ΕΛΑΣΤΡΟΝ

ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

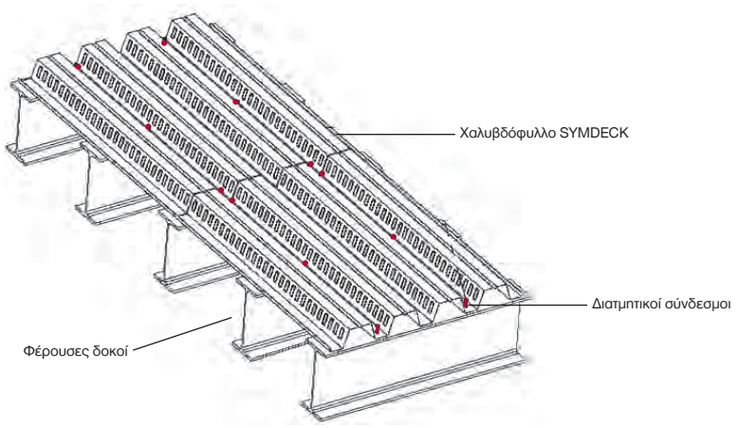
ΧΑΛΥΒΔΟΦΥΛΛΟ SYMDECK

ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΣΥΜΜΙΚΤΩΝ ΠΛΑΚΩΝ

Σύμμικτες πλάκες ονομάζονται οι φέρουσες πλάκες οροφής κτιρίων, οι οποίες αποτελούνται από χαλυβδόφυλλα και επί τόπου έγχυτο σκυρόδεμα. Η σύμμικτη μέθοδος κατασκευής πλακών προέρχεται από τη Βόρειο Αμερική και τελευταία εφαρμόζεται όλο και περισσότερο τόσο στην Ευρώπη όσο και στην Ελλάδα. Ειδικότερα η χρήση σύμμικτων πλακών έχει συμβάλλει και στην αύξηση της χρήσης των μεταλλικών κατασκευών στα οικοδομικά έργα.

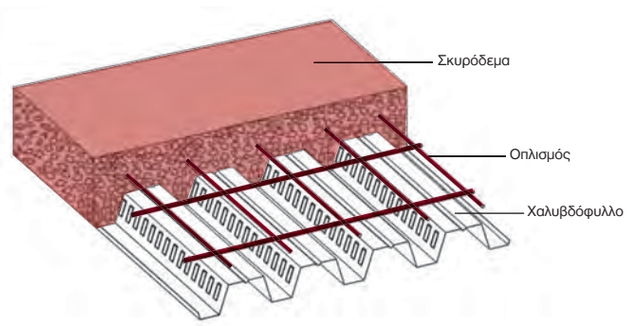
Η χρήση σύμμικτων πλακών σε δομικά έργα έχει σημειώσει αύξηση τα τελευταία χρόνια και έχει συμβάλλει στη γενικότερη αύξηση της χρήσης του χάλυβα στις κατασκευές Πολιτικού Μηχανικού. Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση τους συνοψίζονται στα παρακάτω:

- Απαιτούνται γενικώς μικρότεροι χρόνοι κατασκευής.
- Αποφεύγεται η χρήση ξυλοτύπου.
- Επιτυγχάνεται η γεφύρωση μεγαλύτερων ανοιγμάτων με αντίστοιχη μείωση των μεταλλικών διαδοκιδώσεων.



Σχήμα 1: Τυπική διάταξη υποδομής σύμμικτης πλάκας.

Το βασικό συστατικό των σύμμικτων πλακών είναι τα χαλυβδόφυλλα που λειτουργούν αρχικά κατά τη φάση κατασκευής ως μεταλλότυπος για το έγχυτο σκυρόδεμα, μεταφέροντας τα φορτία της σκυροδέτησης (Σχήμα 1). Μετά την πήξη του σκυροδέματος η παραλαβή των λοιπών φορτίων κατά τη διάρκεια ζωής της κατασκευής γίνεται από τη σύμμικτη δράση των δύο υλικών που λειτουργούν πλέον ως σύμμικτη πλάκα. Στη σύμμικτη πλάκα προβλέπεται συνήθως ένας ελαφρύς οπλισμός (Σχήμα 2) που αφενός μεν προστατεύει το σκυρόδεμα από τη ρηγμάτωση, αφετέρου δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραλαβή των (αρνητικών) ροπών των στηρίξεων στην περίπτωση που επιλεγεί το στατικό σύστημα της συνεχούς δοκού πολλών ανοιγμάτων.



Σχήμα 2: Διαμόρφωση της σύμμικτης πλάκας.

ΧΑΛΥΒΔΟΦΥΛΛΟ SYMDECK 73

Το χαλυβδόφυλλο SYMDECK 73 είναι ένα γαλβανισμένο προφίλ τραπεζοειδούς σχήματος που χρησιμοποιείται για την κατασκευή σύμμικτων πλακών μεγάλων ανοιγμάτων. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αμιγώς μεταλλικός φορέας ικανός να καλύψει μεγάλα ανοίγματα.

Το άνω πέλμα του χαλυβδόφυλλου είναι ενισχυμένο έναντι τοπικού λυγισμού με μια ενδιάμεση ενίσχυση στο μέσο του. Στον κορμό υπάρχουν ειδικές νευρώσεις (εντυπώματα) μήκους 40 mm, τα οποία προσδίδουν την επιπλέον συνάφεια που απαιτείται μεταξύ χαλυβδόφυλλου και σκυροδέματος ούτως ώστε να μεταφέρονται οι δυνάμεις διαμήκους διάτμησης που αναπτύσσονται μεταξύ των δύο υλικών.

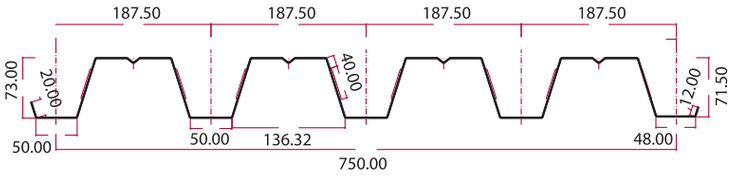
Τα χαλυβδόφυλλα παράγονται πάντα με τα υψηλά επίπεδα ποιότητας του εργοστασίου σε πάχη από 0,75 ως 1,25 mm. Ο χάλυβας που χρησιμοποιείται είναι υψηλής ποιότητας S320 σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 3, γαλβανισμένος, με δυνατότητα επιλογής βαφής σε μια μεγάλη γκάμα χρωμάτων. Τα γεωμετρικά και αδρανειακά χαρακτηριστικά του προφίλ για κάθε πάχος φαίνονται στο Σχήμα 3 και στους πίνακες που ακολουθούν.

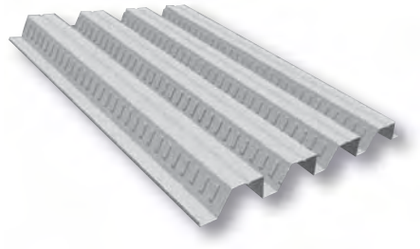
Πάχος	**t (mm)**	**0,75**	**0,80**	**1,00**	**1,25**
Βάρος	G (kg/m)	7,36	7,85	9,81	12,27
Επιφάνεια	A (cm^2)	9,57	10,15	12,72	15,98
Ροπή αδρανείας	I_y (cm^4)	82,51	88,00	110,42	138,32
Ροπή αντίστασης	W_y (cm^3)	20,68	22,11	27,74	34,67

Πίνακας 1: Γεωμετρικά και αδρανειακά χαρακτηριστικά του τραπεζοειδούς χαλυβδόφυλλου SYMDECK 73.

Πάχος	**t (mm)**	**0,75**	**0,80**	**1,00**	**1,25**
Βάρος	G (kg/m^2)	9,81	10,47	13,08	16,36
Επιφάνεια	A (cm^2/m)	12,76	13,533	16,96	21,31
Ροπή αδρανείας	I_y (cm^4/m)	110,01	117,33	147,22	184,43
Ροπή αντίστασης	W_y (cm^3/m)	27,57	29,48	36,99	42,23

Πίνακας 2: Γεωμετρικά και αδρανειακά χαρακτηριστικά του τραπεζοειδούς χαλυβδόφυλλου SYMDECK 73 ανά μέτρο πλάτους διατομής.





Σχήμα 3: Γεωμετρία του τραπεζοειδούς χαλυβδόφυλλου SYMDECK 73.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΜΜΙΚΤΩΝ ΠΛΑΚΩΝ

Η μελέτη και ο σχεδιασμός των σύμμικτων πλακών σύμφωνα με τις διατάξεις του Ευρωκώδικα 4 περιλαμβάνει δύο στάδια, τη «φάση κατασκευής» και τη «φάση λειτουργίας». Κατά τη φάση κατασκευής, δηλαδή πριν τη σκλήρυνση του σκυροδέματος, επιδιώκεται το προβλεπόμενο στατικό σύστημα να έχει την ικανότητα παραλαβής της έντασης που δημιουργεί το νωπό σκυρόδεμα και τα λοιπά φορτία διάστρωσης. Ο φορέας παραλαβής της προκαλούμενης έντασης είναι το γυμνό χαλυβδόφυλλο με τις στηρίξεις, που στην ουσία είναι ο μεταλλότυπος της πλάκας. Μετά την πήξη του σκυροδέματος, ο σχεδιασμός αφορά τη φάση λειτουργίας, όπου χαλυβδόφυλλο και σκυρόδεμα δρουν σύμμικτα ως ενιαία πλάκα. Η ένταση που προκαλούν τα φορτία που επιβάλλονται στην πλάκα κατά τη διάρκεια ζωής του έργου παραλαμβάνονται σ' αυτή τη φάση από τη σύμμικτη δράση των δύο υλικών.

ΦΑΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Στη φάση κατασκευής ο σχεδιασμός γίνεται με βάση τις οριακές καταστάσεις αστοχίας και λειτουργικότητας. Ειδικότερα ελέγχεται η δυνατότητα παραλαβής της ροπής κάμψης που προκαλούν τα δρώντα φορτία από το χαλυβδόφυλλο με το δεδομένο στατικό σύστημα. Η οριακή κατάσταση αντοχής διεξάγεται σύμφωνα με τις διατάξεις του Ευρωκώδικα 3 που αφορούν τις λεπτότοιχες διατομές ψυχρής διαμόρφωσης (Τμήμα 1.3). Στην περίπτωση που για δεδομένο πάχος χαλυβδόφυλλου ο έλεγχος δεν ικανοποιείται, προβλέπονται ενδιάμεσες στηρίξεις στο χαλυβδόφυλλο. Επίσης θα πρέπει τα βέλη κάμψης που δημιουργούνται να είναι εντός των ορίων που καθορίζονται από τον Ευρωκώδικα 4.

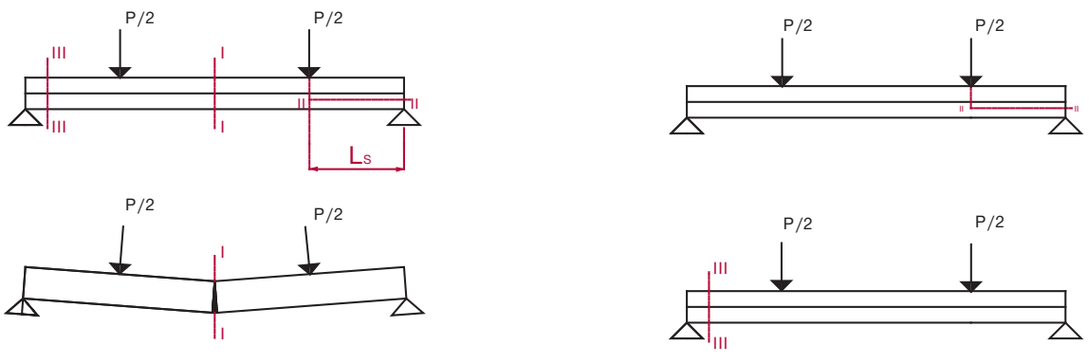
ΦΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Στη φάση λειτουργίας διεξάγονται έλεγχοι που αφορούν την ικανότητα παραλαβής της έντασης της πλάκας έναντι αρνητικής και θετικής ροπής κάμψης καθώς και έναντι κατακόρυφης και διαμήκους διάτμησης. Επίσης ελέγχονται οι παραμορφώσεις της σύμμικτης πλάκας οι οποίες θα πρέπει να είναι συμβατές με προκαθορισμένα όρια. Ο παραπάνω σχεδιασμός έναντι των οριακών καταστάσεων αστοχίας έχει ως σκοπό την αποτροπή των μορφών αστοχίας που περιγράφηκαν στα προηγούμενα.

ΜΟΡΦΕΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ ΣΥΜΜΙΚΤΩΝ ΠΛΑΚΩΝ

Οι σύμμικτες πλάκες δύναται να αστοχήσουν με μία από τις παρακάτω μορφές αστοχίας:

- Καμπτική Αστοχία (κρίσιμη διατομή I)
- Διαμήκης Διατμητική Αστοχία (κρίσιμη διατομή II)
- Κατακόρυφη Διατμητική Αστοχία (κρίσιμη διατομή III)



Σχήμα 4: Μορφές αστοχίας σύμμικτων πλακών.

Καμπτική αστοχία

Η καμπτική μορφή αστοχίας επιτυγχάνεται μόνο όταν είναι εξασφαλισμένη η πλήρης διατμητική σύνδεση μεταξύ του χαλυβδόφυλλου και του σκυροδέματος. Σ' αυτή την περίπτωση κρίσιμη είναι η διατομή στο άνοιγμα (διατομή Ι) καθ' ύψος της οποίας εκδηλώνονται κατακόρυφες ρωγμές.

Αστοχία σε διαμήκη διάτμηση

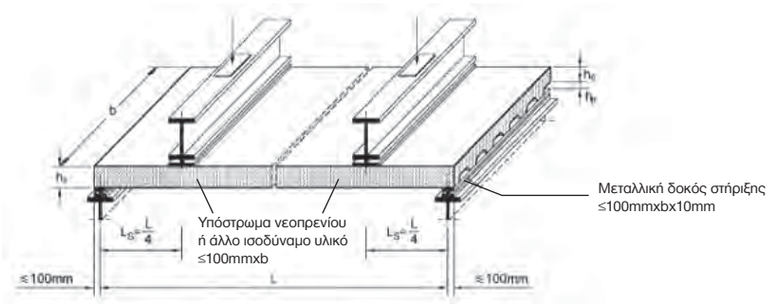
Όταν οι δυνάμεις διαμήκους διάτμησης που εμφανίζονται στη διεπιφάνεια σκυροδέματος-χαλυβδόφυλλου, δεν παραλαμβάνονται επαρκώς, τότε η διατομή στο άνοιγμα της πλάκας (διατομή Ι) παύει να είναι κρίσιμη. Αντιθέτως κρίσιμη είναι η οριζόντια διατομή κατά μήκος του διατμητικού μήκους L_s σε μια από τις δύο στηρίξεις (διατομή ΙΙ) στην οποία εμφανίζεται σχετική ολίσθηση μεταξύ χαλυβδόφυλλου και σκυροδέματος. Προφανώς η αστοχία σ' αυτή την περίπτωση επέρχεται για φορτίο μικρότερο αυτού για το οποίο επέρχεται καμπτική αστοχία.

Αστοχία σε κατακόρυφη διάτμηση (τέμνουσα)

Η κατακόρυφη διατμητική αστοχία είναι καθοριστική σε σύμμικτες πλάκες με μεγάλο ύψος, μικρό άνοιγμα και σχετικά μεγάλα φορτία. Κρίσιμη διατομή είναι η διατομή ΙΙΙ.

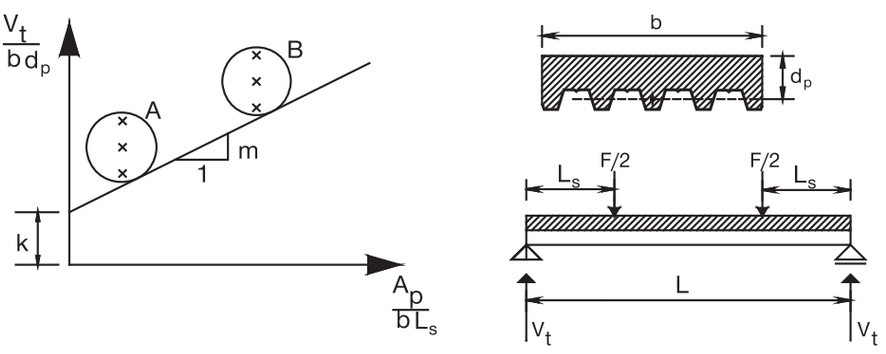
Σημαντικό ρόλο στις σύμμικτες πλάκες όσον αφορά τη συμπεριφορά τους και τις μορφές αστοχίας κατέχει το χαλυβδόφυλλο, διότι είναι αυτό το οποίο καθορίζει το είδος της διατμητικής σύνδεσης με το σκυρόδεμα. Ο προσδιορισμός της αντοχής της σύμμικτης πλάκας έναντι διαμήκους διάτμησης σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 4 εξαρτάται από τις χαρακτηριστικές παραμέτρους m, k, οι οποίες καθορίζονται μετά από κατάλληλη πειραματική διαδικασία.

Η πειραματική διαδικασία είναι συγκεκριμένη και περιγράφεται αναλυτικά στον Ευρωκώδικα 4. Τα δοκίμια είναι σύμμικτες πλάκες με διαστάσεις που προκύπτουν από το Σχήμα 5.



Σχήμα 5: Πειραματική διάταξη για τον υπολογισμό των συντελεστών m, k.

Η αμφιέρειστη πλάκα φορτίζεται με δύο συγκεντρωμένα φορτία σε ίση απόσταση από τις στηρίξεις ούτως ώστε το διατμητικό άνοιγμα του φορέα να είναι L_s=L/4. Διεξάγονται δύο σειρές πειραμάτων (Α, Β), κάθε μία από τις οποίες περιλαμβάνει τρία δοκίμια. Στη σειρά Α τα δοκίμια έχουν μεγάλο διατμητικό άνοιγμα ενώ στη σειρά Β μικρό διατμητικό άνοιγμα. Με βάση τα αποτελέσματα των πειραμάτων προσδιορίζεται η ευθεία του Σχήματος 6 από την οποία υπολογίζονται οι χαρακτηριστικές παράμετροι m και k.

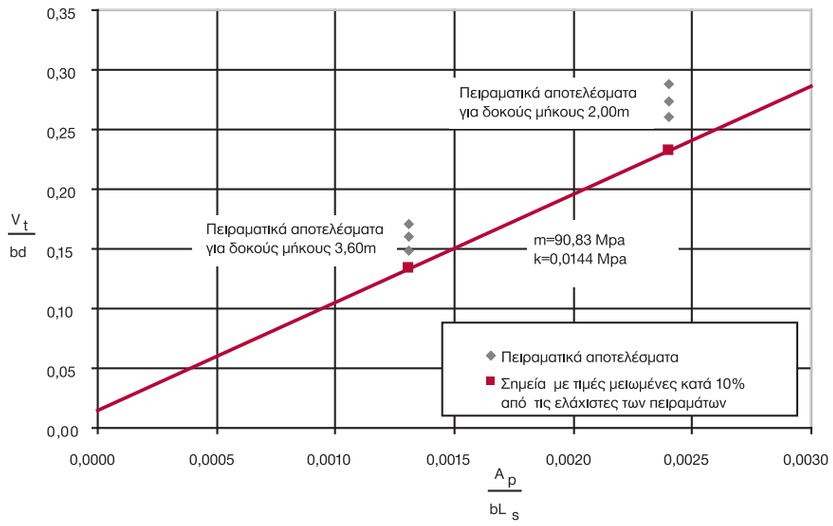


Σχήμα 6: Πειραματική διάταξη για τον υπολογισμό των συντελεστών m, k.

Οι τιμές των συντελεστών υπολογίστηκαν μετά από σειρά πειραματικών δοκιμών σε σύμμικτες πλάκες που εκτελέστηκαν στο Εργαστήριο Τεχνολογίας και Κατασκευών Οπλισμένου Σκυροδέματος του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο πλαίσιο σχετικού ερευνητικού προγράμματος. Οι τιμές υπολογίστηκαν από το διάγραμμα του Σχήματος 7.

Οι συντελεστές αυτοί ισχύουν:

1. Για πάχη πλάκας ίσα ή μικρότερα από αυτά των δοκιμών ($d \leq 20cm$).
2. Για πάχη χαλυβδόφυλλων ίσα ή μεγαλύτερα από αυτά των δοκιμών ($t \geq 0,75mm$).
3. Για σκυροδέματα με $f_{ck} \geq 20$ Mpa (C20/25 και άνω).
4. Για χαλυβδόφυλλα με $f_y \geq 293$ Mpa (πρακτικά Fe320G και άνω).



Σχήμα 7: Υπολογισμός των συντελεστών από τα πειραματικά αποτελέσματα.

ΠΙΝΑΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΥΜΜΙΚΤΩΝ ΠΛΑΚΩΝ ΑΠΟ ΤΡΑΠΕΖΟΕΙΔΗ ΧΑΛΥΒΔΟΦΥΛΛΑ SYMDECK 73

Από τους πίνακες που ακολουθούν και οι οποίοι έχουν συνταχθεί για διάφορα πάχη χαλυβδόφυλλου SYMDECK 73, ποιότητες σκυροδέματος και στατικά συστήματα, δίνονται οι παρακάτω δυνατότητες:

- Με δεδομένο άνοιγμα είναι εφικτή η εύρεση του πάχους της πλάκας που ικανοποιεί συγκεκριμένη απαίτηση οριακού φορτίου.
- Με δεδομένο το πάχος της πλάκας είναι εφικτός ο προσδιορισμός του ανοίγματος που ικανοποιεί συγκεκριμένη απαίτηση οριακού φορτίου.
- Με δεδομένο το πάχος της πλάκας και το μήκος του ανοίγματος είναι εφικτός ο προσδιορισμός του μέγιστου φορτίου που μπορεί να αναλάβει το σύστημα.

Παράλληλα στους πίνακες αυτούς επισημαίνεται η πιθανή ανάγκη για προσωρινή υποστήριξη του χαλυβδόφυλλου κατά τη φάση σκυροδέτησης καθώς και ο αριθμός των απαιτούμενων στηριγμάτων.

Σχήμα 8: Προσομοίωμα σύμμικτης πλάκας με ενδιάμεσες υποστυλώσεις.

Η δημιουργία των πινάκων διαστασιολόγησης βασίστηκε στο λογισμικό SYMDECK Designer, με το οποίο προσδιορίστηκε, τόσο η ανάγκη για προσωρινή υποστύλωση στα ανοίγματα που κρίθηκε απαραίτητο κατά τη φάση κατασκευής όσο και το οριακό ωφέλιμο φορτίο που δύναται να φέρει η σύμμικτη πλάκα κατά τη φάση λειτουργίας.

Οι ροπές αντοχής για το στάδιο της κατασκευής υπολογίζονται σύμφωνα με το Τμήμα 1.3 του Ευρωκώδικα 3, λαμβάνοντας υπόψη μόνον τις ενεργές περιοχές του χαλυβδόφυλλου στις θέσεις όπου αναπτύσσονται θλιπτικές τάσεις. Σημειώνεται επίσης ότι κατά τον υπολογισμό των ροπών αντοχής δε λαμβάνονται υπόψη οι περιοχές των εντυπωμάτων του χαλυβδόφυλλου (θεωρείται δηλαδή η ύπαρξη οπής στη θέση του εντυπώματος). Η παραπάνω παραδοχή επιβάλλεται από τον Ευρωκώδικα 4.

