

Τραπεζοειδές χαλυβδόφυλλο CYDECK 75

Οδηγός σχεδιασμού σύμμικτων πλακών



Ομάδα εκτέλεσης έργου:

Επιστημονικός υπεύθυνος:

Νικόλας Κυριακίδης

Λέκτορας,, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής, ΤΕΠΑΚ

email: nicholas.kyriakides@cut.ac.cy

Ομάδα πειραματικού και υπολογιστικού σκέλους:

Ρογήρος Ίλλαμπας

Ειδικός Επιστημονικός Συνεργάτης,, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής, ΤΕΠΑΚ

email: rogiros@gmail.com

Χριστιάννα Φιλίππου (Διαστασιολόγηση έναντι πυρκαγιάς)

Υποψήφια Διδάκτορ, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής, ΤΕΠΑΚ

Τεχνικό προσωπικό:

Λουκάς Γιαννούκος

Τεχνικός Πειραματικών Εργαστηρίων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής, ΤΕΠΑΚ

email: loukas.yiannoukos@cut.ac.cy

Περιεχόμενα

1		1
1.	Εισαγωγή.....	4
2.	Χαλυβδόφυλλο CYDECK 75.....	4
3.	Εργαστηριακοί έλεγχοι για τον προσδιορισμό συντελεστών $m-k$	5
4.	Πίνακες διαστασιολόγησης σύμμικτων πλακών από χαλυβδόφυλλο CYDECK 75.....	12
4.1.	Ανάλυση σύμμικτων πλακών στη φάση κατασκευής.....	12
4.2.	Ανάλυση σύμμικτων πλακών στη φάση λειτουργίας.....	14
4.3.	Προσδιορισμός μεγίστου επιτρεπόμενου μεταβλητού φορτίου.....	15
4.4.	Προσδιορισμός μεγίστου επιτρεπόμενου μεταβλητού φορτίου έναντι πυρκαγιάς..	19
	Παραπομπές.....	24

1. Εισαγωγή

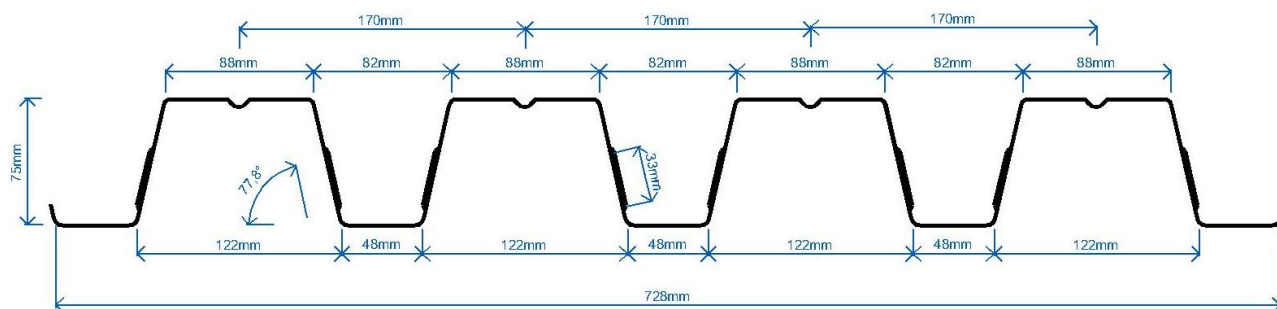
Ο παρόν τεχνικός οδηγός ασχολείται με το σχεδιασμό σύμμικτων πλακών κατασκευασμένων με τη χρήση τραπεζοειδούς γαλβανισμένου χαλυβδόφυλλου τύπου CYDECK 75. Σε αυτόν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών που διεξήχθησαν στο Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου για τον έλεγχο του εν λόγω δομικού συστήματος σύμφωνα με τις απαιτήσεις του EN 1994-1. Τα πειραματικά δεδομένα που προέκυψαν από τις πρότυπες δοκιμές χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή παραμέτρων σχεδιασμού των σύμμικτων πλακών έναντι διαμήκους διάτμησης.

Υιοθετώντας τις πειραματικά εξαχθείσες παραμέτρους, αναπτύσσεται στη βάση των διατάξεων των EN 1994-1 και EN 1993-1-3 η διαδικασία ελέγχου της επάρκειας σύμμικτων πλακών. Περιγράφεται η μεθοδολογία στατικής ανάλυσης στη φάση της κατασκευής και στη φάση της λειτουργίας του φορέα, με αναφορές στις δράσεις που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και στους επιμέρους ελέγχους που πρέπει να ικανοποιούνται στις οριακές καταστάσεις αστοχίας και λειτουργικότητας. Τέλος, παρατίθενται πίνακες με χαρακτηριστικές τιμές του μέγιστου ωφέλιμου μεταβλητού φορτίου που μπορούν να φέρουν διαφορετικά στατικά συστήματα σύμμικτων πλακών κατασκευασμένα από διαφορετικά πάχη χαλυβδόφυλλου CYDECK 75.

2. Χαλυβδόφυλλο CYDECK 75

Το χαλυβδόφυλλο CYDECK 75 είναι προφίλ τραπεζοειδούς σχήματος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή σύμμικτων πλακών. Η σύμμικτη δράση που εξασφαλίζει τη μεταφορά των δυνάμεων διαμήκους διάτμησης οι οποίες αναπτύσσονται μεταξύ του χαλυβδόφυλλου και του σκυροδέματος επιτυγχάνεται με μηχανικό τρόπο, μέσω κατάλληλα διαμορφωμένων εντυπωμάτων. Συγκεκριμένα, στον κορμό του προφίλ υπάρχουν εντυπώματα μήκους 33 mm τα οποία ενισχύουν τη συνάφεια μεταξύ των δύο υλικών. Επίσης, στο μέσο του άνω πέλματος του χαλυβδόφυλλου υπάρχει εντυπωμένη νεύρωση που προσδίδει στη διατομή επιπλέον αντίσταση έναντι τοπικού λυγισμού.

Τα χαλυβδόφυλλα παράγονται με διαδικασία εν ψυχρώ έλασης με τη χρήση χάλυβα ποιότητας S350. Διατίθενται σε ονομαστικά πάχη 0.8, 1.0 και 1.2 mm και φέρουν γαλβανισμένη επίστρωση για προστασία από τη διάβρωση. Τα γεωμετρικά και αδρανειακά χαρακτηριστικά του προφίλ παρουσιάζονται στην Εικόνα 1 και στον Πίνακα 1.



Εικόνα 1: Ονομαστικές διαστάσεις του τραπεζοειδούς χαλυβδόφυλλου CYDECK 75.

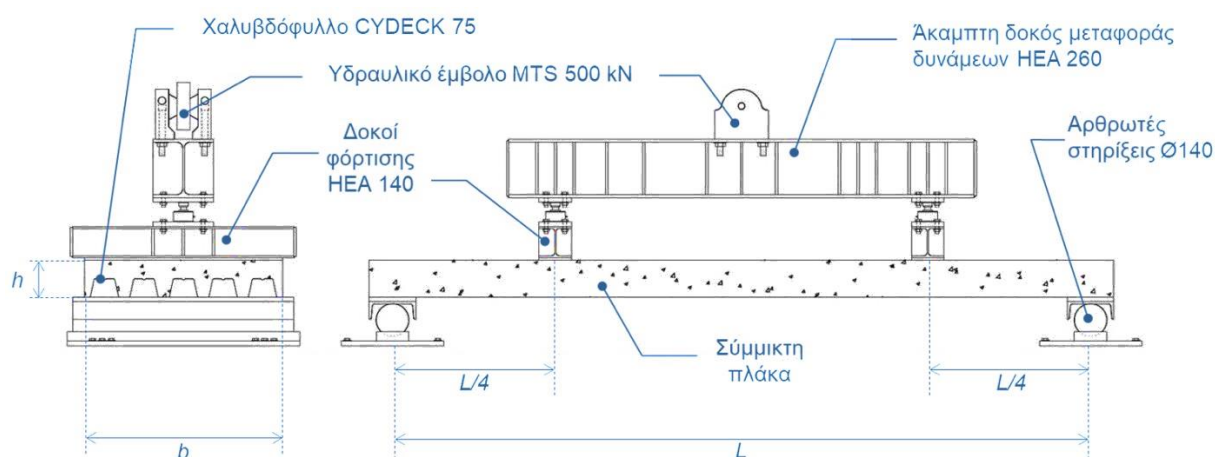
Πίνακας 1: Γεωμετρικά και αδρανειακά χαρακτηριστικά για διαφορετικά ονομαστικά πάχη χαλυβδόφυλλου CYDECK 75.

