

**ΕΚΤΕΛΕΣΗ
ΤΩΝ
ΕΡΓΑΣΙΩΝ**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 20

20.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η περιγραφή των μεθόδων που πρέπει να χρησιμοποιούνται, δίνεται σε οδηγίες και σε εγχειρίδια καλής εκτέλεσης.

20.2.1 Θερμική επεξεργασία του σκυροδέματος

Ειδικά η θερμική επεξεργασία μπορεί να επηρεάσει:

- την ανάπτυξη της αντοχής σε θλίψη σε συνάρτηση με το χρόνο καθώς και την τελική της τιμή,
- την σχέση μεταξύ θλιπτικής και εφελκυστικής αντοχής,
- την εξέλιξη των χρόνιων παραμορφώσεων,
- την επίτευξη και ανάπτυξη της προέντασης.

20.3.1 Γενικά

Βλέπε Κ.Τ.Σ. παρ. 11.

Στην μελέτη των ξυλοτύπων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι απαιτήσεις για τις επιφάνειες του σκυροδέματος (εμφάνιση, συμβιβαστότητα με την προβλεπόμενη επένδυση). Ο όρος αυτός έχει σημαντικό ρόλο στην εκλογή της υφής της επιφάνειας των ξυλοτύπων.

Επιπλέον, οι μορφές του ξυλοτύπου που βασικά χρησιμοποιούνται για αισθητικούς λόγους, μπορούν να επηρεάσουν δυσμενώς την ευκολία σκυροδέτησης, την συμπύκνωση και αργότερα την αφαίρεση των ξυλοτύπων και έτσι την ποιότητα και την αντοχή του σκυροδέματος.

20.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στο Κεφάλαιο αυτό ορίζονται οι βασικοί σκοποί που πρέπει να επιτυγχάνονται κατά τη διάρκεια της κατασκευής.

Όλο το προσωπικό που ασχολείται με την παραγωγή του σκυροδέματος και την εκτέλεση των εργασιών πρέπει να είναι κατάλληλα εκπαιδευμένο για την εργασία την οποία θα εκτελέσει.

20.2 ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Για τα θέματα τα σχετικά με

- την μεταφορά και αποθήκευση των υλικών του σκυροδέματος,
- την παρασκευή,
- την μεταφορά και διάστρωση και συμπύκνωση, και
- την συντήρηση του σκυροδέματος

ισχύουν οι αντίστοιχες διατάξεις του Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος (Κ.Τ.Σ.) εφόσον δεν ρυθμίζονται στον προκείμενο Κανονισμό.

20.2.1 Θερμική επεξεργασία του σκυροδέματος

Η θερμική επεξεργασία για επιτάχυνση της σκλήρυνσης του σκυροδέματος πρέπει να είναι γνωστή κατά τη φάση της μελέτης του έργου, δεδομένου ότι διάφορα άρθρα αυτού του Κανονισμού πρέπει να προσαρμοσθούν έτσι ώστε να ληφθεί υπόψη η προτεινόμενη θερμική επεξεργασία.

20.3 ΙΚΡΙΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΞΥΛΟΤΥΠΟΙ

20.3.1 Γενικά

Τα ικρίωματα και οι ξυλότυποι (ή σιδηρότυποι ή πλαστικότυποι) έχουν τρεις κύριους σκοπούς:

- δίνουν στο σκυρόδεμα τη μορφή του,
- παρέχουν τα μέσα για να προκύψει η απαιτούμενη διαμόρφωση και εμφάνιση των επιφανειών,
- στηρίζουν τον φορέα μέχρις ότου μπορέσει να φέρει φορτία.

Τα ικρίωματα και οι ξυλότυποι υπολογίζονται και κατασκευάζονται έτσι ώστε να φέρουν ασφαλώς τα φορτία κατά την κατασκευή, να επιτρέπουν τυχόν απαραίτητες παραμορφώσεις και να συμφωνούν με τις ανοχές διαστάσεων που προδιαγράφονται για την κατασκευή.

20.3.2 Κατασκευή ικριωμάτων και ξυλοτύπων

Η μελέτη και η κατασκευή των ικριωμάτων και των ξυλοτύπων πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τους ισχύοντες για τις αντίστοιχες κατασκευές Κανονισμούς.

Πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην διαμόρφωση των συνδέσμων, ώστε να εξασφαλίζεται σε κάθε φάση της κατασκευής η στατική ισορροπία, η σωστή μεταβίβαση των δυνάμεων, η αντοχή σε λυγισμό και η αποφυγή ανατροπής και πλευρικής αστάθειας.

Πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην υδατοστεγανότητα των αρμών των στοιχείων του σανιδώματος και, όπου είναι απαραίτητο, μεταξύ του ξυλοτύπου και του ήδη σκληρυμένου σκυροδέματος.

20.3.3 Αφαίρεση ικριωμάτων και ξυλοτύπων

Βλέπε και Κ.Τ.Σ., Άρθρο 11.

Όταν υπάρχει παγετός ή όταν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή.

Σχετικώς ισχύει ο Κ.Τ.Σ., παρ. 11.6 και 12.7.

