

**Εγχειρίδιο σχεδιασμού κτιριακών έργων
από οπλισμένο σκυρόδεμα
σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 2**

© 2010 Ένωση Τσιμεντοβιομηχανιών Ελλάδος

Τίτλος πρωτοτύπου: Concise Eurocode 2, European Concrete Platform.

Ισχύουν όλα τα περί συγγραφικών δικαιωμάτων. Απαγορεύεται η παντός είδους ανατύπωση, μερική ή ολική, συμπεριλαμβανομένης και της ηλεκτρονικής, δίχως τη γραπτή άδεια της Ένωσης Τσιμεντοβιομηχανιών Ελλάδος.

Εκδόθηκε από:

Ένωση Τσιμεντοβιομηχανιών Ελλάδος

Σταύρου Π. 13, Αθήνα 11524

<http://www.hcia.gr>

Νοέμβριος 2010

Μετάφραση και προσαρμογή: Χ. Ζέρης, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, ΕΜΠ, Ζωγράφου 15780

czeris@hcia.gr

Όλες οι πληροφορίες στην παρούσα έκδοση θεωρούνται ακριβείς κατά το χρόνο έκδοσης και δίδονται καλή τη πίστει. Το περιεχόμενο του κειμένου δεν συνεπάγεται ουδεμία ευθύνη για τα Μέλη της Ένωσης Τσιμεντοβιομηχανιών Ελλάδος (Ένωσης). Αν και ο σκοπός είναι το περιεχόμενο να είναι ακριβές και ορθό, η Ένωση δεν το εγγυάται. Εφόσον υποδειχθεί κάποιο σφάλμα, αυτό θα διορθωθεί. Οι γνώμες που εκφέρονται στο παρόν εκφράζουν τους συγγραφείς του παρόντος και η Ένωση δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη.

Όλες οι συμβουλές και πληροφορίες από την Ένωση απευθύνονται σε αυτούς που θα αποτιμήσουν τη σημασία και τους περιορισμούς του περιεχομένου αυτών και θα φέρουν την ευθύνη για τη χρήση αι εφαρμογή τους. Ουδεμία ευθύνη (περιλαμβανομένης της αμέλειας) για ουδεμία απώλεια εξ αποτελέσματος αυτής της συμβουλής και πληροφορίας δεν γίνεται αποδεκτή.

Οι αναγνώστες πρέπει να είναι ενήμεροι ότι όλες οι εκδόσεις της Ένωσης υπόκεινται σε αναθεώρηση από καιρού εις καιρόν και άρα να εξασφαλίζουν ότι έχουν στην κατοχή τους την τελευταία αναθεώρηση.

Ευχαριστίες

Το παρόν εκδόθηκε αρχικά από το BCA και το The Concrete Centre της Μεγάλης Βρετανίας. Οι συγγραφείς της πρωτότυπης έκδοσης ήταν οι R.S. Narayanan, FREng και C.H. Goodchild, BSc, CEng, MCIQB, MStructE, τους οποίους και ευχαριστούμε.

Πίνακας περιεχομένων

Κεφάλαιο		Σελίδα
1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2	ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	13
2.1	Γενικά	13
2.2	Βασικές απαιτήσεις	13
2.3	Σχεδιασμός βάσει Οριακών Καταστάσεων	14
2.4	Παραδοχές	18
3	ΥΛΙΚΑ	21
3.1	Σκυρόδεμα	21
3.2	Χαλύβδινος οπλισμός	22
4	ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ	23
4.1	Γενικές αρχές σχεδιασμού	23
4.2	Επικάλυψη για επάρκεια σε συνάφεια, $C_{min,b}$	24
4.3	Επικάλυψη για επάρκεια σε ανθεκτικότητα, $C_{min,dur}$	24
4.4	Χημική προσβολή	28
4.5	Επικάλυψη ΔC_{dev} και λοιπές ανοχές	29
4.6	Επικάλυψη για αντίσταση σε πυρκαγιά	29
5	ΔΟΜΗΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	39
5.1	Γενικά	39
5.2	Εξιδανίκευση του φορέα	39
5.3	Μέθοδοι ανάλυσης	40
5.4	Φόρτιση	42
5.5	Γεωμετρικές ατέλειες	43
5.6	Ροπές σχεδιασμού στα υποστυλώματα	45
5.7	Πλάκες χωρίς δοκούς	52
5.8	Κοντοί πρόβολοι (φουρούσια)	54
6	ΚΑΜΨΗ ΚΑΙ ΑΞΟΝΙΚΗ	57
6.1	Παραδοχές	57
6.2	Εξαγόμενες σχέσεις	59
7	ΤΕΜΝΟΥΣΑ	61
7.1	Γενικά	61
7.2	Αντίσταση μελών χωρίς διατμητικό οπλισμό	61
7.3	Αντίσταση μελών στα οποία απαιτείται διατμητικός οπλισμός	63
8	ΔΙΑΤΡΗΣΗ	69
8.1	Γενικά	69
8.2	Δρώσα διατμητική τάση	69
8.3	Περίμετροι ελέγχου	74

Κεφάλαιο		Σελίδα
8.4	Αντίσταση σε διάτρηση χωρίς οπλισμό διάτρησης	76
8.5	Αντίσταση σε διάτρηση με οπλισμό διάτρησης	77
8.6	Αντίσταση σε διάτρηση στην παρειά του υποστυλώματος	77
8.7	Περίμετρος ελέγχου όπου δεν είναι πλέον απαραίτητος οπλισμός διάτρησης, u_{out}	78
8.8	Αντίσταση πεδίων θεμελίωσης σε διάτρηση	78
9	ΣΤΡΕΨΗ	81
9.1	Γενικά	81
9.2	Αντιστάσεις σε στρέψη	81
9.3	Συνδυασμένη στρέψη και διάτμηση	83
10	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ	85
10.1	Εισαγωγή	85
10.2	Έλεγχος της ρηγμάτωσης	85
10.3	Ελάχιστο εμβαδόν του κύριου οπλισμού	86
10.4	Ελάχιστο εμβαδό του διατμητικού οπλισμού	87
10.5	Έλεγχος παραμορφώσεων (βέλους)	88
11	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ – ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	91
11.1	Γενικά	91
11.2	Αποστάσεις ράβδων οπλισμών	91
11.3	Διαστάσεις τυμπάνων για καμπυλώσεις ράβδων	91
11.4	Αγκύρωση ράβδων	93
11.5	Οριακή αντοχή συνάφειας	95
11.6	Ενώσεις (ματίσματα)	96
12	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ – ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	101
12.1	Γενικά	101
12.2	Δοκοί	101
12.3	Διέρειστες και τετραέρειστες πλάκες	105
12.4	Πλάκες χωρίς δοκούς	106
12.5	Υποστυλώματα	108
12.6	Τοιχώματα	109
12.7	Πασσαλόδεσμοι	110
12.8	Διατρητικοί πάσσαλοι	110
13	ΣΥΝΔΕΤΗΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	113
13.1	Γενικά	113
13.2	Περιμετρικά συνδετήρια στοιχεία	113

Κεφάλαιο		Σελίδα
13.3	Εσωτερικά συνδετήρια στοιχεία	113
13.4	Συνδετήρια σε υποστυλώματα και τοιχώματα	114
13.5	Κατακόρυφα συνδετήρια	114
14	ΆΟΠΛΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	115
14.1	Γενικά	115
14.2	Κάμψη με ορθή αξονική δύναμη	115
14.3	Διατμητική αντίσταση	116
14.4	Αντίσταση σε λυγισμό υποστυλωμάτων και τοιχίων	117
14.5	Οριακές Καταστάσεις Λειτουργικότητας	119
14.6	Γραμμικά και μεμονωμένα πέδιλα	119
15	ΒΟΗΘΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	121
15.1	Τιμές σχεδιασμού των δράσεων	121
15.2	Τιμές των δράσεων	121
15.3	Ανάλυση	122
15.4	Σχεδιασμός έναντι κάμψης	123
15.5	Σχεδιασμός δοκών έναντι διάτμησης	124
15.6	Σχεδιασμός σε διάτρηση	128
15.7	Έλεγχος βέλους	128
15.8	Έλεγχος ρηγμάτωσης	132
15.9	Σχεδιασμός για κάμψη και αξονική	133
16	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	139
A	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΑΠΛΕΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΙΣ	141
A1	Γενικά	141
A2	Δράσεις	141
A3	Μέθοδοι γεωτεχνικού σχεδιασμού	142
A4	Γεωτεχνικός σχεδιασμός πεδύλων	144
A5	Πάσσαλοι	148
A6	Τοίχοι αντιστήριξης και άλλες μορφές θεμελίωσης	148

Σύμβολα και συντομογραφίες

Σύμβολο	Ορισμός	Σύμβολο	Ορισμός
$ x $	Απόλυτη τιμή του x	a	Εκθέτης (κατά τη θεώρηση της διαξονικής κάμψης των υποστυλωμάτων)
$1/r$	Καμπυλότητα μίας συγκεκριμένης διατομής	a	Προβολή του πεδύλου από την παρειά του υποστυλώματος ή τοιχώματος
A	Εμβαδόν διατομής, Τυχηματική δράση	a_b	Το ήμισυ της αξονικής απόστασης των ράβδων (κάθετα στο επίπεδο της κάμψης)
A, B, C	Μεταβλητές χρησιμοποιούμενες για τον καθορισμό του λ_{lim}	a_i	Απόσταση κατά την οποία μετατοπίζεται η θέση μίας ράβδου η οποία δεν απαιτείται πλέον για ροπή κάμψης για να ληφθούν υπόψη οι δυνάμεις από το προσομοίωμα δικτύματος ('Μετατόπιση' διαγράμματος στην απότμηση ράβδων).
A_c	Εμβαδόν διατομής από σκυρόδεμα	a_m	Μέση αξονική απόσταση (πυρκαγιά)
A_{ct}	Εμβαδόν του σκυροδέματος στο τμήμα αυτό της διατομής που υπολογίζεται να ευρίσκεται σε εφελκυσμό αμέσως πριν τη δημιουργία μίας ρωγμής	a_{sd}	Αξονική απόσταση (στην πυρκαγιά) από την πλαϊνή επιφάνεια ενός μέλους έως το κέντρο της ράβδου
A_d	Τιμή σχεδιασμού μίας τυχηματικής δράσης	a_v	Απόσταση μεταξύ εδράνων ή της παρειάς της στήριξης και της παρειάς του φορτίου
A_k	Εμβαδόν που περικλείεται από τους κεντροβαρικούς άξονες συνδεόμενων τοιχωμάτων, συμπεριλαμβανομένου του εσωτερικού κενού (στρέψη)	a_1, b_1	Διαστάσεις της περιμέτρου ελέγχου γύρω από μία επιμήκη στήριξη (διάτρηση)
A_p	Εμβαδόν του χάλυβα προέντασης	b	Συνολικό πλάτος μίας διατομής, ή πλάτος πέλματος σε δοκό T ή L
A_s	Εμβαδόν διατομής του χάλυβα οπλισμού	b_e	Ισοδύναμο πλάτος μίας πλάκας χωρίς δοκούς (παρακείμενο σε ένα περιμετρικό υποστυλώμα)
$A_{s,min}$	Ελάχιστο εμβαδόν διατομής του χάλυβα οπλισμού	b_{eff}	Συνεργαζόμενο πλάτος πέλματος
$A_{s,prov}$	Εμβαδόν του χάλυβα οπλισμού που παρέχεται	$b_{eq}(h_{eq})$	Ισοδύναμο πλάτος (ύψος) ενός υποστυλώματος = $b(h)$ για ορθογωνικές διατομές
$A_{s,req}$	Εμβαδόν του χάλυβα οπλισμού που απαιτείται	b_{min}	Ελάχιστο πλάτος κορμού σε δοκούς T, I ή L
A_{s1}	Εμβαδόν του χάλυβα οπλισμού στη στρώση 1	b_t	Μέσο πλάτος της εφελκυσμένης ζώνης. Για μία πλακοδοκό T με το πέγμα υπό θλίψη, λαμβάνεται υπόψη μόνο το πλάτος του κορμού
A_{s2}	Εμβαδόν του θλιβόμενου οπλισμού (στη στρώση 2)	b_w	Πλάτος κορμού σε δοκούς T, I ή L. Ελάχιστο πλάτος μεταξύ περιοχών θλίψης και εφελκυσμού
A_{sl}	Εμβαδόν του εφελκυσμένου οπλισμού που επεκτείνεται τουλάχιστον $l_{bd} + d$ πέραν από τη θεωρούμενη διατομή	b_y, b_z	Διαστάσεις της περιμέτρου ελέγχου (διάτρηση)
$A_{sM}(A_{sN})$	Συνολικό εμβαδόν οπλισμού που απαιτείται σε συμμετρικά, ορθογωνικά υποστυλώματα για την παραλαβή ροπών (αξονικού φορτίου) με χρήση της απλοποιημένης μεθόδου υπολογισμού	c_{min}	Ελάχιστη επικάλυψη, (λόγω των απαιτήσεων συνάφειας, $c_{min,b}$ ή για ανθεκτικότητα, $c_{min,dur}$)
A_{st}	Εμβαδόν διατομής του εγκάρσιου οπλισμού (στα ματίσματα)	c_{nom}	Ονομαστική επικάλυψη. Η ονομαστική επικάλυψη θα πρέπει να ικανοποιεί τις ελάχιστες απαιτήσεις συνάφειας, ανθεκτικότητας και πυρκαγιάς
A_{sw}	Εμβαδόν διατομής του διατμητικού οπλισμού	c_y, c_x	Διαστάσεις υποστυλώματος σε κάτοψη
A_{sw}	Εμβαδό του οπλισμού έναντι διάτρησης σε μία περίμετρο περί το υποστυλώμα	c_1, c_2	Διαστάσεις ορθογωνικού υποστυλώματος. Για περιμετρικά υποστυλώματα, η c_1 μετράται κάθετα προς την ελεύθερη ακμή (διάτρηση)
$A_{sw,min}$	Ελάχιστο εμβαδόν διατομής του διατμητικού οπλισμού		
$A_{sw,min}$	Ελάχιστο εμβαδό διατομής του οπλισμού έναντι διάτρησης σε μία περίμετρο περί το υποστυλώμα		
a	Απόσταση, ανοχή στις στηρίξεις		
a	Αξονική απόσταση από την επιφάνεια του σκυροδέματος έως το κέντρο της ράβδου (πυρκαγιά)		

Σύμβολο	Ορισμός
D	Διάμετρος υποστυλώματος κυκλικής διατομής, Διάμετρος
d	Στατικό ύψος ως τον εφελκόμενο χάλυβα
d_2	Στατικό ύψος ως το θλιβόμενο χάλυβα
d_c	Στατικό ύψος του θλιβόμενου σκυροδέματος
d_{eff}	Στατικό ύψος της πλάκας λαμβανόμενο ως ο μέσος όρος των στατικών υψών σε δύο ορθογωνικές διευθύνσεις (διάτρηση)
d_l	Διαφορικό μήκος μίας περιμέτρου (διάτρηση)
E	Αποτέλεσμα δράσης (εντατικό μέγεθος), Ακεραιότητα (σε πυρκαγιά), Μέτρο ελαστικότητας
$E_c, E_{c(28)}$	Εφαπτομενικό μέτρο ελαστικότητας του σκυροδέματος κανονικού βάρους σε τάση $\sigma_c = 0$ και στις 28 ημέρες
$E_{c,eff}$	Ενεργό μέτρο ελαστικότητας του σκυροδέματος
E_{cd}	Τιμή σχεδιασμού του μέτρου ελαστικότητας του σκυροδέματος
E_{cm}	Επιβατικό μέτρο ελαστικότητας του σκυροδέματος
E_d	Τιμή σχεδιασμού του εντατικού μεγέθους
EI	Καμπτική δυσκαμψία
E_s	Τιμή σχεδιασμού του μέτρου ελαστικότητας του χάλυβα σπλισμού
E_x	Εξίσωση, Μαθηματική σχέση
EQU	Στατική ισορροπία
e	Εκκεντρότητα
e_2	Παραμόρφωση (χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της M_2 σε λυγηρά υποστυλώματα)
e_i	Εκκεντρότητα λόγω ατελειών
e_{par}	Εκκεντρότητα παράλληλη στην ακμή της πλάκας που προκύπτει από ροπή ως προς άξονα κάθετο στην ακμή της πλάκας (διάτρηση)
e_y, e_z	Εκκεντρότητα, M_{Ed}/N_{Ed} κατά μήκος των αξόνων y και z αντιστοίχως (διάτρηση)
F_1	Συντελεστής που λαμβάνει υπόψη τις διατομές πλακοδοκού (παραμορφώσεις)
F_2	Συντελεστής που λαμβάνει υπόψη τα ψαθυρά χωρίσματα σε σχέση με μεγάλα ανοίγματα (παραμορφώσεις)
F_3	Συντελεστής που λαμβάνει υπόψη την τάση λειτουργίας στο εφελκόμενο χάλυβα (παραμορφώσεις)
F	Δράση
F_{bt}	Εφελκυστική δύναμη στη ράβδο στην έναρξη της κάμψης λόγω των οριακών φορτίων
$F_c (F_s)$	Δύναμη στο σκυρόδεμα (χάλυβα)

Σύμβολο	Ορισμός
F_{cd}	Τιμή σχεδιασμού της θλιπτικής δύναμης στο σκυρόδεμα στη διεύθυνση του διαμήκου άξονα
F_d	Τιμή σχεδιασμού μίας δράσης
F_E	Εφελκυστική δύναμη στον σπλισμό προς αγκύρωση
F_{Ed}	Θλιπτική δύναμη, τιμή σχεδιασμού της αντίδρασης στη στήριξη
F_k	Χαρακτηριστική τιμή μίας δράσης
F_{rep}	Αντιπροσωπευτική δράση ($= \psi F_k$ όπου $\psi =$ συντελεστής μετατροπής μίας χαρακτηριστικής σε αντιπροσωπευτική δράση)
F_{Rs}	Εφελκυστική δύναμη αντίστασης στον σπλισμό
F_s	Εφελκυστική δύναμη στη ράβδο σπλισμού
F_{td}	Τιμή σχεδιασμού της εφελκυστικής δύναμης στο διαμήκη σπλισμό
$F_{tie, col}$	Οριζόντια συνδετήρια δύναμη υποστυλώματος με δάπεδο πλάκα επικάλυψης (kN)
$F_{tie, fac}$	Οριζόντια δύναμη συνδετήριου, τοιχώματος με δάπεδο ή πλάκα επικάλυψης (kN/m)
$F_{tie, int}$	Εφελκυστική δύναμη εσωτερικού συνδετήριου
$F_{tie, per}$	Εφελκυστική δύναμη περιμετρικού συνδετήριου
F_{wd}	Διατμητική αντοχή σχεδιασμού συγκόλλησης, τιμή σχεδιασμού της δύναμης συνδετήρων σε κοντούς προβόλους
f_{bd}	Οριακή αντοχή συνάφειας
f_c	Θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος
f_{cd}	Τιμή σχεδιασμού της θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος
$f_{cd, pl}$	Θλιπτική αντοχή σχεδιασμού του άοπλου σκυροδέματος
f_{ck}	Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή κυλίνδρου του σκυροδέματος στις 28 ημέρες
$f_{ck, cube}$	Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή κύβου του σκυροδέματος στις 28 ημέρες
f_{cm}	Μέση τιμή της θλιπτικής αντοχής κυλίνδρου του σκυροδέματος
$f_{ct,d}$	Εφελκυστική αντοχή σχεδιασμού του σκυροδέματος ($\alpha_{ct} f_{ct,k} / \gamma_c$)
$f_{ct,eff}$	Μέση εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος ενεργή κατά το χρόνο που αναμένονται αρχικά να δημιουργηθούν ρωγμές. $f_{ct,eff} = f_{ctm}$ στην κατάλληλη ηλικία
$f_{ct,k}$	Χαρακτηριστική εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος

Σύμβολο	Ορισμός
f_{ctm}	Μέση εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος
$f_{ct,0,05}$	Τιμή της εφελκυστικής αντοχής του σκυροδέματος στο ποσοστημόριο 5%
$f_{ct,0,95}$	Τιμή της εφελκυστικής αντοχής του σκυροδέματος στο ποσοστημόριο 95%
f_{cvd}	Τιμή της αντοχής σχεδιασμού του σκυροδέματος σε διάτμηση και θλίψη (άοπλο σκυρόδεμα)
f_{sc}	Θλιπτική τάση στο θλιβόμενο χάλυβα στην ΟΚΑ
f_t	Εφελκυστική αντοχή του οπλισμού
$f_{t,k}$	Χαρακτηριστική εφελκυστική αντοχή του οπλισμού
f_{yd}	Αντοχή διαρροής σχεδιασμού του διαμήκους οπλισμού, A_{sI}
f_{yk}	Χαρακτηριστική αντοχή διαρροής του οπλισμού
f_{ywd}	Αντοχή διαρροής σχεδιασμού του διατμητικού οπλισμού
$f_{ywd,ef}$	Ενεργή αντοχή σχεδιασμού του οπλισμού έναντι διάτρησης
f_{ywk}	Χαρακτηριστική αντοχή διαρροής του διατμητικού οπλισμού
G_k	Χαρακτηριστική τιμή μίας μόνιμης δράσης
g_k	Χαρακτηριστική τιμή μίας μόνιμης δράσης ανά μονάδα μήκους ή εμβαδού
H_i	Οριζόντια δράση εφαρμοζόμενη σε μία στάθμη
h	Συνολικό ύψος μίας διατομής, Ύψος
h_f	Πάχος πεδிலου, πάχος πέλματος
h_H	Κατακόρυφο ύψος μηκίδας ή κεφαλής υποστυλώματος υπό την κάτω στάθμη της πλάκας (διάτρηση)
h_0	Ιδεατή διάσταση της διατομής
h_s	Πάχος της πλάκας
l	Ροπή αδρανείας μίας διατομής από σκυρόδεμα
I	Μόνωση (σε πυρκαγιά)
i	Ακτίνα αδρανείας
K	$M_{Ed} / bd^2 f_{ck}$, Ένα μέτρο του μεγέθους της θλιπτικής τάσης σε ένα μέλος σε κάμψη
K	Συντελεστής ώστε να ληφθεί υπόψη το δομικό σύστημα (παραμόρφωση)
K'	Τιμή του K επάνω από την οποία απαιτείται θλιβόμενος οπλισμός
K_r	Διορθωτικός συντελεστής για την καμπυλότητα εξαρτώμενος από την αξονική
K_ψ	Συντελεστής ώστε να ληφθεί υπόψη ο ερπυσμός
k	Συντελεστής ή παράγων

Σύμβολο	Ορισμός
k_c	Συντελεστής που λαμβάνει υπόψη τη φύση της κατανομής των τάσεων στη διατομή αμέσως πριν τη ρηγμάτωση και την αλλαγή των μοχλοβραχιόνων λόγω της ρηγμάτωσης (ελάχιστα εμβαδά)
l	Καθαρό ύψος υποστυλώματος μεταξύ των δεσμεύσεων στα άκρα
l	Ύψος της κατασκευής σε m
l (or L)	Μήκος, Άνοιγμα
l_0	Μήκος λυγισμού (υποστυλωμάτων)
l_0	Απόσταση μεταξύ σημείων μηδενισμού των ροπών
l_0	Μήκος υπερκάλυψης σχεδιασμού
$l_{0,fi}$	Μήκος λυγισμού υπό συνθήκες πυρκαγιάς
l_b	Βασικό μήκος αγκύρωσης
l_{bd}	Μήκος αγκύρωσης σχεδιασμού
$l_{b,eq}$	Ισοδύναμο μήκος αγκύρωσης
$l_{b,min}$	Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης
$l_{b,rqd}$	Βασικό μήκος αγκύρωσης
l_{eff}	Ενεργό άνοιγμα
l_H	Οριζόντια απόσταση από την παρειά του υποστυλώματος έως την ακμή μίας μηκίδας ή της κεφαλής του υποστυλώματος κάτω από την κάτω στάθμη μίας πλάκας (διάτρηση)
l_n	Καθαρή απόσταση μεταξύ των παρειών των στηριξεων
l_s	Ύψος από το δάπεδο στην οροφή
l_x, l_y	Ανοίγματα μίας τετραέριστης πλάκας κατά τις διευθύνσεις x και y
M	Ροπή κάμψης. Ροπή από την ανάλυση πρώτης τάξεως
M'	Φέρουσα ικανότητα σε κάμψη μίας απλά οπλισμένης διατομής (πέραν της οποίας απαιτείται θλιβόμενος οπλισμός)
$M_{0, Eqp}$	Ροπή από την ανάλυση πρώτης τάξεως υπό οιονεί μόνιμο συνδυασμό φορτίσεων (ΟΚΛ)
M_{01}, M_{02}	Ακραίες ροπές πρώτης τάξεως στην ΟΚΑ συμπεριλαμβανομένων των απαιτήσεων για τις ατέλειες
M_{0Ed}	Ισοδύναμη ροπή πρώτης τάξεως περιλαμβάνοντας την επιρροή των ατελειών (περίπου στο μέσον του ύψους)
$M_{0Ed,fi}$	Ροπή πρώτης τάξεως υπό συνθήκες πυρκαγιάς
M_2	Ονομαστική ροπή δευτέρας τάξεως σε λυγηρά υποστυλώματα
M_{Ed}	Τιμή σχεδιασμού της δρώσας εσωτερικής ροπής
M_{Edy}	Τιμή σχεδιασμού της ροπής στην αντίστοιχη διεύθυνση
M_{Edz}	

Σύμβολο	Ορισμός
M_{Rdy}	Τιμή σχεδιασμού της αντίστασης σε ροπή στην αντίστοιχη διεύθυνση
M_{Rdz}	Αριθμός των κατακορύφων μελών που συνεισφέρουν σε μία επίδραση
m	Μάζα
N	Αξονική δύναμη
N	Βασικός λόγος άνοιγμα-προς-στατικό ύψος, l/d , για $K = 1,0$ βλ. Τμήμα 15)
$N_{0Ed,fi}$	Αξονικό φορτίο σε συνθήκες πυρκαγιάς
ΕΠ	Εθνικό Προσάρτημα
N_a, N_b	Διαμήκεις δυνάμεις που συνεισφέρουν στο H_i
N_{Ed}	Τιμή σχεδιασμού της δρώσας αξονικής (εφελκυσμός ή θλίψη) στην ΟΚΑ
ΕΠΠ	Εθνικά προσδιοριζόμενη(ες) Παράμετρος(οι) όπως δημοσιεύονται στο Εθνικό Προσάρτημα μίας χώρας
n	Στάθμη φόρτισης. Συντηρητικά $n = 0,7$ (πυρκαγιά)
n	Αξονική τάση στην ΟΚΑ
n	Οριακή δράση (φορτίο) ανά μονάδα μήκους (ή εμβαδού)
n_0	Αριθμός ορόφων
n_b	Αριθμός ράβδων στη δέσμη
Q_k	Χαρακτηριστική τιμή μίας μεταβλητής δράσης
$Q_{k1} (Q_{ki})$	Χαρακτηριστική τιμή μίας κύριας μεταβλητής δράσης (Χαρακτηριστική τιμή μίας συνοδευτικής μεταβλητής δράσης)
q_k	Χαρακτηριστική τιμή μίας μεταβλητής δράσης ανά μονάδα μήκους ή εμβαδού
R	Αντίσταση, Μηχανική αντίσταση (σε πυρκαγιά)
R/A'	Κατακόρυφη αντίσταση έδρασης ανά μονάδα μήκους εμβαδού (θεμελιώσεις)
R_d	Τιμή σχεδιασμού της αντίστασης σε μία δράση
RH	Σχετική υγρασία
r	Ακτίνα
r_{cont}	Η απόσταση από το κέντρο βάρους ενός υποστυλώματος έως τη διατομή ελέγχου έξω από την κεφαλή του υποστυλώματος
r_m	Λόγος των ακραίων ροπών πρώτης τάξεως σε υποστυλώματα στην ΟΚΑ
S, N, R	Τύποι τσιμέντου
ΟΚΛ	Οριακή(ές) Κατάσταση(εις) Λειτουργικότητας – που αντιστοιχούν σε συνθήκες πέραν των οποίων δεν τηρούνται πλέον οι προδιαγεγραμμένες απαιτήσεις λειτουργίας
s	Απόσταση
s_r	Ακτινική απόσταση των περιμέτρων του διατμητικού οπλισμού

Σύμβολο	Ορισμός
s_t	Εφαπτομενική απόσταση του διατμητικού οπλισμού κατά μήκος των περιμέτρων του διατμητικού οπλισμού
T	Ροπή στρέψης
T_{Ed}	Τιμή σχεδιασμού της δρώσας στρεπτικής ροπής
T_{Rd}	Στρεπτική ροπή σχεδιασμού
$T_{Rd, max}$	Μέγιστη αντίσταση σχεδιασμού σε στρεπτική ροπή
t	Πάχος, Θεωρούμενος χρόνος, Πλάτος της στήριξης
t_0	Η ηλικία του σκυροδέματος κατά τη στιγμή της φόρτισης
$t_{ef,l}$	Ενεργό πάχος τοιχώματος (στρέψη)
ΟΚΑ	Οριακή(ές) Κατάσταση(εις) Αστοχίας – σχετιζόμενη με την κατάρρευση ή άλλες μορφές δομικής αστοχίας
u	Περίμετρος μίας διατομής από σκυρόδεμα, με εμβαδόν A_c
u	Περίμετρος εκείνου του τμήματος που εκτίθεται σε ξήρανση
u	Περίμετρος της ακρώτατης ακμής της ενεργού διατομής (στρέψη)
u_0	Περίμετρος περί το υποστύλωμα (διάτρηση)
u_1	Βασική περίμετρος ελέγχου, (στα $2d$ από την παρειά του φορτίου) (διάτρηση)
u_{1*}	Απομειωμένη περίμετρος ελέγχου σε περιμετρικά υποστυλώματα (στα $2d$ από την παρειά του φορτίου) (διάτρηση)
u_i	Μήκος της θεωρούμενης περιμέτρου ελέγχου (διάτρηση)
u_k	Περίμετρος της επιφάνειας A_k (στρέψη)
u_{out}	Περίμετρος στην οποία δεν απαιτείται πλέον διατμητικός οπλισμός
V	Τέμνουσα
V_{Ed}	Τιμή σχεδιασμού της δρώσας τέμνουσας
$V_{Ed,red}$	Δρώσα διατμητική δύναμη μειωμένη από τη δύναμη λόγω της εδαφικής πίεσης μείον το ίδιο βάρος του πεδίου (διάτρηση, θεμελιώσεις)
$V_{Rd,c}$	Διατμητική αντίσταση ενός μέλους χωρίς διατμητικό οπλισμό
$V_{Rd,max}$	Διατμητική αντίσταση ενός μέλους που περιορίζεται από τη θλιπτική αστοχία των θλιπτήρων
$V_{Rd,s}$	Διατμητική αντίσταση ενός μέλους που ελέγχεται από τη διαρροή του διατμητικού οπλισμού
v_{Ed}	Διατμητική τάση λόγω διάτρησης
v_{Ed}	Διατμητική τάση διατομών χωρίς διατμητικό οπλισμό ($= V_{Ed}/b_w d$)
$v_{Ed,z}$	Διατμητική τάση διατομών με διατμητικό οπλισμό ($= V_{Ed}/b_w z = V_{Ed}/b_w 0,9d$)

Σύμβολο	Ορισμός
$V_{Rd,c}$	Διατμητική αντίσταση σχεδιασμού του σκυροδέματος χωρίς διατμητικό οπλισμό εκπεφρασμένη σαν τάση
$V_{Rd,cs}$	Διατμητική αντίσταση σχεδιασμού του σκυροδέματος με διατμητικό οπλισμό εκπεφρασμένη σαν τάση (διάτρηση)
$V_{Rd,max}$	Αντοχή των θλιπτήρων σκυροδέματος εκπεφρασμένη σαν τάση
W_1	Συντελεστής που αντιστοιχεί σε μία κατανομή τέμνουσας (διάτρηση)
w_k	Εύρος ρωγμής
w_{max}	Όριο του υπολογιζόμενου εύρους ρωγμής
X0, XA, XC XD, XF, XS	Κατηγορίες Έκθεσης σκυροδέματος
x	Βάθος ουδέτερου άξονα
x	Απόσταση της θεωρούμενης διατομής από τον άξονα της στήριξης
x, y, z	Συντεταγμένες, Θεωρούμενα επίπεδα
x_u	Βάθος ουδέτερου άξονα στην οριακή κατάσταση αστοχίας μετά την ανακατανομή
z	Μοχλοβραχίονας εσωτερικών δυνάμεων
α	Γωνία, Γωνία διατμητικών συνδετήρων προς το διαμήκη άξονα, Αναλογία
$\alpha_1, \alpha_2,$ $\alpha_3, \alpha_4,$ α_5, α_6	Συντελεστές που λαμβάνουν υπόψη τις αγκυρώσεις και τις ματίσεις των ράβδων
α_{cc} (α_{ct})	Συντελεστής που λαμβάνει υπόψη τις μακροχρόνιες επιδράσεις του θλιπτικού (εφελκυστικού) φορτίου και του τρόπου εφαρμογής του φορτίου
β	Γωνία, Αναλογία, Συντελεστής
β	Συντελεστής που λαμβάνει υπόψη την εκκεντρότητα (διάτρηση)
γ	Επιμέρους συντελεστής
γ_A	Επιμέρους συντελεστής για τις τυχηματικές δράσεις, A
γ_c	Επιμέρους συντελεστής για το σκυρόδεμα
γ_F	Επιμέρους συντελεστής για τις δράσεις, F
γ_f	Επιμέρους συντελεστής για τις δράσεις χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι αβεβαιότητες του προσομοιώματος
γ_g	Επιμέρους συντελεστής για τις μόνιμες δράσεις χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τις αβεβαιότητες του προσομοιώματος
γ_G	Επιμέρους συντελεστής για τις μόνιμες δράσεις, G
γ_M	Επιμέρους συντελεστής για μία ιδιότητα υλικού, που λαμβάνει υπόψη τις αβεβαιότητες στην ιδιότητα υλικού αυτή καθαυτή, τη γεωμετρική απόκλιση και το χρησιμοποιούμενο προσομοίωμα σχεδιασμού

Σύμβολο	Ορισμός
γ_Q	Επιμέρους συντελεστής για τις μεταβλητές δράσεις, Q
γ_s	Επιμέρους συντελεστής για το χάλυβα οπλισμού
δ	Λόγος της ανακατεμόμενης ροπής προς την ελαστική ροπή κάμψης. Λόγος ανακατανομής (1-% ανακατανομή)
Δ_c	Μέριμνα για την απόκλιση στο σχεδιασμό, π.χ. για να ληφθεί υπόψη η τεχνουργία (EN 13760)
$\Delta_{c,dev}$	Μέριμνα που γίνεται στο σχεδιασμό για την απόκλιση
$\Delta \epsilon_p$	Μεταβολή στην παραμόρφωση του χάλυβα προέντασης
Δ_{Ftd}	Πρόσθετη εφελκυστική δύναμη στον διαμήκη οπλισμό λόγω του προσομοιώματος δικτύωματος της τέμνουσας
ϵ_c	Θλιπτική παραμόρφωση στο σκυρόδεμα
ϵ_{c2}	Όριο θλιπτικής παραμόρφωσης στο σκυρόδεμα για σκυρόδεμα υπό καθαρή αξονική θλίψη ή παραμόρφωση στο σκυρόδεμα στη μέγιστη αντοχή θεωρώντας τη διγραμμική σχέση τάσεων παραμορφώσεων
ϵ_{c3}	Όριο θλιπτικής παραμόρφωσης στο σκυρόδεμα για σκυρόδεμα υπό καθαρή αξονική θλίψη ή παραμόρφωση στο σκυρόδεμα κατά τη μέγιστη αντοχή θεωρώντας χρήση της διγραμμικής σχέσης τάσεων παραμορφώσεων
ϵ_{cu}	Οριακή θλιπτική ανηγμένη παραμόρφωση στο σκυρόδεμα
ϵ_{cu2}	Οριακή θλιπτική ανηγμένη παραμόρφωση στο σκυρόδεμα που δεν είναι πλήρως σε καθαρή θλίψη θεωρώντας χρήση της παραβολικής – ορθογωνικής καταστατικής σχέσης τάσεων παραμορφώσεων (αριθμητικά $\epsilon_{cu2} = \epsilon_{cu3}$)
ϵ_{cu3}	Οριακή θλιπτική ανηγμένη παραμόρφωση στο σκυρόδεμα που δεν είναι πλήρως σε καθαρή θλίψη θεωρώντας χρήση της διγραμμικής καταστατικής σχέσης τάσεων παραμορφώσεων
$\epsilon_{p(0)}$	Αρχική ανηγμένη παραμόρφωση στο χάλυβα προέντασης
ϵ_s	Ανηγμένη παραμόρφωση στο χάλυβα οπλισμού
ϵ_u	Ανηγμένη παραμόρφωση του οπλισμού ή του χάλυβα προέντασης στο μέγιστο φορτίο
ϵ_{ud}	Όριο σχεδιασμού της ανηγμένης παραμόρφωσης για το χάλυβα οπλισμού σε εφελκυσμό = 0,9 ϵ_{uk}

Σύμβολο	Ορισμός
ϵ_{uk}	Χαρακτηριστική ανηγμένη παραμόρφωση του οπλισμού (ή του χάλυβα προέντασης) στο μέγιστο φορτίο
ϵ_y	Ανηγμένη παραμόρφωση διαρροής του οπλισμού
η	Συντελεστής καθορισμού της ενεργού αντοχής (= 1 για $\leq C50/60$)
η_1	Συντελεστής για τις συνθήκες συνάφειας
η_2	Συντελεστής για τη διάμετρο της ράβδου
θ	Γωνία, Γωνία των θλιπτήρων (τέμνουσα)
θ_i	Κλίση που χρησιμοποιείται για να αντιπροσωπευθούν οι ατέλειες
λ	Συντελεστής λυγηρότητας
λ	Συντελεστής που καθορίζει το ύψος της θλιβόμενης ζώνης (= 0,8 για $\leq C50/60$)
λ_{fi}	Λυγηρότητα στην πυρκαγιά
λ_{lim}	Οριακός συντελεστής λυγηρότητας (υποστωμάτων)
μ_{fi}	Λόγος της αξονικής σχεδιασμού υπό συνθήκες πυρκαγιάς προς την αντίσταση σχεδιασμού του υποστυλώματος υπό κανονική θερμοκρασία αλλά με εκκεντρότητα που εφαρμόζεται στις συνθήκες πυρκαγιάς
ν	Μειωτικός συντελεστής της αντοχής για το σκυρόδεμα ρηγματωμένο σε διάτμηση
ξ	Μειωτικός συντελεστής/ συντελεστής ανακατανομής. Συντελεστής επί του G_k στη Σχ. (6.10α) του EN 1990.
ρ	Απαιτούμενο ποσοστό εφελκόμενου οπλισμού
ρ'	Ποσοστό οπλισμού του απαιτούμενου θλιβόμενου οπλισμού, A_{s2}/bd
ρ_1	Ποσοστό οπλισμού που ενώνεται με υπερκάλυψη εντός του $0,65l_0$ από το κέντρο της θεωρούμενης μάτισης
ρ_l	Ποσοστό οπλισμού για το διαμήκη οπλισμό
ρ_0	Ποσοστό οπλισμού αναφοράς $f_{ck}^{0,5} \times 10^{-3}$
σ_c	Τάση στο σκυρόδεμα
σ_{cp}	Αξονική τάση στο σκυρόδεμα
σ_{gd}	Τιμή σχεδιασμού της εδαφικής πίεσης
σ_s	Τάση στον οπλισμό στην ΟΚΛ
σ_s	Απόλυτη τιμή της μέγιστης επιτρεπόμενης τάσης στον οπλισμό αμέσως μετά την εμφάνιση μίας ρωγμής
$\sigma_{sc} (\sigma_{st})$	Τάση στο θλιβόμενο (και εφελκόμενο) οπλισμό
σ_{sd}	Τάση σχεδιασμού στη ράβδο στην Οριακή Κατάσταση Αστοχίας
σ_{su}	Εκτίμηση της τάσης στον οπλισμό στην ΟΚΛ (παραμόρφωση)
τ	Διατμητική τάση λόγω στρέψης
$\varphi (\infty, t_0)$	Τελική τιμή του συντελεστή ερπυσμού

Σύμβολο	Ορισμός
φ_{ef}	Ενεργός συντελεστής ερπυσμού
$\varphi (t, t_0)$	Συντελεστής ερπυσμού, που καθορίζει τον ερπυσμό μεταξύ των χρόνων t και t_0 , σχετιζόμενος με την ελαστική παραμόρφωση στις 28 ημέρες
ϕ	Διάμετρος ράβδου
ϕ_n	Ισοδύναμη διάμετρος μίας δέσμης ράβδων οπλισμού
ϕ_m	Διάμετρος τυμπάνου
ψ	Συντελεστές που καθορίζουν αντιπροσωπευτικές τιμές των μεταβλητών δράσεων
ψ_0	Συνδιαστική τιμή μίας μεταβλητής δράσης (π.χ. χρησιμοποιούμενη στην ΟΚΑ)
ψ_1	Συχνή τιμή μίας μεταβλητής δράσης (π.χ. χρησιμοποιούμενη όταν λαμβάνεται υπόψη αν η διατομή θα έχει ρηγματωθεί ή όχι)
ψ_2	Οιονεί-μόνιμη τιμή μίας μεταβλητής δράσης (π.χ. χρησιμοποιούμενη όταν θεωρείται η παραμόρφωση)
ω	Μηχανικό ποσοστό οπλισμού = $A_s f_{yd} / A_c f_{cd} \leq 1$

1. Εισαγωγή

Το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 1992-1-1 (Ευρωκώδικας 2: Σχεδιασμός κατασκευών από σκυρόδεμα Μέρος 1-1 ^[1]) καθορίζει τους γενικούς κανόνες για το σχεδιασμό των δομημάτων από σκυρόδεμα καθώς και τους κανόνες για το σχεδιασμό των κτιριακών έργων. Έτσι, καλύπτει κατ' ανάγκη ένα ευρύ φάσμα κατασκευών και, ως εκ τούτου, μπορεί να θεωρηθεί ως υπερβολικά εκτενές για τις συνήθεις μελετητικές εργασίες.

Ο στόχος του παρόντος **Συνοπτικού Εγχειριδίου του Ευρωκώδικα 2** είναι να συνάγει από όλα τα σχετικά Τμήματα του EN 1992 και των Εθνικών Προσαρτημάτων τους ^[1-4], το υλικό το οποίο θα χρησιμοποιείται αποκλειστικά για το σχεδιασμό των συνήθων κτιριακών έργων από οπλισμένο σκυρόδεμα. Έτσι, το αντικείμενο του παρόντος περιορίζεται σε συγκεκριμένες κατηγορίες σκυροδέματος (μέχρι και συμπεριλαμβανομένης της C50/60), ενώ δεν καλύπτει τα έργα από προεντεταμένο σκυρόδεμα ή από ελαφροσκυρόδεμα. Ακόμη όμως και με αυτούς τους περιορισμούς, θεωρείται ότι στο πεδίο εφαρμογής του παρόντος θα εμπίπτει η συντριπτική πλειοψηφία των συνήθων μελετών της καθημερινής πρακτικής, ενώ θα αποτελέσει και ένα εύχρηστο περιληπτικό Εγχειρίδιο χρήσης των σχετικών Ευρωκωδίκων για χρήση στις μελέτες των συνήθων κτιριακών έργων.

Στο μέτρο του δυνατού, τα εδάφια του Ευρωκώδικα επαναλαμβάνονται επί λέξει – πλην όπου, για λόγους σαφήνειας, απαιτείται η αναδιατύπωση του κειμένου, ή, σε ορισμένες περιπτώσεις (όπως προσδιορίζεται με **γκρίζα σκίαση**), απαιτείται πρόσθετο κείμενο, εξαγόμενες μαθηματικές σχέσεις, Πινάκες, Διαγράμματα και Σχήματα. Το παραπάνω αφορά κυρίως το Τμήμα 15 και το Παράρτημα του παρόντος. Όπου αφορά, γίνεται αναφορά και σε άλλους Ευρωκώδικες. Οι αναφορές αυτές στα αριθμημένα εδάφια του Ευρωκώδικα 2 ή στους λοιπούς Ευρωκώδικες επισημαίνονται με βέλη στο κείμενο, για γρήγορη αναγνώριση.

Αναγνωρίζοντας την ευθύνη του κάθε κράτους μέλους να καθορίζει θέματα όπως η ασφάλεια και η τρέχουσα πρακτική, το σύστημα των Ευρωκωδίκων επιτρέπει σε κάθε Χώρα να καθορίσει τις δικές της τιμές για ορισμένες παραμέτρους της κατασκευής, που θα χρησιμοποιούνται εντός της δικαιοδοσίας της. Οι τιμές αυτές αναφέρονται ως Εθνικά Προσδιοριζόμενες Παράμετροι (ΕΠΠ) και δημοσιεύονται ως μέρος του Εθνικού Προσαρτήματος της χώρας αυτής. Μέχρι να καθορισθούν τα Ελληνικά ΕΠ, όπου επιτρέπονται ΕΠΠ τιμές, στο παρόν **Συνοπτικό Εγχειρίδιο του Ευρωκώδικα 2**, χρησιμοποιούνται οι συνιστώμενες τιμές του Προτύπου EN 1992, οι οποίες και **τονίζονται με κίτρινο**. Επί πλέον, σημειώνεται ότι στα Σχήματα και Διαγράμματα που περιλαμβάνονται στο παρόν, έχουν χρησιμοποιηθεί, όπου απαιτούνται, οι τιμές των ΕΠΠ της Μεγάλης Βρετανίας, οι δε σχετικές ΕΠΠ αναφέρονται ξεχωριστά, ώστε να καταστεί εφικτό στους χρήστες του παρόντος να προσαρμόσουν τα Σχήματα και τα Διαγράμματα αυτά, αλλιώς αυτά να χρησιμοποιηθούν για πληροφοριακούς σκοπούς. Το ίδιο ισχύει και για τις επισημάνσεις **με έντονη σκίαση**, στο Παράρτημα, που αφορούν την ισχύουσα μελετητική πρακτική στη Μεγάλη Βρετανία για το σχεδιασμό Θεμελιώσεων.

Γενικά, η ροή των πληροφοριών παρουσιάζεται με την ίδια σειρά όπως στον Ευρωκώδικα 2. Ωστόσο, το σύνολο του Δομητικού Σχεδιασμού απαιτείται να συμμορφώνεται με το Πρότυπο EN 1990 (Ευρωκώδικας: Βάση του δομητικού σχεδιασμού ^[5]), στο οποίο παρέχονται οι βασικές πληροφορίες που αφορούν την κατασκευή από οποιοδήποτε δομικό υλικό. Για αυτό το λόγο, οι σχετικές βασικές πληροφορίες από το EN 1990 παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 2 του παρόντος. Στο Κεφάλαιο 15 περιλαμβάνονται μερικά από τα πλέον συνήθη Διαγράμματα ή Νομογραφήματα και Πίνακες σχεδιασμού που χρησιμοποιούνται κατά τη συνήθη μελετητική πρακτική από τους Έλληνες Μελετητές.

Με βάση τα τελευταία διαθέσιμα στοιχεία, η έκδοση αυτή περιλαμβάνει τα δεδομένα εκείνα τα οποία θα χρειαστούν οι Έλληνες Μηχανικοί, για την πλειοψηφία των κτιριακών έργων από σκυρόδεμα.

Οδηγός χρήσης του παρόντος

Κείμενο, Πίνακες ή Σχήματα σε γκρι	Πρόσθετο κείμενο, εξαγόμενες Σχέσεις, Πίνακες και Σχήματα που δεν προέρχονται από τον Ευρωκώδικα 2
6.4.4	Σχετικά εδάφια ή αριθμοί Σχημάτων από τον Ευρωκώδικα 2-1-1 (εάν η αναφορά γίνεται σε άλλα Μέρη, άλλους Ευρωκώδικες ή άλλα έγγραφα, αυτό θα καθορίζεται)
ΕΠ	Πληροφορία από το Εθνικό Προσάρτημα.
6.4.4 & ΕΠ	Πληροφορία από τον Ευρωκώδικα 2-1-1 και από το Εθνικό Προσάρτημα.
Κεφ. 5.2	Σχετικό Κεφάλαιο του παρόντος

2. Βάσεις σχεδιασμού

2.1 Γενικά

Το EN 1992-1-1^[1] θα πρέπει να χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με το EN 1990:Βαση του δομητικού σχεδιασμού^[5], το οποίο:

- Καθορίζει τις αρχές και απαιτήσεις για την ασφάλεια, λειτουργικότητα και ανθεκτικότητα των δομημάτων.
- Περιγράφει τη βάση για το σχεδιασμό και τον έλεγχό τους.
- Παρέχει τις κατευθυντήριες γραμμές για θέματα σχετιζόμενα με την αξιοπιστία των κατασκευών.

2.2 Βασικές απαιτήσεις

2.2.1 Γενικά

Ένα δόμημα πρέπει να μελετηθεί και να εκτελεσθεί (να κατασκευασθεί) με τέτοιο τρόπο ώστε, με οικονομία και κατάλληλο βαθμό αξιοπιστίας, κατά την προβλεπόμενη διάρκεια ζωής του:

EN 1990^[5]:
2.1

- Να ανταπεξέλθει σε όλες τις δράσεις και επιδράσεις που ενδέχεται να προκύψουν κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης και χρήσης.
- Να παραμείνει κατάλληλο για την απαιτούμενη από αυτό χρήση.

Θα μελετηθεί για να έχει επαρκή ευστάθεια, φέρουσα ικανότητα, λειτουργικότητα και ανθεκτικότητα.

Για την περίπτωση πυρκαγιάς, η φέρουσα ικανότητα πρέπει να είναι επαρκής για την απαιτούμενη χρονική διάρκεια αυτής.

Ένα δόμημα πρέπει να μελετηθεί και να εκτελεσθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μην υποστεί βλάβη από συμβάντα όπως εκρήξεις, κρούση και επιπτώσεις από ανθρώπινα λάθη, σε βαθμό δυσανάλογο με το γενεσιουργό αίτιο

2.2.2 Αποφυγή βλάβης

Η πιθανή βλάβη θα πρέπει να αποφευχθεί ή να περιορισθεί με κατάλληλη επιλογή ενός ή περισσότερων από τα ακόλουθα:

- Αποφυγή, εξάλειψη ή μείωση των κινδύνων στους οποίους μπορεί να εκτεθεί το δόμημα
- Επιλέγοντας ένα δομικό σύστημα το οποίο έχει χαμηλή ευαισθησία στους υπό εξέταση κινδύνους.
- Επιλέγοντας ενός δομικού συστήματος και ένα δομητικό σχεδιασμό που μπορούν επαρκώς να επιβιώσουν από την τυχηματική αφαίρεση ενός μεμονωμένου δομικού μέλος ή ενός περιορισμένου τμήματος του δομήματος ή από την εμφάνιση μίας τοπικής βλάβης.

EN 1990:
2.1 (5)

- Αποφεύγοντας όσο το δυνατόν δομικά συστήματα τα οποία μπορούν να καταρρεύσουν χωρίς προειδοποίηση.
- Συνδέοντας τα δομικά μέλη μεταξύ τους

2.2.3 Αρχές Οριακών Καταστάσεων

EN 1990:
2.2 (1)

Το EN 1990 θεωρεί ότι ο σχεδιασμός θα πρέπει να επαληθεύεται χρησιμοποιώντας τις αρχές των Οριακών Καταστάσεων.

EN 1990:
2.3

Για τη διάρκεια ζωής σχεδιασμού κτιριακών και άλλων κοινών κατασκευών δίδεται μια ενδεικτική τιμή 50 ετών.

2.3 Σχεδιασμός βάσει Οριακών Καταστάσεων

EN 1990:
3.1

Οι Οριακές Καταστάσεις είναι καταστάσεις πέραν των οποίων το δόμημα δεν ικανοποιεί πλέον τα σχετικά κριτήρια σχεδιασμού:

- Οι Οριακές Καταστάσεις Αστοχίας (**ΟΚΑ**) σχετίζονται με την κατάρρευση ή άλλες μορφές αστοχίας του φέροντος οργανισμού.
- Οι Οριακές Καταστάσεις Λειτουργικότητας (**ΟΚΛ**) αντιστοιχούν σε συνθήκες πέραν από τις οποίες δεν πληρούνται πλέον οι προδιαγεγραμμένες απαιτήσεις λειτουργικότητας.

Οι Οριακές Καταστάσεις θα πρέπει να επαληθεύονται (ελέγχονται) για όλες τις καταστάσεις σχεδιασμού που έχουν επιλεγεί, λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες υπό τις οποίες το δόμημα καλείται να επιτελέσει τη λειτουργία του.

2.3.1 Καταστάσεις σχεδιασμού

EN 1990:
3.2

Συνήθως, σε μη-σεισμικές ζώνες, θα πρέπει να θεωρούνται οι ακόλουθες καταστάσεις σχεδιασμού:

- Χρόνιες καταστάσεις οι οποίες αφορούν τις συνθήκες συνήθους χρήσης.
- Παροδικές καταστάσεις οι οποίες αφορούν προσωρινές συνθήκες, όπως κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης (κατασκευής) ή επισκευής.
- Τυχηματικές καταστάσεις οι οποίες αφορούν έκτακτες συνθήκες, που αφορούν είτε το δόμημα είτε την έκθεσή του (π.χ. σε πυρκαγιά, έκρηξη, κρούση ή από τα αποτελέσματα μίας τοπικής αστοχίας).

2.3.2 Δράσεις

EN 1990:
1.5

Οι δράσεις αφορούν φορτία που εφαρμόζονται στο δόμημα άμεσα είτε ως επιβαλλόμενες παραμορφώσεις, όπως είναι οι διαφορικές καθιζήσεις ή οι επιδράσεις της θερμοκρασίας, οι οποίες δημιουργούν εσωτερικές δυνάμεις στην κατασκευή.

EN 1990:
4.1.1

- Οι μόνιμες δράσεις αναφέρονται σε δράσεις των οποίων η διακύμανση του μεγέθους τους με το χρόνο είναι αμελητέα.

- Οι μόνιμες δράσεις αναφέρονται σε δράσεις των οποίων η διακύμανση του μεγέθους τους με το χρόνο δεν είναι αμελητέα.
- Οι τυχηματικές δράσεις είναι δράσεις μικρής διάρκειας αλλά σημαντικής έντασης, οι οποίες είναι απίθανο να συμβούν σε μία κατασκευή κατά τη διάρκεια ζωής σχεδιασμού τους.

Η χαρακτηριστική τιμή μίας δράσης καθορίζεται με μία από τις ακόλουθες τρεις εναλλακτικές τιμές.

EN 1990:
4.1.2

- Τη μέση τιμή της - συνήθως χρησιμοποιείται για τις μόνιμες δράσεις.
- Μία ανώτατη τιμή με μία σκοπούμενη πιθανότητα μη υπέρβασης, ή μία ελάχιστη τιμή με μία σκοπούμενη πιθανότητα επίτευξης - συνήθως χρησιμοποιείται για τις μεταβλητές δράσεις με γνωστή στατιστική κατανομή, όπως η ανεμοφόρτιση ή η χιονοφόρτιση.
- Μία ονομαστική τιμή – χρησιμοποιείται για κάποιες μεταβλητές και τυχηματικές δράσεις.

Οι τιμές των δράσεων που δίδονται στα διάφορα Τμήματα του EN 1991: Δράσεις στις κατασκευές^[6], λαμβάνονται ως χαρακτηριστικές τιμές.

2.3.3 Επαλήθευση (έλεγχος)

Η επαλήθευση (έλεγχος) με χρήση της μεθόδου των επιμέρους συντελεστών, αναπτύσσεται διεξοδικά στο EN 1990^[5]. Με τη μέθοδο αυτή επαληθεύεται ότι σε όλες τις σχετικές καταστάσεις σχεδιασμού, δεν υπάρχει υπέρβαση οιασδήποτε σχετικής Οριακής Κατάστασης, όταν χρησιμοποιούνται στα προσομοιώματα σχεδιασμού οι τιμές σχεδιασμού των δράσεων και των αντιστάσεων.

EN 1991^[6]

2.3.4 Τιμές σχεδιασμού των δράσεων

Η τιμή σχεδιασμού μίας δράσης είναι $\gamma_F \psi F_k$

όπου

ψ = είναι ένας συντελεστής που μετατρέπει τη χαρακτηριστική τιμή μιας δράσης σε αντιπροσωπευτική τιμή. Προσαρμόζει την τιμή της δράσης αυτής ώστε να λαμβάνεται υπόψη η από κοινού πιθανότητα να συμβούν ταυτόχρονα οι δράσεις, μπορεί δε να λάβει τιμές ίσες με:

1,0 για μια μόνιμη δράση

ψ_0 ή ψ_1 ή ψ_2 για μια μεταβλητή δράση, όταν εμφανίζεται ταυτόχρονα με άλλες μεταβλητές δράσεις. Βλέπε Πίνακες 2.1 και 2.2, οι οποίοι εξάγονται με βάση το EN 1990.

γ_F = είναι ένας επιμέρους συντελεστής για τη δράση (βλ. Πίνακα 2.2)

Η ψF_k μπορεί να θεωρηθεί ως η αντιπροσωπευτική δράση, F_{rep} , κατάλληλη για τη θεωρούμενη Οριακή Κατάσταση.

EN 1990:
A.1.2.2
& ΕΠ

Στον Πίνακα 2.2 δίδονται οι επιμέρους συντελεστές για χρήση στους συνδυασμούς των αντιπροσωπευτικών δράσεων στα κτιριακά έργα. Ο Πίνακας 2.1 καταδεικνύει πώς οι χαρακτηριστικές τιμές των μεταβλητών δράσεων μετατρέπονται σε αντιπροσωπευτικές τιμές.

EN 1990:
A.1.2.2
& ΕΠ

Για την ΟΚΑ (Οριακή Κατάσταση Αστοχίας) ο Μελετητής μπορεί να επιλέξει μεταξύ της σχέσης (6.10) ή της λιγότερο ευμενούς από τις σχέσεις (6.10α) και (6.10β). Η σχέση (6.10) συνεπάγεται τη χρήση των $\gamma_F = \gamma_G = 1,35$ για τις μόνιμες δράσεις και $\gamma_F = \gamma_Q = 1,50$ για τις μεταβλητές δράσεις (η γ_G για τις μόνιμες δράσεις προορίζεται να είναι σταθερή για όλα τα ανοίγματα). Η σχέση (6.10) είναι πάντοτε ίση ή πλέον συντηρητική από τη λιγότερο ευμενή από τις σχέσεις (6.10α) και (6.10β).

