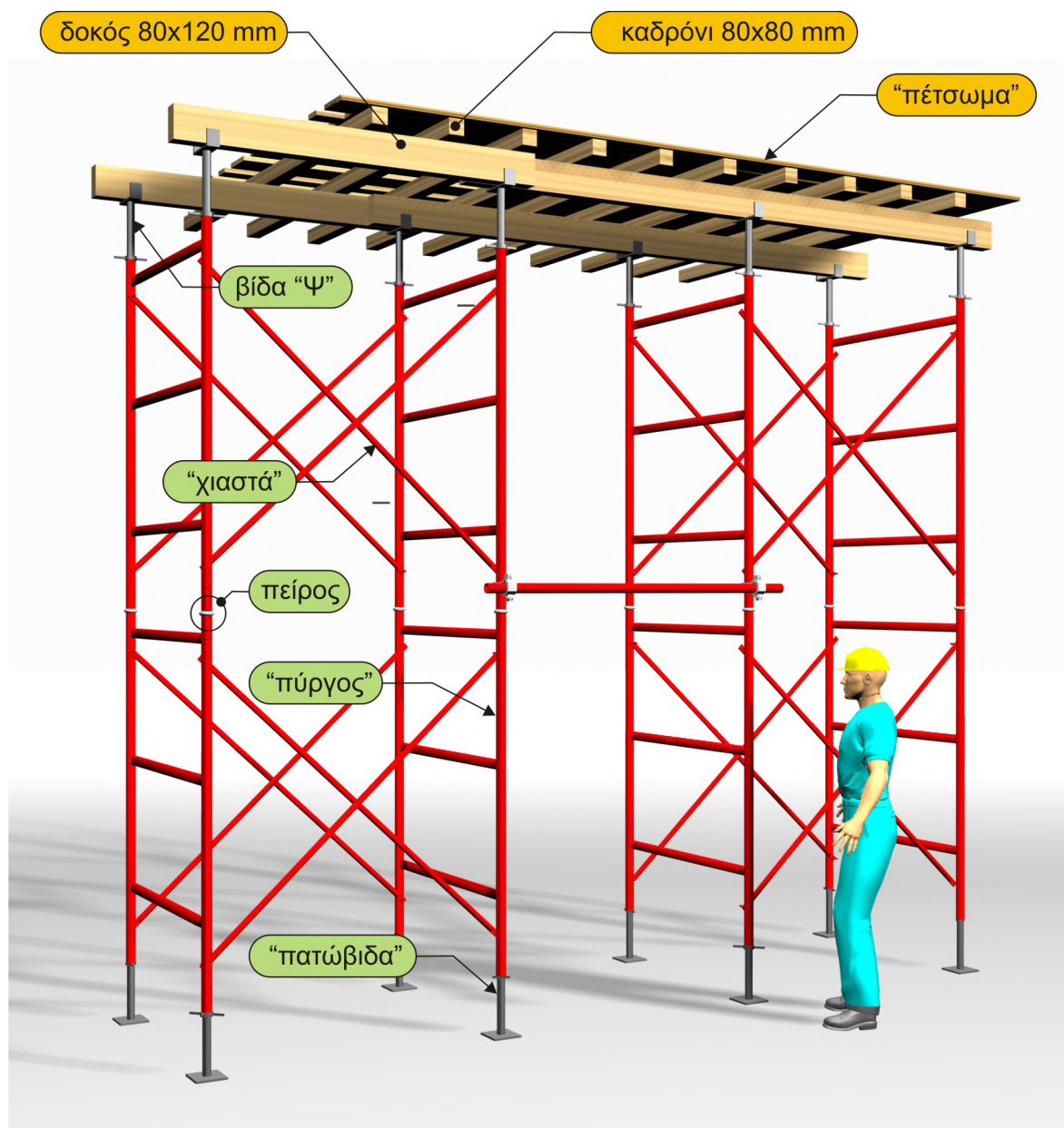
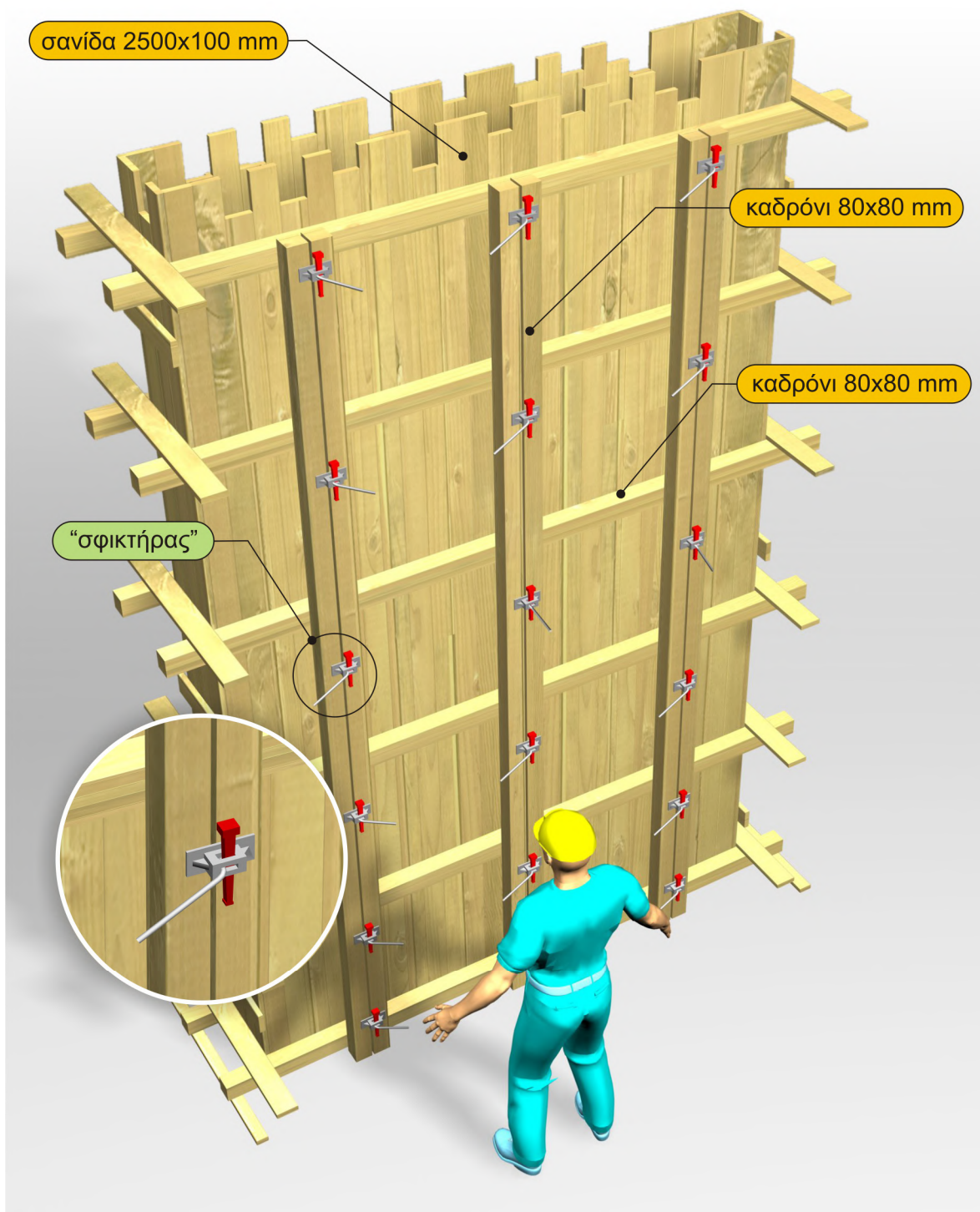