Π.χ. στέγες, ή πλάκες ορόφων που φορτίζονται από πλάκες υπερκείμενων ορόφων, οι οποίες δεν έχουν ακόμα σκληρυνθεί.

Τα δοκίμια πρέπει να παραμένουν στο έργο και να συντηρούνται όπως αυτό (δοκίμια του έργου).

Για τους τύπους τσιμέντου βλ. «Κανονισμό Τσιμέντου», ΦΕΚ 69Α/28.03.80.

Π.χ. όταν χρησιμοποιούνται ολισθαίνοντες ή αναρριχώμενοι ξυλότυποι, οι χρόνοι αφαίρεσής τους είναι κατά κανόνα μικρότεροι.

20.3.2 Κατασκευή ικριωμάτων και ξυλοτύπων

- α) Οι στηρίξεις στο έδαφος, τα ικριώματα και οι ξυλότυποι πρέπει να κατασκευάζονται από ειδικευμένο προσωπικό και σύμφωνα με τα σχέδια και τις προδιαγραφές.
- β) Οι αρμοί των στοιχείων του σανιδώματος πρέπει να στεγανοποιούνται κατάλληλα.
- γ) Οι εσωτερικές παρειές των ξυλοτύπων πρέπει να είναι καθαρές. Εγκεκριμένα υλικά διευκόλυνσης της αποκόλλησης των ξυλοτύπων πρέπει να τοποθετούνται σε συνεχείς ομοιόμορφες στρώσεις. Το σκυρόδεμα πρέπει να διαστρώνεται σε όσο το δυνατόν μικρότερο χρονικό διάστημα από την εφαρμογή των υλικών αυτών και όσο αυτά διατηρούν την αποτελεσματικότητά τους.

20.3.3 Αφαίρεση ικριωμάτων και ξυλοτύπων

20.3.3.1 Χρόνος αφαίρεσης ικριωμάτων και ξυλοτύπων

Τα ικριώματα ή οι ξυλότυποι επιτρέπεται να αφαιρούνται μόνο όταν το σκυρόδεμα έχει σκληρυνθεί επαρκώς. Το σκυρόδεμα θεωρείται επαρκώς σκληρυνθέν όταν το δομικό στοιχείο έχει αναπτύξει τέτοια αντοχή, ώστε να μπορεί να παραλάβει με την απαιτούμενη ασφάλεια όλα τα κατά τον χρόνο της αφαίρεσης των ικριωμάτων ή ξυλοτύπων επιβαλλόμενα φορτία.

Ιδιαίτερη προσοχή επιβάλλεται για τα δομικά στοιχεία, τα οποία αμέσως μετά την αφαίρεση των ικριωμάτων παραλαμβάνουν σχεδόν το σύνολο των φορτίων του υπολογισμού.

Εάν η εξέλιξη της σκλήρυνσης δεν παρακολουθείται με δοκίμια, οι ξυλότυποι δεν θα αφαιρούνται πριν από τις ημέρες που δίνονται στον Πίνακα 20.1 και οι οποίες θεωρούνται βασικές τιμές χρόνου αφαίρεσης.

Πίνακας 20.1: Χρόνοι αφαίρεσης των ξυλοτύπων (βασικές τιμές)

Στοιχεία κατασκευής	Τύπος τσιμέντου	
	I	II
Πλευρικά δοκών, πλακών, υποστυλωμάτων, τοιχωμάτων	2 ημ.	3 ημ.
Ξυλότυποι πλακών και δοκών	5 ημ.	8 ημ.
Ξυλότυποι δοκών και πλακών ανοίγματος > 5m	10 ημ.	16 ημ.
Υποστυλώματα ασφαλείας (βοηθητικά) δοκών και πλακών ανοίγματος > 5m	28 ημ.	28 ημ.

20.4.1 Μεταφορά και αποθήκευση

Ειδικές μέθοδοι σκυροδέτησης και ειδικά σκυροδέματα μπορεί να απαιτούν ιδιαίτερο χρόνο αφαίρεσης των ξυλοτύπων.

Οι ξυλότυποι των υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων πρέπει να αφαιρούνται πριν από τους ξυλοτύπους των δοκών και πλακών, τις οποίες στηρίζουν. Ικριώματα, υποστυλώματα ξυλοτύπων και φέροντες ξυλότυποι πλακών (φορείς ξυλοτύπων) πρέπει να απομακρύνονται προσεκτικά με χαλάρωση των μηχανισμών συγκράτησης.

Δεν επιτρέπεται η χαλάρωση με κρούσεις και η βίαιη αφαίρεσή τους. Πρέπει να αποφεύγονται οι κραδασμοί.

20.3.3.2 Βοηθητικά υποστυλώματα (ασφαλείας)

Για να περιοριστούν οι παραμορφώσεις από ερπυσμό και συστολή ξήρανσης, πρέπει να παραμένουν βοηθητικά υποστυλώματα ή να τοποθετούνται αμέσως μετά την αφαίρεση των ξυλοτύπων.

