕΚΟΣ 18.5.1, 2 και ΕΑΚ Παρ/μα Β.1.4]

- Τοιχώματα θεωρούνται κατακόρυφα στοιχεία που έχουν επιμήκη διατομή και κατά προτίμηση λόγο μήκους προς πλάτος $\ell_w/b \geq 4.0$.
- Τα τοιχώματα σχεδιάζονται ικανοτικά ώστε να αναπτύσσουν πλαστική άρθρωση μόνο στη βάση τους. Για την εξασφάλιση της προϋπόθεσης αυτής χωρίς ιδιαίτερους ελέγχους απαιτείται:

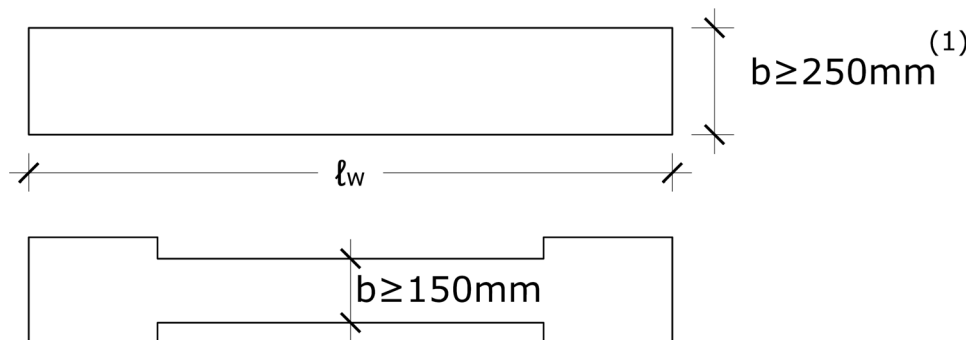
$$\ell_w \geq 1.50\text{m} \quad \text{για πλήθος υπέργειων ορόφων} \leq 4$$

$$\ell_w \geq 2.00\text{m} \quad \text{για πλήθος υπέργειων ορόφων} \geq 5$$

- Κατακόρυφα στοιχεία μικρότερου μήκους προφανώς συμβάλλουν (ανάλογα με τη δυσκαμψία τους) στην παραλαβή της σεισμικής τέμνουσας αλλά, **ακόμη και αν οπλίζονται ως τοιχώματα**, θεωρείται ότι δε συμμετέχουν στην εκπλήρωση των απαιτήσεων απαλλαγής ούτε από τον ικανοτικό έλεγχο κόμβων, ούτε από την περίσφιξη των κρίσιμων περιοχών των υποστυλωμάτων (ΕΑΚ 4.1.4.2.β, ΕΚΟΣ 18.4.4.2)
- Ελάχιστες διαστάσεις διατομής τοιχώματος

$$\text{- Γενικά } b \geq (1/20)H_{\text{ορόφου}}, \text{ εκτός εάν } b \geq q \frac{\ell_w}{60}$$

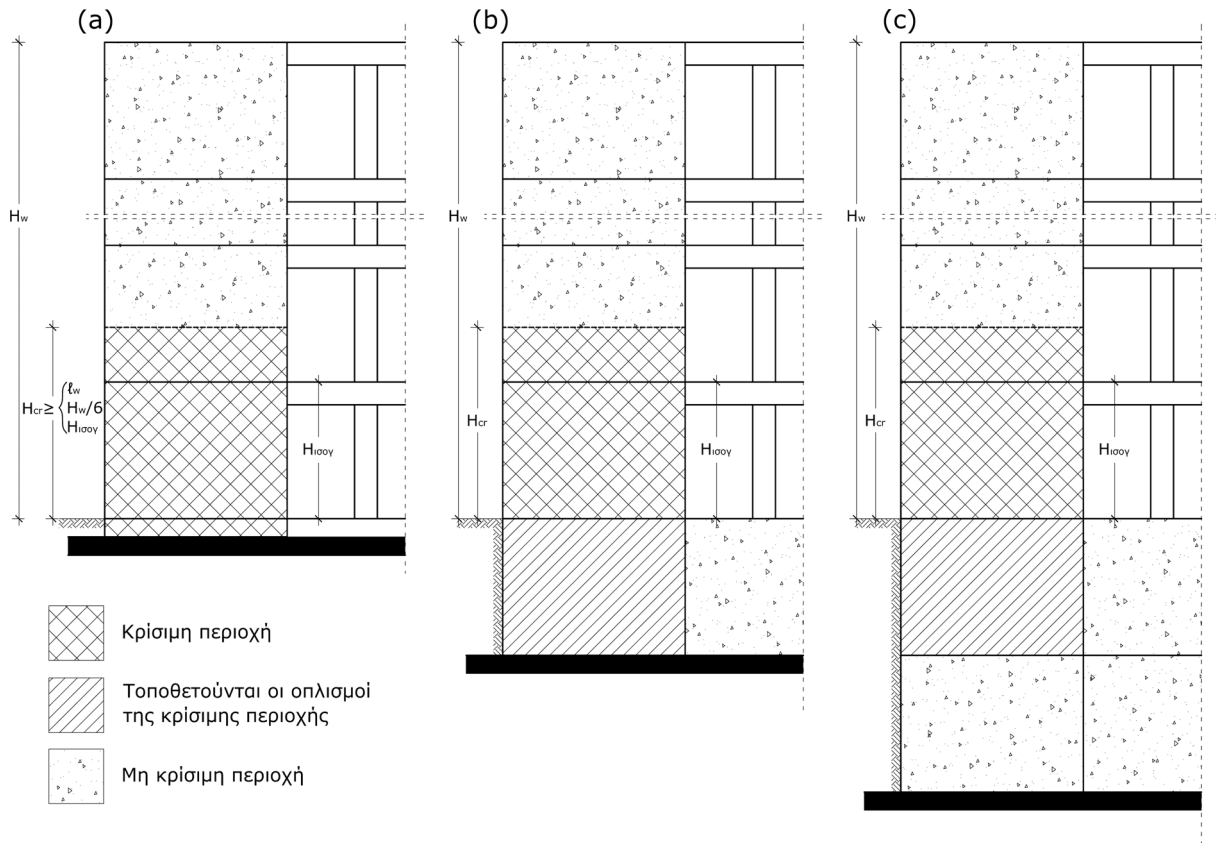
όπου q: συντελεστής συμπεριφοράς κατασκευής