Ονομαστικό πάχος t_o (mm)	Πάχος σχεδιασμού t (mm)	Βάρος διατομής g_p (kN/m ²)	Ονομαστική επιφάνεια $A_{p,o}$ (mm ² /m)	Ροπή αδρανείας I_p (cm ⁴ /m)	Ροπή αντίστασης W_p (cm ³ /m)
0.8	0.76	0.1124	1364	114.2	26.7
1.0	0.96	0.1338	1705	144.3	33.8
1.2	1.16	0.1606	2046	174.3	40.8

3. Εργαστηριακοί έλεγχοι για τον προσδιορισμό συντελεστών m - k

Για τη διερεύνηση της διαμήκου διατμητικής αντοχής σύμμικτων πλακών κατασκευασμένων με χαλυβδόφυλλο τύπου CYDECK 75 πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Κατασκευών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής του ΤΕΠΑΚ σειρά εργαστηριακών δοκιμών στη βάση των διατάξεων του EN 1994-1-1. Οι πρότυπες δοκιμές αποσκοπούσαν στον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών τάσεων m και k . Οι τιμές των συντελεστών m και k περιγράφουν τη μορφή αστοχίας της σύμμικτης πλάκας και χρησιμοποιούνται σε αναλυτικές σχέσεις υπολογισμού της διαμήκου διατμητικής αντίστασης $V_{1,Rd}$ που δύναται να αναπτύξει ο σύμμικτος φορέας.

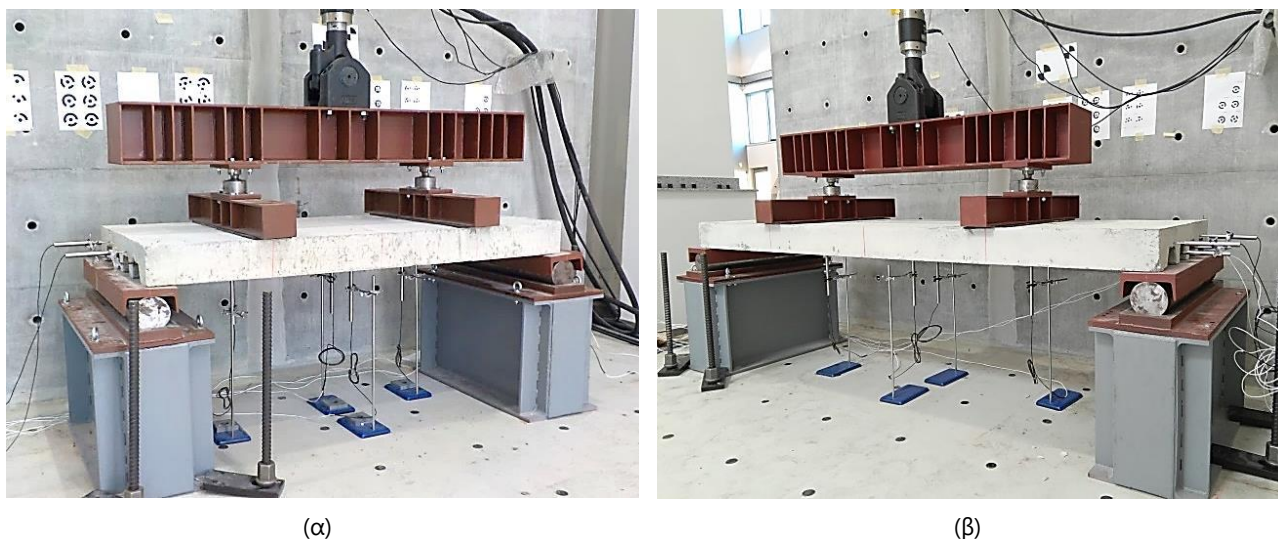
Η πειραματική διαδικασία που ακολουθήθηκε είναι αυτή που προδιαγράφεται στο Παράρτημα Β του EN 1994-1-1. Σύμφωνα τις διατάξεις του εν λόγω κώδικα σχεδιασμού, η εκτίμηση των τιμών των συντελεστών m και k γίνεται μέσω δοκιμών κάμψης τεσσάρων σημείων σε σύμμικτες πλάκες διαφορετικών διαστάσεων. Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης εξετάστηκαν δύο σειρές δοκιμών (Α και Β), κάθε μία από τις οποίες περιλάμβανε τρεις πλάκες. Οι πλάκες της σειράς Α είχαν μήκος $L = 2$ m (δοκίμια Α1-3), ενώ οι πλάκες της σειράς Β είχαν μήκος $L = 3$ m (δοκίμια Β1-3). Όλες οι πλάκες είχαν πλάτος $b = 0.85$ m και συνολικό πάχος $h = 0.16$ m. Για την κατασκευή τους χρησιμοποιήθηκε χαλυβδόφυλλο πάχους $t = 0.8$ mm και σκυρόδεμα κλάσης C25/30. Όλα τα χαρακτηριστικά των δοκιμών (διαστάσεις, μηχανικές ιδιότητες υλικών) μετρήθηκαν με κατάλληλες εργαστηριακές μεθόδους. Κατά τη σκυροδέτηση, εγκιβωτίστηκαν στην εφλεκυόμενη ζώνη των πλακών ενθέματα πρόκλησης ρηγμάτωσης από μεταλλικό έλασμα πάχους 0.2 mm που εκτίνονταν κατά μήκος των θέσεων φόρτισης. Η χρήση των ενθεμάτων πρόκλησης ρηγμάτωσης αποσκοπούσε στο να εκμηδενιστεί η συνεισφορά του σκυροδέματος στην παραλαβή εφελκυστικών τάσεων κατά την φόρτιση των δοκιμών.



Εικόνα 2: Σχηματική απεικόνιση της πειραματικής διάταξης που χρησιμοποιήθηκε για την εφαρμογή δοκιμής κάμψης τεσσάρων σημείων σε σύμμικτες πλάκες.

Η πειραματική διάταξη που υλοποιήθηκε φαίνεται στην Εικόνα 2. Οι πλάκες εδράζονταν επί δύο αρθρωτών στηρίξεων και φορτίζονταν με δύο συγκεντρωμένα φορτία που ασκούσαν σε ίσες αποστάσεις από τις στηρίξεις, ούτως ώστε το διατμητικό άνοιγμα του φορέα να είναι $L_s = L/4$. Ο μηχανισμός επιβολής δυνάμεων αποτελούταν από υδραυλικό έμβολο 500 kN και άκαμπτη μεταλλική δοκό HEA 260 πάνω στην οποία συνδέθηκαν δύο αρθρωτά εδραζόμενες δοκοί φόρτισης HEA 140. Μεταξύ των δοκών HEA 140 και του δοκιμίου παρεμβλήθηκε φύλλο σκληρυμένης πολυουρεθάνης ώστε να εξασφαλιστεί ομοιόμορφη κατανομή τάσεων στις θέσεις φόρτισης. Η αρθρωτή στήριξη των δοκιμίων υλοποιήθηκε μέσω μεταλλικών αξόνων $\varnothing 140$ mm.

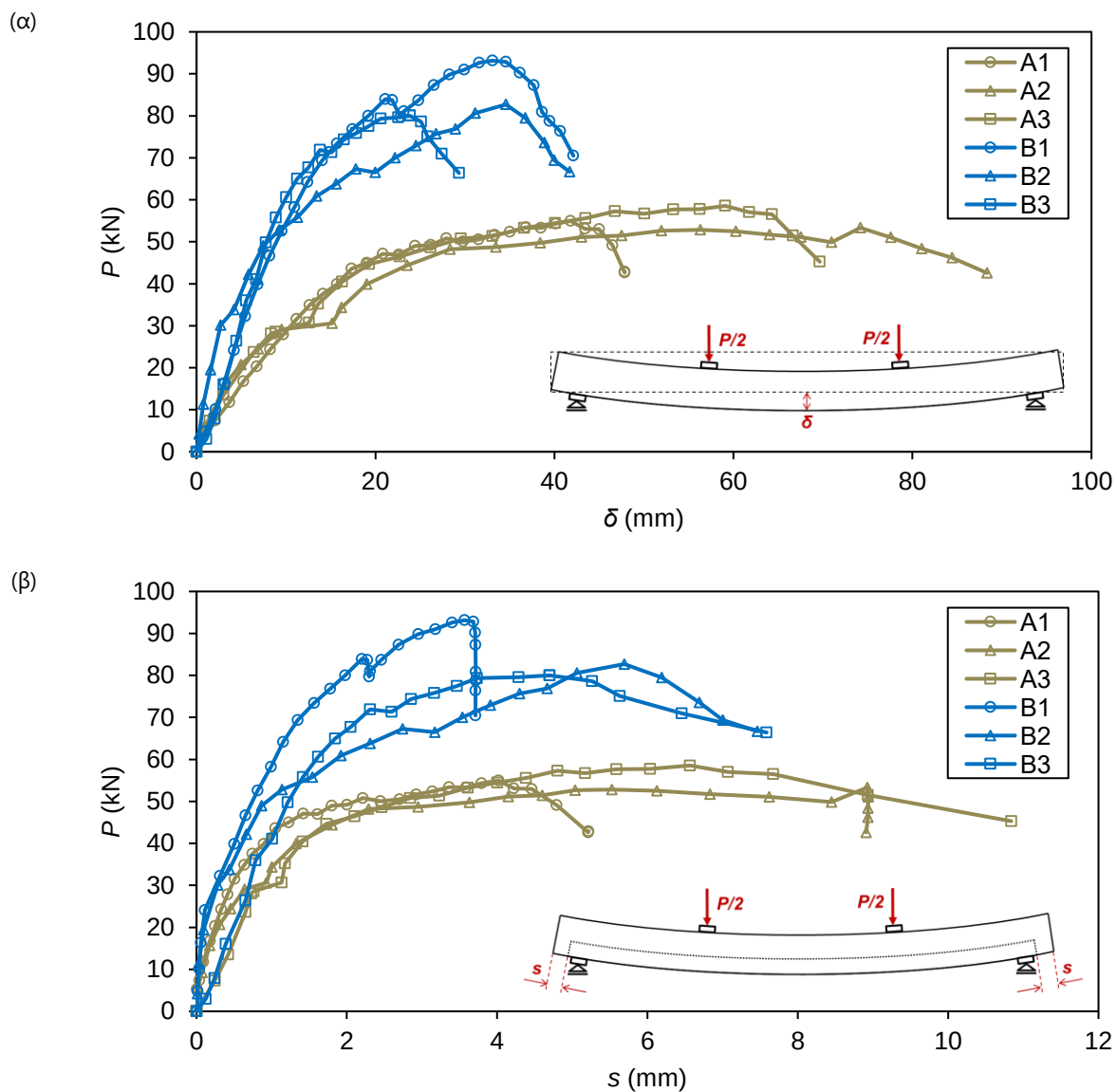
Κατά τη διαδικασία φόρτισης γίνονταν ταυτόχρονη μέτρηση και καταγραφή της επιβαλλόμενης δύναμης, των παραμορφώσεων που αναπτύσσονταν κατά μήκος της εφελκύμενης παρειάς της πλάκας, καθώς και της σχετικής ολίσθησης μεταξύ του χαλυβδόφυλλου και του σκυροδέματος. Η μετρητική διάταξη (Εικόνα 3) περιλάμβανε (α) μία δυναμοκυψέλη (load cell) προσαρμοσμένη στο υδραυλικό έμβολο φόρτισης, (β) δύο ηλεκτρονικά βελόμετρα (LVDT) που μετρούσαν τη βύθιση στο μέσο του ανοίγματος της πλάκας, (γ) δύο ηλεκτρονικά βελόμετρα (LVDT) που μετρούσαν τη βύθιση στο κάτω μέρος της πλάκας στις θέσεις επιβολής του φορτίου και (δ) τέσσερα ηλεκτρονικά βελόμετρα (LVDT) που μετρούσαν τη σχετική ολίσθηση μεταξύ σκυροδέματος και χαλυβδόφυλλου στα δύο άκρα της πλάκας. Όλα τα όργανα μέτρησης ήταν συνδεδεμένα με ηλεκτρονικό σύστημα καταγραφής δεδομένων προς αυτόματη ανάγνωση και αποθήκευση των μετρήσεων. Για την αποτύπωση της μορφής αστοχίας των δοκιμίων και για την εξέταση της εξέλιξης της ρηγμάτωσης, κατά τη διάρκεια των δοκιμών γινόταν φωτογράφιση της πειραματικής διάταξης σε τακτά χρονικά διαστήματα.