Τα βοηθητικά υποστυλώματα πρέπει να παραμένουν όσο το δυνατόν περισσότερο (βλ. και Πίνακα 20.1), ιδίως σε δομικά στοιχεία, τα οποία αμέσως μετά την αφαίρεση των ξυλοτύπων παραλαμβάνουν μεγάλο τμήμα του φορτίου υπολογισμού, ή στα οποία αφαιρούνται πρόωρα οι ξυλότυποι. Τα βοηθητικά υποστυλώματα πρέπει να υπέρκεινται μεταξύ τους στους διάφορους ορόφους.

Σε πλάκες και δοκούς με ανοίγματα μέχρι 8m, περίπου, αρκούν βοηθητικά υποστυλώματα στο μέσον του ανοίγματος. Για μεγαλύτερα ανοίγματα πρέπει να τοποθετούνται περισσότερα βοηθητικά υποστυλώματα. Για πλάκες ανοίγματος μικρότερου από 3m περιπεύουν κατά κανόνα τα βοηθητικά υποστυλώματα.

20.3.3.3 Φόρτιση δομικών στοιχείων μετά πρόσφατη αφαίρεση των ξυλοτύπων

Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή όταν δεν μπορεί να αποφευχθεί η χρήση των πατωμάτων κατά τις πρώτες ημέρες μετά την κατασκευή ή αφαίρεση των ξυλοτύπων.

Δεν επιτρέπεται με κανένα τρόπο η απόρριψη, η συσσώρευση και η απόθεση μεγάλων ποσοτήτων διαφόρων υλικών σε προσφάτως κατασκευασμένα πατώματα.

20.4 ΚΟΙΝΟΙ ΧΑΛΥΒΕΣ ΓΙΑ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

20

20.4.1 Μεταφορά και αποθήκευση

Η μεταφορά και αποθήκευση των χαλύβων πρέπει να γίνεται έτσι ώστε να αποφεύγονται:

- μηχανικές βλάβες (π.χ. εγκοπές) ή πλαστικές παραμορφώσεις,
- θραύσεις συγκολλήσεων προκατασκευασμένων στοιχείων ή πλεγμάτων,

Π.χ. χαλαρές πλάκες σκουριάς.

Η εξέταση αυτή πρέπει να γίνεται με τόσο περισσότερη προσοχή, όσο μεγαλύτερη είναι η διάρκεια αποθήκευσης, όσο πιο διαβρωτικές είναι οι συνθήκες του περιβάλλοντος και όσο πιο υψηλής ποιότητας είναι ο χάλυβας.

20.4.2 Κοπή

Αυτό είναι ιδιαίτερα απαραίτητο σε περίπτωση συγκόλλησης των άκρων.

20.4.3 Κάμψη

Πρέπει να γίνεται οπτικός έλεγχος της ποιότητας της κάμψης (απουσία ρωγμών, αποκολλήσεις νευρώσεων κλπ.).

Συνιστάται έλεγχος από τον παραγωγό, του ότι δεν χρειάζεται να ελαττώνονται οι ταχύτητες κάμψης σε ψυχρό καιρό.

20.4.4.1 Γενικά

Η πλέον συνηθισμένη μέθοδος συγκόλλησης είναι η συγκόλληση με βολταϊκό τόξο.

Ως φέροντες θεωρούνται όλοι οι οπλισμοί εκτός από εκείνους που τοποθετούνται ειδικά για στερέωση.

Βλ. Πρότυπα ΕΛΟΤ 959 και 971 και Κ.Τ.Χ.

- ρυπάνσεις που βλάπτουν την συνάφεια,
- απώλειες της δυνατότητας χαρακτηρισμού και πιστοποίησης του είδους των χαλύβων,
- μειώσεις διατομών λόγω διάβρωσης.

Η μεταφορά και αποθήκευση των προκατασκευασμένων κλωβών και πλεγμάτων οπλισμού πρέπει να γίνεται έτσι ώστε να αποφεύγεται, εκτός των άλλων, η απαράδεκτη παραμόρφωση των κλωβών και η σχετική μετατόπιση των οπλισμών.

Η κατάσταση της επιφάνειας των οπλισμών πρέπει να εξετάζεται πριν από τη χρησιμοποίησή τους για να εξασφαλίζεται η απουσία βλαβερών αλλοιώσεων.

20.4.2 Κοπή

Η κοπή πρέπει να γίνεται, κατά προτίμηση, με μηχανικά μέσα.

Σε περίπτωση ράβδων ψυχρής εξέλασης με συστροφή (στρέψη) πρέπει να αφαιρούνται τα μη συνεστραμμένα άκρα, αν χρησιμοποιούνται οι μηχανικές ιδιότητες των άκρων των ράβδων.

20.4.3 Κάμψη

Η κάμψη πρέπει να γίνεται με μηχανικά μέσα, με σταθερή ταχύτητα, χωρίς απότομες κινήσεις και με την βοήθεια τύμπανων, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται σταθερή ακτίνα καμπυλότητας για το καμπτόμενο τμήμα. Απαγορεύεται το ίσιωμα ράβδων που έχουν καμφθεί ή η προθέρμανση με φλόγα οξυγόνου. Εξαιρούνται οι χάλυβες που μπορούν αποδεδειγμένα να καμφθούν χωρίς σημαντική μεταβολή των ιδιοτήτων τους.