- Κρίσιμη περιοχή τοιχώματος.

Ως κρίσιμες θεωρούνται οι περιοχές των τοιχωμάτων με διπλή διαγράμμιση στο σχήμα 3.18

⁽¹⁾ Σε τοιχώματα Χ.Α.Α.Π.: $b \geq 200\text{mm}$



Σχήμα 3.18 Κρίσιμες περιοχές τοιχωμάτων

3.5.2 Οπλισμός τοιχωμάτων [ΕΚΟΣ 18.5.3, 5, 6, 7]

- Χρήση λείων ράβδων επιτρέπεται μόνο σε συνδετήρες ή συνδέσμους
- Άκρα κρίσιμης περιοχής τοιχωμάτων Μ.Α.Α.Π.: Περιοχές μήκους (a') διαμορφώνονται, οπλίζονται και περισφίγγονται ως υποστυλώματα.
 $a' \geq \max(1.50b \text{ ή } 0.15\ell_w)$ και οπωσδήποτε το μήκος όπου $\epsilon_c^{(-)} > 2\text{‰}^{(1)}$
- Για τον υπολογισμό του v_d στον έλεγχο περίσφιξης του άκρου ως αξονική δύναμη λαμβάνεται:

$$N_{\text{eff}} = \frac{2}{3} \left(\frac{N_{sd}}{2} + \frac{M_{sd}}{z} \right), \text{ όπου } z = \ell_w - a'$$
- Άκρα τοιχωμάτων Χ.Α.Α.Π. και τοιχωμάτων Μ.Α.Α.Π. πάνω από την κρίσιμη περιοχή: Συνιστάται η διαμόρφωση ακραίων υποστυλωμάτων χωρίς απαίτηση περίσφιξης (βλέπε §3.4.2, 3)

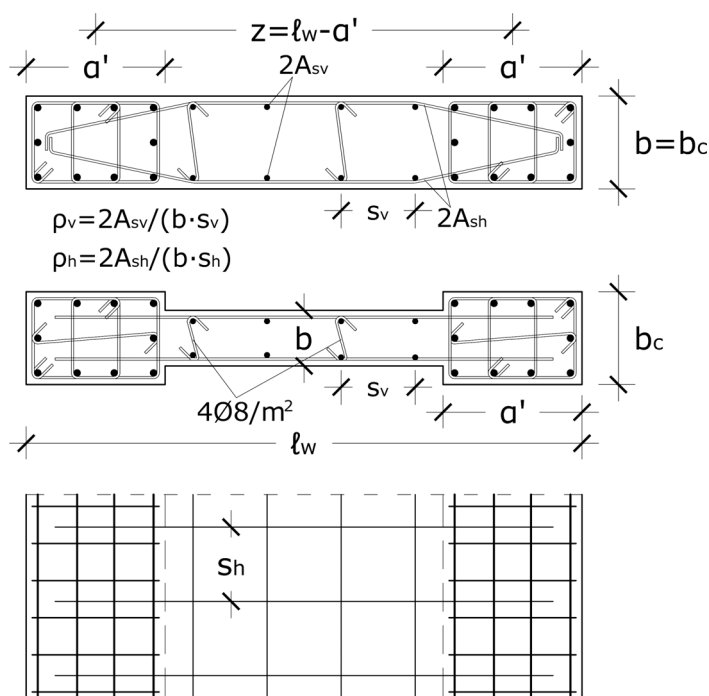
⁽¹⁾ Από τα νομογραφήματα διαστασιολόγησης (N , M) προκύπτει ότι το πλάτος $a' = 0.15\ell_w$ αρκεί εφόσον $v_d = N_{sd} / (b_c \cdot \ell_w) \leq |-0.20|$ το οποίο συνήθως ισχύει.