2.2 Τα καλούπια



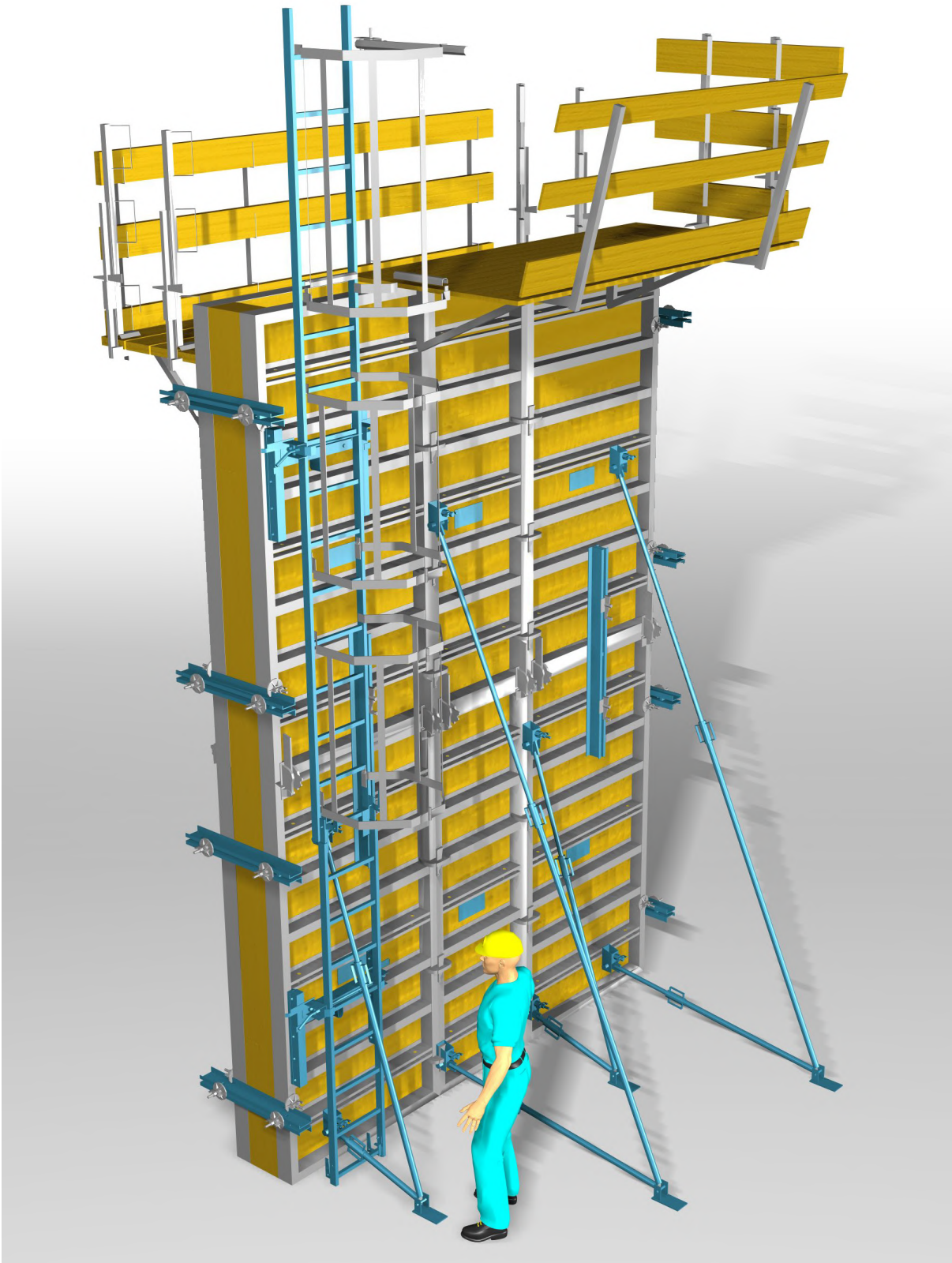
Τα στοιχεία των καλουπιών για την κατασκευή δομικών στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος, χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες:

1. Επιφανειακά στοιχεία ή **πετσώματα**
2. Οριζόντια φέροντα στοιχεία ή **δοκοί**
3. **Σκαλωσιές** ή ικριώματα
4. Βοηθητικά στοιχεία ή **κλειδιά**



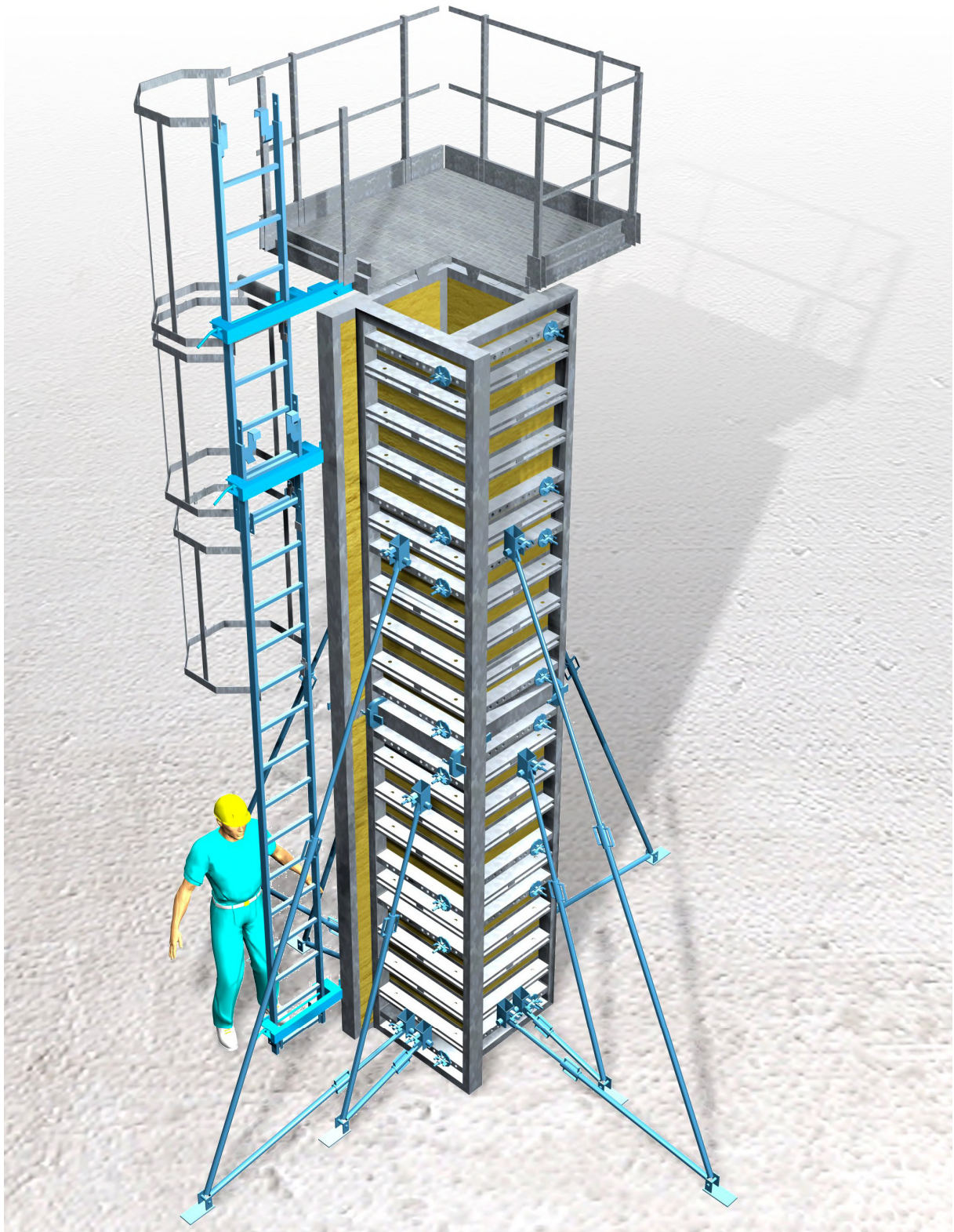
Τα στοιχεία των καλουπιών μπορεί επίσης να είναι συμβατικά, ή βιομηχανικά. Των συμβατικών καλουπιών τα στοιχεία είναι κυρίως από φυσικό ξύλο και ανάλογα με τις διατομές τους έχουν και τα παρακάτω ονόματα:

- **σανίδα** (τάβλα) με συνηθισμένο πάχος 22 mm, πλάτος 80 έως 150 mm, και μήκος 2.30 έως 4.50 m



Καλούπωμα τοιχείου με βιομηχανικούς μεταλότυπους

Το καλούπωμα του τοιχείου ύψους 5.50 m και η τοποθέτηση της εξέδρας εργασίας είναι θέμα λίγων λεπτών, ενώ ακόμα πιο γρήγορο, καθαρό και ασφαλές είναι το ξεκαλούπωμα.



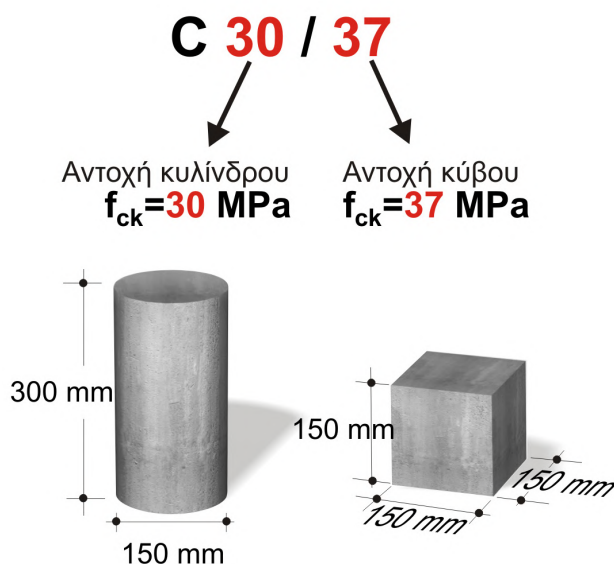
Καλούπωμα κολόνας με βιομηχανικούς μεταλότυπους

Η κολόνα αυτή έχει ύψος 5.50 m και καλουπώνεται ταχύτατα, σε διαστάσεις διατομής που είναι πολλαπλάσια των 50 mm. Σφίγγεται με πεταλούδες σε προκαθορισμένες θέσεις και στηρίζεται

2.4 Το σκυρόδεμα

2.4.1 Γενικά

Το σκυρόδεμα, όπως το λέει και η λέξη, είναι ένα «δέμα» από τα εξής υλικά: χαλίκι, γαρμπίλι, άμμος, τσιμέντο και νερό. Όταν τα υλικά αναδεύονται για λίγο σχετικά χρόνο και σε κατάλληλες αναλογίες, δημιουργούν το σκυρόδεμα. Το χαρακτηριστικό του σκυροδέματος είναι η σκλήρυνση μέσα σε λίγες ώρες και η απόκτηση υψηλής αντοχής μέσα σε λίγα 24ωρα. Ανάλογα με τις πρόσθετες ιδιότητες που μπορεί να ζητηθούν από το σκυρόδεμα, χρησιμοποιούνται κατά την ανάδευσή του και διάφορα άλλα πρόσθετα υλικά επιβραδυντικά ή/και υπερευστοποιητικά για αύξηση της **εργασιμότητας**, ή ακόμα και χαλύβδινες ή σύνθετες (composites) ίνες, για να δώσουν στο μίγμα πρόσθετη θλιπτική και εφελκυστική αντοχή.