Πίνακας 2.1

Τιμές των συντελεστών ψ

Δράση	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Φορτία που εφαρμόζονται σε κτιριακά			
Κατηγορία Α: Κατοικίες	0,7	0,5	0,3
Κατηγορία Β: Γραφειακοί χώροι	0,7	0,5	0,3
Κατηγορία C: Χώροι συνάθροισης	0,7	0,7	0,6
Κατηγορία D: Χώροι καταστημάτων	0,7	0,7	0,6
Κατηγορία E: Χώροι αποθηκών	1,0	0,9	0,8
Κατηγορία F: Οδική κυκλοφορία: βάρος οχήματος ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
Κατηγορία G: Οδική κυκλοφορία: 30 kN < βάρος οχήματος ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3
Κατηγορία H: Στέγες	0,7	0,0	0,0
Φορτία χιονιού όπου υψόμετρο ≤ 1000 m από την επιφάνεια της θάλασσας	0,5	0,2	0,0
Φορτία ανέμου ^α	0,5	0,2	0,0
Θερμοκρασιακές επιδράσεις (πλην πυρκαγιάς)	0,6	0,5	0,0
Σημείωση	Οι παραπάνω αριθμητικές τιμές είναι σύμφωνα με το EN 1990 και το Βρετανικό ΕΠ.		
Υπόμνημα	^α Βλέπε επίσης και το EN 1991.		

Πίνακας 2.2

Επιμέρους συντελεστές (γ_F) για χρήση στον έλεγχο των Οριακών Καταστάσεων σε χρόνιες και παροδικές καταστάσεις σχεδιασμού

Οριακή Κατάσταση	Μόνιμες δράσεις (G_k)	Προέχουσα μεταβλητή δράση ($Q_{k,1}$)	Συνοδευτικές μεταβλητές δράσεις ($Q_{k,i}$)	Αναφορά
α) Ισορροπία (EQU) Ομάδα Α				
	$\gamma_{G,sup}$ ($\gamma_{G,inf}$) ^α	$\gamma_{Q,1}$	$\psi_{0,i} \gamma_{Q,i}$	EN 1990 Πίν. A12(A) (Ομάδα Α)
Τιμές	1,10 (0,90) ^α	1,50 (0,0) ^α	1,50 $\psi_{0,i}$ (0,0) ^α	ΕΠ του EN 1990
β) Αντοχή στην ΟΚΑ (STR/GEO) που δεν περιλαμβάνει γεωτεχνικές δράσεις Ομάδα Β				
Είτε				
Σχ. (6.10)	γ_G	γ_Q	$\psi_0 \gamma_Q$	EN 1990 Σχ. (6.10) & EN 1990 Πίν. A1.2(B)
Τιμές	1,35 (1,00) ^α	1,50	1,50 ψ_0	ΕΠ του EN 1990
Ή τη δυσμενέστερη				
Σχ. (6.10α)	γ_G	$\psi_{0,1} \gamma_Q$	$\psi_{0,i} \gamma_Q$	EN 1990 Σχ. (6.10α) & EN 1990 Πίν. A1.2(B)
Τιμές	1,35 (1,00) ^α	1,50 ψ_0	1,50 ψ_0	ΕΠ του EN 1990
και				
Σχ. (6.10β)	$\zeta \gamma_G$	γ_Q	$\psi_0 \gamma_Q$	EN 1990 Σχ. (6.10β) & EN 1990 Πίν. A1.2(B)
Τιμές	0,925x1,35=1,25 (1,00) ^α	1,50	1,50 ψ_0	ΕΠ του EN 1990
γ) Αντοχή στην ΟΚΑ (STR/GEO) με γεωτεχνικές δράσεις (STR/GEO)				
Δυσμενέστερη των				
Ομάδα Β	γ_{G1}	γ_{Q1}		EN 1990 Πίν. A1.2(B)
Τιμές	1,35 (1,00) ^α	1,50 (0,0) ^α		ΕΠ του EN 1990
ή				
Ομάδα C	γ_{G2}	γ_{Q2}		EN 1990 Πίν. A1.2(Γ)
Τιμές	1,00	1,30		ΕΠ του EN 1990
δ) Λειτουργικότητα				
Χαρακτηριστική	1,00	1,00	1,00 $\psi_{0,i}$	EN 1990 Πίν. A1.4
Συχνή	1,00	1,00 $\psi_{1,1}$	1,00 $\psi_{2,i}$	
Οιονεί-μόνιμη	1,00	1,00 $\psi_{2,1}$	1,00 $\psi_{2,i}$	
ε) Τυχηματικές καταστάσεις σχεδιασμού				
Σχ. (6.11α)	$\gamma_{G,sup}$ ή ($\gamma_{G,inf}$)	$\psi_{1,1}^B$	$\psi_{2,i}$	EN 1990 Σχ. (6.11α)
Τιμές	1,00	$\psi_{1,1}^B$	$\psi_{2,i}$	ΕΠ του EN 1990
Υπόμνημα				
^α Τιμή εφόσον ευμενής				
^β Προέχουσα τυχηματική δράση (A_d)				
Σημειώσεις				
Οι τιμές του ψ δίδονται στον Πίνακα 2.1.				
Όπου η μεταβλητότητα μεταξύ των $G_{k,sup}$ και $G_{k,inf}$ δεν είναι μεγάλη, περίπου < 10%, το G_k θεωρείται ότι αντιπροσωπεύει μια μόνιμη δράση.				
Οι γεωτεχνικές δράσεις που δίδονται στον Πίνακα βασίζονται στη Μέθοδο Σχεδιασμού 1 στο εδάφιο A1.3.1(5) του EN 1990, το οποίο συνιστάται στο Βρετανικό ΕΠ του EN 1990.				

2.3.5 Ιδιότητες των υλικών

Οι ιδιότητες των υλικών προδιαγράφονται με βάση τις χαρακτηριστικές τιμές τους, οι οποίες εν γένει αντιστοιχούν σε ένα ορισμένο ποσοστημόριο μιας υποθετικής στατιστικής κατανομής της θεωρούμενης ιδιότητας (συνήθως του ποσοστημορίου υπό το 5%).

2.4.2.4(1):
& ΕΠ

Οι τιμές των γ_c και γ_s , των επιμέρους συντελεστών για τα υλικά, δίνονται στον Πίνακα 2.3.

Πίνακας 2.3
Επιμέρους συντελεστές για τα υλικά

Πίν. 2.1
& ΕΠ

Κατάσταση σχεδιασμού	γ_c - σκυρόδεμα	γ_s - χάλυβας οπλισμού
ΟΚΑ – Χρόνιες και παροδικές	1,50	1,15
Τυχηματικές – πλην πυρκαγιάς	1,20	1,00
Τυχηματικές –πυρκαγιά	1,00	1,00
ΟΚΛ	1,00	1,00

2.4 Παραδοχές

1.3

Επιπροσθέτως από τις παραδοχές του EN 1990, ο Ευρωκώδικας 2 προϋποθέτει ότι:

- Ο σχεδιασμός και η κατασκευή θα αναληφθούν από καταλλήλως εξειδικευμένο και έμπειρο προσωπικό.
- Θα παρέχεται επαρκής επίβλεψη και έλεγχος ποιότητας.
- Τα δομικά υλικά και προϊόντα θα χρησιμοποιηθούν όπως προδιαγράφονται.
- Το δόμημα θα συντηρείται επαρκώς και θα χρησιμοποιείται σύμφωνα με την Τεχνική Περιγραφή.
- Τηρούνται οι απαιτήσεις για την εκτέλεση και την ποιότητα των κατασκευαστικών εργασιών που δίδονται στο EN 13670.

Κατά το χρόνο σύνταξης του παρόντος δεν έχει εκδοθεί το Ελληνικό Εθνικό Προσάρτημα για το πρότυπο EN 13670.

2.5 Σχεδιασμός θεμελιώσεων

EN 1997
2.4.6.4

Ο σχεδιασμός θεμελιώσεων από σκυρόδεμα υπόκειται στις απαιτήσεις του Ευρωκώδικα 7^[9] για τα γεωτεχνικά θέματα, και στον Ευρωκώδικα 2 για το δομητικό σχεδιασμό του σκυροδέματος.

EN 1997
2.1.4

Ο Ευρωκώδικας 7 είναι ευρύτατος και παρέχει όλες τις απαιτήσεις για το γεωτεχνικό σχεδιασμό. Καθορίζει ότι δεν πρέπει να γίνει υπέρβαση σε οποιαδήποτε Οριακή Κατάσταση, όπως, π.χ., της ισορροπίας, ευστάθειας, αντοχής ή λειτουργικότητας, όπως αυτές καθορίζονται στο EN1990. Οι

απαιτήσεις σχεδιασμού για τις ΟΚΑ και ΟΚΛ μπορούν να ικανοποιηθούν με χρήση, κατά τον αρμόζοντα τρόπο, των ακόλουθων, μεμονωμένων ή σε συνδυασμό μεθόδων:

- Υπολογισμούς.
- Περιγραφόμενες απαιτήσεις.
- Δοκιμές.
- Μεθόδους με βάση την παρατήρηση (εποπτικές μεθόδους).

Περαιτέρω οδηγίες για το σχεδιασμό απλών θεμελιώσεων σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 7 δίδονται στο Παράρτημα Α του παρόντος.

Η σελίδα είναι κενή

3. Υλικά

3.1 Σκυρόδεμα

Το σκυρόδεμα θα πρέπει να είναι σύμφωνο με το EN 206-1 Σκυρόδεμα: Προδιαγραφή, επιτελεστικότητα, παραγωγή και συμμόρφωση^[10]. Οι κατηγορίες αντοχής και οι ιδιότητες του σκυροδέματος δίδονται στον Πίνακα 3.1.

3.1.2

Κατά τη σύμβαση που χρησιμοποιείται για τη θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος, το 'C' αναφέρεται σε σκυρόδεμα κανονικού βάρους, ο πρώτος αριθμός που ακολουθεί αναφέρεται στην αντοχή κυλίνδρου f_{ck} και ο δεύτερος στην αντοχή κύβου $f_{ck, cube}$.

Πίν. 3.1

Πίνακας 3.1

Κατηγορίες αντοχής και ιδιότητες του σκυροδέματος

Ιδιότητα	Κατηγορία αντοχής (MPa)											
	C12/ 15	C16/ 20	C20/ 25	C25/ 30	C30/ 37	C35/ 45	C40/ 50	C45/ 55	C50/ 60	C26/ 32 ^α	C28/ 35 ^α	C32/ 40 ^α
f_{ck}	12,0	16,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	26,0	28,0	32,0
$f_{ck, cube}$	15,0	20,0	25,0	30,0	37,0	45,0	50,0	55,0	60,0	32,0	35,0	40,0
f_{cm}	20,0	24,0	28,0	33,0	38,0	43,0	48,0	53,0	58,0	34,0	36,0	40,0
f_{ctm}	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	2,6	2,8	3,0
$f_{ctk, 0.05}$	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	1,8	1,9	2,1
$f_{ctk, 0.95}$	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	3,4	3,6	3,9
E_{cm} (GPa)	27,0	29,0	30,0	31,0	32,0	34,0	35,0	36,0	37,0	31,0	32,0	33,0
Σημείωση												
α Εξαγόμενα δεδομένα												

Όλες οι εκφράσεις στον Ευρωκώδικα 2^[1-4] ανάγονται στη θλιπτική αντοχή κυλίνδρου f_{ck} . Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το αντικείμενο της παρούσης περιορίζεται σε κατηγορίες θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος μέχρι και συμπεριλαμβανομένης της C50/60.

3.1.2(2) & ΕΠ

Η αντοχή σχεδιασμού του σκυροδέματος f_{cd} θα πρέπει να λαμβάνεται ίση προς:

3.1.2(1) & ΕΠ

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$$

όπου

f_{ck} = η χαρακτηριστική αντοχή του σκυροδέματος

γ_c = ο επιμέρους συντελεστής για το σκυρόδεμα

α_{cc} = ένας συντελεστής. Η συνιστώμενη τιμή για το $\alpha_{cc} = 1,00$

Η τιμή σχεδιασμού της εφελκυστικής αντοχής του σκυροδέματος f_{ctd} θα πρέπει να λαμβάνεται ίση προς $1,0 f_{ctk, 0.05} / \gamma_c$.

3.2 Χαλύβδινος οπλισμός

3.2

Οι ιδιότητες του χάλυβα οπλισμού δίδονται στον Πίνακα 3.2, σύμφωνα με το Παράρτημα Γ του EN 1992-1-1^[1].

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το Παράρτημα Γ επιτρέπει ένα εύρος τιμών για την αντοχή f_{yk} , μεταξύ 400 και 600 MPa.

Πίνακας 3.2
Ιδιότητες του οπλισμού

Ιδιότητα	Κατηγορία		
	A	B	C
Χαρακτηριστική αντοχή διαρροής f_{yk} ή $f_{0,2k}$ (MPa)	500	500	500
Ελάχιστη τιμή του $k = (f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	$\geq 1,08$	$\geq 1,15 < 1,35$
Χαρακτηριστική παραμόρφωση στη μέγιστη δύναμη ϵ_{uk} (%)	$\geq 2,5$	$\geq 5,0$	$\geq 7,5$
Σημείωση Ο Πίνακας εξάγεται από το EN 1992-1-1 Παρ. Γ.			

4. Ανθεκτικότητα και επικάλυψη

4.1 Γενικές αρχές σχεδιασμού

Μια κατασκευή ανθεκτική σε περιβαλλοντικές δράσεις θα πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις λειτουργικότητας, αντοχής και ευστάθειας σε όλη τη διάρκεια της ζωής της, χωρίς να εμφανίσει ουσιαστική απώλεια της χρησιμότητάς της αλλά και χωρίς να έχει ανάγκη από εκτεταμένη συντήρηση.

4.1

Για να επιτευχθεί αυτή η απαιτούμενη διάρκεια ζωής της κατασκευής θα πρέπει να ληφθούν τα αναγκαία μέτρα για την προστασία του κάθε δομικού μέλους έναντι των σχετικών περιβαλλοντικών δράσεων. Οι συνθήκες έκθεσης της κατασκευής σε τέτοιες περιβαλλοντικές δράσεις περιλαμβάνουν τόσο χημικές όσο και φυσικές περιβαλλοντικές συνθήκες, στις οποίες είναι εκτεθειμένη η κατασκευή, πέραν από τις μηχανικές δράσεις, οι οποίες μέχρι τώρα ούτως ή άλλως λαμβάνονταν υπόψη κατά το σχεδιασμό.

4.3, 4.2

Οι απαιτήσεις για ανθεκτικότητα θα λαμβάνονται υπόψη σε όλα τα στάδια του σχεδιασμού και ανέγερσης του έργου, περιλαμβανομένων των φάσεων της επιλογής των δομικών υλικών, της εκπόνησης των κατασκευαστικών λεπτομερειών, της εκτέλεσης και του ελέγχου ποιότητας.

Η επαρκής επικάλυψη στο σκυρόδεμα απαιτείται για να επιτευχθούν:

- (α) Η ασφαλής μεταφορά των τάσεων λόγω συνάφειας μεταξύ του οπλισμού και του σκυροδέματος (βλ. Κεφ. 4.2),
- (β) Η προστασία του οπλισμού και όλων των λοιπών ενσωματωμένων μεταλλικών τεμαχίων στο σκυρόδεμα, έναντι διάβρωσης (βλ. Κεφ. 4.3 και 4.4), και
- (γ) Η ικανοποιητική αντοχή σε πυρκαγιά (βλ. Κεφ. 4.5.).

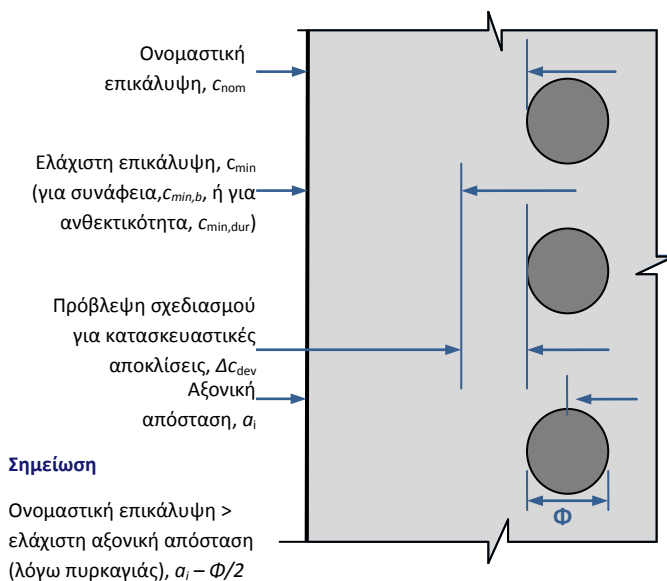
4.4.1.2(1)

Οι απαιτήσεις για την επικάλυψη και τις αποστάσεις μεταξύ οπλισμών για αντοχή σε πυρκαγιά δίδονται σε μορφή αξονικών αποστάσεων, καθοριζόμενων από την επιφάνεια του σκυροδέματος έως τον άξονα της ράβδου, και όχι καθαρών αποστάσεων επικάλυψης, όπως ισχύει κατά το σχεδιασμό της επικάλυψης για ανθεκτικότητα.

Γενικά, η επικάλυψη από σκυρόδεμα του οπλισμού είναι η απόσταση από την εξώτατη επιφάνεια του οπλισμού έως την πλησιέστερη επιφάνεια από σκυρόδεμα. Στο ΕΛΟΤ EN 206, σαν τέτοια επιφάνεια νοείται ακόμη και η επιφάνεια του σκυροδέματος στους αρμούς διαστολής, λόγω της συχνά παρατηρούμενης διάβρωσης των οπλισμών πλησίον αυτών των αρμών λόγω ελλιπούς συντήρησης, είτε λόγω του ότι οι αρμοί αυτοί στην ανωδομή λειτουργούν και σαν σεισμικοί αρμοί, με αποτέλεσμα να εμφανίζουν μετακινήσεις στη διάρκεια ζωής του έργου. Στην περίπτωση που οι οπλισμοί διέρχονται μέσα από τον αρμό (π.χ. βλήτρα σε δάπεδα από σκυρόδεμα), οι οπλισμοί αυτοί θα έχουν ειδική αντιδιαβρωτική προστασία. Η ονομαστική επικάλυψη καθορίζεται στα σχέδια. Όπως δείχνεται στο Σχ. 4.1, η ονομαστική επικάλυψη θα πρέπει να ικανοποιεί τις ελάχιστες απαιτήσεις σε σχέση με τα (α) – (γ) παραπάνω και, στην περίπτωση των (α) και (β), θα πρέπει να ενσωματώνει και πρόβλεψη για τυχόν αποκλίσεις που αναμένονται να συμβούν κατά τη φάση της εκτέλεσης του έργου (βλ. Κεφ. 4.4).

4.4.1.3(3)

ΕΛΟΤ EN 206



Σχήμα 4.1
Ορισμός των επικαλύψεων κατά EN 1992

4.2 Επικάλυψη για επάρκεια σε συνάφεια, $C_{min,b}$

Για να είναι δυνατή η ασφαλής μεταφορά των δυνάμεων λόγω συνάφειας αλλά και για να εξασφαλισθεί ικανή συμπίκνωση του σκυροδέματος, η ελάχιστη επικάλυψη δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη από μια διάμετρο της ράβδου οπλισμού (ή την ισοδύναμη διάμετρο, εφόσον πρόκειται για δέσμη οπλισμών). Η παραπάνω ελάχιστη τιμή επικάλυψης για επάρκεια σε συνάφεια θα πρέπει να αυξηθεί κατά 5 mm εφόσον η ονομαστική μέγιστη διάσταση του μέγιστου κόκκου του αδρανούς υπερβαίνει τα 32 mm.

4.4.1.2(3)&
ΕΠ

4.3 Επικάλυψη για επάρκεια σε ανθεκτικότητα, $C_{min,dur}$

Οι συνθήκες περιβαλλοντικής έκθεσης ταξινομούνται σε Κατηγορίες Έκθεσης, όπως δείχνονται στον Πίνακα 4.1, ο οποίος βασίζεται στο EN 206-1^[10] και το Εθνικό Προσάρτημα (ΕΠ) αυτού. Η σύνθεση του σκυροδέματος και οι ελάχιστες επικαλύψεις για επάρκεια σε ανθεκτικότητα, $C_{min,dur}$ παρατίθενται στους Πίνακες 4.2 και 4.3, οι οποίοι έχουν επίσης βασισθεί στο ΕΠ του EN 206-1^[10]. Οι Πίνακες αυτοί δίνουν τις συνιστώμενες τιμές για σκυρόδεμα κανονικού βάρους, περιεκτικότητας σε αδρανή με διάσταση μέγιστου κόκκου 20 mm για επιλεγμένες Κατηγορίες Έκθεσης σε σχέση με τις περιβαλλοντικές συνθήκες και επικαλύψεις οπλισμού. Σε συνδυασμό περιβαλλοντικών δράσεων, ενδέχεται να υπάρχει και συνδυασμός Κατηγοριών Περιβαλλοντικής Έκθεσης. Για την κάθε σχετική Κατηγορία Έκθεσης και ανάλογα με τον τύπο τσιμέντου που προδιαγράφεται στη Μελέτη, θα πρέπει να προσδιορίζονται από τους Πίνακες 4.2 και 4.3, οι ελάχιστες επικαλύψεις, η απαιτούμενη κατηγορία θλιπτικής αντοχής σκυροδέματος και ο μέγιστος λόγος Νερό/Τσιμέντο (N/T) στη σύνθεση, ανάλογα, οπότε να χρησιμοποιείται η δυσμενέστερη περίπτωση. Για αύξηση της διάρκειας ζωής σχεδιασμού στα 100 έτη (Πίνακας 4.3), απαιτείται να αυξηθεί η Κατηγορία του δομήματος στο EN 1992-1-1 κατά δύο τάξεις. Εκτός από αποκλειστική αύξηση της επικάλυψης, επιτρέπεται να αυξηθεί παράλληλα και η κατηγορία αντοχής του σκυροδέματος. Η ανάλογη αύξηση στα ικανοτικά μεγέθη του σεισμικού σχεδιασμού καθώς και στην εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος (για υπολογισμό των ελαχίστων ποσοστών οπλισμού πρέπει να ληφθεί υπόψη).

Πίνακες
4.1, 4.2 &
4.3

Πίνακας 4.1

Κατηγορίες έκθεσης σε σχέση με τις περιβαλλοντικές συνθήκες

Κατηγορία	Περιγραφή του περιβάλλοντος	Πληροφοριακά παραδείγματα όπου μπορεί να προκύψει η Κατηγορία Έκθεσης
1. Ουδείς κίνδυνος διαβρωτικής δράσης ή προσβολής		
X0	Για το άοπλο σκυρόδεμα: Όλες οι Κατηγορίες έκθεσης, πλην όπου υπάρχει ψύξη απόψυξη, επιφανειακή απότριψη ή χημική δράση. Για οπλισμένο σκυρόδεμα ή ενσωματωμένα μεταλλικά τεμάχια: πολύ ξηρό.	Σκυρόδεμα εντός κτιρίων με πάρα πολύ χαμηλή υγρασία.
2. Διάβρωση λόγω ενανθράκωσης		
XC1	Ξηρό ή μονίμως υγρό.	Σκυρόδεμα εντός κτιρίων με χαμηλή υγρασία. Σκυρόδεμα μέσα σε νερό.
XC2	Υγρό, σπανίως ξηρό.	Επιφάνειες σκυροδέματος υπό μακροχρόνια επαφή με το νερό. Πολλές θεμελιώσεις.
XC3	Μέση υγρασία.	Σκυρόδεμα εντός κτιρίων με μέση ή υψηλή υγρασία. Εξωτερικό σκυρόδεμα στεγασμένο από τη βροχή.
XC4	Εναλλαγή ξηρού και υγρού.	Επιφάνειες σκυροδέματος σε επαφή με το νερό και που δεν υπάγονται στην XC2
3. Διάβρωση λόγω χλωριόντων που δεν προέρχονται από το θαλασσινό νερό		
XD1	Μέση υγρασία.	Επιφάνειες σκυροδέματος σε επαφή με χλωριόντα μεταφερόμενα στον αέρα.
XD2	Υγρό, σπανίως ξηρό.	Σκυρόδεμα τελείως εμβαπτισμένο σε νερό που περιέχει χλωριόντα, π.χ. πισίνες.
XD3	Εναλλαγή ξηρό και υγρό.	Τμήματα γεφυρών εκτεθειμένα σε αέρια διαβροχή που περιέχει χλωριόντα. Οδοστρώματα, δάπεδα στάθμευσης.
4. Διάβρωση λόγω χλωριόντων από το θαλασσινό νερό		
XS1	Εκτεθειμένο σε άλατα στον αέρα αλλά όχι σε άμεση επαφή με το νερό.	Σκυρόδεμα πλησίον ή επί της ακτής.
XS2	Μονίμως μέσα στη θάλασσα.	Τμήματα λιμενικών έργων.
XS3	Ζώνες που επηρεάζονται από την παλίρροια, τον παφλασμό και τη διαβροχή.	Τμήματα λιμενικών έργων.
5. Διάβρωση λόγω δράσης ψύξης / απόψυξης		
XF1	Μέσο επίπεδο κορεσμού σε νερό, χωρίς αντιπαγωτικά άλατα.	Κατακόρυφες επιφάνειες από σκυρόδεμα εκτεθειμένες σε βροχή και παγετό.
XF2	Μέσο επίπεδο κορεσμού σε νερό, με αντιπαγωτικά.	Κατακόρυφες επιφάνειες οδικών έργων εκτεθειμένες σε βροχή και αερομεταφερόμενα αντιπαγωτικά άλατα.
XF3	Υψηλό επίπεδο κορεσμού σε νερό, χωρίς αντιπαγωτικά άλατα.	Οριζόντιες επιφάνειες από σκυρόδεμα εκτεθειμένες σε βροχή και παγετό.
XF4	Υψηλό επίπεδο κορεσμού σε νερό, με αντιπαγωτικά άλατα ή θαλασσινό νερό.	Καταστρώματα οδών και γεφυρών εκτεθειμένα σε αντιπαγωτικά άλατα. Επιφάνειες από σκυρόδεμα εκτεθειμένες σε παγετό και άμεση διαβροχή που περιέχει αντιπαγωτικά άλατα. Ζώνη διαβροχής λιμενικών έργων εκτεθειμένες σε παγετό.
6. Δράση λόγω χημικής προσβολής		
XA1	Ελαφρά δραστικό χημικό περιβάλλον.	Φυσικά εδάφη και υδροφόρος ορίζοντας.
XA2	Μέσα δραστικό χημικό περιβάλλον.	
XA3	Υψηλά δραστικό χημικό περιβάλλον.	

Πίνακας 4.2

Κατηγορία οπλισμένου σκυροδέματος και επικάλυψη έως τον οπλισμό για ανθεκτικότητα, για προβλεπόμενη διάρκεια ζωής σχεδιασμού του δομήματος τουλάχιστον 50 έτη

Κατηγορία	Συνθήκες έκθεσης	Τύποι συνδυασμών τσιμεντών ^α	Κατηγορία Αντοχής, μέγιστος λόγος N/T, ελάχιστη περιεκτικότητα σε τσιμέντο (Kg/m ³)									
			15+Δc ^β	20+Δc	25+Δc	30+Δc	35+Δc	40+Δc	45+Δc	50+Δc		
			Ονομαστική επικάλυψη στο συμβατικό οπλισμό									
			15+Δc ^β	20+Δc	25+Δc	30+Δc	35+Δc	40+Δc	45+Δc	50+Δc		
1. Ουδείς κίνδυνος διαβρωτικής δράσης												
X0 ^ε	Εντελώς ξηρό	Όλοι	Συνιστάται να μη χρησιμοποιείται σε οπλισμένο σκυρόδεμα									
2. Διάβρωση λόγω ενανθράκωσης												
XC1 ^ε	Ξηρό ή μονίμως υγρό.	Όλοι	— ^γ	—	C20/25 0,65 280	<<<< ^δ	<<<<	<<<<	<<<<	<<<<		
XC2	Υγρό, σπανίως ξηρό.	Όλοι	—	—	C25/30 0,60 300	<<<<	<<<<	<<<<	<<<<	<<<<		
XC3	Μέση υγρασία.	Όλοι	—	—	—	—	C25/30 0,55 300	<<<<	<<<<	<<<<		
XC4	Εναλλαγή ξηρού και υγρού.	Όλοι	—	—	—	—	C30/37 0,50 320	<<<<	<<<<	<<<<		
3. Διάβρωση λόγω χλωριόντων												
XD1	Μέση υγρασία.	Όλοι	— ^γ	—	—	—	C30/37 0,55 330	<<<<	<<<<	<<<<		
XD2	Υγρό, σπανίως ξηρό.	Όλοι	—	—	—	—	—	C32/40 0,50 330	<<<<	<<<<		
XD3	Εναλλαγή ξηρό και υγρό.	Όλοι	—	—	—	—	—	—	—	C35/45 0,45 350		
4. Διάβρωση λόγω χλωριόντων από το θαλασσινό νερό												
XS1	Εκτεθειμένο σε άλατα στον αέρα αλλά όχι σε άμεση επαφή με το νερό	CEM II, III, IV (εκτός B-LL), SRPC	— ^γ	—	—	—	—	—	—	C25/30 0,50 330	<<<<	
			—	—	—	—	—	—	—	C26/32 0,50 330	<<<<	<<<<
		CEM I, II (B-LL)	—	—	—	—	—	—	—	C30/37 0,50 330	<<<<	<<<<
XS2	Υγρό, σπανίως ξηρό.	CEM II, III, IV (εκτός B-LL), SRPC	—	—	—	—	—	—	—	C25/30 0,50 330	<<<<	
			—	—	—	—	—	—	—	C26/32 0,50 330	<<<<	<<<<
		CEM I, II (B-LL)	—	—	—	—	—	—	—	C30/37 0,50 330	<<<<	<<<<
XS3	Ζώνες που επηρεάζονται από την παλίρροια, τον παφλασμό και τη διαβροχή.	CEM II, III, IV (εκτός B-LL), SRPC	—	—	—	—	—	—	—	C30/37 0,45 350		
		CEM I, II (B-LL)	—	—	—	—	—	—	—	C35/45 0,45 350		

Πίνακας 4.2
(Συνεχίζεται)

Κατηγορία	Συνθήκες έκθεσης	Τύποι συνδυασμών τσιμέντων ^α	Κατηγορά Αντοχής, μέγιστος λόγος N/T, ελάχιστη περιεκτικότητα σε τσιμέντο (Kg/m ³)							
			Ονομαστική επικάλυψη στο συμβατικό οπλισμό							
			15+Δc ^β	20+Δc	25+Δc	30+Δc	35+Δc	40+Δc	45+Δc	50+Δc
6. Διάβρωση λόγω χημικής προσβολής										
ΧΑ1	Ελαφρά δραστικό χημικό περιβάλλον.	Αν υπάρχουν SO ₄ ²⁻ , τσιμέντο μέσης ανθ/τας σε θειικά	— ^γ	—	—	—	C28/35 0,55 320	<<<<	<<<<	<<<<
ΧΑ2	Μέσα δραστικό χημικό περιβάλλον.	Αν υπάρχουν SO ₄ ²⁻ , τσιμέντο μέσης ή υψηλής ανθ/τας σε θειικά	—	—	—	—	C30/37 0,50 340	<<<<	<<<<	<<<<
ΧΑ3	Υψηλά δραστικό χημικό περιβάλλον.	Αν υπάρχουν SO ₄ ²⁻ , τσιμέντο υψηλής ανθ/τας σε θειικά	—	—	—	—	C35/45 0,45 360	<<<<	<<<<	<<<<

Υπόμνημα:

- α** Τύποι ή συνδυασμοί τσιμέντων:
- | | | | |
|----------|--|----------|--|
| CEM I | = Τσιμέντο τύπου Πόρτλαντ | CEM IIB | = Τσιμέντο τύπου Πόρτλαντ με 21-35% τέφρα |
| CEM IIA | = Τσιμέντο τύπου Πόρτλαντ με 6-20% τέφρα, σκωρία ή 20% ασβεστόλιθο | CEM IIIB | = Τσιμέντο τύπου Πόρτλαντ με 66-80% σκωρία |
| CEM IIIA | = Τσιμέντο τύπου Πόρτλαντ με 36-65% σκωρία | CEM SPRC | = τσιμέντο ανθεκτικό στα θειικά |
| CEM IVB | = Τσιμέντο τύπου Πόρτλαντ με 36-55% τέφρα | —V | = ιπτάμενη τέφρα |
| —S | = σκωρία | | |
- β** Δc = Πρόσθετη αύξηση για αποκλίσεις κατά την εκτέλεση (βλέπε Κεφ. 4.4).
- γ** — = δεν συνιστάται, να χρησιμοποιείται μεγαλύτερη επικάλυψη
- δ** <<<< = η ποιότητα σκυροδέματος που δίδεται στην προηγούμενη στήλη δεν θα πρέπει να μειώνεται.
- ε** Για αυτή την Κατηγορία περιβαλλοντικής έκθεσης, επιτρέπεται να προδιαγραφεται στο έργο τυποποιημένο σκυρόδεμα προδιαγραφόμενης σύνθεσης (σύμφωνα με το Κεφ. 6.4, EN 206-1).

Πίνακας 4.3

Ποιότητα σκυροδέματος και επικάλυψη έως τον οπλισμό για ανθεκτικότητα, για προβλεπόμενη διάρκεια ζωής σχεδιασμού του δομήματος 100 έτη (θεωρείται ότι το δόμημα ανήκει αρχικά στη Κατηγορία δομήματος S4)

Κατηγορία	Συνθήκες έκθεσης	Τύποι συνδυασμών τσιμέντων ^α	Κατηγορά Αντοχής, μέγιστος λόγος N/T, ελάχιστη περιεκτικότητα σε τσιμέντο (Kg/m ³)							
			15+Δc ^β	20+Δc	25+Δc	30+Δc	35+Δc	40+Δc	45+Δc	50+Δc
			Ονομαστική επικάλυψη στον οπλισμό (δεν περιλαμβάνεται ο χάλυβας προέντασης)							
1. Ουδείς κίνδυνος διαβρωτικής δράσης										
X0 ^ε	Εντελώς ξηρό	Όλοι	Συνιστάται η κατηγορία αυτή να μη χρησιμοποιείται σε οπλισμένο σκυρόδεμα							
2. Διάβρωση λόγω ενανθράκωσης										
XC1 ^{ε,στ}	Ξηρό ή μονίμως υγρό.	Όλοι	— ^γ	—	—	—	C20/25 0,65 280	<<<< ^δ	<<<<	<<<<
XC2 ^{στ}	Υγρό, σπανίως ξηρό.	Όλοι	— ^γ	—	—	—	C25/30 0,60 300	<<<<	<<<<	<<<<
XC3 ^{στ}	Μέση υγρασία.	Όλοι	—	—	—	—	—	—	C25/30 0,55 300	<<<<
XC4 ^{στ}	Εναλλαγή ξηρού και υγρού.	Όλοι	—	—	—	—	—	—	C30/37 0,50 320	<<<<
Υπόμνημα:										
^α	Τύποι ή συνδυασμοί τσιμέντων από τους τύπους που παράγονται εντός Ελλάδος:									
	CEM I	= Τσιμέντο τύπου Πόρτλαντ				CEM IIB	= Τσιμέντο τύπου Πόρτλαντ με 21-35% τέφρα			
	CEM IIA	= Τσιμέντο τύπου Πόρτλαντ με 6-20% τέφρα, σκωρία ή 20% ασβεστόλιθο				CEM IIIB	= Τσιμέντο τύπου Πόρτλαντ με 66-80% σκωρία			
	CEM IIIA	= Τσιμέντο τύπου Πόρτλαντ με 36-65% σκωρία				CEM SPRC	= τσιμέντο ανθεκτικό στα θειικά			
	CEM IVB	= Τσιμέντο τύπου Πόρτλαντ με 36-55% τέφρα								
	—S	= σκωρία				—V	= ιπτάμενη τέφρα			
^β	Δc	= Πρόσθετη αύξηση για αποκλίσεις κατά την εκτέλεση (βλέπε Κεφ. 4.4).								
^γ	—	= δεν συνιστάται, να χρησιμοποιείται μεγαλύτερη επικάλυψη								
^δ	<<<<	= η ποιότητα σκυροδέματος που δίδεται στην προηγούμενη στήλη δεν θα πρέπει να μειώνεται.								
^ε	Για αυτή την Κατηγορία περιβαλλοντικής έκθεσης, επιτρέπεται να προδιαγράφεται στο έργο τυποποιημένο σκυρόδεμα προδιαγραφόμενης σύνθεσης (σύμφωνα με το Κεφ. 6.4, EN 206-1).									
^{στ}	Για αύξηση της διάρκειας ζωής σχεδιασμού στα 100 έτη απαιτείται να αυξηθεί η Κατηγορία δομήματος κατά δύο τάξεις (θεωρούμενη κατά αρχήν S4). Στην περίπτωση αυτή, εκτός από αποκλειστική αύξηση της επικάλυψης, επιτρέπεται εναλλακτικά να αυξηθεί παράλληλα και η κατηγορία αντοχής του σκυροδέματος.									

4.4 Χημική προσβολή

Αυτή αφορά ειδικά το σκυρόδεμα μέσα στο έδαφος, οπότε, σε αυτή την περίπτωση, θα πρέπει να ακολουθείται η εθνική πρακτική.

4.5 Επικάλυψη Δc_{dev} και λοιπές ανοχές

Οι ελάχιστες επικαλύψεις για επάρκεια σε συνάφεια ($c_{min,b}$, Κεφ. 4.2) και ανθεκτικότητα ($c_{min,dur}$, Πίνακες 4.2 και 4.3) θα πρέπει να αυξάνονται στο σχεδιασμό κατά το μέγεθος Δc_{dev} , ώστε να ληφθούν υπόψη οι πιθανές αποκλίσεις κατά την εκτέλεση όπως αναφέρεται παρακάτω:

4.4.1.3(1)&
ΕΠ

- 10 mm, γενικά.
- Μεταξύ 5 και 10 mm, στην περίπτωση που λειτουργεί ένα Σύστημα Διασφάλισης Ποιότητας στο έργο και όταν η επικάλυψη ελέγχεται με μετρήσεις.
- Μεταξύ 0 και 10 mm, στην περίπτωση που τα μη συμμορφούμενα δομικά στοιχεία απορρίπτονται με βάση μετρήσεις ακριβείας της επικάλυψης (π.χ. στα προκατασκευασμένα στοιχεία).

Η παράμετρος Δc_{dev} αναγνωρίζεται στο EN 13670^[7] ως $\Delta c(-)$. Σε όρους ανοχών κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης, οι $\Delta c(-)$ και $\Delta c(+)$ υπόκεινται στις απαιτήσεις του EN 13670 και / ή στην Προδιαγραφή του έργου.

Η ελάχιστη επικάλυψη για σκυρόδεμα που σκυροδετείται επί διαμορφωμένου εδάφους (περιλαμβάνεται και το σκυρόδεμα καθαριότητας) είναι 40 mm, ενώ η επικάλυψη για σκυρόδεμα που σκυροδετείται επί μη διαμορφωμένου εδάφους είναι 75 mm.

4.4.1.3(4)

Θα πρέπει να προδιαγράφεται επί πλέον επικάλυψη σε επιφάνειες όπου προδιαγράφεται ανάγλυφο τελείωμα ή τελείωμα με υφή. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η ελάχιστη επικάλυψη των Πινάκων 4.2 και 4.3, θα πρέπει να αυξηθεί τουλάχιστον κατά 5 mm.

4.4.1.2(11)

Προβλέπεται μία πρόσθετη επαύξηση, Δc_{dur} , για την c_{min} , αν και η συνιστώμενη τιμή της είναι ίση με 0 mm. Στο Βρετανικό ΕΠ αυτή η προσαύξηση αφορά το χάλυβα προέντασης.

4.4.1.2(6)
& ΕΠ

4.6 Επικάλυψη για αντίσταση σε πυρκαγιά

4.6.1. Γενικά

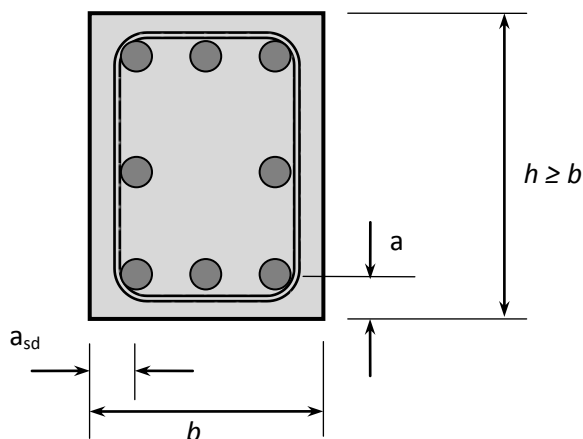
Στο EN 1992-1-2 καθορίζονται οι ελάχιστες διαστάσεις των δομικών στοιχείων και οι επικαλύψεις του οπλισμού, θεωρούμενες ως οι αποστάσεις έως τον άξονα του οπλισμού, για την επίτευξη μίας απαιτούμενης αντίστασης σε πυρκαγιά. Οι εν λόγω γεωμετρικές απαιτήσεις (κατά EN 1992-1-2) καθορίζονται στα Σχήματα 4.2 και 4.3 και δίδονται στους Πίνακες 4.4 έως 4.10. Τα παραπάνω βασίζονται στα δεδομένα υπό μορφή Πινάκων του EN 1992-1-2^[1] και του ΕΠ, και καταδεικνύουν κατά πόσο η φέρουσα ικανότητα σχετίζεται με αντίσταση σε δράσεις με πυρκαγιά, R, ακεραιότητα, E, και/ή μόνωση, I. Το Πρότυπο περιλαμβάνει και μεθόδους σχεδιασμού έναντι πυρκαγιάς, οι οποίες εισάγονται στο Κεφ. 4.6.10.

EN 1992,
Κεφ. 4.2,
4.3 & 5

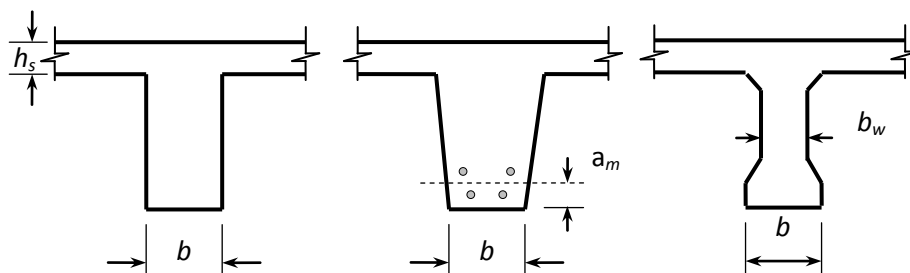
Γενικά, οι αποστάσεις έως τον άξονα του οπλισμού για χάλυβα προέντασης είναι μεγαλύτερες κατά 10 mm, για δε τα καλώδια και τένοντες προέντασης είναι μεγαλύτερες κατά 15 mm.

Σχ. 5.2

Σχήμα 4.2
Τομή εγκάρσιως του στοιχείου η οποία δείχνει την ονομαστική απόσταση στον άξονα a και την αξονική απόσταση έως την παρειά της διατομής, a_{sd}



Σχ. 5.4



4.6.2 Υποστυλώματα

Η αντίσταση σε πυρκαγιά των πλευρικά παγιοποιημένων υποστυλωμάτων μπορεί να υπολογισθεί κάνοντας χρήση είτε της Μεθοδολογίας Α είτε της Μεθοδολογίας Β. Ουσιαστικά:

EN 1992-1-2
5.3

- Όταν η εκκεντρότητα είναι $e < 0,15b$, επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί η Μεθοδολογία Α (βλέπε Πίνακα 4.4Α).
- Όταν $0,15b \leq e < 0,25b$ ή 100 mm, επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί η Μεθοδολογία Β (βλέπε Πίνακα 4.4Β).
- Όταν $0,25b \leq e \leq 0,5b$, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με τη Μεθοδολογία Β που δίδονται στο EN 1992-1-2 Παρ. Γ.
- Όταν $e > 0,5b$ και σε χαμηλά επίπεδα αξονικής φόρτισης, μπορεί να θεωρηθεί ότι το στοιχείο είναι παρόμοιο με ένα στοιχείο υπό προέχουσα κάμψη (π.χ. δοκός). Εναλλακτικά, οι δρώσες ροπές μπορούν να καταναμεθούν πέραν από τα συνήθη όρια έτσι ώστε η εκκεντρότητα να μειωθεί εντός των ορίων που προβλέπονται από τους Πίνακες, υπό την προϋπόθεση ότι οι συνδεόμενες δοκοί θα έχουν μελετηθεί για τις ανάλογα αυξημένες ροπές στο άνοιγμα, καθώς και ότι παρέχουν την απαιτούμενη πλαστιμότητα.

Ο Πίνακας 4.4Α ισχύει υπό τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- Η εκκεντρότητα πρώτης τάξεως υπό συνθήκες πυρκαγιάς πρέπει να είναι $\leq 0,15b$ (ή h). Η εκκεντρότητα υπό συνθήκες πυρκαγιάς μπορεί να ληφθεί ίση με αυτή του σχεδιασμού υπό κανονικές θερμοκρασίες.
- Το μήκος λυγισμού του υποστυλώματος υπό συνθήκες πυρκαγιάς $l_{0,fi} = 3$ m. Η τιμή του $l_{0,fi}$ μπορεί να ληφθεί ίση προς το 50% του πραγματικού ύψους για τους ενδιάμεσους ορόφους και μεταξύ του 50% και 70% του πραγματικού ύψους για τον ανώτατο όροφο.

- Το συνολικό εμβαδόν του σπλισμού δεν υπερβαίνει το 4% του συνολικού εμβαδού της διατομής από σκυρόδεμα.

Πίνακας 4.4Α

Αντίσταση σε πυρκαγιά: Υποστυλώματα παραλληλόγραμμης ή κυκλικής διατομής – Μεθοδολογία Α

Κατηγορία αντίστασης σε πυρκαγιά	Ελάχιστες διαστάσεις (mm)		
	Ελάχιστο πλάτος υποστυλώματος b_{min} /αξονική απόσταση κύριου σπλισμού a (EN 1992-1-2)		
	Υποσύλωμα εκτεθειμένο σε πάνω από μία παρειές		Υποσύλωμα εκτεθειμένο σε μία παρειά
	$\mu_{fi}^\alpha = 0.5$	$\mu_{fi} = 0.7$	$\mu_{fi} = 0.7$
R 60	200/36	250/46	155/25
	300/31	350/40	
R 90	300/45	350/53	155/25
	400/38	450/40 ^β	
R 120	350/45 ^β	350/57 ^β	175/35
	450/40 ^β	450/51	
R 240	450/75 ^β	_____ ^γ	295/70

EN 1992-1-2
Πιν. 5.2α

Υπόμνημα:

^α μ_{fi} = ο λόγος του αξονικού φορτίου σχεδιασμού στο συνδυασμό με πυρκαγιά προς την αντοχή σχεδιασμού του υποστυλώματος σε συνήθη θερμοκρασία.

^β = τουλάχιστον 8 ράβδοι

^γ Η Μεθοδολογία Β αποδίδει 600/70 για Κατηγορία αντίστασης R 240 και $n = 0.5$.

Ισχύει ο Πίνακας 4.4B, όπου:

- Η εκκεντρότητα φόρτισης στη δράση με πυρκαγιά, $e = M_{0Ed,fi}/N_{0Ed,fi} = 0,25h \leq 100$ mm.

EN 1992-1-2
5.3.3

όπου:

$M_{0Ed,fi}$ και $N_{0Ed,fi}$ = οι ροπές και αξονικά φορτία πρώτης τάξεως υπό τη δράση φορτίων με πυρκαγιά.

$N_{0Ed,fi} = 0,7 N_{0Ed}$. Η εκκεντρότητα υπό συνθήκες πυρκαγιάς μπορεί να ληφθεί ίση με αυτή του σχεδιασμού υπό κανονικές θερμοκρασίες

- Η λυγηρότητα σε πυρκαγιά, $\lambda_{fi} = l_{0,fi}/i \leq 30$.

όπου:

$\lambda_{0,fi}$ = μήκος λυγισμού υπό συνθήκες πυρκαγιάς και

i = ακτίνα περιστροφής (βλ. Κεφ. 5.6.1).

- Το μηχανικό ποσοστό του διαμήκους σπλισμού $\omega = A_s f_{yd}/A_c f_{cd} \leq 1$.

Για $f_{yk} = 500$ MPa, $A_s/A_c = 1\%$ και $f_{ck} = 30$ MPa, $\omega = 0,22$.

Για $f_{yk} = 500$ MPa, $A_s/A_c = 1\%$ και $f_{ck} = 50$ MPa, $\omega = 0,13$.

Πίνακας 4.4B

Αντίσταση σε πυρκαγιά: Υποστυλώματα παραλληλόγραμμης ή κυκλικής διατομής – Μεθοδολογία B

EN 1992-1-2
5.3.3

Κατηγορία αντίστασης σε πυρκαγιά	ω	Ελάχιστες διαστάσεις (mm) Ελάχιστο πλάτος υποστυλώματος b_{\min} / αξονική απόσταση a κύριου σπλισμού a			
		$n = 0.15$	$n = 0.30$	$n = 0.50$	$n = 0.70$
R 60	0.1	150/30 ως 200/25 ^α	200/40 ως 300/25 ^α	300/40 ως 500/25 ^α	500/25 ^α
	0.5	150/25 ^α	150/35 ως 200/25 ^α	250/35 ως 350/25 ^α	350/40 ως 550/25 ^α
	1.0	150/25 ^α	150/30 ως 200/25 ^α	250/40 ως 400/25 ^α	300/50 ως 600/30
R 90	0.1	200/40 ως 250/25 ^α	300/40 ως 400/25 ^α	500/50 ως 550/25 ^α	550/40 ως 600/25 ^α
	0.5	150/35 ως 200/25 ^α	200/45 ως 300/25 ^α	300/45 ως 550/25 ^α	550/50 ως 600/40
	1.0	200/25 ^α	200/40 ως 300/25 ^α	250/40 ως 550/25 ^α	500/50 ως 600/45
R 120	0.1	250/50 ως 350/25 ^α	400/50 ως 550/25 ^α	550/25 ^α	550/60 ως 600/45
	0.5	200/45 ως 300/25 ^α	300/45 ως 550/25 ^α	450/50 ως 600/25 ^α	500/60 ως 600/50
	1.0	200/40 ως 250/25 ^α	250/50 ως 400/25 ^α	450/45 ως 600/30	600/60
R 240	0.1	500/60 ως 550/25 ^α	550/40 ως 600/25 ^α	600/75	β
	0.5	450/45 ως 500/25 ^α	450/55 ως 600/25 ^α	600/70	β
	1.0	400/45 ως 500/25 ^α	500/40 ως 600/30	600/60	β

Υπόμνημα:

^α Όπου το πλάτος της δοκού = b_{\min} και υπάρχει μόνο μια στρώση κάτω σπλισμού,

$a_{sd} = a + 10 \text{ mm}$

4.6.3 Τοιχώματα

Θα γίνεται αναφορά στον Πίνακα 4.5, όπου:

- Το πάχος του τοιχώματος που καθορίζεται στον Πίνακα 4.5 μπορεί να ελαττωθεί κατά 10%, εφόσον χρησιμοποιούνται ασβεστολιθικά αδρανή.
- Ο λόγος ύψους προς πάχος του τοιχώματος δεν θα υπερβαίνει το 40.

Ως μ_{fi} ορίζεται ο λόγος του αξονικού φορτίου σχεδιασμού για το συνδυασμό φόρτισης λόγω πυρκαγιάς προς την αξονική αντοχή του υποστυλώματος σε συμβατική θερμοκρασία περιβάλλοντος, σε συνδυασμό με ταυτόχρονη εκκεντρότητα που ισοδυναμεί με αυτή υπό συνθήκες πυρκαγιάς. Συντηρητικά, ο λόγος μπορεί να ληφθεί ίσος προς 0,7.

Πίνακας 4.5

Αντίσταση σε πυρκαγιά: Τοιχώματα

Κατηγορία αντίστασης σε πυρκαγιά R	Ελάχιστες διαστάσεις (mm) Ελάχιστο πλάτος υποστυλώματος b_{min} / απόσταση στον άξονα κύριου οπλισμού a			
	$\mu_{fi} = 0.35$		$\mu_{fi} = 0.70$	
	Τοιχίο εκτεθειμένο σε μία παρειά	Τοιχίο εκτεθειμένο σε αμφίπλευρα	Τοιχίο εκτεθειμένο σε μία παρειά	Τοιχίο εκτεθειμένο σε αμφίπλευρα
REI 60	110/10	120/10	130/10	140/10
REI 90	120/20	140/10	140/25	170/25
REI 120	150/25	160/25	160/35	220/35
REI 240	230/55	250/55	270/60	350/60

EN 1992-1-2
Πιν. 5.4

4.6.4 Δοκοί

Θα γίνεται αναφορά στον Πίνακα 4.6, όπου:

Στον Πίνακα, a είναι η απόσταση στον άξονα και b_{min} είναι το πλάτος της δοκού. Ο Πίνακας ισχύει μόνο εφόσον τηρούνται οι απαιτήσεις ως προς τις λεπτομέρειες όπλισης (βλ. Κεφ. 11 και 12) και εφόσον, στο σχεδιασμό των συνεχών δοκών υπό κανονικές θερμοκρασίες, η ανακατανομή των ροπών δεν υπερβαίνει το 15%.

Για συνεχείς δοκούς και αντοχή σε πυρκαγιά κατηγορίας R90 και άνω, το εμβαδό του άνω οπλισμού σε ένα μήκος $0,3 \cdot l_{eff}$ εκατέρωθεν του άξονα της κάθε εσωτερικής στήριξης δεν θα είναι μικρότερο από την παρακάτω τιμή:

$$A_{s,req}(x) = A_{s,req}(0) \cdot [1 - 2,5 (x/l_{eff})]$$

όπου:

x = η απόσταση της ελεγχόμενης διατομής από τον άξονα στήριξης

$A_{s,req}(0)$ = το απαιτούμενο εμβαδόν οπλισμού κατά το σχεδιασμό σε θερμοκρασία περιβάλλοντος

$A_{s,req}(x)$ = το ελάχιστο εμβαδόν οπλισμού που απαιτείται σε πυρκαγιά στη θεωρούμενη διατομή, όχι μικρότερο από το απαιτούμενο για σχεδιασμό υπό συνήθη θερμοκρασία

l_{eff} = το μεγαλύτερο από τα ισοδύναμα μήκη των δύο εκατέρωθεν ανοιγμάτων

Για Κατηγορίες Αντίστασης σε πυρκαγιά R120 – R240, το πλάτος της δοκού στην πρώτη ενδιάμεση στήριξη θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 250 mm για την R120 ή 480 mm για την R240, εφόσον ικανοποιούνται και οι δύο ακόλουθες συνθήκες:

- α) δεν υπάρχει πάκτωση στην ακραία στήριξη και
- β) η δρώσα τέμνουσα υπό θερμοκρασία περιβάλλοντος, V_{Ed} , είναι $V_{Ed} > 0,67 V_{Rd,max}$

όπου $V_{Rd,max}$ είναι η φέρουσα ικανότητα σε τέμνουσα έναντι αστοχίας του διαγώνιου θλιπτήρα.

Για δοκούς που εκτίθενται και από τις τέσσερις πλευρές, βλέπε EN 1992-1-2, Κεφ. 5.6.4.

Πίνακας 4.6

Αντίσταση σε πυρκαγιά: Δοκοί

Κατηγορία αντίστασης σε πυρκαγιά	Δυνατός συνδυασμός των ελαχίστων διαστάσεων a και b_{min} (mm) (EN 1992-1-2)								
	Δ/ση	Αμφιέριστες δοκοί				Συνεχείς δοκοί			
		α	α	α	α	α	α	α	α
R 60	$b_{min} =$ $a =$	120 40	160 35	200 30	300 25	120 25	200 12		
R 90	$b_{min} =$ $a =$	120 55	160 45	200 40	300 35	120 35	200 25		
R 120	$b_{min} =$ $a =$	200 65	240 60	300 55	500 50	200 45	300 35	450 35	500 30
R 240	$b_{min} =$ $a =$	280 90	350 80	500 75	700 70	280 75	500 60	650 60	700 50

EN 1992-1-2
Πιν. 5.5 & 5.6

Υπόμνημα:

^α Όπου το πλάτος της δοκού = b_{min} και υπάρχει μόνο μια στρώση κάτω οπλισμού, $a_{sd} = a + 10$ mm

4.6.5 Συμπαγείς πλάκες

Θα γίνεται αναφορά στον Πίνακα 4.7, όπου:

- Η διάσταση της πλάκας h_s θα λαμβάνεται ίση με το άθροισμα του πάχους της πλάκας και του πάχους των τυχόν πυράντοχα γεμίσματα επικάλυψης.
- Οι διαστάσεις που δίδονται για συνεχείς πλάκες σε μια ή σε δύο διευθύνσεις ισχύουν όταν η ανακατανομή των ροπών δεν υπερβαίνει το 15%. Σε άλλη περίπτωση, στο κάθε άνοιγμα η πλάκα θα θεωρηθεί σαν διέριστη.
- Τα l_x και l_y είναι τα ανοίγματα της πλάκας ως προς τις δύο διευθύνσεις (δύο διευθύνσεις κάθετες μεταξύ τους), όπου l_y είναι το μεγαλύτερο άνοιγμα.
- Στις πλάκες που λειτουργούν σε δύο διευθύνσεις η απόσταση στον άξονα αφορά την απόσταση στον άξονα του οπλισμού στην κατώτατη στρώση.
- Η απόσταση στον άξονα a για τετραέριστες πλάκες αφορά πλάκες οι οποίες εδράζουν και στις τέσσερις πλευρές. Σε άλλη περίπτωση, θα πρέπει να θεωρηθούν σαν πλάκες οι οποίες λειτουργούν κατά τη μία διεύθυνση.
- Η παρακάτω πρόσθετη απαίτηση αφορά τις συνεχείς συμπαγείς πλάκες: θα προβλεφθεί ένας ελάχιστος αρνητικός οπλισμός $A_s = 0,005 A_c$ επάνω από τις εσωτερικές στηρίξεις εφόσον:

α) Χρησιμοποιείται οπλισμός ψυχρής έλασης, ή

β) Δεν υλοποιείται πάκτωση επάνω από τις ακραίες στηρίξεις, σε πλάκες δύο ανοιγμάτων, ή

γ) Όπου δεν είναι εφικτό να επιτευχθεί εγκάρσια ανακατανομή των επιρροών του φορτίου.