Στο στάδιο κατασκευής, όπου το γυμνό χαλυβδόφυλλο καλείται να φέρει το ίδιο βάρος του, το ίδιο βάρος του νωπού σκυροδέματος και τα λοιπά φορτία διάστρωσης, η ανάγκη για προσωρινή υποστύλωση κρίνεται απαραίτητη στην περίπτωση που οι δρώσες καμπτικές ροπές από τα παραπάνω φορτία είναι μεγαλύτερες των καμπτικών ροπών αντοχής του χαλυβδόφυλλου. Για τον υπολογισμό των δρωσών ροπών, εξάγεται η περιβάλλουσα των ροπών κάμψης του φορέα κατά τη φάση κατασκευής σύμφωνα με τις φορτίσεις που προδιαγράφονται από τον Ευρωκώδικα 4. Για τον προσδιορισμό της περιβάλλουσας των καμπτικών ροπών του φορέα εφαρμόζονται τα εξής φορτία:

- Ίδιο βάρος χαλυβδόφυλλου G_p (μόνιμη φόρτιση).
- Ίδιο βάρος νωπού σκυροδέματος (μόνιμη φόρτιση). Για το ίδιο βάρος του σκυροδέματος, λαμβάνονται υπόψη δύο περιπτώσεις:

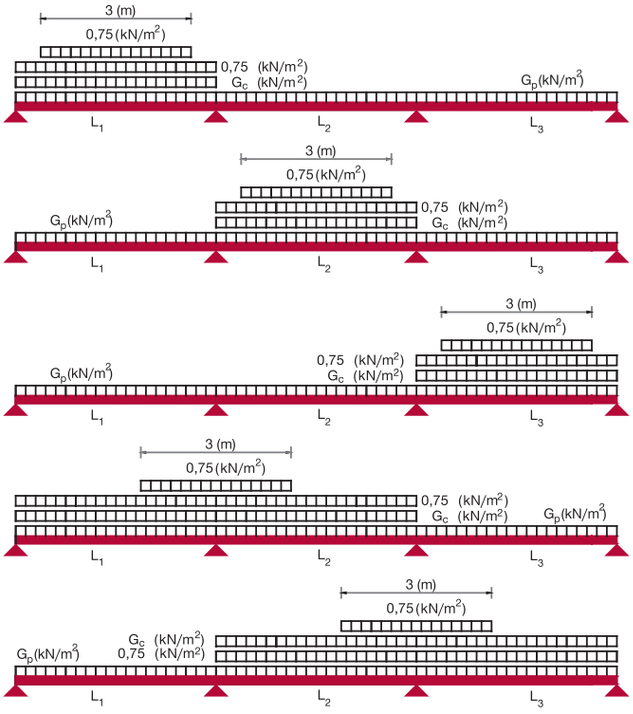
α) Φατνωματική διάστρωση (σκυροδετείται πρώτα κάποιο φάντωμα με το προβλεπόμενο πάχος και στη συνέχεια σκυροδετείται κάποιο άλλο φάτνωμα)

β) Σταδιακή διάστρωση (η πλάκα διαστρώνεται σε διαδοχικές στρώσεις που καταλαμβάνουν το σύνολο του μήκους της πλάκας)

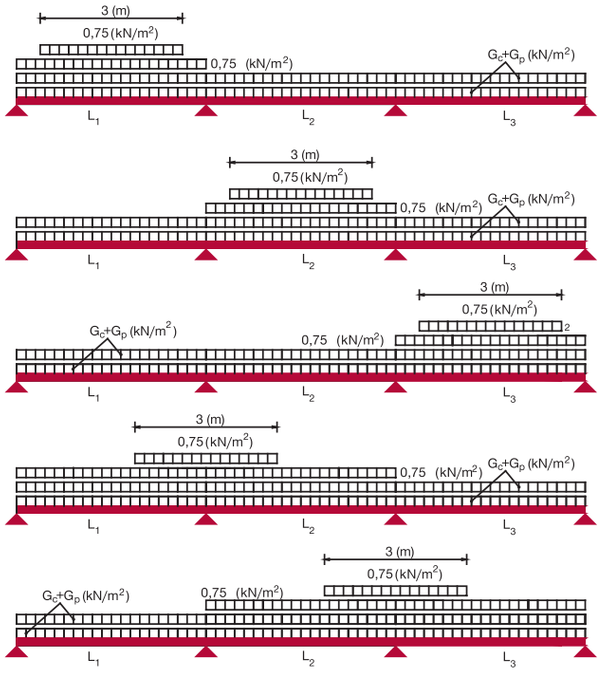
- Φορτίο διάστρωσης (μεταβλητό φορτίο)

Ως φορτίο διάστρωσης λαμβάνεται ένα ομοιόμορφο κατανεμημένο φορτίο 1,5 kN/m² που δρα σε επιφάνεια (ή όσο είναι το μήκος του ανοίγματος εάν αυτό είναι μικρότερο) και ένα ομοιόμορφο κατανεμημένο φορτίο 0,75 kN/m² που δρα στην περιοχή που απομένει, ανάλογα με το αν υπολογίζεται η μέγιστη αρνητική ή θετική δρώσα ροπή κάμψης.

Για τα παραπάνω φορτία γίνεται θεώρηση της πλέον δυσμενούς φόρτισης, όπως φαίνεται στα Σχήματα 9 και 10.



Σχήμα 9: Συνδυασμοί φορτίσεων φατνωματικής διάστρωσης.



Σχήμα 10: Συνδυασμοί φορτίσεων σταδιακής διάστρωσης.

Για τον έλεγχο της οριακής κατάστασης λειτουργικότητας, λαμβάνεται συντελεστής ασφαλείας φορτίων ίσος με 1,00.

Στην περίπτωση που κάποια από τις δρώσες καμπτικές ροπές είναι μεγαλύτερη των καμπτικών αντοχών του χαλυβδόφυλλου, ο φορέας επιλύεται εκ νέου μέσω ενός στατικού συστήματος με ενδιάμεσες υποστυλώσεις. Εξάγεται έτσι νέα περιβάλλουσα ροπών κάμψης με την οποία γίνεται ο έλεγχος των ροπών. Στους πίνακες που ακολουθούν, με ανοιχτό γκρι χρώμα χρωματίζονται τα ανοίγματα τα οποία απαιτούν μια ενδιάμεση υποστύλωση ενώ με σκούρο γκρι τα ανοίγματα τα οποία απαιτούν δυο ενδιάμεσες υποστυλώσεις.

Στη φάση λειτουργίας, το στατικό σύστημα του φορέα θεωρείται αυτό που προκύπτει μετά την απομάκρυνση των ενδιάμεσων υποστυλώσεων. Τα φορτία που δρουν σ' αυτή τη φάση στη σύμμικτη πλάκα είναι τα ίδιο βάρος G καθώς και ωφέλιμο κινητό φορτίο Q. Για τον προσδιορισμό των εντατικών μεγεθών του σύμμικτου φορέα λόγω των παραπάνω δράσεων, θεωρείται η επιβολή του ωφέλιμου φορτίου Q, σ' όλη την επιφάνεια του φορέα.

Διενεργούνται δύο έλεγχοι:

- **Έλεγχος οριακής κατάστασης αστοχίας**

Γίνεται με βάση τη φόρτιση 1,35G + 1,50Q από την οποία προκύπτουν τα εντατικά μεγέθη E_{Sd} (αντοχή σε θετικές ροπές M^{+}_{Sd}, αντοχή σε αρνητικές ροπές M^{-}_{Sd}, αντοχή σε κατακόρυφη διάτμηση $V_{Sd,v}$ και αντοχή σε διαμήκη διάτμηση $V_{Sd,l}$) ενώ με τη φόρτιση G + Q προκύπτει η ελαστική γραμμή του φορέα.

- **Έλεγχος οριακής κατάστασης λειτουργικότητας**

Γίνεται με βάση τη φόρτιση 1,00G + 1,00Q με βάση την οποία υπολογίζεται η ελαστική γραμμή του φορέα. Για τον υπολογισμό των μετακινήσεων χρησιμοποιείται δυσκαμψία που αντιστοιχεί στο μέσο όρο των δυσκαμψιών της ρηγματωμένης και της αρηγμάτωτης διατομής.

Ο προσδιορισμός του μέγιστου φορτίου Q των παραπάνω σχέσεων γίνεται με βάση τον κρίσιμο έλεγχο του φορέα. Κρίσιμος έλεγχος θεωρείται εκείνος για τον οποίο:

- Κανένα από τα δρώντα μεγέθη δεν υπερβαίνει την αντίστοιχη αντοχή, και
- Οι μετακινήσεις του φορέα είναι σε κάθε φάτνωμα μικρότερες του L/250, όπου L το άνοιγμα του αντίστοιχου φατνώματος.

Στους πίνακες που ακολουθούν προσδιορίστηκε το μέγιστο ωφέλιμο φορτίο Q που δύναται να φέρει η σύμμικτη πλάκα για τρία διαφορετικά στατικά συστήματα και για ένα εύρος ανοιγμάτων από 1,00 μέχρι 5,50 m.

Οι πίνακες σχεδιασμού συντάχθηκαν στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στα πλαίσια του Ερευνητικού προγράμματος «ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΥΜΜΙΚΤΩΝ ΠΛΑΚΩΝ ΜΕ ΚΥΜΑΤΟΕΙΔΗ ΧΑΛΥΒΔΟΦΥΛΛΑ» για λογαριασμό της εταιρείας ΕΛΑΣΤΡΟΝ Α.Ε.Β.Ε.

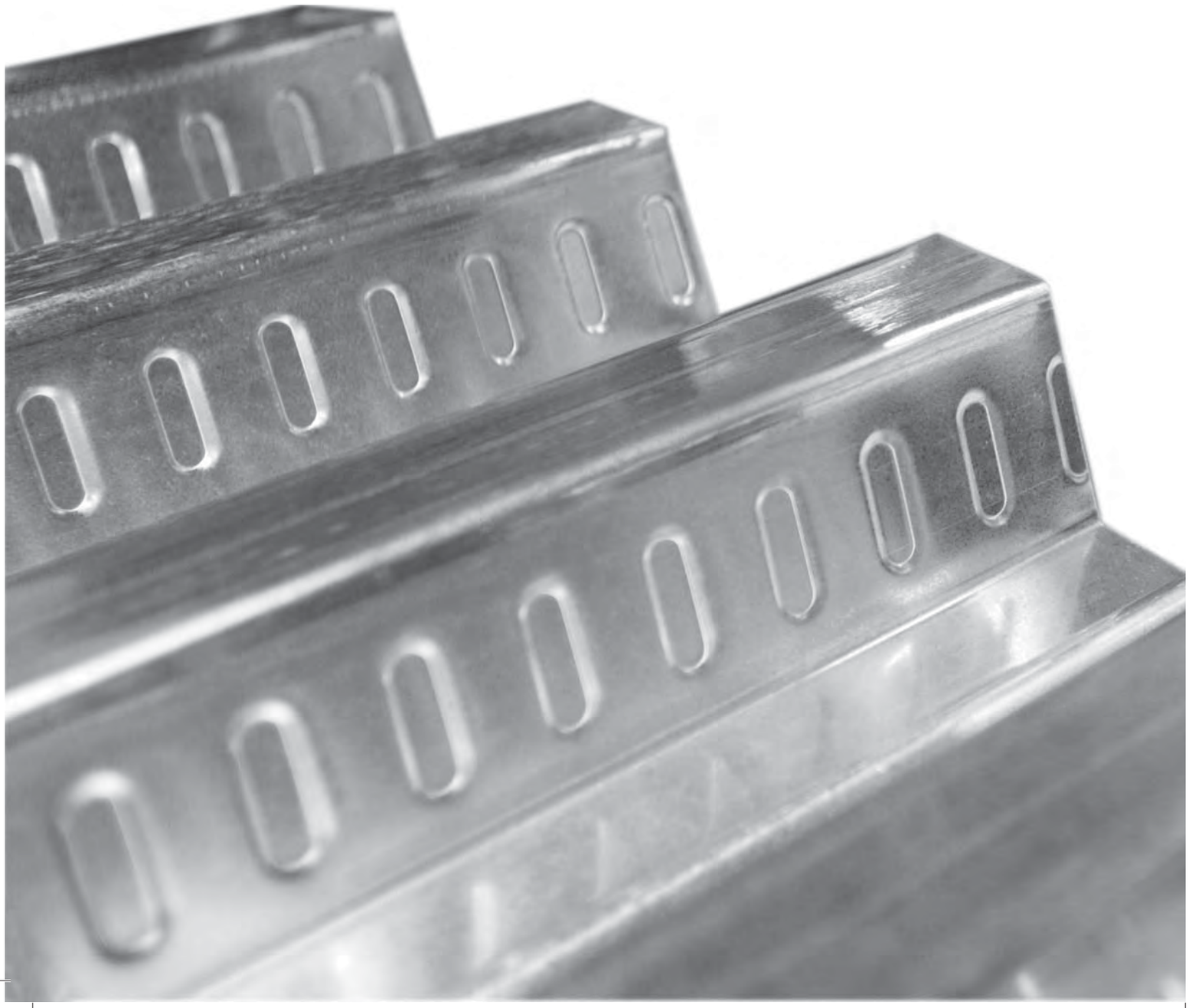
Ομάδα εκτέλεσης έργου:

Επιστημονικός υπεύθυνος
Ε. Μυστακίδης, Αναπληρωτής Καθηγητής Στατικής, Διευθυντής Εργαστηρίου Ανάλυσης και Σχεδιασμού Κατασκευών
email: emistaki@uth.gr, τηλ.: 24210 74171, 6974718682

Υπεύθυνος πειραματικού σκέλους
Φ. Περδικάρης, Καθηγητής Οπλισμένου Σκυροδέματος, Διευθυντής Εργαστηρίου Τεχνολογίας και Κατασκευών Ωπλισμένου Σκυροδέματος
email: filperd@uth.gr, τηλ.: 24210 74151

Ανάπτυξη λογισμικού
Κ. Δημητριάδης, Πολ. Μηχανικός Π.Θ.

Επιστημονικό προσωπικό
Ο. Παναγούλη, Πολ. Μηχανικός Ε.Μ.Π., Δρ. Πολ. Μηχανικός Α.Π.Θ., Κ. Τζάρος, Πολ. Μηχανικός Π.Θ., Α. Γιαννόπουλος, Πολ. Μηχανικός Π.Θ., Κ. Παπαχρήστου, Πολ. Μηχανικός Π.Θ.