Εικόνα 3: Φωτογραφίες της πειραματικής διάταξης που υλοποιήθηκε για τον εργαστηριακό έλεγχο σύμμικτων πλακών μήκους $L = 2$ m (α) και $L = 3$ m (β).

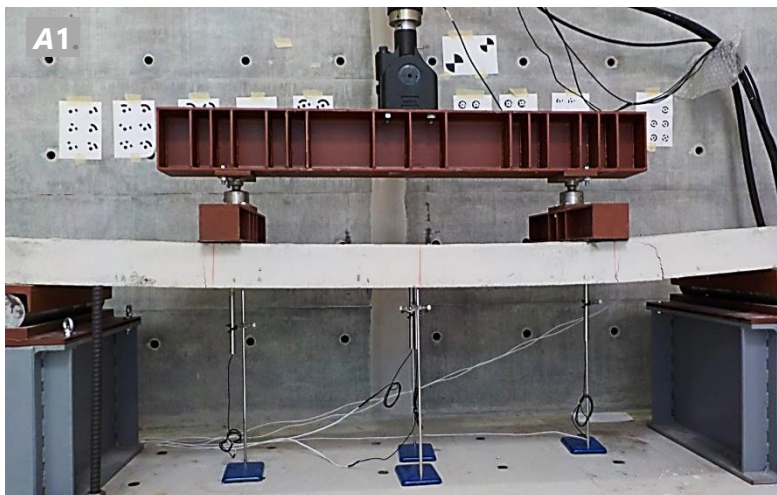
Αρχικά, πραγματοποιήθηκαν προκαταρκτικές δοκιμές μονοτονικής φόρτισης σε μία σύμμικτη πλάκα από κάθε σειρά δοκιμών (πλάκες A1 και B1) ώστε να γίνει εκτίμηση του φορτίου αστοχίας W_t για τα δύο υπό εξέταση μήκη διατμητικού ανοίγματος. Ακολούθως, έγινε έλεγχος των υπόλοιπων δοκιμών της κάθε σειράς (πλάκες A2, A3 και B2, B3) υπό συνθήκες κυκλικής φόρτισης. Συγκεκριμένα, οι σύμμικτες πλάκες υποβάλλονταν σε 5000 κύκλους φόρτισης για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των τριών ωρών. Σε κάθε κύκλο φόρτισης η τιμή της επιβαλλόμενης δύναμης μεταβαλλόταν μεταξύ $0.2W_t$ και $0.6W_t$. Αμέσως μετά την ολοκλήρωση των κύκλων φόρτισης, στα δοκίμια εφαρμοζόταν μονοτονικά αυξανόμενο στατικό φορτίο μέχρι την αστοχία.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το σύνολο των δοκιμών φόρτισης παρουσιάζονται στην Εικόνα 4 σε όρους διαγραμμάτων (α) επιβαλλόμενης δύναμης-βύθισης στο κέντρο της κάτω ίνας της πλάκας και (β) επιβαλλόμενης δύναμης-μέσης ολίσθησης στα δυο άκρα της πλάκας. Σημειώνεται ότι για τα δοκίμια τα οποία υποβλήθηκαν σε κυκλική φόρτιση τα διαγράμματα που δίνονται στην Εικόνα 4 αντιστοιχούν στην περιβάλλουσα των πειραματικών καταγραφών. Από τις καμπύλες δυνάμεων-παραμορφώσεων προσδιορίστηκε το φορτίο αστοχίας της κάθε πλάκας που σύμφωνα με το EN 1994-1-1 ορίζεται ως το μέγιστο φορτίο που καταγράφηκε κατά τη διάρκεια της δοκιμής ή το φορτίο που αντιστοιχεί σε βέλος κάμψης $L/50$, αν η προαναφερθείσα παραμόρφωση εκδηλωθεί πριν την επιβολή του μέγιστου φορτίου. Σε όλες τις περιπτώσεις, οι υπό εξέταση πλάκες παρουσίασαν όλκιμη συμπεριφορά, καθώς τα φορτία αστοχίας που προέκυψαν αντιστοιχούν σε ακραία ολίσθηση που υπερβαίνει κατά $>10\%$ τα 0.1 mm. Η μορφή ρηγμάτωσης, καθώς και η ακραία ολίσθηση μεταξύ χαλυβδόφυλλου-σκυροδέματος που εμφάνισε το κάθε δοκίμιο κατά την αστοχία παρουσιάζονται στις φωτογραφίες των Εικόνων 5 και 6.

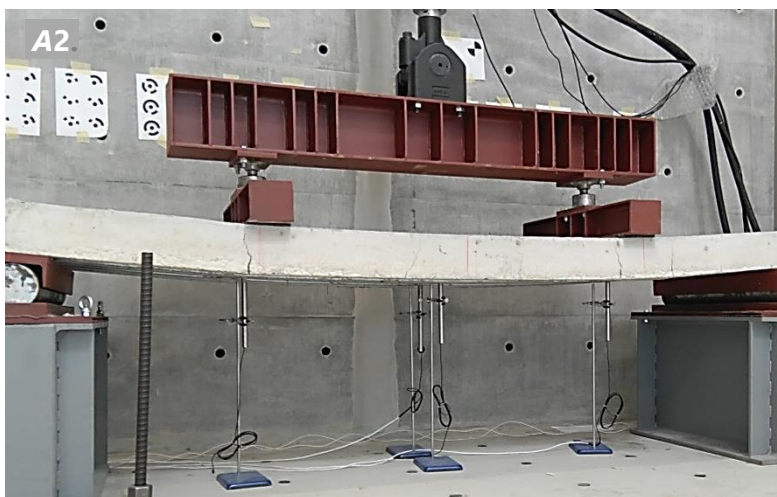


Εικόνα 4: Διαγράμματα (α) επιβαλλόμενης δύναμης P - βύθισης στο κέντρο της κάτω ίνας δ της κάθε πλάκας και (β) επιβαλλόμενης δύναμης P - μέσης ολίσθησης στα δυο άκρα s της κάθε πλάκας που πρόεκυψαν από τον πειραματικό έλεγχο έξι πλακών με δύο διαφορετικά διατμητικά ανοίγματα.