Πίνακας 4.7

Αντίσταση σε πυρκαγιά: διέρειστες και τετραέρειστες συμπαγείς πλάκες

Κατηγορίες: Αντίσταση σε πυρκαγιά, R, ακεραιότητα, E, μόνωση, I	Ελάχιστες διαστάσεις (mm)					
	Πάχος πλάκας h_s	Αξονική απόσταση, a (απλά εδραζόμενη)		Απόσταση στον άξονα, a (συνεχής)		
		Διέρειστη	Τετραέρειστη			
			$l_y/l_x \leq 1.5$	$1.5 < l_y/l_x \leq 2$		
REI 60	80	20	10	15	10	
REI 90	100	30	15	20	15	
REI 120	120	40	20	25	20	
REI 240	175	65	40	50	40	

EN 1992-1-2
Πίν. 5.8

4.6.6 Μυκητοειδείς πλάκες

Θα γίνεται αναφορά στον Πίνακα 4.8, όπου:

- Το πάχος της πλάκας h_s αφορά το πάχος του δομικού μέλους, εξαιρουμένων των τελειωμάτων.
- Οι διαστάσεις που δίδονται στον Πίνακα ισχύουν εφόσον η ανακατανομή στο σχεδιασμό υπό κανονική θερμοκρασία δεν υπερβαίνει το 15%. Σε άλλη περίπτωση, θα χρησιμοποιούνται οι τιμές της απόστασης στον άξονα του Πίνακα 4.7 για τις διέρειστες πλάκες.
- Σαν απόσταση στον άξονα νοείται η απόσταση στον άξονα του οπλισμού στην κατώτατη στρώση.
- Για Κατηγορίες αντίστασης σε πυρκαγιά REI 90 και άνω, θα πρέπει να τοποθετηθεί συνεχής άνω οπλισμός κατά μήκος όλου του ανοίγματος στις ζώνες των υποστυλωμάτων. Το εμβαδόν του οπλισμού αυτού θα είναι τουλάχιστον ίσο προς το 20% του συνολικού άνω οπλισμού επάνω από τις στηρίξεις, ο οποίος απαιτείται κατά το σχεδιασμό υπό κανονικές θερμοκρασίες.

Πίνακας 4.8

Αντίσταση σε πυρκαγιά: μυκητοειδείς πλάκες

Κατηγορίες: Αντίσταση σε πυρκαγιά, R, ακεραιότητα, E, μόνωση, I	Ελάχιστες διαστάσεις (mm)	
	Πάχος πλάκας h_s	Αξονική απόσταση, a
REI 60	180	15
REI 90	200	25
REI 120	200	35
REI 240	200	50

EN 1992-1-2
Πίν. 5.9

4.6.7 Διέρειστες δοκιδοτές πλάκες

Για διέρειστες απλά εδραζόμενες δοκιδοτές πλάκες θα γίνεται αναφορά στον Πίνακα 4.9.

EN 1992-1-2
5.7.5(1)

- Ο Πίνακας ισχύει για πλάκες οι οποίες φέρουν κατά κύριο λόγο ομοιόμορφα καταναμεμημένο φορτίο.
- Η απόσταση στον άξονα, μετρούμενη έως την κατακόρυφη παρειά της νεύρωσης, a_{sd} , θα είναι τουλάχιστον $a + 10$ mm.

Για συνεχείς δοκιδοτές πλάκες θα γίνεται αναφορά στον Πίνακα 4.9 για τα θλιβόμενα πέλματα, ενώ οι δοκίδες θα θεωρούνται σαν δοκοί (βλ. Κεφ. 4.5.4).

Πίνακας 4.9

Αντίσταση σε πυρκαγιά: απλά εδραζόμενες διέρειστες δοκιδοτές πλάκες από σκυρόδεμα

Κατηγορίες: Αντίσταση σε πυρκαγιά, R, ακεραιότητα, E, μόνωση, I	Ελάχιστες διαστάσεις (mm)				
	Δυνατοί συνδυασμοί του πλάτους δοκίδων b_{min} και απόστασης στον άξονα a				Πάχος πλάκας h_s και απόσταση στον άξονα a στην πλάκα
R 60	$b_{min} =$ a =	100 35	120 25	≥ 200 15	$h_s = 80$ a = 10
R 90	$b_{min} =$ a =	120 45	160 40	≥ 250 30	$h_s = 100$ a = 15
R 120	$b_{min} =$ a =	160 60	190 55	≥ 300 40	$h_s = 120$ a = 20
R 240	$b_{min} =$ a =	280 90	350 75	≥ 500 70	$h_s = 175$ a = 40

EN 1992-1-2
Πίν. 5.10

4.6.8 Συνεχείς δοκιδοτές πλάκες εδραζόμενες σε δύο διευθύνσεις

Θα γίνεται αναφορά στον Πίνακα 4.10, όπου:

- Ο Πίνακας εφαρμόζεται σε πλάκες που έχουν μία τουλάχιστον ανένδοτη στήριξη.
- Ο Πίνακας ισχύει για πλάκες οι οποίες φέρουν κατά κύριο λόγο ομοιόμορφα καταναμεμημένο φορτίο.
- Ο άνω οπλισμός θα τοποθετείται στο άνω μισό του πέλματος.
- Η απόσταση στον άξονα, μετρούμενη έως την κατακόρυφη παρειά της νεύρωσης, a_{sd} , θα είναι τουλάχιστον $a + 10$ mm.
- Για κατηγορίες έκθεσης R90 και άνω, το εμβαδό του άνω οπλισμού σε ένα μήκος $0,3 \cdot l_{eff}$ εκατέρωθεν του άξονα της κάθε εσωτερικής στήριξης δεν θα είναι μικρότερο από την παρακάτω τιμή:

$$A_{s,req}(x) = A_{s,req}(0) \cdot [1 - 2,5(x/l_{eff})]$$

όπως καθορίζεται στο Κεφ. 4.5.4. Στην περίπτωση κατά την οποία η παραπάνω

απαίτηση λεπτομέρειας όπλισης δεν ικανοποιείται, η πλάκα θα θεωρείται ότι είναι διέρευση.

Πίνακας 4.10

Αντίσταση σε πυρκαγιά: Τετραέρειςτες συνεχείς δοκιδοτές πλάκες από σκυρόδεμα με μία τουλάχιστον πλευρά δεσμευμένη

Κατηγορίες: Αντίσταση σε πυρκαγιά, R, ακεραιότητα, E, μόνωση, I	Ελάχιστες διαστάσεις (mm)				
	Δυνατοί συνδυασμοί του πλάτους δοκίδων b_{min} και αξονικής απόστασης a				Πάχος πλάκας h_s και αξ/κή απόσταση a στην πλάκα
R 60	$b_{min} =$ $a =$	100 25	120 15	≥ 200 10	$h_s = 80$ $a = 10$
R 90	$b_{min} =$ $a =$	120 35	160 25	≥ 250 15	$h_s = 100$ $a = 15$
R 120	$b_{min} =$ $a =$	160 45	190 40	≥ 300 30	$h_s = 120$ $a = 20$
R 240	$b_{min} =$ $a =$	450 70	700 60		$h_s = 175$ $a = 40$

EN 1992-1-2
Πιν. 5.11

4.6.9 Επικάλυψη για αντίσταση σε πυρκαγιά σε περιπτώσεις ποσοστού ανακατανομής >15%

Η χρήση των Πινάκων 4.6, 4.7 και 4.8 περιορίζεται σε περιπτώσεις κατά τις οποίες η ανακατανομή των ροπών δεν υπερβαίνει το 15%, στο σχεδιασμό υπό κανονική θερμοκρασία.

Για την περίπτωση δοκών (και συνεχών δοκιδοτών πλακών) στις οποίες η ανακατανομή των ροπών υπερβαίνει το 15%, ο φορέας θα ελέγχεται σαν αμφιέριετος ή θα ελέγχεται η στροφική ικανότητα στις στηρίξεις, χρησιμοποιώντας, για παράδειγμα, το EN 1992-1-2 Παρ. Ε.

4.6.10 Σχεδιασμός έναντι πυρκαγιάς

Το EN 1992-1-2 επιτρέπει να αποτιμώνται οι αντιστάσεις των διατομών σε πυρκαγιά είτε με απλοποιημένες είτε με πλέον προχωρημένες μεθόδους υπολογισμού. Ο σχεδιασμός σε πυρκαγιά βασίζεται στην επαλήθευση (έλεγχο) ότι τα εντατικά μεγέθη (αποτελέσματα των δράσεων) κατά την πυρκαγιά δεν υπερβαίνουν την αντίσταση κατά την πυρκαγιά μετά από την παρέλευση χρόνου, t , δηλαδή ότι $E_{d,fi}(t) \leq R_{d,fi}(t)$. Κατά την εκτίμηση αυτή:

- Οι δράσεις (φορτία) λαμβάνονται από το EN 1991-1-2^[6].
- Η ανάλυση των στοιχείων βασίζεται στην εξίσωση $E_{d,fi} = \eta_{fi} E_d$

όπου:

E_d = είναι η τιμή σχεδιασμού της αντίστοιχης δύναμης ή ροπής για σχεδιασμό υπό κανονική θερμοκρασία,

EN 1992-1-2
4.2, 4.3

η = είναι ένας μειωτικός συντελεστής της δράσης σχεδιασμού κατά τη δράση της πυρκαγιάς

Οι απλοποιημένες μέθοδοι υπολογισμού περιλαμβάνουν την ισοθερμική μέθοδο των 500°C, τη μέθοδο των ζωνών καθώς και τον έλεγχο των υποστυλωμάτων έναντι των επιδράσεων του λυγισμού. Οι μέθοδοι αυτές καθώς και οι πλέον προχωρημένες μέθοδοι υπολογισμού, οι οποίες χρησιμοποιούνται σε πολύ σύνθετες κατασκευές, είναι πέραν του αντικειμένου του παρόντος.

5. Δομητική ανάλυση

5.1 Γενικά

Ο πρωταρχικός σκοπός της δομητικής ανάλυσης των κτιριακών έργων είναι να προσδιορισθεί η κατανομή των εσωτερικών δυνάμεων και ροπών στο σύνολο ή σε ένα τμήμα του δομήματος και να καθορισθούν οι κρίσιμες συνθήκες σχεδιασμού σε όλες τις διατομές.

3.5.1.1.2

Συνήθως η γεωμετρία εξιδανικεύεται με το να θεωρείται ότι το δόμημα αποτελείται από μονοδιάστατα ραβδωτά και δισδιάστατα επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία.

5.2 Εξιδανίκευση του φορέα

5.2.1 Ορισμοί

Για τα κτιριακά ισχύουν τα εξής:

5.3.1

- Μια δοκός είναι ένα μέλος του οποίου το άνοιγμα δεν είναι μικρότερο από τρεις φορές επί το ύψος του. Αν όχι, είναι μια υψίκορμη δοκός.
- Μια πλάκα είναι ένα μέλος του οποίου η ελάχιστη διάσταση ανοίγματος δεν είναι μικρότερη από πέντε φορές επί το συνολικό πάχος του.
- Μια πλάκα που έχει δύο περίπου παράλληλες μη εδραζόμενες πλευρές ή, όταν εδράζεται σε τέσσερις πλευρές, ο λόγος του μεγαλύτερου προς το μικρότερο άνοιγμα υπερβαίνει το 2,0, λειτουργεί σε μία διεύθυνση.
- Για τους σκοπούς της ανάλυσης, δοκιδοτές και διαδοκιδοτές πλάκες δεν απαιτείται να αντιμετωπίζονται ως διακριτές δοκοί, όταν ικανοποιούνται τα ακόλουθα:
 - η απόσταση των νευρώσεων δεν υπερβαίνει τα 1500 mm,
 - το ύψος της νεύρωσης κάτω από την πλάκα δεν υπερβαίνει το τετραπλάσιο του μέσου πλάτους της νεύρωσης,
 - το πάχος της πλάκας υπερβαίνει το μεγαλύτερο από: είτε το 10% της καθαρής απόστασης μεταξύ νευρώσεων είτε τα 50 mm (40 mm όπου ενσωματώνονται μόνιμα στοιχεία πληρότητας) και
 - παρέχονται εγκάρσιες νευρώσεις σε καθαρή απόσταση ≤ 10 φορές επί το συνολικό βάθος.
- Υποσύλωμα είναι ένα μέλος του οποίου το ύψος της διατομής του δεν υπερβαίνει το τετραπλάσιο του πλάτους του, το δε ύψος του είναι τουλάχιστον τρεις φορές το ύψος της διατομής του. Αν όχι, θεωρείται τοίχωμα.

5.2.2 Συνεργαζόμενο πλάτος πλάκας

Το συνεργαζόμενο πλάτος ενός πέλματος, b_{eff} , θα πρέπει να υπολογίζεται με βάση την απόσταση, l_0 , μεταξύ των σημείων μηδενισμού των ροπών, όπως δείχνεται στο Σχήμα 5.1 και καθορίζεται στο Σχήμα 5.2.

5.3.2.1

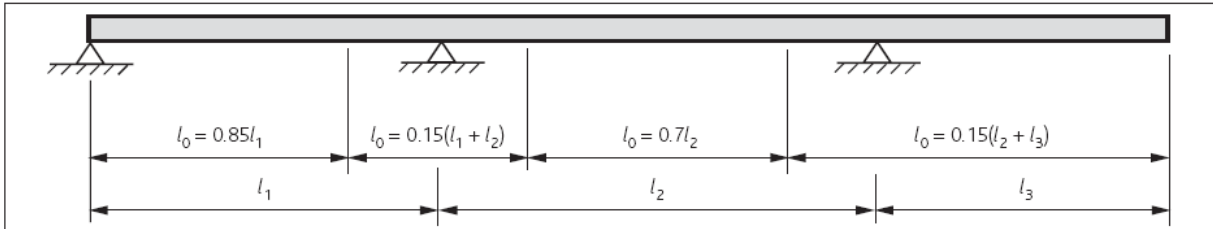
$$b_{\text{eff}} = b_w + b_{\text{eff},1} + b_{\text{eff},2}$$

όπου:

$$b_{\text{eff},1} = (0,2b_1 + 0,1l_0) \text{ αλλά } \leq 0,2 l_0 \text{ και } \leq b_1$$

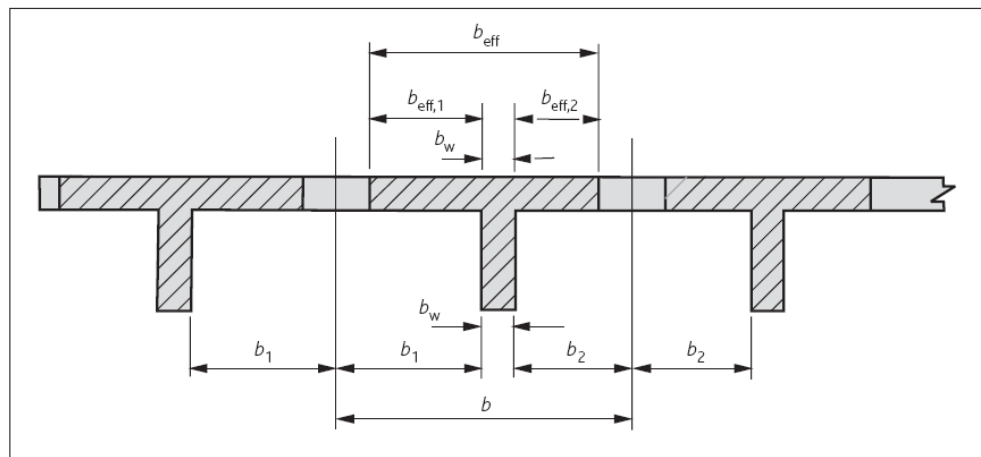
$b_{\text{eff},2}$ = πρέπει να υπολογίζεται με παρόμοιο τρόπο όπως το $b_{\text{eff},1}$, όπου το b_2 θα πρέπει να αντικαταστήσει το b_1 στην παραπάνω σχέση.

Σχ. 5.2



Σχήμα 5.1

Όψη όπου δείχνεται ο ορισμός του l_0 για τον υπολογισμό του πλάτους του πέλματος



Σχ. 5.3

Σχήμα 5.2

Τομή όπου δείχνονται οι παράμετροι του συνεργαζόμενου πλάτους

5.2.3 Ενεργό άνοιγμα

5.3.2.2

Το ενεργό άνοιγμα, l_{eff} , αποτελείται από το άθροισμα της καθαρής απόστασης μεταξύ των παρειών των στηρίξεων, l_n , και μίας πρόσθετης απόστασης 'α' επάνω από κάθε στήριξη, όπως δείχνεται στο Σχήμα 5.3.

5.3 Μέθοδοι ανάλυσης

5.3.1 Οριακές Καταστάσεις Αστοχίας (ΟΚΑ)

5.1.1(7)

Η μέθοδος ανάλυσης θα πρέπει να είναι κατάλληλη για το πρόβλημα υπό εξέταση. Συνήθως χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες μέθοδοι: γραμμική ελαστική ανάλυση, γραμμική ελαστική ανάλυση με περιορισμένη ανακατανομή και πλαστική ανάλυση.

Μπορεί να υιοθετηθεί γραμμική ελαστική ανάλυση θεωρώντας ότι:

- Οι διατομές είναι αρηγμάττες και παραμένουν επίπεδες μετά την κάμψη (δηλαδή, η ανάλυση να βασισθεί στη χρήση της ολόσωμης διατομής).
- Ισχύουν γραμμικές σχέσεις τάσεων – ανηγμένων παραμορφώσεων.
- Γίνεται χρήση των μέσων τιμών του μέτρου ελαστικότητας.

Για την ΟΚΑ, οι ροπές που προέρχονται από ελαστική ανάλυση μπορούν να ανακατανεμηθούν, υπό την προϋπόθεση ότι η επακόλουθη κατανομή των ροπών παραμένει σε ισορροπία με τις εφαρμοζόμενες δράσεις. Σε συνεχείς δοκούς ή πλάκες, όταν η αναλογία του μήκους των παρακαίμενων ανοιγμάτων είναι της τάξης του 0,5 έως 2,0 και αυτές υπόκεινται κατά κύριο λόγο σε κάμψη, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι ακόλουθοι κανόνες για σκυρόδεμα με $f_{ck} \leq 50 \text{ MPa}$.

$\delta \geq 0,44 + 1,25 x_u/d \geq 0,7$ όπου ο σπλισμός είναι Κατηγορίας Β ή C
 $\delta \geq 0,44 + 1,25 x_u/d \geq 0,8$ όπου ο σπλισμός είναι Κατηγορίας Α

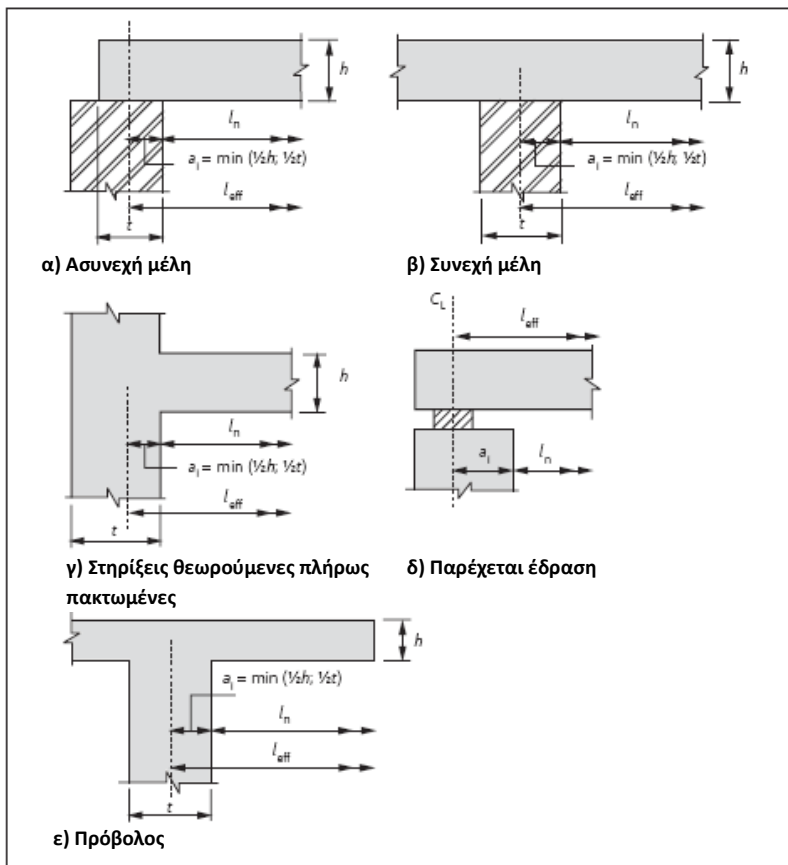
5.5(4)

όπου:

- δ = είναι ο λόγος της ανακατανεμημένης ροπής προς τη ροπή από τη γραμμική ελαστική ανάλυση,
- x_u = είναι το ύψος του ουδέτερου άξονα κατά την Οριακή Κατάσταση Αστοχίας μετά την ανακατανομή,
- d = είναι το στατικό ύψος της διατομής.

Ο σχεδιασμός των υποστυλωμάτων θα πρέπει να βασίζεται στις ελαστικές ροπές χωρίς ανακατανομή.

5.5(6)



Σχ. 5.4

Σχήμα 5.3
 Ενεργό
 άνοιγμα για
 διαφορετικές
 συνθήκες
 στήριξης

5.6.2

Όπου χρησιμοποιείται, η πλαστική ανάλυση θα πρέπει να βασίζεται είτε σε στατικές είτε σε κινηματικές μεθόδους. Η πλαστιμότητα των κρίσιμων περιοχών πρέπει να είναι επαρκής για τον θεωρούμενο μηχανισμό που αναμένεται να σχηματιστεί. Επιτρέπεται να γίνεται πλαστική ανάλυση πλακών, χωρίς έλεγχο ως προς την επάρκεια πλαστικής στροφής, υπό την προϋπόθεση ότι:

α) $x_{cr}/d \leq 0,25$

β) ο οπλισμός είναι Κατηγορίας Β ή C και

γ) ο λόγος των ροπών στις εσωτερικές στηρίξεις με αυτές στα ανοίγματα είναι μεταξύ 0,5 και 2,0.

5.3.2 Οριακές Καταστάσεις Λειτουργικότητας (ΟΚΛ)

5.4

Μπορεί να υιοθετηθεί γραμμική ελαστική ανάλυση θεωρώντας ότι:

- Οι διατομές είναι αρηγμάτωτες και παραμένουν επίπεδες μετά την κάμψη (δηλαδή, η ανάλυση να βασισθεί στην ολόσωμη διατομή).
- Ισχύουν γραμμικές σχέσεις τάσεων – ανηγμένων παραμορφώσεων.
- Γίνεται χρήση των μέσων τιμών του μέτρου ελαστικότητας.

Οι ροπές που εξάγονται από την ελαστική ανάλυση δεν θα πρέπει να ανακατανέμονται αλλά θα πρέπει να θεωρείται μία σταδιακή εξέλιξη της ρηγμάτωσης.

5.3.3 Γενική Σημείωση

Ανεξαρτήτως της μεθόδου ανάλυσης που εφαρμόζεται, ισχύουν τα ακόλουθα:

5.3.2.2(3)

- Όταν μια δοκός ή μία πλάκα είναι μονολιθική με τα στηρίγματά της, η κρίσιμη ροπή σχεδιασμού στη στήριξη μπορεί να ληφθεί ως αυτή στην παρειά της στήριξης, η οποία όμως δεν θα πρέπει να ληφθεί ως μικρότερη από το 65% της πλήρους ροπής στην πάκτωση.

5.3.2.2(4)

- Όταν μια δοκός ή πλάκα είναι συνεχής επάνω από μια έδραση η οποία θεωρείται ότι δεν παρέχει στροφική δέσμευση, η ροπή που υπολογίζεται στον άξονα της έδρασης μπορεί να απομειωθεί κατά $F_{ed, sup} t / 8$, όπου $F_{ed, sup}$ είναι η αντίδραση στη στήριξη και t είναι το εύρος της έδρασης.

5.4 Φόρτιση

5.4.1 Περιπτώσεις και συνδυασμοί φορτίσεων

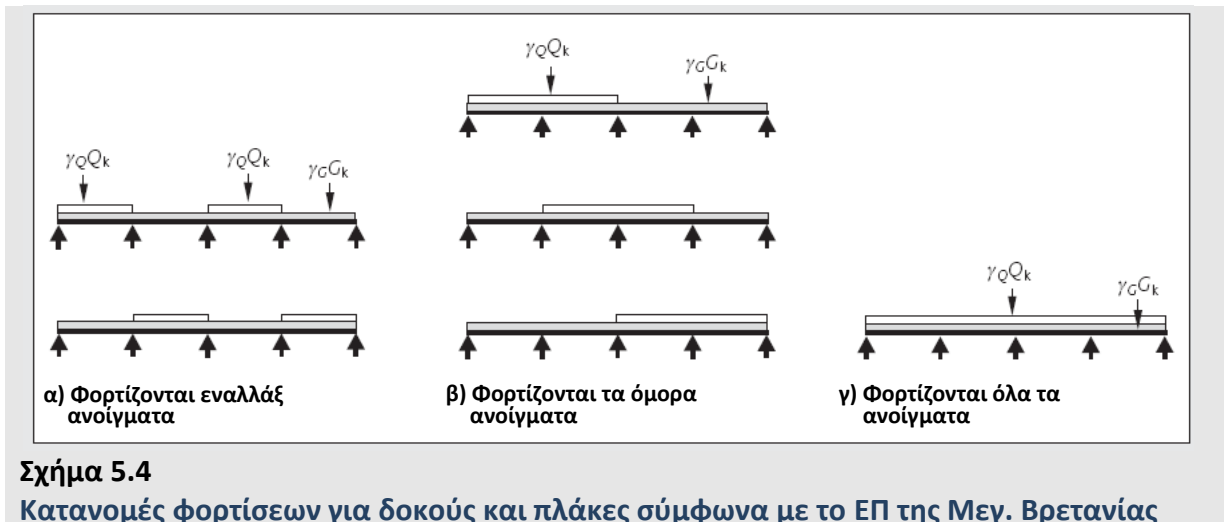
Οι περιπτώσεις φόρτισης είναι συμβατές διατάξεις μεταβλητών φορτίσεων οι οποίες θεωρούνται ότι δρουν ταυτόχρονα με τις μόνιμες δράσεις. Οι συνδυασμοί φορτίσεων αναφέρονται στις τιμές των δράσεων οι οποίες συμβαίνουν σε μία περίπτωση φόρτισης.

5.4.2 Διατάξεις φορτίων

5.1.3

Στα κτιριακά, μπορούν να θεωρηθούν τα παρακάτω σύνολα απλοποιημένων διατάξεων φορτίων στις ΟΚΑ και ΟΚΛ (βλ. Σχήμα 5.4).

- Το πλέον κρίσιμο των:
 - α) Εναλλάξ ανοίγματα φέροντα $\gamma_G G_k + \gamma_Q Q_k$ με τα λοιπά ανοίγματα να φορτίζονται με $\gamma_G G_k$ και
 - β) Οιαδήποτε δύο όμορα ανοίγματα φέροντα $\gamma_G G_k + \gamma_Q Q_k$, με τα λοιπά ανοίγματα να φορτίζονται με $\gamma_G G_k$.



5.4.3 Επιμέρους συντελεστές φορτίου

Για τις αριθμητικές τιμές των επιμέρους συντελεστών προς χρήση σε μία περίπτωση φόρτισης, βλ. Κεφ. 2.3.4.

ΠΡΟΣΟΧΗ: το γ_G είναι παντού σταθερό.

5.5 Γεωμετρικές ατέλειες

5.5.1 Γενικά

Στην ΟΚΑ, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι δυσμενείς επιδράσεις των ενδεχόμενων παρεκκλίσεων στη γεωμετρία του δομήματος και στην τοποθέτηση των δράσεων κατά τον έλεγχο της ευστάθειας. Αυτές θα θεωρούνται ως επιπρόσθετες με τις λοιπές δυνάμεις οι οποίες δρουν κατά της ευσταθείας στην κατασκευή (π.χ. η ανεμοφόρτιση).

5.2

5.5.2 Ατέλειες και καθολική ανάλυση των κατασκευών

Κατά την καθολική ανάλυση των κατασκευών οι ατέλειες μπορούν να αντιπροσωπεύονται από μια κλίση θ_1 του συνόλου της κατασκευής.

5.2(5)

$$\theta_1 = (1/200) \alpha_h \alpha_m$$

όπου:

$$\alpha_h = 0,67 \leq 2 / l^{0,5} \leq 1,0$$

$$\alpha_m = [0,5 (1 + 1/m)]^{0,5}$$

l = είναι το ύψος του δομήματος, σε m

m = είναι ο αριθμός των κατακορύφων μελών που συνεισφέρουν στην επιρροή αυτή

5.2(7)

Η επίδραση της κλίσης μπορεί να αντιπροσωπευθεί από εγκάρσιες δυνάμεις σε κάθε στάθμη οι οποίες πρέπει να συμπεριλαμβάνονται στην ανάλυση με τις υπόλοιπες δράσεις. Η οριζόντια δράση σε οποιαδήποτε στάθμη θα εφαρμόζεται στη θέση που αποδίδει τη μέγιστη ροπή.

$$H_i = \theta_i N_k$$

όπου:

$$H_i = \text{η δράση που εφαρμόζεται στη στάθμη αυτή}$$

$$N = \text{το αξονικό φορτίο}$$

$$k = 1,0 \text{ για μέλη χωρίς εγκάρσια δέσμευση}$$

$$= 2,0 \text{ για μέλη με εγκάρσια δέσμευση}$$

$$= (N_b - N_a) / N \text{ για συστήματα εγκάρσιας δέσμευσης (βλ. Σχήμα 5.5α)}$$

$$= (N_b + N_a) / 2N \text{ για πλάκες (βλ. Σχήμα 5.5β)}$$

$$= N_a / N \text{ για πλάκες επικάλυψης}$$

όπου:

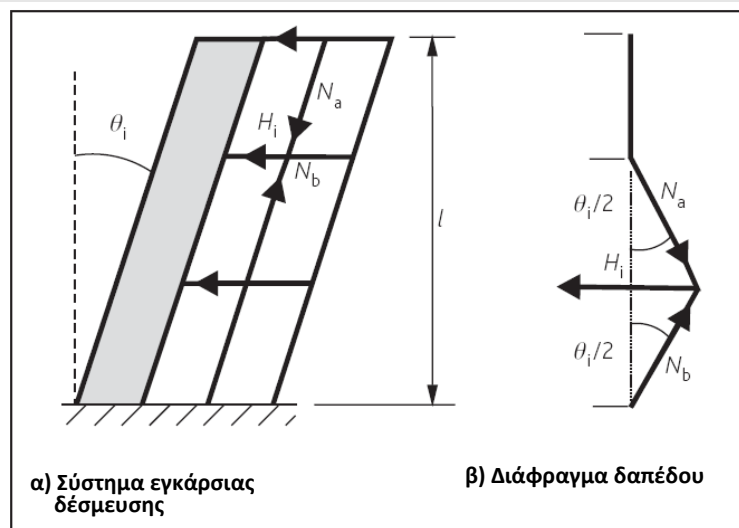
N_b και N_a είναι διαμήκειες δυνάμεις οι οποίες συνεισφέρουν στην H_i

5.5.3 Άλλες παραδοχές ασφαλείας κατά την ανάλυση

Παραδοχές ασφαλείας για τις ατέλειες γίνονται επίσης στα παρακάτω:

- Στους επιμέρους συντελεστές ασφαλείας που χρησιμοποιούνται στο σχεδιασμό των διατομών.
- Στα στοιχεία υπό θλίψη (βλ. Κεφ. 5.6.2).

Σχ. 5.1



Σχήμα 5.5
Παραδείγματα
επίδρασης των
γεωμετρικών
ατελειών

5.6 Ροπές σχεδιασμού στα υποστυλώματα

5.6.1 Ορισμοί

5.6.1.1 Στοιχεία με εγκάρσια δέσμευση

Τα στοιχεία με εγκάρσια δέσμευση που συμβάλλουν στη συνολική ευστάθεια του δομήματος, σε αντιδιαστολή με τα στοιχεία χωρίς εγκάρσια δέσμευση, τα οποία δεν συμβάλλουν στη συνολική ευστάθεια του δομήματος.

5.8.1

5.6.1.2 Ενεργό μήκος λυγισμού l_0

Για τα μέλη με εγκάρσια δέσμευση είναι ίσο με:

$$l_0 = 0,5 l [1 + k_1/(0,45 + k_1)]^{0,5} [1 + k_2/(0,45 + k_2)]^{0,5}$$

Για τα μέλη χωρίς εγκάρσια δέσμευση, το l_0 είναι το μεγαλύτερο από τα:

$$l_0 = l [1 + 10k_1k_2/(k_1 + k_2)]^{0,5}$$

ή

$$l_0 = l [1 + k_1/(1,0 + k_1)] [1 + k_2/(1,0 + k_2)]$$

όπου:

l = είναι το καθαρό ύψος του υποστυλώματος μεταξύ ακραίων δεσμεύσεων

k_1, k_2 = είναι οι σχετικές ευκαμψίες των στροφικών δεσμεύσεων στα άκρα 1 και 2, αντίστοιχα

$$k = (\theta/M)_{\text{beam}} (EI/I)_{\text{col}}$$

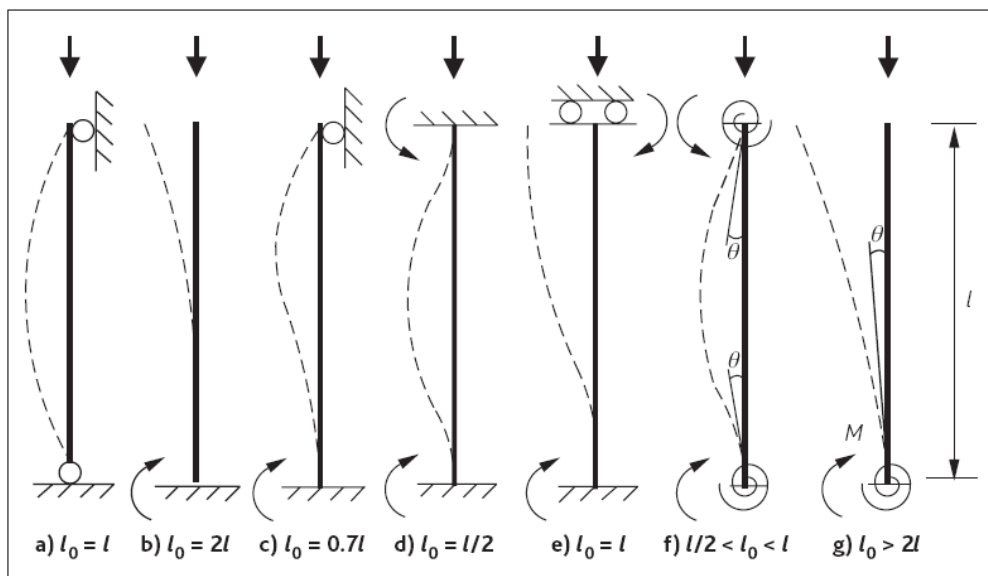
Η δυσκαμψία των μελών δέσμευσης θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη την επίδραση της ρηγμάτωσης. Κατά το λυγισμό, εάν το υποστυλώμα άνωθεν ή κάτωθεν είναι ενδεχόμενο να συμβάλλει στη στροφή, θα πρέπει να προστεθεί στο $(EI/I)_{\text{col}}$ το (EI/I) του παρακείμενου υποστυλώματος.

Παραδείγματα διαφορετικών μορφών λυγισμού και των αντίστοιχων ενεργών μηκών λυγισμού για μεμονωμένα μέλη δείχνονται στο Σχήμα 5.6.

5.8.3.2(2)

Μια απλοποιημένη μέθοδος για τον καθορισμό των συντελεστών λυγηρότητας δίδεται στο *How to design concrete structures using Eurocode 2: Columns*^[12].

Σχ. 5.7



Σχήμα 5.6

Παραδείγματα διαφόρων μορφών λυγισμού και του αντίστοιχου μήκους λυγισμού, για μεμονωμένα μέλη

5.8.3.2(1)

5.6.1.3 Συντελεστής λυγηρότητας, λ

Ο συντελεστής λυγηρότητας $\lambda = l_0/i$

όπου:

i = η ακτίνα αδρανείας της αρηγμάτωσης διατομής από σκυρόδεμα αγνοώντας τον οπλισμό:

λ = $3,46 l_0/h$ για ορθογωνικές διατομές

= $4,0 l_0/d$ για κυκλικές διατομές

όπου:

h = το ύψος της διατομής κατά τη θεωρούμενη διεύθυνση

d = η διάμετρος

5.8.3.1(1)
& ΕΠ

5.6.1.4 Οριακός συντελεστής λυγηρότητας λ_{lim}

Ο οριακός συντελεστής λυγηρότητας, λ_{lim} , υπεράνω του οποίου θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα φαινόμενα δευτέρας τάξεως, δίδεται από:

$$\lambda_{lim} = 20 ABC / n^{0,5}$$

όπου:

$$A = 1 / (1 + 0,2 \varphi_{ef}) \text{ (εάν το } \varphi_{ef} \text{ δεν είναι γνωστό το } A \text{ μπορεί να ληφθεί ίσο προς } 0,7)$$

όπου:

$$\varphi_{ef} = \text{ο ισοδύναμος συντελεστής ερπυσμού} = \varphi_{(\infty, t0)} M_{0Eqr} / M_{0Ed}$$

όπου:

$\varphi_{(\infty, t0)}$ = ο λόγος του τελικού ερπυσμού, ο οποίος μπορεί, ελλείψει καλύτερων δεδομένων, να ληφθεί από το Σχήμα 5.7 χρησιμοποιώντας τη διαδικασία που δείχνεται στο Σχήμα 5.8. Στο Σχήμα 5.7:

5.8.4

3.1.4(4)
3.1.4(5)

t_0 = η ηλικία του σκυροδέματος κατά τη φόρτιση,
 h_0 = ονομαστική διάσταση $2A_c/u$, όπου A_c το εμβαδόν διατομής και u η περίμετρος του τμήματος που εκτίθεται σε ξήρανση,
 S = τσιμέντο τύπου CEM 32.5N,
 N = τσιμέντα τύπου CEM 32.5R, CEM 42.5N,
 R = τσιμέντα τύπου CEM 42.5R, CEM 52.5N και CEM 52.5R.

M_{0Eqp} = η καμπτική ροπή πρώτης τάξεως στον οιονεί-μόνιμο συνδυασμό φόρτισης (ΟΚΛ)

M_{0Ed} = η καμπτική ροπή πρώτης τάξεως στο συνδυασμό φόρτισης σχεδιασμού (ΟΚΑ)

Οι εν λόγω ροπές μπορούν να υπολογισθούν για τη διατομή με τη μέγιστη ροπή.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: το φ_{ef} μπορεί να ληφθεί ίσο με 0 εφόσον ικανοποιούνται όλες οι παρακάτω συνθήκες:

5.8.4(4)

α) $\varphi_{(\infty,t_0)} \leq 2,0$,

β) $\lambda \leq 75$, και

γ) $M_{0Ed} / N_{Ed} \geq h$, το ύψος της διατομής στη θεωρούμενη διεύθυνση.

$B = (1 + 2\omega)^{0,5}$ (εάν το ω δεν είναι γνωστό το B μπορεί να ληφθεί ίσο με 1,1)

5.8.3.1(1)

όπου:

ω = το μηχανικό ποσοστό οπλισμού = $(A_s/A_c)(f_{yd}/f_{cd})$, όπου A_s είναι το συνολικό εμβαδόν του διαμήκους οπλισμού

$C = 1,7 - r_m$ (Αν το r_m δεν είναι γνωστό, το C μπορεί να ληφθεί ίσο με 0,7. Σαν C θα λαμβάνεται το δυσμενέστερο των A , B και C)

όπου:

$r_m = M_{01}/M_{02}$, όπου M_{01} και M_{02} είναι οι ροπές πρώτης τάξεως στα άκρα στην ΟΚΑ, με την M_{02} αριθμητικά μεγαλύτερη της M_{01} . Αν οι M_{01} και M_{02} δίδουν εφελκυσμό στην ίδια παρειά τότε το r_m είναι θετικό (και $C < 1,7$)

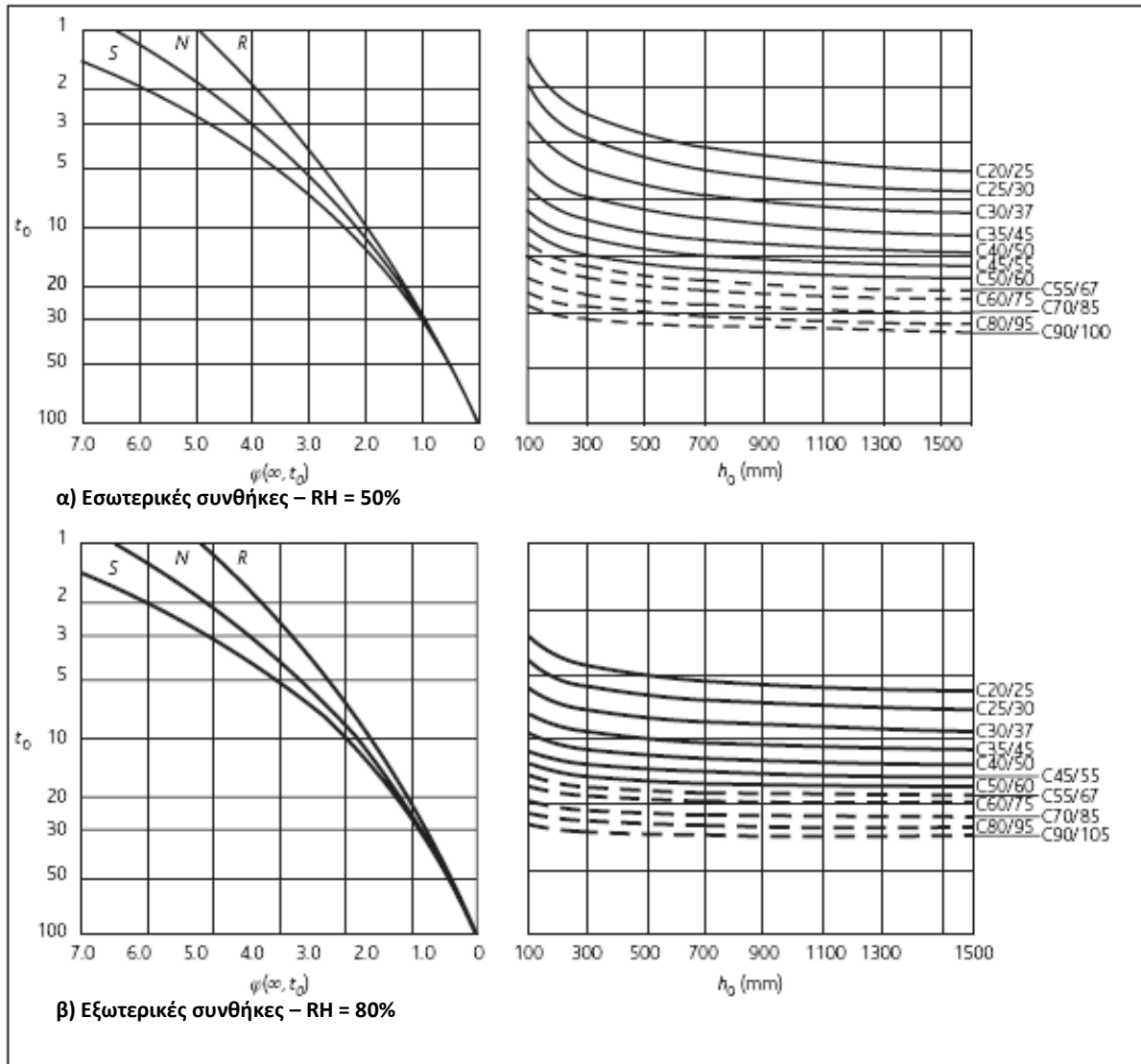
$r_m = 1,0$ για στοιχεία χωρίς εγκάρσια δέσμευση και για στοιχεία με εγκάρσια δέσμευση, στα οποία οι ροπές πρώτης τάξεως δημιουργούνται κατά κύριο λόγο από ατέλειες ή από εγκάρσια φόρτιση

Αν το r_m δεν είναι γνωστό, το C μπορεί να ληφθεί ίσο με 2,7 για υποστυλώματα μορφής αμφιπροβόλου (με εναλλαγή του προσήμου κάμψης κατά μήκος τους) σε αμετάθετα συστήματα, έως και ίσο προς 0,7 για σταθερή ροπή κάμψης καθ' όλο το μήκος τους, βλ. Σχήμα 5.9. Για τα μεταθετά συστήματα $C = 0,7$.

$$n = N_{Ed}/A_c f_{cd}$$

όπου:

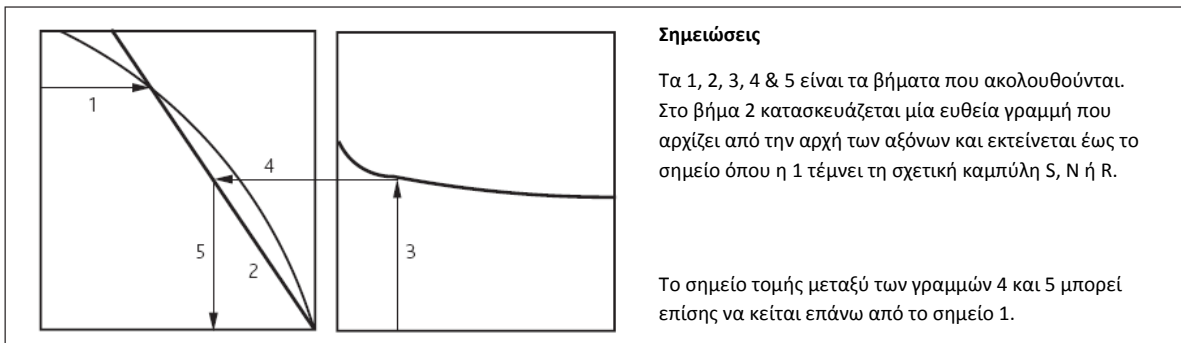
N_{Ed} είναι η αξονική δύναμη σχεδιασμού στην ΟΚΑ



Σχήμα 5.7

Νομογραφήματα καθορισμού του συντελεστή ερπυσμού $\varphi_{(\infty, t_0)}$

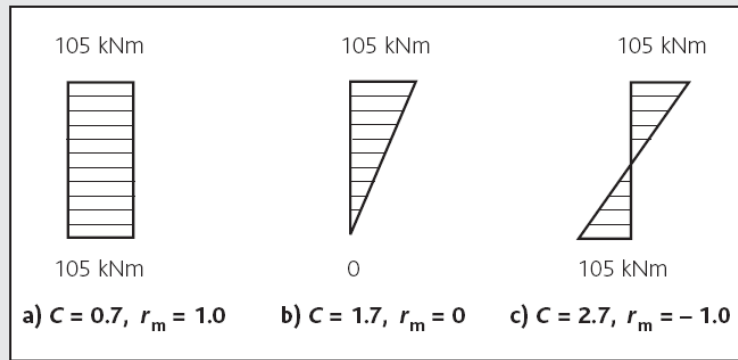
Σχ. 3.1



Σχήμα 5.8

Πώς χρησιμοποιείται το Σχήμα 5.7

Σχήμα 5.9
Τιμές του C
για διάφορες
τιμές του r_m



5.6.2 Καμπτικές ροπές σχεδιασμού

5.6.2.1 Μη λυγηρά υποστυλώματα

Όταν $\lambda \leq \lambda_{lim}$ (δηλαδή όταν είναι 'μη λυγηρά'), η καμπτική ροπή σχεδιασμού ενός υποστυλώματος είναι

5.8.3.1(1)

$$M_{Ed} = M_{02}$$

όπου:

M_{Ed} = η ροπή σχεδιασμού

5.8.1

M_{02}, M_{01} = οι ροπές πρώτης τάξεως στα άκρα στην ΟΚΑ, συμπεριλαμβανομένων των επιπρόσθετων ατελειών. Η M_{02} είναι αριθμητικά μεγαλύτερη της M_{01} . Θα πρέπει να προσεχθεί το πρόσημο των ροπών: αν δίδουν εφελκυστική τάση στην ίδια παρειά, οι M_{01} και M_{02} θα πρέπει να είναι ομόσημες.

5.8.8.2(2)

όπου:

$$M_{02} = M + e_i N_{Ed}$$

όπου:

M = η ροπή από την ανάλυση πρώτης τάξεως (ελαστικές ροπές χωρίς ανακατανομή)

5.2.7

e_i = η εκκεντρότητα λόγω των ατελειών = $\theta_i l_0 / 2$

Για τα υποστυλώματα σε αμετάθετα συστήματα $e_i = l_0 / 400$ (δηλ. $\theta_i = 1 / 200$ για όλα σχεδόν τα δεσμευμένα υποστυλώματα). Η εκκεντρότητα σχεδιασμού θα πρέπει να ισούται τουλάχιστον με $(h / 30)$ αλλά όχι λιγότερο από 20 mm.

όπου:

θ = η κλίση που χρησιμοποιείται για την αντιπροσώπευση των ατελειών

5.8.3.2

l_0 = το ενεργό μήκος λυγισμού του υποστυλώματος

h = το ύψος της διατομής στη θεωρούμενη διεύθυνση

N_{Ed} = η αξονική δύναμη σχεδιασμού στην ΟΚΑ.

5.6.2.2 Λυγηρά υποστυλώματα (μέθοδος της ονομαστικής καμπυλότητας)

- Όταν $\lambda > \lambda_{lim}$, δηλαδή όταν είναι 'λυγηρό', η καμπτική ροπή σχεδιασμού σε ένα υποστυλώμα σε μία αμετάθετη κατασκευή είναι

5.8.8.2

M_{Ed} = η μέγιστη των $\{M_{0Ed} + M_2, M_{02}, M_{01} + 0,5 M_2\}$ (βλ. Σχήμα 5.10)

όπου:

M_{0Ed} = η ισοδύναμη ροπή πρώτης τάξεως που συμπεριλαμβάνει τις επιρροές των ατελειών (περί το μέσον του ύψους) και η οποία μπορεί να ληφθεί $= M_{0e}$

όπου

$$M_{0e} = (0,6M_{02} + 0,4M_{01}) \geq 0,4 M_{02}$$

όπου M_{02} και M_{01} είναι όπως στην 5.6.2.1 παραπάνω

5.8.8.2(3)

M_2 = ονομαστική ροπή δευτέρας τάξεως για λυγηρά υποστυλώματα
 $= N_{Ed} e_2$

όπου:

N_{Ed} = η αξονική δύναμη σχεδιασμού στην ΟΚΑ

e_2 = παραμόρφωση $= (1/r) l_0^2 / 10$

5.8.8.3

όπου:

$$1/r = \text{καμπυλότητα} = K_r K_\varphi (f_{yd} / (E_s 0,45d))$$

όπου

$$K_r = (n_u - n) / (n_u - n_{bal}) \leq 1,0$$

όπου:

$$n_u = 1 + \omega$$

όπου:

ω = το μηχανικό ποσοστό οπλισμού = $(A_s / A_c) (f_{yd} / f_{cd})$ όπως στην 5.6.1 παραπάνω

n = $N_{Ed} / A_c f_{cd}$ όπως ορίζεται στην 5.6.1 παραπάνω

n_{bal} = η τιμή του n που αντιστοιχεί στη μέγιστη ροπή αντίστασης και η οποία μπορεί να ληφθεί ίση με 0,4

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η K_r μπορεί να εκτιμηθεί και από νομογραφήματα υποστυλωμάτων.

$$K_\varphi = 1 + \beta \varphi_{ef}$$

όπου:

$$\beta = 0,35 + (f_{ck} / 200) - (\lambda / 150)$$

όπου:

$$\lambda = \text{o συντελεστής λυγηρότητας } l_0 / i$$

5.8.3.2

όπου:

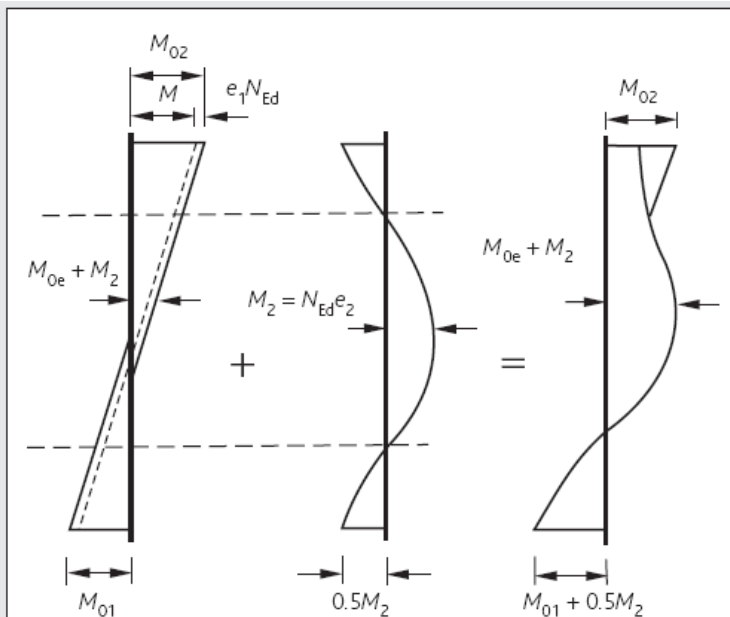
i = η ακτίνα αδρανείας της αρηγμάτωτης διατομής από σκυρόδεμα = $h/3,46$ για ορθογωνικές διατομές, όπου:

h το ύψος της διατομής κατά τη θεωρούμενη διεύθυνση και $i = d/4$ για κυκλικές διατομές όπου: d η διάμετρος

φ_{ef} = ο ισοδύναμος συντελεστής ερπυσμού όπως ορίζεται στην 5.6.1

l_0 = το ενεργό μήκος λυγισμού του υποστυλώματος

5.8.4(2)



α) Ροπές πρώτης τάξεως για μη λυγηρά υποστυλώματα
 β) Πρόσθετες ροπές δευτέρας τάξεως για λυγηρά υποστυλώματα
 γ) Διάγραμμα συνολικών ροπών για λυγηρά υποστυλώματα

Σχήμα 5.10 Ροπές σε λυγηρά υποστυλώματα

- Στα υποστυλώματα μίας μεταθετής κατασκευής, $M_{Ed} = M_{02} + M_2$

5.6.3 Διαξονική κάμψη

Σαν πρώτο βήμα, μπορεί να γίνει ξεχωριστός σχεδιασμός κατά την κάθε κύρια διεύθυνση, αγνοώντας τον διαξονικό σχεδιασμό. Δεν είναι απαραίτητος ο περαιτέρω έλεγχος εφόσον:

5.8.9(2)

$$0,5 \leq \lambda_y / \lambda_z \leq 2,0 \text{ και, για ορθογωνικές διατομές, } 0,2 \geq (e_y / h_{eq}) / (e_z / b_{eq}) \geq 5,0$$

5.8.9(3)

όπου:

λ_y, λ_z = συντελεστές λυγηρότητας l_0/i ως προς τους άξονες y και z

$$e_y = M_{Edy} / N_{Ed}$$

$$h_{eq} = 3,46i_z (= h \text{ για ορθογωνικές διατομές})$$

$$e_z = M_{Edz} / N_{Ed}$$

$$b_{eq} = 3,46i_y (= b \text{ για ορθογωνικές διατομές})$$

όπου:

N_{Ed} = η αξονική σχεδιασμού στην ΟΚΑ
 M_{Edy} , M_{Edz} = η ροπή σχεδιασμού στην αντίστοιχη διεύθυνση. (Οι ροπές λόγω των ατελειών απαιτείται να συμπεριληφθούν μόνο κατά τη διεύθυνση κατά την οποία έχουν την πλέον δυσμενή επιρροή.)

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: για τετράγωνα υποστυλώματα $(e_y/h_{eq})/(e_z/b_{eq}) = M_{Edy}/M_{Edz}$

5.8.9(4)

Αλλιώς, τα υποστυλώματα υπό διαξονική κάμψη μπορούν να σχεδιασθούν ώστε να ικανοποιούνται τα ακόλουθα:

$$(M_{Edz}/M_{Rdz})^a + (M_{Edy}/M_{Rdy})^a \leq 1,0$$

όπου:

M_{Rdy} , M_{Rdz} = η αντίσταση σε κάμψη κατά την αντίστοιχη διεύθυνση, που αντιστοιχεί στο αξονικό N_{Ed}

a = εκθέτης:

για κυκλικές ή ελλειπτικές διατομές, $a = 2,0$,
για ορθογωνικές διατομές, γραμμική παρεμβολή μεταξύ:

$$a = 1,0 \text{ για } N_{Ed}/N_{Rd} = 0,1$$

$$a = 1,5 \text{ για } N_{Ed}/N_{Rd} = 0,7$$

$$a = 2,0 \text{ για } N_{Ed}/N_{Rd} = 1,0$$

Παρ. Ι
& ΕΠ

5.7 Πλάκες χωρίς δοκούς

5.7.1 Ορισμός

Για τους σκοπούς του Κεφαλαίου 5.7 οι πλάκες χωρίς δοκούς είναι πλάκες σταθερού πάχους που εδράζονται σε υποστυλώματα χωρίς δοκούς. Μπορεί να συμπεριλαμβάνουν παχύνσεις επάνω από τα υποστυλώματα (μυκητοειδείς πλάκες).

5.7.2 Ανάλυση

Παρ. Ι 1.1(2)

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε αποδεδειγμένη μέθοδος ανάλυσης. Στην παρούσα, παρατίθενται οι λεπτομέρειες της «μεθόδου του ισοδύναμου πλαισίου». Στον EC2, αυτή αναπτύσσεται στο (Ενημερωτικό) Παράρτημα Θ, η απόφαση για την υιοθέτηση του οποίου, δίδεται στο Ελληνικό Εθνικό Προσάρτημα.