20.4.4 Συγκολλήσεις ράβδων

20.4.4.1 Γενικά

Οι διατάξεις αυτές ισχύουν για τις συγκολλήσεις φερόντων οπλισμών είτε στο εργοστάσιο, είτε στο συνεργείο, είτε στο εργοτάξιο. Δεν ισχύουν για τις συγκολλήσεις πλεγμάτων και άλλων προϊόντων που έχουν προτυποποιηθεί και εγκριθεί ως συγκολλημένα στοιχεία.

Κατά τη συγκόλληση πρέπει να τηρούνται τα μέτρα ασφαλείας και να γίνονται ειδικοί έλεγχοι.

Απαγορεύεται η συγκόλληση με φλόγα οξυγόνου ή με σφυρηλάτηση.

20.4.4.2 Συγκολλήσεις με συνεχή ραφή

Οι συγκολλήσεις πρέπει να έχουν ικανοποιητική αντοχή και ολκιμότητα.

20.4.4.5 Απαιτήσεις ικανότητας

Οι συνθήκες που απαιτούνται για σωστή συγκόλληση πληρούνται κανονικά σε ένα εργοστάσιο ή συνεργείο, και μόνο κατ' εξαίρεση σε ένα εργοτάξιο.

20.4.5.2 Ενώσεις με συγκόλληση

Σε ορισμένες περιπτώσεις, π.χ. σε συγκολλήσεις καμπύλων ράβδων, μπορεί να είναι αναγκαία η προηγούμενη εκτέλεση πειραματικών ερευνών.

20.4.5.3 Μηχανικές ενώσεις

Οι μηχανικές ενώσεις μεταξύ δύο ράβδων οπλισμού μπορούν να γίνουν με αρμοκλείδες κοχλιωτές, συγκολλητές ή πληρούμενες με λιωμένο μέταλλο, κονίαμα ή κόλλες.

Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μόνο με μέθοδο συγκόλλησης κατάλληλη για τον τύπο του οπλισμού και την υπόψη ένωση.

20.4.4.3 Σημειακές συγκολλήσεις

Ως σημειακές συγκολλήσεις νοούνται εδώ οι προσωρινές συγκολλήσεις ράβδων οπλισμού για την μεταφορά και τοποθέτηση. Οι συγκολλήσεις αυτές πρέπει να έχουν ικανοποιητική αντοχή και ολκιμότητα, όπως οι ενώσεις με συνεχή ραφή (παρ. 20.4.4.2).

20.4.4.4 Συγκολλήσεις ράβδων οπλισμού σε άλλα χαλύβδινα στοιχεία

Η μελέτη, η εκτέλεση και ο έλεγχος αυτών των συγκολλήσεων πρέπει να συμφωνεί με τις γενικές απαιτήσεις συγκολλήσεων σε δομικά έργα.

20.4.4.5 Απαιτήσεις ικανότητας

Οι συγκολλήσεις πρέπει να επιβλέπονται από προσωπικό εξοικειωμένο με τις μεθόδους και τους Κανονισμούς συγκόλλησης οπλισμών.

Οι συγκολλητές πρέπει να αποδείξουν την ικανότητά τους για συγκόλληση υπό πραγματικές συνθήκες κατασκευής.

20.4.5 Ενώσεις

20.4.5.1 Ενώσεις με υπερκάλυψη

Το μήκος και η θέση των ενώσεων πρέπει να συμφωνούν με την μελέτη.

20.4.5.2 Ενώσεις με συγκόλληση

Ενώσεις με συγκόλληση γίνονται σύμφωνα με την παρ. 20.4.4 και στις θέσεις που προβλέπονται στην μελέτη.

Οι συγκολλήσεις επιτρέπονται, γενικά, μόνο σε ευθύγραμμα τμήματα οπλισμών.

20.4.5.3 Μηχανικές ενώσεις

Τα εξαρτήματα μηχανικών ενώσεων πρέπει να καλύπτονται με τεύχη έγκρισης ή με δοκιμές.

Οι μηχανικές ενώσεις πρέπει να γίνονται σύμφωνα με τις προδιαγραφές που περιέχονται στα τεύχη έγκρισης και οι θέσεις τους πρέπει να φαίνονται στα σχέδια οπλισμού.

20.4.6 Συναρμολόγηση και τοποθέτηση του οπλισμού

Αν οι οπλισμοί συναρμολογούνται έξω από τον ξυλότυπο και ειδικά στο συνεργείο, είναι αναγκαία η εξασφάλιση της ακαμψίας του κλωβού, έτσι ώστε να πληρούνται κατά την μεταφορά και τοποθέτηση οι συνθήκες της παρ. α.

Δεν πρέπει:

- να προκαλούν ορατές ή σημαντικές ασυνέχειες στην επιφάνεια, ούτε να παρεμποδίζουν την σωστή διάστρωση του σκυροδέματος,
- να παρεμποδίζουν ενδεχόμενη επεξεργασία του σκυροδέματος,
- να επηρεάζουν δυσμενώς την αντιδιαβρωτική προστασία των οπλισμών.