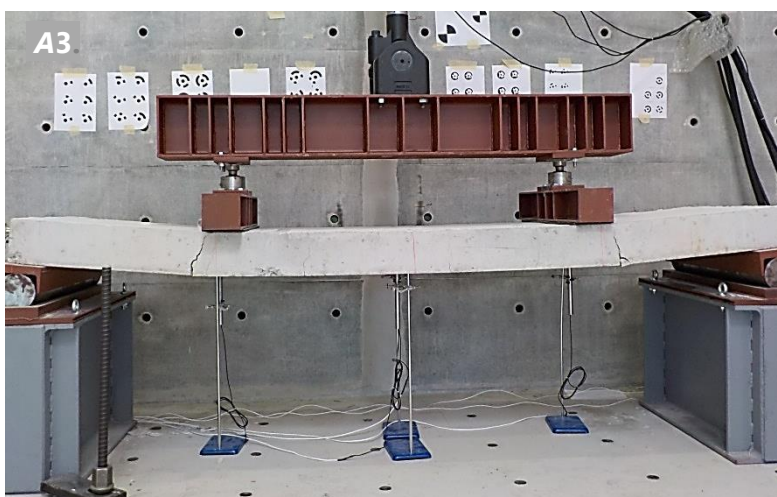
(α)
)



(β)

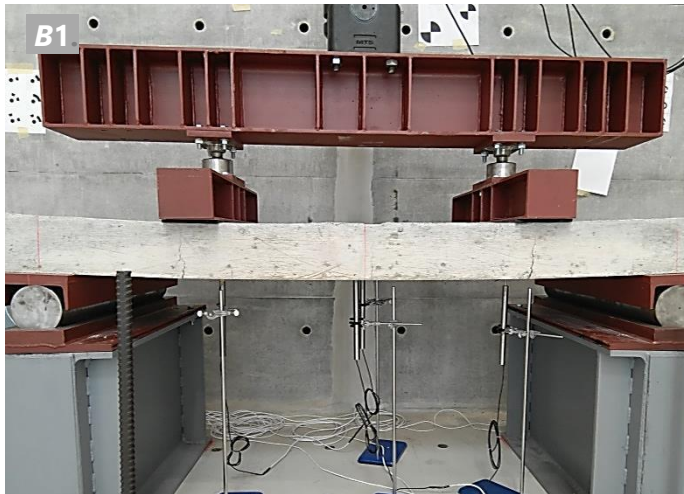


(γ)



Εικόνα 5: Ρηγμάτωση και ακραία ολίσθηση στην αστοχία που καταγράφηκαν κατά τον πειραματικό έλεγχο των δοκιμών σειράς Α. Σύμμικτες πλάκες Α1 (α), Α2 (β) και Α3 (γ).

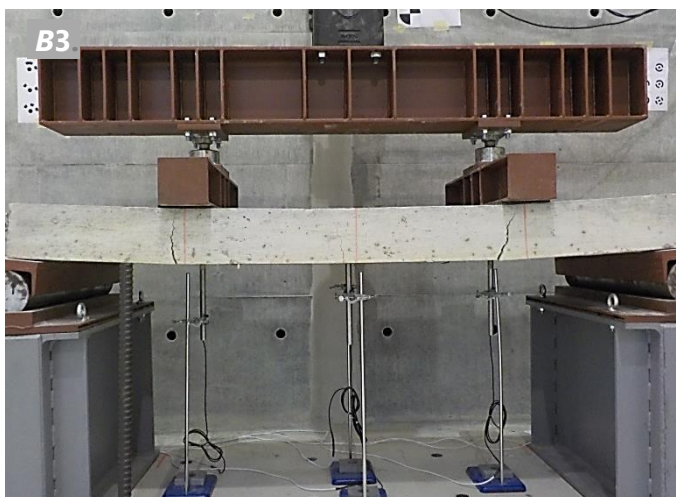
(α)



(β)

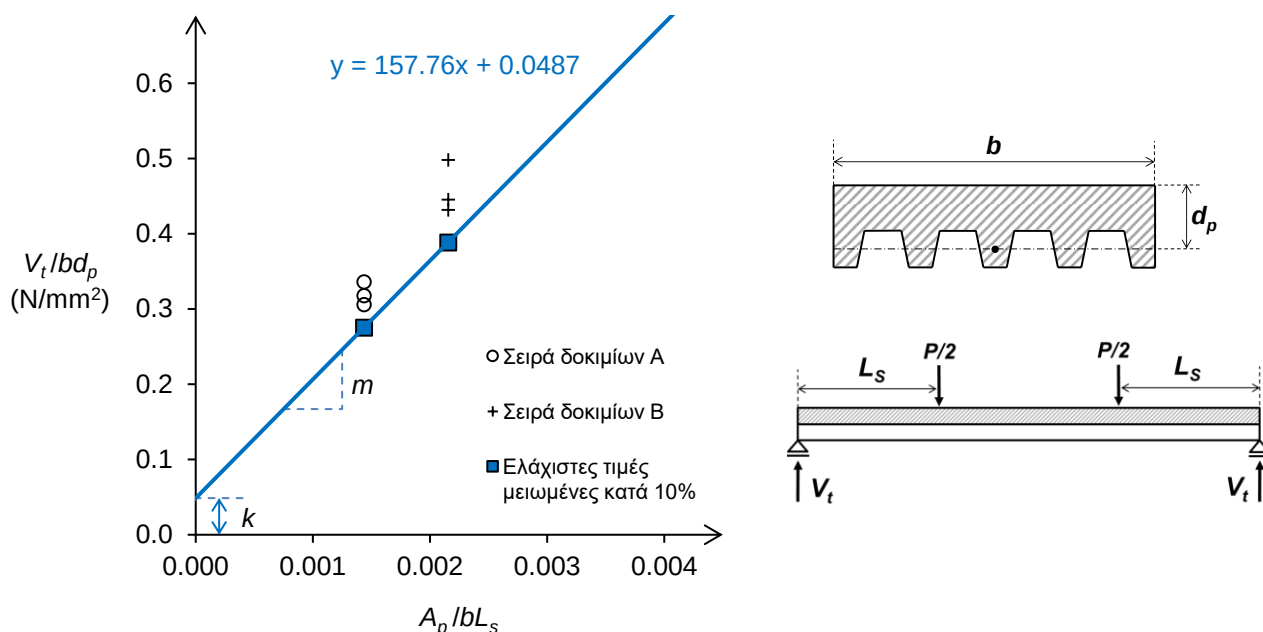


(γ)



Εικόνα 6: Ρηγμάτωση και ακραία ολίσθηση στην αστοχία που καταγράφηκαν κατά τον πειραματικό έλεγχο των δοκιμών σειράς Β. Σύμμικτες πλάκες B1 (α), B2 (β) και B3 (γ).

Για την εκτίμηση των συντελεστών m και k , προσδιορίστηκε η ελάχιστη τιμή φορτίου αστοχίας για κάθε μία από τις δύο ομάδες δοκιμών (Α και Β) που εξετάστηκαν. Οι τιμές αυτές απομειωμένες κατά 10% χρησιμοποιήθηκαν για τη εξαγωγή της γραμμικής σχέσης βάσει της οποίας λαμβάνονται οι τιμές των συντελεστών m και k σύμφωνα με τον EN 1994-1-1. Τα αποτελέσματα των πειραμάτων και η σχέση εκτίμησης των συντελεστών m και k που προέκυψε δίνονται στο διάγραμμα της Εικόνας 7.



Εικόνα 7: Υπολογισμός των συντελεστών m και k από τα πειραματικά αποτελέσματα.

Οι χαρακτηριστικές τιμές των τάσεων m και k που λήφθηκαν από τον πειραματικό έλεγχο πλακών με χαλυβδόφυλλο τύπου CYDECK 75 είναι $m = 157.7 \text{ MPa}$ και $k = 0.0487 \text{ MPa}$. Οι τιμές αυτές ισχύουν για:

- Για πάχη πλάκας ίσα ή μικρότερα από αυτά των δοκιμών ($h \leq 160 \text{ mm}$)
- Για πάχη χαλυβδόφυλλων ίσα ή μεγαλύτερα από αυτά των δοκιμών ($t \geq 0.8 \text{ mm}$)
- Για σκυροδέματα με θλιπτική αντοχή $f_{ck} \geq 30 \text{ MPa}$ (πρακτικά C25/30 και άνω)
- Για χαλυβδόφυλλα από χάλυβα κλάσης S350 (ή ανώτερη).

4. Πίνακες διαστασιολόγησης σύμμικτων πλακών από χαλυβδόφυλλο CYDECK 75

Τα πειραματικά αποτελέσματα που προέκυψαν από τις εργαστηριακές δοκιμές χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της φέρουσας ικανότητας διαφορετικών στατικών συστημάτων σύμμικτων πλακών για ένα εύρος τιμών μήκους ανοίγματος (L) και πάχους πλάκας (h). Συγκεκριμένα, εξετάστηκαν αμφιέριστες πλάκες και συνεχείς πλάκες δύο ανοιγμάτων κατασκευασμένες με χαλυβδόφυλλα CYDECK 75 πάχους $t = 0.8$ mm, $t = 1$ mm και $t = 1.2$ mm για εύρος ανοιγμάτων 1.50 m $< L < 4.50$ m και για πάχη πλακών 0.13 m $< h < 0.16$ m.