Η ταξινόμηση των κατηγοριών σκυροδέματος γίνεται ανάλογα με την αντοχή τους σε θλίψη. Κάθε ποιότητα σκυροδέματος (Concrete) π.χ. C30/37, χαρακτηρίζεται από δύο ισοδύναμες μεταξύ τους αντοχές, που στο συγκεκριμένο παράδειγμα είναι 30 MPa και 37 MPa. Η πρώτη αντοχή είναι η **χαρακτηριστική αντοχή f_{ck}** πρότυπου κυλινδρικού δοκιμίου⁴ και η δεύτερη αντοχή είναι η χαρακτηριστική αντοχή πρότυπου κυβικού δοκιμίου.

Οι κατηγορίες σκυροδέματος που υποστηρίζει ο Ευρωκώδικας 2 και το EN 206-1 είναι:

C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105
δευτερεύουσες χρήσεις			συνήθεις χρήσεις						ειδικές χρήσεις				

Στην Ελλάδα, μέχρι το 1994 συστηματικά και μέχρι το 1997 περιστασιακά, χρησιμοποιούνταν οι παλιές ποιότητες σκυροδέματος (B). Οι πιο συνηθισμένες ήταν η B160 (που αντιστοιχούσε περίπου στο C12/15), η B225 (που αντιστοιχούσε σε ενδιάμεση ποιότητα μεταξύ C12/15 και C16/20) και η B300 (που αντιστοιχούσε περίπου στο C20/25).

Ο ΕΚΩΣ 2000 περιείχε τις ίδιες κατηγορίες σκυροδέματος με μέγιστη την C50/60 και πρακτικά ελάχιστη την C20/25, η οποία χρησιμοποιούνταν συνήθως μέχρι το 2010.

⁴ Είναι η αντοχή με την οποία γίνονται οι στατικές μελέτες

Με βάση τους Ευρωκώδικες, πρακτικά, η ελάχιστη ενδεδειγμένη κατηγορία σκυροδέματος είναι η C30/37.

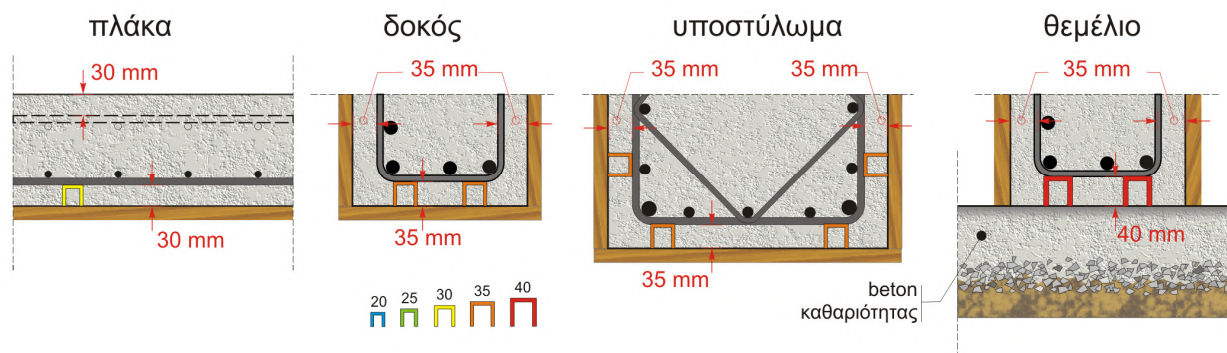
Η προστασία του χάλυβα οπλισμού από διάβρωση εξαρτάται από το πορώδες, την ποιότητα και το πάχος της επικάλυψης του σκυροδέματος. Η πυκνότητα και η ποιότητα της επικάλυψης θεωρείται ότι επιτυγχάνεται με την κατηγορία ελάχιστης αντοχής του σκυροδέματος. Στον επόμενο πίνακα εμφανίζεται μία πρακτική σύνοψη του συνδυασμού **ελάχιστης ενδεδειγμένης ποιότητας σκυροδέματος** και της **ελάχιστης επικάλυψης** για τις κυριότερες συνθήκες περιβάλλοντος ενός κτιρίου.

	Κατηγορία συνθηκών περιβάλλοντος κτιρίου			
	Συνήθεις συνθήκες (XC2/XC3)	Δυσμενείς συνθήκες (XC4)	Παραθαλάσσιες (XD1/XS1)	ΠΙΣΙΝΕΣ (XD2)
Ελάχιστη ενδεδειγμένη κατηγορία σκυροδέματος	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37
Ελάχιστα πάχη επικαλύψεων	25 mm	30 mm	35 mm	40 mm
Ελάχιστη ευνοϊκή κατηγορία σκυροδέματος	C35/45	C40/50	C40/50	C40/50
Ελάχιστα πάχη επικαλύψεων	20 mm	25 mm	30 mm	35 mm

*Ελάχιστη επικάλυψη του χάλυβα οπλισμού
και ελάχιστη ενδεδειγμένη κατηγορία σκυροδέματος*

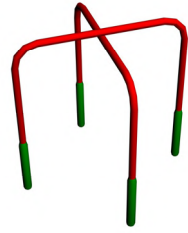
- Στις πλάκες αφαιρούνται 5 mm.
- Σε περίπτωση διασφάλισης ειδικού ελέγχου παραγωγής του σκυροδέματος, αφαιρούνται 5 mm.
- Σε περίπτωση σχεδιασμού του κτιρίου για χρόνο ζωής 100 έτη, προστίθενται 10 mm.
- Στις επιφάνειες των πελμάτων των θεμελίων -με χυτό σκυρόδεμα- που έρχονται σε επαφή με το έδαφος, αν υπάρχει κατάλληλη διαμόρφωση, ή σκυρόδεμα καθαριότητας πρέπει η επικάλυψη να είναι ≥ 40 mm, ενώ αν γίνεται επί του εδάφους, πρέπει να είναι ≥ 75 mm.

Παράδειγμα:



Άμεσο, τετράποδο καβαλέτο.

Είναι προκατασκευασμένο προϊόν από λεπτή χαλύβδινη ράβδο, ενώ τα στηρίγματα του είναι εμβαπτισμένα σε πλαστικό υλικό, για να μην οξειδώνονται στην περιοχή της στήριξης του καβαλέτου επί του ξυλοτύπου.



Έμμεσο, καβαλέτο τύπου S ή φιδάκι.

Στην αγορά κυκλοφορεί προκατασκευασμένο σε πακέτα, σε επίπεδη μορφή. Η μορφή φιδιού δίνεται κατά την τοποθέτησή του.

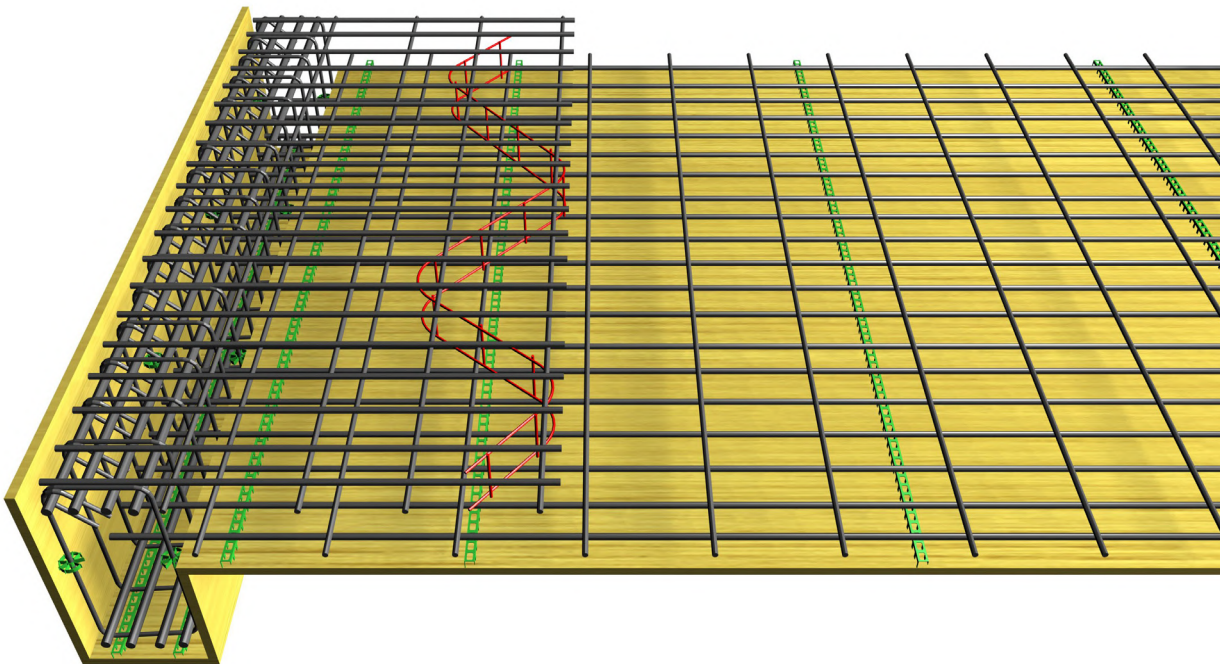
Έμμεσο καβαλέτο μανδύα.