- Κανόνες διάταξης οπλισμών τοιχωμάτων

$$\varnothing_v \begin{cases} \geq 10\text{mm} \\ \leq b/10 \end{cases} \quad \varnothing_h \begin{cases} \geq 8\text{mm} \\ \leq b/10 \end{cases}$$

$$s_v = s_h \leq \begin{cases} 200\text{mm} \text{ εντός κρίσιμου} \\ 300\text{mm} \text{ εκτός κρίσιμου} \end{cases}$$

$$\rho_v = \rho_h \geq \begin{cases} 2.5\text{‰} \text{ εντός κρίσιμου} \\ 1.5\text{‰} \text{ εκτός κρίσιμου} \end{cases}$$



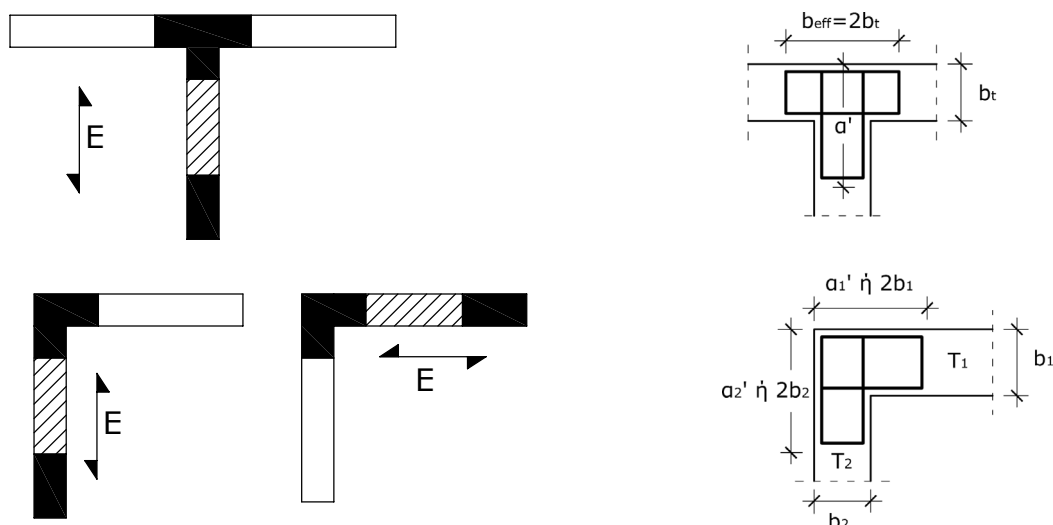
Παρατήρηση: Στο αντίστοιχο σχήμα Σ18.21 του ΕΚΟΣ (για τα τοιχώματα χωρίς διαπλάτυνση άκρων) οι οριζόντιες ράβδοι κορμού αγκυρώνονται στο σκυρόδεμα επικάλυψης των κρυφοκολώνων. Κατά την εκτίμηση του συντάκτη του παρόντος, κάτι τέτοιο μπορεί να επιτραπεί μόνον εκτός του κρίσιμου ύψους του τοιχώματος, καθώς μέσα στην κρίσιμη περιοχή η αποφλοιώση της επικάλυψης, σε περίπτωση δημιουργίας πλαστικής άρθρωσης, θα κατέστρεφε την αγκύρωση των ράβδων.