Πάχος χαλυβδόφυλλου: **t=0,75 mm**
Σκυρόδεμα: C20/25
Χάλυβας οπλισμού: S500

Πάχος πλάκας	**Άνοιγμα L(m)**																	
h_t (m)	**1,00**	**1,25**	**1,50**	**1,75**	**2,00**	**2,25**	**2,50**	**2,75**	**3,00**	**3,25**	**3,50**	**3,75**	**4,00**	**4,25**	**4,50**	**4,75**	**5,00**	**5,50**
0,13	26,22	20,58	16,82	12,06	8,85	6,64	5,06	3,88	2,98	2,28	1,72	1,26	0,89	0,58				
0,14	28,14	22,07	18,02	13,44	9,87	7,40	5,64	4,32	3,32	2,54	1,91	1,41	0,99	0,65				
0,15	30,00	23,54	19,21	14,82	10,88	8,17	6,22	4,77	3,66	2,80	2,11	1,55	1,10	0,71				
0,16	31,89	24,98	20,37	16,02	11,89	8,93	6,80	5,21	4,00	3,06	2,31	1,70	1,20	0,78				
0,17	33,72	26,40	21,52	17,58	12,90	9,69	7,37	5,66	4,35	3,32	2,51	1,85	1,30	0,85				
0,18	35,52	27,79	22,64	18,96	13,93	10,45	7,95	6,10	4,69	3,58	2,70	1,99	1,41	0,92	0,51			
0,19	37,28	29,16	23,74	19,87	14,93	11,21	8,53	6,55	5,03	3,85	2,90	2,14	1,51	0,99	0,55			
0,20	39,02	30,50	24,82	20,77	15,94	11,97	9,11	6,99	5,37	4,11	3,10	2,28	1,61	1,06	0,59			

Μέγιστες τιμές του ωφέλιμου φορτίου Q (kN/m^2)

Πάχος χαλυβδόφυλλου: **t=0,80 mm**
Σκυρόδεμα: C20/25
Χάλυβας οπλισμού: S500

Πάχος πλάκας	**Άνοιγμα L(m)**																	
h_t (m)	**1,00**	**1,25**	**1,50**	**1,75**	**2,00**	**2,25**	**2,50**	**2,75**	**3,00**	**3,25**	**3,50**	**3,75**	**4,00**	**4,25**	**4,50**	**4,75**	**5,00**	**5,50**
0,13	26,75	21,00	17,17	12,85	9,46	7,12	5,442	4,20	3,25	2,50	1,91	1,43	1,04	0,71				
0,14	28,67	22,49	18,37	14,32	10,54	7,93	6,066	4,68	3,62	2,79	2,13	1,60	1,16	0,80				
0,15	30,55	23,95	19,55	15,79	11,62	8,75	6,689	5,16	3,99	3,08	2,35	1,76	1,28	0,88	0,54			
0,16	32,41	25,39	20,72	17,26	12,70	9,56	7,313	5,64	4,36	3,37	2,57	1,93	1,40	0,96	0,59			
0,17	34,23	26,81	21,86	18,32	13,78	10,38	7,936	6,12	4,74	3,66	2,79	2,10	1,52	1,05	0,64			
0,18	36,02	28,20	22,98	19,25	14,86	11,19	8,56	6,60	5,11	3,94	3,01	2,26	1,64	1,13	0,70			
0,19	37,79	29,59	24,08	20,16	15,94	12,01	9,183	7,08	5,48	4,23	3,23	2,43	1,76	1,21	0,75			
0,20	39,52	30,90	25,16	21,05	17,03	12,82	9,807	7,57	5,86	4,52	3,45	2,59	1,89	1,30	0,80			

Μέγιστες τιμές του ωφέλιμου φορτίου Q (kN/m^2)

Απαιτείται μια ενδιάμεση υποστύλωση
Απαιτούνται δύο ενδιάμεσες υποστυλώσεις

Πάχος χαλυβδόφυλλου: **t=1,00 mm**
Σκυρόδεμα: C20/25
Χάλυβας οπλισμού: S500

Πάχος πλάκας	**Άνοιγμα L(m)**																	
h_t (m)	**1,00**	**1,25**	**1,50**	**1,75**	**2,00**	**2,25**	**2,50**	**2,75**	**3,00**	**3,25**	**3,50**	**3,75**	**4,00**	**4,25**	**4,50**	**4,75**	**5,00**	**5,25**	**5,50**
0,13	28,77	22,62	18,51	15,58	12,20	9,31	7,21	5,66	4,47	3,54	2,81	2,21	1,72	1,31	0,97	0,68			
0,14	30,68	24,09	19,71	16,57	13,60	10,38	8,04	6,31	4,98	3,95	3,13	2,47	1,92	1,47	1,09	0,76			
0,15	32,55	25,55	20,88	17,55	15,03	11,44	8,87	6,96	5,50	4,36	3,46	2,72	2,12	1,62	1,20	0,84	0,54		
0,16	34,39	26,98	22,03	18,50	15,90	12,51	9,69	7,61	6,01	4,77	3,78	2,98	2,32	1,77	1,32	0,93	0,59		
0,17	36,20	28,38	23,16	19,44	16,60	13,58	10,52	8,26	6,53	5,18	4,10	3,24	2,52	1,93	1,43	1,01	0,65		
0,18	37,98	29,76	24,28	20,36	17,40	14,64	11,35	8,91	7,04	5,59	4,43	3,49	2,72	2,08	1,55	1,09	0,70		
0,19	39,73	31,11	25,37	21,26	18,20	15,71	12,18	9,56	7,56	6,00	4,75	3,75	2,92	2,24	1,66	1,17	0,75		
0,20	41,45	32,44	26,44	25,15	18,90	16,43	13,01	10,20	8,07	6,40	5,08	4,00	3,12	2,39	1,78	1,25	0,81		

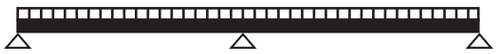
Μέγιστες τιμές του ωφέλιμου φορτίου Q (kN/m²)

Πάχος χαλυβδόφυλλου: **t=1,25 mm**
Σκυρόδεμα: C20/25
Χάλυβας οπλισμού: S500

Πάχος πλάκας	**Άνοιγμα L(m)**																		
h_t (m)	**1,00**	**1,25**	**1,50**	**1,75**	**2,00**	**2,25**	**2,50**	**2,75**	**3,00**	**3,25**	**3,50**	**3,75**	**4,00**	**4,25**	**4,50**	**4,75**	**5,00**	**5,25**	**5,50**
0,13	31,31	24,65	20,20	17,02	14,64	11,94	9,34	7,41	5,94	4,80	3,88	3,14	2,54	2,04	1,61	1,25	0,95	0,68	
0,14	33,20	26,11	21,38	18,01	15,47	13,32	10,42	8,27	6,63	5,35	4,33	3,51	2,84	2,28	1,80	1,40	1,06	0,77	0,51
0,15	35,06	27,55	22,55	18,97	16,29	14,20	11,49	9,12	7,32	5,91	4,78	3,88	3,13	2,52	2,00	1,56	1,18	0,85	0,57
0,16	36,88	28,97	23,69	19,92	17,09	14,89	12,57	9,98	8,00	6,46	5,24	4,24	3,43	2,76	2,19	1,71	1,29	0,94	0,63
0,17	38,68	30,36	24,81	20,85	17,87	15,56	13,65	10,83	8,69	7,02	5,69	4,61	3,73	3,00	2,38	1,86	1,41	1,02	0,69
0,18	40,44	31,72	25,91	21,76	18,64	16,22	14,28	11,70	9,38	7,57	6,14	4,98	4,03	3,23	2,57	2,01	1,53	1,11	0,75
0,19	42,17	33,06	26,99	22,65	19,40	16,86	14,84	12,50	10,10	8,13	6,59	5,34	4,32	3,47	2,76	2,16	1,64	1,19	0,81
0,20	43,87	34,38	28,05	23,52	20,13	17,50	15,39	13,40	10,7	8,68	7,04	5,71	4,62	3,71	2,95	2,31	1,76	1,28	0,87

Μέγιστες τιμές του ωφέλιμου φορτίου Q (kN/m²)

Απαιτείται μια ενδιάμεση υποστύλωση



Πάχος χαλυβδόφυλλου: **t=0,75 mm**
Σκυρόδεμα: C20/25
Χάλυβας οπλισμού: S500

Οπλισμοί στις θέσεις των αρνητικών ροπών								
h_t (m)	**0,13**	**0,14**	**0,15**	**0,16**	**0,17**	**0,18**	**0,19**	**0,20**
Οπλισμός	Φ8/20	Φ8/20	Φ8/15	Φ8/15	Φ10/20	Φ10/20	Φ10/15	Φ10/15

Πάχος πλάκας	**Άνοιγμα L(m)**																		
h_t (m)	**1,00**	**1,25**	**1,50**	**1,75**	**2,00**	**2,25**	**2,50**	**2,75**	**3,00**	**3,25**	**3,50**	**3,75**	**4,00**	**4,25**	**4,50**	**4,75**	**5,00**	**5,25**	**5,50**
0,13	20,58	16,07	13,06	10,44	7,59	5,24	4,23	3,19	2,39	1,77	1,27	0,87	0,54						
0,14	22,08	17,22	13,98	11,63	8,46	6,28	4,72	3,55	2,67	1,97	1,42	0,97	0,61						
0,15	23,54	18,35	14,88	12,41	9,33	6,93	5,20	3,92	2,94	2,18	1,57	1,08	0,67						
0,16	24,99	19,46	15,77	13,14	10,20	7,57	5,68	4,28	3,22	2,38	1,72	1,18	0,73						
0,17	26,40	20,54	16,64	13,85	11,07	8,22	6,17	4,65	3,49	2,58	1,86	1,28	0,80						
0,18	27,79	21,61	17,49	14,55	11,93	8,86	6,65	5,01	3,76	2,79	2,01	1,38	0,86						
0,19	29,16	22,66	18,33	15,23	12,80	9,51	7,14	3,38	4,04	2,99	2,16	1,48	0,93						
0,20	30,50	23,69	19,15	15,91	13,47	10,15	7,62	5,75	4,31	3,19	2,31	1,58	0,99	0,50					

Μέγιστες τιμές του ωφέλιμου φορτίου (kN/m²)

Πάχος χαλυβδόφυλλου: **t=0,80 mm**
Σκυρόδεμα: C20/25
Χάλυβας οπλισμού: S500

Οπλισμοί στις θέσεις των αρνητικών ροπών								
h_t (m)	**0,13**	**0,14**	**0,15**	**0,16**	**0,17**	**0,18**	**0,19**	**0,20**
Οπλισμός	Φ8/20	Φ8/20	Φ8/15	Φ8/15	Φ10/20	Φ10/20	Φ10/15	Φ10/15

Πάχος πλάκας	**Άνοιγμα L(m)**																		
h_t (m)	**1,00**	**1,25**	**1,50**	**1,75**	**2,00**	**2,25**	**2,50**	**2,75**	**3,00**	**3,25**	**3,50**	**3,75**	**4,00**	**4,25**	**4,50**	**4,75**	**5,00**	**5,25**	**5,50**
0,13	21,00	16,40	13,34	11,13	8,12	6,05	4,57	3,47	2,62	1,97	1,44	1,02	0,67						
0,14	22,49	17,55	14,25	11,90	9,05	6,75	5,09	3,86	2,93	2,19	1,61	1,14	0,75						
0,15	23,95	18,68	15,16	12,64	9,98	7,44	5,62	4,26	3,23	2,42	1,78	1,26	0,83						
0,16	25,39	19,78	16,04	13,37	10,91	8,13	6,10	4,66	3,53	2,65	1,95	1,38	0,91	0,52					
0,17	26,81	20,87	16,91	14,08	11,84	8,83	6,66	5,06	3,83	2,87	2,11	1,50	0,99	0,57					
0,18	28,20	21,93	17,76	14,78	12,54	9,52	7,19	5,46	4,13	3,10	2,28	1,61	1,07	0,61					
0,19	29,56	22,98	18,59	15,46	13,11	10,21	7,71	5,85	4,44	3,33	2,45	1,73	1,15	0,66					
0,20	30,90	24,01	19,41	16,13	13,67	10,90	8,24	6,25	4,74	3,55	2,61	1,85	1,23	0,71					

Μέγιστες τιμές του ωφέλιμου φορτίου (kN/m²)

Απαιτείται μια ενδιάμεση υποστύλωση
Απαιτούνται δύο ενδιάμεσες υποστυλώσεις

Πάχος χαλυβδόφυλλου: **t=1,00 mm**
Σκυρόδεμα: C20/25
Χάλυβας οπλισμού: S500

Οπλισμοί στις θέσεις των αρνητικών ροπών								
h_t (m)	**0,13**	**0,14**	**0,15**	**0,16**	**0,17**	**0,18**	**0,19**	**0,20**
Οπλισμός	Φ8/20	Φ8/20	Φ8/15	Φ8/15	Φ10/20	Φ10/20	Φ10/15	Φ10/15