Κατασκευάζεται εύκολα με αναδίπλωση στο επιθυμητό ύψος, από πλέγμα τυποποιημένης πυκνότητας, π.χ. Φ8/200. Στις περιπτώσεις ελευθέρων παρυφών, όπως είναι οι ακμές μπαλκονιών, εκτός από τη λειτουργία του ως καβαλέτου, εξασφαλίζει και την ανάγκη οπλισμού τύπου φουρκέτας, που είναι απαραίτητος για τη συνοχή των κούτελων.

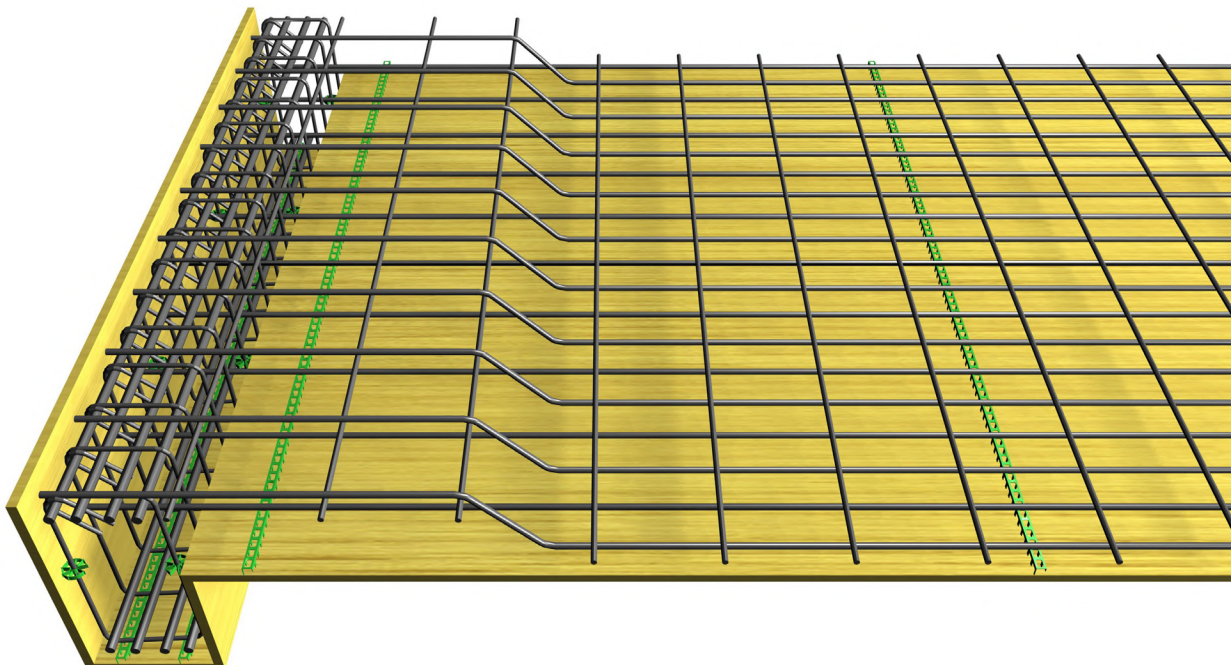


Έμμεσο καβαλέτο φουρκέτα.

Για αμιγή χρήση ελευθέρων παρυφών πλακών.

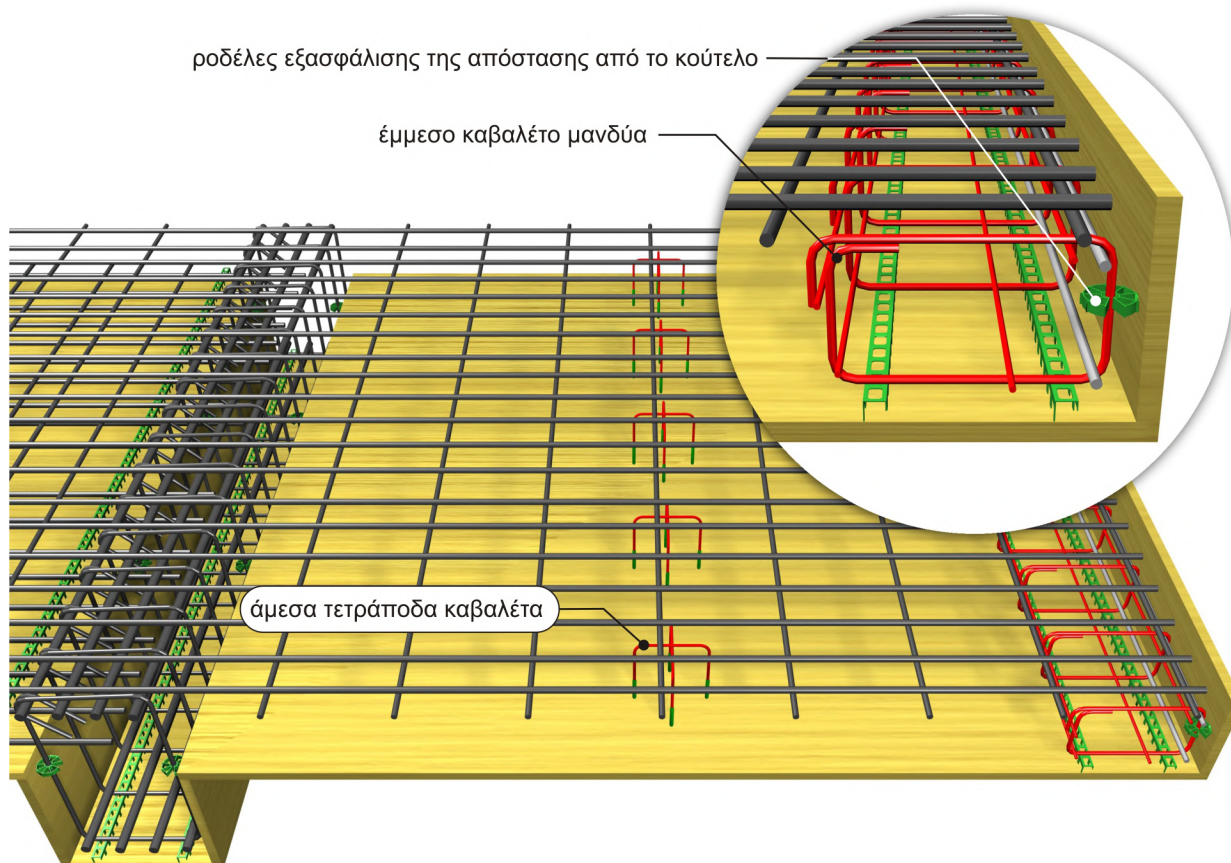


Σε περίπτωση χρησιμοποίησης πλέγματος ως οπλισμού στην πάνω ακραία στήριξη της πλάκας, αρκεί για την εξασφάλιση της θέσης του, ένα καβαλέτο τύπου S που στηρίζεται στην κάτω εσχάρα του οπλισμού, κατά μήκος της περιοχής του πλαστικού αποστατήρα.



Σε περίπτωση χρησιμοποίησης σπαστών ράβδων του ανοίγματος στην πάνω ακραία στήριξη, η εξασφάλιση της θέσης του πάνω οπλισμού επιτυγχάνεται από την κάμψη των ράβδων και τότε πιθανόν να μην είναι αναγκαία τα έμμεσα καβαλέτα.

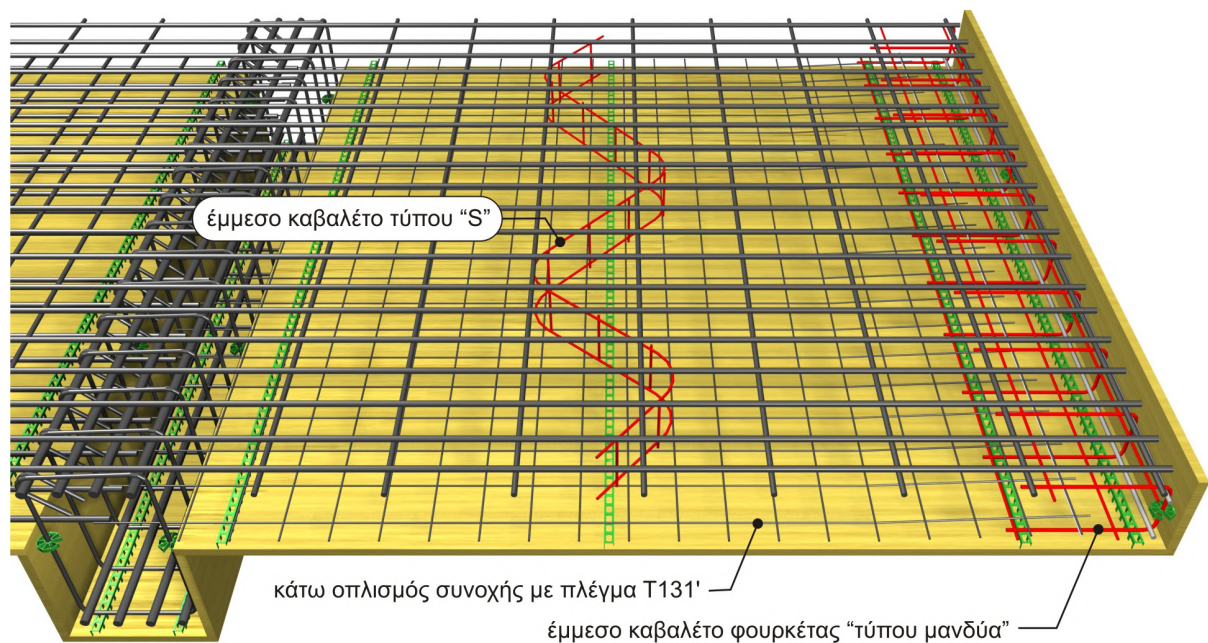
Στην αριστερή στήριξη της συνέχειας των πλακών, τοποθετούνται δύο έμμεσα καβαλέτα τύπου S που στηρίζονται στην κάτω εσχάρα του οπλισμού κατά μήκος της περιοχής των πλαστικών αποστατήρων.