Σχήμα 3.19 Διάταξη οπλισμών τοιχωμάτων

- Συνιστάται η αποφυγή μάτισης των κατακόρυφων ράβδων μέσα στην κρίσιμη περιοχή. Εφόσον είναι αναπόφευκτη απαιτείται απόσταση $\geq 0.5l_0$ μεταξύ γειτονικών ενώσεων (βλέπε σχήμα 2.13)
- Αρμοί διακοπής σκυροδέτησης: Απαιτείται ποσοστό κατακόρυφου οπλισμού ($\rho_v \geq 2.5\text{‰}$) ικανό να υποκαταστήσει την διατμητική αντοχή του άοπλου σκυροδέματος [ΕΚΟΣ 18.5.7]

3.5.3 Διασταυρώσεις τοιχωμάτων [ΕΚΟΣ 18.5.4]

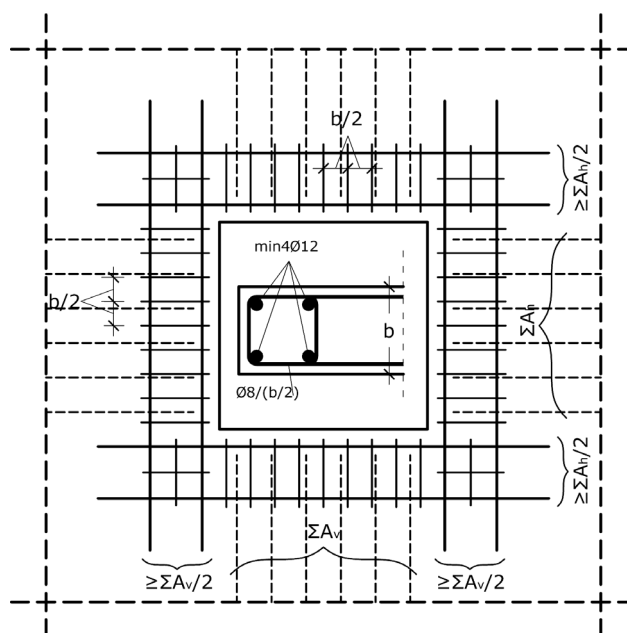
Στο ύψος των κρίσιμων περιοχών διαμορφώνονται, οπλίζονται και περισφιγγονται ως υποστυλώματα και οι συνεργαζόμενες περιοχές των εγκάρσιων τοιχωμάτων σε πλάτος b_{eff} όπου $\varepsilon_c^{(-)} > 2\text{‰}$. Σε συνήθη οικοδομικά έργα θεωρείται επαρκές $b_{eff} = 2b_t$. Ως οπλισμός "άκρου" υπολογίζεται το σύνολο των διαμήκων ράβδων της περιοχής **T** ή **Γ**



Σχήμα 3.20 Διασταυρώσεις τοιχωμάτων (E: Σεισμική καταπόνηση)

3.5.4 Ανοίγματα σε τοιχώματα [ΕΚΟΣ 18.5.8]

- Τοίχωμα με “μικρά” και κατάλληλα διατεταγμένα ανοίγματα (π.χ. στην ίδια κατακόρυφο ανά μεγάλες σχετικά αποστάσεις) θεωρείται ως ενιαίο
- Η μείωση της οριζόντιας διατομής σε θέση ανοίγματος λαμβάνεται υπόψη στον έλεγχο σε διάτμηση
- Τοποθετείται περιμετρικός οπλισμός που αντικαθιστά αυτόν του ανοίγματος



Σχήμα 3.21 Μικρό άνοιγμα σε τοίχωμα

3.5.5 Συζευγμένα τοιχώματα – Δοκοί σύζευξης [ΕΚΟΣ 18.5.8]