Η ανάλυση των σύμμικτων πλακών έγινε σύμφωνα με τις διατάξεις του EN 1994-1-1 και περιλάμβανε έλεγχο του φορέα στη «φάση κατασκευής» και στη «φάση λειτουργίας». Και στις δύο φάσεις ο έλεγχος της επάρκειας το φορέα έγινε με βάση τις οριακές καταστάσεις αστοχίας και λειτουργικότητας. Στην Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (Ο.Κ.Α.) λήφθηκαν συντελεστές ασφαλείας φορτίων $\gamma_{G,ULS} = 1.35$ για μόνιμες (G) και $\gamma_{Q,ULS} = 1.50$ για μεταβλητές (Q) δράσεις, ενώ στην Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας (Ο.Κ.Λ.) οι συντελεστές ασφαλείας φορτίων τέθηκαν ίσοι προς $\gamma_{G,SLS} = \gamma_{Q,SLS} = 1.00$. Συνεπώς, οι συνδυασμοί φόρτισης που εξετάστηκαν ήταν $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q$ για την Ο.Κ.Α. και $1.0 \cdot G + 1.0 \cdot Q$ για την Ο.Κ.Λ.

4.1. Ανάλυση σύμμικτων πλακών στη φάση κατασκευής

Κατά τη φάση κατασκευής το χαλυβδόφυλλο λειτουργεί ως ο μεταλλότυπος της πλάκας και φέρει τα εντατικά μεγέθη που προκύπτουν από τα ίδια βάρη των υλικών της πλάκας και από τα λοιπά φορτία διάστρωσης. Η ανάλυση του χαλυβδόφυλλου στη φάση κατασκευής έγινε με βάση τις σχετικές διατάξεις του EN 1993-1-3 που αφορούν στις λεπτότοιχες διατομές ψυχρής έλασης. Στην Ο.Κ.Α. εξετάστηκε η αντοχή του χαλυβδόφυλλου έναντι ροπών κάμψης, τεμνουσών δυνάμεων και αντιδράσεων στήριξης, καθώς και η αλληλεπίδραση ροπών-τεμνουσών δυνάμεων και ροπών-αντιδράσεων στήριξης. Για τον έλεγχο επάρκειας στην Ο.Κ.Λ. εξετάστηκε κατά πόσο το μέγιστο βέλος που αναπτύσσει το χαλυβδόφυλλο είναι μικρότερο από το όριο $L/180$ που προδιαγράφει το EN 1994-1-1. Επίσης, έγινε έλεγχος κατά πόσο το μέγιστο βέλος υπερβαίνει το $1/10$ του ύψους του σκυροδέματος πάνω από το χαλυβδόφυλλο, ώστε κατά την ανάλυση του σύμμικτου φορέα να ληφθούν υπόψη φαινόμενα πόντισης μέσω προσαύξησης του συνολικού πάχους της πλάκας.

Η στατική επίλυση του φορέα στη φάση κατασκευής έγινε στη βάση των κατανομών φόρτισης που καθορίζει ο EN 1991-1-6 και που παρουσιάζονται στον Πίνακα 2. Εξετάστηκαν τα εντατικά μεγέθη που προκύπτουν από τις ακόλουθες δράσεις:

- Ίδιο βάρος χαλυβδόφυλλου, G_p (Μόνιμη φόρτιση)
Το ίδιο βάρος του χαλυβδόφυλλου προκύπτει από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της διατομής του θεωρώντας ότι το βάρος του χάλυβα είναι 78.5 kN/m³.
- Ίδιο βάρος νωπού σκυροδέματος, G_c (Μόνιμη φόρτιση)
Θεωρήθηκε ότι τα βάρος του νωπού σκυροδέματος είναι 26 kN/m³. Για την κατανομή του βάρους του νωπού σκυροδέματος κατά μήκος του φορέα λήφθηκαν υπόψη δύο εναλλακτικοί τρόποι διάστρωσης: (α) φατνωματική διάστρωση κατά την οποία γίνεται σκυροδέτηση σε

κάθε φάτνωμα της πλάκας ξεχωριστά και (β) ομοιόμορφη διάστρωση κατά την οποία γίνεται ενιαία σκυροδέτηση σε όλη την επιφάνεια της πλάκας.

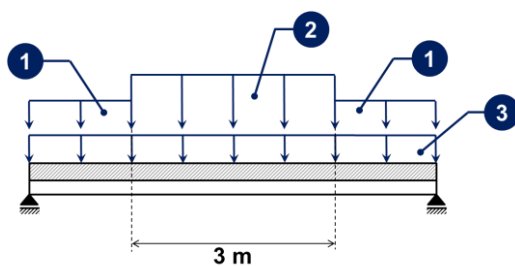
- Φορτίο διάστρωσης (Μεταβλητό φορτίο)

Θεωρήθηκε ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο $Q_{ca2} = 1.5 \text{ kN/m}^2$ που δρα σε επιφάνεια μήκους 3 m (ή όσο είναι το μήκος του ανοίγματος εάν αυτό είναι μικρότερο από 3 m) στο κεντρικό τμήμα της περιοχής διάστρωσης και ένα ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο $Q_{ca1} = 0.75 \text{ kN/m}^2$ που δρα στο υπόλοιπο μήκος της περιοχής διάστρωσης.

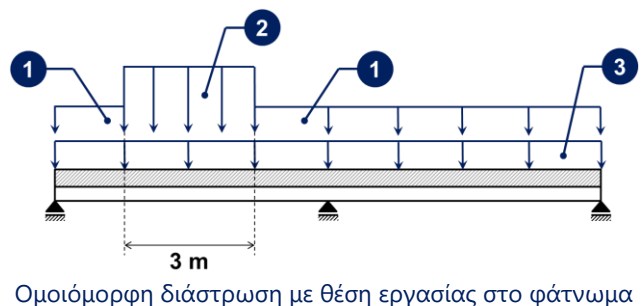
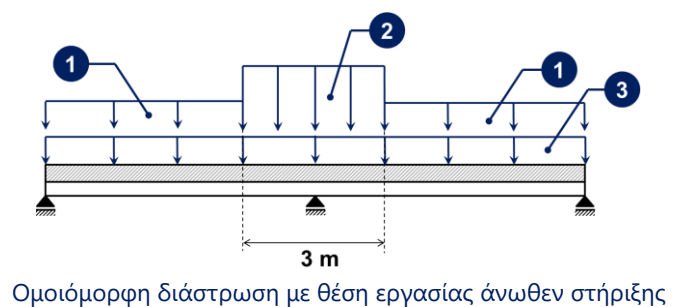
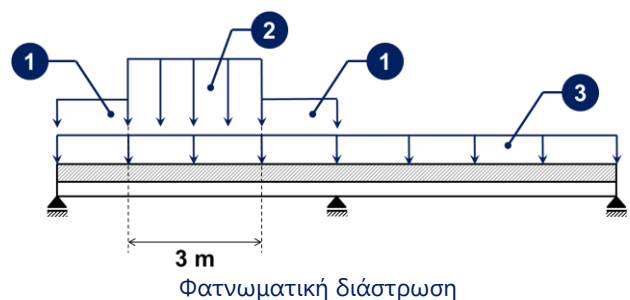
Πίνακας 2: Κατανομές και μεγέθη δράσεων που λήφθηκαν υπόψη για την ανάλυση του φορέα στη φάση της κατασκευής.

Δράση	Περιοχή φόρτισης	Φορτίο
(1)	Εκατέροθεν της θέσης εργασίας στην περιοχή διάστρωσης	Ομοιόμορφα κατανεμημένο μεταβλητό φορτίο $Q_{ca1} = 0.75 \text{ kN/m}^2$
(2)	Εντός της θέσης εργασίας σε μήκος 3 m (ή σε όλο το μήκος του ανοίγματος εάν αυτό είναι $< 3 \text{ m}$)	Ομοιόμορφα κατανεμημένο μεταβλητό φορτίο $Q_{ca2} = 1.5 \text{ kN/m}^2$
(3)	Κατά μήκος του φορέα	Ομοιόμορφα κατανεμημένο μόνιμο φορτίο λόγω του ίδιου βάρους του χαλυβδόφυλλου G_p και του νωπού σκυροδέματος G_c

Αμφιέριστη πλάκα



Συνεχής πλάκα δυο ανοιγμάτων



Για τον υπολογισμό των εντατικών μεγεθών σχεδιασμού, έγινε ανάλυση του φορέα για τις διαφορετικές κατανομές φορτίων και εξήχθησαν οι περιβάλλουσες των ροπών κάμψης και των τεμνουσών δυνάμεων. Σε κάθε περίπτωση, έγινε θεώρηση της πλέον δυσμενούς φόρτισης.

Σε περιπτώσεις που κάποιος από τους επί μέρους ελέγχους στη φάση της κατασκευής δεν ικανοποιούνταν, γινόταν η θεώρηση ότι θα προστεθούν στο μέσο του κάθε φατνώματος προσωρινές στηρίξεις οι οποίες θα αφαιρούνται στη φάση λειτουργίας (δηλ. μετά την πήξη του έγχυτου σκυροδέματος). Ακολούθως, γινόταν επίλυση του φορέα με τις ενδιάμεσες στηρίξεις ώστε να επιβεβαιωθεί η επάρκεια στη φάση της κατασκευής.