Πάχος πλάκας	**Άνοιγμα L(m)**																		
h_t (m)	**1,00**	**1,25**	**1,50**	**1,75**	**2,00**	**2,25**	**2,50**	**2,75**	**3,00**	**3,25**	**3,50**	**3,75**	**4,00**	**4,25**	**4,50**	**4,75**	**5,00**	**5,25**	**5,50**
0,13	22,62	17,69	14,41	12,06	10,08	7,55	5,73	4,39	3,37	2,57	1,94	1,43	1,01	0,67					
0,14	24,09	18,83	15,32	12,81	10,93	8,47	6,44	4,93	3,79	2,90	2,19	1,62	1,15	0,77					
0,15	25,55	19,95	16,21	13,54	11,54	9,83	7,55	5,86	4,56	3,56	2,76	2,11	1,58	1,13	0,76				
0,16	26,98	21,04	17,09	14,26	12,15	10,50	8,26	6,40	4,99	3,89	3,02	2,31	1,73	1,24	0,84				
0,17	28,38	22,12	17,95	14,97	12,74	11,00	8,96	6,95	5,42	4,23	3,28	2,51	1,88	1,35	0,91	0,54			
0,18	29,76	23,18	18,79	15,66	13,31	11,48	9,67	7,50	5,85	4,56	3,53	2,71	2,02	1,46	0,98	0,58			
0,19	31,11	24,22	19,62	16,34	13,88	11,96	10,37	8,05	6,28	4,89	3,79	2,90	2,17	1,57	1,06	0,63			
0,20	32,44	25,24	20,43	17,00	14,43	12,43	10,83	5,60	6,70	5,23	4,05	3,10	2,32	1,68	1,13	0,67			

Μέγιστες τιμές του ωφέλιμου φορτίου (kN/m^2)

Πάχος χαλυβδόφυλλου: **t=1,25 mm**
Σκυρόδεμα: C20/25
Χάλυβας οπλισμού: S500

Οπλισμοί στις θέσεις των αρνητικών ροπών								
h_t (m)	**0,13**	**0,14**	**0,15**	**0,16**	**0,17**	**0,18**	**0,19**	**0,20**
Οπλισμός	Φ8/20	Φ8/20	Φ8/15	Φ8/15	Φ10/20	Φ10/20	Φ10/15	Φ10/15

Πάχος πλάκας	**Άνοιγμα L(m)**																		
h_t (m)	**1,00**	**1,25**	**1,50**	**1,75**	**2,00**	**2,25**	**2,50**	**2,75**	**3,00**	**3,25**	**3,50**	**3,75**	**4,00**	**4,25**	**4,50**	**4,75**	**5,00**	**5,25**	**5,50**
0,13	24,65	19,31	15,75	13,21	10,02	7,49	5,68	4,35	3,33	2,53	1,91	1,40	0,98	0,64					
0,14	26,11	20,44	16,66	13,95	11,26	8,42	6,39	4,89	3,75	2,86	2,16	1,59	1,12	0,74					
0,15	27,55	21,54	17,54	14,68	12,54	10,87	9,53	7,60	5,99	4,74	3,74	2,94	2,28	1,74	1,28	0,90	0,57		
0,16	28,97	22,63	18,41	15,39	13,13	11,37	9,76	8,40	6,63	5,25	4,15	3,27	2,54	1,94	1,44	1,11	0,65		
0,17	30,36	23,70	19,26	16,09	13,71	11,86	10,38	9,17	7,34	5,86	4,68	3,73	2,94	2,30	1,75	1,29	0,89	0,55	
0,18	31,72	24,75	20,10	16,77	14,29	12,35	10,80	9,53	7,92	6,32	5,05	4,02	3,18	2,48	1,89	1,39	0,97	0,60	
0,19	33,06	25,77	20,91	17,44	14,84	12,82	11,20	9,87	8,50	6,79	5,42	4,32	3,42	2,67	2,04	1,50	1,04	0,65	
0,20	34,38	26,78	21,72	18,10	15,39	13,28	11,59	10,21	9,06	7,25	5,80	4,62	3,65	2,85	2,18	1,61	1,12	0,70	

Μέγιστες τιμές του ωφέλιμου φορτίου (kN/m^2)

Απαιτείται μια ενδιάμεση υποστύλωση

Πάχος χαλυβδόφυλλου: **t=0,75 mm**
Σκυρόδεμα: C20/25
Χάλυβας οπλισμού: S500

Οπλισμοί στις θέσεις των αρνητικών ροπών								
h_t (m)	**0,13**	**0,14**	**0,15**	**0,16**	**0,17**	**0,18**	**0,19**	**0,20**
Οπλισμός	Φ8/20	Φ8/20	Φ8/15	Φ8/15	Φ10/20	Φ10/20	Φ10/15	Φ10/15

Πάχος πλάκας	**Άνοιγμα L(m)**																		
h_t (m)	**1,00**	**1,25**	**1,50**	**1,75**	**2,00**	**2,25**	**2,50**	**2,75**	**3,00**	**3,25**	**3,50**	**3,75**	**4,00**	**4,25**	**4,50**	**4,75**	**5,00**	**5,25**	**5,50**
0,13	21,53	16,82	13,69	10,96	7,99	5,95	4,49	3,40	2,57	1,93	1,41	0,99	0,65						
0,14	23,09	18,03	14,66	12,21	8,91	6,64	5,00	3,79	2,87	2,15	1,57	1,11	0,72						
0,15	24,63	19,21	15,61	13,03	9,82	7,32	5,52	4,18	3,16	2,37	1,73	1,22	0,80						
0,16	26,14	20,38	16,54	13,80	10,73	8,00	6,03	4,57	3,46	2,59	1,90	1,34	0,88						
0,17	27,62	21,52	17,45	14,55	11,65	8,68	6,55	4,96	3,76	2,81	2,06	1,45	0,95	0,54					
0,18	29,08	22,64	18,35	15,29	12,56	9,36	7,06	5,35	4,05	3,03	2,22	1,57	1,03	0,58					
0,19	30,52	23,75	19,23	16,01	13,48	10,04	7,57	5,74	4,35	3,25	2,38	1,68	1,10	0,62					
0,20	31,92	24,83	20,10	16,72	14,18	10,72	8,09	6,13	4,60	3,48	2,55	1,80	1,18	0,67					

Μέγιστες τιμές του ωφέλιμου φορτίου (kN/m²)

Πάχος χαλυβδόφυλλου: **t=0,80 mm**
Σκυρόδεμα: C20/25
Χάλυβας οπλισμού: S500

Οπλισμοί στις θέσεις των αρνητικών ροπών								
h_t (m)	**0,13**	**0,14**	**0,15**	**0,16**	**0,17**	**0,18**	**0,19**	**0,20**
Οπλισμός	Φ8/20	Φ8/20	Φ8/15	Φ8/15	Φ10/20	Φ10/20	Φ10/15	Φ10/15

Πάχος πλάκας	**Άνοιγμα L(m)**																		
h_t (m)	**1,00**	**1,25**	**1,50**	**1,75**	**2,00**	**2,25**	**2,50**	**2,75**	**3,00**	**3,25**	**3,50**	**3,75**	**4,00**	**4,25**	**4,50**	**4,75**	**5,00**	**5,25**	**5,50**
0,13	21,96	17,17	13,98	11,68	8,55	6,39	4,84	3,69	2,82	2,13	1,59	1,15	0,78						
0,14	23,52	18,37	14,94	12,49	9,52	7,12	5,40	4,12	3,14	2,38	1,77	1,28	0,88	0,54					
0,15	25,05	19,55	15,89	13,27	10,50	7,85	5,95	4,54	3,46	2,62	1,95	1,41	0,97	0,60					
0,16	26,56	20,72	16,82	14,04	11,48	8,58	6,51	4,96	3,79	2,87	2,14	1,55	1,06	0,65					
0,17	28,04	21,86	17,73	14,79	12,46	9,32	7,06	5,39	4,11	3,11	2,32	1,68	1,15	0,71					
0,18	29,50	22,98	18,63	15,52	13,19	10,05	7,62	5,81	4,44	3,36	2,50	1,81	1,24	0,77					
0,19	30,93	24,08	19,51	16,24	13,80	10,78	8,17	6,24	4,76	3,61	2,69	1,94	1,33	0,83					
0,20	32,34	25,16	20,37	16,95	14,39	11,51	8,73	6,66	5,08	3,85	2,87	2,08	1,43	0,88					

Μέγιστες τιμές του ωφέλιμου φορτίου (kN/m²)

Απαιτείται μια ενδιάμεση υποστύλωση
Απαιτούνται δύο ενδιάμεσες υποστυλώσεις

Πάχος χαλυβδόφυλλου: **t=1,00 mm**
Σκυρόδεμα: C20/25
Χάλυβας οπλισμού: S500

Οπλισμοί στις θέσεις των αρνητικών ροπών								
h_t (m)	**0,13**	**0,14**	**0,15**	**0,16**	**0,17**	**0,18**	**0,19**	**0,20**
Οπλισμός	Φ8/20	Φ8/20	Φ8/15	Φ8/15	Φ10/20	Φ10/20	Φ10/15	Φ10/15

Πάχος πλάκας	**Άνοιγμα L(m)**																		
h_t (m)	**1,00**	**1,25**	**1,50**	**1,75**	**2,00**	**2,25**	**2,50**	**2,75**	**3,00**	**3,25**	**3,50**	**3,75**	**4,00**	**4,25**	**4,50**	**4,75**	**5,00**	**5,25**	**5,50**
0,13	23,65	18,51	15,09	12,65	10,82	8,41	6,48	5,04	3,95	3,09	2,41	1,86	1,41	1,04	0,72				
0,14	25,19	19,71	16,05	13,44	11,48	9,38	7,22	5,62	4,40	3,45	2,69	2,08	1,58	1,16	0,81	0,51			
0,15	26,71	20,88	16,99	14,21	12,13	10,34	7,97	6,20	4,86	3,81	2,97	2,30	1,74	1,28	0,90	0,57			
0,16	28,21	22,03	17,91	14,97	12,76	11,05	8,71	6,78	5,31	4,17	3,25	2,51	1,91	1,41	0,98	0,62			
0,17	29,68	23,16	18,82	15,72	13,39	11,58	9,46	7,36	5,77	4,52	3,53	2,73	2,07	1,53	1,07	0,68			
0,18	31,13	24,28	19,71	16,44	14,00	12,09	10,20	7,94	6,22	4,88	3,81	2,95	2,24	1,65	1,16	0,74			
0,19	32,55	25,37	20,58	17,16	14,59	16,60	10,94	8,52	6,68	5,24	4,09	3,17	2,41	1,77	1,24	0,79			
0,20	33,94	26,44	21,43	17,86	15,18	13,09	11,43	9,10	7,13	5,60	4,37	3,38	2,57	1,90	1,33	0,85			

Μέγιστες τιμές του ωφέλιμου φορτίου (kN/m²)

Πάχος χαλυβδόφυλλου: **t=1,25 mm**
Σκυρόδεμα: C20/25
Χάλυβας οπλισμού: S500

Οπλισμοί στις θέσεις των αρνητικών ροπών								
h_t (m)	**0,13**	**0,14**	**0,15**	**0,16**	**0,17**	**0,18**	**0,19**	**0,20**
Οπλισμός	Φ8/20	Φ8/20	Φ8/15	Φ8/15	Φ10/20	Φ10/20	Φ10/15	Φ10/15

Πάχος πλάκας	**Άνοιγμα L(m)**																		
h_t (m)	**1,00**	**1,25**	**1,50**	**1,75**	**2,00**	**2,25**	**2,50**	**2,75**	**3,00**	**3,25**	**3,50**	**3,75**	**4,00**	**4,25**	**4,50**	**4,75**	**5,00**	**5,25**	**5,50**
0,13	25,76	20,20	16,49	13,85	11,86	9,88	7,61	5,94	4,67	3,68	2,89	2,26	1,74	1,31	0,95	0,64			
0,14	27,29	21,38	17,44	14,63	12,52	10,88	8,55	6,68	5,25	4,14	3,26	2,55	1,97	1,48	1,08	0,74			
0,15	28,80	22,55	18,37	15,40	13,16	11,42	10,03	8,21	6,54	5,24	4,20	3,37	2,68	2,11	1,63	1,22	0,88	0,58	
0,16	30,28	23,69	19,29	16,15	13,79	11,96	10,49	8,98	7,15	5,73	4,60	3,68	2,93	2,31	1,79	1,34	0,96	0,64	
0,17	31,74	24,81	20,18	16,88	14,41	12,48	10,94	9,68	7,77	6,22	5,00	4,00	3,19	2,51	1,95	1,46	1,05	0,70	
0,18	33,17	25,91	21,06	17,60	15,01	12,99	11,38	10,06	8,38	6,72	5,39	4,32	3,44	2,72	2,10	1,58	1,14	0,76	
0,19	34,76	26,99	21,93	18,31	15,56	13,49	11,80	10,42	9,00	7,21	5,79	4,64	3,70	2,92	2,26	1,70	1,23	0,82	
0,20	35,96	28,05	22,77	19,00	16,18	13,98	12,22	10,78	9,58	7,70	6,16	4,96	3,96	3,12	2,42	1,82	1,31	0,88	

Μέγιστες τιμές του ωφέλιμου φορτίου (kN/m²)

Απαιτείται μια ενδιάμεση υποστύλωση

ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΛΑΦΡΩΝ ΔΑΠΕΔΩΝ ΑΠΟ ΧΑΛΥΒΔΟΦΥΛΛΟ SYMDECK 73 (ΘΕΩΡΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΛΕΠΤΟΤΟΙΧΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ)

Στη συνέχεια δίνονται τα οριακά φορτία δαπέδων από χαλυβδόφυλλο SYMDECK 73 χωρίς θεώρηση σύμμικτης λειτουργίας. Οι πίνακες αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν για υπολογισμό ελαφρών δαπέδων (π.χ. χαλυβδόφυλλο & κόντρα πλακέ θαλάσσης & επικάλυψη) ή για την περίπτωση κάλυψης του χαλυβδόφυλλου με ελαφρά κονιάματα (περλιτόδεμα, κισσηρόδεμα κλπ) όπου δεν εμφανίζεται σύμμικτη λειτουργία.