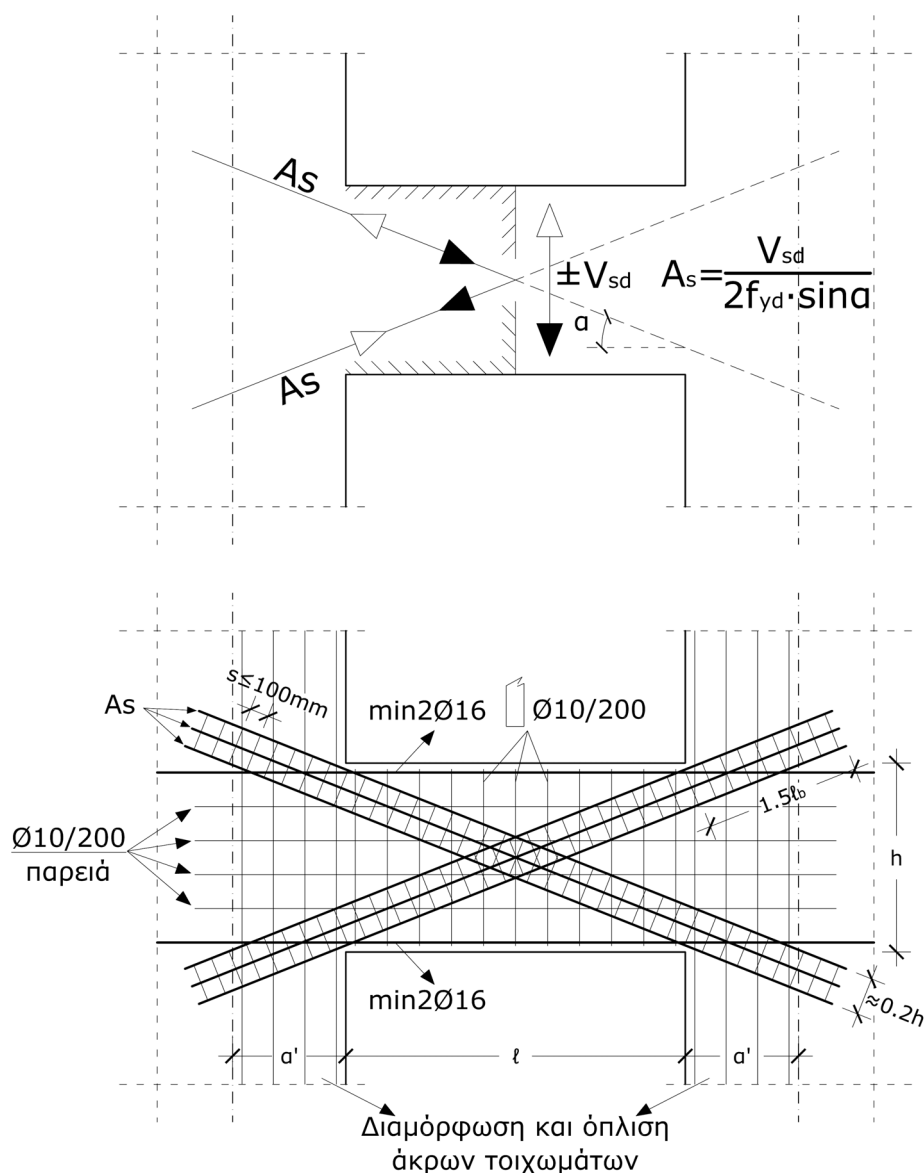
- Υψίκορμες δοκοί μεταξύ επάλληλων ανοιγμάτων τοιχωμάτων οπλίζονται ιδιαίτερα ως “δοκοί σύζευξης” εφόσον συντρέχουν και οι τρεις ακόλουθες προϋποθέσεις:

i. $\ell/h \leq 3.0$

ii. $\tau_d \geq 2(\ell/h) \cdot \tau_{Rd}$ όπου $\tau_d = V_{sd}/(b \cdot h)$

iii. $\rho_{\text{κάτω}}^{\text{νω}} \geq \frac{1}{4}(\ell/h) \sqrt{f_{cd}/f_{yd}}$ (συμβατικός οπλισμός έναντι $\pm M_{sd}$)

- Ιδιαίτερη διάταξη όπλισης δοκών σύζευξης
 - Η ένταση M_{sd} , V_{sd} αναλαμβάνεται⁽¹⁾ με διαδιαγώνιες ράβδους (A_s) που αγκυρώνονται με μήκος $1.5l_b$ και περιβάλλονται με συνδετήρες ανά $s \leq 100\text{mm}$
 - Τοποθετούνται επιπλέον $2\text{Ø}16$ (άνω, κάτω), $\text{Ø}10/200$ ανά παρειά, $\text{Ø}10/200$ κλειστοί συνδετήρες.
 - Σε περίπτωση **αδυναμίας** τοποθέτησης των διαδιαγώνιων ράβδων επιτρέπεται η αντικατάστασή τους με ισοδύναμο διαμήκη οπλισμό και συνδετήρες.



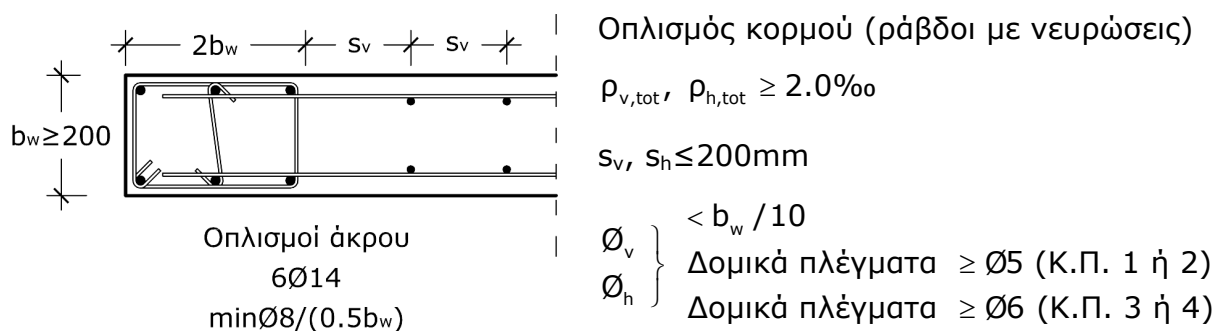
Σχήμα 3.22 Όπλιση δοκού σύζευξης

⁽¹⁾ Δεν απαιτείται έλεγχος θλιβόμενων διαγωνίων σκυροδέματος ($V_{sd} \leq V_{Rd2}$) ούτε υπολογισμός συνδετήρων (V_{Rd3})