Παρ. Ι 1.2

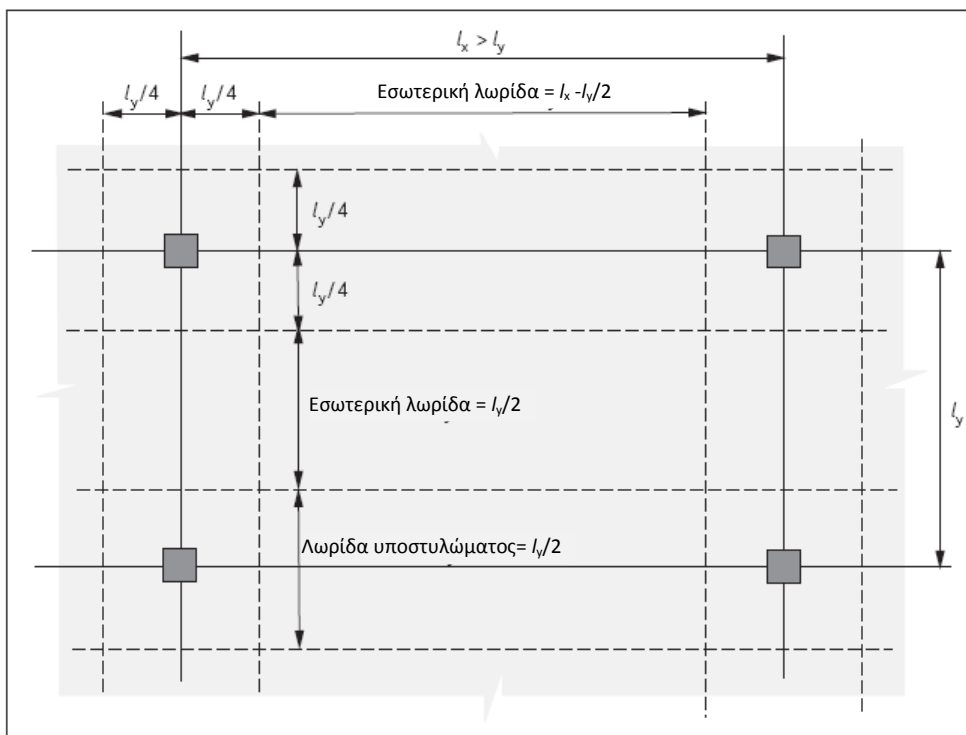
5.7.2.1 Μέθοδος ισοδυνάμων πλαισίων

Η κατασκευή θα πρέπει να χωριστεί κατά μήκος και εγκάρσιως σε πλαίσια που αποτελούνται από υποστυλώματα και τμήματα των πλακών, που περιλαμβάνονται μεταξύ των αξόνων των παρακείμενων φανωμάτων (περιοχή που οριοθετείται από τέσσερις παρακείμενες στηρίξεις). Η

δυσκαμψία των μελών μπορεί να υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τις ολόσωμες διατομές τους. Για κατακόρυφα φορτία, η δυσκαμψία μπορεί να βασίζεται σε όλο το πλάτος του φαντώματος. Για οριζόντια φορτία, θα πρέπει να χρησιμοποιείται το 40% της τιμής αυτής. Η ανάλυση πρέπει να διενεργείται σε κάθε κατεύθυνση θεωρώντας το σύνολο των δράσεων επί του φαντώματος.

Οι συνολικές ροπές κάμψης που προκύπτουν από την ανάλυση θα πρέπει να κατανέμονται κατά το πλάτος της πλάκας. Τα φαντώματα θα πρέπει να θεωρούνται ότι χωρίζονται σε λωρίδες «υποστυλώματος» και «εσωτερικές» λωρίδες (βλ. Σχήμα 5.11), στις οποίες οι ροπές κάμψης θα πρέπει να επιμερισθούν, όπως υποδεικνύεται στον Πίνακα 5.2. Όταν η αναλογία διαστάσεων του φαντώματος είναι μεγαλύτερη από 2 η πλάκα θα τείνει να λειτουργήσει σαν αμφιέριστη πλάκα. Όπου το πλάτος της λωρίδας «στήριξης» είναι διαφορετικό από $0,5 l_x$, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.11, και γίνεται ίσο με το πλάτος μίας πάχυνσης, το πλάτος της «εσωτερικής» λωρίδας θα πρέπει να προσαρμόζεται ανάλογα.

5.3.1(5)



Σχ. 1.1

Σχήμα 5.11

Επιμερισμός των φαντωμάτων σε πλάκες χωρίς δοκούς

Πίνακας 5.2

Επιμερισμός των ροπών κάμψης σε μυκητοειδείς πλάκες – Μέθοδος του ισοδύναμου πλαισίου

Θέση	Αρνητικές ροπές	Θετικές ροπές
Λωρίδα υποστυλώματος	60% - 80%	50% - 70%
Εσωτερική λωρίδα	40% - 20%	50% - 30%

Σημειώσεις

Οι συνολικές αρνητικές και θετικές ροπές που θα παραληφθούν από τη λωρίδα υποστυλώματος και την εσωτερική λωρίδα αθροίζουν πάντα 100%.

Παρ. Ι 1.2
9.4.2

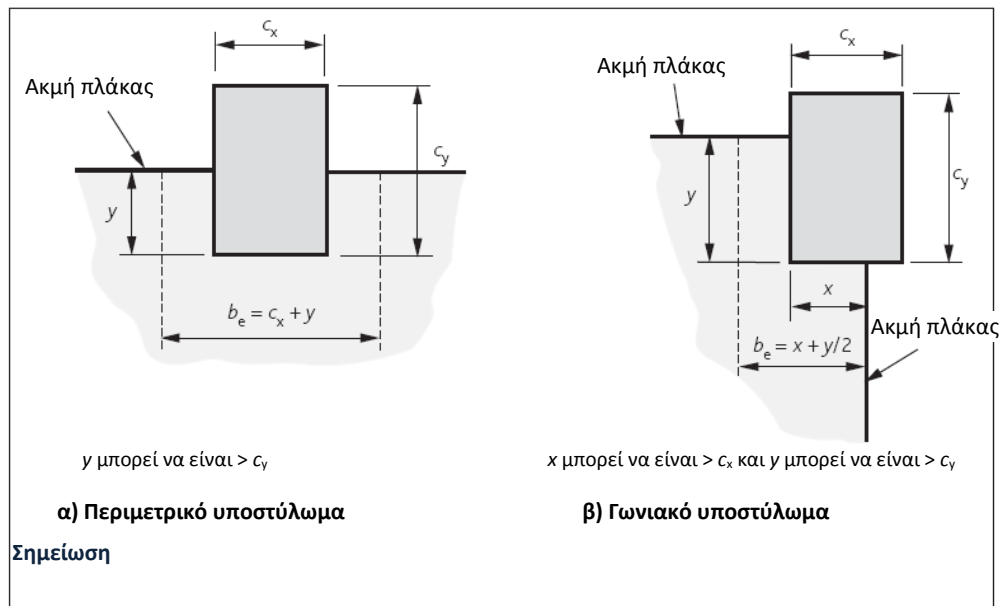
Εκτός από την περίπτωση που υπάρχουν περιμετρικές δοκοί οι οποίες είναι επαρκώς μελετημένες για στρεπτικές δράσεις, οι ροπές οι οποίες παραλαμβάνονται από τα περιμετρικά ή τα γωνιακά υποστυλώματα θα πρέπει να περιορίζονται στο $0,17 b_e d^2 f_{ck}$, όπου b_e είναι όπως υποδεικνύεται στο Σχήμα 5.12.

6.4.3

Ο σχεδιασμός έναντι διάτρησης θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις επιπτώσεις της μεταβίβασης ροπής στη σύνδεση πλάκας/υποστυλώματος. Για τα κτίρια, των οποίων η πλευρική ευστάθεια δεν εξαρτάται από την πλαισιακή δράση μεταξύ της πλάκας και των υποστυλωμάτων και στα οποία τα παρακαείμενα ανοίγματα δεν διαφέρουν σε μήκος πλέον του 25%, η τέμνουσα σχεδιασμού έναντι διάτρησης μπορεί να υπολογισθεί μέσω επαύξεσης των δράσεων στα υποστυλώματα. Η επαύξηση αυτή μπορεί να ληφθεί ίση με 1,15 για τα εσωτερικά υποστυλώματα, 1,40 για τα περιμετρικά υποστυλώματα και 1,50 για τα γωνιακά υποστυλώματα (βλ. Κεφ. 8.2).

6.4.3(6)

Σχ. 9.9



Σχήμα 5.12

Συνεργαζόμενο πλάτος, b_e , μίας πλάκας χωρίς δοκούς

5.7.2.2 Άλλες μέθοδοι ανάλυσης

Όπου χρησιμοποιούνται άλλες μέθοδοι ανάλυσης, θα πρέπει να γίνεται αναφορά στον Ευρωκώδικα 2.

5.8 Κοντοί πρόβολοι (φουρούσια)

(Ας σημειωθεί ότι οι λεπτομέρειες που δίδονται στην παρούσα βασίζονται στο Πληροφοριακό Παράρτημα Κ του EC2, η απόφαση για την υιοθέτηση του οποίου, δίδεται στο Ελληνικό Εθνικό Προσάρτημα).

5.8.1 Ορισμός

Πρόκειται για κοντούς προβόλους οι οποίοι εκτείνονται από υποστυλώματα ή τοιχώματα και έχουν ανηγμένο διατμητικό μήκος (δηλαδή λόγο απόστασης μεταξύ παρειάς του φορτίου και παρειάς του υποστυλώματος προς το ύψος του κοντού προβόλου) μεταξύ 0,5 και 2,0.

5.8.2 Ανάλυση

Αυτά τα μέλη μπορούν να προσομοιωθούν εναλλακτικά ως:

- α) υψίκορμες δοκοί που σχεδιάζονται για κάμψη και διάτμηση, ή
- β) ένα σύστημα από θλιπτήρες-ελκυστήρες, όπως καταδεικνύεται στο Σχήμα 5.13.

Για τους θλιπτήρες-ελκυστήρες, τα εντατικά μεγέθη θα πρέπει να εκτιμηθούν με βάση τη στατική. Αν και δεν πρόκειται για μια γενική απαίτηση για τους θλιπτήρες-ελκυστήρες, η γωνία θ στο προσομοίωμα θα πρέπει να ικανοποιεί: $1,0 \leq \tan \theta \leq 2,5$. Το πλάτος του θλιπτήρα θα πρέπει να είναι τέτοιο ώστε η τάση στο θλιπτήρα δεν υπερβαίνει την τιμή $0.6 v' f_{cd}$,

όπου:

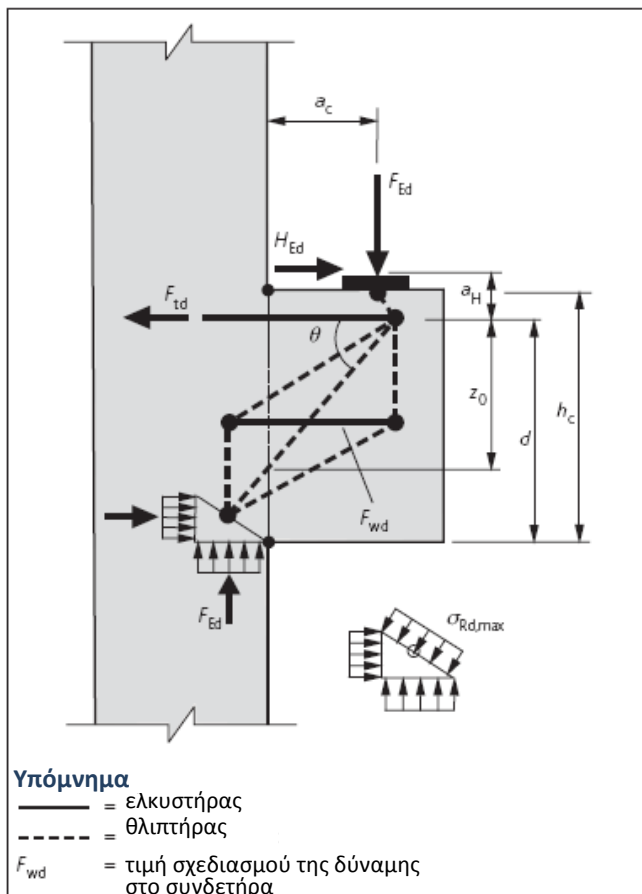
$$v' = 1 - (f_{ck}/250)$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$$

$$\alpha_{cc} = 0,85$$

Παρ. 1.3 & ΕΠ

6.5.2(2)



Σχ. 1.5

Σχήμα 5.13
 Προσομοίωμα
 θλιπτήρα –
 ελκυστήρα ενός
 κοντού προβόλου

Η σελίδα είναι κενή

6. Κάμψη και αξονική

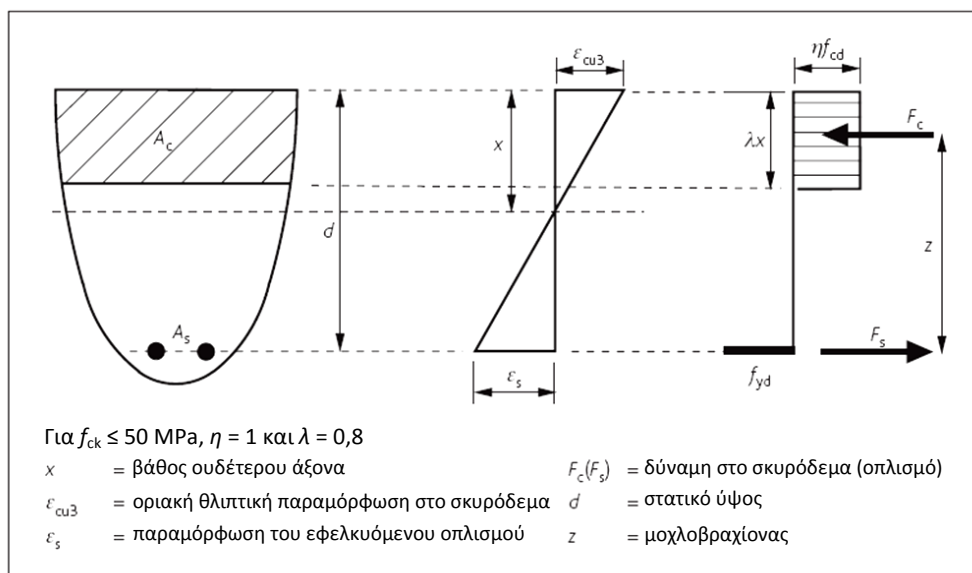
6.1 Παραδοχές

Κατά την αποτίμηση των αντιστάσεων των διατομών γίνονται οι ακόλουθες παραδοχές.

- Οι επίπεδες διατομές παραμένουν επίπεδες.
- Η ανηγμένη παραμόρφωση του οπλισμού που συνδέεται μέσω συνάφειας, είτε σε εφελκυσμό είτε σε θλίψη, είναι ίδια με αυτή του σκυροδέματος που τον περιβάλλει.
- Η εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος αγνοείται.
- Η κατανομή των τάσεων στη διατομή είναι όπως δείχνεται στο Σχήμα 6.1.
- Οι τάσεις στον οπλισμό εξάγονται από το Σχήμα 6.2. Ο κεκλιμένος κλάδος της γραμμής σχεδιασμού μπορεί να χρησιμοποιείται όταν ελέγχονται τα όρια των ανηγμένων παραμορφώσεων.
- Για διατομές που δεν ευρίσκονται πλήρως υπό θλίψη, η ανηγμένη θλιπτική παραμόρφωση του σκυροδέματος θα πρέπει να περιορίζεται στο 0,0035 (βλ. Σχήμα 6.3).
- Για διατομές υπό καθαρή θλίψη, η ανηγμένη θλιπτική παραμόρφωση του σκυροδέματος θα πρέπει να περιορίζεται στο 0,00175 όταν χρησιμοποιείται το δι-γραμμικό διάγραμμα τάσεων – ανηγμένων παραμορφώσεων κατά το σχεδιασμό της διατομής (βλ. Σχήμα 6.3).
- Για τις καταστάσεις μεταξύ αυτών των δύο συνθηκών, η κατανομή των ανηγμένων παραμορφώσεων ορίζεται θεωρώντας ότι η ανηγμένη παραμόρφωση είναι ίση προς 0,00175 στο μισό του ύψους της διατομής (βλ. Σχήμα 6.3).

3.1.7(3) &
Σχ. 3.5

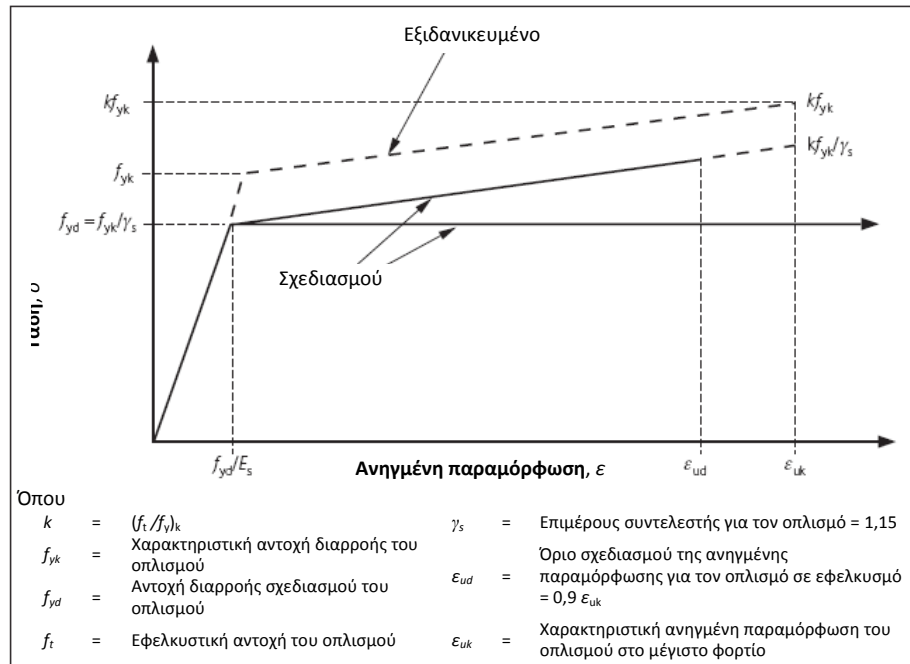
Σχ. 6.1



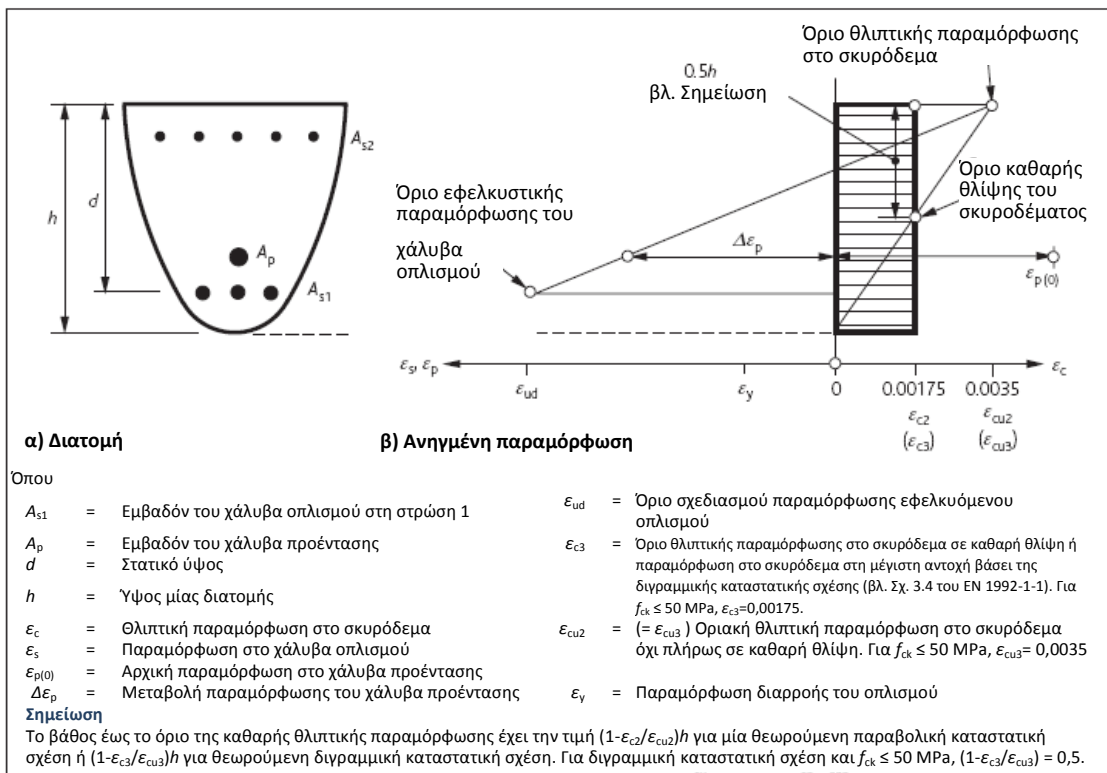
Σχ. 3.5

Σχήμα 6.1
Παραλληλόγραμμη κατανομή τάσεων

Σχ. 3.8



Σχήμα 6.2
Εξιδανικευμένο διάγραμμα και διαγράμματα σχεδιασμού για τον οπλισμό (για εφελκυσμό και θλίψη)



Σχήμα 6.3
Δυνατές κατανομές ανηγμένων παραμορφώσεων στην ΟΚΑ

Σχ. 6.1

6.2 Εξαγόμενες σχέσεις

Οι ακόλουθες σχέσεις μπορούν να εξαχθούν με χρήση των Σχημάτων 6.1, 6.2 και 6.3.

6.2.1 Κάμψη

[Παραδοχές: $\alpha_{cc} = 1,00$; $\gamma_c = 1,50$, $\gamma_s = 1,15$; $\delta = 0,44 + 1,25(x_u/d)$, και θεωρείται το ορθογωνικό διάγραμμα τάσεων]

Θεωρώντας ότι τα K και K' έχουν προσδιορισθεί:

όπου

$$K = M/bd^2f_{ck}$$

$$K' = 0.547\delta - 0.137\delta^2 - 0.214 \text{ (βλ. Πίνακα 6.1)}$$

όπου

$$\delta \leq 1.0 = \text{ο συντελεστής ανακατανομής (βλ. Πίνακα 6.1)}$$

- Αν $K \leq K'$

τότε

$$A_{s1} = M/f_{yd}z$$

όπου

A_{s1} = εμβαδόν του εφελκυόμενου χάλυβα (στη στρώση 1)

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 500/1,15 = 434,8 \text{ MPa}$$

$$z = d[0,5 + 0,5(1 - 3,53K)^{0,5}] \leq 0,95d$$

- Αν $K > K'$

τότε

$$A_{s2} = (M - M')/f_{sc}(d - d_2)$$

όπου

A_{s2} = εμβαδόν του θλιβόμενου χάλυβα (στη στρώση 2)

$$M' = K' bd^2 f_{ck}$$

$$f_{sc} = 700(x_u - d_2)/x_u \leq f_{yd}$$

όπου

d_2 = το στατικό ύψος ως το θλιβόμενο χάλυβα

$$x_u = (\delta - 0,4)d$$

και

$$A_{s1} = M'/f_{yd}z + A_{s2}f_{sc}/f_{yd}$$

Για $A_{s,min}$ βλ. Κεφ. 12, Πίνακα 12.1.

Πίνακας 6.1

Τιμές για το K'

Ποσοστό ανακατανομής	Λόγος ανακατανομής, δ	K'
0%	1,00	0,208
5%	0,95	0,195
10%	0,90	0,182
15%	0,85	0,168
20%	0,80	0,153
25%	0,75	0,137
30%	0,70	0,120

6.2.2 Αξονική δύναμη και κάμψη

Θεωρώντας μια ορθογωνική διατομή, συμμετρική διάταξη του οπλισμού και αγνοώντας τις πλαϊνές ράβδους:

- Για την αξονική

$$A_{sN}/2 = (N_{Ed} - \alpha_{cc} \eta f_{ck} b d_c / \gamma_c) / (\sigma_{sc} - \sigma_{st})$$

όπου

A_{sN} = το συνολικό εμβαδόν οπλισμού που απαιτείται για την παραλαβή του αξονικού φορτίου σύμφωνα με την παρούσα μέθοδο.
 = $A_{s1} + A_{s2}$ και $A_{s1} = A_{s2}$

όπου

A_{s1} (A_{s2}) = εμβαδόν του οπλισμού στη στρώση 1 (στρώση 2), βλ. Σχήμα 6.3

N_{Ed} = δρώσα αξονική δύναμη σχεδιασμού

η = 1 για $\leq C50/60$

b = πλάτος της διατομής

d_c = στατικό ύψος του σκυροδέματος σε θλίψη = $\lambda x \leq h$ (βλ. Σχήμα 6.4)

όπου λ = 0,8 για $\leq C50/60$

x = βάθος έως τον ουδέτερο άξονα

h = ύψος της διατομής

σ_{sc} (σ_{st}) = τάση στο θλιβόμενο (και εφελκόμενο) οπλισμό $\leq f_{yk} / \gamma_s$

3.1.6(1)
& ΕΠ

- Για τη ροπή

$$A_{sM}/2 = [M_{Ed} - \alpha_{cc} \eta f_{ck} b d_c (h/2 - d_c/2) / \gamma_c] / [(h/2 - d_2) (\sigma_{sc} + \sigma_{st})]$$

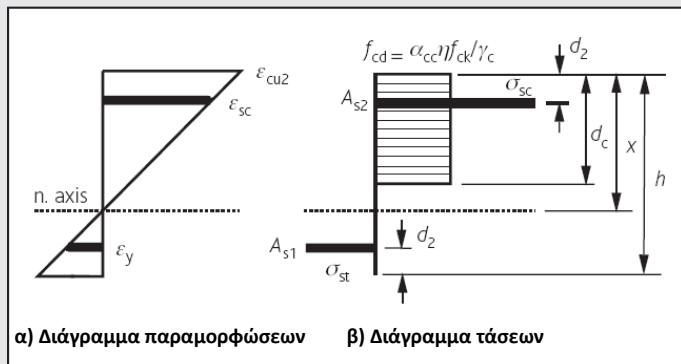
όπου

A_{sM} = το συνολικό εμβαδόν οπλισμού που απαιτείται για την παραλαβή της ροπής σύμφωνα με την παρούσα μέθοδο.

= $A_{s1} + A_{s2}$ και $A_{s1} = A_{s2}$

- Επίλυση
 Επίλυση με διαδοχική σύγκλιση επί του x έτσι ώστε $A_{sN} = A_{sM}$, ή βλέπε νομογραφήματα ή λογιστικά φύλλα κλπ.)

Σχ. 6.1



Σχήμα 6.4
 Διατομή υπό
 αξονική θλίψη και
 κάμψη

7. Τέμνουσα

7.1 Γενικά

7.1.1 Ορισμοί

Για τους σκοπούς αυτού του Κεφαλαίου, χρησιμοποιούνται τρεις αντιστάσεις σε τέμνουσα:

6.2.1

- $V_{Rd,c}$ = Αντίσταση ενός μέλους χωρίς οπλισμό τέμνουσας
 $V_{Rd,s}$ = Αντίσταση ενός μέλους που ελέγχεται από τη διαρροή του διατμητικού οπλισμού
 $V_{Rd,max}$ = Αντίσταση ενός μέλους που περιορίζεται από την αστοχία σε θλίψη των διαγώνιων θλιπτήρων.
 x Οι παραπάνω ανθίστανται τη δρώσα τέμνουσα, V_{Ed} .

7.1.2 Απαιτήσεις για το διατμητικό οπλισμό

Εάν $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$ δεν είναι απαραίτητος ο υπολογιστικός οπλισμός έναντι τέμνουσας. Εν τούτοις, θα πρέπει και σε αυτή την περίπτωση να παρασχεθεί ένας ελάχιστος διατμητικός οπλισμός (βλ. Κεφ. 12), εκτός από:

- Πλάκες, όπου οι δράσεις δύνανται να ανακαταμεμηθούν εγκαρσίως.
- Μέλη ήσσονος σημασίας, τα οποία δεν συμβάλλουν σημαντικά στη συνολική αντίσταση και ευστάθεια του δομήματος (π.χ. υπέρθυρα με άνοιγμα μικρότερο των 2 m).

Αν $V_{Ed} > V_{Rd,c}$, απαιτείται οπλισμός διάτμησης τέτοιος ώστε $V_{Rd,s} > V_{Ed}$. Θα πρέπει επίσης να ελεγχθεί η ικανότητα του σκυροδέματος να λειτουργήσει σαν θλιπτήρας.

7.1.3 Ομοιόμορφα καταναμημένο φορτίο

Σε μέλη που υπόκεινται κυρίως σε ομοιόμορφα καταναμημένο φορτίο, ισχύουν τα ακόλουθα:

- Η τέμνουσα στη στήριξη δεν θα πρέπει να υπερβεί τη $V_{Rd,max}$.
- Ο απαιτούμενος διατμητικός οπλισμός θα πρέπει να υπολογισθεί σε μια απόσταση d από την παρειά της στήριξης και να συνεχισθεί μέσα σε αυτήν.

6.2.1(8)

7.1.4 Διαμήκης εφελκόμενος οπλισμός

Ο διαμήκης εφελκόμενος οπλισμός θα πρέπει να είναι σε θέση να αντισταθεί στην πρόσθετη εφελκυστική δύναμη που προκαλείται από την τέμνουσα (βλ. Κεφ. 12.2.2).

6.2.1(7)
9.2.1.3(2)
6.2.3(7)

7.2 Αντίσταση μελών χωρίς διατμητικό οπλισμό

Η αντίσταση των μελών χωρίς διατμητικό οπλισμό μπορεί να υπολογισθεί από:

$$V_{Rd,c} = (0,18 / \gamma_c) k(100 \rho f_{ck})^{0,333} b_w d$$

$$\geq 0,035 k^{1,5} f_{ck}^{0,5} b_w d$$

6.2.2(1)
& ΕΠ

όπου

$$k = 1 + (200/d)^{0,5} \leq 2,0 \text{ (} d \text{ σε mm; βλ. Πίνακα 7.1)}$$

$$\gamma_c = 1,5$$

$$\rho_l = A_{sl}/b_w d \leq 0,02$$

όπου

$$A_{sl} = \text{το εμβαδόν του εφελκόμενου σπλισμού ο οποίος εκτείνεται τουλάχιστον κατά } l_{bd} + d \text{ πέραν από τη θεωρούμενη διατομή (βλ. Σχήμα 7.1)}$$

όπου

$$l_{bd} = \text{το μήκος αγκύρωσης σχεδιασμού}$$

$$b_w = \text{το ελάχιστο πλάτος της διατομής στην εφελκούμενη περιοχή}$$

Εναλλακτικά,

$$V_{Rd,c} = b_w d v_{Rd,c}, \text{ με το } v_{Rd,c} \text{ να λαμβάνεται από τον Πίνακα 7.1}$$

Στις περισσότερες πρακτικές περιπτώσεις, αν $v_{Ed} < v_{Rd,c}$ δεν θα απαιτηθεί διατμητικός σπλισμός

όπου

$$v_{Ed} = \text{η διατμητική τάση για διατομές χωρίς διατμητικό σπλισμό} = V_{Ed}/b_w d.$$

$v_{Rd,c}$ μπορεί να υπολογισθεί με παρεμβολή από τον Πίνακα 7.1.

6.2.2(6)

Για τα μέλη με τις δράσεις επ'αυτών να εφαρμόζονται στην επάνω πλευρά τους, σε μία απόσταση a_v , όπου $0,5d \leq a_v \leq 2d$ (βλ. Σχήμα 7.2), μπορεί να μειωθεί η συνεισφορά του σημειακού φορτίου στην V_{Ed} με χρήση ενός συντελεστή $\beta = a_v/2d$. Ο διαμήκης σπλισμός θα πρέπει να είναι πλήρως αγκυρωμένος στη στήριξη.

Πίνακας 7.1

Αντίσταση σε τέμνουσα χωρίς διατμητικό σπλισμό, $v_{Rd,c}$ (MPa)

ρ_l	Στατικό ύψος d (mm)										
	≤ 200	225	250	275	300	350	400	450	500	600	750
0,25%	0,54	0,52	0,50	0,48	0,47	0,45	0,43	0,41	0,40	0,38	0,36
0,50%	0,59	0,57	0,56	0,55	0,54	0,52	0,51	0,49	0,48	0,47	0,45
0,75%	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,59	0,58	0,56	0,55	0,53	0,51
1,00%	0,75	0,72	0,71	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62	0,61	0,59	0,57
1,25%	0,80	0,78	0,76	0,74	0,73	0,71	0,69	0,67	0,66	0,63	0,61
1,50%	0,85	0,83	0,81	0,79	0,78	0,75	0,73	0,71	0,70	0,67	0,65
1,75%	0,90	0,87	0,85	0,83	0,82	0,79	0,77	0,75	0,73	0,71	0,68
$\geq 2,00\%$	0,94	0,91	0,89	0,87	0,85	0,82	0,80	0,78	0,77	0,74	0,71
k	2,000	1,943	1,894	1,853	1,816	1,756	1,707	1,667	1,632	1,577	1,516

Σημειώσεις

Ο Πίνακας υπολογίστηκε με βάση το EN 1992-1-1 και το Βρετανικό ΕΠ.

Ο Πίνακας υπολογίστηκε για $f_{ck} = 30$ MPa θεωρώντας κατακόρυφους συνδετήρες.

Για $\rho \geq 0,4\%$ και $f_{ck} = 25$ MPa, επί συντελεστή 0,94

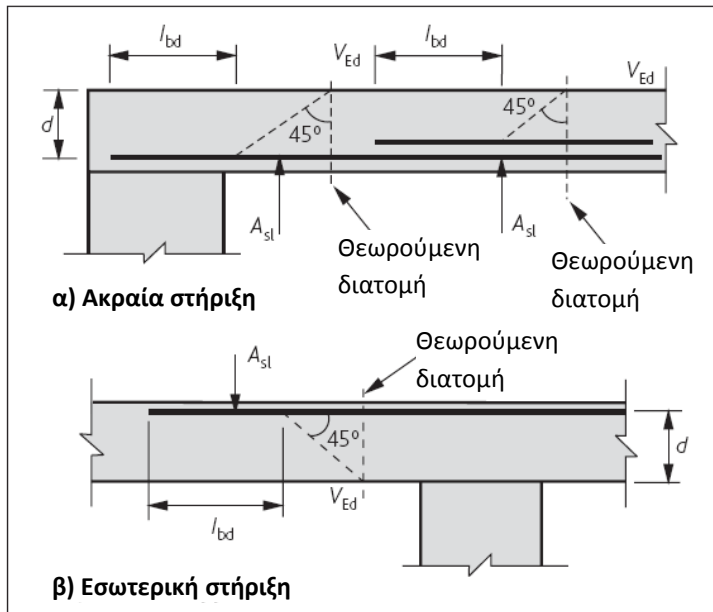
$f_{ck} = 45$ MPa, επί συντελεστή 1,14

$f_{ck} = 35$ MPa, επί συντελεστή 1,05

$f_{ck} = 50$ MPa, επί συντελεστή 1,19

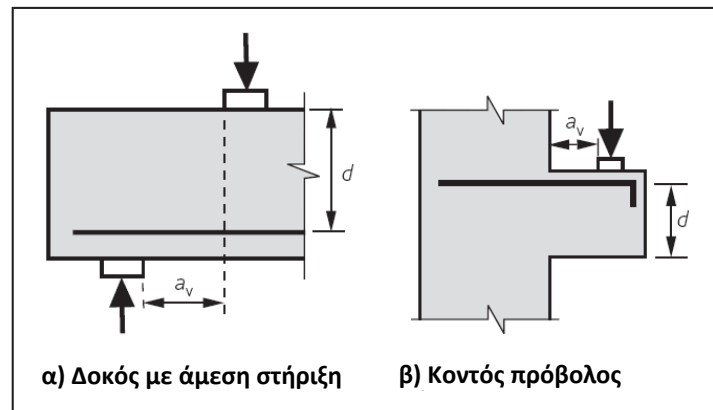
$f_{ck} = 40$ MPa, επί συντελεστή 1,10

Δεν ισχύει για $f_{ck} > 50$ MPa



Σχ. 6.3

Σχήμα 7.1
Ορισμός του A_{sl}



Σχήμα 7.2
Φορτία πλησίον των στηρίξεων

Σχ. 6.4

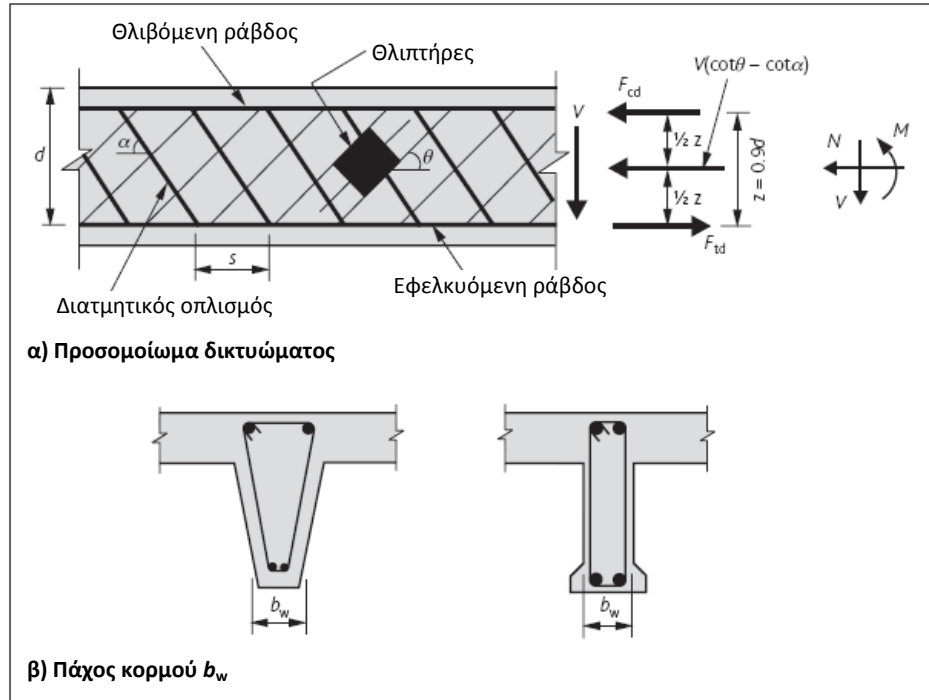
7.3 Αντίσταση μελών στα οποία απαιτείται διατμητικός οπλισμός

6.2.3

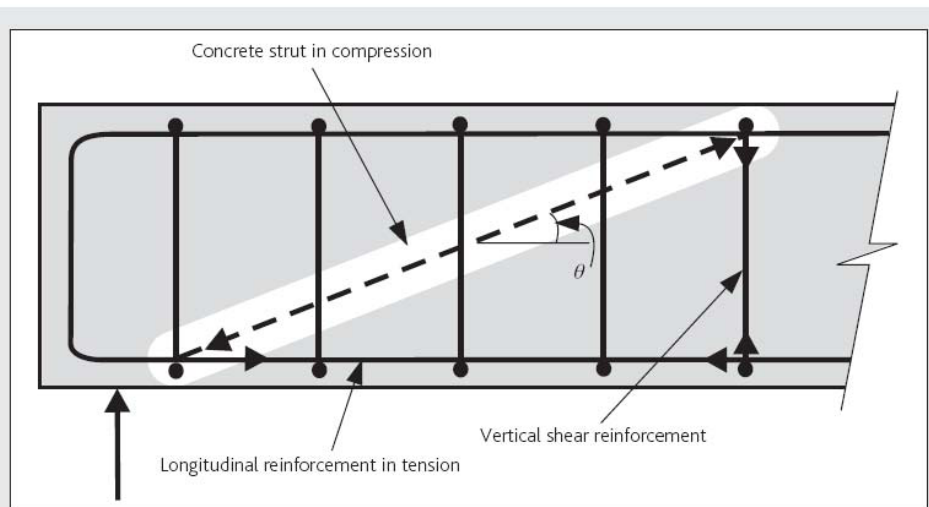
7.3.1 Βάση σχεδιασμού

Ο σχεδιασμός βασίζεται στο προσομοίωμα του δικτυώματος που δείχνεται στο Σχήμα 7.3. Μια απλοποιημένη μορφή αυτού του διαγράμματος δείχνεται στο Σχήμα 7.4.

Σχ. 6.5



Σχήμα 7.3 Προσομοίωμα δικτύωματος και συμβολισμοί για διατμητικά οπλισμένα μέλη



Σχήμα 7.4 Μεταβλητή γωνία θλιπτήρων, θ

7.3.2 Έλεγχος αντίστασης σε τέμνουσα

Σχ. (6.9)
Σχ. (6.14)
& ΕΠ

Η φέρουσα ικανότητα της διατομής από σκυρόδεμα να λειτουργήσει σαν θλιπτήρας $V_{Rd,max}$ θα πρέπει να ελεγχθεί ώστε να διασφαλισθεί ότι αυτή ισούται ή υπερβαίνει την τέμνουσα σχεδιασμού, V_{Ed} δηλαδή να διασφαλισθεί ότι:

$$V_{Rd,max} = b_w z \nu f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta) \geq V_{Ed} \text{ με κατακόρυφους συνδετήρες}$$

$$= b_w z \nu f_{cd} (\cot \theta + \cot \alpha) / (1 + \cot^2 \theta) \geq V_{Ed} \text{ με κεκλιμένους συνδετήρες}$$

όπου

- z = ο μοχλοβραχίονας: συνήθως, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η προσεγγιστική τιμή $0,9d$
- ν = $0,6 [1 - (f_{ck}/250)]$ = ένας μειωτικός συντελεστής της αντοχής για σκυρόδεμα ρηγματωμένο σε διάτμηση
- f_{cd} = $\alpha_{cw} f_{ck} / \gamma_c$ όπου $\alpha_{cw} = 1,0$
- θ = η γωνία κλίσης του θλιπτήρα, τέτοια ώστε η τιμή της $\cot\theta$ να λαμβάνει τιμές μεταξύ **1,0 και 2,5**.
Η τιμή της $\cot\theta$ θα πρέπει να υπολογίζεται αντικαθιστώντας την τιμή της V_{Ed} για την $V_{Rd,max}$
- α = η γωνία των συνδετήρων ως προς το διαμήκη άξονα του μέλους. Για κατακόρυφους συνδετήρες $\cot\alpha = 0$.

6.2.3(3)
& ΕΠ

Στις περισσότερες πρακτικές περιπτώσεις, όπου χρησιμοποιούνται κατακόρυφοι συνδετήρες, θα είναι αρκετό να ελεγχθούν οι τάσεις (αντί των αντιστάσεων) χρησιμοποιώντας τον Πίνακα 7.2 έτσι ώστε:

$$V_{Ed,z} \leq V_{Rd,max}$$

όπου

$$v_{Ed,z} = V_{Ed}/b_w z = V_{Ed} / b_w 0,9d = \text{διατμητική τάση σε διατομές με διατμητικό οπλισμό}$$

$$v_{Rd,max} = V_{Rd,max}/b_w z = V_{Rd,max}/b_w 0,9d$$

Εάν $v_{Ed,z} \leq$ της τιμής της $v_{Rd,max}$ για $\cot \theta = 2,5$, τότε $\theta = 21,8^\circ$ και $\cot \theta = 2,5$

Εάν $v_{Ed,z} >$ της τιμής της $v_{Rd,max}$ για $\cot \theta = 1,0$, τότε η διατομή θα πρέπει να ανασχεδιασθεί με νέες διαστάσεις

Εάν $v_{Ed,z}$ είναι μεταξύ των τιμών για $\cot \theta = 2,5$ και $\cot \theta = 1,0$, τότε η θ και η τιμή της $\cot \theta$ θα πρέπει να υπολογίζονται από τη σχέση για την $V_{Rd,max}$, αλλά αντικαθιστώντας την τιμή της V_{Ed} για την $V_{Rd,max}$

Οι τιμές του $v_{Rd,max}$ μπορούν να ληφθούν με γραμμική παρεμβολή από τον Πίνακα 7.2

Πίνακας 7.2

Αντοχή των θλιπτήρων σκυροδέματος εκπεφρασμένη σαν τάση, $v_{Rd,max}$

f_{ck}	$\cot \theta$	$v_{Rd,max}$ (MPa)						ν
		2,50	2,14	1,73	1,43	1,19	1,00	
	θ	21,8°	25°	30°	35°	40°	45°	
20		2,54	2,82	3,19	3,46	3,62	3,68	0,552
25		3,10	3,45	3,90	4,23	4,43	4,50	0,540
30		3,64	4,04	4,57	4,96	5,20	5,28	0,528
35		4,15	4,61	5,21	5,66	5,93	6,02	0,516
40		4,63	5,15	5,82	6,31	6,62	6,72	0,504
45		5,09	5,65	6,39	6,93	7,27	7,38	0,492
50		5,52	6,13	6,93	7,52	7,88	8,00	0,480

Σημειώσεις

Ο Πίνακας υπολογίστηκε από το EN 1992-1-1 και το Βρετανικό ΕΠ, θεωρώντας κατακόρυφους συνδετήρες, άρα $\cot \alpha = 1,0$.

$$v_{RD,max} = V_{RD,max}/b_w z = V_{RD,max}/b_w 0,9d$$

$$= v_{fcd} (\cot \theta + \cot \alpha) / (1 + \cot^2 \theta)$$

7.3.3 Απαιτούμενος διατμητικός οπλισμός, A_{sw}/s

Το απαιτούμενο εμβαδό του διατμητικού οπλισμού υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τη διατμητική αντίσταση:

Σχ. 6.13

$$V_{Rd,s} = (A_{sw}/s)z f_{ywd}(\cot \theta + \cot \alpha)\sin \alpha \geq V_{Ed}$$

όπου

A_{sw} = το εμβαδόν του διατμητικού οπλισμού.
(Για το $A_{sw,min}$ βλ. Κεφ. 10.4.1)

s = η απόσταση μεταξύ συνδετήρων

z = ο μοχλοβραχίονας (συνήθως, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια προσεγγιστική τιμή του $0,9d$)

f_{ywd} = f_{yk}/γ_s = η αντοχή διαρροής σχεδιασμού του διατμητικού οπλισμού

α = η γωνία των συνδετήρων ως προς το διαμήκη άξονα του μέλους

Για κατακόρυφους συνδετήρες, $\cot \alpha = 0$ και $\sin \alpha = 1,0$ οπότε:

$$A_{sw}/s \geq V_{Ed}/zf_{ywd} \cot \theta \text{ ή}$$

$$A_{sw}/s \geq v_{Ed}z b_w/f_{ywd} \cot \theta$$

7.3.4 Επιπρόσθετες εφελκυστικές δυνάμεις

Η επιπρόσθετη εφελκυστική δύναμη στο διαμήκη οπλισμό που αποδίδεται στο προσομοίωμα υπολογισμού της τέμνουσας

Σχ. 6.8

$$\Delta F_{td} = 0,5 V_{Ed} (\cot \theta - \cot \alpha) \leq (M_{Ed,max}/z)$$

όπου

$M_{Ed,max}$ = η μέγιστη ροπή κατά μήκος της δοκού

Αυτή η επιπρόσθετη εφελκυστική δύναμη συνεπάγεται τον «κανόνα μετατόπισης» για την απότμηση του οπλισμού (βλ. Κεφ. 12.2).

7.3.5 Μέλη στα οποία οι δράσεις εφαρμόζονται στο άνω τμήμα της διατομής

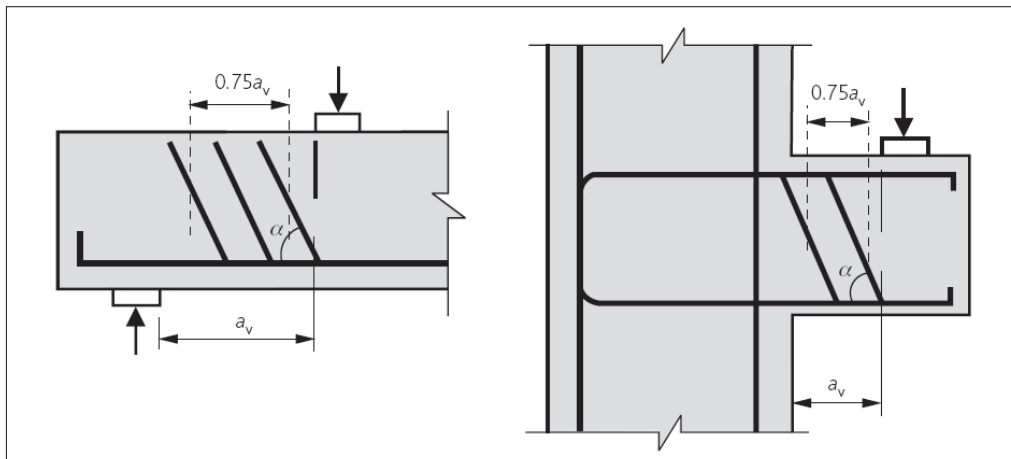
6.2.3(8)

Για τα μέλη με τις δράσεις επ'αυτών να εφαρμόζονται στην επάνω πλευρά τους, μέσα σε μία απόσταση $0,5d < a_v < 2,0d$, η τέμνουσα V_{Ed} μπορεί, για το σκοπό του σχεδιασμού του διατμητικού οπλισμού, V_{Ed} να απομειωθεί κατά $a_v/2d$, υπό την προϋπόθεση ότι ο διαμήκης οπλισμός είναι πλήρως αγκυρωμένος. Σε αυτή την περίπτωση:

$$A_{sw}f_{ywd} \geq V_{Ed}/\sin \alpha$$

όπου

A_{sw} = το εμβαδό του διατμητικού οπλισμού στο κεντρικό 75% του a_v (βλ. Σχήμα 7.5).



Σχ. 6.6

Σχήμα 7.5

Διατμητικός οπλισμός σε κοντά διατμητικά ανοίγματα με άμεση λειτουργία θλιπτήρα

7.3.6 Μέλη στα οποία οι δράσεις εφαρμόζονται πλησίον του κάτω τμήματος της διατομής

Όπου το φορτίο εφαρμόζεται πλησίον του κάτω τμήματος της διατομής, θα πρέπει να παρέχεται ικανός οπλισμός που να μεταφέρει το φορτίο στο άνω τμήμα της διατομής επιπροσθέτως προς τον οιονδήποτε οπλισμό που απαιτείται για την αντίσταση σε τέμνουσα.

6.2.1(9)

Η σελίδα είναι κενή

8. Διάτρηση

8.1 Γενικά

8.1.1 Βάση του σχεδιασμού

Διάτρηση προκύπτει όταν εφαρμόζεται ένα συγκεντρωμένο φορτίο σε μια μικρή περιοχή μίας πλάκας ή, συνηθέστερα, μία αντίδραση από ένα υποστυλώμα επί μίας πλάκας. Οι επακόλουθες τάσεις, ελέγχονται κατά μήκος καθορισμένων περιμέτρων ελέγχου, γύρω από τη φορτιζόμενη επιφάνεια. Η τέμνουσα δρα σε μία επιφάνεια ud_{eff} , όπου u είναι το μήκος της περιμέτρου και d_{eff} είναι το στατικό ύψος της πλάκας, λαμβανόμενο ως ο μέσος όρος των στατικών υψών σε δύο διευθύνσεις κάθετες μεταξύ τους.

6.4.1

8.1.2 Διαδικασία σχεδιασμού

Στην περίμετρο ενός υποστυλώματος:

- Εξασφαλίζεται ότι δεν υπάρχει υπέρβαση της μέγιστης διατρητικής τάσης, δηλαδή $v_{Ed} < v_{Rd,max}$ (αλλιώς γίνεται επαναδιαστασιολόγηση, βλ. Κεφάλαιο 8.6).

Σε διαδοχικές περιμέτρους υποστυλωμάτων:

- Καθορίζεται εάν απαιτείται οπλισμός διάτρησης, δηλαδή εάν $v_{Ed} > v_{Rd,c}$.
- Εάν απαιτείται, τίθεται οπλισμός έτσι ώστε $v_{Ed} \leq v_{Rd,cs}$ (βλ. Κεφ. 8.5).

6.4.3(2)

v_{Ed} = η δρώσα διατμητική τάση. Η τέμνουσα που χρησιμοποιείται στον έλεγχο θα πρέπει να είναι η ενεργή τέμνουσα, η οποία λαμβάνει υπόψη τις τυχόν ροπές που μεταφέρονται στην πλάκα (βλ. Κεφάλαια 8.2 και 8.3)

6.4.3(3)

$v_{Rd,max}$ = η τιμή σχεδιασμού της μέγιστης διατρητικής αντίστασης, εκπεφρασμένης σαν τάση (βλ. Κεφ. 8.6 και Πίνακα 7.2)

6.4.3(1)

$v_{Rd,c}$ = η τιμή σχεδιασμού της διατρητικής αντίστασης μίας πλάκας χωρίς διατρητικό οπλισμό, εκπεφρασμένη σαν τάση (βλ. Κεφ. 8.4)

6.4.4(1)

$v_{Rd,cs}$ = η τιμή σχεδιασμού της διατρητικής αντίστασης μίας πλάκας με διατρητικό οπλισμό, εκπεφρασμένη σαν τάση (βλ. Κεφ. 8.5)

6.4.5(1)

8.2 Δρώσα διατμητική τάση

8.2.1 Γενικά

Η δρώσα διατμητική τάση είναι $v_{Ed} = \beta V_{Ed} / (u d)$

6.4.3(3)

όπου

d = το μέσο στατικό ύψος

u_i = το μήκος της θεωρούμενης περιμέτρου ελέγχου (βλ. Κεφ. 8.3)

V_{Ed} = η δρώσα διατμητική δύναμη

β = ένας συντελεστής που λαμβάνει υπόψη την εκκεντρότητα.

8.2.2 Τιμή του β (συντηρητικές τιμές από το διάγραμμα)

6.4.3(6)

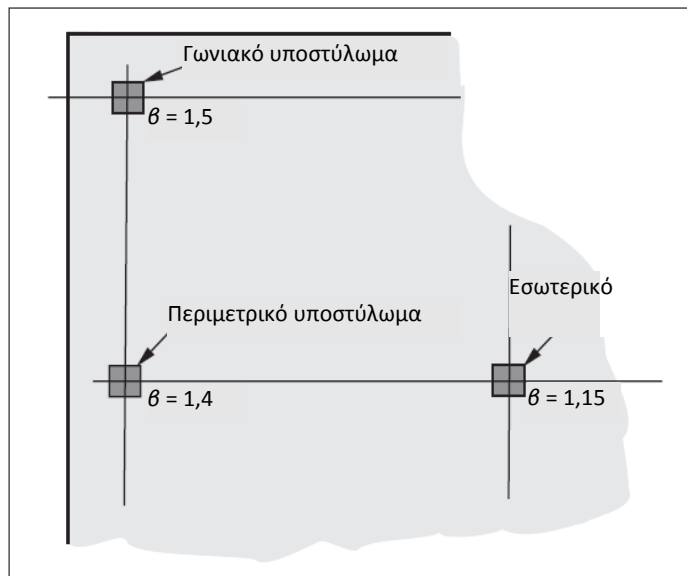
Για αμετάθετες κατασκευές, όπου παρακείμενα ανοίγματα δεν διαφέρουν περισσότερο από 25%, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τιμές του β που δείχνονται στο Σχήμα 8.1.

8.2.3 Τιμή του β (με χρήση υπολογιστικής μεθόδου)

6.4.3(3)

Εναλλακτικά προς το Κεφ.8.2.2, οι τιμές του β μπορούν να καθορισθούν με βάση τις ακόλουθες μεθόδους.

Σχ. 6.2.1N



Σχήμα 8.1
Συνιστώμενες
τιμές για το β

8.2.3.1 Εσωτερικά υποστυλώματα

Εξ. (6.39)

$$\alpha) \quad \beta = 1 + (kM_{Ed}/V_{Ed})(u_1/W_1)$$

όπου

k = ένας συντελεστής που εξαρτάται από το λόγο των διαστάσεων του υποστυλώματος c_1 και c_2 , όπως δείχνεται στο Σχήμα 8.2 (βλ. Πίνακα 8.1)

M_{Ed} = η συνολική ροπή σχεδιασμού

u_1 = η βασική περίμετρος ελέγχου (βλ. Σχήμα 8.3)

W_1 = μία κατανομή της τέμνουσας όπως δείχνεται στο Σχήμα 8.2 και η οποία είναι συνάρτηση του u_1

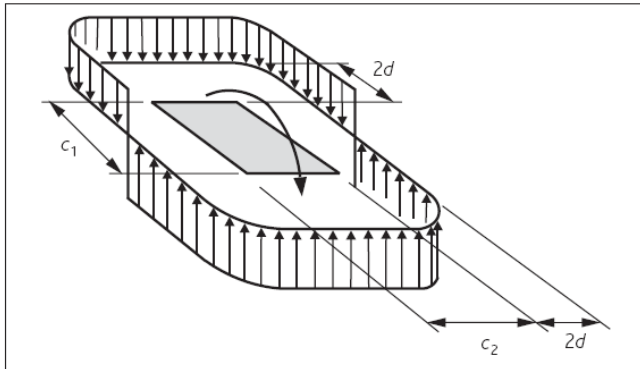
=

Εξ. (6.40)

όπου

- $| |$ = η απόλυτη τιμή
- e = η απόσταση του dI από τον άξονα περί τον οποίο δρα η M_{Ed}
- dI = το διαφορικό μήκος της περιμέτρου και

Για ένα ορθογωνικό υποστυλωμα $W_1 = c_1^2/2 + c_1 c_2 + 4 c_2 d + 16d^2 + 2\pi d c_1$



Σχήμα 8.2
Κατανομή της τέμνουσας λόγω μη ισορροπούμενης ροπής στη σύνδεση πλάκας / εσωτερικού υποστυλώματος

Σχ. 6.19

Πίνακας 8.2
Τιμές του k για ορθογωνικές φορτιζόμενες επιφάνειες

Πιν. 6.1

$c_1/2c_2$	$\leq 0,5$	1,0	2,0	$\geq 3,0$
k	0,45	0,60	0,70	0,80

β) Για εσωτερικά ορθογωνικά υποστυλώματα με φόρτιση έκκεντρη ως προς και τους δύο άξονες:

$$\beta = 1 + 1,8[(e_y/b_z)^2 + (e_z/b_y)^2]^{0,5}$$

Εξ. (6.43)

όπου

e_y και $e_z = M_{Ed}/V_{Ed}$ κατά τον άξονα y και z , αντιστοίχως
 b_y και $b_z =$ οι διαστάσεις της περιμέτρου ελέγχου (βλ. Σχήμα 8.3)

γ) Για εσωτερικά κυκλικά υποστυλώματα:

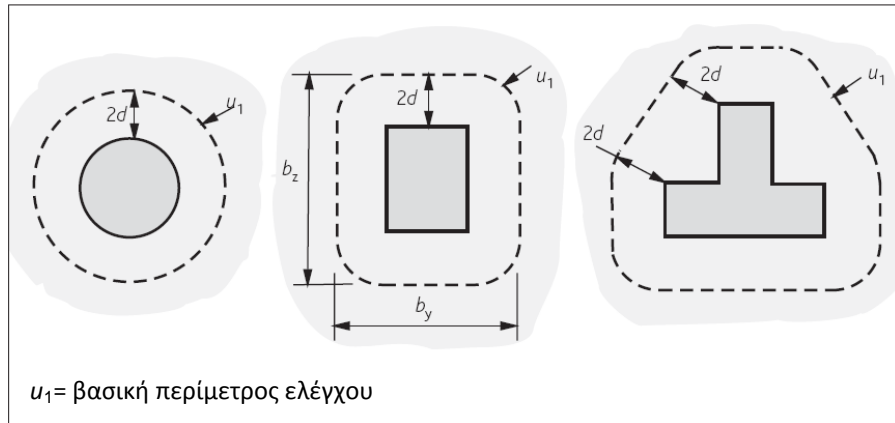
$$\beta = 1 + 0,6\pi e / (D + 4d)$$

Εξ. (6.42)

όπου

$D =$ η διάμετρος του κυκλικού υποστυλώματος
 $e = M_{Ed}/V_{Ed}$

Σχ. 6.13



Σχήμα 8.3

Τυπικές βασικές περιμέτροι ελέγχου γύρω από φορτιζόμενες επιφάνειες

6.4.3(4)

8.2.3.2 Περιμετρικά υποστυλώματα

α) Για περιμετρικά υποστυλώματα, με εκκεντρότητα φορτίου κάθετη και προς το εσωτερικό της ακμής της πλάκας, $\beta = u_1/u_{1*}$

όπου

$u_1 = \eta$ βασική περίμετρος ελέγχου (βλ. Σχήμα 8.4)

$u_{1*} = \eta$ απομειωμένη περίμετρος ελέγχου (βλ. Σχήμα 8.5)

β) Για περιμετρικά υποστυλώματα, με εκκεντρότητα ως προς τους δύο άξονες και προς το εσωτερικό της ακμής της πλάκας

Εξ. (6.44)

$$\beta = u_1/u_{1*} + k e_{\text{par}} u_1/W_1$$

όπου

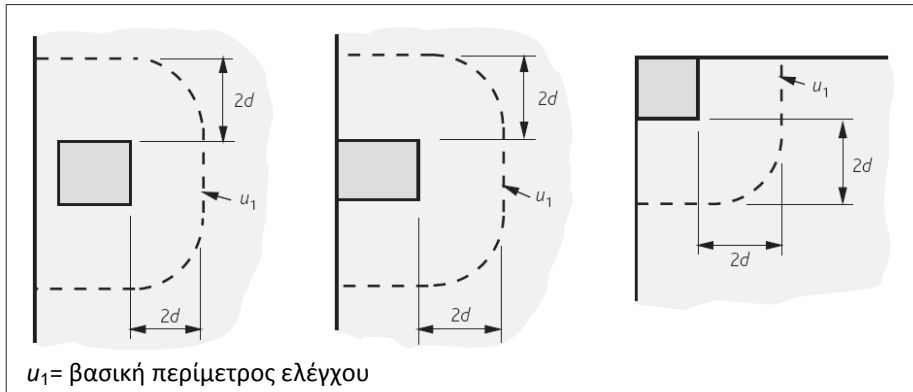
$k =$ συντελεστής εξαρτώμενος από τον λόγο των διαστάσεων του υποστυλώματος c_1 και c_2 , όπως δείχνεται στο Σχήμα 8.5 (βλ. Πίνακα 8.2)

$e_{\text{par}} =$ η εκκεντρότητα παράλληλα προς την ακμή της πλάκας η οποία προκύπτει από μία ροπή περί άξονα κάθετο προς την ακμή της πλάκας

$$W_1 = c_2^2/4 + c_1 c_2 + 4c_1 d + 8d^2 + \pi d c_2$$

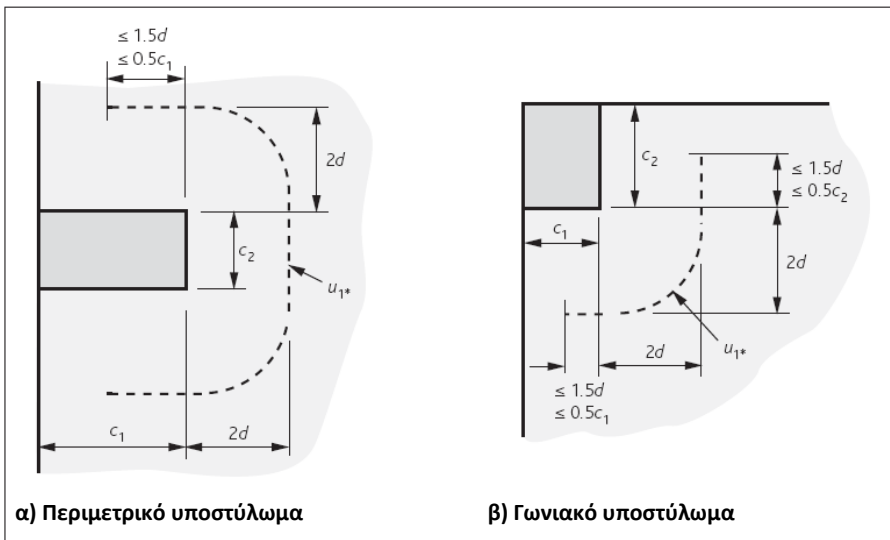
όπου

c_1 και c_2 είναι όπως στο Σχήμα 8.5.