Τα φορτία των δαπέδων διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, στα μόνιμα G και στα μεταβλητά Q. Ο σχεδιασμός για δύο καταστάσεις:

Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας (Serviceability limit state – SLS)

Για την οριακή κατάσταση λειτουργικότητας δίνεται το μέγιστο φορτίο των εκάστοτε δοκών για δύο διαφορετικά όρια επιτρεπτών βυθίσεων L/200 και L/300, όπου L το μήκος του ανοίγματος. Το φορτίο αυτό αντιστοιχεί στο φορτίο G + Q σύμφωνα με τον κανονισμό φορτίσεων (συντελεστές ασφαλείας φορτίσεων ίσοι με τη μονάδα). Τα φορτία αυτά συμβολίζονται στους πίνακες ως $q_{Rd - SLS - L/200}$ και $q_{Rd - SLS - L/300}$ αντίστοιχα.

Οριακή κατάσταση αστοχίας (Ultimate limit state – ULS)

Στην οριακή κατάσταση αστοχίας δίνεται το μέγιστο φορτίο που μπορεί να φέρει η εκάστοτε δοκός με βάση την αντοχή σε καμπτική ροπή της πιο κρίσιμης διατομής. Προφανώς ως κριτήριο αστοχίας νοείται η υπέρβαση της αντοχής της πιο κρίσιμης διατομής και όχι η δημιουργία μηχανισμού πλαστικών αρθρώσεων, μιας και η διατομή του χαλυβδόφυλλου ανήκει στην κατηγόρια 4 των χαλύβδινων διατομών κατά EC-3, οπότε δεν έχει πλαστικές αντοχές. Το φορτίο που υπολογίζεται αντιστοιχεί στο δυσμενές φορτίο αστοχίας 1,35G + 1,50Q σύμφωνα με τον κανονισμό φορτίσεων. Τα φορτία αυτά συμβολίζονται στους πίνακες ως $q_{Rd - ULS}$.

Χρήση των πινάκων

Ανάλογα με την αναλογία μόνιμων και μεταβλητών φορτίων, ο κρίσιμος έλεγχος μπορεί να διαφροποιείται.

Παράδειγμα:

Έστω δάπεδο με μόνιμο φορτίο G=1,0 kN/m^2 και μεταβλητό φορτίο Q=5,0 kN/m^2. Ζητείται η διαστασιολόγηση του δαπέδου (πάχος χαλυβδοφύλλου, αποστάσεις στηρίξεων, για στατικό σύστημα δοκού τριών ίσων ανοιγμάτων). Ο έλεγχος της οριακής κατάστασης λειτουργικότητας να γίνει με μέγιστη αποδεκτή μετακίνηση L/300.

1. Υπολογισμός του φορτίου σχεδιασμού για την οριακή κατάσταση λειτουργικότητας
$q_{Sd - SLS} = G + Q = 1,0 + 5,0 = 6,0$ kN/m^2

2. Υπολογισμός του φορτίου σχεδιασμού για την οριακή κατάσταση αστοχίας
$q_{Sd - ULS} = 1,35G + 1,5Q = 1,35 \times 1,0 + 1,5 \times 5,0 = 8,85$ kN/m^2

3. Από τους πίνακες σχεδιασμού των δοκών τριών ίσων ανοιγμάτων προκύπτουν οι παρακάτω συνδυασμοί που ικανοποιούν και το κριτήριο της οριακής κατάστασης λειτουργικότητας ($q_{Sd -SLS} < q_{Rd - SLS - L/300}$) και το κριτήριο της οριακής κατάστασης αστοχίας ($q_{Sd -ULS} < q_{Rd - ULS}$).

t=0,75mm, L=2,25m
t=0,80mm, L=2,25m
t=1,00mm, L=2,75m
t=1,25mm, L=3,00m

t=0,75 mm

L (m)	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00
$q_{Rd-SLS-L/200}$	26,28	16,55	11,09	7,79	5,68	4,27	3,29	2,58	2,07	1,68	1,39	1,16	0,97	0,83	0,71	0,61	0,53	0,47	0,41
$q_{Rd-SLS-L/300}$	17,52	11,03	7,39	5,19	3,78	2,84	2,19	1,72	1,38	1,12	0,92	0,77	0,65	0,55	0,47	0,41	0,36	0,31	0,27
q_{Rd-ULS}	22,97	16,88	12,92	10,21	8,27	6,83	5,74	4,89	4,22	3,68	3,23	2,86	2,55	2,29	2,07	1,88	1,71	1,56	1,44

t=0,80 mm

L (m)	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00
$q_{Rd-SLS-L/200}$	28,03	17,65	11,83	8,31	6,06	4,55	3,50	2,76	2,21	1,79	1,48	1,23	1,04	0,88	0,76	0,65	0,57	0,50	0,44
$q_{Rd-SLS-L/300}$	18,69	11,77	7,88	5,54	4,04	3,03	2,34	1,84	1,47	1,20	0,99	0,82	0,69	0,59	0,50	0,44	0,38	0,33	0,29
q_{Rd-ULS}	24,57	18,05	13,82	10,92	8,84	7,31	6,14	5,23	4,51	3,93	3,46	3,06	2,73	2,45	2,21	2,00	1,83	1,67	1,54

t=1,00 mm

L (m)	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00
$q_{Rd-SLS-L/200}$	35,18	22,15	14,84	10,42	7,60	5,71	4,40	3,46	2,77	2,25	1,86	1,55	1,30	1,11	0,95	0,82	0,71	0,62	0,55
$q_{Rd-SLS-L/300}$	23,45	14,77	9,89	6,95	5,07	3,81	2,93	2,31	1,85	1,50	1,24	1,03	0,87	0,74	0,63	0,55	0,48	0,42	0,37
q_{Rd-ULS}	30,86	22,67	17,36	13,72	11,11	9,18	7,72	6,57	5,67	4,94	4,34	3,84	3,43	3,08	2,78	2,52	2,30	2,10	1,93

t=1,25 mm

L (m)	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00
$q_{Rd-SLS-L/200}$	44,07	27,75	18,59	13,06	9,52	7,15	5,51	4,33	3,47	2,82	2,32	1,94	1,63	1,39	1,19	1,03	0,89	0,78	0,69
$q_{Rd-SLS-L/300}$	29,38	18,50	12,39	8,70	6,35	4,77	3,67	2,89	2,31	1,88	1,55	1,29	1,09	0,93	0,79	0,69	0,60	0,52	0,46
q_{Rd-ULS}	38,72	28,45	21,78	17,21	13,94	11,52	9,68	8,25	7,11	6,20	5,44	4,82	4,30	3,86	3,48	3,16	2,88	2,64	2,42

t=0,75 mm

L (m)	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00
$q_{Rd-SLS-L/200}$	63,03	39,77	26,67	18,72	13,65	10,26	7,89	6,20	4,97	4,03	3,33	2,78	2,34	2,00	1,70	1,47	1,28	1,12	0,99
$q_{Rd-SLS-L/300}$	42,02	26,52	17,78	12,48	9,10	6,84	5,26	4,13	3,31	2,69	2,22	1,85	1,56	1,33	1,13	0,98	0,85	0,75	0,66
q_{Rd-ULS}	17,44	12,86	9,88	7,84	6,36	5,28	4,44	3,79	3,27	2,85	2,51	2,22	1,99	1,78	1,61	1,46	1,33	1,22	1,12

t=0,80 mm

L (m)	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00
$q_{Rd-SLS-L/200}$	67,57	42,48	28,41	19,98	14,55	10,91	8,43	6,63	5,30	4,31	3,55	2,96	2,50	2,12	1,82	1,57	1,37	1,20	1,05
$q_{Rd-SLS-L/300}$	45,05	28,32	18,94	13,32	9,70	7,28	5,62	4,42	3,54	2,87	2,37	1,98	1,66	1,41	1,22	1,05	0,91	0,80	0,70
q_{Rd-ULS}	19,05	14,05	10,80	8,57	6,96	5,77	4,85	4,14	3,57	3,12	2,74	2,43	2,17	1,95	1,76	1,60	1,45	1,33	1,22

Οριακά φορτία σε kN/m^2 για τις οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας και αστοχίας.

t=1,00 mm

L (m)	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00
$q_{Rd-SLS-L/200}$	84,55	53,35	35,71	25,06	18,27	13,75	10,56	8,33	6,65	5,42	4,46	3,72	3,13	2,66	2,27	1,97	1,72	1,50	1,32
$q_{Rd-SLS-L/300}$	56,37	35,57	23,81	16,70	12,18	9,17	7,04	5,56	4,44	3,61	2,98	2,48	2,09	1,78	1,52	1,32	1,15	1,00	0,88
q_{Rd-ULS}	25,91	19,11	14,69	11,65	9,47	7,84	6,60	5,64	4,87	4,24	3,73	3,31	2,95	2,65	2,40	2,17	1,98	1,81	1,66

t=1,25 mm

L (m)	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00
$q_{Rd-SLS-L/200}$	105,9	66,79	44,64	31,42	22,89	17,19	13,27	10,42	8,33	6,77	5,59	4,66	3,93	3,34	2,86	2,48	2,15	1,88	1,66
$q_{Rd-SLS-L/300}$	70,62	44,53	29,76	20,95	15,26	11,46	8,85	6,94	5,56	4,51	3,72	3,11	2,62	2,22	1,91	1,65	1,43	1,25	1,10
q_{Rd-ULS}	35,09	25,89	19,90	15,79	12,83	10,63	8,95	7,64	6,60	5,75	5,06	4,48	4,00	3,60	3,25	2,94	2,68	2,45	2,25

t=0,75 mm

L (m)	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00
$q_{Rd-SLS-L/200}$	49,67	31,36	20,96	14,73	10,78	8,09	6,22	4,90	3,92	3,18	2,62	2,19	1,84	1,56	1,34	1,16	1,01	0,88	0,78
$q_{Rd-SLS-L/300}$	33,11	20,91	13,98	9,82	7,18	5,39	4,15	3,26	2,61	2,12	1,75	1,46	1,23	1,04	0,90	0,77	0,67	0,59	0,52
q_{Rd-ULS}	21,80	16,07	12,35	9,80	7,95	6,60	5,55	4,73	4,08	3,56	3,14	2,78	2,48	2,23	2,01	1,82	1,66	1,52	1,40

t=0,80 mm

L (m)	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00
$q_{Rd-SLS-L/200}$	53,19	33,40	22,37	15,71	11,47	8,59	6,64	5,21	4,18	3,40	2,80	2,33	1,96	1,67	1,43	1,24	1,07	0,94	0,83
$q_{Rd-SLS-L/300}$	35,46	22,26	14,91	10,47	7,65	5,73	4,43	3,47	2,78	2,26	1,87	1,55	1,30	1,12	0,95	0,83	0,72	0,63	0,55
q_{Rd-ULS}	23,82	17,56	13,50	10,71	8,70	7,21	6,07	5,18	4,47	3,90	3,43	3,04	2,71	2,44	2,20	2,00	1,82	1,66	1,53

t=1,00 mm

L (m)	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00
$q_{Rd-SLS-L/200}$	66,37	41,87	28,09	19,70	14,37	10,83	8,33	6,55	5,24	4,26	3,51	2,93	2,46	2,10	1,80	1,55	1,35	1,18	1,04
$q_{Rd-SLS-L/300}$	44,25	27,91	18,73	13,13	9,58	7,22	5,56	4,37	3,49	2,84	2,34	1,95	1,64	1,40	1,20	1,04	0,90	0,79	0,69
q_{Rd-ULS}	32,40	23,89	18,36	14,57	11,84	9,81	8,25	7,05	6,08	5,30	4,67	4,14	3,69	3,32	3,00	2,71	2,47	2,26	2,08

t=1,25 mm

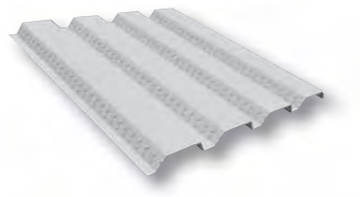
L (m)	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00
$q_{Rd-SLS-L/200}$	83,33	52,40	35,21	24,67	18,01	13,48	10,42	8,21	6,55	5,34	4,40	3,66	3,07	2,62	2,25	1,94	1,69	1,48	1,30
$q_{Rd-SLS-L/300}$	55,56	34,93	23,47	16,45	12,01	8,99	6,94	5,47	4,37	3,56	2,93	2,44	2,06	1,75	1,50	1,30	1,13	0,99	0,87
q_{Rd-ULS}	43,87	32,35	24,87	19,74	16,04	13,29	11,18	9,55	8,24	7,19	6,33	5,61	5,00	4,49	4,06	3,68	3,35	3,07	2,82