3.6 ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΩΝ

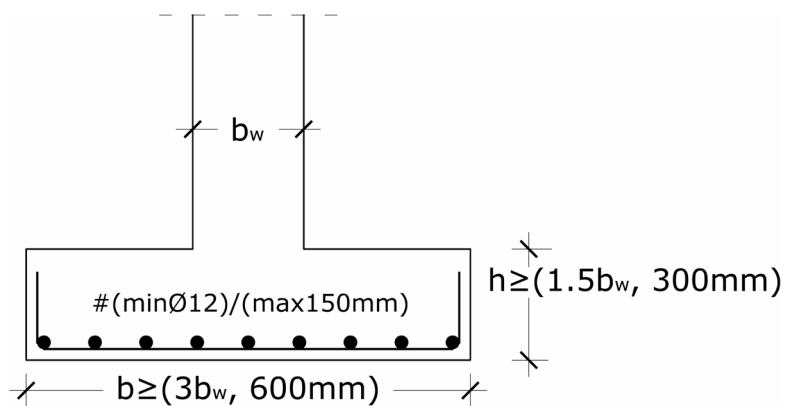
3.6.1 Περιμετρικά τοιχώματα υπογείων [ΕΚΟΣ 18.6.1]

- Συνιστάται μονολιθική σύνδεση των περιμετρικών τοιχωμάτων υπογείου με τα λοιπά φέροντα στοιχεία
- Απαιτείται διαμόρφωση κρυφοϋποστυλωμάτων σε ελεύθερα άκρα, με τις ελάχιστες απαιτήσεις του Σχήματος 3.23.



Σχήμα 3.23 Διαμόρφωση άκρων τοιχωμάτων υπογείων

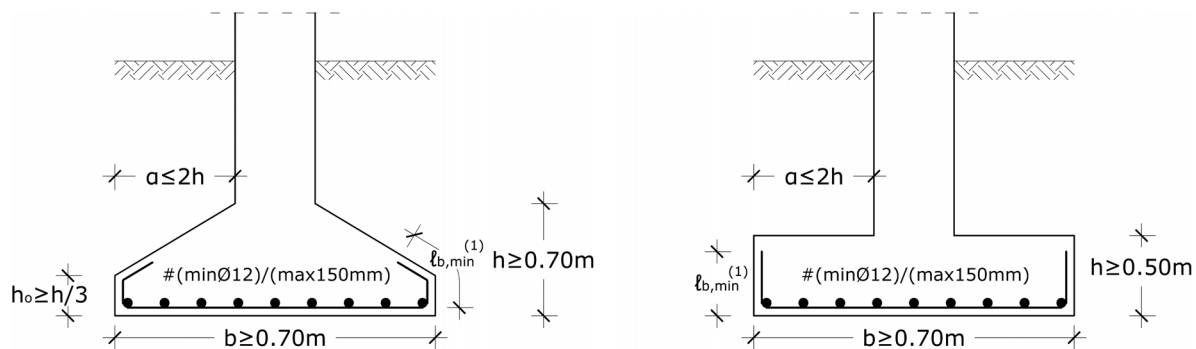
- Ελάχιστες διαστάσεις και οπλισμός θεμελίωσης (σχήμα 3.24)



Σχήμα 3.24 Διαμόρφωση θεμελίωσης τοιχωμάτων υπογείου

3.6.2 Μεμονωμένα πέδιλα υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων [ΕΚΟΣ 18.6.2]

- Ελάχιστες διαστάσεις και όπλιση μεμονωμένων πεδίων (Σχήμα 3.25)



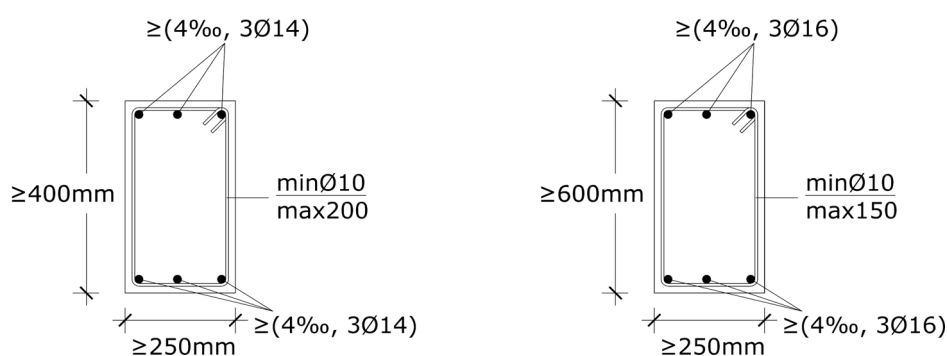
Σχήμα 3.25 Διατάξεις διαμόρφωσης μεμονωμένων πεδίων (ελάχιστα)