Στήριξη του αρνητικού οπλισμού πλάκας με τετράποδα καβαλέτα και μανδύες

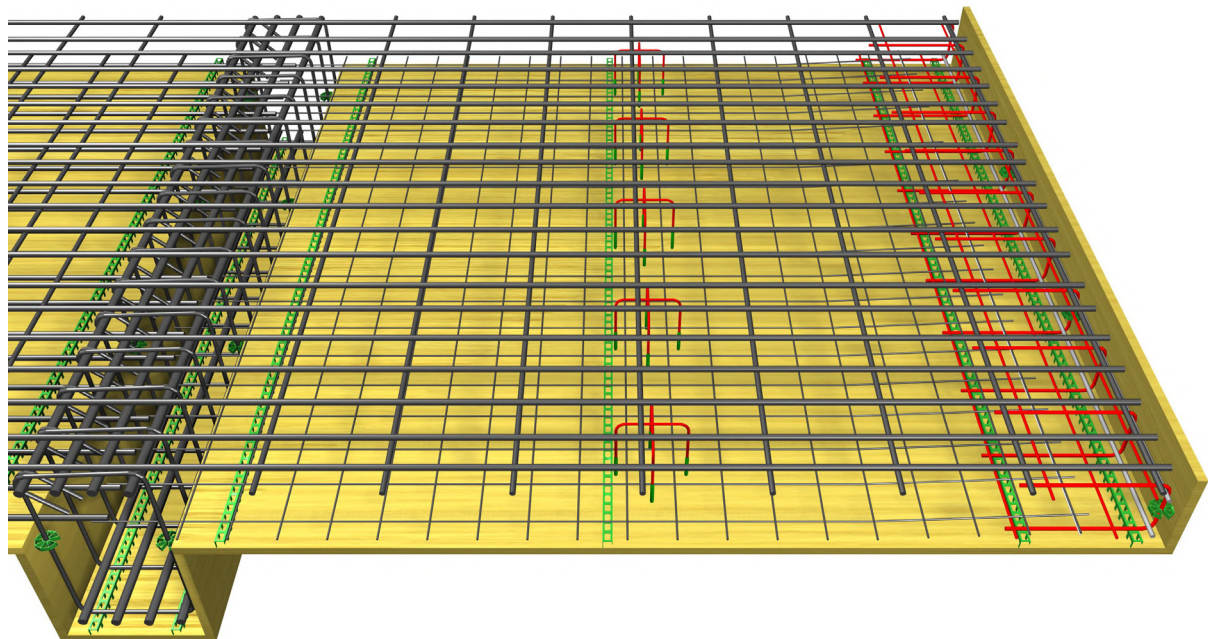
Στη δεξιά στήριξη της συνέχειας των πλακών, που είναι το μπαλκόνι, τοποθετούνται δύο σειρές καβαλέτα, μία σειρά έμμεσων καβαλέτων μανδύα που στηρίζονται σε δύο διαμήκεις αποστατήρες και μία σειρά άμεσων τετράποδων αποστατήρων.

Η πλευρική εξασφάλιση του μανδύα με τοπικούς αποστατήρες είναι απαραίτητη και πρέπει να γίνεται αμέσως μετά την τοποθέτηση του μανδύα και πριν το δέσιμο των ράβδων των πλακών. Σε περίπτωση χρησιμοποίησης ροδελών, γενικά καλό είναι αυτές να είναι κατακόρυφες, ώστε να μην παρασύρονται κατά τη διάρκεια της σκυροδέτησης. Όταν όμως πρόκειται για κούτελα πλακών, μπορεί να τοποθετούνται και οριζόντια (όπως στο σχήμα), επειδή το σκυρόδεμα σ' αυτές τις περιοχές δεν πέφτει απ' ευθείας.

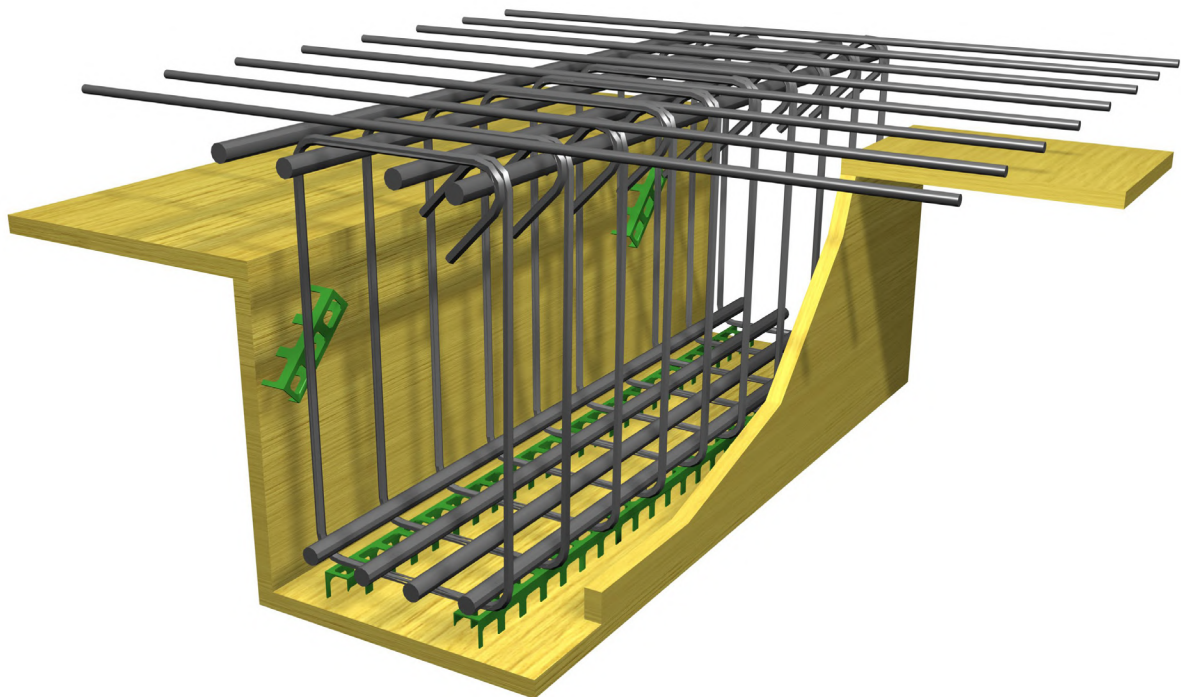


Στήριξη του αρνητικού οπλισμού πλάκας με έμμεσα καβαλέτα τύπου 'S' και μανδύες

Εναλλακτική λύση της προηγούμενης, σε περίπτωση χρησιμοποίησης ελαφρού δομικού πλέγματος στην κάτω στρώση του προβόλου, αποτελεί η χρήση έμμεσων καβαλέτων τύπου S αντί άμεσων τετράποδων καβαλέτων. Σ' αυτή την περίπτωση είναι πρακτικότερο να τοποθετείται μανδύας σε σχήμα φουρκέτας, ώστε να συρταρώνει μέσα στη φουρκέτα το πλέγμα εύκολα.



Εναλλακτικά, ακόμη και στην περίπτωση που υπάρχει πλέγμα στην κάτω στρώση πλάκας ή προβόλου, μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα τετράποδα καβαλέτα αντί έμμεσων καβαλέτων τύπου S.



Τα πλαϊνά στηρίγματα, δεν φέρουν βάρος, γι' αυτό και δεν είναι απαραίτητο να είναι βαρέως τύπου, τοποθετούνται δε μετά την τακτοποίηση του κλωβού των συνδετήρων στο εσωτερικό της δοκού και πριν το δέσιμο των ράβδων της δοκού και των επ' αυτών ράβδων των πλακών.

Η τοποθέτηση πλαϊνών διαμήκων πλαστικών ράβδων (όμοιων με αυτές που τοποθετούνται στον πάτο της δοκού) δημιουργούν δύο προβλήματα: α) δεν επιτρέπουν την άνετη τοποθέτηση του κλωβού των συνδετήρων στο εσωτερικό της δοκού και β) εμποδίζουν τη σωστή σκυροδέτηση της δοκού. Αν ο κλωβός των συνδετήρων είναι βιομηχανικός, άρα έχει διαμήκεις συνδετικές ράβδους, τότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν κομμάτια πλαστικών ράβδων, τοποθετημένα όμως κατακόρυφα.