4.2. Ανάλυση σύμμικτων πλακών στη φάση λειτουργίας

Μετά την πήξη του σκυροδέματος, επιτυγχάνεται σύμμικτη δράση χαλυβδόφυλλου-σκυροδέματος και ο φορέας παραλαμβάνει τα εντατικά μεγέθη που προκαλούν τα φορτία που επιβάλλονται στην πλάκα κατά την διάρκεια ζωής του έργου. Η ανάλυση της σύμμικτης πλάκας στη φάση της κατασκευής έγινε με βάση τις σχετικές διατάξεις του EN 1994-1-4. Στην Ο.Κ.Α. έγιναν έλεγχοι που αφορούν στην αντοχή της πλάκας έναντι ροπών κάμψης, καθώς και έναντι κατακόρυφης και διαμήκους διάτμησης. Στην Ο.Κ.Α. έγινε σύγκριση των μέγιστων παραμορφώσεων που προκύπτουν από την επιβολή των μεταβλητών δράσεων μεμονωμένα και από το σύνολο των μόνιμων και μεταβλητών δράσεων με τις αντίστοιχες οριακές τιμές $L/300$ και $L/250$. Η εκτίμηση των παραμορφώσεων της σύμμικτης πλάκας έγινε με βάση την παραδοχή ότι η δυσκαμψία στην Ο.Κ.Α. ισούται με τον μέσο όρο των δυσκαμψιών της ρηγματωμένης και της αρηγμάτωτης διατομής. Σημειώνεται ότι κατά τον υπολογισμό των παραμορφώσεων στη φάση λειτουργίας λήφθηκαν υπόψη και τα βέλη κάμψης που προέκυψαν από την ανάλυση του φορέα στη φάση κατασκευής. Για την αποφυγή της ρηγμάτωσης του σκυροδέματος στην Ο.Κ.Α., θεωρήθηκε ότι στις θέσεις αρνητικών ροπών ο άνω οπλισμός των σύμμικτων πλακών θα ικανοποιεί τις απαιτήσεις που διατυπώνονται στην παράγραφο 7.3 του EN1992-1-1.

Η ανάλυση σύμμικτων πλακών στη φάση λειτουργίας έγινε λαμβάνοντας υπόψη τις ακόλουθες δράσεις:

- Ίδιο βάρος πλάκας, G_{cs} (Μόνιμη φόρτιση)
Το ίδιο βάρος της πλάκας προκύπτει από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και τα βάρη των επί μέρους υλικών που συνθέτουν τον φορέα. Θεωρήθηκε ότι το βάρος του χάλυβα είναι 78.5 kN/m^3 και αυτό του σκληρυμένου σκυροδέματος είναι 25 kN/m^3 .
- Βάρος επικαλύψεων πλάκας, G_f (Μόνιμη φόρτιση)
Υποτέθηκε ομοιόμορφα κατανεμημένο βάρος επικαλύψεων πλάκας ίσο με 3 kN/m^2 .
- Κινητό φορτίο Q_f (Μεταβλητό φορτίο)
Έγινε αρχική επίλυση του φορέα για μοναδιαίο ($Q_f = 1 \text{ kN/m}^2$) κινητό φορτίο, ομοιόμορφα κατανεμημένο στην επιφάνεια της πλάκας. Ακολούθως, έγινε υπολογισμός του μέγιστου κινητού φορτίου (Q_{max}) που μπορεί να παραλάβει η πλάκα με τη διαδικασία που περιγράφεται στην παράγραφο 4.3 του παρόντος τεχνικού οδηγού. Τέλος, έγινε επαναεπίλυση του φορέα θέτοντας την τιμή της μεταβλητής δράσης ίση με τη μέγιστη υπολογισθείσα τιμή κινητού φορτίου ($Q_f = Q_{max}$) ώστε να επιβεβαιωθεί η επάρκεια του.

Οι δράσεις που ασκούνται και οι επιμέρους έλεγχοι που διενεργούνται στις φάσεις της κατασκευής και της λειτουργίας συνοψίζονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3: Απαιτούμενοι έλεγχοι σύμμικτων πλακών στις οριακές καταστάσεις αστοχίας και λειτουργικότητας κατά τις φάσεις της κατασκευής και της λειτουργίας του φορέα.

Φάσεις έργου	Διατομή	Δράσεις	Οριακή Κατάσταση Αστοχίας	Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας
Φάση Κατασκευής	Χαλυβδόφυλλο	<u>Μόνιμα φορτία</u> ☐ Ίδιο βάρος χαλυβδόφυλλου ☐ Ίδιο βάρος νωπού σκυροδέματος <u>Μεταβλητά φορτία</u> ☐ Φορτίο διάστρωσης	☐ Κάμψη ☐ Τέμνουσα ☐ Αντίδραση στήριξης ☐ Αλληλεπίδραση ροπών-τεμνουσών και ροπών-αντίδρασης στήριξης	☐ Παραμορφώσεις
Φάση Λειτουργίας	Σύμμικτη πλάκα	<u>Μόνιμα φορτία</u> ☐ Ίδιο βάρος σύμμικτης πλάκας ☐ Βάρος επικαλύψεων πλάκας <u>Μεταβλητά φορτία</u> ☐ Κινητό φορτίο πλάκας	☐ Κάμψη ☐ Εγκάρσια διάτμηση ☐ Διαμήκης διάτμηση	☐ Παραμορφώσεις ☐ Ρηγμάτωση σκυροδέματος

4.3. Προσδιορισμός μεγίστου επιτρεπόμενου μεταβλητού φορτίου

Για την κάθε περίπτωση σύμμικτης πλάκας που εξετάστηκε έγινε προσδιορισμός του μέγιστου μεταβλητού φορτίου Q_{max} που μπορεί να παραλάβει ο φορέας στη φάση λειτουργίας. Ο προσδιορισμός των εν λόγω τιμών έγινε με βάση τον κρίσιμο έλεγχο του φορέα. Κρίσιμος έλεγχος θεωρείται εκείνος για τον οποίο:

- Κανένα από τα δρώντα μεγέθη (ροπή κάμψης, εγκάρσια διάτμηση, διαμήκης διάτμηση) δεν υπερβαίνει την αντίστοιχη αντοχή, και
- Η μέγιστη παραμόρφωση που αναπτύσσεται σε κάθε φάτνωμα του φορέα, λαμβάνοντας υπόψη και τις παραμορφώσεις που πρόεκυψαν από την ανάλυση στη φάση κατασκευής, είναι μικρότερη του $L/250$, όπου L το άνοιγμα του αντίστοιχου φατνώματος.

Στους πίνακες που ακολουθούν δίνεται το μέγιστο ωφέλιμο φορτίο Q_{max} που δύναται να φέρουν αμφιέριστες πλάκες και συνεχείς πλάκες δύο ανοιγμάτων κατασκευασμένες με χαλυβδόφυλλα τύπου CYDECK 75 πάχους $t = 0.8 \text{ mm}$, $t = 1 \text{ mm}$ και $t = 1.2 \text{ mm}$ για ένα εύρος ανοιγμάτων από 1.50 μέχρι 4.50 m και για συνολικά πάχη πλάκας από 0.13 ως 0.16 m. Ως άνω όριο των φορτίων αναφοράς που παρατίθενται στους πίνακες τέθηκε η τιμή 20 kN/m^2 . Επισημαίνεται ότι οι τιμές που παρατίθενται στους πίνακες δεν έχουν πολλαπλασιαστεί με κάποιο συντελεστή ασφαλείας φορτίου. Στους πίνακες σημειώνονται επίσης τα μήκη ανοίγματος για τα οποία

απαιτείται η τοποθέτηση ενδιάμεσων προσωρινών στηρίξεων κατά τη φάση κατασκευής, καθώς και οι μηχανικές ιδιότητες υλικών για τις οποίες ισχύουν οι προτεινόμενες τιμές μεταβλητού φορτίου.

Τονίζεται ότι η χρήση των πινάκων που δίνονται στον παρόν οδηγό για τη διαστασιολόγηση σύμμικτων πλακών από τραπεζοειδές χαλυβδόφυλλο τύπου CYDECK 75 εναπόκειται στις ακόλουθες προϋποθέσεις:

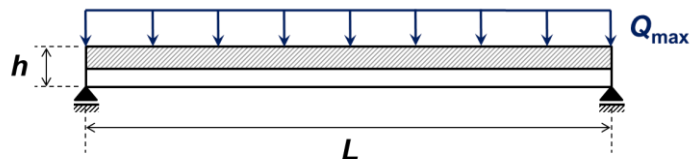
- Για την κατασκευή της υπό διαστασιολόγηση πλάκας θα χρησιμοποιηθούν χαλυβδόφυλλα από χάλυβα κλάσης S350 (ή/και ανώτερης κλάσης) και σκυρόδεμα κλάσης C25/30 (ή/και ανώτερης κλάσης).
- Σε πλάκες συνεχών ανοιγμάτων ο άνω σπλισμός στις θέσεις των αρνητικών ροπών θα είναι τουλάχιστο Ø10/20 από χάλυβα κλάσης B500C.
- Η κατανομή των μόνιμων και κινητών φορτίων σχεδιασμού στην επιφάνεια της υπό διαστασιολόγηση πλάκας είναι ομοιόμορφη.
- Σε περιπτώσεις όπου τα μόνιμα κατανεμημένα φορτία σχεδιασμού υπερβαίνουν αυτά που αναφέρονται στην παράγραφο 4.2 (δηλ. ίδια βάρη χαλυβδόφυλλου και σκυροδέματος + βάρος επικαλύψεων 3 kN/m²), θα πρέπει να γίνεται προς τα κάτω προσαρμογή της τιμής του επιτρεπόμενου φορτίου που αναγράφεται στους πίνακες με αφαίρεση του επιπρόσθετου μόνιμου φορτίου που καλείται να παραλάβει η υπό διαστασιολόγηση πλάκα.