20.5.1 Μεταφορά και αποθήκευση

Πρέπει να αποφεύγεται:

- κάθε χημική, ηλεκτροχημική ή βιολογική επιρροή που μπορεί να διαβρώσει τους τένοντες,
- κάθε βλάβη, ρωγμή ή παραμόρφωση των σωλήνων,
- κάθε ρύπανση που μπορεί να επηρεάσει την αντοχή σε διάρκεια ή την συνάφεια,
- κάθε παραμόρφωση των τενόντων που δεν προβλέπεται στα σχέδια. Παραμορφωμένοι τένοντες πρέπει να απορρίπτονται (απαγορεύεται το ίσιωμα).
- κάθε θέρμανση από φλόγα ή εκτοξευμένα στοιχεία (π.χ. «σταγόνες» κατά την ηλεκτροσυγκόλληση).

20.4.6 Συναρμολόγηση και τοποθέτηση του οπλισμού

- α) Η συναρμολόγηση του οπλισμού (καθολική ή μερική) στο εργοτάξιο ή στο συνεργείο πρέπει να εξασφαλίζει:
- την διατήρηση της θέσης των οπλισμών κατά την μεταφορά, την τοποθέτηση και την σκυροδέτηση μέσα στα όρια των κατασκευαστικών ανοχών. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται για τις αποστάσεις από τις παρειές.
 - την ευχέρεια διάστρωσης του σκυροδέματος.
- β) Η συναρμολόγηση του οπλισμού περιλαμβάνει και την στερέωσή του.

Η στερέωση με συγκόλληση υπόκειται στις ίδιες κατασκευαστικές απαιτήσεις που αφορούν και τις ενώσεις με συγκόλληση.

Τα στηρίγματα και τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για την τήρηση των αποστάσεων πρέπει να είναι κατάλληλα και σε ικανό αριθμό, ώστε να ικανοποιούνται οι συνθήκες της παρ.α. Επιπλέον, δεν πρέπει να παρεμποδίζουν την διάστρωση ούτε να αποτελούν αδύνατο σημείο, όσον αφορά την αντοχή σε διάρκεια και ειδικά την επιρροή του περιβάλλοντος.

Τα στηρίγματα και τα παραπάνω στοιχεία (αποστάτες) πρέπει:

- να περιβάλλονται ικανοποιητικά από σκυρόδεμα,
- να είναι αδρανή ως προς τα περιβάλλοντα υλικά,
- να παρουσιάζουν ανοχές συμβιβαστές με εκείνες που απαιτούνται για τους οπλισμούς,
- να συμπεριφέρονται ικανοποιητικά όσον αφορά τις θερμοκρασιακές επιρροές.

20.5 ΤΕΝΟΝΤΕΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ

20.5.1 Μεταφορά και αποθήκευση

Οι τένοντες προέντασης, οι σωλήνες, οι αγκυρώσεις και οι σύνδεσμοι (π.χ. αρμοκλείδες) πρέπει να προστατεύονται κατά την μεταφορά, τον χειρισμό και την αποθήκευση. Η αποθήκευση πρέπει να γίνεται με προστασία από τη βροχή, την υγρασία του εδάφους και τις ατμοσφαιρικές συνθήκες αν είναι διαβρωτικές.

Η συγκόλληση κοντά σε τένοντες προέντασης απαγορεύεται, εκτός αν έχουν ληφθεί ειδικά μέτρα.

Η κατάσταση των επιφανειών των τενόντων και η στεγανότητα των σωλήνων πρέπει να ελέγχεται πριν από την χρήση τους, ώστε να εξασφαλίζεται η απουσία επιβλαβών αλλοιώσεων.

Πρέπει να αποφεύγεται κάθε βλάβη της υδατοστεγανότητας των σωλήνων.

Σε περίπτωση θαλάσσιας μεταφοράς, οι τένοντες πρέπει να προστατεύονται με κατάλληλη συσκευασία.

20.5.2 Κοπή

Πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα απαραίτητα για την τάνυση των οπλισμών πρόσθετα μήκη.

Δεν συνιστάται κοπή με φλόγα οξυγόνου. Κοπή τενόντων που έχουν τανυθεί πρέπει να αποφεύγεται.

20.5.3 Κάμψη

Η κάμψη επιτρέπεται μόνο υπό τους όρους προκαθορισμένης διαδικασίας.

Πρέπει να ελεγχθεί ότι η πραγματοποιούμενη ακτίνα καμπυλότητας είναι τουλάχιστον ίση με την ελάχιστη επιτρεπόμενη που καθορίζεται στα τεύχη έγκρισης.

20.5.5 Συναρμολόγηση και τοποθέτηση των τενόντων

Αν οι τένοντες έχουν ρυπανθεί πρέπει να εξετασθούν προσεκτικά.