Σχ. 6.15

Σχήμα 8.4
Περίμετροι ελέγχου για φορτιζόμενες επιφάνειες πλησίον ή επάνω σε ακμή ή γωνία



Σχ. 6.20

Σχήμα 8.5
Ισοδύναμη περίμετρος ελέγχου u_{1*}

Πίνακας 8.2

Τιμές του k για ορθογωνικές επιφάνειες στην ακμή των πλακών και φορτιζόμενες υπό έκκεντρη φόρτιση ως προς και τους δύο άξονες

$c_1/2c_2^*$	$\leq 0,5$	1,0	2,0	$\geq 3,0$
k	0,45	0,60	0,70	0,80

Σημείωση

* διαφέρει από τον Πίνακα 8.1

8.2.3.3 Γωνιακά υποστυλώματα

6.4.3(5)

Για γωνιακά υποστυλώματα με εκκεντρότητα προς το εσωτερικό της πλάκας

Εξ. (6.46)

$$\theta = u_1/u_{1*}$$

όπου

u_1 = η βασική περιμέτρος ελέγχου (βλ. Σχήμα 8.4)

u_{1*} = η απομειωμένη περιμέτρος ελέγχου (βλ. Σχήμα 8.5)

6.4.3(4)
6.4.3(5)

8.2.3.4 Περιμετρικά υποστυλώματα όπου η εκκεντρότητα ευρίσκεται στο εξωτερικό της πλάκας

Για περιμετρικά και γωνιακά υποστυλώματα, όπου η εκκεντρότητα ευρίσκεται στο εξωτερικό της πλάκας εφαρμόζεται η σχέση

$$\beta = 1 + kM_{Ed}/V_{Ed}u_1/W_1$$

όπως για τα εσωτερικά υποστυλώματα παραπάνω. Όμως, η M_{Ed}/V_{Ed} (= e , η εκκεντρότητα) μετράται από το κέντρο βάρους της περιμέτρου ελέγχου.

8.3 Περίμετροι ελέγχου

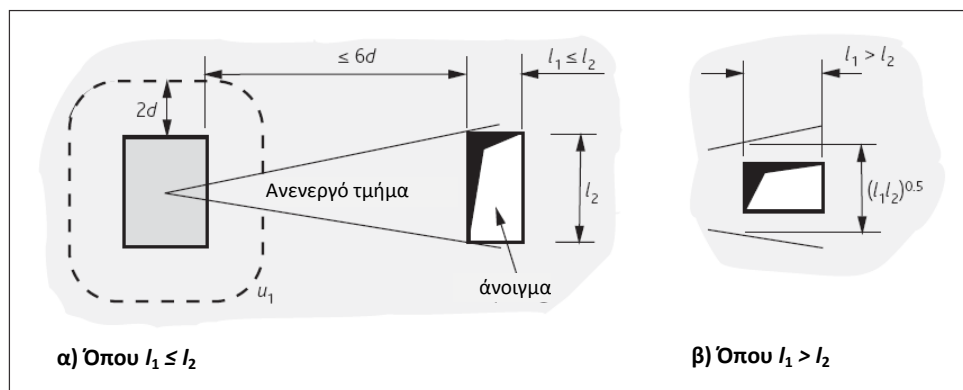
6.4.2

Η βασική περιμέτρος ελέγχου u_1 μπορεί να θεωρείται ότι ευρίσκεται σε μία απόσταση $2,0d$ από την παρειά της φορτιζόμενης επιφάνειας, κατασκευασμένη έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται το μήκος της. Κάποια παραδείγματα δείχνονται στο Σχήμα 8.3.

8.3.2 Ανοίγματα

Όπου υπάρχουν ανοίγματα στην πλάκα εντός $6d$ από την παρειά της φορτιζόμενης επιφάνειας, ένα τμήμα της περιμέτρου ελέγχου θα θεωρείται ανενεργό, όπως δείχνεται στο Σχήμα 8.6.

Σχ. 6.14



Σχήμα 8.6

Περίμετρος ελέγχου πλησίον ενός ανοίγματος

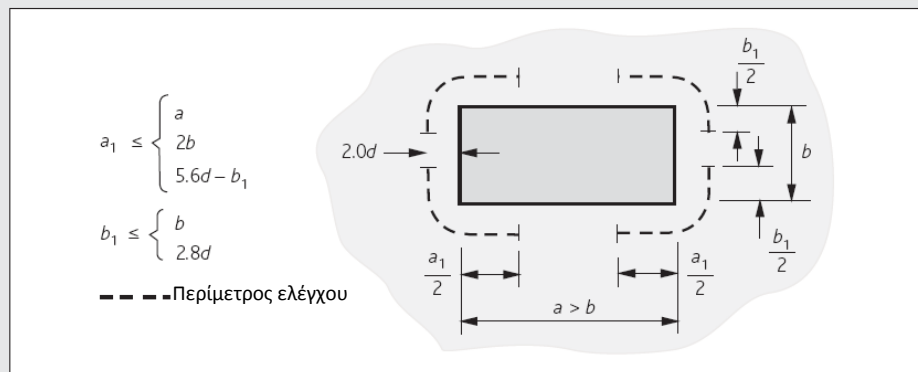
8.3.3 Περιμετρικά υποστυλώματα

Για περιμετρικά και γωνιακά υποστυλώματα (ή φορτιζόμενες επιφάνειες), μπορεί να χρησιμοποιηθεί η βασική περίμετρος ελέγχου u_1 που δείχνεται στο Σχήμα 8.4 για κεντρική φόρτιση. Η περίμετρος αυτή δεν πρέπει να υπερβαίνει την περίμετρο που θεωρείται για τα εσωτερικά υποστυλώματα, μέσω της χρήσης του Σχήματος 8.3 (βλ. Κεφ.8.3.1).

Όπου η εκκεντρότητα των φορτίων ευρίσκεται προς το εσωτερικό της πλάκας, θα πρέπει να χρησιμοποιείται η απομειωμένη περίμετρος ελέγχου u_{1*} που δείχνεται στο Σχήμα 8.5, όπως δίδεται στα Κεφάλαια 8.2.3.2 και 8.2.3.3.

8.3.4 Επιμήκεις στηρίξεις

Για επιμήκεις στηρίξεις και τοιχώματα μπορεί να χρησιμοποιηθεί η περίμετρος (που δείχνεται στο Σχ. 8.5α) για κάθε άκρο, ή μπορεί να γίνει χρήση του Σχ. 8.7.



ENV 1992-1-1
4.3.4.2.1(2)¹³

Σχήμα 8.7
Περίμετρος ελέγχου για επιμήκεις στηρίξεις

8.3.5 Κεφαλές υποστυλωμάτων

Όπου υπάρχουν κεφαλές υποστυλωμάτων θα πρέπει να γίνεται μία διάκριση μεταξύ των περιπτώσεων όπου $l_H > 2h_H$ και όπου $l_H < 2h_H$.

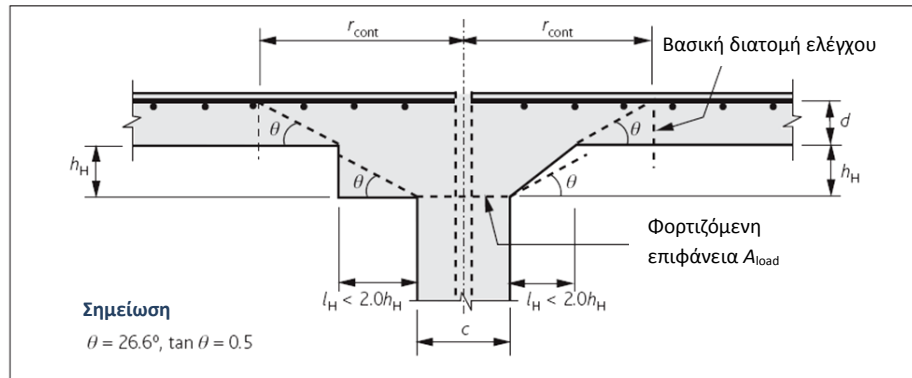
όπου

$$l_H = \text{η προβολή της κεφαλής από το υποστυλωμα}$$

$$h_H = \text{το ύψος της κεφαλής κάτω από τον πάτο της πλάκας}$$

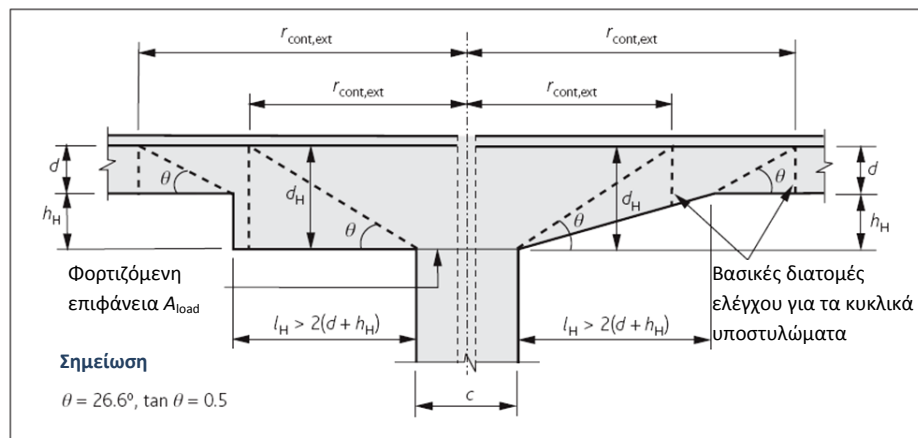
Όπου $l_H < 2h_H$ η διάτρηση απαιτείται να ελεγχθεί μόνο στη διατομή ελέγχου έξω από την κεφαλή του υποστυλώματος (βλ. Σχήμα 8.8). Όπου $l_H > 2h_H$, θα πρέπει να ελεγχθούν αμφότερες οι κρίσιμες διατομές τόσο μέσα στην κεφαλή όσο και στην πλάκα (βλ. Σχήμα 8.9).

Σχ. 6.17



Σχήμα 8.8
Πλάκα με πεπλατυσμένη κεφαλή υποστυλώματος όπου $l_H < 2,0 h_H$

Σχ. 6.18



Σχήμα 8.9
Πλάκα με πεπλατυσμένη κεφαλή υποστυλώματος όπου $l_H < 2(d + h_H)$

8.4 Αντίσταση σε διάτρηση χωρίς οπλισμό διάτρησης

6.4.4

Η βασική διατομή ελέγχου v_1 θα πρέπει να ελέγχεται ώστε να καθορισθεί αν απαιτείται οπλισμός διάτρησης, δηλαδή εάν η δρώσα διατμητική τάση, v_{Ed} , υπερβαίνει την αντίσταση σχεδιασμού σε διάτρηση $v_{Rd,c}$ (βλ. Κεφ.7, Πίνακα 7.1).

Εξ. (6.47) & ΕΠ

$$v_{Rd,c} = (0,18 / \gamma_c) k (100 \rho f_{ck})^{0,333} \geq v_{min}$$

όπου

$$k = 1 + (200/d)^{0,5} \leq 2,0 \quad (d \text{ in mm})$$

$$\rho_l = (\rho_{ly} \rho_{lz})^{0,5} \leq 0,02$$

όπου

ρ_{ly} και ρ_{lz} = τα μέσα ποσοστά οπλισμού κατά την κάθε διεύθυνση σε ένα πλάτος ίσο προς τη διάσταση του υποστυλώματος συν $3d$ εκατέρωθεν του υποστυλώματος.

$$v_{min} = 0,035 k^{1,5} f_{ck}^{0,5}$$

8.5 Αντίσταση σε διάτρηση με οπλισμό διάτρησης

Σε κάθε περίμετρο, όπου η δρώσα διατμητική τάση v_{Ed} υπερβαίνει τη $v_{Rd,c}$ θα πρέπει να παρέχεται οπλισμός διάτρησης ώστε να επιτευχθεί η αναγκαία αντίσταση, χρησιμοποιώντας την ακόλουθη σχέση.

6.4.5

$$v_{Rd,cs} = 0,75 v_{Rd,c} + 1,5 (d/s_r) A_{sw} f_{ywd,ef} (1/u_1 d) \sin \alpha$$

Εξ. (6.52)

όπου

- A_{sw} = το εμβαδόν του οπλισμού διάτρησης σε μία περίμετρο γύρω από το υποστυλώμα (για το $A_{sw,min}$ βλ. Κεφ.10.4.2)
- s_r = η ακτινική απόσταση των περιμέτρων του οπλισμού διάτρησης
- $f_{ywd,ef}$ = η ενεργή αντοχή σχεδιασμού του οπλισμού ($250 + 0,25d \leq f_{ywd}$)
- d = το μέσο στατικό ύψος κατά τις δύο ορθογώνιες διευθύνσεις (σε mm)
- u_1 = η βασική περίμετρος ελέγχου σε απόσταση $2d$ από τη φορτιζόμενη επιφάνεια (βλ. Σχήμα 8.3)
- $\sin \alpha$ = 1,0 για κατακόρυφο οπλισμό διάτρησης

Θεωρώντας κατακόρυφο οπλισμό

$$A_{sw} = (v_{Ed} - 0,75 v_{Rd,c}) s_r u_1 / (1,5 f_{ywd,ef}) \text{ ανά περίμετρο}$$

8.6 Αντίσταση σε διάτρηση στην παρειά του υποστυλώματος

Στην περίμετρο του υποστυλώματος, u_0 , θα πρέπει να ελέγχεται η διατμητική τάση διάτρησης ώστε να εξασφαλίζεται ότι

6.4.5(3)

$$v_{Ed} = \beta V_{Ed} / u_0 d \leq v_{Rd,max}$$

όπου

- β = συντελεστής που λαμβάνει υπόψη την εκκεντρότητα (βλ. Κεφ.8.2)
- V_{Ed} = η δρώσα διατμητική δύναμη
- d = το μέσο στατικό ύψος
- u_0 = $2(c_1 + c_2)$ για εσωτερικά υποστυλώματα
- = $c_2 + 3d \leq c_2 + 2c_1$ για περιμετρικά υποστυλώματα
- = $3d \leq c_2 + 2c_1$ για γωνιακά υποστυλώματα

όπου

- c_1 = το ύψος του υποστυλώματος (για περιμετρικά υποστυλώματα, μετρούμενο κάθετα προς την ελεύθερη παρειά)

c_2 = το πλάτος του υποστυλώματος όπως δείχνεται στο Σχήμα 8.5

$$V_{Rd,max} = 0,5v f_{cd}$$

όπου

$$v = 0,6 [1 - (f_{ck}/250)]$$

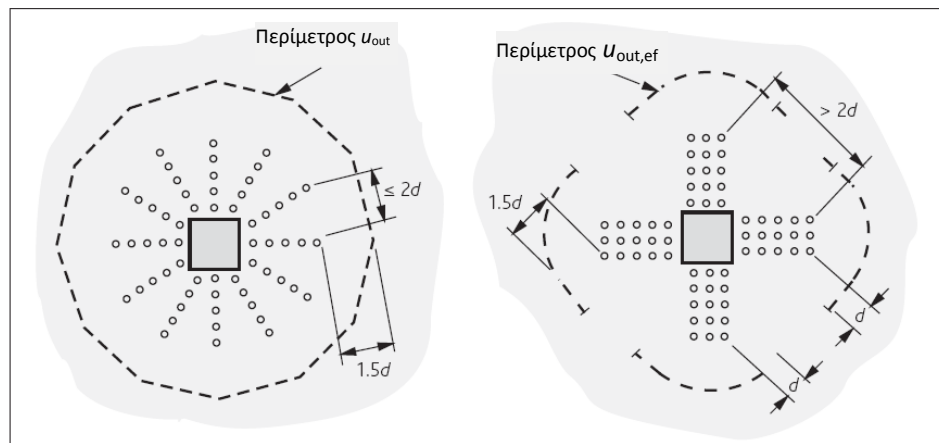
Στην περίμετρο του υποστυλώματος, $v_{Rd,max} = v_{Rd,max}$ για $\cot \theta = 1,0$, που δίδεται στον Πίνακα 7.2.

8.7 Περίμετρος ελέγχου όπου δεν είναι πλέον απαραίτητος οπλισμός διάτρησης, u_{out}

Δεν απαιτείται διατμητικός οπλισμός διάτρησης σε μία περίμετρο όπου η διατμητική τάση λόγω της ενεργούς διατμητικής δύναμης δεν υπερβαίνει την $v_{Rd,c}$. Η ακρώτατη περίμετρος διατμητικού οπλισμού διάτρησης θα πρέπει να τοποθετείται σε μία απόσταση η οποία δεν υπερβαίνει το $1,5d$ από την περίμετρο όπου δεν είναι πλέον απαραίτητος οπλισμός διάτρησης. Βλ. Σχήματα 8.10, 12.5 και 12.6.

6.4.5(4)
& ΕΠ

Σχ. 6.22



Σχήμα 8.10
Περίμετροι ελέγχου στα εσωτερικά υποστυλώματα

8.8 Αντίσταση πεδίων θεμελίωσης σε διάτρηση

Επιπρόσθετα με τον έλεγχο στη βασική περίμετρο ελέγχου σε μία απόσταση $2d$ από την παρειά του υποστυλώματος, θα πρέπει να ελέγχονται επίσης περιμέτροι στο εσωτερικό της βασικής περιμέτρου για αντίσταση σε διάτρηση. Σε περιπτώσεις όπου μεταβάλλεται το πάχος του πεδίου, μπορεί να θεωρείται ότι το στατικό ύψος του πεδίου είναι ίσο με αυτό στην περίμετρο της φορτιζόμενης επιφάνειας. Βλ. Σχήμα 8.11.

6.4.2(6)

Οι υπολογισμοί μπορούν να βασίζονται σε μία απομειωμένη δύναμη

6.4.4(2)

$$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed}$$

όπου

V_{Ed} = το φορτίο του υποστυλώματος

ΔV_{Ed} = η τελική δύναμη με διεύθυνση προς τα άνω στο εσωτερικό της θεωρούμενης περιμέτρου, δηλαδή η δύναμη λόγω της πίεσης του εδάφους μείον το ίδιο βάρος του πεδίου.

Όταν ένα υποστυλωμα μεταφέρει ένα αξονικό φορτίο V_{Ed} και μία ροπή M_{Ed} , η διατμητική τάση λόγω διάτρησης δίδεται από την ακόλουθη σχέση:

$$v_{Ed} = (V_{Ed,red}/ud)(1 + kM_{Ed}uV_{Ed,red}W)$$

Εξ. (6.51)

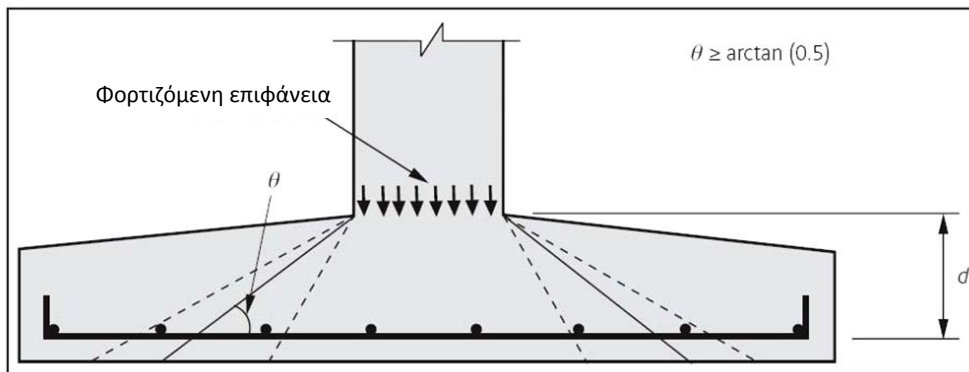
όπου

u = η θεωρούμενη περίμετρος

k = συντελεστής εξαρτώμενος από το λόγο των διαστάσεων του υποστυλώματος που δείχνονται στο Σχήμα 8.2 και τις τιμές για εσωτερικά υποστυλώματα που δίδονται στον Πίνακα 8.1

W \equiv W_1 όπως περιγράφεται στο Κεφ.8.2.3 παραπάνω, αλλά για την περίμετρο u .

Η αντίσταση σε διάτρηση $v_{Rd,c}$ και η ελάχιστη τιμή της αντίστασης v_{min} που δίδεται στο Κεφάλαιο 8.4 μπορούν για τα πέδιλα να αυξηθούν μέσω πολλαπλασιασμού των σχέσεων επί $2d/a$, όπου a είναι η απόσταση της θεωρούμενης περιμέτρου από την περιφέρεια του υποστυλώματος.



Σχ. 6.16

Σχήμα 8.11

Ύψος της διατομής ελέγχου σε ένα πέδιλο με μεταβλητό πάχος

Η σελίδα είναι κενή

9. Στρέψη

9.1 Γενικά

Η αντίσταση σε στρέψη θα πρέπει να ελεγχθεί σε μέλη τα οποία βασίζονται σε στρέψη για στατική ισορροπία. Σε στατικά αόριστες κτιριακές κατασκευές στις οποίες η στρέψη προκύπτει από τη θεώρηση της συμβατότητας παραμορφώσεων και οι οποίες δεν εξαρτώνται από τη στρέψη για την ευστάθειά τους, θα είναι συνήθως επαρκής η τήρηση των κανόνων και λεπτομερειών όπλισης για τον ελάχιστο οπλισμό για την αποφυγή υπερβολικής ρηγματώσης, χωρίς να λαμβάνεται ρητά υπόψη η στρέψη στην ΟΚΑ.

6.3.1

Στον Ευρωκώδικα 2, η αντίσταση σε στρέψη υπολογίζεται μέσω προσομοίωσης όλων των διατομών σαν ισοδύναμες λεπτότοιχες διατομές. Οι σύνθετες διατομές, όπως οι διατομές σχήματος T, υποδιαιρούνται σε μια σειρά τμημάτων διατομών και η συνολική αντίσταση λαμβάνεται ως το άθροισμα των αντιστάσεων των μεμονωμένων λεπτότοιχων διατομών.

6.3.2

Θα πρέπει να λαμβάνεται η ίδια κλίση θλιπτήρα θ για την προσομοίωση τόσο της τέμνουσας όσο και της στρέψης. Τα όρια της $\cot \theta$ που σημειώνονται στο Κεφάλαιο 7 για την τέμνουσα επίσης εφαρμόζονται και στη στρέψη.

9.2 Αντιστάσεις σε στρέψη

Η μέγιστη αντίσταση σε στρέψη μίας μη προεντεταμένης διατομής είναι

$$T_{Rd,max} = 2 \nu f_{cd} A_k t_{ef,i} \sin \theta \cos \theta$$

Εξ. (6.30)

όπου

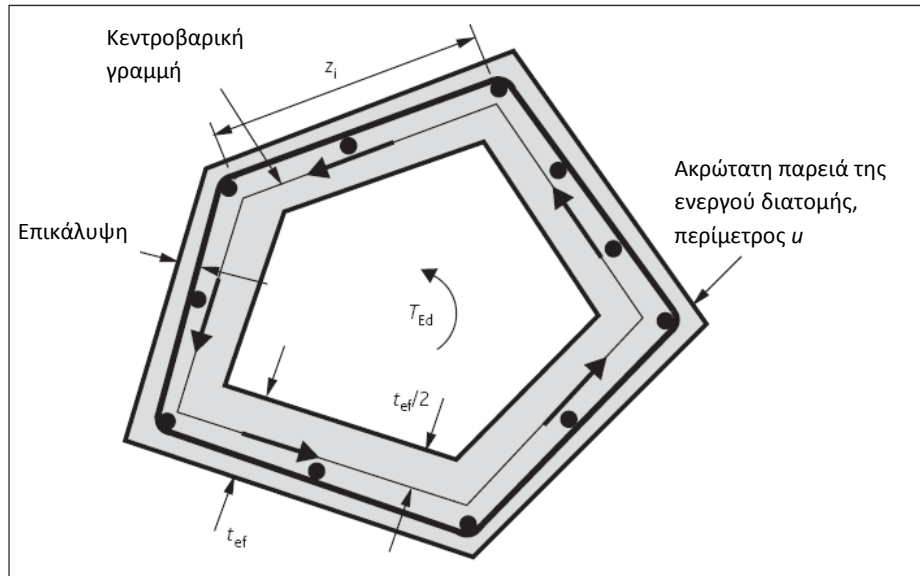
$$\nu = 0,6 [1 - (f_{ck}/250)]$$

A_k = το εμβαδόν που περικλείεται από τις κεντροβαρικές γραμμές των συνδεόμενων τοιχωμάτων που περικλείουν το εσωτερικό τμήμα (βλ. Σχήμα 9.1)

$t_{ef,i}$ = το ενεργό πάχος των τοιχωμάτων (βλ. Σχήμα 9.1). Μπορεί να ληφθεί ως A/u αλλά δεν θα πρέπει να λαμβάνεται μικρότερο από το διπλάσιο της απόστασης από την ακμή (την εξωτερική παρειά του μέλους) και το κέντρο του διαμήκους οπλισμού. Για κοίλες διατομές σαν ανώτατο όριο λειτουργεί και το πραγματικό πάχος τους.

θ = η γωνία του θλιπτήρα

Σχ. 6.11



Σχήμα 9.1

Συμβολισμοί που χρησιμοποιούνται στο Κεφάλαιο 9

Η αντίσταση σε στρέψη μίας ολόσωμης ορθογωνικής διατομής με διατμητικό σπλισμό στην εξωτερική περιφέρεια, $T_{Rd,max}$, μπορεί να υπολογισθεί από τη γενική σχέση:

$$T_{Rd,max} = 2 \nu f_{cd} k_2 b^3 \sin \theta \cos \theta$$

όπου

k_2 = συντελεστής που λαμβάνεται από τον Πίνακα 9.1
 b = το πλάτος της διατομής ($< h$, το ύψος της διατομής)

Πίνακας 9.1

Τιμές του k_2

h/b	1	2	3	4
k_2	0,141	0,367	0,624	0,864

Η αντίσταση σε στρέψη που ελέγχεται από το εμβαδόν των κλειστών συνδετήρων δίδεται από:

$$(A_{sw}/s) = T_{Ed} / (2A_k \cot \theta) f_{ywd}$$

όπου

A_{sw} = το εμβαδόν του σπλισμού συνδετήρων
 f_{ywd} = η αντοχή σχεδιασμού του σπλισμού συνδετήρων
 s = η απόσταση των συνδετήρων

Θα πρέπει να παρέχεται πρόσθετος επιδερμικός διαμήκης σπλισμός κατά μήκος της περιμέτρου της διατομής και το εμβαδόν αυτού του σπλισμού θα πρέπει να υπολογίζεται από την κάτωθι σχέση:

EN 1992-1-1
 Εξ. (4.43)^[13]

Εξ. (6.28)

$$\Sigma A_{sl} = T_{Ed} u_k \cot \theta / (f_{yd} 2A_k) = (A_{sw}/s) u_k \cot^2 \theta$$

όπου

T_{Ed} = η δρώσα ροπή στρέψης σχεδιασμού
 u_k = η περίμετρος της επιφάνειας A_k
 Θεωρώντας $f_{yd} = f_{ywd}$

9.3 Συνδυασμένη στρέψη και διάτμηση

Στις ολόσωμες διατομές θα πρέπει να ικανοποιείται η ακόλουθη σχέση:

$$(T_{Ed} / T_{Rd,max}) + (V_{Ed} / V_{Rd,max}) \leq 1,0$$

Εξ. (6.29)

όπου

$T_{Rd,max} = 2 \nu f_{cd} A_k t_{ef,i} \sin \theta \cos \theta$, όπως στο Κεφ.9.2.

$V_{Rd,max} = \nu_w z \nu f_{cd} (\cot \theta + \cot \alpha) / (1 + \cot^2 \theta)$, όπως στο Κεφ.7.3.2.

Η σελίδα είναι κενή

10. Λειτουργικότητα

10.1 Εισαγωγή

Η συνήθεις οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας που λαμβάνονται υπόψη είναι:

- Ο περιορισμός των τάσεων.
- Ο έλεγχος της ρηγμάτωσης.
- Ο έλεγχος παραμορφώσεων (βελών).

7.2 & ΕΠ

Συνήθως δεν απαιτούνται ρητοί έλεγχοι της τάσης στο σκυρόδεμα στη λειτουργικότητα λόγω της ανακούφισης στις θλιβόμενες περιοχές από τον εγκάρσιο σπλισμό που πάντοτε θα υπάρχει (π.χ. συνδετήρες στις δοκούς με θλιβόμενο σπλισμό και σπλισμοί στα υποστυλώματα). Αυτό εγγυάται ότι δεν πρόκειται να υπάρξει σημαντική διαμήκης ρηγμάτωση.

Η ρηγμάτωση και οι παραμορφώσεις μπορούν να ελέγχονται είτε μέσω υπολογιστικών μεθόδων ή με τήρηση των κανόνων που αφορούν τη διάμετρο του σπλισμού, τις αποστάσεις μεταξύ σπλισμών και το λόγο άνοιγμα προς στατικό ύψος. Στο παρόν **Εγχειρίδιο**, δεν περιλαμβάνονται οι υπολογιστικές μέθοδοι.

10.2 Έλεγχος της ρηγμάτωσης

Οι ρωγμές μπορούν να περιορισθούν σε αποδεκτό εύρος με τα ακόλουθα μέτρα:

- Να παρασχεθεί ένα ελάχιστο ποσό σπλισμού, έτσι ώστε ο σπλισμός να μην διαρρέει άμεσα κατά τη δημιουργία της πρώτης ρωγμής (βλ. Κεφ. 10.3).
- Όπου η κύρια αιτία της ρηγμάτωσης είναι οι *δεσμεύσεις*, να περιορισθεί η διάμετρος του σπλισμού στα όρια που δείχνονται στον Πίνακα 10.1. Σε αυτή την περίπτωση μπορεί να επιλεγεί οποιαδήποτε στάθμη τάσης στο χάλυβα, αλλά η επιλεγείσα τιμή πρέπει στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί κατά τον υπολογισμό του $A_{s,min}$, η δε διάμετρος της ράβδου θα πρέπει να περιορίζεται όπως δείχνεται.
- Όπου η κύρια αιτία της ρηγμάτωσης είναι η φόρτιση, να περιορισθεί η διάμετρος του σπλισμού στα όρια που δείχνονται στον Πίνακα 10.1 ή να περιορισθούν οι αποστάσεις μεταξύ σπλισμών στα όρια που δείχνονται στον Πίνακα 10.2.

7.3.3(2)

Όταν χρησιμοποιείται οποιοσδήποτε από τους δύο Πίνακες, η τάση στο χάλυβα θα πρέπει να υπολογίζεται με βάση τη ρηγματωμένη διατομή, σύμφωνα με τους σχετικούς συνδυασμούς των δράσεων.

Ελλείψει άλλων ειδικών απαιτήσεων (π.χ. υδατοστεγανότητα), ο περιορισμός του υπολογιζόμενου εύρους ρωγμής w_{max} σε σπλισμένα μέλη μπορεί να περιορισθεί στα **0,3 mm** για όλες τις Κατηγορίες περιβαλλοντικής έκθεσης υπό τους οιονεί-μόνιμους συνδυασμούς φόρτισης. Ελλείψει ειδικών απαιτήσεων για την εμφάνιση, το όριο αυτό

7.3.1(5)
& ΕΠ

μπορεί να χαλαρώσει στα, έστω, **0,4 mm**, για τις Κατηγορίες περιβαλλοντικής έκθεσης Χ0 και ΧC1.

Σε δομικά μέλη κτιριακών κατασκευών που υπόκεινται σε κάμψη χωρίς σημαντικό αξονικό εφελκυσμό, δεν είναι αναγκαία ειδικά μέτρα για έλεγχο των ρωγμών όπου το συνολικό βάθος του μέλους δεν υπερβαίνει τα 200 mm.

Πίνακας 10.1

Μέγιστες διαμέτρου ράβδων για τον έλεγχο ρηγμάτωσης

Τάση (MPa)	χάλυβα	Μέγιστη διάμετρος ράβδου (mm) για έλεγχο ρηγμάτωσης		
		0,4 mm	0,3 mm	0,2 mm
160		40	32	25
200		32	25	16
240		20	16	12
280		16	12	8
320		12	10	6
360		10	8	5
400		8	6	4
450		6	5	—

Πίν. 7.2N

Σημείωση

Στις παραδοχές του Πίνακα περιλαμβάνονται: $c_{nom} = 25 \text{ mm}$, $f_{ct,eff}(= f_{ctm}) = 2,9 \text{ MPa}$.

Πίνακας 10.2

Μέγιστες αποστάσεις ράβδων για τον έλεγχο ρηγμάτωσης

Τάση (MPa)	χάλυβα	Μέγιστη διάμετρος ράβδου (mm) για έλεγχο ρηγμάτωσης		
		0,4 mm	0,3 mm	0,2 mm
160		300	300	200
200		300	250	150
240		250	200	100
280		200	150	50
320		150	100	—
360		100	50	—

Πίν. 7.3N

Σημείωση

Στις παραδοχές του Πίνακα περιλαμβάνονται: $c_{nom} = 25 \text{ mm}$, $f_{ct,eff}(= f_{ctm}) = 2,9 \text{ MPa}$.

7.3.2

10.3 Ελάχιστο εμβαδόν του κύριου οπλισμού

Εάν απαιτείται ο έλεγχος ρωγμών, το ελάχιστο εμβαδόν του οπλισμού στις εφελκυστικές ζώνες θα πρέπει να υπολογίζεται για κάθε τμήμα (πέλμα, κορμός, κλπ.), ως ακολούθως:

$$A_{s,min} = k_c k_{f_{ct,eff}} A_{ct} / \sigma_s$$

όπου

k_c = ένας συντελεστής ώστε να ληφθεί υπόψη η μορφή της κατανομής των τάσεων μέσα στη διατομή αμέσως πριν από τη ρηγμάτωση και η επακόλουθη αλλαγή στο μοχλοβραχίονα σαν αποτέλεσμα της ρηγμάτωσης

= 1,0 για καθαρό εφελκυσμό και 0,4 για καθαρή κάμψη

k = ένας συντελεστής ώστε να ληφθεί υπόψη η επιρροή των ανομοιόμορφα κατανεμημένων αυτό-ισορροπούμενων τάσεων, που οδηγούν στη μείωση των δυνάμεων παγίωσης

= 1,0 για ύψη κορμών ή πλάτη πελμάτων ≤ 300 mm και $k = 0,65$ όταν οι εν λόγω διαστάσεις υπερβαίνουν τα 800 mm. Για ενδιάμεσες καταστάσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί γραμμική παρεμβολή

$f_{ct,eff}$ = η μέση τιμή της εφελκυστικής αντοχής του σκυροδέματος, η οποία είναι ενεργή κατά το χρόνο που ίσως αναμένονται να εμφανισθούν οι ρωγμές στην ανάλογη ηλικία.

$f_{ct,eff} = f_{ct,m}$ (βλ. Πίνακα 3.1)

A_{ct} = το εμβαδόν του σκυροδέματος σε εκείνο το τμήμα της διατομής το οποίο υπολογίζεται ότι ευρίσκεται στην εφελκυσόμενη ζώνη, δηλαδή υπό εφελκυσμό αμέσως πριν την εμφάνιση της πρώτης ρωγμής

σ_s = η απόλυτη τιμή της μέγιστης τάσης που επιτρέπεται στον οπλισμό αμέσως μετά την εμφάνιση της ρωγμής. Η τιμή θα πρέπει να επιλεγεί λαμβάνοντας υπόψη τα όρια στη διάμετρο της ράβδου οπλισμού και στην απόσταση μεταξύ ράβδων που δείχνονται στους Πίνακες 10.1 και 10.2

Βλ. επίσης το Κεφάλαιο 12.2.1.

10.4 Ελάχιστο εμβαδό του διατμητικού οπλισμού

10.4.1 Δοκοί

Το ελάχιστο εμβαδό του διατμητικού οπλισμού σε δοκούς $A_{sw,min}$ θα πρέπει να υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

9.2.2(5)
& ΕΠ

$$A_{sw,min} / (s b_w \sin \alpha) \geq 0,08 f_{ck}^{0,5} / f_{yk}$$

όπου

s = η διαμήκης απόσταση του διατμητικού οπλισμού
 b_w = το πλάτος του κορμού του μέλους
 α = η γωνία του διατμητικού οπλισμού ως προς το διαμήκη άξονα του μέλους. Για κατακόρυφους συνδετήρες $\sin \alpha = 1,0$.

10.4.2 Πλάκες χωρίς δοκούς

Σε πλάκες όπου απαιτείται διατμητικός σπλισμός διάτρησης, το ελάχιστο εμβαδόν ενός σκέλους συνδετήρα, $A_{sw,min}$ θα πρέπει να υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

9.4.3(2)

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

όπου

s_r και s_t = η απόσταση του διατμητικού σπλισμού στην ακτινική και εφαπτομενική διεύθυνση, αντίστοιχα (βλ. Σχήμα 12.5)

10.5 Έλεγχος παραμορφώσεων (βέλους)

10.5.1 Γενικά

7.4.3

Οι παραμορφώσεις των κτιριακών έργων από σπλισμένο σκυρόδεμα θα είναι κατά κανόνα ικανοποιητικές, αν οι δοκοί και οι πλάκες διαστασιολογούνται χρησιμοποιώντας τους αναφερόμενους λόγους ανοίγματος προς στατικό ύψος.

10.5.2 Βασικοί λόγοι ανοίγμα προς στατικό ύψος

Οι βασικές τιμές του λόγου ανοίγματος προς στατικό ύψος δίδονται στον Πίνακα 10.3.

Ο Πίνακας αυτός έχει καταρτιστεί με βάση την υπόθεση ότι το κτίριο θα υποβάλλεται στα φορτία σχεδιασμού του μόνο αφού το σκυρόδεμα έχει ανακτήσει την αντοχή που έχει θεωρηθεί στο σχεδιασμό, f_{ck} . Αν το κτίριο πρόκειται να φορτισθεί πριν το σκυρόδεμα να επιτύχει τη συγκεκριμένη f_{ck} , τότε θα πρέπει να γίνει μια πλέον λεπτομερής αξιολόγηση που να λαμβάνει υπόψη τη φόρτιση και την αντοχή του σκυροδέματος κατά το χρόνο εφαρμογής της φόρτισης.

7.4.2(2)

Ο Πίνακας 10.3 υπόκειται στις ακόλουθες προϋποθέσεις εφαρμογής:

- Έχουν χρησιμοποιηθεί οι τιμές των λόγων ανοίγματος προς στατικό ύψος με χρήση του κριτηρίου ότι οι παραμορφώσεις μετά το πέρας της κατασκευής για τα οιονεί μόνιμα φορτία, είναι ίσες προς άνοιγμα/500.
- Οι τιμές του Πίνακα αφορούν σπλισμό με $f_{yk} = 500$ MPa, $\sigma_s = 310$ MPa, Κατηγορία Αντοχής σκυροδέματος C30/37 ($f_{ck} = 30$)
- Οι τιμές των βασικών λόγων ανοίγματος προς στατικό ύψος μπορούν να υπολογισθούν από τις παρακάτω σχέσεις:

Εξ. (7.16α)

$$l/d = K [11 + 1, 5 f_{ck}^{0,5} \rho_0 / \rho + 3, 2 f_{ck}^{0,5} (\rho_0 / \rho - 1)^{1,5}] \text{ εάν } \rho_0 \leq \rho$$

ή

Εξ. (7.16β)

$$l/d = K [11 + 1, 5 f_{ck}^{0,5} \rho_0 / (\rho - \rho') + f_{ck}^{0,5} (\rho' / \rho_0)^{0,5} / 12] \text{ εάν } \rho_0 > \rho$$

όπου

- l/d = το όριο του λόγου ανοίγματος προς στατικό ύψος
- K = συντελεστής που λαμβάνει υπόψη τα διαφορετικά δομικά συστήματα
- ρ_0 = το ποσοστό οπλισμού αναφοράς = $f_{ck}^{0,5}/1000$
- ρ = το απαιτούμενο ποσοστό εφελκόμενου οπλισμού = $A_{s,req}/bd$
(ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η πρόσφατη έρευνα έχει δείξει ότι για διατομές μορφής T, το ρ θα πρέπει να βασίζεται σε ένα εμβαδόν σκυροδέματος επάνω από το κέντρο βάρους του εφελκόμενου οπλισμού)
- ρ' = το απαιτούμενο ποσοστό θλιβόμενου οπλισμού = A_{s2}/bd

- Όταν το εμβαδόν του παρεχόμενου οπλισμού $A_{s,prov}$ υπερβαίνει το εμβαδόν που απαιτείται από τον υπολογισμό $A_{s,req}$, οι τιμές του Πίνακα θα πρέπει να πολλαπλασιάζονται κατά $310/\sigma_s = (500/f_{yk})(A_{s,prov}/A_{s,req}) \leq 1,5$

όπου σ_s = η εφελκυστική τάση στον οπλισμό στο μέσον του ανοίγματος (ή στη στήριξη αν πρόκειται για πρόβολο) υπό τα φορτία σχεδιασμού στην ΟΚΛ, σε MPa.

- Σε πλακοδοκούς διατομής T, όπου το b_{eff}/b_w είναι μεγαλύτερο του 3, οι τιμές του Πίνακα θα πρέπει να πολλαπλασιασθούν επί 0,80. Για τιμές του b_{eff}/b_w μεταξύ 1,0 και 3,0 θα πρέπει να γίνει γραμμική παρεμβολή.
- Σε τετραέρειστες πλάκες ο λόγος άνοιγμα προς στατικό ύψος θα πρέπει να βασίζεται στο μικρότερο άνοιγμα και σε πλάκες χωρίς δοκούς στο μεγαλύτερο άνοιγμα.
- Όταν εδράζονται σε μια πλάκα ψαθυρές τοιχοπληρώσεις οι οποίες μπορεί να βλαφθούν από ένα υπερβολικό βέλος, οι τιμές στον Πίνακα θα πρέπει να τροποποιηθούν ως εξής:

α) σε πλάκες χωρίς δοκούς στις οποίες το μεγαλύτερο άνοιγμά τους υπερβαίνει τα 8,5 m, οι τιμές στον Πίνακα θα πρέπει να πολλαπλασιάζονται επί 8,5/ l_{eff} , και

β) σε δοκούς και άλλου τύπου πλάκες με ανοίγματα που υπερβαίνουν τα 7 m, οι τιμές στον Πίνακα θα πρέπει να πολλαπλασιάζονται επί 7/ l_{eff} .

Πίνακας 10.3

Βασικοί λόγοι άνοιγμα-προς-στατικό ύψος, l/d , για μέλη χωρίς αξονική

Δομικό σύστημα		K	Σκυρόδεμα έντονα θλιβόμενο $\rho=1,5\%$	Σκυρόδεμα ελαφρά θλιβόμενο $\rho=0,5\%$
Δοκοί	Πλάκες			
Απλά εδραζόμενες	Διέριστες ή τετραέριστες πλάκες, απλά εδραζόμενες	1,0	14	20
Ακραίο άνοιγμα συνεχών δοκών	Ακραίο άνοιγμα διέριστην συνεχών πλακών ή Τετραέριστες πλάκες, συνεχείς εδραζόμενες στη μεγάλη πλευρά	1,3	18	26
Εσωτερικό άνοιγμα συνεχών δοκών	Εσωτερικά ανοίγματα συνεχών πλακών	1,5	20	30
Δεν Υφίσταται	Πλάκα χωρίς δοκούς (με βάση το μεγαλύτερο άνοιγμα)	1,2	17	24
Πρόβολος	Πρόβολος	0,4	6	8

Πίν. 7.4N & ΕΠ

Η σελίδα είναι κενή

11. Κατασκευαστικές λεπτομέρειες – Γενικές απαιτήσεις

11.1 Γενικά

Οι απαιτήσεις αυτές για τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες ισχύουν για νευροχάλυβες και συγκολλητά δομικά πλέγματα που χρησιμοποιούνται σε κατασκευές που υπόκεινται κυρίως σε στατική φόρτιση. Πρόσθετες απαιτήσεις ισχύουν για τα μέλη που υπόκεινται σε σεισμό, βλ. EN 1998-1-1.

8.1

Οι κανόνες ισχύουν για μεμονωμένες ράβδους και δέσμες ράβδων, για τις οποίες όμως, στους υπολογισμούς, θα πρέπει να χρησιμοποιείται η ισοδύναμη διάμετρος $\phi_n = \phi (n_b)^{0,5}$. Σε αυτή τη σχέση, n_b είναι ο αριθμός των ράβδων της δέσμης. Η τιμή του n_b θα πρέπει να περιορίζεται στις τέσσερις κατακόρυφες ράβδους σε περιοχές υπό θλίψη και σε περιοχές ενώσεων με υπερκάλυψη, και στις τρεις σε όλες τις άλλες περιπτώσεις. Η τιμή του ϕ_n θα πρέπει να είναι μικρότερη ή ίση των 55 mm.

8.9.1

Η καθαρή απόσταση μεταξύ (και η επικάλυψη) δεσμών ράβδων οπλισμού θα πρέπει να μετράται από την πραγματική εξωτερική περίμετρο της δέσμης ράβδων. Επιτρέπεται στις ματίσεις οι ράβδοι να εφάπτονται η μία με την άλλη και δεν χρειάζεται να αντιμετωπίζονται ως δέσμη ράβδων σε αυτή την περίπτωση.

11.2 Αποστάσεις ράβδων οπλισμών

Οι αποστάσεις των ράβδων θα πρέπει να είναι τέτοιες ώστε το σκυρόδεμα να μπορεί να διαστρωθεί και να συμπυκνωθεί ικανοποιητικά για ανάπτυξη συνάφειας.

8.2

Η καθαρή απόσταση μεταξύ των μεμονωμένων ράβδων και μεταξύ των οριζοντίων στρώσεων ράβδων θα πρέπει να μην είναι μικρότερη από $[1 \times \text{τη διάμετρο της ράβδου}]$, $[\text{το μέγεθος του μέγιστου κόκκου αδρανούς} + 5 \text{ mm}]$ ή 20 mm, όποιο είναι το μεγαλύτερο από τα παραπάνω.

Όπου οι ράβδοι διατάσσονται σε επάνω από ένα αριθμό στρώσεων, οι ράβδοι σε κάθε στρώση θα πρέπει να ευρίσκονται η μία επάνω από την άλλη. Η απόσταση μεταξύ των στηλών από ράβδους που προκύπτουν με αυτό τον τρόπο θα πρέπει να είναι επαρκής ώστε να επιτρέπει την πρόσβαση στους δονητές για να προκύψει καλή συμπύκνωση.

11.3 Διαστάσεις τυμπάνων για καμπυλώσεις ράβδων

8.3

Η διάμετρος στην οποία κάμπτεται μία ράβδος οπλισμού θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να αποφεύγεται η βλάβη στη ράβδο και η σύνθλιψη του σκυροδέματος μέσα στην καμπύλη της ράβδου. Για να αποφευχθεί η βλάβη στη ράβδο, η διάσταση του τυμπάνου θα είναι ως ακολούθως:

Πίν. 8.1N
& ΕΠ

4φ για διάμετρο ράβδου $\phi \leq 16$ mm
7φ για διάμετρο ράβδου $\phi > 16$ mm
20φ για δομικό πλέγμα καμπτόμενο μετά τη συγκόλληση, όπου η εγκάρσια ράβδος του πλέγματος είναι σε απόσταση από την κάμψη 3φ ή μικρότερη. Αλλιώς σε άλλη περίπτωση 5φ. Η συγκόλληση πρέπει να είναι σύμφωνη με το ISO/FDIS 17660-2^[15].

Δεν απαιτείται να ελεγχθεί η διάμετρος τυμπάνου ϕ_m για αποφυγή της σύνθλιψης του σκυροδέματος μέσα στην κάμψη, εφόσον:

- Χρησιμοποιούνται οι διάμετροι που αναφέρονται παραπάνω και
- Η αγκύρωση της ράβδου δεν απαιτεί ένα μήκος μεγαλύτερο από 5φ πέραν του πέρατος της κάμψης και
- Η ράβδος δεν είναι τοποθετημένη σε μία παρειά (ή ακμή) και προβλέπεται μία εγκάρσια ράβδος μέσα στην κάμψη (με διάμετρο $\geq \phi$).

Σε άλλες περιπτώσεις, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί η ακόλουθη ελάχιστη διάμετρος τυμπάνου ϕ_m :

$$\phi_m \geq F_{bt} ((1/a_b) + (1/(2\phi))) / f_{cd}$$

όπου

F_{bt} = η εφελκυστική δύναμη στη ράβδο στην έναρξη της κάμψης, που δημιουργείται από τα οριακά φορτία και a_b = το ήμισυ της αξονικής απόστασης μεταξύ των ράβδων (κάθετα προς το επίπεδο της κάμψης). Για ράβδους παρακείμενες κοντά στην παρειά ενός δομικού μέλους, a_b = επικάλυψη + 0,5φ

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$$

3.1.6(1)
& ΕΠ

όπου

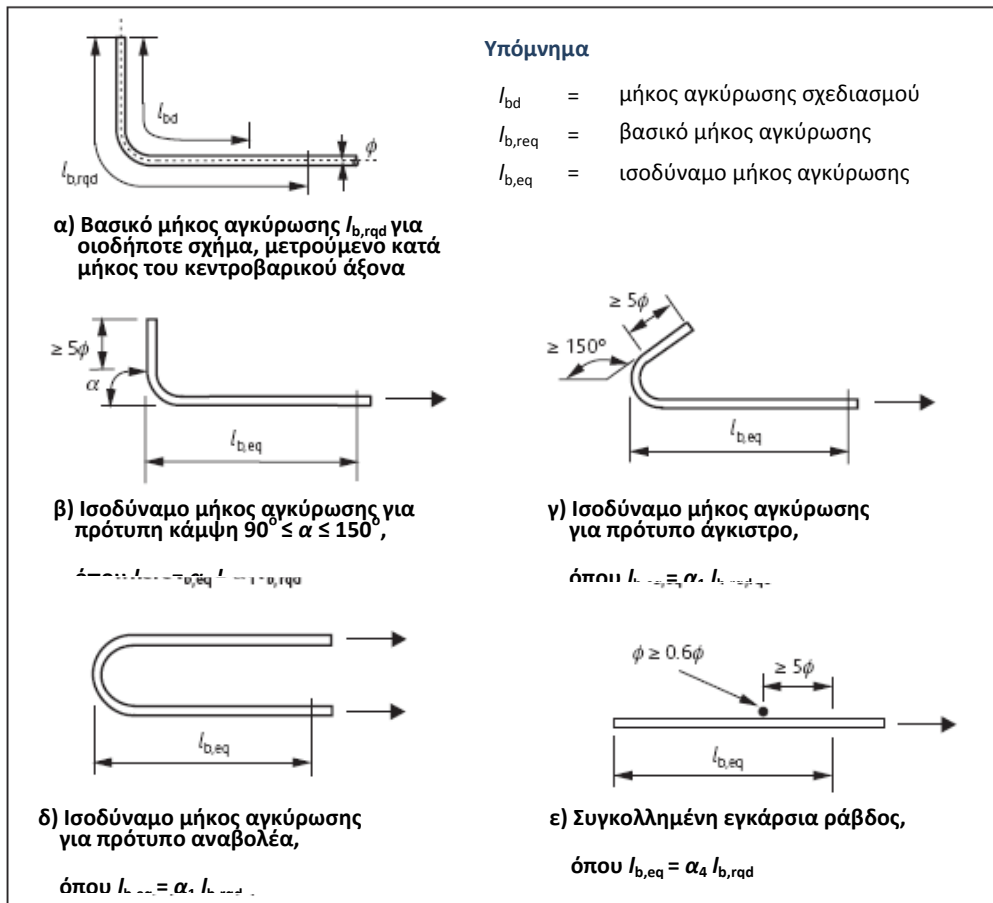
$$\alpha_{cc} = 1,0 \text{ (θεωρούμενη σαν τοπική τάση άντυνας)}$$

f_{ck} = η χαρακτηριστική αντοχή κυλίνδρου.

11.4 Αγκύρωση ράβδων

11.4.1 Γενικά

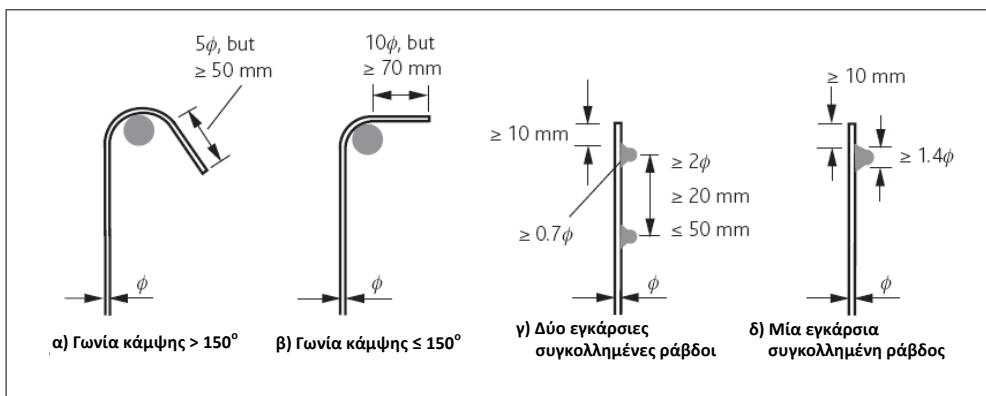
Όλοι οι οπλισμοί θα πρέπει να είναι αγκυρωμένοι με τέτοιο τρόπο ώστε οι δυνάμεις που παραλαμβάνουν να μεταβιβάζονται με ασφάλεια στο περιβάλλον σκυρόδεμα μέσω συνάφειας χωρίς να δημιουργούνται ρωγμές ή αποφλοιώσεις. Οι κοινές μέθοδοι αγκύρωσης για διαμήκεις οπλισμούς και συνδετήρες δείχνονται στα Σχήματα 11.1 και 11.2.