Επικάλυψη οπλισμού υποστυλωμάτων

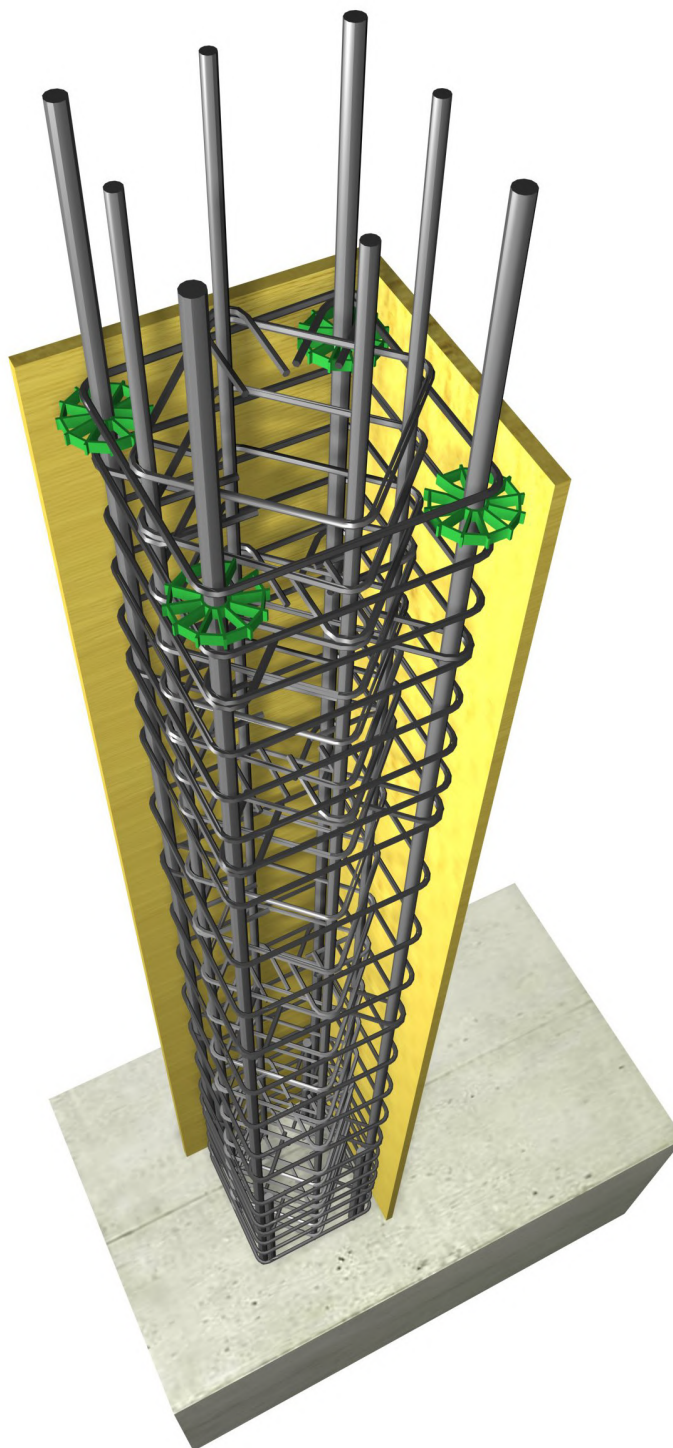
Η ελάχιστη επικάλυψη που πρέπει να εξασφαλίζεται για τους οπλισμούς των υποστυλωμάτων, συνήθως, κυμαίνεται από 25 έως 35 mm ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος λειτουργίας του κτιρίου. Τα 25 mm αντιστοιχούν σε ξηρό κλίμα και τα 35 mm σε παραθαλάσσια περιοχή.

Η εξασφάλιση της επικάλυψης των οπλισμών των υποστυλωμάτων είναι απλή. Αρκούν, για παράδειγμα, τέσσερα (4) μεμονωμένα στηρίγματα στην κορυφή του υποστυλώματος, καθώς στη βάση οι ράβδοι εξασφαλίζονται με δέσιμο στις αναμονές.

Ειδικά για τα υποστυλώματα, η χρησιμοποίηση στηριγμάτων για την εξασφάλιση της επικάλυψης των οπλισμών επιτυγχάνει και την ορθοκέντρωση των κατακόρυφων ράβδων, ώστε, όταν ο τεχνίτης κληθεί να σιδερώσει τον επάνω όροφο, οι ράβδοι θα είναι στη θέση τους και δεν θα χρειαστεί να καταβάλει σημαντικό κόπο - που σημαίνει και πρόσθετο κόστος - για να τις φέρει στη σωστή θέση.

Η επικάλυψη μπορεί να εξασφαλιστεί, είτε με ροδέλες στην κορυφή των ράβδων (σ' αυτές τις θέσεις δεν υπάρχει πρόβλημα να παρασυρθούν από το σκυρόδεμα), είτε με κατακόρυφες ροδέλες αγκυρωμένες πάνω στους συνδετήρες, είτε με κομμάτια πλαστικής βέργας τοποθετημένης κατακόρυφα πάνω στον ξυλότυπο.

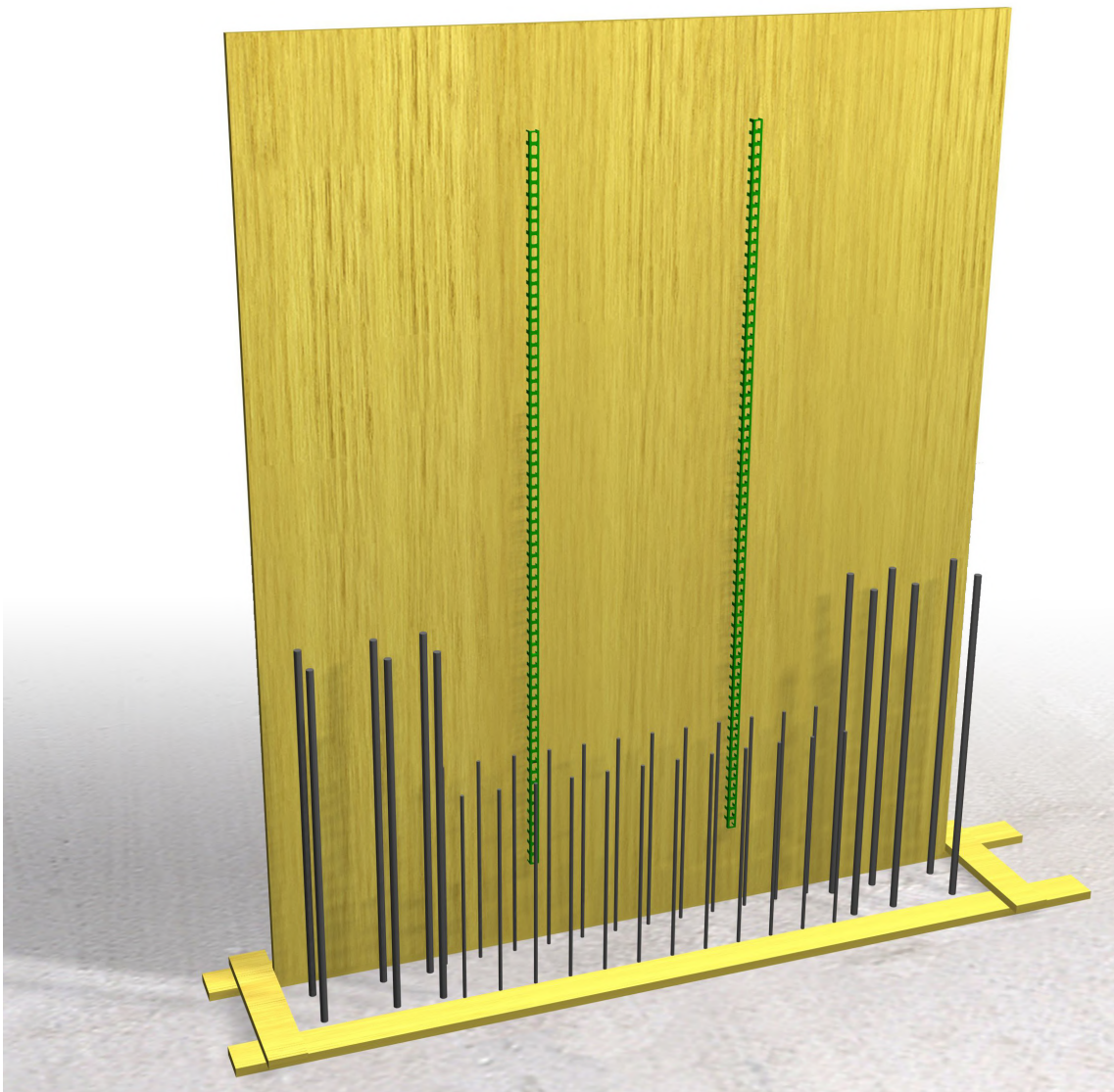
Σε κάθε περίπτωση, η τοποθέτηση των αποστατήρων γίνεται μετά την τοποθέτηση του κλωβού των συνδετήρων, ώστε αφενός να γίνει εύκολα η τοποθέτηση του κλωβού και αφετέρου να ορθοκεντρωθούν οι ράβδοι με επιμέλεια.