3.6.3 Συνδετήριες δοκοί [ΕΚΟΣ 18.6.3, ΕΑΚ 5.2.4.2]

- Μεμονωμένα πέδιλα συνδέονται με συνδετήριες δοκούς σε δύο διευθύνσεις πλην των ακόλουθων περιπτώσεων:
 - Ενιαία στάθμη θεμελίωσης σε έδαφος Α και σεισμικότητα Ι
 - Πέδιλα που απέχουν > 12m
- Ελάχιστες διαστάσεις και όπλιση συνδετήριων δοκών (Σχήμα 3.26)

Έως 3 υπέργειοι όροφοι

4 και άνω υπέργειοι όροφοι

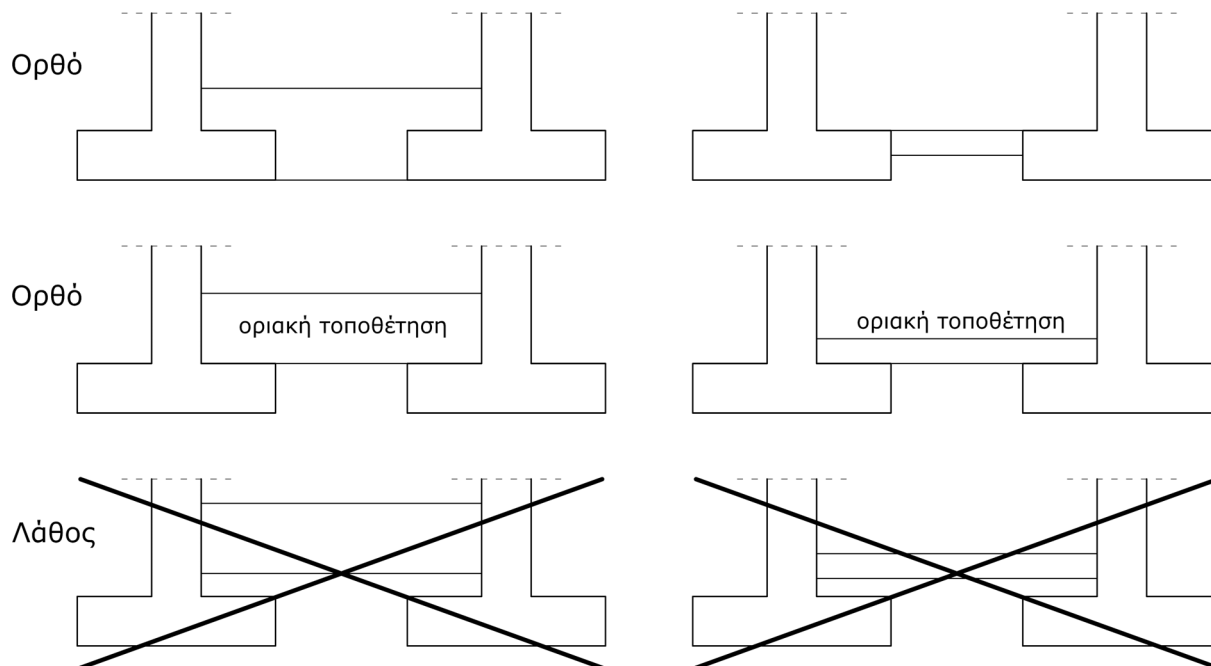


Σχήμα 3.26 Διατάξεις διαμόρφωσης συνδετήριων δοκών (ελάχιστα)

- Οι συνδετήριες δοκοί επιτρέπεται να αντικαθίστανται από ενιαία πλάκα πάχους $h_f \geq 0.20m$ επί της άνω στάθμης των πεδίων με ελάχιστο οπλισμό $2\# \text{Ø}10/200$. Τοποθετείται επιπλέον ο απαιτούμενος οπλισμός στις λωρίδες σύνδεσης μεταξύ των πεδίων

⁽¹⁾ Στο αντίστοιχο σχέδιο Σ18.26 του ΕΚΟΣ δεν ορίζεται το μήκος αγκύρωσης των ράβδων του πεδίου. Εκτιμάται ότι η εξασφάλιση του $\ell_{b,min} = 0.3 \cdot \ell_{b,net}$ είναι αρκετή