Σχ. 8.1

Σχήμα 11.1

Μέθοδοι αγκύρωσης πλην της ευθύγραμμης αγκύρωσης



Σχ. 8.5

Σχήμα 11.2

Αγκύρωση συνδετήρων

11.4.2 Μήκος αγκύρωσης σχεδιασμού l_{bd}

Το μήκος αγκύρωσης σχεδιασμού l_{bd} για το σχήμα που δείχνεται στο Σχήμα 11.1α, μπορεί να ληφθεί ίσο προς

$$l_{bd} = \alpha l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$$

όπου

$\alpha = 1,0$ γενικά. Αλλιώς, και λιγότερο συντηρητικά,

$$\alpha = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5$$

όπου

α_1 = ένας συντελεστής σχετιζόμενος με το σχήμα της ράβδου
 = 0,7 για κεκαμμένες ράβδους σε εφελκυσμό όπου $c_d > 3\phi$, όπου το c_d ορίζεται στο Σχήμα 11.3

= 1,0 σε άλλες περιπτώσεις, για ράβδους σε εφελκυσμό

= 1,0 για ράβδους σε θλίψη

α_2 = συντελεστής σχετιζόμενος με την επικάλυψη

= $1 - 0,15(c_d - \phi)/\phi \geq 0,7$ για ευθύγραμμες ράβδους σε εφελκυσμό, αλλά $\leq 1,0$

= $1 - 0,15(c_d - 3\phi)/\phi \geq 0,7$ για κεκαμμένες ράβδους σε εφελκυσμό αλλά $\leq 1,0$

= 1,0 σε άλλες περιπτώσεις, για ράβδους σε εφελκυσμό

= 1,0 για ράβδους σε θλίψη

α_3 = συντελεστής σχετιζόμενος με την περίσφιγξη

= 1,0 γενικά

α_4 = συντελεστής σχετιζόμενος με την επιρροή των εγκάρσια συγκολλημένων ράβδων

= 0,7 για μία εγκάρσια συγκολλημένη ράβδο σύμφωνα με το Σχήμα 11.1 ε)

= 1,0 σε άλλες περιπτώσεις

α_5 = συντελεστής σχετιζόμενος με την πίεση εγκαρσίως προς το επίπεδο διάρρηξης

= 1,0 γενικά

$l_{b,rqd}$ = το βασικό μήκος αγκύρωσης (βλ. Κεφ. 11.4.3)

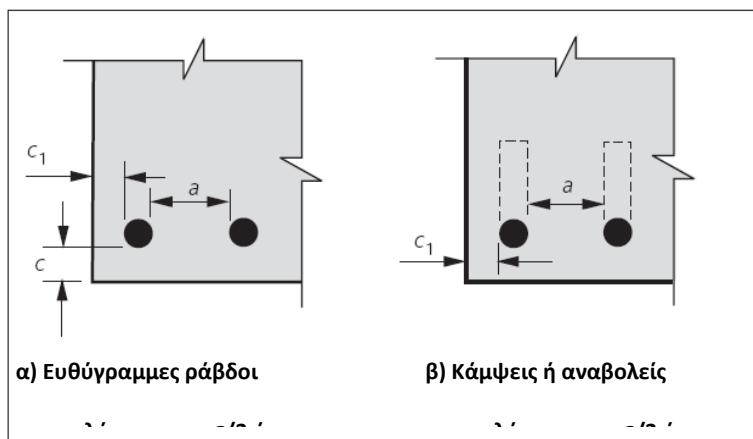
$l_{b,min}$ = το ελάχιστο μήκος αγκύρωσης

= το μέγιστο από τα $\{0,3l_{b,rqd}; 10\phi; 100 \text{ mm}\}$ σε εφελκυσόμενες ράβδους, και

= το μέγιστο από τα $\{0,6l_{b,rqd}; 10\phi; 100 \text{ mm}\}$ σε θλιβόμενες ράβδους.

8.4.4(1)
Πίν. 8.2

Σχ. 8.3



Σχήμα 11.3
Τιμές του c_d
για δοκούς
και πλάκες

11.4.3 Βασικό μήκος αγκύρωσης $l_{b,rqd}$

$$l_{b,rqd} = \text{βασικό απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης} = (\phi/4) (\sigma_{sd}/f_{bd})$$

8.4.3

όπου

ϕ = η διάμετρος της ράβδου

σ_{sd} = η τάση σχεδιασμού στη ράβδο στην ΟΚΑ

f_{bd} = η οριακή αντοχή συνάφειας (βλ. Κεφ. 11.5)

Σε κεκαμμένες ράβδους, το μήκος αγκύρωσης θα πρέπει να μετράται κατά μήκος της κεντροβαρικής γραμμής της ράβδου.

11.4.4 Ισοδύναμο μήκος αγκύρωσης $l_{b,eq}$

Απλοποιητικά,

- Για τα σχήματα που δείχνονται στα Σχήματα 11.1 β) έως δ) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα ισοδύναμο μήκος αγκύρωσης $l_{b,eq}$, όπου

$$l_{b,eq} = \alpha_1 l_{b,rqd}$$

- Για τη διάταξη που δείχνεται στο Σχήμα 11.1 ε) $l_{b,eq} = \alpha_4 l_{b,rqd}$.

8.4.4(2)

11.5 Οριακή αντοχή συνάφειας

Η οριακή αντοχή συνάφειας

$$f_{bd} = 2,25 \eta_1 \eta_2 f_{ct,d}$$

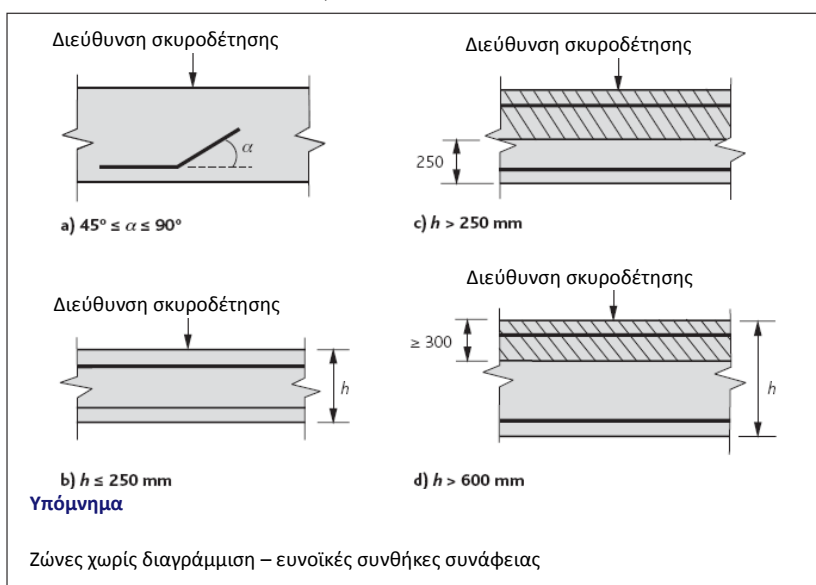
8.4.2(2)

όπου

$\eta_1 = 1,0$ για συνθήκες 'καλής' συνάφειας (βλ. Σχήμα 11.4 για τον ορισμό) και 0,7 για όλες τις άλλες συνθήκες (που περιλαμβάνει και τα μέλη που κατασκευάζονται με ολισθαίνοντες ξυλότυπους)

$\eta_2 = 1,0$ για διάμετρο ράβδων ≤ 32 mm και $(132-\phi)/100$ για διάμετρο ράβδων > 32 mm.

$f_{ct,d} = (\alpha_{ct} f_{ct,k} / \gamma_c)$ η τιμή σχεδιασμού της εφελκυστικής αντοχής με χρήση της τιμής της $f_{ct,k}$ που λαμβάνεται από τον Πίνακα 3.1 και $\alpha_{ct} = 1,0$



Σχ. 8.2

Σχήμα 11.4

Περιγραφή των συνθηκών συνάφειας

11.6 Ενώσεις (ματίσματα)

11.6.1 Γενικά

Οι δυνάμεις μεταδίδονται από μία ράβδο σε μία άλλη με υπερκάλυψη (μάτιση), συγκόλληση ή χρησιμοποιώντας μηχανικά μέσα. Οι ενώσεις των ράβδων σε ένα μέλος θα πρέπει να κατανέμονται εναλλάξ και να μη βρίσκονται σε περιοχές υψηλής τάσης. Οι ράβδοι υπό θλίψη και οι δευτερεύοντες οπλισμοί μπορούν να ματίζονται σε μία θέση

11.6.2 Ενώσεις με υπερκάλυψη ράβδων

Οι ενώσεις με υπερκάλυψη ράβδων θα πρέπει να διατάσσονται όπως δείχνεται στο Σχήμα 11.5.

Το μήκος υπερκάλυψης σχεδιασμού l_0 μπορεί συντηρητικά να ληφθεί ίσο προς:

Εξ. (8.10)

$$l_0 = \alpha_1 \alpha_6 l_{b,rd} \geq l_{0,min}$$

όπου

α_1 = συντελεστής σχετιζόμενος με το σχήμα της ράβδου (βλ. Κεφ. 11.4.2)

α_6 = συντελεστής σχετιζόμενος με το % οπλισμού που υπερκαλύπτεται

$$= (\rho_1/25)^{0,5} \leq 0,5 \text{ (βλ. Πίνακα 11.1)}$$

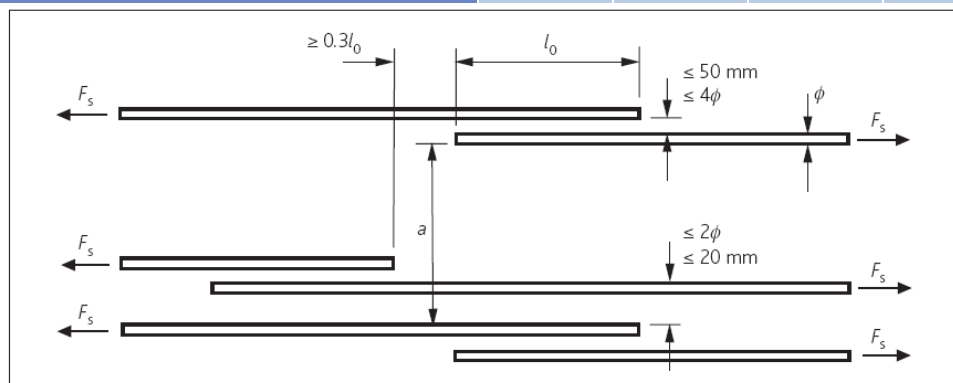
όπου

ρ_1 = το % οπλισμού που υπερκαλύπτεται μέσα σε μια απόσταση $0,65l_0$ του άξονα του θεωρούμενου ματίσματος

Πίνακας 11.1

Τιμές του συντελεστή α_6

ρ_1 , % υπερκαλυπτόμενων ράβδων προς το συνολικό εμβαδόν	< 25%	33%	50%	> 50%
α_6	1,00	1,15	1,40	1,50



Σχ. 8.7

Σχήμα 11.5

Διάταξη γειτονικών υπερκαλυπτόμενων ράβδων

11.6.3 Ενώσεις με υπερκάλυψη δομικού πλέγματος

8.7.5

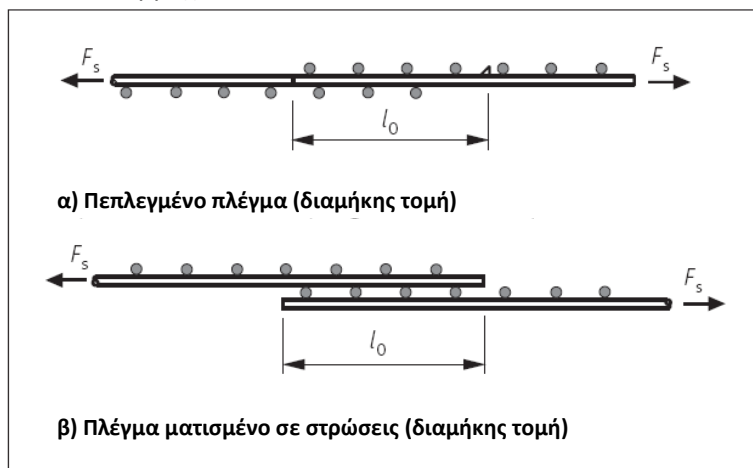
Οι ενώσεις με υπερκάλυψη του δομικού πλέγματος θα πρέπει να διατάσσονται όπως δείχνεται στο Σχήμα 11.6.

Όταν το δομικό πλέγμα ματίζεται με επίστρωση, θα πρέπει να σημειώνονται τα ακόλουθα:

- Η υπολογιζόμενη τάση στις υπερκαλυπτόμενες ράβδους δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 80% της αντοχής σχεδιασμού. Αν όχι, η καμπτική αντίσταση θα πρέπει να βασίζεται στο στατικό ύψος της στρώσης που απέχει περισσότερο από την εφελκόμενη παρειά, η δε υπολογιζόμενη τάση του χάλυβα θα πρέπει να αυξάνεται κατά 25% με σκοπό τον έλεγχο της ρηγμάτωσης.
- Το επιτρεπόμενο ποσοστό του κυρίως οπλισμού σε μορφή δομικού πλέγματος που επιτρέπεται να ματισθεί σε οποιαδήποτε διατομή είναι 100% εάν $(A_s/s) \leq 1200 \text{ mm}^2/\text{m}$ (όπου s είναι η απόσταση μεταξύ των ράβδων) και 60% εάν $A_s/s > 1200 \text{ mm}^2/\text{m}$.
- Όλος ο δευτερεύων οπλισμός μπορεί να ματίζεται στην ίδια θέση, το δε ελάχιστο μήκος υπερκάλυψης $l_{0,\text{min}}$ για τα δομικά πλέγματα σε στρώσεις είναι ως εξής:
 - ≥ 150 mm για $\phi \leq 6 \text{ mm}$
 - ≥ 250 mm για $6 \text{ mm} < \phi < 8.5 \text{ mm}$
 - ≥ 350 mm για $8.5 \text{ mm} < \phi < 12 \text{ mm}$

8.7.5.1(7)
8.7.5.2(1)

Γενικά, θα πρέπει να υπερκαλύπτονται τουλάχιστον δύο βρόχοι μέσα στο μήκος αγκύρωσης. Για $\phi \leq 6 \text{ mm}$ αυτή η απαίτηση μπορεί να μειωθεί στον ένα βρόχο.



Σχ. 8.10

Σχήμα 11.6
Ματίσεις
συγκολλημένου
δομικού
πλέγματος

11.6.4 Εγκάρσιος οπλισμός

8.7.4

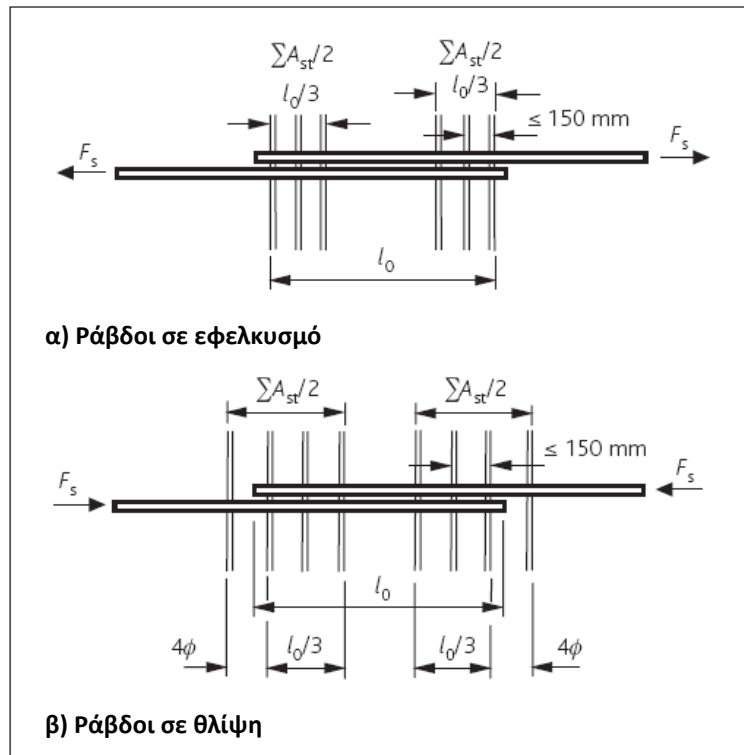
Θα πρέπει να παρέχεται εγκάρσιος οπλισμός για να παραλαμβάνει τις εφελκυστικές δυνάμεις που δημιουργούνται στην περιοχή του ματίσματος.

Όπου η διάμετρος της υπερκαλυπτόμενης ράβδου είναι μικρότερη από 20 mm ή εάν το ποσοστό οπλισμού που υπερκαλύπτεται σε μία διατομή

είναι μικρότερο από 25%, οι συνδετήρες και ο εγκάρσιος οπλισμός που παρέχεται για άλλους σκοπούς μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι επαρκής.

Όταν δεν ισχύουν οι ανωτέρω συνθήκες, θα πρέπει να παρέχεται εγκάρσιος οπλισμός όπως δείχνεται στο Σχήμα 11.7. Όπου σε μία διατομή υπερκαλύπτονται περισσότερο από το 50% των ράβδων και η απόσταση μεταξύ παρακείμενων ματισμάτων (διάσταση a στο Σχήμα 11.5) $< 10\phi$, ο εγκάρσιος οπλισμός θα πρέπει να είναι υπό μορφή συνδετήρων ή ράβδων U αγκυρωμένων στο σώμα της διατομής.

Στο Σχήμα 11.7, το συνολικό εμβαδόν του εγκάρσιου οπλισμού στις υπερκαλύψεις $\Sigma A_{st} > A_s$ μίας υπερκαλυπτόμενης ράβδου.



Σχήμα 11.7
Εγκάρσιος οπλισμός για συνδέσεις υπερκάλυψης

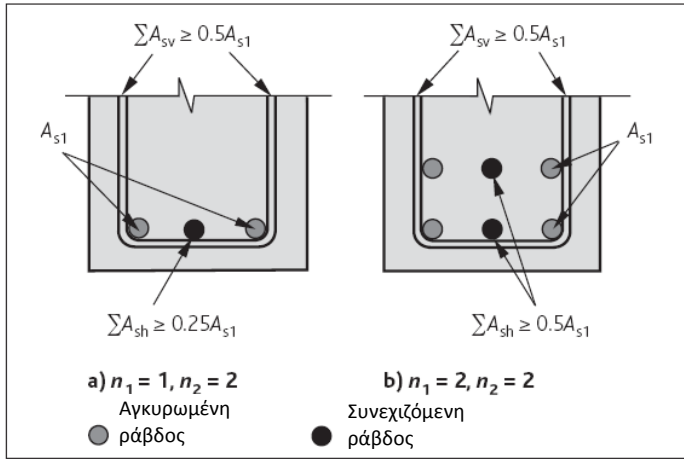
Σχ. 8.9

8.8

11.6.5 Μάτισμα μεγάλων ράβδων

Για ράβδους διαμέτρου μεγαλύτερης των 40 mm ισχύουν οι ακόλουθες πρόσθετες απαιτήσεις:

- Οι ράβδοι θα πρέπει γενικά να συνδέονται με χρήση μηχανικών μέσων. Όπου αγκυρώνονται ως ευθύγραμμες ράβδοι, θα πρέπει να παρέχονται συνδετήρες ως οπλισμός περισφιγής.
- Οι ράβδοι δεν θα πρέπει να είναι υπερκαλυπτόμενες, με εξαίρεση σε διατομές με ελάχιστη διάσταση 1 m ή όπου η τάση δεν υπερβαίνει το 80% της οριακής αντοχής.
- Όπου υπάρχει απουσία εγκάρσιας σύνθλιψης, θα πρέπει να παρέχεται στη ζώνη αγκύρωσης εγκάρσιος οπλισμός πέραν εκείνου που απαιτείται για άλλους σκοπούς, σε απόσταση που δεν υπερβαίνει 5 φορές επί τη διάμετρο του διαμήκους οπλισμού. Η διάταξη θα πρέπει να είναι σύμφωνη με το Σχήμα 11.8.



Σχήμα 11.8
 Πρόσθετος σπλισμός
 σε μία αγκύρωση για
 ράβδους μεγάλης
 διαμέτρου όπου δεν
 υφίσταται εγκάρσια
 σύνθλιψη

Σχ. 8.11

Η σελίδα είναι κενή

12. Κατασκευαστικές λεπτομέρειες – Ειδικές απαιτήσεις

12.1 Γενικά

Το Κεφάλαιο αυτό παρέχει συγκεκριμένες απαιτήσεις για τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες των δομικών μελών, οι οποίες είναι πέραν από εκείνες που περιγράφονται στα Κεφάλαια 10 και 11. Οι τύποι των δομικών μελών που καλύπτονται στο παρόν είναι οι δοκοί, οι πλάκες, τα υποστυλώματα και τα τοιχώματα. Πρόσθετες απαιτήσεις ισχύουν για τα μέλη που υπόκεινται σε σεισμό, βλ. EN 1998-1-1.

9.1

12.2 Δοκοί

12.2.1 Διαμήκεις οπλισμοί

Το ελάχιστον εμβαδό του διαμήκους οπλισμού $A_{s,min}$ δίδεται στον Πίνακα 12.1 και από τη σχέση:

$$A_{s,min} = 0,26(f_{ctm}/f_{yk}) b_t d \geq 0,0013 b_t d$$

όπου

f_{ctm} = η μέση εφελκυστική αντοχή (βλ. Πίνακα 3.1)

f_{yk} = η χαρακτηριστική αντοχή διαρροής του οπλισμού

b_t = το μέσο πλάτος της εφελκυστικής ζώνης

d = το στατικό ύψος

Έξω από περιοχές ματισμάτων, το μέγιστο εμβαδόν εφελκυσμένου ή θλιβόμενου οπλισμού είναι $0,04A_c$.

Όλος ο διαμήκης θλιβόμενος οπλισμός θα πρέπει να στερεώνεται από εγκάρσιο οπλισμό, ανά αποστάσεις όχι μεγαλύτερες από 15 επί τη διάμετρο της ράβδου του διαμήκους οπλισμού.

9.2.1.1

Πίνακας 3.1

Κατηγορίες αντοχής και ιδιότητες του σκυροδέματος

Κατηγορία αντοχής	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60	C28/35	C32/40
$A_{s,min}$ σαν ποσοστό του $b_t d$	0,130	0,130	0,130	0,135	0,151	0,166	0,182	0,198	0,213	0,146	0,156

12.2.2 Απότμηση

Σε όλες τις διατομές θα πρέπει να παρέχεται επαρκής οπλισμός που να παραλαμβάνει την περιβάλλουσα της δρώσας εφελκυστικής δύναμης. Η αντίσταση των ράβδων εντός του μήκους αγκύρωσής τους μπορεί να ληφθεί υπόψη θεωρώντας γραμμική μεταβολή της δύναμης, ή να αγνοηθεί.

Οι διαμήκεις εφελκυστικές δυνάμεις στις ράβδους συμπεριλαμβάνουν

9.2.1.3

αυτές που προκύπτουν από τις ροπές κάμψης και αυτές από το προσομοίωμα δικτυώματος της τέμνουσας. Όπως μπορεί να φανεί στο Σχήμα 12.1, οι δυνάμεις αυτές από το προσομοίωμα δικτυώματος της τέμνουσας μπορούν να συμπεριληφθούν με τη μετατόπιση της θέσης όπου η ράβδος δεν είναι πλέον απαραίτητη για τη ροπή κάμψης, κατά μία απόσταση a_1

όπου

$$a_1 = z(\cot \theta - \cot \alpha)/2$$

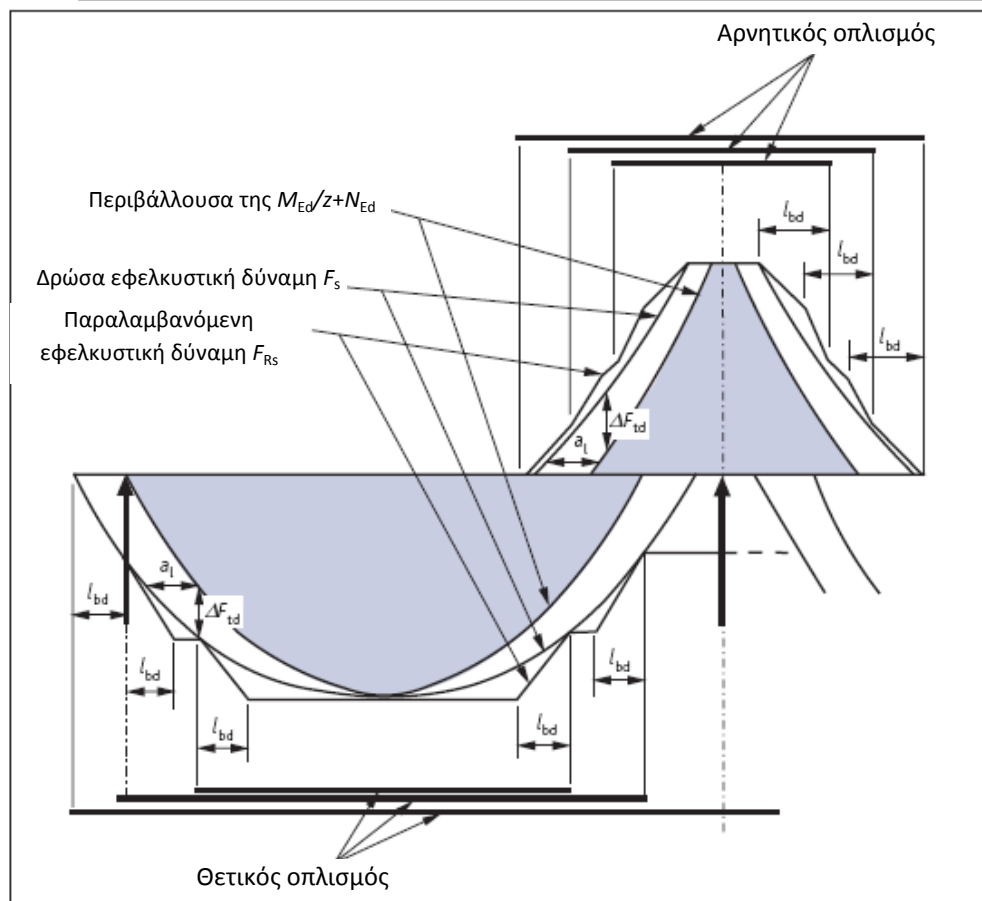
όπου

θ = η γωνία του θλιπτήρα που χρησιμοποιείται κατά τον υπολογισμό της διάτμησης (βλ. Σχήμα 7.3)

α = η γωνία του διατμητικού οπλισμού ως προς το διαμήκη άξονα (βλ. Σχήμα 7.3)

Για όλες πλην της υψηλής τέμνουσας είναι $\cot \theta = 2,5$, για δε κατακόρυφους συνδετήρες είναι $\cot \alpha = 0$, άρα γενικά $a_1 = 1,25z$.

Σχ. 9.2



Σχήμα 12.1

Απεικόνιση των αποτμήσεων του διαμήκου οπλισμού, λαμβάνοντας υπόψη την επιρροή της διαγώνιας ρηγμάτωσης και την αντίσταση του οπλισμού μέσα στα μήκη αγκύρωσης

12.2.3 Οπλισμός άνω στις ακραίες στηρίξεις

Σε μονολιθικές κατασκευές, οι στηρίξεις θα πρέπει να μελετώνται για την

καμπτική ροπή που προκύπτει από τη μερική πάκτωση, ακόμη και αν έχει θεωρηθεί απλή έδραση στο σχεδιασμό. Η ροπή κάμψης θα πρέπει να λαμβάνεται ίση προς το **25%** της μέγιστης ροπής σχεδιασμού στο άνοιγμα.

9.2.1.2(1)
& ΕΠ

12.2.4 Οπλισμός κάτω στις ακραίες στηρίξεις

Όπου υφίσταται μικρή ή καθόλου πάκτωση σε μία ακραία στήριξη, θα πρέπει να τοποθετείται κάτω οπλισμός με εμβαδόν τουλάχιστον ίσο προς το **25%** του εμβαδού του οπλισμού στο άνοιγμα. Οι ράβδοι θα πρέπει να αγκυρώνονται για να παραλάβουν μία δύναμη, F_E , ίση προς

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

όπου

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

N_{Ed} = η αξονική δύναμη, εφόσον υπάρχει και το a_l όπως καθορίζεται στο Κεφ. 12.2.2

9.2.1.4
& ΕΠ

Το μήκος αγκύρωσης θα πρέπει να μετράται από τη γραμμή επαφής μεταξύ της δοκού και της στήριξης.

12.2.5 Ενδιάμεσες στηρίξεις

Σε ενδιάμεσες στηρίξεις, ο εφελκόμενος οπλισμός μπορεί να διανεμηθεί σε ένα πλάτος b_{eff} (όπως καθορίζεται στο Σχήμα 5.2).

9.2.1.2(2)

12.2.6 Διατμητικός οπλισμός

Όπου χρησιμοποιείται ένας συνδυασμός συνδετήρων και καμπτόμενων ράβδων σαν διατμητικός οπλισμός, τουλάχιστον το **50%** του απαιτούμενου οπλισμού θα πρέπει να έχει τη μορφή συνδετήρων. Η διαμήκης απόσταση των διατάξεων όπλισης έναντι διάτμησης δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το **$0,75d(1 + \cot \alpha)$** , όπου α είναι η κλίση του διαμητικού οπλισμού ως προς το διαμήκη άξονα της δοκού. Η εγκάρσια απόσταση των σκελών των διατμητικών συνδετήρων δεν θα πρέπει υπερβαίνει το **$0,75d \leq 600 \text{ mm}$** .

9.2.2(4)
9.2.2(6)

12.2.7 Οπλισμός έναντι στρέψης

Όπου απαιτούνται συνδετήρες έναντι στρέψης, θα πρέπει να είναι συμβατοί με τις απαιτήσεις αγκύρωσης που δείχνονται στο Σχήμα 12.2. Η μέγιστη διαμήκης απόσταση μεταξύ των συνδετήρων έναντι στρέψης $s_{l,max}$ θα πρέπει να είναι:

9.2.3

$$s_{l,max} \leq \text{το ελάχιστο των } \{u/8, 0,75d (1 + \cot \alpha), h, b\}$$

όπου

u = η εξωτερική περίμετρος της ισοδύναμης διατομής (βλ. Σχήμα 9.1)

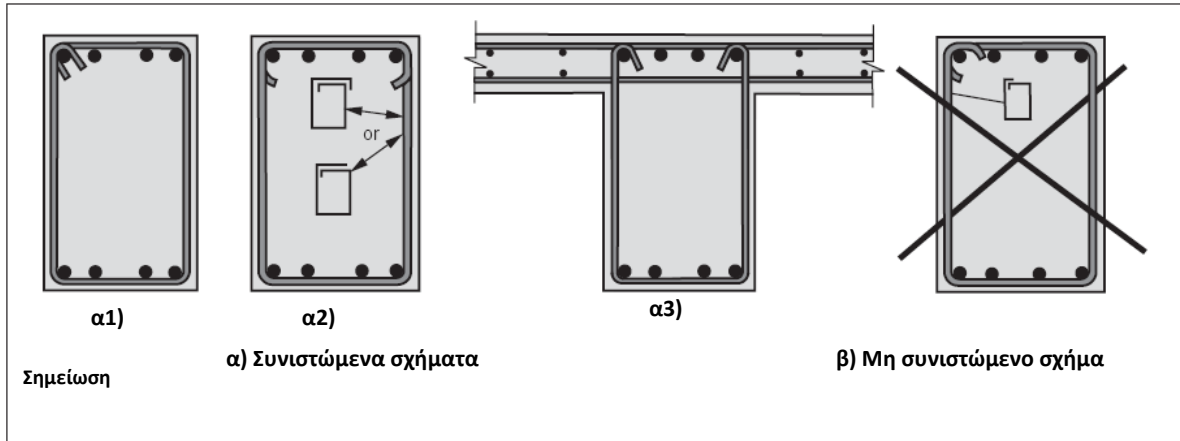
d = το στατικό ύψος της δοκού

h = το ύψος της δοκού

b = το πλάτος της δοκού

Σχ. 9.6

Οι διαμήκεις ράβδοι που απαιτούνται λόγω στρέψης θα πρέπει να τοποθετούνται έτσι ώστε να τίθεται τουλάχιστον μία ράβδος σε κάθε γωνία, με τις λοιπές ράβδους να κατανέμονται ομοιόμορφα κατά μήκος της περιμέτρου των συνδετήρων, σε μία απόσταση η οποία δεν υπερβαίνει τα 350 mm.



Σχήμα 12.2

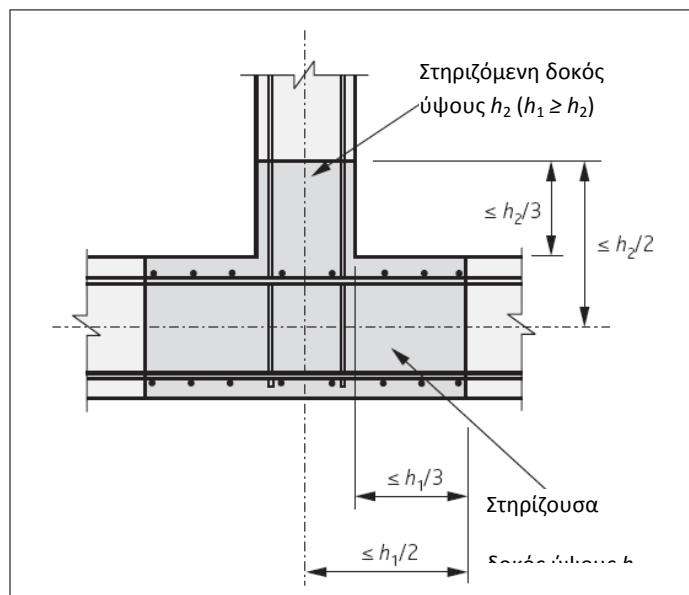
Παραδείγματα μορφής συνδετήρων έναντι στρέψης

12.2.8 Έμμεσες στηρίξεις

Όπου μία δοκός στηρίζεται από μία άλλη δοκό, θα πρέπει να τίθεται επαρκής οπλισμός για την παραλαβή της αντίδρασης. Όπου τα φορτία είναι φορτία ανάρτησης, ο οπλισμός αυτός, που θα είναι πρόσθετος στον υπάρχοντα οπλισμό, θα πρέπει να υπό μορφή συνδετήρων οι οποίοι θα περικλείουν τον οπλισμό του μέλους που στηρίζει τη δοκό. Μερικοί από αυτούς τους συνδετήρες μπορούν να τοποθετηθούν έξω από τον όγκο του σκυροδέματος που είναι κοινός μεταξύ των δύο δοκών. Βλ. Σχήμα 12.3.

9.2.5

Σχ. 9.7



Σχήμα 12.3

Κάτοψη όπου δείχνεται ο οπλισμός στήριξης στη ζώνη όπου διασταυρώνονται δύο δοκοί

12.3 Διέρειστες και τετραέρειστες πλάκες

9.3

12.3.1 Κύριος οπλισμός

Το ελάχιστο εμβαδόν του κυρίου οπλισμού δίδεται στο Πίνακα 12.1 και, όπως προηγουμένως, εξάγεται από τη σχέση:

$$A_{s,min} = 0,26 (f_{ctm}/f_{yk}) b_t d \geq 0,0013 b_t d$$

9.3.1.1(1)
9.2.1(1)

Έξω από περιοχές ματίσματος ράβδων, το μέγιστο εμβαδόν εφελκόμενου ή θλιβόμενου οπλισμού είναι $0,04A_c$.

9.2.1.2(3)

Όλος ο θλιβόμενος οπλισμός θα πρέπει να στερεώνεται από εγκάρσιο οπλισμό, ανά αποστάσεις όχι μεγαλύτερες από 15 επί τη διάμετρο της ράβδου του διαμήκους οπλισμού.

Η απόσταση του κυρίου οπλισμού θα πρέπει γενικά να μην υπερβαίνει το $3h$ (αλλά όχι μεγαλύτερο των 400 mm), όπου h είναι το συνολικό πάχος της πλάκας. Η απόσταση θα πρέπει να μειώνεται στο $2h$ (αλλά όχι μεγαλύτερο των 250 mm), στις περιοχές της μέγιστης ροπής ή τοπικά, στις περιοχές των συγκεντρωμένων φορτίων.

9.3.1.1(3)
& ΕΠ

12.3.2 Δευτερεύων οπλισμός (διανομής)

9.3.1.2

Το εμβαδόν του δευτερεύοντος οπλισμού δεν θα πρέπει είναι μικρότερο από το 20% του κυρίως οπλισμού.

Η απόσταση του δευτερεύοντος οπλισμού θα πρέπει γενικά να μην υπερβαίνει το $3,5h$ (αλλά όχι μεγαλύτερο των 450 mm). Στις περιοχές της μέγιστης ροπής ή τοπικά, στις περιοχές των συγκεντρωμένων φορτίων, η απόσταση θα πρέπει να μειώνεται στο $3h$ (αλλά όχι μεγαλύτερο των 400 mm).

12.3.3 Οπλισμός πλησίον των στηρίξεων

Σε απλά εδραζόμενες πλάκες θα πρέπει να συνεχίζεται έως τη στήριξη το 50% του οπλισμού στο άνοιγμα. Οι υπόλοιπες ράβδοι θα πρέπει να αγκυρώνονται για να παραλάβουν μία δύναμη

$$(|V_{Ed}| a_i / z) + N_{Ed}$$

όπου

$ V_{Ed} $	=	η απόλυτη τιμή της διατμητικής δύναμης
a_i	=	d , όπου η πλάκα δεν οπλίζεται έναντι τέμνουσας. (Στην περίπτωση που οπλίζεται έναντι τέμνουσας χρησιμοποιείται το a_i για τις δοκούς)
z	=	ο μοχλοβραχίονας των εσωτερικών δυνάμεων
N_{Ed}	=	η αξονική δύναμη, εφόσον υπάρχει

Το μήκος αγκύρωσης θα πρέπει να μετράται από τη γραμμή επαφής μεταξύ της δοκού και της στήριξης.

Όταν αποτέμνονται οι διαμήκεις ράβδοι, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι διαμήκεις εφελκυστικές δυνάμεις οι οποίες προκύπτουν τόσο από τη ροπή κάμψης όσο και από το θεωρούμενο προσομοίωμα του δικτύματος της τέμνουσας. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω της μετατόπισης του σημείου στο οποίο δεν απαιτείται πλέον μία ράβδος για τη ροπή κάμψης κατά μία απόσταση a_1 όπως ορίσθηκε παραπάνω.

Όπου υφίσταται τυχόν μερική πάκτωση κατά μήκος της ακμής μίας πλάκας αλλά δεν έχει ληφθεί υπόψη στο σχεδιασμό, θα πρέπει να τοποθετείται άνω οπλισμός με εμβαδόν τουλάχιστον ίσο προς το 25% του εμβαδού του οπλισμού στο παρακείμενο άνοιγμα, ο οποίος και θα πρέπει να εκτείνεται τουλάχιστον 0,2 επί το μήκος του παρακείμενου ανοίγματος. Στις ακραίες στηρίξεις, η ροπή αυτή μπορεί να μειωθεί στο 15%.

9.3.2

12.3.4 Διατμητικός οπλισμός

Ο διατμητικός οπλισμός δεν θα πρέπει να θεωρείται αξιόπιστος σε πλάκες με πάχος μικρότερο από 200 mm. Όπου παρέχεται διατμητικός οπλισμός, θα πρέπει να ακολουθούνται οι κανόνες για τις δοκούς.

12.4 Πλάκες χωρίς δοκούς

9.4.1

12.4.1 Λεπτομέρειες στα εσωτερικά υποστυλώματα

Ανεξάρτητα από την κατανομή των πλακών χωρίς δοκούς σε λωρίδες στήριξης και εσωτερικές λωρίδες (βλ. Κεφ. 5.7), θα πρέπει να τοποθετείται άνω οπλισμός με εμβαδόν $0,5A_t$, επάνω από το υποστύλωμα, σε ένα πλάτος ίσο με το άθροισμα του $0,125$ επί το πλάτος των φατνωμάτων εκατέρωθεν του υποστυλώματος. A_t είναι το εμβαδόν του οπλισμού που απαιτείται, για την παραλαβή του αθροίσματος των αρνητικών ροπών στα δύο ημι-φατνώματα εκατέρωθεν του υποστυλώματος. Θα πρέπει να παρέχονται τουλάχιστον δύο κάτω ράβδοι διερχόμενες μέσα από το υποστύλωμα σε κάθε ορθογώνια διεύθυνση.

9.4.2

12.4.2 Λεπτομέρειες σε περιμετρικά και γωνιακά υποστυλώματα

Ο οπλισμός κάθετος προς την ελεύθερη ακμή που απαιτείται να μεταφέρει τις καμπτικές ροπές μεταξύ της πλάκας και του υποστυλώματος θα πρέπει να τοποθετείται μέσα στο συνεργαζόμενο πλάτος b_e που δείχνεται στο Σχήμα 12.4.

Θα πρέπει να παρέχονται τουλάχιστον δύο κάτω ράβδοι διερχόμενες μέσα από τα υποστυλώματα σε κάθε ορθογωνική διεύθυνση. Βλ. επίσης το Κεφ.13.4.

12.4.3 Οπλισμός διάτρησης

9.4.3

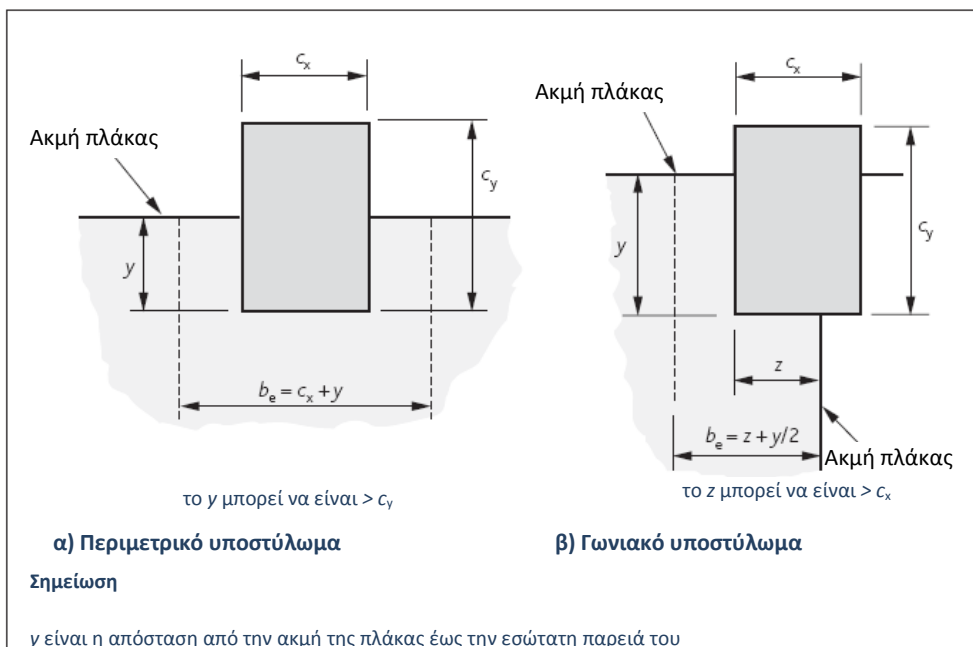
Όπου απαιτείται οπλισμός διάτρησης, θα πρέπει γενικά να τοποθετείται μεταξύ της φορτιζόμενης επιφάνειας και $1,5d$ μέσα στην εξωτερική περίμετρο ελέγχου στην οποία δεν είναι απαραίτητος πλέον ο οπλισμός, u_{out} .

Η εφαπτόμενη απόσταση μεταξύ των σκελών των συνδετήρων δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το $1,5d$ κατά μήκος της πρώτης περιμέτρου ελέγχου, u_1 , σε απόσταση $2d$ από τη φορτιζόμενη επιφάνεια (βλ. Σχήμα 8.3). Πέρα από την πρώτη περίμετρο ελέγχου η απόσταση δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το $2d$ (βλ. Σχήμα 12.5). Για μη ορθογωνικές διατάξεις βλ. Σχήμα 8.10.

Η πρόθεση είναι να παρέχεται μια ομοιόμορφη κατανομή/πυκνότητα του οπλισμού διάτρησης εντός της ζώνης στην οποία αυτός απαιτείται. Απλοποιητικά, προκειμένου να καταστεί δυνατή η χρήση ορθογώνιων περιμέτρων διατμητικού οπλισμού, επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί ένα εμβαδόν οπλισμού A_{sw}/u_1 περιμετρικά, κατά μήκος ορθογώνιων περιμέτρων.

6.4.5(4)
& ΕΠ

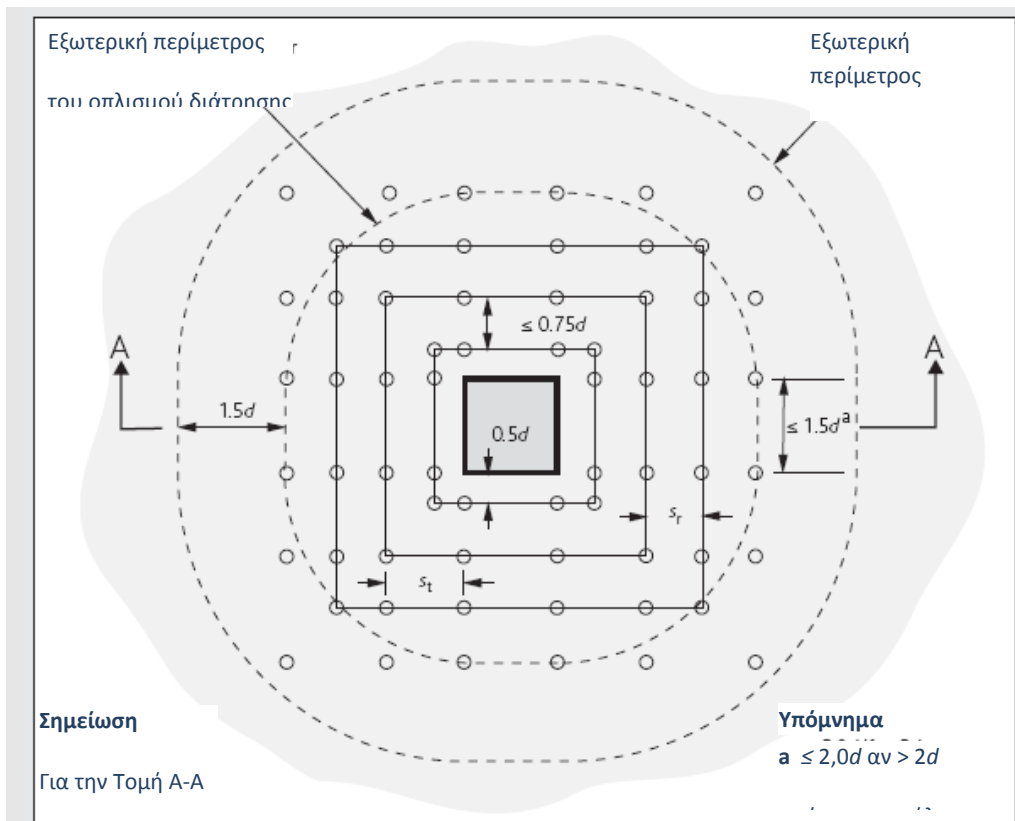
Αν η περίμετρος στην οποία δεν απαιτείται πλέον οπλισμός είναι μικρότερη από $3d$ από την παρειά της φορτιζόμενης επιφάνειας, ο διατμητικός οπλισμός θα πρέπει να τοποθετείται στη ζώνη μεταξύ $0,3d$ και $1,5d$ από την παρειά της φορτιζόμενης επιφάνειας. Ο οπλισμός αυτός θα πρέπει να παρέχεται σε δύο τουλάχιστον περιμέτρους συνδετήρων, με την ακτινική απόσταση των σκελών των συνδετήρων να μην υπερβαίνει το $0,75d$. Βλ. Σχήμα 12.6.



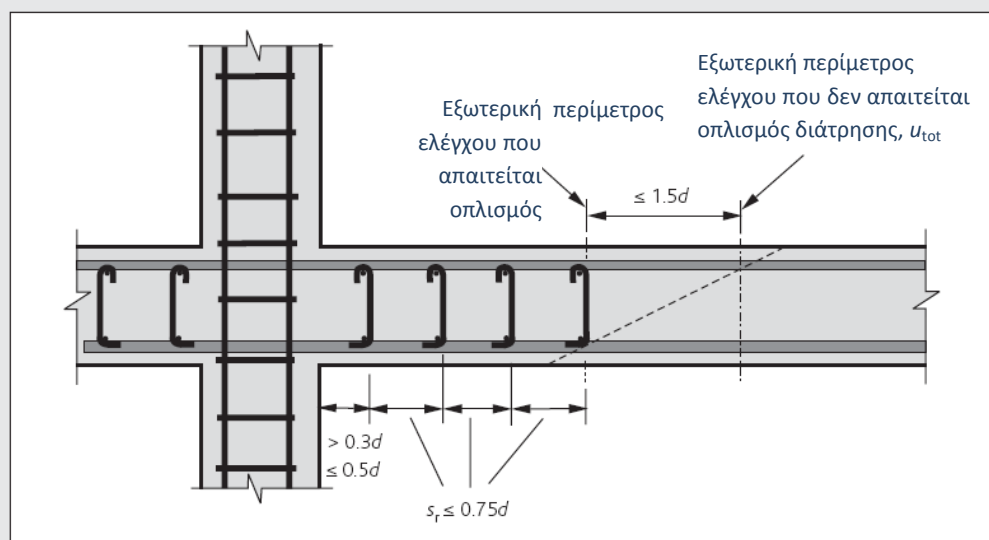
Σχ. 9.9

Σχήμα 12.4

Συνεργαζόμενο πλάτος, b_e , μίας πλάκας χωρίς δοκούς



Σχήμα 12.5
Διάταξη του οπλισμού διάτρησης μίας πλάκας χωρίς δοκούς



Σχήμα 12.6
Τομή A-A από το Σχήμα 12.5: αποστάσεις συνδετήρων οπλισμού έναντι διάτρησης

12.5 Υποστυλώματα

9.5.2
 & ΕΠ

12.5.1 Διαμήκης οπλισμός

Η διάμετρος των ράβδων δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη των **12 mm**.

Το ελάχιστο εμβαδόν του διαμήκους οπλισμού, $A_{s,min}$, δίδεται από:

$$A_{s,min} \geq \text{το μέγιστο των } (0,1N_{Ed}/f_{yd}, 0,002A_c)$$

Όπου

N_{Ed} = η αξονική δύναμη

f_{yd} = η αντοχή διαρροής σχεδιασμού του οπλισμού

A_c = το εμβαδόν διατομής του σκυροδέματος

Το εμβαδόν του οπλισμού δεν θα πρέπει γενικά να υπερβαίνει το $0,04 A_c$ έξω από περιοχές ματισμάτων και $0,08 A_c$ στις ματίσεις. Θα πρέπει να τίθεται ένα πρακτικό ανώτατο όριο λαμβάνοντας υπόψη τη δυνατότητα διάστρωσης και συμπύκνωσης του σκυροδέματος.

12.5.2 Εγκάρσιος οπλισμός (συνδετήρες)

9.5.3
& ΕΠ

Όλες οι διαμήκεις ράβδοι θα πρέπει να στερεώνονται από επαρκώς αγκυρωμένο εγκάρσιο οπλισμό. Ο αριθμός των εγκάρσιων συνδετήρων σε μία διατομή θα πρέπει να τέτοιος έτσι ώστε να μην υφίσταται καμία διαμήκης ράβδος που να απέχει πλέον από 150 mm από μία δεσμευόμενη ράβδο.

Η διάμετρος των ράβδων δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη των 6 mm ή του ενός τετάρτου της διαμέτρου των διαμήκων ράβδων, όποιο είναι μεγαλύτερο.

Η απόσταση των εγκάρσιων οπλισμών θα πρέπει να ισούται με το ελάχιστο των

- α) 20 επί τη διάμετρο της διαμήκου ράβδου ή
- β) τη μικρότερη διάσταση του υποστυλώματος ή
- γ) 400 mm.

Η απόσταση θα πρέπει να μειώνεται στο 60% της ανωτέρω τιμής:

- α) σε μία απόσταση ίση προς τη μέγιστη διάσταση του υποστυλώματος επάνω και κάτω από μία δοκό ή πλάκα, και
- β) κατά μήκος του μήκους υπερκάλυψης ράβδων διαμέτρου μεγαλύτερης των 14 mm. (Σημείωση: θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα ελάχιστο από τρεις εγκάρσιες ράβδους.)

Όπου οι διαμήκεις ράβδοι έχουν καμφθεί σε μία κλίση μεγαλύτερη από 1 προς 12, η απόσταση του εγκάρσιου οπλισμού θα πρέπει να υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τις εγκάρσιες δυνάμεις που δημιουργούνται.

12.6 Τοιχώματα

9.6.2
& ΕΠ

12.6.1 Κατακόρυφος οπλισμός

Θα πρέπει να παρέχεται κατακόρυφος οπλισμός με ελάχιστο εμβαδόν $0,002 A_c$ και μέγιστο $0,04 A_c$ εκτός των περιοχών ματισμάτων και $0,08 A_c$ στα ματίσματα.

Η απόσταση μεταξύ των ράβδων δεν θα πρέπει να υπερβαίνει 3 επί το πάχος του τοιχώματος ή 400 mm, όποιο είναι το μικρότερο.

9.6.3
& ΕΠ

12.6.2 Οριζόντιος οπλισμός

Θα πρέπει να παρέχεται οριζόντιος οπλισμός παράλληλος προς τις πλευρές του τοιχώματος με ένα ελάχιστο εμβαδόν ίσο προς είτε το 25% του κατακόρυφου οπλισμού ή $0,001 A_c$, όποιο είναι το μεγαλύτερο. Όταν είναι σημαντικός ο έλεγχος σε ρηγμάτωση, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα θερμικά φαινόμενα κατά την ωρίμανση και η συρρίκνωση.

Η απόσταση των ράβδων δεν θα πρέπει υπερβαίνει τα 400 mm.

9.6.4

12.6.3 Εγκάρσιος οπλισμός

Σε ένα οποιοδήποτε τμήμα του τοιχώματος όπου το εμβαδόν του κατακόρυφου οπλισμού υπερβαίνει το $0,02 A_c$, θα πρέπει να παρέχεται εγκάρσιος οπλισμός υπό μορφή συνδετήρων σύμφωνα με τις απαιτήσεις για τα υποστυλώματα.

Εγκάρσιος οπλισμός επίσης απαιτείται όταν οι κατακόρυφες ράβδοι αποτελούν την εξωτερική στρώση του οπλισμού. Θα πρέπει να παρέχονται τουλάχιστον τέσσερις συνδετήρες ανά m^2 όψεως τοιχώματος. Αυτή η απαίτηση δεν αφορά το συγκολλημένο δομικό πλέγμα ή τις ράβδους κυρίου οπλισμού ≤ 16 mm με επικάλυψη ίση προς το διπλάσιο της διαμέτρου της ράβδου.

9.8.1

12.7 Πασσαλόδεσμοι

Οι πασσαλόδεσμοι θα πρέπει να διαστασιολογούνται λαμβάνοντας υπόψη την αναμενόμενη απόκλιση του πασσάλου επί τόπου και θα πρέπει να επαρκούν ώστε να μπορούν να αγκυρωθούν ασφαλώς τα φορτία σύνδεσης.

Οι πασσαλόδεσμοι θα πρέπει να μελετώνται προσομοιούμενοι σαν καμπτόμενα στοιχεία ή σαν να αποτελούνται από θλιπτήρες και ελκυστήρες. Ο κύριος εφελκόμενος οπλισμός θα πρέπει να συγκεντρώνεται σε ζώνες εντατικής κατάστασης μεταξύ των κεφαλών των πασσάλων, μέσα σε μία απόσταση $1,5D$ από τον άξονα του πασσάλου (όπου D είναι η διάμετρος του πασσάλου). Η ελάχιστη διάμετρος των ράβδων θα πρέπει να είναι 8 mm.

Συνήθως θα πρέπει να παρέχεται ένας κλωβός ομοιόμορφα κατανεμημένου οπλισμού σε όλες τις παρειές του κεφαλόδεσμου.

9.8.5
& ΕΠ

12.8 Διατρητικοί πάσσαλοι

Οι διατρητικοί πάσσαλοι οι οποίοι δεν υπερβαίνουν τα 600 mm σε διάμετρο θα πρέπει να φέρουν τον ελάχιστο οπλισμό που δείχνεται στον Πίνακα 12.2. Θα πρέπει να παρέχονται τουλάχιστον έξη διαμήκειες ράβδοι με διάμετρο τουλάχιστον 16 mm με μία μέγιστη απόσταση 200 mm κατά μήκος της περιφέρειας του πασσάλου. Οι λεπτομέρειες θα πρέπει να είναι σύμφωνα με το EN 1536^[16].

Πίνακας 12.2

Διαμήκης οπλισμός σε έγχυτους διατρητικούς πασσάλους

Εμβαδόν διατομής του πασσάλου (A_c)	$A_c \leq 0,5 \text{ m}^2$	$0,5 \text{ m}^2 \leq A_c \leq 1,0 \text{ m}^2$	$A_c > 1,0 \text{ m}^2$
Ελάχιστο εμβαδόν του διαμήκους οπλισμού ($A_{s,brmin}$)	$\geq 0,005 A_c$	$\geq 25 \text{ cm}^2$	$\geq 0,0025 A_c$

Η σελίδα είναι κενή

13. Συνδετήρια συστήματα

13.1 Γενικά

Όλες οι κατασκευές θα πρέπει να έχουν ένα κατάλληλο συνδετήριο σύστημα για την αποφυγή μίας δυσανάλογης κατάρρευσης προκαλούμενης από ανθρώπινο λάθος ή από την τυχηματική απομάκρυνση ενός μέλους ή ενός περιορισμένου τμήματος του δομήματος ή λόγω της εμφάνισης τοπικών βλαβών. Αυτή η απαίτηση θα ικανοποιείται εφόσον τηρούνται οι κανόνες που ακολουθούν. Η κατασκευή θα πρέπει να έχει:

9.10.1

- Περιμετρικά συνδετήρια στοιχεία.
- Εσωτερικά συνδετήρια στοιχεία.
- Οριζόντια συνδετήρια στοιχεία σε υποστυλώματα/τοιχώματα.
- Κατακόρυφα συνδετήρια στοιχεία.

Κατά το σχεδιασμό των συνδετήριων στοιχείων, θα πρέπει να παρέχεται οπλισμός για να μεταφέρει τις συνδετήριες δυνάμεις που δίδονται στο Κεφάλαιο αυτό, θεωρώντας ότι ο οπλισμός δρα στη στάθμη της χαρακτηριστικής αντοχής του. Ο οπλισμός ο οποίος παρέχεται για άλλους σκοπούς μπορεί να θεωρηθεί ότι παρέχει ένα μέρος ή το σύνολο της απαιτούμενης όπλισης.

Όλα τα συνδετήρια στοιχεία θα πρέπει να παρέχουν ουσιαστική συνέχεια και να αγκυρώνονται στα άκρα τους.

13.2 Περιμετρικά συνδετήρια στοιχεία

Σε κάθε στάθμη δαπέδου και στη στάθμη επικάλυψης θα πρέπει να παρέχεται ένα λειτουργικά συνεχές συνδετήριο στοιχείο μέσα σε μία απόσταση 1,2 m από το όριο. Κατασκευές με εσωτερικά όρια (π.χ. αίθρια και εσωτερικά ανοίγματα) θα πρέπει επίσης να περιλαμβάνουν παρόμοια περιμετρικά συνδετήρια.

9.10.2.2
& ΕΠ

Ένα περιμετρικό συνδετήριο θα πρέπει να είναι σε θέση να παραλάβει μία εφελκυστική δύναμη:

$F_{tie,per}$ (kN) = $10 l_i \leq 70$ kN, όπου l_i είναι το μήκος του ακραίου ανοίγματος σε m.

13.3 Εσωτερικά συνδετήρια στοιχεία

Σε κάθε στάθμη δαπέδου και στη στάθμη επικάλυψης, θα πρέπει να παρέχονται εσωτερικά συνδετήρια στοιχεία κατά δύο διευθύνσεις, περίπου σε ορθή γωνία.