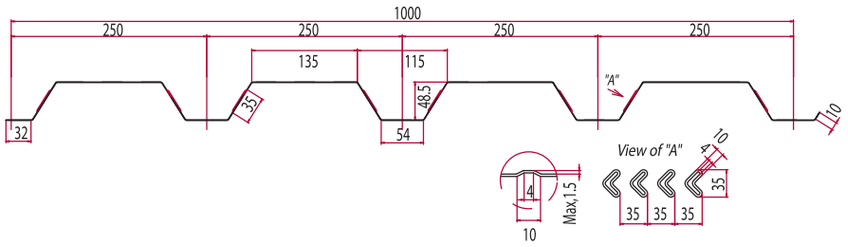
Οριακά φορτία σε kN/m^2 για τις οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας και αστοχίας.

ΣΥΜΜΙΚΤΑ ΧΑΛΥΒΔΟΦΥΛΛΑ

ΧΑΛΥΒΔΟΦΥΛΛΟ SYMDECK 50

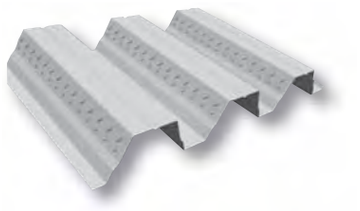
Ανάπτυγμα: 1250mm
Πάχος: 0,75mm ~ 1,25mm (±0,02)
Κάλυψη: 1000 ±5,0mm
Βάθος: 48,5 ±1,0mm
Πάτημα: 250 ±2mm

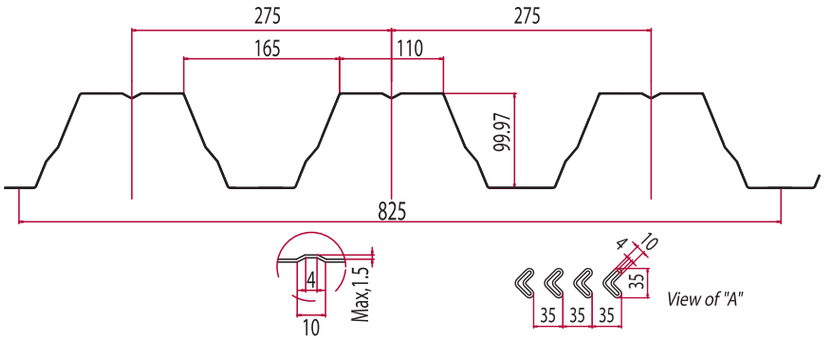




ΧΑΛΥΒΔΟΦΥΛΛΟ SYMDECK 100

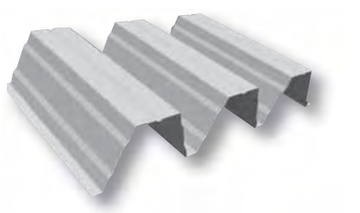
Ανάπτυγμα: 1250mm
Πάχος: 0,75mm ~ 1,5mm (±0,02)
Κάλυψη: 825 ±5,0mm
Βάθος: 100 ±1,5mm
Πάτημα: 275 ±2mm

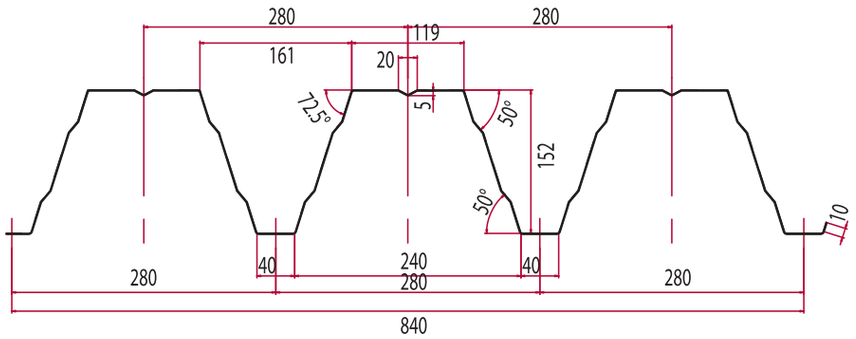




ΧΑΛΥΒΔΟΦΥΛΛΟ SYMDECK 150

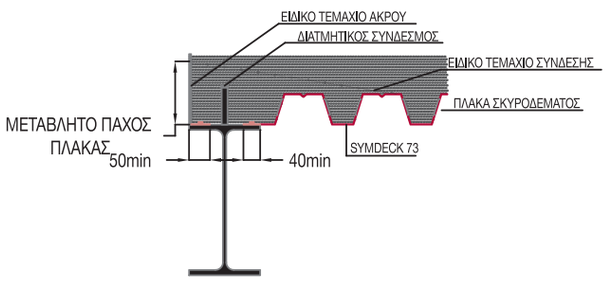
Ανάπτυγμα: 1500mm
Πάχος: 0,75mm ~ 1,5mm (±0,02)
Κάλυψη: 840 ±5,0mm
Βάθος: 152±1,5mm
Πάτημα: 280 ±2mm



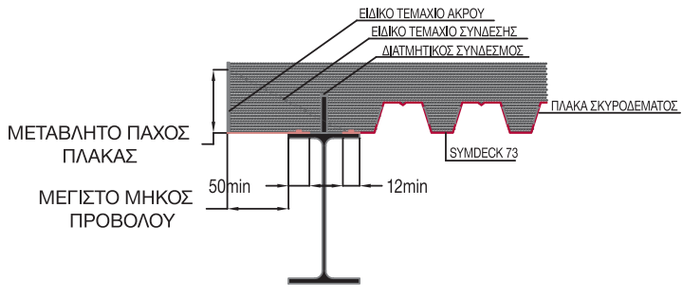


ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΣΥΜΜΙΚΤΗΣ ΠΛΑΚΑΣ

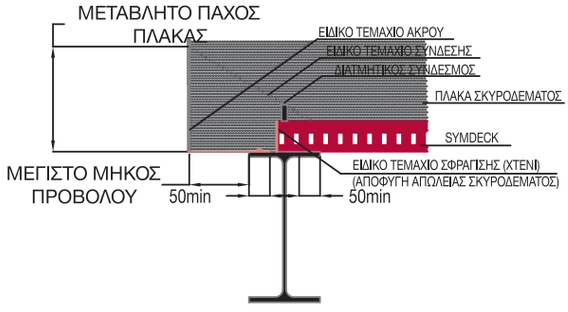
ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΑΚΡΟΥ



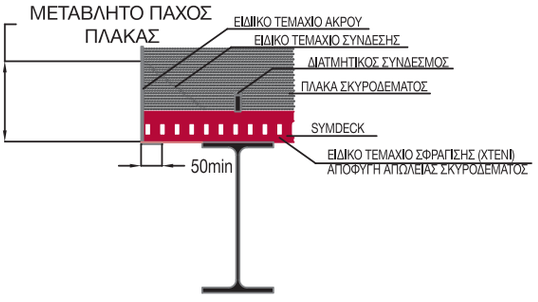
ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΑΚΡΟΥ ΜΕ ΠΡΟΒΟΛΟ

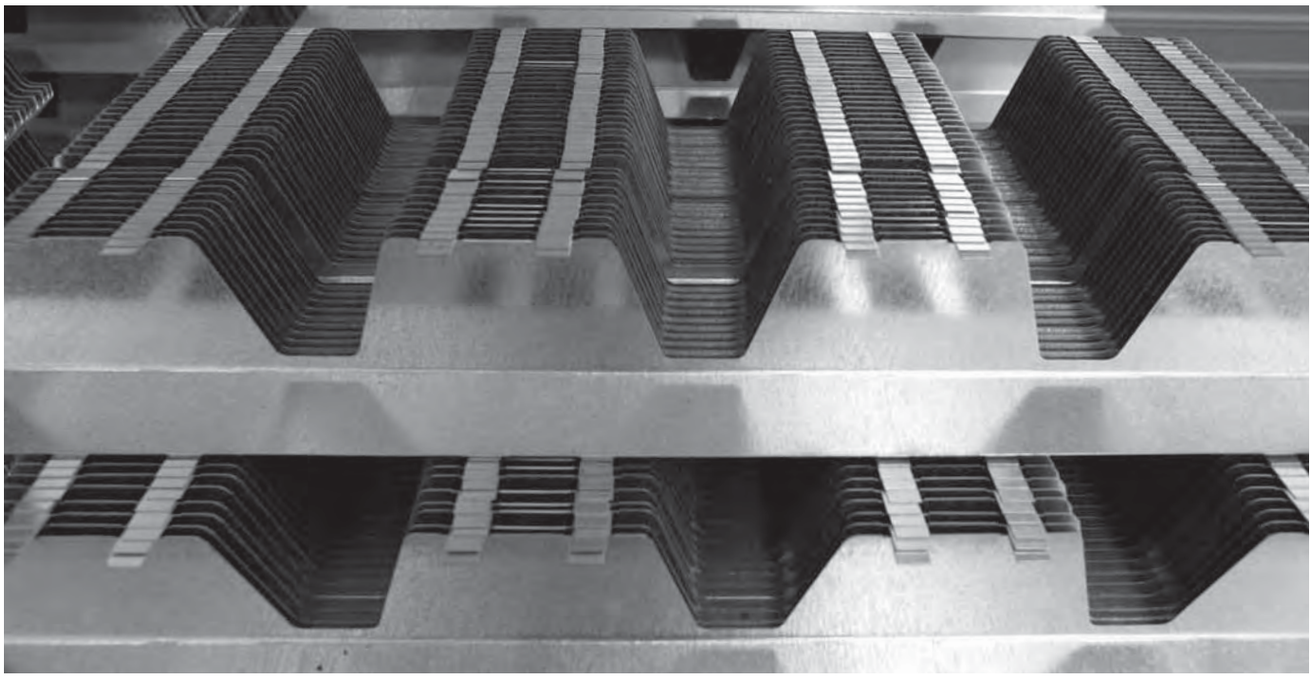


ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΤΕΛΟΥΣ ΠΛΑΚΑΣ

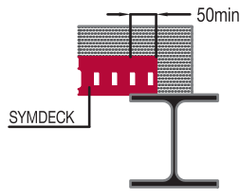


ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΤΕΛΟΥΣ ΠΛΑΚΑΣ ΜΕ ΠΡΟΒΟΛΟ

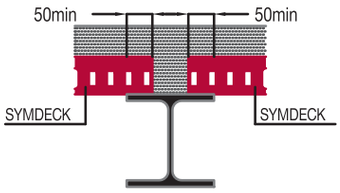




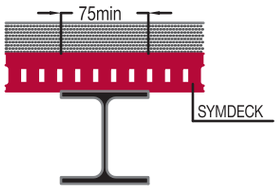
ΑΚΡΑΙΑ ΕΔΡΑΣΗ ΣΕ ΧΑΛΥΒΑ Ή ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ



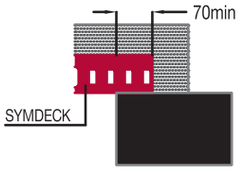
ΔΙΠΛΗ ΕΔΡΑΣΗ ΣΕ ΧΑΛΥΒΑ Ή ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ



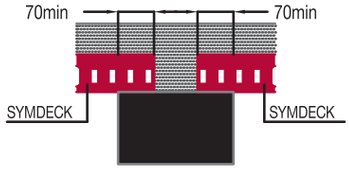
ΣΥΝΕΧΗΣ ΕΔΡΑΣΗ ΣΕ ΧΑΛΥΒΑ Ή ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ



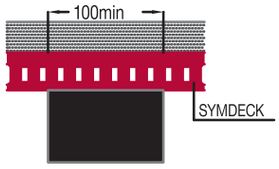
ΑΚΡΑΙΑ ΕΔΡΑΣΗ ΣΕ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ



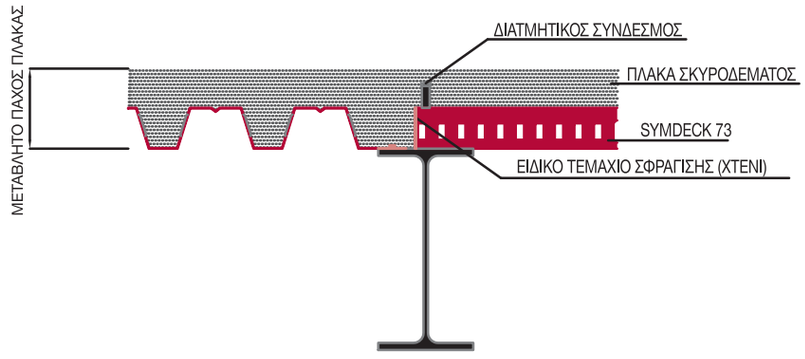
ΔΙΠΛΗ ΕΔΡΑΣΗ ΣΕ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ



ΣΥΝΕΧΗΣ ΕΔΡΑΣΗ ΣΕ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ



ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΕΝΔΙΑΜΕΣΗΣ ΔΟΚΟΥ ΜΕ ΑΛΛΑΓΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ ΣΤΡΩΜΑΤΟΣ



ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΕΣ ΠΟΙΟΤΗΤΩΝ

EN					GERMANY	FRANCE	U.K.	SPAIN	ITALY	BELGIUM	SWEDEN	PORTUGAL	AUSTRIA	NORWAY
EN 1005-2:2004		**EN 10025:1990 +A1:1993**		**EN 10025:1990**	**DIN 17100**	**NF A 35-501**	**BS 4360**	**UNE 36-080**	**UNI 7070**	**NBN A 21-101**	**SS 14**	**NP 1729**	**N 3116**	
S185	1.0035	S185	1.0035	Fe 310-0	St 33	A 33		A 310-0	Fe 320	A 320	13 00-00	Fe 310-0	St 320	
		S235JR	1.0037	Fe 360 B	St 37 – 2	E24-2			Fe 360 B	AE 235-B	13 11-00	Fe 360-B		NS 12 120
		S235JRG1	1.0036	Fe 360 BFU	Ust 37 -2			AE 235 B-FU					Ust 360 B	NS 12 122
S235JR	1.0038	S235JRG2	1.0038	Fe 360 BFN	RSt 37 -2		40B	AE 235 B- FN			13 12-00		Rst 360 B	NS 12 123
S235JO	1.0114	S235JO	1.0114	Fe 360 C	St 37- 3 U	E24-3	40C	AE 235 C	Fe 360 C	AE 235-C		Fe 360-C	St 360 C	NS 12 124
												Fe 360-CE		
		S235J2G3	1.0116	Fe 360 D1	St 37-3 N	E24-4	40D	AE 235 D	Fe 360 D	AE 235-D		Fe 360-D	St 360 D	NS 12 124
S235J2	1.0117	S235J2G4	1.0117	Fe 360 D2										
S275JR	1.0044	S275JR	1.0044	Fe 430 B	St 44-2	E 28-2	43B	AE 275 B	Fe 430 B	AE 255-B	14 12-00	Fe 430-B	St 430 B	NS 12 142
S275JO	1.0043	S275JO	1.0143	Fe 430 C	St 44-3 U	E 28-3	43C	AE 275 C	Fe 430 C	AE 255-C		Fe 430-C	St 430 C	NS 12 143
													St 430 CE	
		S275JOG3	1.0144	Fe 430 D1	St 44-3 N	E 28-4	43D	AE 275 D	Fe 430 D	AE 255-D	14 14-00	Fe 430-D	St 430 D	NS 12 143
S275J2	1.0145	S275JOG4	1.0145	Fe 430 D2										
S355JR	1.0045	S355JR	1.0045	Fe 510 B		E 36-2	50B	AE 355 B	Fe 510 B	AE 355-B		Fe 510-B		
S355JO	1.0553	S355JO	1.0553	Fe 510 C	St 52-3 U	E 36-3	50C	AE 355 C	Fe 510 C	AE 355-C		Fe 510-C	St 51C	NS 12 153
		S355J2G3	1.0570	Fe 510 D1	St 52-3N		50D	AE 355D	Fe 510 D	AE 355-D		Fe 510-D	St 51 D	NS 12 153
S355J2	1.0577	S355J2G4	1.0577	Fe 510 D2										
		S355K2G3	1.0595	Fe 510 DD1		E 36-4	50DD			AE 355-DD		Fe 510-DD		
S355K2	1.0596	S355K2G4	1.0596	Fe 510 DD2										
S450JO	1.0590						55C							
E295	1.0050	E295	1.0050	Fe 490 – 2	St 50-2	A 50-2		A 490	Fe 490	A 490-2	15 50-00	Fe 490-2	St 490	
											15 50-01			
E335	1.0060	E335	1.0060	Fe 590 – 2	St 60-2	A 60-2		A 590	Fe 590	A 590-2	16 50 00	Fe 590-2	St 590	
											16 50 01			
E360	1.0070	E360	1.0070	Fe 690 - 2	St 70-2	A 70-2		A 690	Fe 690	A 690-2	16 55 00	Fe 690-2	St 690	
											16 55 01			

CHEMICAL COMPOSITION OF THE PRODUCT ANALYSIS

Designation		Method of deoxidation [b]	C in % max. for nominal product thickness in mm			Si % max.	Mn % max.	P % max. [d]	S % max. [d, e]	N % max. [f]	Cu % max. [g]	Other % max. [h]
According EN 10027-01 and CR 10260	According EN 10027-2		≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40[c]							
S235JR	1.0038	FN	0,19	0,19	0,23	-	1,50	0,045	0,045	0,014	0,60	-
S235J0	1.0114	FN	0,19	0,19	0,19	-	1,50	0,040	0,040	0,014	0,60	-
S235J2	1.0117	FF	0,19	0,19	0,19	-	1,50	0,035	0,035	-	0,60	-
S275JR	1.0044	FN	0,24	0,24	0,25	-	1,60	0,045	0,045	0,014	0,60	-
S275J0	1.0143	FN	0,21	0,21	0,23[i]	-	1,60	0,040	0,040	0,014	0,60	-
S275J2	1.0145	FF	0,21	0,21	0,23[i]	-	1,60	0,035	0,035	-	0,60	-
S355JR	1.0045	FN	0,27	0,27	0,27	0,60	1,70	0,045	0,045	0,014	0,60	-
S355J0	1.0553	FN	0,23[j]	0,23[k]	0,24	0,60	1,70	0,040	0,040	0,014	0,60	-
S355J2	1.0577	FF	0,23[j]	0,23[k]	0,24	0,60	1,70	0,035	0,035	-	0,60	-
S355K2	1.0596	FF	0,23[j]	0,23[k]	0,24	0,60	1,70	0,035	0,035	-	0,60	-
S450J0[l]	1.0590	FF	0,23	0,23k	0,24	0,60	1,80	0,040	0,040	0,027	0,60	[m]

[b] FN = rimming steels not permitted; FF = fully killed steel
[c] For sections with nominal thickness > 100 mm the C content by agreement.
[d] For long products the P and S content can be 0,005% higher.
[e] For long products the max. S content can be increased for improved mach inability by 0,015% by agreement if the steel is treated to modify the sulphide morphology and the chemical composition shows min. 0,0020% Ca.
[f] The max. value for nitrogen does not apply if the chemical composition shows a minimum total Al content of 0,015% or alternatively min. 0,013% acid soluble Al or if sufficient other N binding elements are present. In this case the N binding elements shall be mentioned in the inspection document.
[g] Cu content above 0,45% may cause hot shortness during hot forming.
[h] If other elements are added, they shall be mentioned on the inspection document.
[i] For nominal thickness > 150 mm: C = 0,22% max.
[j] For grades suitable for cold roll forming C = 0,24% max.
[k] For nominal thickness > 30 mm: C = 0,24% max.
[l] Applicable for long products only.
[m] The steel may show a Nb content of max. 0,06%, a V content of max. 0,15% and a Ti content of max. 0,06%.
(according to EN10025)

MECHANICAL PROPERTIES AT AMBIENT TEMPERATURE FOR FLAT AND LONG PRODUCTS OF STEEL GRADES AND QUALITIES WITH VALUES FOR THE IMPACT STRENGTH

Designatio n		Minimum yield strength R_{eH}[a] MPa[b] Nominal thickness mm									Tensile strength R_m[a] MPa[b] Nominal thick-ness mm				
According EN 10027-1 and CR 10260	Accord-ing EN 10027-2	≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 200	> 200 ≤ 250	> 250 ≤ 400[c]	> 3	≥ 3 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 250	> 250 ≤ 400[c]
S235JR	1.0038	235	225	215	215	215	195	185	175	-	360 to 510	360 to 510	350 to 500	340 to 490	-
S235J0	1.0114	235	225	215	215	215	195	185	175	-	360 to 510	360 to 510	350 to 500	340 to 490	-
S235J2	1.0117	235	225	215	215	215	195	185	175	165	360 to 510	360 to 510	350 to 500	340 to 490	330 to 480
S275JR	1.0044	275	265	255	245	235	225	215	205	-	430 to 580	410 to 560	400 to 540	380 to 540	-
S275J0	1.0143	275	265	255	245	235	225	215	205	-	430 to 580	410 to 560	400 to 540	380 to 540	-
S275J2	1.0145	275	265	255	245	235	225	215	205	195	430 to 580	410 to 560	400 to 540	380 to 540	380 to 540
S355JR	1.0045	355	345	355	325	315	295	285	275	-	510 to 680	470 to 630	450 to 600	450 to 600	-
S355J0	1.0553	355	345	355	325	315	295	285	275	-	510 to 680	470 to 630	450 to 600	450 to 600	-
S355J2	1.0577	355	345	355	325	315	295	285	275	265	510 to 680	470 to 630	450 to 600	450 to 600	450 to 600
S355K2	1.0596	355	345	355	325	315	295	285	275	265	510 to 680	470 to 630	450 to 600	450 to 600	450 to 600
S450J0[d]	1.0590	450	430	410	390	380	380	-	-	-	-	550 to 720	530 to 700	-	-

[a] For plate and wide flats with widths ≥ 600 mm the direction transverse (t) to the rolling applies. For all other products the values apply for the direction parallel (l) to the rolling direction.
[b] 1 MPa = 1 N/mm2.
[c] The values apply to flat products.
[d] Applicable for long products only.
(according to EN10025)

MECHANICAL PROPERTIES AT AMBIENT TEMPERATURE FOR FLAT AND LONG PRODUCT OF STEEL GRADES AND QUALITIES WITH VALUES FOR THE IMPACT STRENGTH (CONCLUDED)

Designation		Position of test pieces [a]	Minimum percentage elongation after fracture [a] %										
			$L_o = 80$ mm Nominal thickness mm					$L_o = 5{,}65\sqrt{S_o}$ Nominal thickness mm					
According EN 10027-1 and CR 10260	According EN 10027-2		≤ 1	> 1 ≤ 1,5	> 1,5 ≤ 2	> 2 ≤ 2,5	>2,5 < 3	≥ 3 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 250	> 250[c] ≤ 400 only for J2 and K2
S235JR	1.0038	l	17	18	19	20	21	26	25	24	22	21	-
S235J0	1.0114												-
S235J2	1.0117	t	15	16	17	18	19	24	23	22	22	21	21 (l and t)
S275JR	1.0044	l	15	16	17	18	19	23	22	21	19	18	-
S275J0	1.0143												-
S275J2	1.0145	t	13	14	15	16	17	21	20	19	19	18	18 (l and t)
S355JR	1.0045	l	14	15	16	17	18	22	21	20	18	17	-
S355J0	1.0553												-
S355J2	1.0577												17 (l and t)
S355K2	1.0596	t	12	13	14	15	16	20	19	18	18	17	17 (l and t)
S450J0[d]	1.0590	l	-	-	-	-	-	17	17	17	17	-	-

[a] For plate, strip and wide flats with widths ≥600 mm the direction transverse (t) to the rolling direction applies. For all other products the values apply for the direction parallel (l) to the rolling direction.

[c] The values apply to flat products.

[d] Applicable for long product only.

(according to EN10025)