Πρέπει να τηρείται η χάραξη των σωλήνων και των τενόντων, η οποία προβλέπεται από την μελέτη, ώστε να περιορίζονται στο ελάχιστο οι απώλειες προέντασης λόγω τριβής και να ισχύουν οι τάσεις που έχουν ληφθεί υπόψη στους υπολογισμούς.

20.5.2 Κοπή

Η κοπή πρέπει να γίνεται με μηχανικά μέσα ή με φλόγα οξυγόνου. Στην τελευταία περίπτωση η κοπή πρέπει να γίνεται σε απόσταση μεγαλύτερη από 20 έως 30mm από μια αγκύρωση.

20.5.3 Κάμψη

Η κάμψη επιτρέπεται αν γίνεται μόνο με μηχανικά μέσα, με σταθερή ταχύτητα, χωρίς απότομες κινήσεις, με την βοήθεια τύμπανων, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται σταθερή ακτίνα καμπυλότητας για το τμήμα που κάμπτεται. Η διάμετρος του τυμπάνου δεν πρέπει να είναι μικρότερη από την ελάχιστη επιτρεπόμενη, που καθορίζεται στα τεύχη έγκρισης.

Απαγορεύεται η αναδίπλωση.

Κοντά στις αγκυρώσεις, στους συνδέσμους, στα προετοιμασμένα άκρα των τενόντων (ελικώσεις, βολβοί, νευρώσεις) και στο εσωτερικό των συσκευών τάνυσης και αγκύρωσης, οι τένοντες πρέπει να είναι ευθύγραμμοι, σε μήκος που είναι συνάρτηση του τύπου του τένοντα και της μεθόδου προέντασης.

20.5.4 Ενώσεις, αγκυρώσεις και σύνδεσμοι

Οι διατάξεις για τις ενώσεις, τις αγκυρώσεις και τους συνδέσμους των τενόντων πρέπει να συμφωνούν με τα τεύχη έγκρισης (παρ. 19.3).

20.5.5 Συναρμολόγηση και τοποθέτηση των τενόντων

Δεν επιτρέπεται η χρήση τενόντων που έχουν υποστεί βλάβες.

Η συναρμολόγηση και η τοποθέτηση στο εργοτάξιο, ή στο συνεργείο γίνεται σύμφωνα με τα τεύχη έγκρισης και σύμφωνα με τους κανόνες που αφορούν:

- την επικάλυψη σκυροδέματος και την απόσταση τενόντων,
- την διατήρηση της θέσης των τενόντων, των συνδέσμων και των αγκυρώσεων, μέσα στα όρια των κατασκευαστικών ανοχών,
- την ευχέρεια διάστρωσης του σκυροδέματος.

Η συναρμολόγηση των τενόντων περιλαμβάνει και την στερέωσή τους. Τα στηρίγματα και τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για την τήρηση των αποστάσεων

Η συγκόλληση μπορεί να επιτραπεί όταν για περίβλημα χρησιμοποιούνται χαλύβδινοι σωλήνες.

20.5.6 Σωλήνες

Ο τύπος των σωλήνων έχει επίδραση στις απώλειες της προέντασης.

Οι σωλήνες μπορούν να αντικατασταθούν από διόδους διαμορφωμένες στο σκυρόδεμα.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην χάραξη και στην υδατοστεγανότητα σωλήνων, οι οποίοι τοποθετούνται πολύ κοντά ο ένας στον άλλο, ή σωλήνων σε προκατασκευασμένα σπονδυλωτά στοιχεία. Ειδικά πρέπει να ληφθούν μέτρα, ώστε να εξασφαλισθεί ότι το σκυρόδεμα, το κονίαμα ή/και οποιαδήποτε κόλλα που χρησιμοποιείται στις συνδέσεις (βλ. παρ. 20.7.3) δεν διαπερνά τους σωλήνες (π.χ. χρησιμοποιώντας ένα κάλυμμα στις κολλητές συνδέσεις).

πρέπει να πληρούν τους όρους της παρ. 20.4.6 και να διατάσσονται σε ικανό αριθμό, ώστε να ικανοποιούνται οι παραπάνω απαιτήσεις.

Απαγορεύεται να γίνει με συγκόλληση στερέωση σωλήνων που ήδη περιέχουν τένοντες.

20.5.6 Σωλήνες

α) Οι τύποι των σωλήνων που χρησιμοποιούνται πρέπει να συμφωνούν με τις παραδοχές της μελέτης.

Οι σωλήνες πρέπει να έχουν κανονική χάραξη και ικανό αριθμό σημείων στήριξης ώστε να εξασφαλίζεται η τήρηση των ανοχών σε ό,τι αφορά την ακριβή τοποθέτησή τους.

β) Οι σωλήνες πρέπει να είναι στεγανοί ως προς το νωπό σκυρόδεμα. Πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην στεγανότητα των συνδέσεων των σωλήνων κατά τη διάρκεια της σκυροδέτησης.

Σε περίπτωση που στην μελέτη προβλέπεται σύνδεση μεταξύ τενόντων και σκυροδέματος, οι σωλήνες πρέπει να παρουσιάζουν καλή συνάφεια με το σκυρόδεμα.