9.10.2.3
& ΕΠ

Τα εσωτερικά συνδετήρια στοιχεία, σε τμήματα είτε στο σύνολό τους, μπορούν να κατανέμονται εξ ίσου στις πλάκες είτε μπορούν να ομαδοποιούνται σε ή μέσα σε δοκούς, τοιχώματα ή και σε άλλες θέσεις.

Εφόσον τοποθετούνται μέσα σε τοιχώματα, ο οπλισμός τους θα πρέπει να βρίσκεται σε μία απόσταση 0.5 m από την άνω ή κάτω στάθμη των πλακών δαπέδου.

Σε κάθε διεύθυνση, το συνδετήριο στοιχείο πρέπει να είναι σε θέση να παραλάβει μία δύναμη που θα πρέπει να λαμβάνεται ίση προς:

$$F_{\text{tie,int}} = 20\text{kN ανά m πλάτους}$$

13.4 Συνδετήρια σε υποστυλώματα και τοιχώματα

9.10.2.4 & ΕΠ

Τα τοιχώματα και υποστυλώματα στην περίμετρο και στις γωνίες μίας κατασκευής θα πρέπει να συνδέονται με κάθε πλάκα και με την πλάκα επικάλυψης. Στα γωνιακά τοιχώματα και υποστυλώματα, θα πρέπει να παρέχονται συνδετήρια και στις δύο διευθύνσεις.

Το συνδετήριο θα πρέπει να παραλαμβάνει μία εφελκυστική δύναμη $f_{\text{tie,fac}}$ ανά τρέχον μέτρο όψευς τοιχωμάτων και μία δύναμη $F_{\text{tie,col}}$ στα υποστυλώματα.

$$f_{\text{tie,fac}} = 20 \text{ kN/m και } F_{\text{tie,col}} = 150 \text{ kN.}$$

13.5 Κατακόρυφα συνδετήρια

9.10.2.5

Σε κτίρια που μορφώνονται από πετάσματα και αποτελούνται από ισόγειο και τέσσερεις ορόφους και άνω, θα πρέπει να προβλέπονται καθύψος συνδετήρια στα υποστυλώματα και/ή στα τοιχώματα, ώστε να περιορισθεί η βλάβη μορφής κατάρρευσης ενός ολόκληρου ορόφου στην περίπτωση της τυχηματικής απώλειας ενός υποκείμενου υποστυλώματος ή τοιχώματος.

9.10.2.5(2)

Κάθε υποστύλωμα και τοίχωμα που φέρει κατακόρυφο φορτίο θα πρέπει να συνδέεται συνεχώς από τη χαμηλότερη έως την υψηλότερη στάθμη του. Το συνδετήριο στοιχείο θα πρέπει να είναι σε θέση να φέρει το φορτίο που παραλαμβάνει το υποστύλωμα ή το τοίχωμα από ένα οποιαδήποτε όροφο, σε μία τυχηματική κατάσταση σχεδιασμού, δηλαδή χρησιμοποιώντας τη Σχέση (6.11β) στο EN 1990. Βλ. Πίνακα 2.2ε.

Μπορούν να υιοθετηθούν άλλες λύσεις, εφόσον επαληθεύεται η επάρκεια ισορροπίας και πλαστιμότητας, για παράδειγμα αξιοποιώντας τη διαφραγματική και / ή τη μεμβρανική λειτουργία.

Όπου ένα υποστύλωμα ή ένα τοίχωμα εδράζεται στην κατώτατη στάθμη του σε ένα στοιχείο διαφορετικό από ένα στοιχείο θεμελίωσης, (π.χ.) σε μια κατασκευή μεταφοράς φορτίου, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά το σχεδιασμό η τυχηματική απώλεια του στοιχείου αυτού και θα πρέπει να παρασχεθεί μία κατάλληλη εναλλακτική διαδρομή του φορτίου.

14. Άοπλο σκυρόδεμα

14.1 Γενικά

Ένα μέλος από άοπλο σκυρόδεμα είναι ένα μέλος που δεν περιέχει καθόλου οπλισμό. Επί πλέον, μέλη στα οποία ο παρεχόμενος οπλισμός είναι λιγότερος από τα ελάχιστα που δίδονται στο Κεφάλαιο 12 θα πρέπει επίσης να θεωρούνται σαν μέλη από άοπλο σκυρόδεμα για τους σκοπούς του δομητικού σχεδιασμού.

1.5.2.2

Η θλιπτική αντοχή σχεδιασμού $f_{cd,pl} = 0,8 f_{ck} / \gamma_c$ (όπως δείχνεται στον Πίνακα 14.1).

12.3.1
& ΕΠ

Γενικά, η εφελκυστική αντοχή σχεδιασμού $f_{ctd,pl} = 0,8 f_{ctk,0,05} / \gamma_c$ (όπως δείχνεται στον Πίνακα 14.1).

Κατά τη σύμβαση που χρησιμοποιείται για τη θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος, το 'C' αναφέρεται σε σκυρόδεμα κανονικού βάρους, ο πρώτος αριθμός που ακολουθεί αναφέρεται στην αντοχή κυλίνδρου f_{ck} και ο δεύτερος στην αντοχή κύβου $f_{ck, cube}$.

Πίνακας 14.1

Ιδιότητες του άοπλου σκυροδέματος (MPa)

Κατηγορία αντοχής (MPa)	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
f_{ck}	12,0	16,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0
$f_{cd,pl}$	4,8	6,4	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0
$f_{ctk, 0.05}$	1,10	1,33	1,55	1,80	2,03	2,25	2,46	2,66	2,85
$f_{ctd,pl}$	0,44	0,53	0,62	0,72	0,81	0,90	0,98	1,06	1,14
$\sigma_{c,lim}$	1,76	2,55	3,38	4,45	5,55	6,68	7,83	9,00	10,18

Σημείωση

Ο Πίνακας εξήχθηκε από το EN1992-1-1 και το ΕΠ της Μ. Βρετανίας.

Η εφελκυστική αντοχή σχεδιασμού σε καμπτόμενα μέλη μπορεί να ληφθεί ίση προς:

$$f_{ctd,pl,fl} = (1,6 - h/1000)f_{ctd,pl} < f_{ctd,pl}$$

όπου

h = το ύψος του μέλους σε mm

$f_{ctd,pl}$ = η τιμή που δίδεται στον Πίνακα 14.1

3.1.8

14.2 Κάμψη με ορθή αξονική δύναμη

Η αντίσταση μίας παραλληλόγραμμης διατομής σε αξονική N_{Rd} με μία εκκεντρότητα της φόρτισης e όπως δείχνεται στο Σχήμα 14.1, μπορεί να λαμβάνεται ίση προς:

12.6.1.3

$$N_{Rd} = f_{cd} b h_w (1 - 2e/h_w)$$

όπου

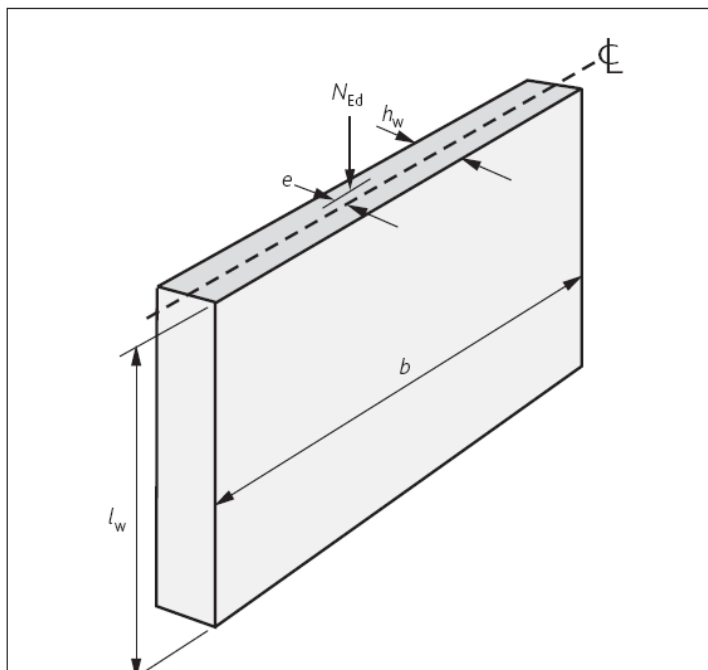
b = το συνολικό πλάτος

h_w = το συνολικό ύψος

e = η εκκεντρότητα του N_{Ed} κατά τη διεύθυνση του h_w

Για την τιμή του N_{Rd} που δίδεται παραπάνω θεωρείται ότι δεν υφίσταται λυγισμός.

Σχ. 12.1



Σχήμα 14.1
Συμβολισμοί για
τα άοπλα
τοιχώματα

14.3 Διατμητική αντίσταση

Θα πρέπει να ελέγχεται ότι

12.6.3(2)
& ΕΠ

$$\tau_{cp} = \text{η διατμητική τάση} = 1,5 V_{Ed}/A_{cc} \leq f_{cvt}$$

όπου

A_{cc} = το εμβαδόν διατομής

V_{Ed} = η διατμητική δύναμη

f_{cvt} = η αντοχή σχεδιασμού του σκυροδέματος σε διάτμηση και θλίψη και η οποία εξαρτάται από τη στάθμη της αξονικής τάσης (βλ. Πίνακα 14.2)

$$= (f_{ctd,pl}^2 + \sigma_{cp} f_{ctd,pl})^{0,5} \text{ όταν } \sigma_{cp} \leq \sigma_{c,lim}$$

$$= [f_{ctd,pl}^2 + \sigma_{cp} f_{ctd,pl} - 0,25 (\sigma_{cp} - \sigma_{c,lim})^2]^{0,5} \text{ όταν } \sigma_{cp} > \sigma_{c,lim}$$

όπου

$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_{cc}$ όπου N_{Ed} = η ορθή δύναμη

$$\sigma_{c,lim} = f_{cd,pl} - 2[f_{ctd,pl}(f_{ctd,pl} + f_{cd,pl})]^{0,5} \text{ (βλ. Πίνακα 14.1)}$$

Πίνακας 14.2

Διατμητική αντίσταση $f_{c,vd}$ του άοπλου σκυροδέματος (MPa)

σ_{cp} (MPa)	f_{ck}								
	12	16	20	25	30	35	40	45	50
0,0	0,44	0,53	0,62	0,72	0,81	0,90	0,98	1,06	1,14
1,0	0,80	0,90	1,00	1,11	1,21	1,31	1,40	1,48	1,56
2,0	1,03	1,16	1,27	1,40	1,51	1,61	1,71	1,80	1,89
3,0	1,06	1,35	1,50	1,63	1,76	1,87	1,98	2,08	2,17
4,0		1,38	1,66	1,84	1,98	2,10	2,21	2,32	2,42
5,0		1,21	1,68	2,01	2,17	2,30	2,42	2,54	2,65
6,0		0,72	1,54	2,06	2,34	2,49	2,62	2,74	2,85
7,0			1,20	1,98	2,41	2,66	2,80	2,93	3,05
8,0				1,76	2,38	2,75	2,97	3,10	3,23
9,0				1,34	2,23	2,75	3,08	3,27	3,40
10,0				0,00	1,96	2,65	3,10	3,39	3,56

Σημείωση

Ο Πίνακας υπολογίσθηκε με βάση το EN 1992-1-1 και το ΕΠ της Μ. Βρετανίας.

14.4 Αντίσταση σε λυγισμό υποστυλωμάτων και τοιχίων

Το αξονικό φορτίο το οποίο μπορεί να παραληφθεί από ένα τοιχίο με διατομή bh_w μπορεί να ληφθεί ίσο προς:

12.6.5.2(1)

$$N_{Rd} = bh_w f_{cd} \phi$$

όπου

- b = το συνολικό πλάτος της διατομής
- h_w = το συνολικό ύψος της διατομής
- f_{cd} = η θλιπτική αντοχή σχεδιασμού του σκυροδέματος
- = $\alpha_{cc,pl} f_{ck} / \gamma_c$

όπου

$$\alpha_{cc,pl} = 0,8$$

f_{ck} = η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή κυλίνδρου

γ_c = ο επιμέρους συντελεστής ασφαλείας για το σκυρόδεμα

ϕ = ένας συντελεστής που περιλαμβάνει την εκκεντρότητα λαμβάνοντας υπόψη τα φαινόμενα δευτέρας τάξεως και του ερπυσμού

$$= 1,14(1 - 2e_{tot}/h_w) - 0,02(l_0/h_w) \leq (1 - 2(e_{tot}/h_w))$$

όπου

$$e_{tot} = e_0 + e_i$$

όπου

12.3.1(1)
& ΕΠ

e_0	=	η εκκεντρότητα πρώτης τάξεως που οφείλεται στα φορτία ορόφου και οιοσδήποτε τυχόν οριζόντιες δράσεις
e_i	=	η πρόσθετη εκκεντρότητα λόγω γεωμετρικών ατελειών όπως ορίζονται στο Κεφ. 5.6.2.1.
l_0	=	το μήκος λυγισμού του υποστυλώματος / τοιχώματος
	=	βl_w
	όπου	
β	=	ένας συντελεστής που λαμβάνεται από τον Πίνακα 14.3
l_w	=	το καθαρό ύψος των μελών

Πίνακας 14.3

Η τιμή του β σε τοιχώματα με διαφορετικές συνοριακές συνθήκες

Συνοριακή συνθήκη	Μήκος / Ύψος τοιχώματος	Συντελεστής β
Δεσμευμένο στη στέψη και στον πόδα	Όλες οι τιμές	1,00
Δεσμευμένο στη στέψη και στον πόδα και κατά μήκος μίας κατακόρυφης πλευράς	0,2	0,26
	0,4	0,59
	0,6	0,76
	0,8	0,85
	1,0	0,90
	1,5	0,95
	2,0	0,97
	5,0	1,00
Δεσμευμένο κατά μήκος των τεσσάρων πλευρών	0,2	0,10
	0,4	0,20
	0,6	0,30
	0,8	0,40
	1,0	0,50
	1,5	0,69
	2,0	0,80
	5,0	0,96
Πρόβολοι	Όλες οι τιμές	2,00

Πίν. 12.1

Ο Πίνακας 14.3 ισχύει για τοιχώματα, στα οποία:

- Δεν υπάρχουν ανοίγματα
- Το ύψος των ανοιγμάτων δεν υπερβαίνει το 33% του ύψους του τοιχώματος.
- Το εμβαδόν των ανοιγμάτων δεν υπερβαίνει το 10% του εμβαδού του τοιχώματος.

Αν οι συνθήκες για τα ανοίγματα δεν ικανοποιούνται, το τοίχωμα θα πρέπει να θεωρηθεί ως δεσμευμένο στον πόδα και στη στέψη μόνο.

Ο συντελεστής λυγηρότητας $\lambda = I_0/i$ δεν θα πρέπει να υπερβεί το 86, όπου $i = \eta$ ακτίνα αδρανείας. Για παραλληλόγραμμες διατομές $i = h_w/3,46$ (δηλ. ο λόγος I_0/h_w δεν θα πρέπει να υπερβεί το 25).

12.6.5.1

Ένα οποιοδήποτε τοίχωμα που παρέχει δέσμευση σε άλλο τοίχωμα θα πρέπει να ικανοποιεί τις ακόλουθες απαιτήσεις:

- Το πάχος του δεσμεύοντος τοιχώματος θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 50% του πάχους του τοιχώματος το οποίο δεσμεύεται.
- Τα ύψη των δύο τοιχωμάτων (δεσμεύοντος και δεσμευόμενου) είναι ίδια.
- Το μήκος του δεσμεύοντος τοιχώματος θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 20% του καθαρού ύψους του τοιχώματος το οποίο δεσμεύεται και δεν υπάρχουν καθόλου ανοίγματα σε αυτό το μήκος.

14.5 Οριακές Καταστάσεις Λειτουργικότητας

12.7
12.9.1

Συνήθως, όπου παρέχονται αρμοί για τον περιορισμό των εφελκυστικών τάσεων που προκαλούνται από τις δεσμεύσεις, το δε πάχος των τοιχωμάτων είναι τουλάχιστον 120 mm, δεν είναι απαραίτητοι ειδικοί έλεγχοι. Όπου περιλαμβάνονται σημαντικές εσοχές ή εγκοπές, μπορεί να είναι απαραίτητο να διενεργηθούν τέτοιοι έλεγχοι.

14.6 Γραμμικά και μεμονωμένα πέδιλα

12.9.3

Ο λόγος του πάχους ενός γραμμικού πεδύλου προς την προεξοχή του από την παρειά του υποστυλώματος ή τοιχώματος μπορεί να μελετηθεί έτσι ώστε να ικανοποιείται η ακόλουθη σχέση:

$$(h_f/a) \geq 1,18(9\sigma_{gd}/f_{ctd})^{0,5}$$

όπου

- h_f = το πάχος του πεδύλου
- a = η προεξοχή του πεδύλου από την παρειά του υποστυλώματος ή τοιχώματος
- σ_{gd} = η τιμή σχεδιασμού της τάσης του εδάφους
- f_{ctd} = η τιμή της εφελκυστικής αντοχής σχεδιασμού του σκυροδέματος, εκπεφρασμένη στις ίδιες μονάδες όπως και η σ_{gd}

Η σελίδα είναι κενή

15. Βοηθήματα σχεδιασμού

15.1 Τιμές σχεδιασμού των δράσεων

Για την ΟΚΑ έναντι αντοχής (STR), όπου ενεργεί μία μεταβλητή δράση, χρησιμοποιούνται:

Κεφ. 2.3.4

είτε η:

- $1,35G_k + 1,5Q_k$ Εξ. (6.10) από τον Ευρωκώδικα ^[5]

ή η δυσμενέστερη από τις:

- $1,35 G_k + \psi_0 1,5 Q_k$ Εξ. (6.10α)

- $\xi 1,35 G_k + 1,5 Q_k$ Εξ. (6.10β)

όπου $\psi_0 = 1,00$ για αποθηκευτικούς χώρους, $0,50$ για χιονοφόρτιση σε υψόμετρο $\leq 1000\text{m}$ επάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και, αλλιώς, $0,70$, βλ. Πίνακα 2.2.

Στις περισσότερες των περιπτώσεων αρμόζει η Εξ. (6.10β), εκτός από τους αποθηκευτικούς χώρους, όπου η χρήση της Εξ. (6.10α) ενδέχεται να είναι πλέον επαχθής.

Για την ΟΚΛ σε παραμορφώσεις, θα πρέπει να εφαρμόζονται τα οιονεί μόνιμα φορτία. Αυτά είναι $G_k + \psi_2 Q_k$, όπου το ψ_2 εξαρτάται από τη χρήση, π.χ. $0,3$ για γραφεία και κατοικίες και $0,8$ για αποθηκευτικούς χώρους. Πάλι, βλ. Πίνακα 2.2.

Κεφ. 2.3.4

15.2 Τιμές των δράσεων

Οι τιμές των δράσεων (δηλαδή των φορτίων) καθορίζονται στον Ευρωκώδικα 1, EN 1991^[6]. Τα Μέρη του Ευρωκώδικα 1 δίδονται στον Πίνακα 15.1. Οι τιμές των δράσεων που δίδονται θεωρούνται ότι είναι χαρακτηριστικές τιμές.

Κεφ. 2.3.4

Το EN 1991-1-1 αναφέρει ότι η πυκνότητα του σκυροδέματος είναι 2400 kg/m^3 , του οπλισμένου σκυροδέματος, 2500 kg/m^3 και του νωπού οπλισμένου σκυροδέματος, 2600 kg/m^3 .

Πίνακας 15.1

Τα Μέρη του Ευρωκώδικα 1 ^[6]

Αναφορά	Τίτλος
EN 1991-1-1	Πυκνότητες, ίδιο βάρος και εφαρμοζόμενα φορτία
EN 1991-1-2	Δράσεις σε δομήματα εκτιθέμενα σε πυρκαγιά
EN 1991-1-3	Φορτία χιόνος
EN 1991-1-4	Φορτία ανέμου
EN 1991-1-5	Θερμικά φορτία
EN 1991-1-6	Δράσεις κατά την εκτέλεση
EN 1991-1-7	Τυχηματικές δράσεις λόγω κρούσης και έκρηξης
EN 1991-2	Οδικά φορτία σε γέφυρες
EN 1991-3	Δράσεις από γερανούς και μηχανικό εξοπλισμό
EN 1991-4	Δράσεις σε σιλό και δεξαμενές

15.3 Ανάλυση

Κεφ.
5.3 & 5.4

Το Κεφάλαιο 5 πραγματεύεται την Ανάλυση. Όπου αφορά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι συντελεστές που δίδονται στους Πίνακες 15.2 και 15.3 για τον καθορισμό της ροπής και της τέμνουσας σχεδιασμού για πλάκες και δοκούς, στην ΟΚΑ.

Πίνακας 15.2

Συντελεστές για χρήση σε αμφιέρειστες πλάκες κατά τον Ευρωκώδικα 2

Συντελεστής	Θέση						
	Ακραία στήριξη / σύνδεση πλάκας				Εσωτερικές στηρίξεις και ανοίγματα		
	Απλή έδραση		Συνέχεια				
	Ακραία στήριξη	Πλησίον μέσου του ακραίου ανοίγματος	Ακραία στήριξη	Πλησίον μέσου του ακραίου ανοίγματος	Στην πρώτη εσωτερική στήριξη	Στο μέσον των εσωτερικών ανοιγμάτων	Στις εσωτερικές στηρίξεις
Ροπή	0,0	0,086	-0,04	0,075	-0,086	0,063	-0,063
Τέμνουσα	0,40	-	0,46	-	0,60:0,60	-	0,60:0,60

Προϋποθέσεις

Αφορά αμφιέρειστες πλάκες των οποίων το εμβαδόν φαντώματος υπερβαίνει τα $30m^2$, $Q_k \leq 1,25G_k$ και $q_k \leq 5 \text{ kN/m}^2$, ουσιαστικά ομοιόμορφο φορτίο και τουλάχιστον 3 ανοίγματα, εκ των οποίων το μικρότερο άνοιγμα $\geq 0,85$ μέγιστου ανοίγματος (του ανοίγματος σχεδιασμού).

Η ροπή σχεδιασμού = Συντελεστής x n x άνοιγμα² και η τέμνουσα σχεδιασμού = Συντελεστής x n x άνοιγμα, όπου n είναι το ομοιόμορφα κατανομημένο φορτίο για μία μονή μεταβλητή δράση = $\gamma_G g_k + \Psi \gamma_Q q_k$, όπου g_k και q_k είναι οι χαρακτηριστικές μόνιμες και μεταβλητές δράσεις σε kN/m.

Βάση: Σχεδιασμός με γραμμές διαρροής (θεωρήθηκε 20% ανακατανομή^[14], βλ. Κεφάλαιο 4.6.9)

Πίνακας 15.3

Συντελεστές για χρήση σε δοκούς (και αμφιέρειστες πλάκες) κατά τον Ευρωκώδικα 2

Συντελεστής	Θέση				
	Ακραία στήριξη	Πλησίον μέσου του ακραίου ανοίγματος	Στην εσωτερική στήριξη	Στο μέσον των εσωτερικών ανοιγμάτων	Στις εσωτερικές στηρίξεις
Ροπή g_k και q_k	25% άνοιγμα ^α	-	0,094	-	0,075
Ροπή g_k	-	0,090	-	0,066	-
Ροπή q_k	-	0,100	-	0,086	-
Τέμνουσα	0,45	-	0,63:0,55	-	0,50:0,50 ^β

Προϋποθέσεις

Για δοκούς και πλάκες, 3 ή περισσότερα ανοίγματα. (Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για 2 ανοίγματα, αλλά ο συντελεστής της ροπής στήριξης = 0,106 και ο συντελεστής της εσωτερικής τέμνουσας = 0,63 και από τις δύο πλευρές).

Γενικά $Q_k \leq G_k$ και το φορτίο θα πρέπει να είναι ουσιαστικά ομοιόμορφο. Αλλιώς, απαιτείται ειδική απότμηση των οπλισμών.

Το μικρότερο άνοιγμα $\geq 0,85$ x μέγιστου ανοίγματος (δηλ. του ανοίγματος σχεδιασμού).

Ροπή σχεδιασμού στηρίξεων = Συντελεστής x n x άνοιγμα² ή

στα ανοίγματα = (Συντελεστής g_k x $\gamma_G g_k$ + Συντελεστής q_k x $\Psi \gamma_Q q_k$) x άνοιγμα².

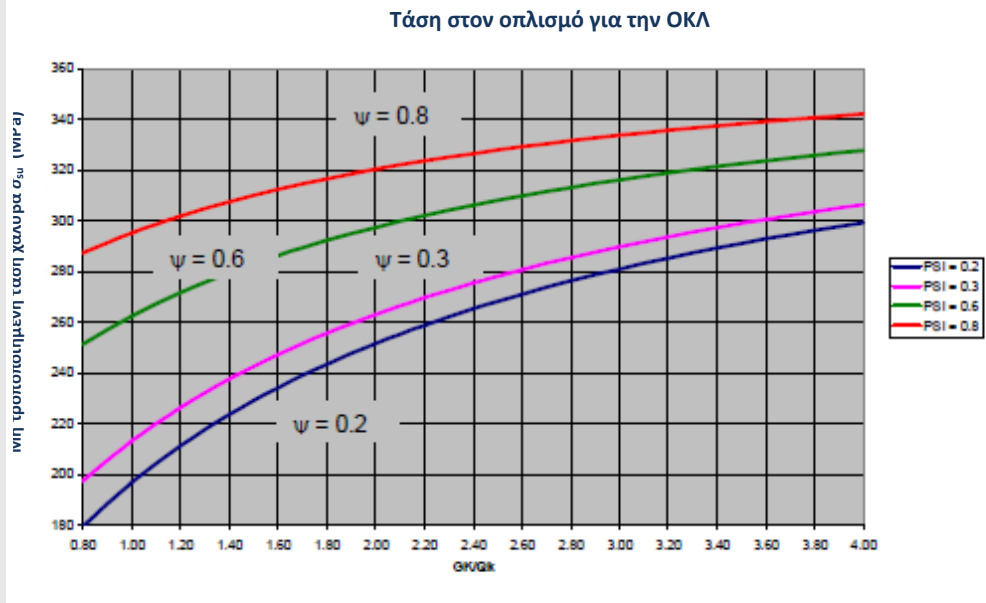
Τα γ_G και $\Psi \gamma_Q$ εξαρτώνται από τη χρήση των Εξ. (6.10), (6.10α) ή (6.10β) του EN 1990. Βλ. Κεφ.15.1.

Βάση: Περιπτώσεις όλων και εναλλάξ ανοιγμάτων κατά ΕΠ ΜΒ και 15% ανακατανομή στις στηρίξεις.

Υπόμνημα

^α Στην ακραία στήριξη, η απαίτηση '25% άνοιγμα' σχετίζεται με την Εθνικά Προσδιοριζόμενη Παράμετρο της ΜΒ για το EN 1992-1-1 9.2.1.2(1) που αφορά το ελάχιστο ποσοστό της ροπής ανοίγματος που θα θεωρείται στις στηρίξεις, σε δοκούς μονολιθικής κατασκευής. Για τις πλάκες, ένα 15% μπορεί να είναι κατάλληλο (βλ. ΜΒ EN 1992-1-1 Εδ. 9.3.1.2)

^β Για δοκούς πέντε ανοιγμάτων, το 0,55 αφορά το μεσαίο άνοιγμα.



Πρόσθετο Σχήμα 15.3

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Το Διάγραμμα εφαρμόζεται όταν οι υπολογισμοί στην ΟΚΑ εκπονήθηκαν με χρήση της Εξ 6.10β του EN 1990, θεωρείται δε ότι $\gamma_G = 1,35$, $\gamma_Q = 1,5$ και $\zeta = 0,85$.

15.4 Σχεδιασμός έναντι κάμψης

Κεφ. 6.2.1

- Καθορίζεται αν $K \leq K'$ ή όχι (δηλαδή, αν η διατομή είναι υπο-οπλισμένη ή μη).

όπου

$$K = M_{Ed} / (b d^2 f_{ck})$$

όπου

$$d = \text{στατικό ύψος} = h - \text{επικάλυψη} - \varphi/2$$

$$b = \text{το πλάτος της διατομής}$$

Το K' μπορεί να υπολογισθεί από τον Πίνακα 15.4 και εξαρτάται από το λόγο ανακατανομής που χρησιμοποιήθηκε.

[Στον Πίνακα έγιναν οι εξής παραδοχές: $\alpha_{cc} = 0,85$, $\gamma_c = 1,5$, $\gamma_s = 1,15$, $\delta = 0,4 + (x_u/d)$, και θεωρήθηκε ορθογωνική κατανομή τάσεων]

- Εάν $K \leq K'$, η διατομή είναι υπο-οπλισμένη.

Για ορθογωνικές διατομές:

$$A_{s1} = M_{Ed} / f_{yd} z$$

όπου

$$A_{s1} = \text{το εμβαδόν του εφεκλυόμενου οπλισμού}$$

$$M_{Ed} = \text{η ροπή σχεδιασμού}$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1,15 = 434,8 \text{ MPa}$$

$$z = d [0,5 + 0,5(1 - 3,53K)^{0,5}] \leq 0,95d$$

Οι τιμές του z/d (και x/d) μπορούν να ληφθούν από τον Πίνακα 15.5

Για πλακοδοκούς, όπου $x < 1,25h_f$,

$$A_{s1} = M_{Ed} / f_{yd} z$$

Κεφ. 4

όπου x = το βάθος ως τον ουδέτερο άξονα. Οι τιμές του x/d μπορούν να ληφθούν από τον Πίνακα 15.5
 (Ας σημειωθεί ότι ο Πίνακας θεωρεί $\alpha_{cc} = 0,85$ και $\gamma_c = 1,5$)
 h_f = το πάχος του πέλματος

Για πλακοδοκούς, όπου $x \geq 1,25h_f$, βλέπε *How to design concrete structures using Ευρωκώδικα 2: Beams* ^[17]

- Εάν $K > K'$, η διατομή είναι υπεροπλισμένη και απαιτείται θλιβόμενος οπλισμός.

$$A_{s2} = (M_{Ed} - M') / f_{sc}(d - d_2)$$

όπου

A_{s2} = θλιβόμενος οπλισμός

$$M' = K' b d^2 f_{ck}$$

$$f_{sc} = 700(x_u - d_2) / x_u \leq f_{yd}$$

όπου

d_2 = το στατικό ύψος έως τον θλιβόμενο οπλισμό

$$x_u = (\delta - 0,44)d / (1,25)$$

όπου

δ = ο λόγος ανακατανομής

Το συνολικό εμβαδόν του χάλυβα $A_{s1} = M' / (f_{yd} z) + A_{s2} f_{sc} / f_{yd}$

Κεφ. 7.2

15.5 Σχεδιασμός δοκών έναντι διάτμησης

15.5.1 Απαίτηση για διατμητικό οπλισμό

Εάν $v_{Ed} > v_{Rd,c}$, τότε απαιτείται διατμητικός οπλισμός

όπου

$v_{Ed} = V_{Ed} / b_w d$, για διατομές χωρίς διατμητικό οπλισμό (π.χ. πλάκες)

$v_{Rd,c}$ = η αντίσταση σε τέμνουσα χωρίς διατμητικό οπλισμό, από τον Πίνακα 15.6

Πίνακας 15.4

Τιμές του K'

Συντελεστής ανακατανομής, δ	z/d K'	K'	$1-\delta$
1,00	0,76 ^α	0,208	0%
0,95	0,78 ^α	0,195	5%
0,90	0,80 ^α	0,182	10%
0,85	0,82	0,168	15%
0,80	0,84	0,153	20%
0,75	0,86	0,137	25%
0,70	0,88	0,120	30%

Συνθήκη

Η χρήση οπλισμού Κατηγορίας Α περιορίζεται όπου ο συντελεστής ανακατανομής, $\delta \leq 0,8$.

Υπόμνημα

^α Βλέπε β στον Πίνακα 15.5.

Πίνακας 15.5

Τιμές των z/d και x/d για απλά οπλισμένες ορθογωνικές διατομές

K	z/d	x/d	$(1-\delta)_{max}^*$
0,04	0,950 ^α	0,125	30%
0,05	0,950 ^α	0,125	30%
0,06	0,944	0,140	30%
0,07	0,934	0,165	30%
0,08	0,924	0,191	30%
0,09	0,913	0,217	30%
0,10	0,902	0,245	30%
0,11	0,891	0,272	30%
0,12	0,880	0,301	30%
0,13	0,868	0,331	27%
0,14	0,856	0,361	24%
0,15	0,843	0,393	21%
0,16	0,830	0,425	18%
0,17	0,816 ^β	0,460 ^β	14%
0,18	0,802 ^β	0,495 ^β	11%
0,19	0,787 ^β	0,533 ^β	7%
0,20	0,771 ^β	0,572 ^β	3%
0,208	0,758 ^β	0,606 ^β	0%

Συνθήκες

$f_{ck} \leq 50$ MPa.

* Μέγιστη επιτρεπόμενη ανακατανομή

Υπόμνημα

^α Πρακτικό όριο.

^β Συνιστάται όπως το x/d να περιορίζεται στην τιμή 0,450^[19]. Σαν αποτέλεσμα αυτού, το z/d περιορίζεται σε μία ελάχιστη τιμή 0,820.

Πίνακας 15.6

Αντίσταση σε τέμνουσα χωρίς διατμητικό οπλισμό, $v_{Rd,c}$ (MPa)

$\rho_l = A_{sl}/b_w d$	Στατικό ύψος d (mm)										
	≤ 200	225	250	275	300	350	400	450	500	600	750
$\geq 0,25\%$	0,54	0,52	0,50	0,48	0,47	0,45	0,43	0,41	0,40	0,38	0,36
$\geq 0,50\%$	0,59	0,57	0,56	0,55	0,54	0,52	0,51	0,49	0,48	0,47	0,45
$\geq 0,75\%$	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,59	0,58	0,56	0,55	0,53	0,51
$\geq 1,00\%$	0,75	0,72	0,71	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62	0,61	0,59	0,57
$\geq 1,25\%$	0,80	0,78	0,76	0,74	0,73	0,71	0,69	0,67	0,66	0,63	0,61
$\geq 1,50\%$	0,85	0,83	0,81	0,79	0,78	0,75	0,73	0,71	0,70	0,67	0,65
$\geq 1,75\%$	0,90	0,87	0,85	0,83	0,82	0,79	0,77	0,75	0,73	0,71	0,68
$\geq 2,00\%$	0,94	0,91	0,89	0,87	0,85	0,82	0,80	0,78	0,77	0,74	0,71

Σημειώσεις

Ο Πίνακας υπολογίσθηκε με βάση το EN 1992-1-1 και το ΕΠ της Μ. Βρετανίας.

Ο Πίνακας υπολογίσθηκε για $f_{ck} = 30$ MPa θεωρώντας κατακόρυφους συνδετήρες.

Για $\rho \geq 0,4\%$ και $f_{ck} = 25$ MPa, επί το συντελεστή 0,94

$f_{ck} = 35$ MPa, επί το συντελεστή 1,05

$f_{ck} = 40$ MPa, επί το συντελεστή 1,10

$f_{ck} = 45$ MPa, επί το συντελεστή 1,14

$f_{ck} = 50$ MPa, επί το συντελεστή 1,19

Δεν ισχύει για $f_{ck} > 50$ MPa

15.5.2 Έλεγχος της φέρουσας ικανότητας της διατομής

Εάν $v_{Ed,z} > v_{Rd,max}$, τότε οι διαστάσεις της διατομής επαρκούν

όπου

$$v_{Ed,z} = V_{Ed}/b_w z = V_{Ed}/b_w 0,9d \text{ για διατομές οπλισμένες με διατμητικό οπλισμό}$$

$$v_{Rd,max} = \text{η αντοχή των θλιπτήρων από σκυρόδεμα, εκπεφρασμένη σαν τάση στο κατακόρυφο επίπεδο}$$

$$= V_{Rd,max}/b_w z$$

$$= V_{Rd,max}/b_w 0,9d$$

Η $v_{Rd,max}$ μπορεί να καθορισθεί από τον Πίνακα 15.7, ελέγχοντας αρχικά για $\cot \theta = 2,5$. Εφόσον απαιτηθεί, μπορεί να θεωρηθεί μία μεγαλύτερη αντίσταση με χρήση μίας μεγαλύτερης γωνίας θλιπτήρα, θ .

Πίνακας 15.7

Αντοχή των θλιπτήρων σκυροδέματος εκπεφρασμένη σαν τάση, $v_{Rd,max}$

f_{ck}	$v_{Rd,max}$ (MPa)							ν
	$\cot \theta$	2,50	2,14	1,73	1,43	1,19	1,00	
	θ	21,8°	25°	30°	35°	40°	45°	
20		2,54	2,82	3,19	3,46	3,62	3,68	0,552
25		3,10	3,45	3,90	4,23	4,43	4,50	0,540
30		3,64	4,04	4,57	4,96	5,20	5,28	0,528
35		4,15	4,61	5,21	5,66	5,93	6,02	0,516
40		4,63	5,15	5,82	6,31	6,62	6,72	0,504
45		5,09	5,65	6,39	6,93	7,27	7,38	0,492
50		5,52	6,13	6,93	7,52	7,88	8,00	0,480

Σημειώσεις

Ο Πίνακας υπολογίστηκε από το EN 1992-1-1 και το ΕΠ της Μεγάλης Βρετανίας, θεωρώντας κατακόρυφους συνδετήρες, δηλαδή $\cot \alpha = 1,0$.

$$v_{Rd,max} = v_{fcd} (\cot \theta + \cot \alpha) / (1 + \cot^2 \theta)$$

15.5.3 Σχεδιασμός διατμητικού οπλισμού

$$A_{sw}/s \geq v_{Ed,z} b_w / (f_{ywd} \cot \theta)$$

όπου

A_{sw} = το εμβαδόν του διατμητικού οπλισμού (θεωρούνται κατακόρυφοι συνδετήρες)

s = η απόσταση μεταξύ διατμητικών οπλισμών

$v_{Ed,z} = V_{Ed}/b_w z$, ως ανωτέρω

b_w = το πλάτος του κορμού

$f_{ywd} = f_{ywk}/\gamma_s$ = η αντοχή διαρροής σχεδιασμού του διατμητικού οπλισμού

$$\text{Γενικά } A_{sw}/s \geq v_{Ed,z} b_w / 1087$$

$$\text{για } f_{ywk} = 500 \text{ MPa, } \gamma_s = 1,15 \text{ και } \cot \theta = 2,5$$

Εναλλακτικά, το A_{sw}/s ανά m πλάτους του b_w μπορεί να καθορισθεί από τα Σχήματα 15.1 α) ή 15.1 β), όπως δείχνεται από τα μπλέ τόξα στο Σχήμα 15.1 α). Τα Σχήματα αυτά μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τον καθορισμό της τιμής του $\cot \theta$.

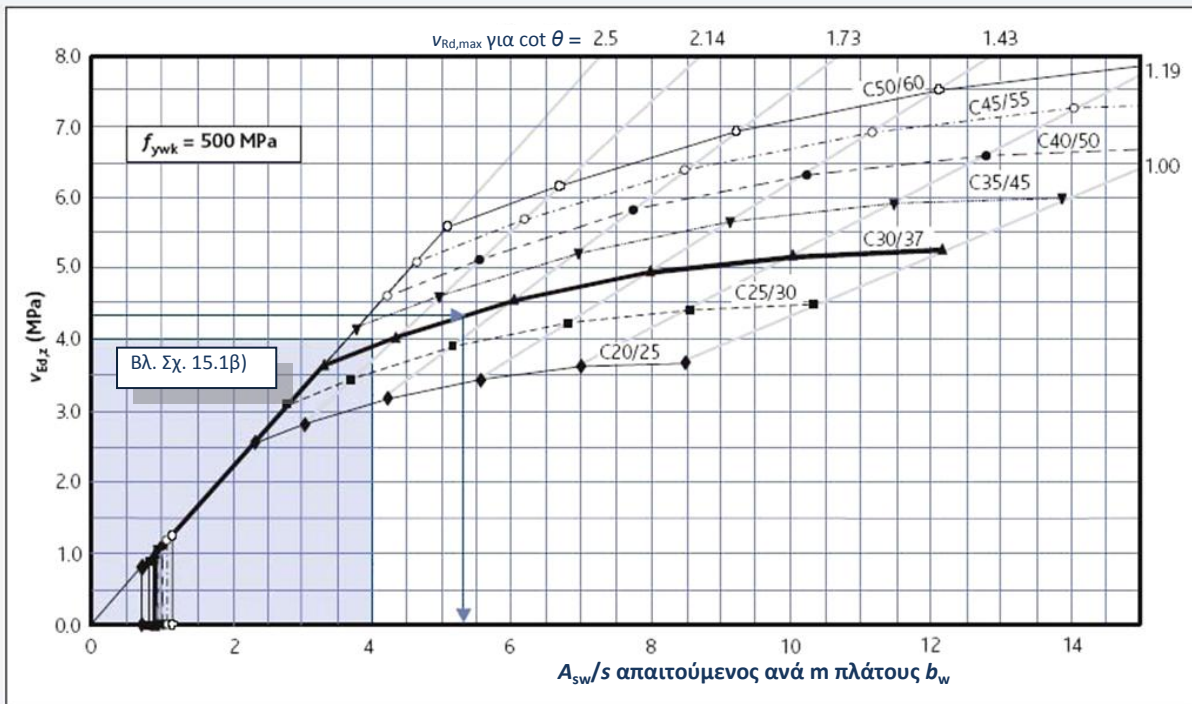
Οι δοκοί υπόκεινται επίσης σε μία απαίτηση για ένα ελάχιστο διατμητικό οπλισμό. Θεωρώντας κατακόρυφους συνδετήρες,

$$A_{sw,min}/sb_w \geq 0,08 f_{ck}^{0,5}/f_{yk} \text{ (βλ. Πίνακα 15.8).}$$

Πίνακας 15.8

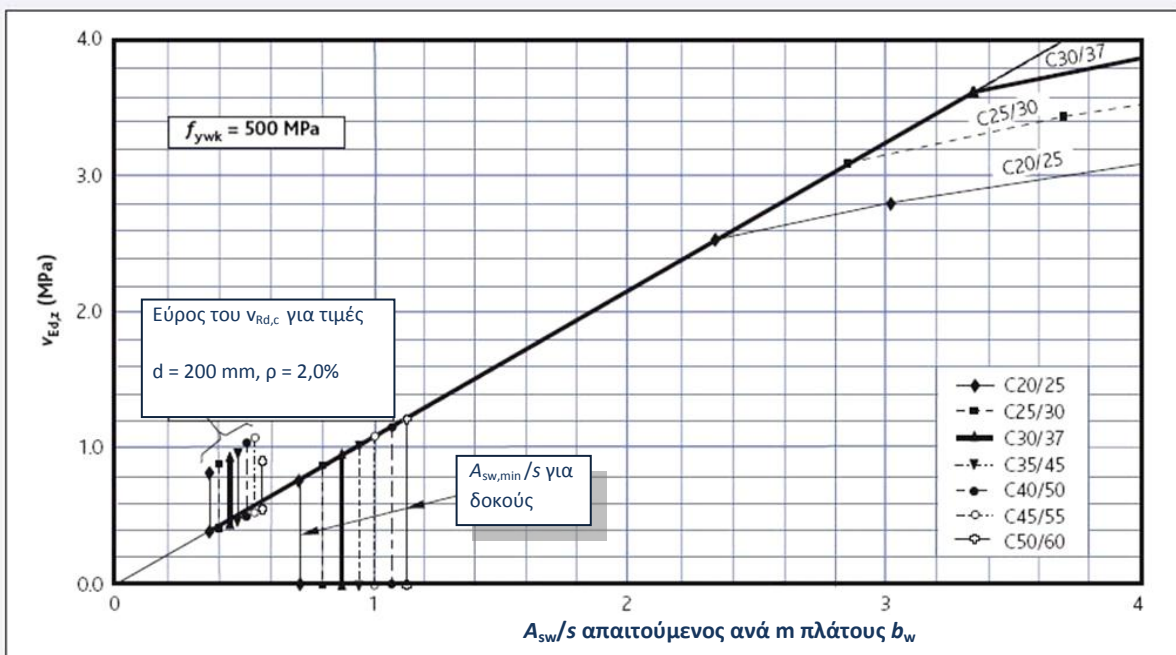
Τιμές του $A_{sw,min}/sb_w$ σε δοκούς για κατακόρυφους συνδετήρες και $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

Κατηγορία σκυροδέματος	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$A_{sw,min}/sb_w$ σε δοκούς ($\times 10^3$)	0,78	0,87	0,95	1,03	1,10	1,17	1,23



Σχήμα 15.1α)

Νομογράφημα για τον καθορισμό του απαιτούμενου $A_{sw,min}/s$ (για δοκούς και πλάκες με υψηλή διατμητική τάση)



Σχήμα 15.1β)

Νομογράφημα για τον καθορισμό του απαιτούμενου A_{sw}/s (για δοκούς και πλάκες με χαμηλή διατμητική τάση)

15.6 Σχεδιασμός σε διάτρηση

Καθορίζεται αν απαιτείται διατμητικός οπλισμός διάτρησης, αρχικά στη u_1 , ακολούθως αν είναι αναγκαίο σε περαιτέρω περιμέτρους, u_i .

Κεφ. 8.4

Εάν $v_{Ed} > v_{Rd,c}$ τότε απαιτείται διατμητικός οπλισμός διάτρησης.

όπου

$$v_{Ed} = \beta V_{Ed} / u_i d$$

όπου

β = συντελεστής που λαμβάνει υπόψη την εκκεντρότητα (βλ. Κεφάλαιο 8.2)

V_{Ed} = η δρώσα διατμητική δύναμη

u_i = το μήκος της θεωρούμενης περιμέτρου (βλ. Κεφάλαια 8.3, 8.7 και 12.4.3)

d = το μέσο στατικό ύψος

$v_{Rd,c}$ = η διατμητική αντίσταση χωρίς διατμητικό οπλισμό (βλ. Πίνακα 15.6)

Για τον κατακόρυφο διατμητικό οπλισμό

Κεφ. 8.5

$$(A_{sw}/s_r) = u_1(v_{Ed} - 0,75 v_{Rd,c}) / (1,5 f_{ywd,ef})$$

όπου

A_{sw} = το εμβαδόν του διατμητικού οπλισμού εντός μίας περιμέτρου περί το υποστύλωμα.

Για το $A_{sw,min}$ βλ. Κεφάλαιο 10.4.2. Για τη διάταξη, βλ. Κεφάλαιο 12.4.3

s_r = η ακτινική απόσταση των περιμέτρων διατμητικού οπλισμού

u_1 = η βασική περίμετρος ελέγχου (βλ. Σχήματα 8.3 και 8.4)

$f_{ywd,ef}$ = η ενεργή αντοχή σχεδιασμού του οπλισμού = $(250 + 0,25d) \leq f_{ywd}$.

Για διατμητικό οπλισμό Κατηγορίας 500, βλ. Πίνακα 15.9

Κεφ. 10.4.2 & 12.4

Πίνακας 15.9

Τιμές του $f_{ywd,ef}$ για οπλισμό Κατηγορίας 500

d	150	200	250	300	350	400	450
$f_{ywd,ef}$	287,5	300	312,5	325	337,5	350	362,5

15.7 Έλεγχος βέλους

Κεφ. 10.5

Γενικά, οι παραμορφώσεις στην ΟΚΛ μπορούν να ελεγχθούν κάνοντας χρήση της μεθόδου του λόγου μήκος προς στατικό ύψος. Μία πλέον κριτική εξέταση των παραμορφώσεων είναι εκτός του αντικειμένου της παρούσης. Κατά τη χρήση της μεθόδου του λόγου μήκος-προς-στατικό-ύψος, ελέγχεται ότι:

Το επιτρεπόμενο $l/d = N \times K \times F1 \times F2 \times F3 \geq$ πραγματικού l/d

όπου

N = ο βασικός λόγος μήκος-προς-στατικό-ύψος που εξάγεται για $K = 1,0$ και $\rho' = 0$ από το Κεφάλαιο 10.5.2, ή τον Πίνακα 15.10 ή το Σχήμα 15.2

K = συντελεστής που λαμβάνει υπόψη το δομικό σύστημα. Βλ. Πίνακα 15.11

$F1$ = συντελεστής που λαμβάνει υπόψη την πλακοδοκό. Όταν $b_{\text{eff}}/b_w = 1,0$, ο συντελεστής $F1 = 1,0$. Όταν b_{eff}/b_w υπερβαίνει το 3,0, ο συντελεστής $F1 = 0,80$.

Για τιμές του b_{eff}/b_w μεταξύ 1,0 και 3,0, μπορεί να χρησιμοποιηθεί παρεμβολή (βλ. Πίνακα 15.12)

όπου

b_{eff} ορίζεται στο Κεφάλαιο 5.2.2

b_w = το πλάτος του κορμού

Σε δοκούς I, b_w = το ελάχιστο πλάτος του κορμού στην εφελκυστική περιοχή.

Σε δοκούς με κεκλιμένο κορμό, b_w = το πλάτος του κορμού στο κέντρο βάρους του οπλισμού στον κορμό.

Πίνακας 15.10

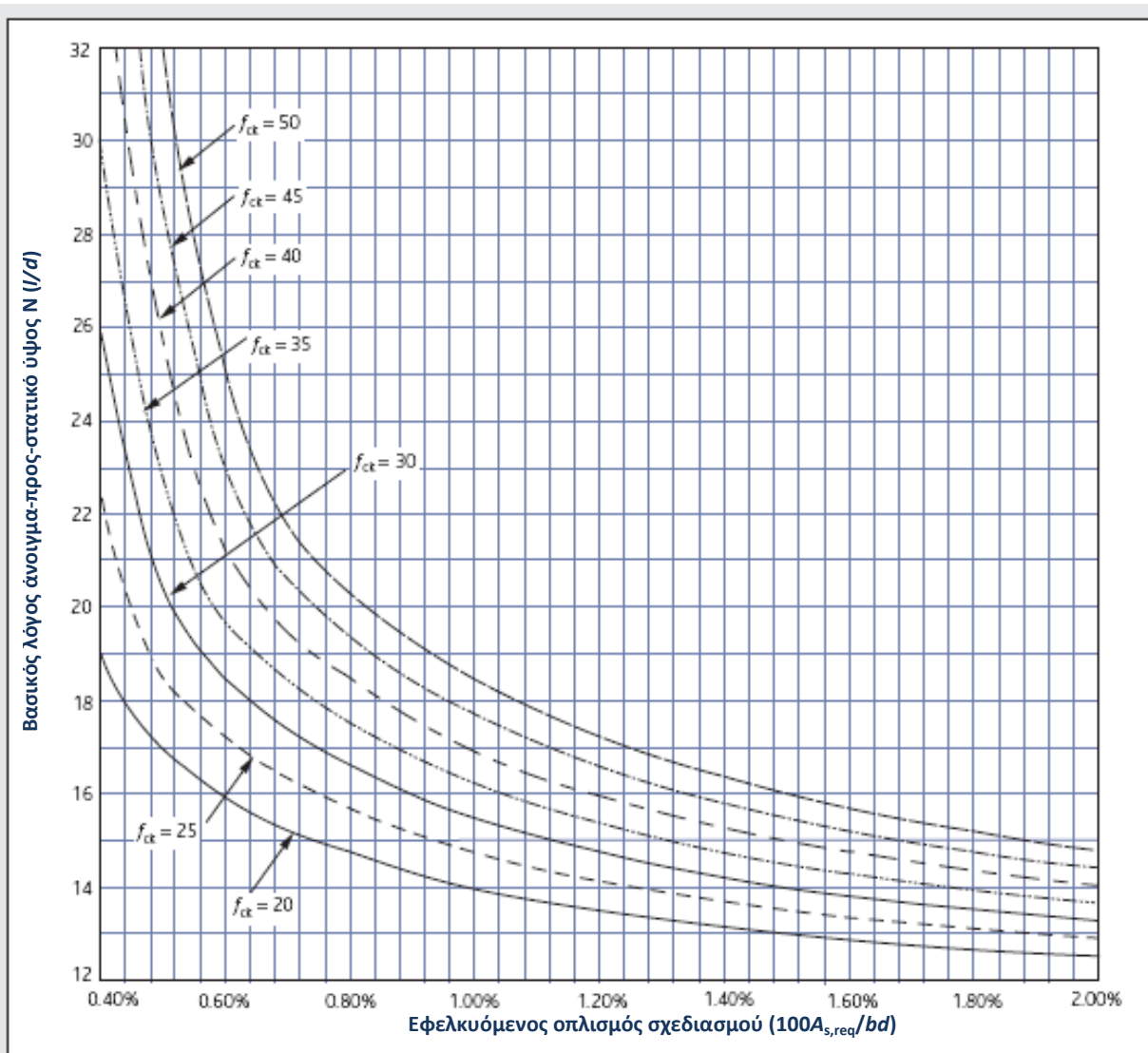
Βασικοί λόγοι άνοιγμα-προς-στατικό ύψος, N , για μέλη χωρίς αξονική θλίψη

Απαιτούμενος οπλισμός, ρ	f_{ck}						
	20	25	30	35	40	45	50
0,30%	25,9	32,2	39,2	46,6	54,6	63,0	71,8
0,40%	19,1	22,4	26,2	30,4	35,0	39,8	45,0
0,50%	17,0	18,5	20,5	23,0	25,8	28,8	32,0
0,60%	16,0	17,3	18,5	19,8	21,3	23,1	25,2
0,70%	15,3	16,4	17,4	18,5	19,6	20,6	21,7
0,80%	14,8	15,7	16,6	17,6	18,5	19,4	20,4
0,90%	14,3	15,2	16,0	16,8	17,7	18,5	19,3
1,00%	14,0	14,8	15,5	16,3	17,0	17,8	18,5
1,20%	13,5	14,1	14,8	15,4	16,0	16,6	17,3
1,40%	13,1	13,7	14,2	14,8	15,3	15,8	16,4
1,60%	12,9	13,3	13,8	14,3	14,8	15,2	15,7
1,80%	12,7	13,1	13,5	13,9	14,3	14,8	15,2
2,00%	12,5	12,9	13,3	13,6	14,0	14,4	14,8
2,50%	12,2	12,5	12,8	13,1	13,4	13,7	14,0
3,00%	12,0	12,3	12,5	12,8	13,0	13,3	13,5
3,50%	11,9	12,1	12,3	12,5	12,7	12,9	13,1
4,00%	11,8	11,9	12,1	12,3	12,5	12,7	12,9
4,50%	11,7	11,8	12,0	12,2	12,3	12,5	12,7
5,00%	11,6	11,8	11,9	12,1	12,2	12,4	12,5
Ποσοστό οπλισμού αναφοράς, ρ_0	0,45%	0,50%	0,55%	0,59%	0,63%	0,67%	0,71%

Συνθήκες

Οι τιμές για άνοιγμα-προς-στατικό ύψος βασίσθηκαν στον Πίνακα 10.3, χρησιμοποιώντας $K=1$ (απλή έδραση) και $\rho' = 0$ (δεν απαιτείται θλιβόμενος οπλισμός).

Ο λόγος άνοιγμα-προς-στατικό ύψος θα πρέπει να βασίζεται στο μικρότερο άνοιγμα σε τετραερείστες πλάκες και στο μεγαλύτερο άνοιγμα, σε πλάκες χωρίς δοκούς.



Σχήμα 15.2
 Βασικοί λόγοι άνοιγμα-προς-στατικό ύψος, N , για $K=1$, $\rho' = 0$

Πίνακας 15.11

Συντελεστές K για εφαρμογή στους βασικούς λόγους άνοιγμα-προς-στατικό ύψος

Δομικό σύστημα		K
Δοκοί	Πλάκες	
Απλά εδραζόμενες	Διέρειστες ή τετραέρειστες πλάκες, απλά εδραζόμενες	1,0
Ακραίο άνοιγμα συνεχών δοκών	Ακραίο άνοιγμα διέρειστων συνεχών πλακών ή τετραέρειστες πλάκες, συνεχείς και εδραζόμενες στη μεγάλη πλευρά	1,3
Εσωτερικό άνοιγμα συνεχών δοκών	Εσωτερικά ανοίγματα συνεχών πλακών	1,5
Δεν Υφίσταται	Πλάκα χωρίς δοκούς (με βάση το μεγαλύτερο άνοιγμα)	1,2
Πρόβολος	Πρόβολος	0,4

Πίνακας 15.12

Συντελεστής μετατροπής F1 για πλακοδοκούς

b_{eff}/b_w	1,0	1,5	2,0	2,5	$\geq 3,0$
Συντελεστής	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80

F2 = συντελεστής που λαμβάνει υπόψη την ύπαρξη ψαθυρών χωρισμάτων σε σχέση με την ύπαρξη μεγάλων ανοιγμάτων. Γενικά $F2 = 1,0$ εάν όμως υπάρχουν ψαθυρά χωρίσματα τα οποία υφίστανται βλάβες λόγω μεγάλων παραμορφώσεων, ο συντελεστής F2 θα πρέπει να καθορίζεται ως ακολούθως:

α) σε πλάκες χωρίς δοκούς στις οποίες το μεγαλύτερο άνοιγμα υπερβαίνει τα 8,5 m, $F2 = 8,5/l_{eff}$

β) σε δοκούς και άλλες πλάκες με ανοίγματα που υπερβαίνουν τα 7,0 m, $F2 = 7,0/l_{eff}$

Οι τιμές του F2 μπορούν να ληφθούν από τον Πίνακα 15.13

F3 = συντελεστής που λαμβάνει υπόψη την τάση λειτουργίας στον εφελκυσμένο οπλισμό $= 310/\sigma_s \leq 1,5$

Συντηρητικά, αν θεωρηθεί μία τάση λειτουργίας, σ_s , των 310 MPa για το εμβαδόν του οπλισμού που προέκυψε από το σχεδιασμό, $A_{s,req}$ τότε $F3 = A_{s,prov}/A_{s,req} \leq 1,5$.

(Ας σημειωθεί ότι ο EC2 δεν θέτει το όριο του 1,5)

Ακριβέστερα, η τάση λειτουργίας, σ_s , μπορεί να υπολογισθεί από τις ροπές στην ΟΚΛ ή μπορεί να εκτιμηθεί ως ακολούθως:

$$\sigma_s = (f_{yk}/\gamma_s)[(G_k + \psi_2 Q_k)/(1,25G_k + 1,5Q_k)] [A_{s,req}/A_{s,prov}] (1/\delta)$$

ή

$$\sigma_s = \sigma_{su} [A_{s,req}/A_{s,prov}] (1/\delta)$$

όπου

σ_{su} = η μη τροποποιημένη τάση στο χάλυβα στην ΟΚΛ, λαμβάνοντας υπόψη το γ_M για τον οπλισμό και τη μετάβαση από τις οριακές δράσεις στις δράσεις λειτουργίας

$$= 500/\gamma_s (G_k + \psi_2 Q_k)/(1,25G_k + 1,5Q_k)$$

η σ_{su} μπορεί να εκτιμηθεί από το Σχήμα 15.3 όπως δείχνεται από το μπλε τόξο

$A_{s,req}/A_{s,prov}$ = το εμβαδόν του απαιτούμενου χάλυβα προς εμβαδόν του παρεχόμενου χάλυβα.