Επικάλυψη οπλισμού τοιχείων

Για την εξασφάλιση της επικάλυψης των ακραίων υποστυλωμάτων των τοιχείων ισχύουν τα ίδια με τα υποστυλώματα, ενώ σε ότι αφορά την εξασφάλιση της επικάλυψης του πλέγματος του οπλισμού των κορμών των τοιχείων ισχύουν τα παρακάτω:

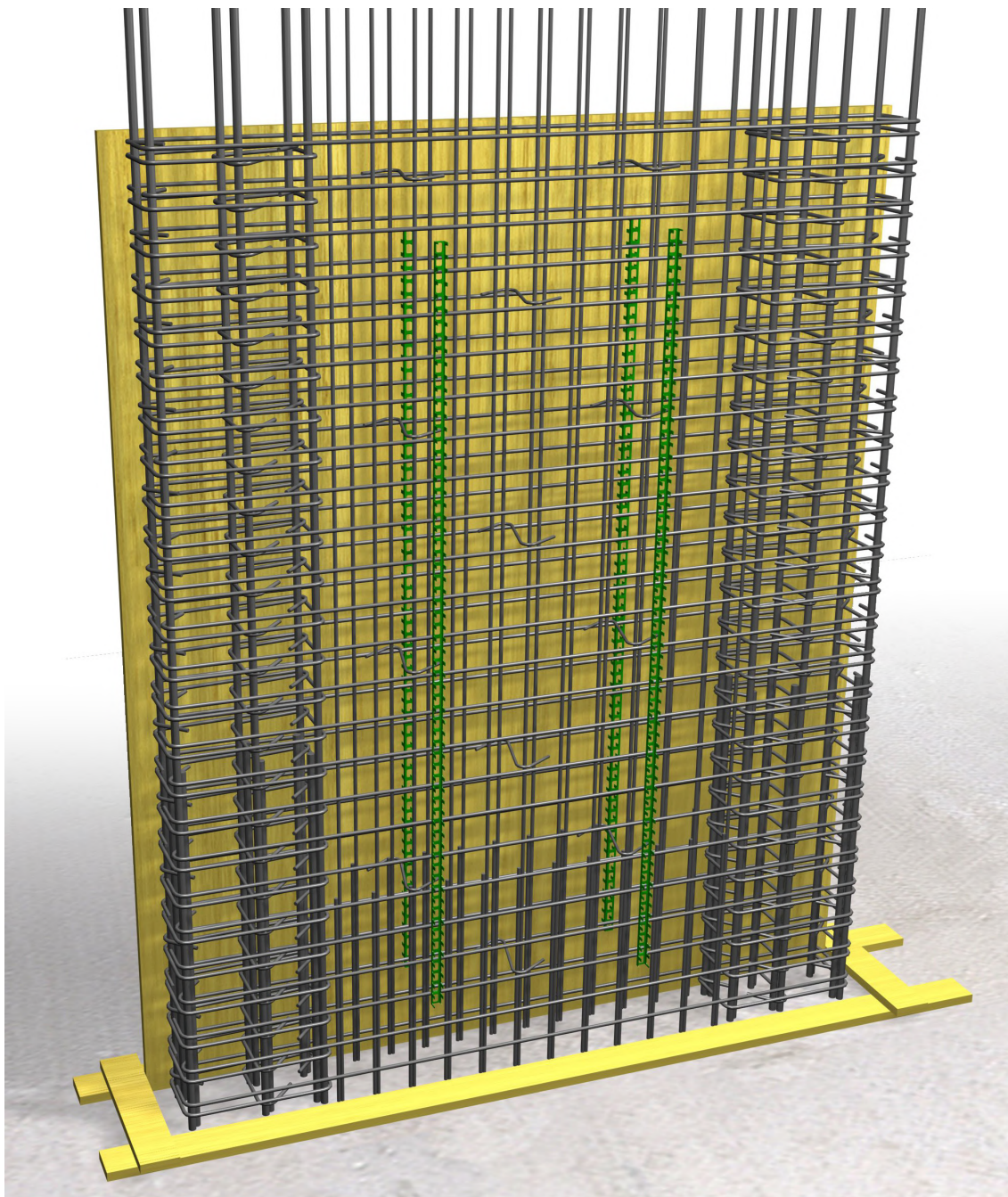
Εφόσον καλουπωθεί η πλάτη του τοιχείου, καρφώνονται πάνω στον ξυλότυπο ολόκληρες οι πλαστικές βέργες (το μήκος τους είναι συνήθως 2.0 m) ή ένα κομμάτι τους.



Οι δύο διαμήκεις αποστατήρες είναι καρφωμένοι πάνω στον ξυλότυπο

Στη συνέχεια τοποθετούνται τα ακραία υποστυλώματα και ο οπλισμός του κορμού. Μετά την τοποθέτηση του συνολικού οπλισμού, δένονται πάνω στην εσωτερική σχάρα οι αποστατήρες,

ώστε μόλις μπει και το υπόλοιπο καλούπι να εξασφαλιστεί η επικάλυψη, αλλά και η ορθοκέντρωση του οπλισμού.



Μετά την τοποθέτηση του οπλισμού και πριν το κλείσιμο του τοιχείου, δένονται οι δύο πλαστικές ράβδοι πάνω στην εσωτερική εσχάρα του οπλισμού.

Στην περίπτωση τοιχείων, ο αποτελεσματικότερος τρόπος σιδερώματος είναι η τοποθέτηση όλου του οπλισμού πριν από την τοποθέτηση του ξυλοτύπου. Σ' αυτή την περίπτωση, όλοι οι αποστατήρες δένονται πάνω στον οπλισμό.

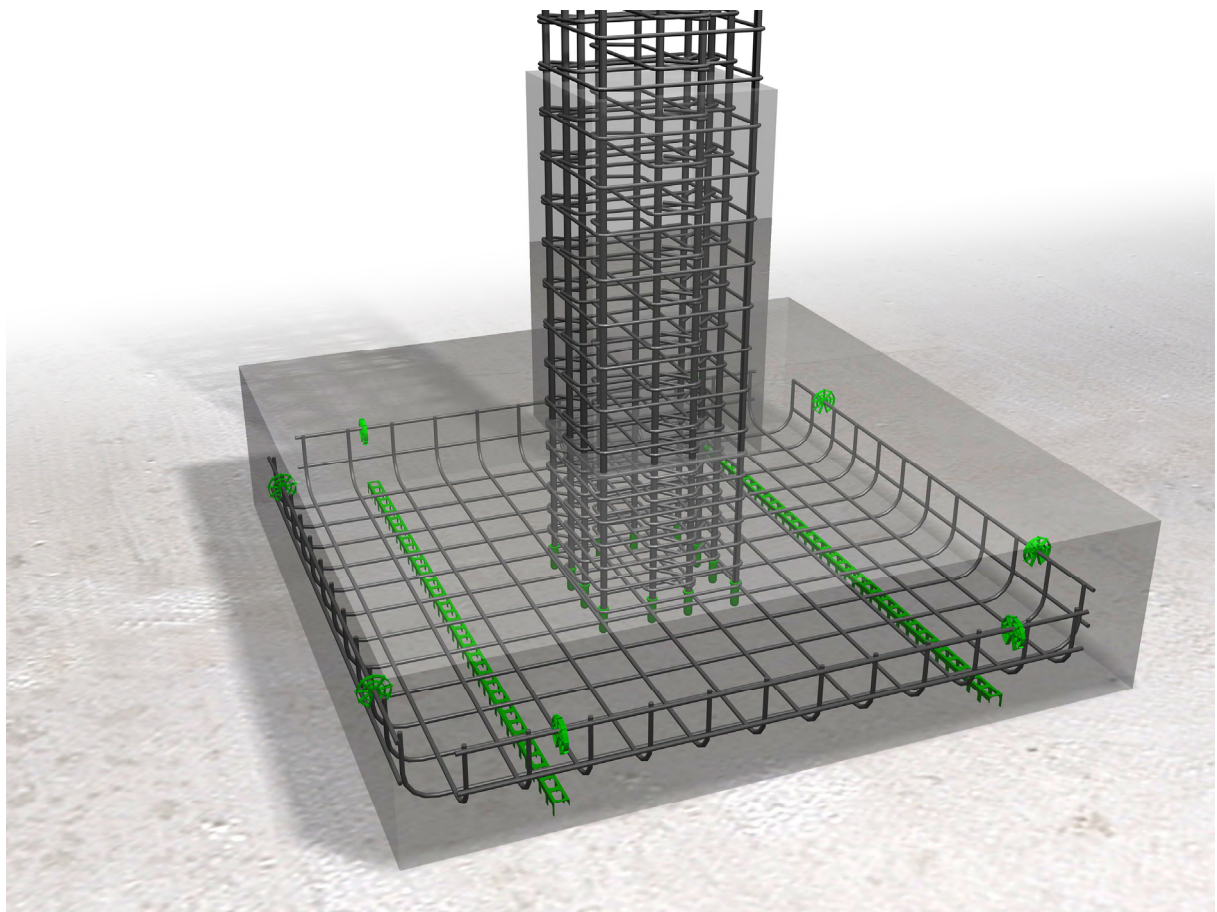
Επικάλυψη οπλισμού θεμελίων

Η ελάχιστη επικάλυψη που πρέπει να εξασφαλίζεται για τους οπλισμούς των θεμελίων, συνήθως είναι περί τα 40 mm για θεμελίωση πάνω σε μπετόν καθαριότητας και περί τα 70 mm για θεμελίωση κατ' ευθείαν σε έδαφος.

Θεμελίωση κατ' ευθείαν πάνω σε έδαφος επιτρέπεται μόνο σε ειδικές περιπτώσεις. Με το μπετόν καθαριότητας εξασφαλίζονται πολλά πράγματα όπως:

- 1) άνετη επιφάνεια εργασίας
- 2) δυνατότητα ακριβούς χάραξης των θεμελίων και των κολονών
- 3) εξασφάλιση στερεού υποστρώματος στο οποίο θα πατήσουν οι αποστατήρες
- 4) δεν θα λασπώσει το έδαφος θεμελίωσης από νερό χρήσης, ή πιθανή βροχή

Η επικάλυψη μπορεί να εξασφαλιστεί με τοπικά στηρίγματα, ή καλύτερα με γραμμικά στηρίγματα. Τα στηρίγματα αυτά λόγω του βάρους και του αναγκαίου ύψους είναι προτιμότερο να είναι βαρέως τύπου.