Αμφιέριστη σύμμικτη πλάκα με χαλυβδόφυλλο CYDECK 75

Ιδιότητες Υλικών

Χάλυβας S350

Σκυρόδεμα C25/30



Μέγιστες τιμές ωφέλιμου φορτίου - Q_{max} (kN/m²)

Πάχος πλάκας h (mm)	Πάχος φύλλου t (mm)	Μήκος ανοίγματος - L (m)											
		1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50
130	0.8	20	16	12	9.0	6.7	5.0	3.7	2.6	1.8	1.0	0.45	
	1.0	20	20	15	12	9.3	7.2	5.5	4.2	3.1	2.2	1.0	
	1.2	20	20	17	15	11	9.3	7.4	5.8	4.5	3.4	1.6	0.25
140	0.8	20	18	13	10	7.9	5.9	4.5	3.3	2.3	1.5	0.85	0.30
	1.0	20	20	18	13	10	8.4	6.5	5.0	3.8	2.8	2.0	1.1
	1.2	20	20	20	17	13	10	8.6	6.8	5.4	4.2	3.2	1.8
150	0.8	20	20	15	11	9.0	6.9	5.2	3.9	2.8	1.9	1.2	0.60
	1.0	20	20	20	15	12	9.5	7.5	5.8	4.5	3.4	2.5	1.8
	1.2	20	20	20	19	15	12	9.7	7.8	6.2	4.9	3.8	2.9
160	0.8	20	20	17	13	10	7.8	6.0	4.5	3.4	2.4	1.6	0.95
	1.0	20	20	20	17	13	10	8.5	6.7	5.2	4.0	3.0	2.2
	1.2	20	20	20	20	17	13	10	8.8	7.1	5.7	4.5	3.5

Σημειώσεις

- Απαιτούνται ενδιάμεσες στηρίξεις στα μέσα του ανοίγματος κατά τη φάση κατασκευής ώστε να ικανοποιούνται οι έλεγχοι επάρκειας του χαλυβδόφυλλου.
- Απαιτούνται ενδιάμεσες στηρίξεις στα μέσα του ανοίγματος κατά τη φάση κατασκευής ώστε το συνολικό μέγιστο βέλος που θα αναπτύξει ο φορέας στη φάση λειτουργίας να μην υπερβεί το όριο $L/250$.

Συνεχής σύμμικτη πλάκα δύο ανοιγμάτων με χαλυβδόφυλλο CYDECK 75

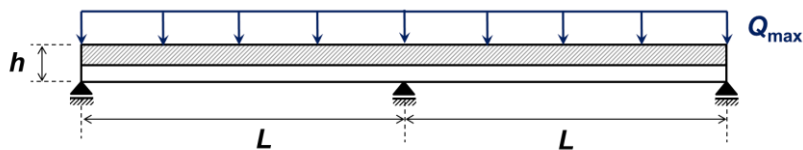
Ιδιότητες Υλικών

Χάλυβας S350

Σκυρόδεμα C25/30

Χάλυβας Οπλισμών B500C

Ελάχιστος οπλισμός στις θέσεις
αρνητικών ροπών $\phi 10/20$



Μέγιστες τιμές ωφέλιμου φορτίου - Q_{max} (kN/m²)

Πάχος πλάκας h (mm)	Πάχος φύλλου t (mm)	Μήκος ανοίγματος - L (m)										
		1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00
130	0.8	20	18	13	9.9	7.3	5.3	3.8	2.6	1.7	0.95	0.30
	1.0	20	18	15	11	8.2	6.0	4.3	2.9	1.9	1.0	0.35
	1.2	20	18	15	11	8.2	6.0	4.2	2.9	1.9	1.0	0.35
140	0.8	20	20	15	11	8.5	6.3	4.6	3.3	2.2	1.4	0.70
	1.0	20	20	17	12	9.5	7.0	5.1	3.6	2.4	1.4	0.70
	1.2	20	20	17	12	9.5	6.9	5.0	3.6	2.4	1.4	0.65
150	0.8	20	20	17	12	9.7	7.2	5.4	3.9	2.7	1.8	1.0
	1.0	20	20	19	14	10	7.9	5.8	4.2	2.9	1.9	1.0
	1.2	20	20	19	14	10	7.9	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0
160	0.8	20	20	19	14	10	8.2	6.1	4.5	3.3	2.2	1.4
	1.0	20	20	20	16	11	8.9	6.6	4.8	3.4	2.3	1.4
	1.2	20	20	20	16	11	8.9	6.6	4.8	3.4	2.3	1.3

Σημειώσεις

Απαιτούνται ενδιάμεσες στηρίξεις στα μέσα των δύο ανοιγμάτων κατά τη φάση κατασκευής ώστε να ικανοποιούνται οι έλεγχοι επάρκειας του χαλυβδόφυλλου.

4.4. Προσδιορισμός μεγίστου επιτρεπόμενου μεταβλητού φορτίου έναντι πυρκαγιάς.

Ο έλεγχος έναντι πυρκαγιάς γίνεται με βάση την φόρτιση $G + \psi_2 Q$ από την οποία προκύπτουν τα εντατικά μεγέθη (θετικές ροπές $M_{ft,Rd}^+$ και αρνητικές ροπές $M_{ft,Rd}^-$). Οι υπολογισμοί αφορούν την έκθεση της σύμμικτης πλάκας στην πυρκαγιά ISO και ισχύουν για ρυθμούς θέρμανσης μεταξύ 2 και 50 °K/min. Οι αντοχές σε θετικές και αρνητικές ροπές $M_{ft,Rd}^+$, $M_{ft,Rd}^-$ υπολογίζονται με βάση τις θερμοκρασίες της πυρκαγιάς ISO, σύμφωνα με τις διατάξεις του Ευρωκώδικα 4 – μέρος 1.2.

Ο προσδιορισμός του μεγίστου φορτίου Q των παραπάνω σχέσεων γίνεται με βάση τον κρίσιμο έλεγχο του φορέα, ο οποίος μπορεί να απορρέει είτε από τους ελέγχους στην κανονική θερμοκρασία (έλεγχοι οριακής κατάστασης αστοχίας και λειτουργικότητας) είτε από τον έλεγχο πυραντοχής της σύμμικτης πλάκας (κριτήριο θερμικής μόνωσης I , και κριτήριο φέρουσας ικανότητάς R).

Το μέγιστο φορτίο Q δε μπορεί να υπερβαίνει την τιμή που μπορεί να φέρει η πλάκα στην κανονική θερμοκρασία. Στην περίπτωση που η πλάκα δε μπορεί να φέρει το φορτίο για το οποίο ικανοποιεί τους ελέγχους στην κανονική θερμοκρασία, υποδεικνύεται η διάμετρος του επιπροσθέτου κάτω οπλισμού που απαιτείται (τοποθέτηση μίας ράβδου εντός της αυλάκωσης του χαλυβδόφυλλου). Στους ανωτέρω υπολογισμούς η απόσταση του κέντρου βάρους του κάτω οπλισμού από την κατώτερη παρειά της σύμμικτης πλάκας λαμβάνεται ίση με 32mm και η ποιότητα του χάλυβα είναι B500C.

Στην περίπτωση που η πλάκα ικανοποιεί το κριτήριο φέρουσας ικανότητας (κριτήριο R) αλλά δεν ικανοποιεί το κριτήριο θερμικής μόνωσης (κριτήριο I), η τιμή του μεγίστου φορτίου αναγράφεται στους πίνακες και φέρει μια πλάγια διαγράμμιση.

Στους πίνακες που ακολουθούν προσδιορίζεται το μέγιστο ωφέλιμο φορτίο Q που δύναται να φέρει η σύμμικτη πλάκα για δυο διαφορετικά στατικά συστήματα, κατασκευασμένες με χαλυβδόφυλλα τύπου CYDECK 75 πάχους $t = 0.8$ mm, $t = 1$ mm και $t = 1.2$ mm για ένα εύρος ανοιγμάτων από 1.50 μέχρι 4.50 m και για συνολικά πάχη πλάκας από 0.13 ως 0.16 m και για τιμή του συντελεστή $\psi_2=0.60$.

Οι πίνακες διαφοροποιούνται ανάλογα με την απαίτηση πυραντοχής (διακρίνονται οι περιπτώσεις R60 και R90).