(1/δ) = ένας συντελεστής για τη μετατροπή των ροπών ΟΚΑ σε ροπές ΟΚΛ (βλ. Πίνακα 15.14)

Το πραγματικό l/d = το πραγματικό άνοιγμα προς το στατικό ύψος, d .

Πίνακας 15.13

Συντελεστής μετατροπής F2 για μεγάλα ανοίγματα που φέρουν ψαθυρά χωρίσματα

Άνοιγμα, m	l_{eff}	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0
Πλάκες χωρίς δοκούς	$8,5/l_{eff}$	1,00	1,00	1,00	1,00	0,94	0,85	0,77	0,71	0,65	0,61	0,57	0,53
Δοκοί και άλλες πλάκες	$7,0/l_{eff}$	1,00	0,93	0,88	0,82	0,78	0,70	0,64	0,58	0,54	0,50	0,47	0,44

Πίνακας 15.14

Συντελεστής μετατροπής ($1/\delta$) για εφαρμογή στη μη τροποποιημένη τιμή της σ_{su} , ώστε να ληφθεί υπόψη η ανακατανομή που χρησιμοποιήθηκε

Μέση ανακατανομή που χρησιμοποιήθηκε	20%	15%	10%	5%	0%	-5%	-10%	-15%	-20%	-25%	-30%
Λόγος ανακατανομής δ που χρησιμοποιήθηκε	1,20	1,15	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70
($1/\delta$)	83%	87%	91%	95%	100%	105%	111%	118%	125%	133%	143%

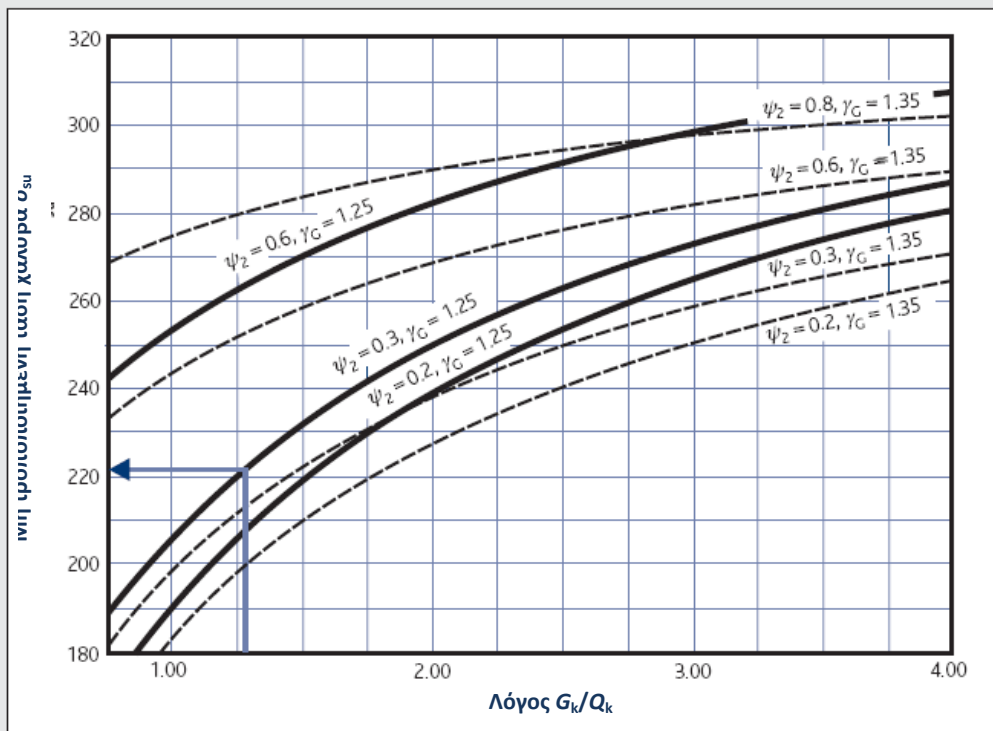
Σημειώσεις

Όπου χρησιμοποιήθηκαν συντελεστές από τον Πίνακα 15.2 στο σχεδιασμό και όπου $Q_k = 1,25G_k$, οι συντελεστές στον Πίνακα 15.2 μπορούν να θεωρηθούν ότι αντιπροσωπεύουν κατανομή ροπών:

- α) -8% πλησίον του μέσου του ακραίου ανοίγματος με απλή έδραση στο άκρο
- β) -22% στην πρώτη εσωτερική στήριξη, σαν χειρότερη περίπτωση
- γ) +3% πλησίον του μέσου των εσωτερικών ανοιγμάτων, σαν χειρότερη περίπτωση
- δ) -28% στα εσωτερικά ανοίγματα, σαν χειρότερη περίπτωση

Όπου χρησιμοποιήθηκαν συντελεστές από τον Πίνακα 15.3 στο σχεδιασμό και όπου $Q_k = G_k$, οι συντελεστές στον Πίνακα 15.3 μπορούν να θεωρηθούν ότι αντιπροσωπεύουν κατανομή ροπών ως:

- α) +3% πλησίον του μέσου του ακραίου ανοίγματος με απλή έδραση στο άκρο, σαν χειρότερη περίπτωση
- β) +9% πλησίον του μέσου των εσωτερικών ανοιγμάτων, σαν χειρότερη περίπτωση
- γ) -15% σε όλες τις εσωτερικές στήριξεις.



Σχήμα 15.3

Καθορισμός της μη τροποποιημένης τάσης σ_{su} στον οπλισμό

15.8 Έλεγχος ρηγμάτωσης

Η ρηγμάτωση μπορεί να ελεγχθεί μέσω περιορισμού είτε της μέγιστης διαμέτρου του οπλισμού είτε της μέγιστης απόστασης μεταξύ ράβδων, στις σχετικές διαμέτρους και αποστάσεις που δίδονται στον Πίνακα 15.15. Η κατάλληλη τάση στον οπλισμό, σ_s , μπορεί να υπολογισθεί όπως περιγράφεται για το F3, στο Κεφάλαιο 15.7.

Κεφ. 10.2

Θα πρέπει να ελέγχονται τα ελάχιστα εμβαδά και οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες.

Κεφ. 10.3,
10.4

Πίνακας 15.15

Μέγιστη διάμετρος ϕ ή μέγιστη απόσταση ράβδων, για έλεγχο της ρηγμάτωσης

Τάση χάλυβα (MPa) σ_s	Μέγιστη διάμετρος ράβδου (mm)		H'	Μέγιστη απόσταση ράβδων (mm)	
	$w_k = 0,3$ mm	$w_k = 0,4$ mm		$w_k = 0,3$ mm	$w_k = 0,4$ mm
160	32	40		300	300
200	25	32		250	300
240	16	20		200	250
280	12	16		150	200
320	10	12		100	150
360	8	10		50	100

Σημείωση

Το 'σύνθηθες' όριο των 0,3 mm μπορεί να χαλαρωθεί στα 0,4 mm στις Κατηγορίες έκθεσης X0 και XC1 εφόσον δεν υπάρχει κάποια συγκεκριμένη απαίτηση για την εμφάνιση.

15.9 Σχεδιασμός για κάμψη και αξονική

15.9.1 Γενικά

Στα υποστυλώματα, οι ροπές σχεδιασμού M_{Ed} και η δρώσα αξονική δύναμη σχεδιασμού N_{Ed} θα πρέπει να εξάγονται από την ανάλυση, τη θεώρηση των ατελειών και, όπου είναι απαραίτητο, τα φαινόμενα δευτέρας τάξεως (βλ. Κεφάλαιο 5.6).

Κεφ. 5.6

15.9.2 Σχεδιασμός μέσω υπολογισμού

Θεωρώντας δύο στρώσεις οπλισμού, A_{s1} και A_{s2} , το συνολικό εμβαδόν του απαιτούμενου χάλυβα σε ένα υποστύλωμα, A_s , μπορεί να υπολογισθεί όπως περιγράφεται παρακάτω.

Κεφ. 6.2.2

- Για το αξονικό φορτίο

$$A_{sN/2} = (N_{Ed} - \alpha_{cc} \eta f_{ck} b d_c / \gamma_c) / (\sigma_{sc} - \sigma_{st})$$

όπου

A_{sN} = το συνολικό εμβαδόν του οπλισμού που απαιτείται να παραλάβει την αξονική, βάσει της παρούσης μεθοδολογίας.

$$A_{sN} = A_{s1} + A_{s2} \text{ και } A_{s1} = A_{s2}$$

όπου

A_{s1} (A_{s2}) = το εμβαδόν του οπλισμού στη στρώση 1 (στρώση 2) (βλ. Σχήμα 6.3)

N_{Ed} = η δρώσα αξονική δύναμη σχεδιασμού

$$\alpha_{cc} = 1,00$$

$\eta = 1$ για $\leq C50/60$

b = το πλάτος της διατομής

d_c = το στατικό ύψος του σκυροδέματος σε θλίψη = $\lambda x \leq h$ (βλ. Σχήμα 6.4)

όπου

$\lambda = 0,8$ για $\leq C50/60$

x = το βάθος έως τον ουδέτερο άξονα

h = το ύψος της διατομής

σ_{sc} , (σ_{st}) = η τάση στον θλιβόμενο (και εφελκυσμένο) οπλισμό

- Για τη ροπή

$$A_{sM/2} = [M_{Ed} - \alpha_{cc} \eta f_{ck} b d_c (h/2 - d_c/2) / \gamma_c] / [(h/2 - d_2) (\sigma_{sc} + \sigma_{st})]$$

όπου

A_{sM} = το συνολικόν εμβαδόν του οπλισμού που απαιτείται να παραλάβει τη ροπή, βάσει της παρούσης μεθοδολογίας.

$$A_{sM} = A_{s1} + A_{s2} \text{ και } A_{s1} = A_{s2}$$

Όπου ο οπλισμός δεν είναι συγκεντρωμένος στις γωνίες, μία συντηρητική προσέγγιση είναι να υπολογισθεί μια ενεργή τιμή του d_2 , όπως δείχνεται στο Σχήμα 15.4.

- Επίλυση: διαδοχική σύγκλιση στο x έτσι ώστε $A_{sN} = A_{sM}$

15.9.3 Νομογραφήματα υποστυλωμάτων

Εναλλακτικά, το A_s μπορεί να εκτιμηθεί από τα νομογραφήματα σχεδιασμού υποστυλωμάτων.

Τα Σχήματα 15.5 α) έως 15.5 ε) δίδουν αδιάστατα νομογραφήματα σχεδιασμού για ορθογωνικά υποστυλώματα συμμετρικά οπλισμένα, όπου ο οπλισμός θεωρείται ότι είναι συγκεντρωμένος στις γωνίες.

Στα διαγράμματα αυτά:

$$\alpha_{cc} = 0,85$$

$$f_{ck} \leq 50 \text{ MPa}$$

Θεωρείται το απλοποιημένο διάγραμμα τάσεων.

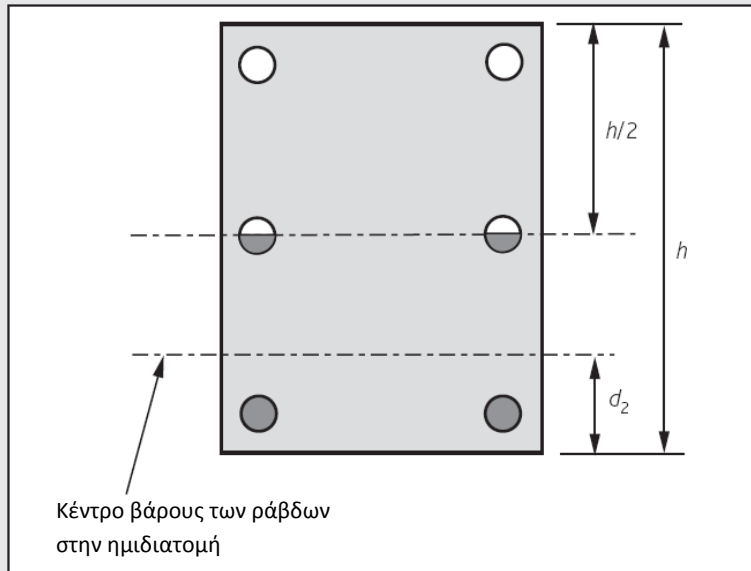
$$A_s = \text{το συνολικό εμβαδόν του απαιτούμενου οπλισμού} \\ = (A_s f_{ck} / b h f_{ck}) b h f_{ck} / f_{yk}$$

όπου

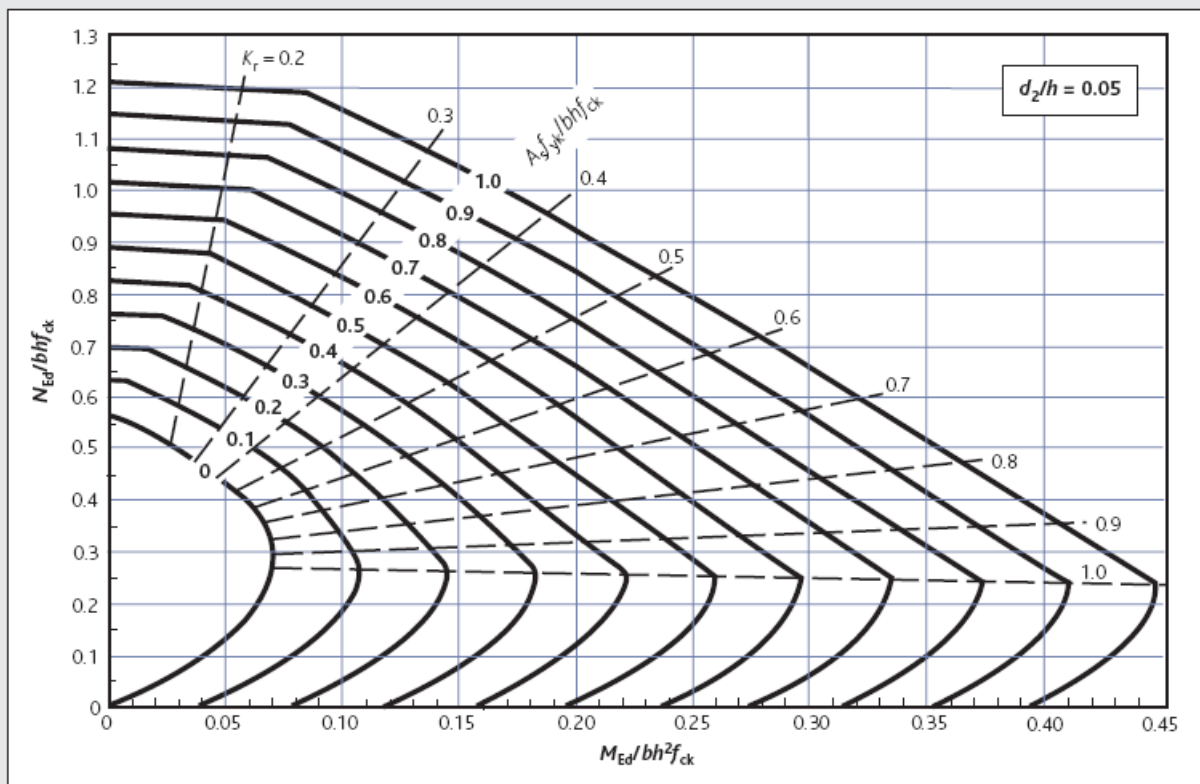
$(A_s f_{ck} / b h f_{ck})$ εκτιμάται από το κατάλληλο νομογράφημα, με παρεμβολή κατά πώς απαιτείται, μεταξύ νομογραφημάτων, για την τιμή d_2/h της διατομής.

Όπου ο οπλισμός δεν είναι συγκεντρωμένος στις γωνίες, μία συντηρητική προσέγγιση είναι να υπολογισθεί μια ενεργή τιμή του d_2 όπως δείχνεται στο Σχήμα 15.4.

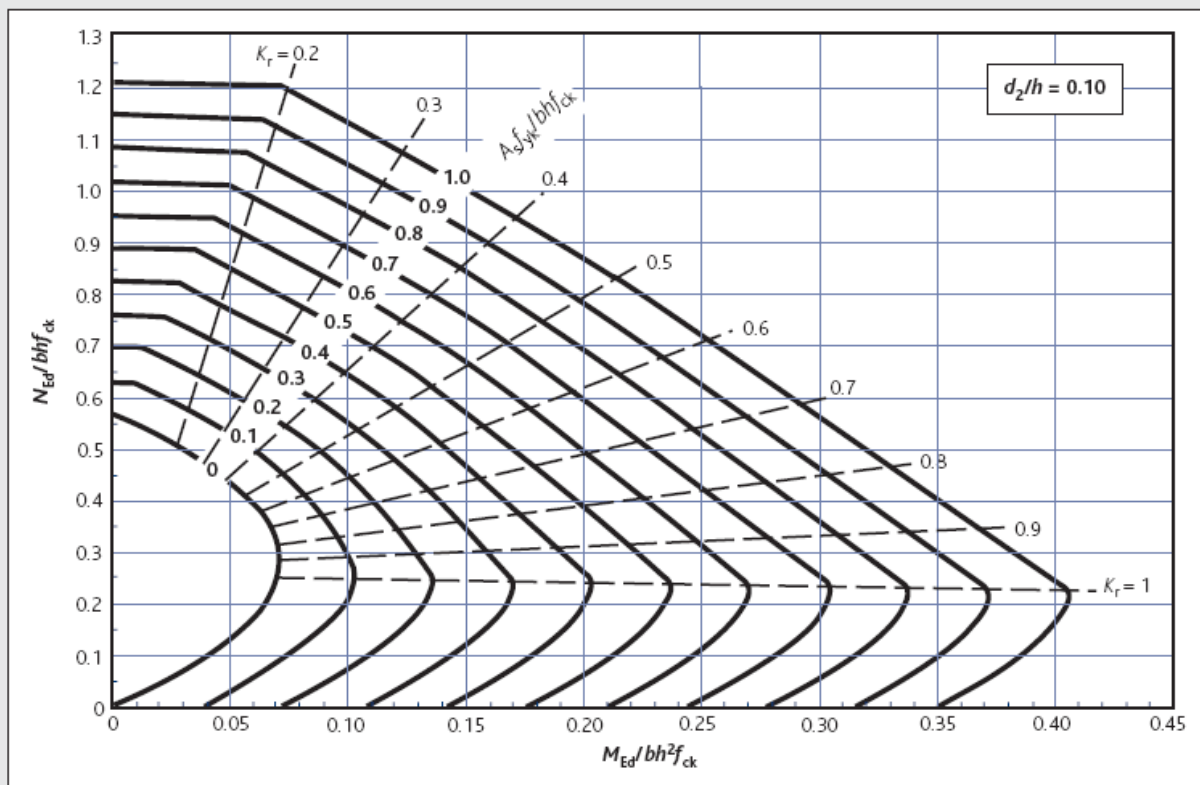
d_2 = το στατικό ύψος έως το χάλυβα στη στρώση 2



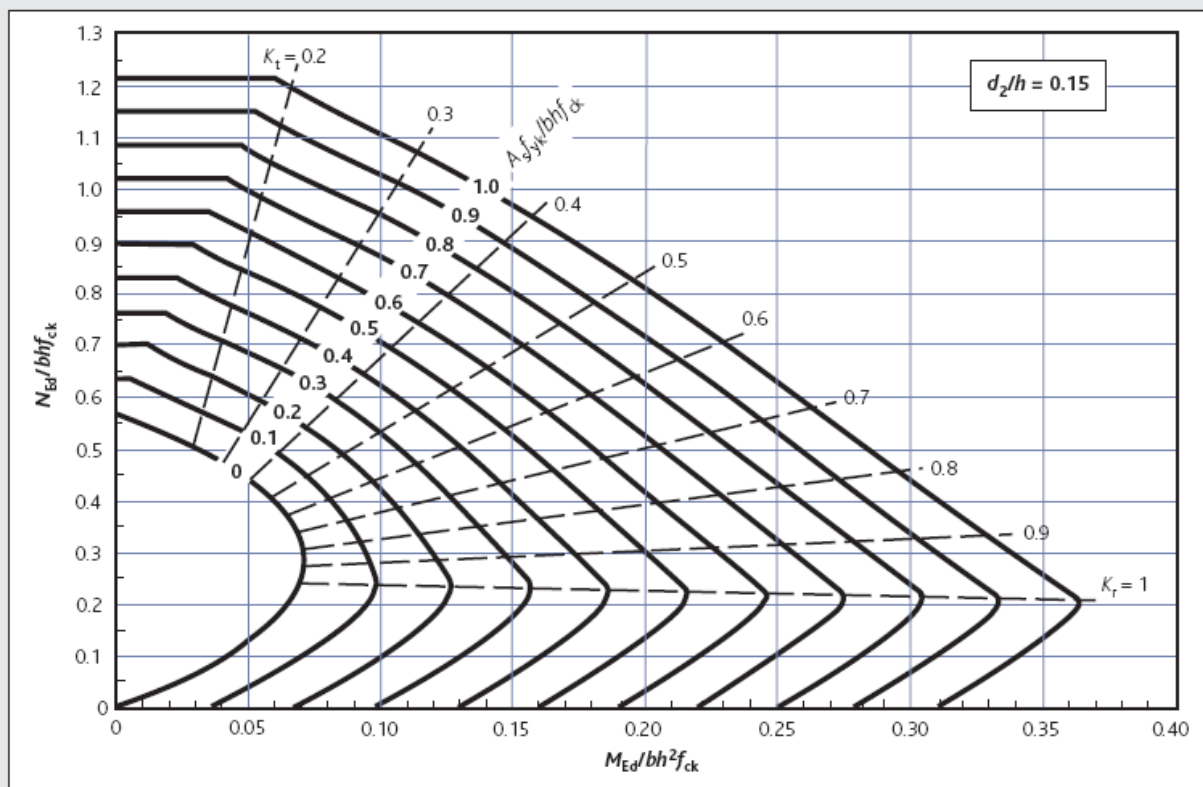
Σχήμα 15.4
Μέθοδος εκτίμησης του d_2 περιλαμβανομένου του περιμετρικού οπλισμού



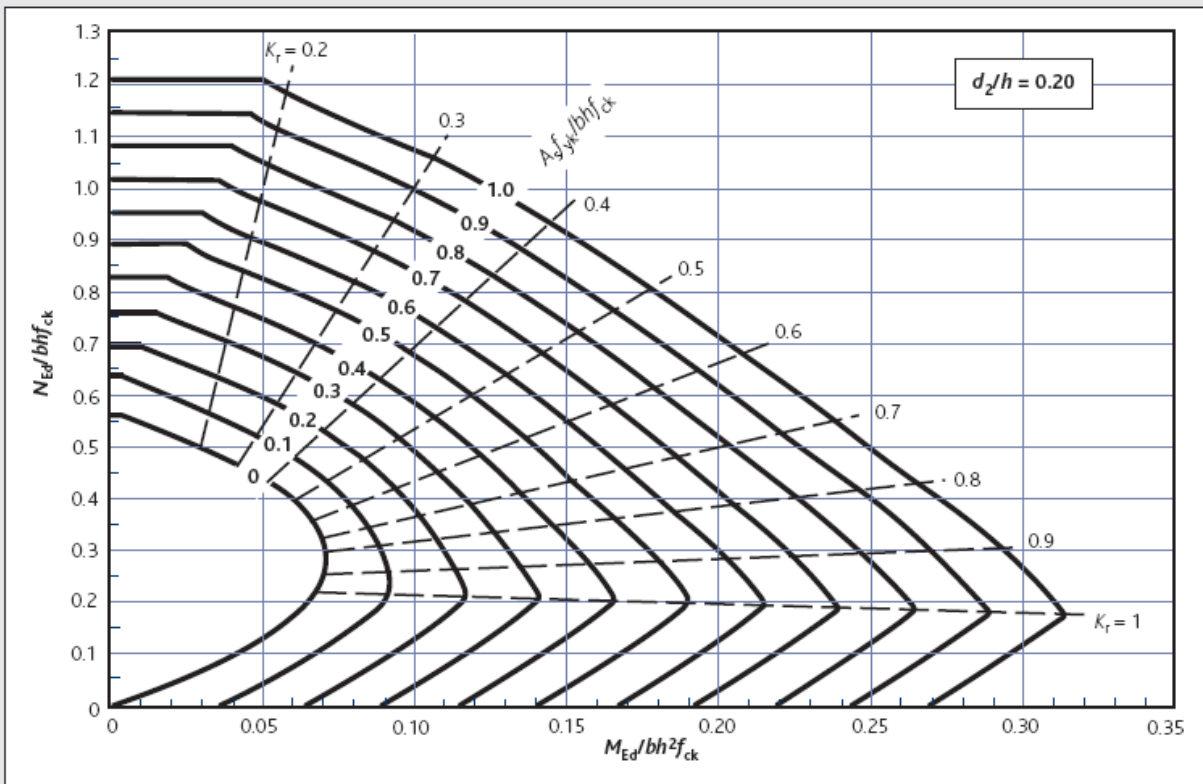
Σχήμα 15.5α)
Ορθογωνικά υποστυλώματα $d_2/h = 0,05$



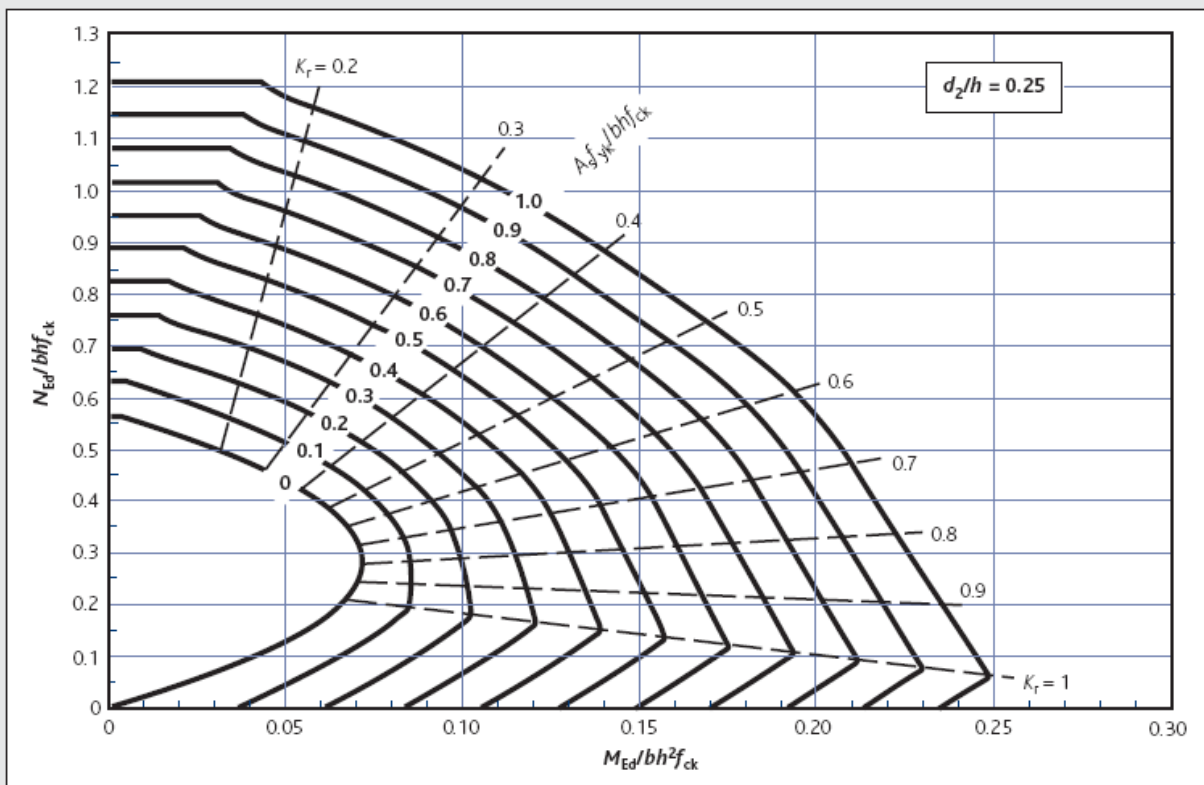
Σχήμα 15.5β)
Ορθογωνικά υποστυλώματα $d_2/h = 0,10$



Σχήμα 15.5γ)
Ορθογωνικά υποστυλώματα $d_2/h = 0,15$



Σχήμα 15.5δ)
Ορθογωνικά υποστυλώματα $d_2/h = 0,20$



Σχήμα 15.5ε)
Ορθογωνικά υποστυλώματα $d_2/h = 0,25$

15.9.4 Διαξονική κάμψη

Κεφ. 5.6.3

Ως πρώτο βήμα, το υποστυλωμα μπορεί να σπλισθεί ξεχωριστά για την κάθε κύρια κατεύθυνση, αγνοώντας τη διαξονική κάμψη. Δεν απαιτείται περαιτέρω έλεγχος εάν $0,5 \leq \lambda_y / \lambda_z \leq 2,0$ και, για ορθογωνικά υποστυλώματα, $0,2 \geq (e_y/h_{eq}) / (e_z/b_{eq})$ ή $(e_y/h_{eq}) / (e_z/b_{eq}) \geq 5,0$. Αλλιώς, βλ. Κεφάλαιο 5.6.3.

Για τετράγωνα υποστυλώματα $(e_y/h_{eq}) / (e_z/b_{eq}) = M_{Edy} / M_{Edz}$

15.9.5 Συνδετήρες

Κεφ. 12.5.2

Οι συνδετήρες στα υποστυλώματα θα πρέπει να είναι διαμέτρου τουλάχιστον 8 mm ή ίσης προς τη μέγιστη διάμετρο των διαμήκων σπλισμών/4 και, κοντά σε δοκούς και σε πλάκες, να απέχουν μεταξύ τους απόσταση ίση με το ελάχιστο από:

- 12 επί την ελάχιστη διάμετρο του διαμήκους σπλισμού,
- 60% της μικρότερης διάστασης του υποστυλώματος, ή
- 240 mm.

16. Βιβλιογραφία

- 1 EN 1992-1-1, Ευρωκώδικας 2 – Part 1-1: *Σχεδιασμός δομημάτων από σκυρόδεμα – Γενικοί κανόνες και κανόνες για κτίρια.*
- 1α Εθνικό Προσάρτημα του Ευρωκώδικα 2 – Μέρος 1-1.2.
- 2 EN 1992-1-2, Ευρωκώδικας 2 – Μέρος 1-2: *Σχεδιασμός δομημάτων από σκυρόδεμα – Μέρος 1-2. Δομητικός σχεδιασμός για πυρκαγιά.*
- 2α Εθνικό Προσάρτημα του Ευρωκώδικα 2 – Μέρος 1-2.3.
- 3 EN 1992-2, Ευρωκώδικας 2 – Μέρος 2: *Σχεδιασμός δομημάτων από σκυρόδεμα – Γέφυρες.*
- 3α Εθνικό Προσάρτημα του Ευρωκώδικα 2 – Μέρος 2.
- 4 EN 1992-3, Ευρωκώδικας 2 – Μέρος 3: *Σχεδιασμός δομημάτων από σκυρόδεμα – Κατασκευές αποθήκευσης υγρών.*
- 4α Εθνικό Προσάρτημα του Ευρωκώδικα 2 – Μέρος 3.
- 5 EN 1990, Ευρωκώδικας: *Βάση δομητικού σχεδιασμού.*
- 5α Εθνικό Προσάρτημα του Ευρωκώδικα.
- 6 EN 1991, Ευρωκώδικας 1: *Δράσεις σε κατασκευές (10 Μέρη).*
- 6α Εθνικό Προσάρτημα του Ευρωκώδικα 1.
- 7 ENV 13670: 2000: *Εκτέλεση έργων από σκυρόδεμα – Μέρος 1: Κοινό.*
- 8 Σχέδιο prEN 13670: 2005: *Εκτέλεση έργων από σκυρόδεμα – Μέρος 1: Κοινό.*
- 9 EN 1997, Ευρωκώδικας 7: *Γεωτεχνικός σχεδιασμός – Μέρος 1. Γενικοί κανόνες.*
- 9α Εθνικό Προσάρτημα του Ευρωκώδικα 7 – Μέρος 1.
- 10 EN 206-1. *Σκυρόδεμα – Μέρος 1: Προδιαγραφή, επιτελεστικότητα, παραγωγή και συμμόρφωση.*
- 10α ΕΛΟΤ EN 206-1. Εθνικό Προσάρτημα του EN 206-1.
- 11 EN 10080: *Χάλυβας οπλισμού για το σκυρόδεμα – Συγκολλησιμος χάλυβας οπλισμού – Γενικά.*
- 12 MOSS, R., BROOKER, O. *How to design concrete structures using Eurocode 2: Columns.* The Concrete Centre, 2006.
- 13 DD ENV 1992-1-1: *Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1, General rules and rules for buildings,* και Εθνικό Προσάρτημα.
- 14 THE CONCRETE SOCIETY. *Deflection in concrete slabs and beams.* TR58. The Concrete Society, 2005.
- 15 INTERNATIONAL STANDARDS ORGANISATION. ISO/FDIS 17660-2: *Welding – Welding of reinforcing steel – Part 2: Non-load bearing welded joints.* ISO, 2005.
- 16 BRITISH STANDARDS INSTITUTION. BS EN 1536: *Execution of special geotechnical work – Bored piles.* BSI, 2000.

- 17 MOSS, R., BROOKER, O. *How to design concrete structures using Eurocode 2: Beams*. The Concrete Centre, 2006.
- 18 FRANK, R. et al. Ed. GULVANESESIAN, H. *Designers' guide to EN 1997-1, Eurocode 7: Geotechnical design – General rules*. Thomas Telford, 2004.
- 19 INSTITUTION OF STRUCTURAL ENGINEERS. *Manual for the design of concrete building structures to Eurocode 2*. IStructE, 2006.

Παράρτημα Α: Απλές θεμελιώσεις

A1 Γενικά

Το Παράρτημα αυτό έχει σκοπό να παράσχει οδηγίες για την εφαρμογή του Ευρωκώδικα 7 Μέρος 1^[9] για το σχεδιασμό απλών θεμελιώσεων από σκυρόδεμα. Θα διέπεται από τις διατάξεις του Εθνικού Προσαρτήματος του Ευρωκώδικα 7. Όπου οι ρήτρες του παρόντος αφορούν τη μελετητική πρακτική στη ΜΒ, το κείμενο σκιάζεται. Συνιστάται όπως περαιτέρω οδηγίες για το θέμα αναζητηθούν και σε άλλες εκδόσεις, όπως, για παράδειγμα, βλ. 'Designers' guide to EN 1997-1'^[18].

EN 1997:
1.1.2

Ο Ευρωκώδικας 7 έχει ένα ευρύτατο αντικείμενο και παρέχει επιγραφικά όλες τις απαιτήσεις για το σχεδιασμό των γεωτεχνικών έργων, που συμπεριλαμβάνουν και τα:

- Προσεγγίσεις στο γεωτεχνικό σχεδιασμό.
- Εδαφολογική έρευνα.
- Κατασκευαστικά θέματα του σχεδιασμού.
- Σχεδιασμός συγκεκριμένων στοιχείων.

Ταξινομεί τις κατασκευές και τη διακινδύνευση σε τρεις κατηγορίες.

EN 1997:
2.1

- Η Γεωτεχνική Κατηγορία 1 αφορά μικρές και σχετικά απλές κατασκευές με αμελητέα διακινδύνευση.
- Η Γεωτεχνική Κατηγορία 2 αφορά συμβατικές κατασκευές χωρίς υψηλή διακινδύνευση, όπως π.χ. μεμονωμένα πέδιλα, κοιτοστρώσεις και πασσάλους, κατασκευές αντιστήριξης, βάθρα γεφυρών και ακρόβαθρα, αναχώματα, και χωματοουργικές εργασίες και σήραγγες.
- Η Γεωτεχνική Κατηγορία 3 είναι για τις πολύ μεγάλες ή ασυνήθιστες κατασκευές ή για τις εξαιρετικά δύσκολες εδαφικές συνθήκες και είναι εκτός του πεδίου εφαρμογής του Ευρωκώδικα 7.

Ο Ευρωκώδικας 7 και αυτό το Παράρτημα επικεντρώνονται στη Γεωτεχνική Κατηγορία 2.

A2 Δράσεις

Στον Ευρωκώδικα 7, οι τιμές σχεδιασμού των δράσεων, F_d , βασίζονται στις αντιπροσωπευτικές δράσεις, F_{rep} .

EN 1997:
2.4.6.1

$$F_d = \gamma_F F_{rep}$$

όπου

γ_F = ο επιμέρους συντελεστής για τη δράση. Βλ. Πίνακα Α1

$$F_{rep} = \psi F_k$$

EN 1997:
Εξ. (2.1β)

όπου

ψ = ο συντελεστής για τη μετατροπή των χαρακτηριστικών δράσεων σε αντιπροσωπευτικές, σύμφωνα με το EN1990^[5]

(βλ. Πίνακες 2.1 και 2.2)

F_k = η χαρακτηριστική τιμή μίας δράσης

Θεωρείται αναμενόμενο ότι ο Μελετητής Δομοστατικός θα καθορίσει τις αντιπροσωπευτικές δράσεις στο Γεωτεχνικό Μηχανικό.

(Η παραδοσιακή πρακτική του να καθορίζονται και να μελετώνται οι θεμελιώσεις με χρήση χαρακτηριστικών δράσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατόπιν συμφωνίας. Βλ. Α4.2, 'Περιγραφόμενες απαιτήσεις', παρακάτω.)

EN 1997:
2.1(4)
EN 1990:
3.5

A3 Μέθοδοι γεωτεχνικού σχεδιασμού

Ο Ευρωκώδικας 7 αναφέρει ότι ουδεμία Οριακή Κατάσταση, π.χ. η ευστάθεια (EQU, UPL ή HYD), η αστοχία (STR ή GEO) ή η λειτουργικότητα, όπως αυτές ορίζονται στο Πρότυπο EN 1990^[5], δεν πρέπει να υπερβληθεί. Οι απαιτήσεις για το σχεδιασμό έναντι των Οριακών Καταστάσεων Αστοχίας και Λειτουργικότητας (ΟΚΑ και ΟΚΛ) μπορούν να επιτευχθούν χρησιμοποιώντας με κατάλληλο τρόπο, είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό τα ακόλουθα:

- Υπολογισμούς
- Περιγραφόμενες απαιτήσεις
- Δοκιμές
- Μεθόδους με βάση την παρατήρηση

EN 1997:
2.4

A3.1 Υπολογισμοί

A3.1.1 Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (ΟΚΑ)

EN 1997:
2.4.7.3.1

Είναι αναγκαίο να επαληθεύεται ότι $E_d \leq R_d$

όπου

E_d = η τιμή σχεδιασμού του εντατικού μεγέθους

R_d = η τιμή σχεδιασμού της αντίστασης σε μια δράση

EN 1997:
2.4.7.3.4
EN 1990:
A1.3.1(5)
& ΕΠ

Υπάρχουν τρεις Προσεγγίσεις Σχεδιασμού (Μέθοδοι Σχεδιασμού) στον Ευρωκώδικα 7, η δε προσέγγιση που θα χρησιμοποιηθεί σε μια χώρα αποτελεί Εθνική Επιλογή. Για κάθε προσέγγιση το EN 1990 προδιαγράφει τους συνδυασμούς φορτίων και τους επιμέρους συντελεστές για τις δράσεις. Οι επιμέρους συντελεστές για τις εδαφοτεχνικές παραμέτρους κατά τον υπολογισμό της εδαφικής αντίστασης, σε κάθε συνδυασμό, καθορίζονται στο EN 1997. Αυτοί οι συνδυασμοί καταδεικνύονται στο Σχήμα A1. Οι κατάλληλοι επιμέρους συντελεστές παρατίθενται στον Πίνακα A1.

Πίνακας Α1

Επιμέρους συντελεστές για τη Μέθοδο Σχεδιασμού 1 (STR/GEO εξαιρουμένων των πασσάλων και των αγκυρίων)

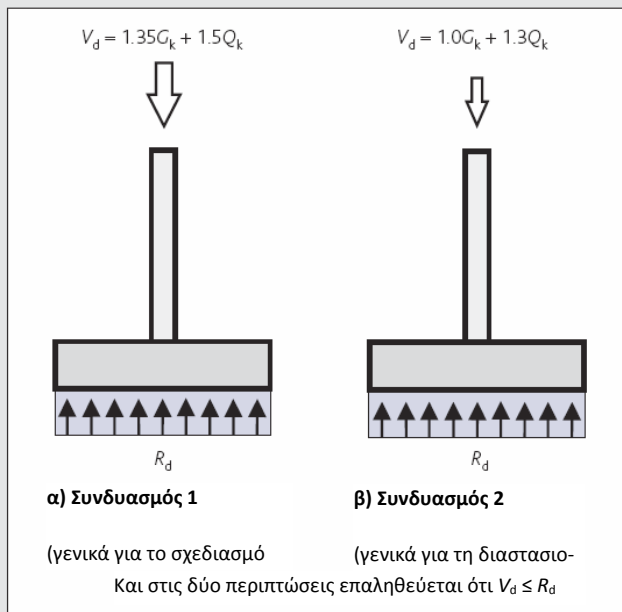
Συνδυασμός	Επιμέρους συντελεστές δράσεων, γ_i		Επιμέρους συντελεστές εδαφικών παραμέτρων, γ_M		
	γ_G	γ_Q	$\gamma_{\varphi, \gamma}$	$\gamma_{c'}$	γ_{c_u}
Συνδυασμός 1 ^α	1,35 (1,0*)	1,50 (0,0*)	1,00	1,00	1,00
Συνδυασμός 2 ^β	1,00 (0,0*)	1,30 (0,0*)	1,25	1,25	1,40

EN 1997:
Πίν. Α.3
EN 1997:
Πίν. Α.4

Υπόμνημα

Ο Πίνακας εξάγεται από το EN 1992-1-1 Παρ. Γ.

- * = Τιμή εφόσον είναι ευμενής
- G = Μόνιμη δράση
- Q = Μεταβλητή δράση
- φ' = Γωνία διατμητικής αντίστασης (σε όρους ενεργών τάσεων)
- c' = Τεταγμένη συνοχής (σε όρους ενεργών τάσεων)
- c_u = Αστράγγιστη διατμητική αντοχή
- ^α = Οι επιμέρους συντελεστές των δράσεων του Συνδυασμού 1 εξισώνονται με τα φορτία Κατηγορίας Β (EN MB 1990^[5] Πίνακας ΕΠ ΜΒ Α1.2(Β)). Προσοχή: Η χρήση των Εξ. (6.10α) και (6.10β) δεν προβλεπόταν στον Ευρωκώδικα 7.
- ^β = Οι επιμέρους συντελεστές των δράσεων του Συνδυασμού 2 εξισώνονται με τα φορτία Κατηγορίας C (Πίνακας ΕΠ ΜΒ Α1.2(C))
- γ = Ο συντελεστής $\gamma_{\varphi'}$ εφαρμόζεται στο $\tan \varphi'$



Σχήμα Α1
Συνδυασμοί 1 και 2 για
μία πεδילוδοκό για τις
OKA STR και GEO

Στο Σχήμα Α1:

- V_d = το κατακόρυφο φορτίο σχεδιασμού
- = η κατακόρυφη συνιστώσα της E_d
- Το κατακόρυφο φορτίο σχεδιασμού, V_d θα πρέπει να περιλαμβάνει το βάρος του θεμελίου και της επίχωσης.
- R_d = η τιμή σχεδιασμού της αντίστασης

Για ένα πέδιλο θα πρέπει επίσης να επαληθευθούν και άλλες οριακές καταστάσεις, όπως ολική ευστάθεια, ευστάθεια του δομήματος, ολίσθηση, ανύψωση, καθίζηση και κραδασμοί.

A3.1.2 Οριακές Καταστάσεις Λειτουργικότητας (ΟΚΛ)

EN 1997:
2.4.8

Η καθίζηση θα πρέπει να ελέγχεται είτε με:

- Άμεσο υπολογισμό της παραμόρφωσης του εδάφους.
- Επαλήθευση ότι ένα αρκετά μικρό ποσοστό της αντοχής του εδάφους έχει κινητοποιηθεί, ώστε να διατηρηθούν οι παραμορφώσεις εντός των απαιτούμενων ορίων λειτουργικότητας. Αυτό ισχύει με την προϋπόθεση ότι, προκειμένου να ελεγχθεί η ΟΚΛ, δεν προδιαγράφεται μία τιμή παραμόρφωσης και ότι υπάρχει συγκρίσιμη εμπειρία με παρόμοιο τύπο εδάφους, φορέα και μέθοδο εφαρμογής.

EN 1997:
6.6.2(16)
EN 1990:
6.6.1(3)

Εάν, για συμβατικά θεμέλια επί στιφρής αργίλου, ο λόγος της φέρουσας ικανότητας του θεμελίου προς τα δρώντα φορτία λειτουργίας είναι ≥ 3 , τότε δεν είναι απαραίτητοι υπολογισμοί της καθίζησης. Για μαλακές αργίλους, θα πρέπει πάντα να εκπονούνται υπολογισμοί.

A3.2 Περιγραφόμενες απαιτήσεις

EN 1997:
2.5

Οι περιγραφόμενες απαιτήσεις περιλαμβάνουν τη χρήση συμβατικών και γενικά συντηρητικών μεθόδων (δηλ. μία συγκρίσιμη εμπειρία) για το σχεδιασμό και την εκτέλεση έργων θεμελίωσης.

A3.3 Δοκιμές

EN 1997:
2.6

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη θέση υπολογισμών, ή σε συνδυασμό με αυτούς, τα αποτελέσματα δοκιμών (π.χ. από δοκιμές φόρτισης επί πασσάλων ή εδαφικών αγκυριών) ή πειραμάτων (υπό την προϋπόθεση ότι λαμβάνονται υπόψη οι συνέπειες λόγω μεταβλητότητας του εδάφους, χρόνου και κλίμακας).

A3.4 Μέθοδος με βάση την παρατήρηση

EN 1997:
2.7

Η μέθοδος με βάση την παρατήρηση αφορά κατά κύριο λόγο τις προσωρινές εργασίες, όπου παρατηρείται η συμπεριφορά και μπορούν να ληφθούν μέτρα σύμφωνα με τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

A4 Γεωτεχνικός σχεδιασμός πεδίων

EN 1997:
6.4(5)

Οι διαστάσεις των πεδίων μπορούν να προσδιορίζονται με μία από τις ακόλουθες μεθόδους:

- Υπολογισμοί
- Με χρήση μιας περιγραφικής μεθόδου, όπως είναι η εφαρμογή τοπικών πρακτικών
- Με χρήση υπολογιστικών επιτρεπόμενων τάσεων.

A4.1 Υπολογισμοί

A4.1.1 Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (ΟΚΑ)

Τα πέδιλα πρέπει να ελέγχονται για τις οριακές καταστάσεις της συνολικής ευστάθειας, της φέρουσας ικανότητας και της ολίσθησης. Η φέρουσα ικανότητα του εδάφους πρέπει να προσδιορίζεται τόσο για τις βραχυπρόθεσμες (δηλαδή αστράγγιστες) συνθήκες όσο και για τις μακροπρόθεσμες (δηλαδή στραγγισμένες) συνθήκες, κατά περίπτωση.

EN 1997:
6.5.1
EN 1997:
2.2(1)

A4.1.1.1 Αστράγγιστες συνθήκες

Η φέρουσα ικανότητα σχεδιασμού των συνεκτικών εδαφών σε αστράγγιστες συνθήκες εξαρτάται από:

- Την αστράγγιστη αντοχή του εδάφους (c_u).
- Την κατακόρυφη συνολική πίεση στη στάθμη θεμελίωσης (q).
- Το σχήμα (B/L) και την κλίση (α) του πεδίου.
- Την τυχόν κλίση ή / και εκκεντρότητα του φορτίου (e).

EN 1997:
6.5.2.2(1)
EN 1997:
Δ3

Η κατακόρυφη φέρουσα ικανότητα ανά μονάδα επιφάνειας:

$R/A' =$ είναι μία συνάρτηση των [$c_u, q, B/L, \alpha, e, H$]

όπου

- R = η κατακόρυφη φέρουσα ικανότητα
- A' = το ενεργό εμβαδόν του πεδίου
- H = το οριζόντιο φορτίο

Η αστράγγιστη φέρουσα ικανότητα σχεδιασμού, πρέπει να υπολογιστεί και για τους δύο συνδυασμούς των επιμέρους συντελεστών που δίνονται στον Πίνακα Α1.

A4.1.1.2 Στραγγισμένες συνθήκες

Η φέρουσα ικανότητα σχεδιασμού τόσο για τα κοκκώδη όσο και για τα συνεκτικά εδάφη υπό στραγγισμένες συνθήκες εξαρτάται από:

- Το ειδικό βάρος του εδάφους (δηλαδή το μοναδιαίο βάρος, γ).
- Την ενεργή **συνοχή** (c').
- Τη **γωνία διατμητικής αντίστασης** (φ).
- Το ειδικό βάρος του νερού (γ_w).
- Την κατακόρυφη **ενεργή πίεση** στη στάθμη θεμελίωσης (q').
- Το σχήμα του πεδίου (B/L).
- Την κλίση του πεδίου (α).
- Την τυχόν κλίση ή / και εκκεντρότητα του φορτίου (e).

EN 1997:
6.5.2.2(1)
EN 1997:
Δ4

(Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι συντελεστές της φέρουσας ικανότητας που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της στραγγισμένης φέρουσας ικανότητας είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι στη γωνία διατμητικής αντίστασης του εδάφους.)

Η κατακόρυφη φέρουσα ικανότητα ανά μονάδα επιφάνειας

R/A' = είναι συνάρτηση των $[\gamma, c', \varphi', \gamma_w, q', A/L, \alpha, e, H]$, όπου τα σύμβολα είναι όπως ορίζονται ανωτέρω για τη στραγγισμένη φέρουσα ικανότητα.

Η αστράγγιστη φέρουσα ικανότητα σχεδιασμού, πρέπει να υπολογιστεί και για τους δύο συνδυασμούς των επιμέρους συντελεστών που δίνονται στον Πίνακα Α1.

A4.1.1.3 Φέρουσα ικανότητα

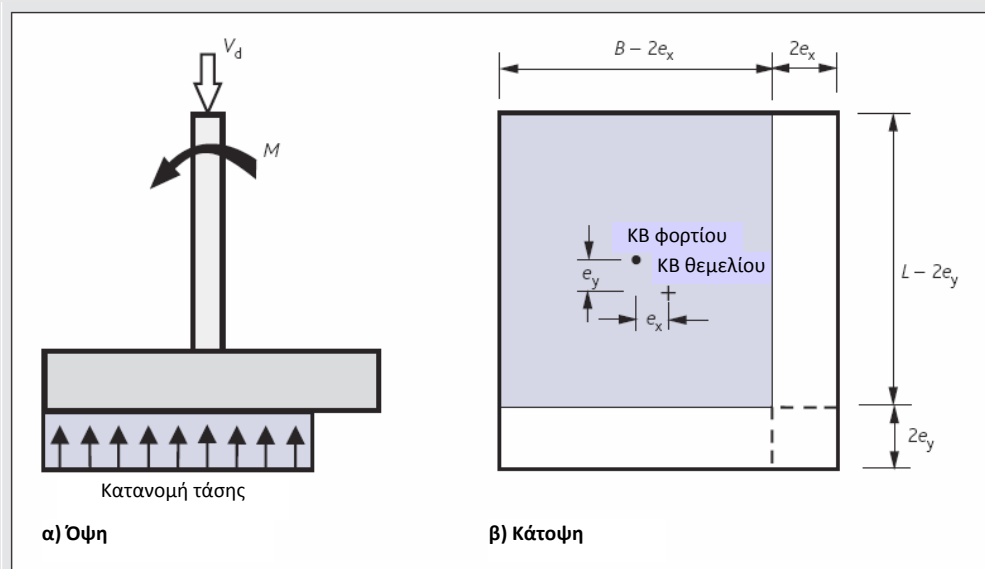
EN 1997:
Δ4
EN 1990:
A.1.3(5)

Είναι αναμενόμενο ότι τιμές της κατακόρυφης φέρουσας ικανότητας σχεδιασμού στην ΟΚΑ, R/A' , θα είναι στη διάθεση του Μελετητή Δομοστατικού στη «Γεωτεχνική Έκθεση» ενός έργου, η οποία θα βασίζεται στην «Έκθεση γεωτεχνικής έρευνας του εδάφους». Συνήθως, θα καταστεί φανερό ότι, σε ότι αφορά τη διαστασιολόγηση της θεμελίωσης, ο Συνδυασμός 2 (βλέπε Πίνακα Α1) θα είναι και ο πλέον κρίσιμος.

Για έκκεντρη φόρτιση στην ΟΚΑ, θεωρείται ότι η αντίσταση του εδάφους είναι ομοιόμορφα κατανεμημένη και έχει σημείο εφαρμογής στο Κέντρο Βάρους του εφαρμοζόμενου φορτίου. Για ένα πέδιλο $L \times B$ με εκκεντρότητες φορτίου e_x και e_y ,

$$A' = (B - 2e_x) (L - 2e_y) \text{ (βλ. Σχήμα A2)}$$

Η αντίσταση ολίσθησης θα πρέπει να ελέγχεται με παρόμοιο τρόπο.



Σχήμα A2

Ενεργό εμβαδόν για έκκεντρη φόρτιση στην ΟΚΑ

EN 1997:
6.6

A4.1.2 Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας (ΟΚΛ)

A4.1.2.1 Καθιζήσεις

Για την ΟΚΛ, η καθίζηση μπορεί να ελεγχθεί με υπολογισμούς ή, στην περίπτωση θεμελίων σε αργίλους, μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι σε αποδεκτά όρια εφόσον ο λόγος της φέρουσας ικανότητας του πεδίου στην ΟΚΑ προς τα εφαρμοζόμενα φορτία λειτουργίας (με $\gamma_G = 1,0$, $\gamma_Q = 1,0$ και ψ_2 ανάλογα με την περίπτωση) είναι ≥ 3 . Η προσέγγιση αυτή δεν ισχύει για πολύ μαλακά εδάφη, άρα, για τις μαλακές αργίλους, θα πρέπει πάντα να εκπονούνται υπολογισμοί.

A4.1.2.2 Λειτουργικότητα

Οι έλεγχοι Λειτουργικότητας θα πρέπει να γίνουν για τα φορτία σχεδιασμού στην ΟΚΛ. Για τα περισσότερα κτιριακά έργα, αυτό θα αφορά την οιονεί μόνιμη περίπτωση φόρτισης (βλ. Πίνακα 2.1δ).

A4.1.3 Επικοινωνία

Όπως περιγράφεται στο Α2 ανωτέρω, αναμένεται ότι οι παράμετροι επικοινωνίας μεταξύ των συμβαλλομένων θα είναι οι αντιπροσωπευτικές δράσεις. Ωστόσο, κατά την επικοινωνία, θεωρείται ότι είναι ζωτικής σημασίας να καθορίζονται τα εξής:

- Τα φορτία, αν δηλαδή πρόκειται για το Συνδυασμό 1, το Συνδυασμό 2, τις χαρακτηριστικές ή, πλέον εύχρηστα, τις αντιπροσωπευτικές τιμές των μόνιμων και των μεταβλητών δράσεων, και
- Το πεδίο εφαρμογής των τιμών R/A' (εάν πρόκειται για το Συνδυασμό 1 ή το Συνδυασμό 2 στην ΟΚΑ, την ΟΚΛ, και σε σχέση με το σχήμα του θεμελίου, την κλίση των φορτίων, κ.λ.π.).

A4.2 Περιγραφόμενες απαιτήσεις

Η πρακτική του να ελέγχονται οι χαρακτηριστικές δράσεις ($\gamma_G = 1,0$, $\gamma_Q = 1,0$) έναντι επιτρεπομένων τάσεων μπορεί να υιοθετηθεί, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Ευρωκώδικα 7, με έναν από τους δύο τρόπους δηλαδή:

- Με βάση την τοπική πρακτική
- Επιτρεπόμενες τάσεις που προκύπτουν κατόπιν υπολογισμού.

EN 1997:
2.5

A4.2.1 Τοπική πρακτική

Οι επιτρεπόμενες τάσεις μπορούν να θεωρηθούν ως «Περιγραφόμενες απαιτήσεις», που «.. μπορούν να χρησιμοποιηθούν, όπου συγκρίσιμη εμπειρία ... καθιστά τους [γεωτεχνικούς] υπολογισμούς σχεδιασμού μη αναγκαίους». Οι εν λόγω επιτρεπόμενες τάσεις θα μπορούσαν να προδιαγράφονται από τις τοπικές Ελεγκτικές Αρχές που αφορούν τα Δομικά Έργα, ή με βάση την εδραιωμένη τοπική πρακτική, όπως παρέχεται στους ισχύοντες Κανονισμούς.

EN 1997:
2.5(2)

A4.2.2 Επιτρεπόμενες τάσεις έδρασης κατόπιν υπολογισμού

Εναλλακτικά, ο συγγραφέας της Εδαφοτεχνικής Έκθεσης θα μπορούσε να υποχρεωθεί να υπολογίσει και / ή να καθορίσει επιτρεπόμενες τάσεις, οι

οποίες παρέχουν μελέτες σε συμφωνία με τις απαιτήσεις του Ευρωκώδικα 7 τόσο στην ΟΚΑ όσο και στην ΟΚΛ. Ωστόσο, αυτό μπορεί να απαιτεί γνώση του μεγέθους των φορτίων και, ιδιαίτερα, της τυχόν εκκεντρότητας ή κλίσης των φορτίων αυτών.

A5 Πάσσαλοι

EN 1997:
7.4.1

Οι μέθοδοι που επιτρέπονται για το γεωτεχνικό σχεδιασμό των πασσάλων συμπεριλαμβάνουν:

- Δοκιμές στατικής φόρτισης (όπου να αποδεικνύεται ότι είναι συνεπείς προς τους υπολογισμούς ή άλλη συναφή εμπειρία).
- Υπολογισμούς (που επαληθεύονται από στατικές δοκιμές φόρτισης).

Ο δομητικός σχεδιασμός των πασσάλων και των κεφαλοδέσμων θα πρέπει να εκπονείται σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 2.

A6 Τοίχοι αντιστήριξης και άλλες μορφές θεμελίωσης

Η διαστασιολόγηση και ο σχεδιασμός των τοίχων αντιστήριξης και άλλων μορφών θεμελίωσης είναι εκτός του πεδίου εφαρμογής του παρόντος. Γι αυτές τις μελέτες και / ή όταν οι θεμελιώσεις είναι μη συμβατικές ή η διακινδύνευση είναι ασυνήθης, θα πρέπει να γίνεται αναφορά στην πλέον εξειδικευμένη βιβλιογραφία και να λαμβάνεται σχετική καθοδήγηση.