Εξασφάλιση επικάλυσης οπλισμού πεδίου με πλαστικά στηρίγματα

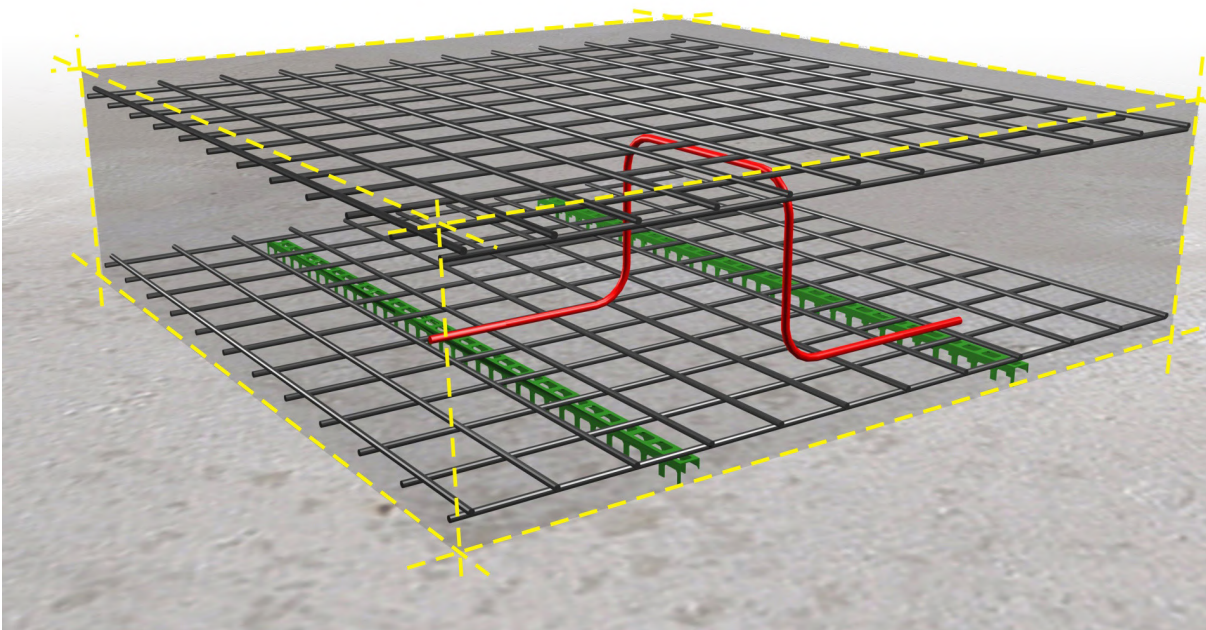
Οι αποστατήρες στα πλαϊνά των πελμάτων είναι απαραίτητοι για να μη γλιστρούν οι οπλισμοί μονόπατα. Οι αποστατήρες αυτοί δεν φέρουν βάρος, γι' αυτό και αρκούν λίγοι τοπικοί, οι οποίοι πρέπει να είναι κατακόρυφοι, ώστε να μη παρασύρονται από το μπετόν κατά τη διάρκεια της σκυροδέτησης.

Εξασφάλιση της θέσης του πάνω οπλισμού πλακών θεμελίωσης

Στην περίπτωση ολικής ή μερικής κοιτόστρωσης, ή σε περιπτώσεις πυθμένων πισίνων, είναι απαραίτητο να τοποθετηθεί και πάνω πλέγμα οπλισμού.

Όπως και στις πλάκες της ανωδομής, στις περιοχές των άκρων της πλάκας, μπορεί να συνδυάζεται ο οπλισμός τύπου φουρκέτας, με οπλισμό ανοιχτού, ή κλειστού μανδύα.

Στον ενδιάμεσο χώρο, η εξασφάλιση της επικάλυψης μπορεί να επιτευχθεί με χρήση σιδηρών καβαλέτων τα οποία πατούν στην κάτω εσχάρα του οπλισμού.

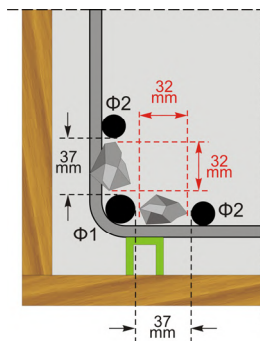


Η πάνω εσχάρα της θεμελίωσης στηρίζεται σε σιδερένια καβαλέτα, τα οποία με τη σειρά τους στηρίζονται στην κάτω εσχάρα.

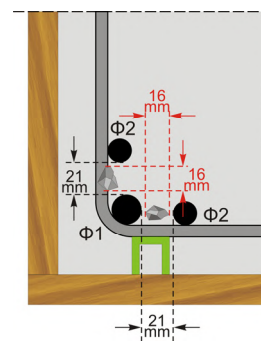
2.6.2 Ελάχιστες αποστάσεις ράβδων οπλισμού

Οι ράβδοι οπλισμού πρέπει να έχουν η μία από την άλλη τέτοιες αποστάσεις, ώστε να περνά ανάμεσά τους και το μεγαλύτερο χαλίκι του σκυροδέματος. Είναι αναγκαίο να περιβάλλονται οι ράβδοι σε όλα τους τα σημεία από μπετόν, ώστε να αγκυρώνονται (γαντζώνουν) σωστά.

Η ελάχιστη καθαρή απόσταση μεταξύ δύο ράβδων πρέπει να είναι τουλάχιστον όσο η μέγιστη διάσταση κόκκου αδρανούς με ένα περιθώριο 5 mm. Στον ελληνικό χώρο η μέγιστη διάσταση κόκκου για το σύνηθες σκυρόδεμα είναι 32 mm και για το αυτοσυμπυκνούμενο 16 mm.

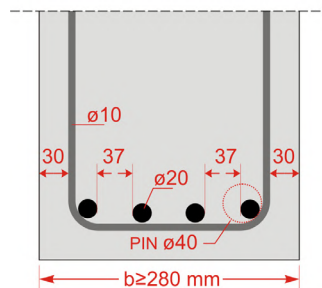


Σύνηθες σκυρόδεμα



Αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα

Παράδειγμα:

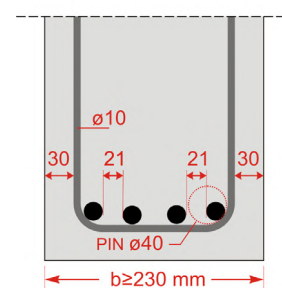


Συμβατικό σκυρόδεμα

Δοκός με 4Φ20

Συνδετήρες Ø10

επικάλυψη=30 mm



Αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα

Δοκός με 4Φ20

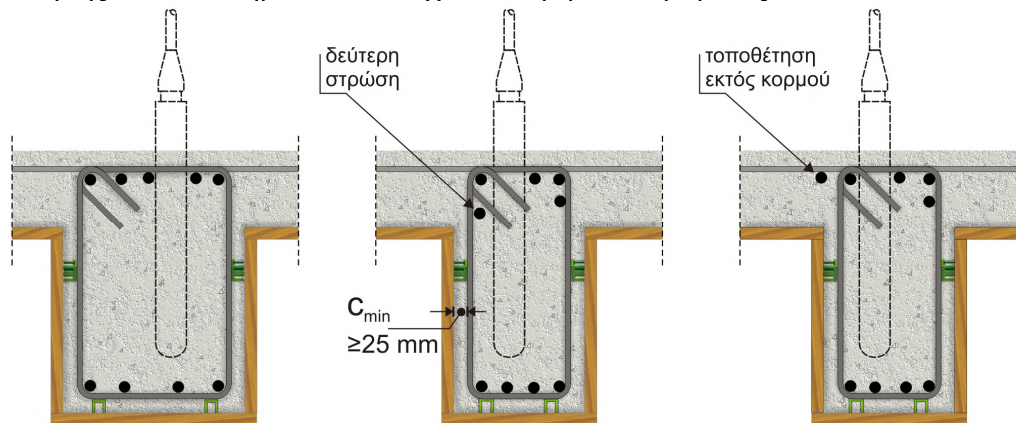
Συνδετήρες Ø10

επικάλυψη=30 mm

Σε πλάκες και υποστυλώματα οι ελάχιστες αυτές αποστάσεις εξασφαλίζονται εύκολα. Στις δοκούς όμως χρειάζεται ιδιαίτερη μέριμνα, κυρίως στις στηρίξεις και στους κόμβους.

Το πρόβλημα στις δοκούς συνδέεται και με τη δυνατότητα σωστής σκυροδέτησης και αντιμετωπίζεται με τρεις διαφορετικούς τρόπους, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να αντιμετωπισθεί με συνδυασμό τους.

Όσο σημαντικό είναι να υπάρχει η δυνατότητα σωστής δόνησης, άλλο τόσο σημαντικό είναι ο χρόνος δόνησης σε κάθε σημείο του στοιχείου να μην είναι μεγάλος.



α) Αυξημένο πλάτος δοκών

β) Χρήση της δεύτερης στρώσης, η οποία βρίσκεται σε επαφή με τους συνδετήρες.

γ) Με χρησιμοποίηση των θέσεων εκατέρωθεν του κορμού.

Δοκοί θεμελίωσης

Στις συνδετήριες δοκούς, στις οποίες δεν υπάρχει η πλάκα όπως στους ορόφους, η σκυροδέτηση γίνεται εξαιρετικά δύσκολα, μια και το σκυρόδεμα πρέπει να περάσει από τη στενή κορυφή της δοκού και να φθάσει μέχρι τον πυθμένα της.

Επειδή το ύψος των συνδετήριων δοκών είναι, κατά κανόνα, μεγάλο και ο μοχλοβραχίονας επίσης μεγάλος, είναι προτιμότερο να τοποθετούνται τα σίδερα σε δύο ή και τρεις στρώσεις καθ' ύψος.