Σημεία εξαγωγής αέρα πρέπει να προβλέπονται σε όλα τα άκρα και τα υψηλά σημεία της χάραξης.

Πρόσθετα σημεία εξαγωγής αέρα πρέπει να προβλέπονται για τους τένοντες που έχουν μεγάλο μήκος.

20.5.7 Προετοιμασία και προστασία των σωλήνων πριν από την τσιμεντένεση

Οι σωλήνες πρέπει να προστατεύονται, μέχρις ότου γίνουν τσιμεντενέσεις, από την εισχώρηση ξένων ουσιών που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την εκτέλεση και ποιότητα των τσιμεντενέσεων.

Σε περιόδους παγετού πρέπει να εμποδίζεται η εισχώρηση νερού για να αποφεύγεται διάσπαση του σκυροδέματος από τον σχηματισμό πάγου.

20.6.1.1 Οδηγίες για το εργοτάξιο ή το εργοστάσιο

Αν οι τένοντες κόβονται υπό τάση πρέπει να ληφθεί υπόψη στην μελέτη η προκύπτουσα αύξηση του μήκους μεταβίβασης της προέντασης.

Ο έλεγχος της αντοχής του σκυροδέματος μπορεί να γίνει με έμμεσες μεθόδους ή με δοκιμές σε αντιπροσωπευτικά δοκίμια σκυροδέματος, λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες του περιβάλλοντος κατά την σκλήρυνση.

20.6 ΕΙΔΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ

20.6.1 Προένταση πριν από την έγχυση του σκυροδέματος

20.6.1.1 Οδηγίες για το εργοτάξιο ή το εργοστάσιο

Στο εργοτάξιο ή το εργοστάσιο πρέπει να τηρείται ημερολόγιο που να καθορίζει:

- τα στοιχεία που θα προενταθούν και τον εξοπλισμό που θα χρησιμοποιηθεί,
- την σειρά με την οποία θα προενταθούν τα στοιχεία,
- την μέγιστη πίεση ή δύναμη στους γρούλους,
- την πίεση ή την δύναμη στους γρούλους στο τέλος της διαδικασίας της προέντασης και τις ακραίες τιμές των επιμηκύνσεων,
- τις ολισθήσεις των τενόντων που δεν πρέπει να ξεπεραστούν,
- την σειρά με την οποία πρέπει να απελευθερωθούν οι τένοντες. «Ολική» απελευθέρωση, δηλαδή ταυτόχρονη απελευθέρωση όλων των τενόντων, είναι πάντα η καλύτερη λύση,
- την αντοχή του σκυροδέματος που απαιτείται κατά την προένταση. Η τιμή αυτή πρέπει να ελέγχεται πριν από την επιβολή της προέντασης.

20.6.1.2 Πρόσθετες οδηγίες

Ειδική προσοχή πρέπει να δίνεται στην τέλεια καθαρότητα αγκυρώσεων επαναχρησιμοποιούμενου τύπου.

Αγκυρώσεις με βλάβες πρέπει να αντικαθίστανται.

Αν οι τένοντες, όταν τοποθετούνται, δεν είναι τέλεια ευθύγραμμοι, δηλαδή παρουσιάζουν τοπικές αποκλίσεις, τότε η χρήση τους πρέπει να αιτιολογείται από κατάλληλα πειραματικά δεδομένα ή να καλύπτεται από τεύχη έγκρισης.

20.6.2 Προένταση μετά την σκλήρυνση του σκυροδέματος

20.6.2.1 Οδηγίες για το εργοτάξιο

Πριν από οποιαδήποτε εργασία τάνυσης πρέπει να έχει παραληφθεί από το εργοτάξιο έγγραφο που να καθορίζει:

- την χρησιμοποιούμενη μέθοδο προέντασης,
- τα στοιχεία που θα προενταθούν και τον εξοπλισμό που θα χρησιμοποιηθεί,
- την απαιτούμενη αντοχή σκυροδέματος κατά την έναρξη της προέντασης,

20.6.2.2 Εκτέλεση της προέντασης

Αν και τα προβλήματα αυτά δεν εξετάζονται σε αυτόν τον Κανονισμό, υπενθυμίζεται ότι η ασφάλεια του προσωπικού κατά τις εργασίες επιβολής προέντασης επιβάλλει ειδικά προληπτικά μέτρα.

Όταν η τριβή είναι μεγάλη (π.χ. σε καμπύλους τένοντες) μπορούν να εμφανισθούν σημαντικές τάσεις στον χάλυβα, αν δεν ελέγχονται ταυτόχρονα στον γρύλο και η δύναμη και η επιμήκυνση.

Πρέπει να ζητούνται οδηγίες, είτε από τον μελετητή, είτε από τον κάτοχο του προνομίου εκμετάλλευσης της μεθόδου.

20.6.3.1 Γενικά

Στην προένταση που επιβάλλεται μετά από την σκλήρυνση του σκυροδέματος, οι τένοντες πρέπει να ολισθαίνουν ελεύθερα μέσα στον σωλήνα, ώστε να είναι δυνατή η τάνυσή τους. Οι τένοντες πρέπει να προστατεύονται από την διάβρωση και μετά από την τάνυση να εξασφαλίζεται ενδεχομένως μια μηχανική σύνδεση ανάμεσα στους τένοντες και το σκυρόδεμα.