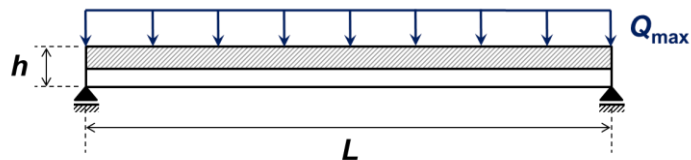
ΠΥΡΑΝΤΟΧΗ 60 ΛΕΠΤΑ

Αμφιέριστη σύμμικτη πλάκα με χαλυβδόφυλλο CYDECK 75

Ιδιότητες Υλικών

Χάλυβας S350

Σκυρόδεμα C25/30



Μέγιστες τιμές ωφέλιμου φορτίου - Q_{max} (kN/m²)

Πάχος πλάκας h (mm)	Πάχος φύλλου t (mm)	Μήκος ανοίγματος - L (m)											
		1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50
130	0.8	20	16	12	9.0	6.7	5.0	3.7	2.6	1.8	1.0	0.45	
	1.0	20	20	15	12	9.3	7.2	5.5	4.2	3.1	2.2	1.0	
	1.2	20	20	17	15	11	9.3	7.4	5.8	4.5	3.4	1.6	0.25
140	0.8	20	18	13	10	7.9	5.9	4.5	3.3	2.3	1.5	0.85	0.30
	1.0	20	20	18	13	10	8.4	6.5	5.0	3.8	2.8	2.0	1.1
	1.2	20	20	20	17	13	10	8.6	6.8	5.4	4.2	3.2	1.8
150	0.8	20	20	15	11	9.0	6.9	5.2	3.9	2.8	1.9	1.2	0.60
	1.0	20	20	20	15	12	9.5	7.5	5.8	4.5	3.4	2.5	1.8
	1.2	20	20	20	19	15	12	9.7	7.8	6.2	4.9	3.8	2.9
160	0.8	20	20	17	13	10	7.8	6.0	4.5	3.4	2.4	1.6	0.95
	1.0	20	20	20	17	13	10	8.5	6.7	5.2	4.0	3.0	2.2
	1.2	20	20	20	20	17	13	10	8.8	7.1	5.7	4.5	3.5

Φ8

Φ10

Φ12

Φ14

Φ16

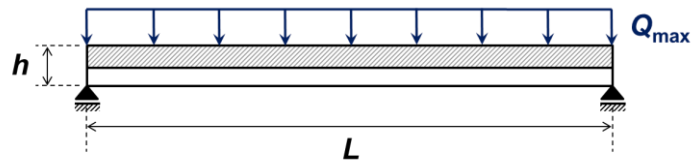
ΠΥΡΑΝΤΟΧΗ 90 ΛΕΠΤΑ

Αμφιέριστη σύμμικτη πλάκα με χαλυβδόφυλλο CYDECK 75

Ιδιότητες Υλικών

Χάλυβας S350

Σκυρόδεμα C25/30



Μέγιστες τιμές ωφέλιμου φορτίου - Q_{max} (kN/m²)

Πάχος πλάκας h (mm)	Πάχος φύλλου t (mm)	Μήκος ανοίγματος - L (m)											
		1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50
130	0.8	20	16	12	9.0	6.7	5.0	3.7	2.6	1.8	1.0	0.45	
	1.0	20	20	15	12	9.3	7.2	5.5	4.2	3.1	2.2	1.0	
	1.2	20	20	17	15	11	9.3	7.4	5.8	4.5	3.4	1.6	0.25
140	0.8	20	18	13	10	7.9	5.9	4.5	3.3	2.3	1.5	0.85	0.30
	1.0	20	20	18	13	10	8.4	6.5	5.0	3.8	2.8	2.0	1.1
	1.2	20	20	20	17	13	10	8.6	6.8	5.4	4.2	3.2	1.8
150	0.8	20	20	15	11	9.0	6.9	5.2	3.9	2.8	1.9	1.2	0.60
	1.0	20	20	20	15	12	9.5	7.5	5.8	4.5	3.4	2.5	1.8
	1.2	20	20	20	19	15	12	9.7	7.8	6.2	4.9	3.8	2.9
160	0.8	20	20	17	13	10	7.8	6.0	4.5	3.4	2.4	1.6	0.95
	1.0	20	20	20	17	13	10	8.5	6.7	5.2	4.0	3.0	2.2
	1.2	20	20	20	20	17	13	10	8.8	7.1	5.7	4.5	3.5

Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ 18	Φ20	Φ22	Φ24
----	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----

ΠΥΡΑΝΤΟΧΗ 60 ΛΕΠΤΑ

Συνεχής σύμμικτη πλάκα δύο ανοιγμάτων με χαλυβδόφυλλο CYDECK 75

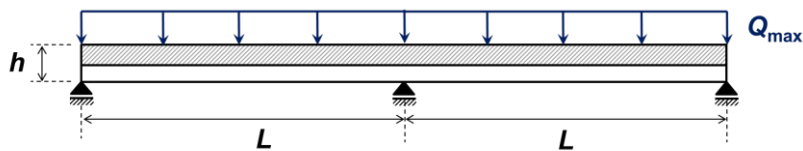
Ιδιότητες Υλικών

Χάλυβας S350

Σκυρόδεμα C25/30

Χάλυβας Οπλισμών B500C

Ελάχιστος οπλισμός στις θέσεις
αρνητικών ροπών $\emptyset 10 / 20$



Μέγιστες τιμές ωφέλιμου φορτίου - Q_{max} (kN/m ²)												
Πάχος πλάκας h (mm)	Πάχος φύλλου t (mm)	Μήκος ανοίγματος - L (m)										
		1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00
130	0.8	20	18	13	9.9	7.3	5.3	3.8	2.6	1.7	0.95	0.30
	1.0	20	18	15	11	8.2	6.0	4.3	2.9	1.9	1.0	0.35
	1.2	20	18	15	11	8.2	6.0	4.2	2.9	1.9	1.0	0.35
140	0.8	20	20	15	11	8.5	6.3	4.6	3.3	2.2	1.4	0.70
	1.0	20	20	17	12	9.5	7.0	5.1	3.6	2.4	1.4	0.70
	1.2	20	20	17	12	9.5	6.9	5.0	3.6	2.4	1.4	0.65
150	0.8	20	20	17	12	9.7	7.2	5.4	3.9	2.7	1.8	1.0
	1.0	20	20	19	14	10	7.9	5.8	4.2	2.9	1.9	1.0
	1.2	20	20	19	14	10	7.9	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0
160	0.8	20	20	19	14	10	8.2	6.1	4.5	3.3	2.2	1.4
	1.0	20	20	20	16	11	8.9	6.6	4.8	3.4	2.3	1.4
	1.2	20	20	20	16	11	8.9	6.6	4.8	3.4	2.3	1.3

Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16
----	-----	-----	-----	-----

ΠΥΡΑΝΤΟΧΗ 90 ΛΕΠΤΑ

Συνεχής σύμμικτη πλάκα δύο ανοιγμάτων με χαλυβδόφυλλο CYDECK 75

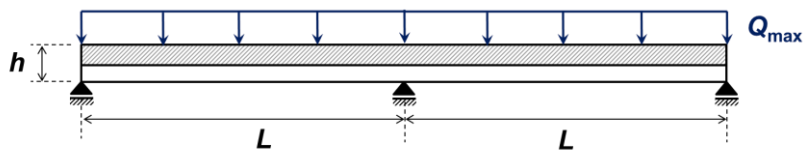
Ιδιότητες Υλικών

Χάλυβας S350

Σκυρόδεμα C25/30

Χάλυβας Οπλισμών B500C

Ελάχιστος οπλισμός στις θέσεις
αρνητικών ροπών $\Phi 10/20$



Μέγιστες τιμές ωφέλιμου φορτίου - Q_{max} (kN/m ²)												
Πάχος πλάκας h (mm)	Πάχος φύλλου t (mm)	Μήκος ανοίγματος - L (m)										
		1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00
130	0.8	20	18	13	9.9	7.3	5.3	3.8	2.6	1.7	0.95	0.30
	1.0	20	18	15	11	8.2	6.0	4.3	2.9	1.9	1.0	0.35
	1.2	20	18	15	11	8.2	6.0	4.2	2.9	1.9	1.0	0.35
140	0.8	20	20	15	11	8.5	6.3	4.6	3.3	2.2	1.4	0.70
	1.0	20	20	17	12	9.5	7.0	5.1	3.6	2.4	1.4	0.70
	1.2	20	20	17	12	9.5	6.9	5.0	3.6	2.4	1.4	0.65
150	0.8	20	20	17	12	9.7	7.2	5.4	3.9	2.7	1.8	1.0
	1.0	20	20	19	14	10	7.9	5.8	4.2	2.9	1.9	1.0
	1.2	20	20	19	14	10	7.9	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0
160	0.8	20	20	19	14	10	8.2	6.1	4.5	3.3	2.2	1.4
	1.0	20	20	20	16	11	8.9	6.6	4.8	3.4	2.3	1.4
	1.2	20	20	20	16	11	8.9	6.6	4.8	3.4	2.3	1.3

$\Phi 8$	$\Phi 10$	$\Phi 12$	$\Phi 14$	$\Phi 16$
----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Παραπομπές

EN 1991-1-6 (2005) Ευρωκώδικας 1 – Βάσεις σχεδιασμού και δράσεων στις κατασκευές: Γενικές Δράσεις - Δράσεις κατά τη διάρκεια της κατασκευής.

EN 1993-1-3 (2006) Ευρωκώδικας 3 – Σχεδιασμός φερουσών κατασκευών από χάλυβα: Γενικοί κανόνες - Συμπληρωματικοί κανόνες για μέλη και φύλλα ψυχρής έλασης.

EN 1994-1-1 (2004) Ευρωκώδικας 4 – Σχεδιασμός σύμμικτων φερουσών κατασκευών από χάλυβα και σκυρόδεμα: Γενικοί κανόνες και κανόνες για κτίρια.