- Υψομετρική τοποθέτηση συνδετήριων δοκών ή συνδετήριας πλάκας

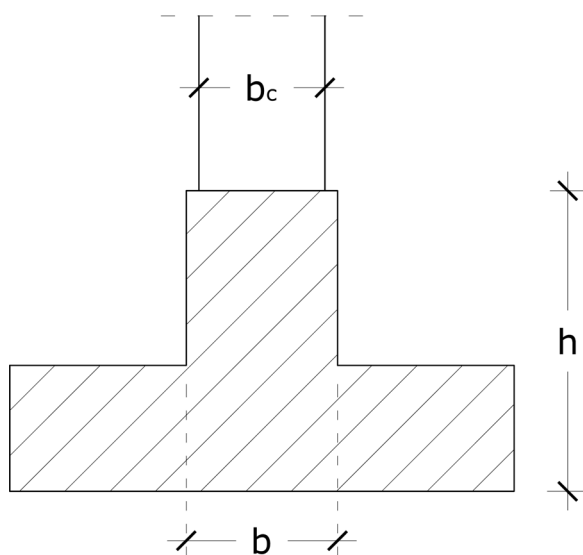


Σχήμα 3.27 Υψομετρική τοποθέτηση συνδετήριων δοκών ή συνδετήριας πλάκας

3.6.4 Πεδιλοδοκοί [ΕΚΟΣ 18.6.4]

- Ελάχιστες διαστάσεις και οπλισμός πεδιλοδοκών

Συνιστάται $b_c \leq b$



Συνιστάται $b \geq b_c$

- Πτερύγια: Ισχύουν οι διατάξεις θεμελίωσης τοιχωμάτων υπογείων (3.6.1)
- Κορμός πεδιλοδοκού: Ισχύουν οι διατάξεις των συνδετήριων δοκών
- Συνιστάται η διάταξη οπλισμού παρειών για περιορισμό της ρηγμάτωσης σε υψίκορμες πεδιλοδοκούς
- Εφόσον είναι δυνατόν, συνιστάται η προέκταση των πεδιλοδοκών πέραν των ακραίων κατακόρυφων στοιχείων κατά $l \geq \sqrt{b \cdot h}$

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. «Ελληνικός Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος 2000», ΟΑΣΠ-ΣΠΜΕ, Αθήνα, Απρίλιος 2001 και οι μετέπειτα τροποποιήσεις του
2. «Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός 2000», ΟΑΣΠ-ΣΠΜΕ, Αθήνα, Απρίλιος 2001 και οι μετέπειτα τροποποιήσεις του
3. «Ευρωκώδικας 2: Σχεδιασμός φορέων από Σκυρόδεμα, Μέρος 1-1: Γενικοί Κανόνες και Κανόνες για Κτίρια», Οκτώβριος 2004
4. Σχέδιο Κανονισμού Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος (ΕΛΟΤ 1421), Αθήνα 2004
5. «Κατασκευές από Οπλισμένο Σκυρόδεμα», Γ. Πενέλης – Κ. Στυλιανίδης – Α. Κάππος – Χ. Ιγνατάκης, Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, Έκδοση Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 1995
6. «Ευρωπαϊκές Κατασκευές από Οπλισμένο Σκυρόδεμα», Ralf Avak, Εκδόσεις Μ. Γκιούρδα, Αθήνα, 1997
7. «Η Τέχνη του Οπλισμού», Fritz Leonhardt, Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας, Αθήνα, 1975

Στόχος του παρόντος εγχειριδίου είναι η κωδικοποίηση και η υποδειγματική εφαρμογή των διατάξεων διαμόρφωσης και τοποθέτησης των οπλισμών σε δομικά στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος σύμφωνα με τον ΕΚΟΣ2000.

Αποτελεί κοινή διαπίστωση όλων των εμπλεκομένων στην μελέτη και κατασκευή έργων από οπλισμένο σκυρόδεμα ότι, εξαιτίας της πολυπλοκότητας και της σημαντικής διόγκωσης των σύγχρονων κανονιστικών κειμένων, τα θέματα της διαμόρφωσης των οπλισμών και της κατασκευαστικής διαμόρφωσης των δομικών στοιχείων αποτελούν μόνιμη πηγή προβληματισμού αλλά και προστριβών μεταξύ των μηχανικών και κατασκευαστών από τη μία πλευρά και των ελεγκτών και επιβλεπόντων από την άλλη.

Η παρούσα προσπάθεια κωδικοποίησης και υποδειγματικής εφαρμογής των διατάξεων αυτών ελπίζεται ότι θα βοηθήσει στο ξεκαθάρισμα του τοπίου και θα αποτελέσει χρήσιμο βοήθημα για όλους τους εμπλεκόμενους στο ευρύτερο σύστημα παραγωγής έργων οπλισμένου σκυροδέματος.