- την μέγιστη πίεση ή την δύναμη στους γρούλους,
- την ολίσθηση των τενόντων, αν χρειάζεται,
- την επιμήκυνση που πρέπει να πραγματοποιηθεί, σε αντιστοιχία με την πίεση ή την δύναμη των γρούλων και τα αποδεκτά όρια διακύμανσης της επιμήκυνσης αυτής,
- την σειρά των διαδοχικών φάσεων προέντασης και αφαίρεσης ικριωμάτων, αν προβλέπονται τέτοιες φάσεις,
- τις ενδεχόμενες δοκιμές που πρέπει να εκτελεσθούν (π.χ. δοκιμές τριβής),
- την σειρά τάνυσης των τενόντων και τα άκρα από όπου πρέπει να επιβληθεί η τάνυση.

20.6.2.2 Εκτέλεση της προέντασης

Η τάνυση πρέπει να γίνεται σύμφωνα με προκαθορισμένο πρόγραμμα και από προσωπικό κατάλληλα εκπαιδευμένο για την εργασία αυτή.

Γενικά απαιτείται ταυτόχρονη μέτρηση δύναμης και επιμήκυνσης. Στις περιπτώσεις που η δύναμη στον γρούλο δεν μπορεί να μετρηθεί απευθείας, η προένταση πρέπει να φθάνει την τελική της τιμή σταδιακά, με ενδιάμεσες μετρήσεις. Οι μετρήσεις καταχωρούνται στο δελτίο προέντασης. Οι επιμηκύνσεις διαβάζονται με ακρίβεια χιλιοστού (mm).

Η προένταση συμπληρώνεται όταν η δύναμη στον γρούλο και η αντίστοιχη επιμήκυνση γίνουν ίσες με τις απαιτούμενες τιμές, λαμβάνοντας υπόψη τις επιτρεπόμενες ανοχές.

Αν παρουσιαστούν ανωμαλίες, είτε στην σχέση μεταξύ επιμηκύνσεων που παρατηρήθηκαν και δυνάμεων που εφαρμόστηκαν, είτε στην τιμή της ολίσθησης των τενόντων στις αγκυρώσεις, πρέπει να ληφθούν κατάλληλα μέτρα. Τα άκρα των τενόντων δεν πρέπει να κοπούν πριν επιβεβαιωθεί ότι η δύναμη προέντασης που επιτεύχθηκε είναι αποδεκτή.

20.6.3 Προστασία τενόντων και αγκυρώσεων σε περίπτωση προέντασης μετά από την σκλήρυνση του σκυροδέματος

20.6.3.1 Γενικά

Η εργασία προστασίας των τενόντων που έχουν ενταθεί και βρίσκονται μέσα σε σωλήνες (ή διόδους διαμορφωμένες στο σκυρόδεμα) περιλαμβάνει την πλήρωση με κατάλληλο υλικό όλων των κενών που υπάρχουν στο εσωτερικό των σωλήνων, ανάμεσα στους τένοντες και τους σωλήνες, και ανάμεσα στους ίδιους τους τένοντες.

α) Σε περίπτωση που απαιτείται μηχανική σύνδεση μεταξύ τενόντων και σκυροδέματος, οι σωλήνες πρέπει να συνδέονται κατάλληλα με το σκυρόδεμα και το προστατευτικό υλικό να παρουσιάζει ικανοποιητική μηχανική αντοχή.

Η μεμβράνη μπορεί να είναι από λίπος ή γράσο.

Η προστασία εφαρμόζεται στο εργοστάσιο (και οι τένοντες παραδίνονται στο εργοτάξιο προστατευμένοι και μέσα στους σωλήνες) ή στο εργοτάξιο. Η διάταξη αυτή επιτρέπει περιοδικό έλεγχο της δύναμης προέντασης.

20.6.3.2 Προσωρινή προστασία

Η καθυστέρηση μπορεί να προβλέπεται από το πρόγραμμα κατασκευής ή να προκύψει από απρόβλεπτη διακοπή της προόδου των εργασιών.

Κανονικά το προστατευτικό υλικό είναι τσιμεντένεμα που εισάγεται:

- είτε ανάμεσα στους τένοντες και τον σωλήνα, οπότε η σύνδεση εξασφαλίζεται από την συνάφεια μεταξύ τενόντων και σκληρυμένου τσιμεντενέματος,
 - είτε ανάμεσα στους τένοντες, που έχουν καλυφθεί με προστατευτική μεμβράνη και τον σωλήνα, αν η μορφή και μόνο των τενόντων εξασφαλίζει την μηχανική σύνδεση.
- β) Σε περίπτωση που δεν απαιτείται μηχανική σύνδεση, το προστατευτικό υλικό μπορεί να είναι μια λιπαντική ουσία που δεν πρέπει να επηρεάζεται από τον χρόνο ή να έχει δυσμενή επίδραση στους τένοντες.
- γ) Οι αγκυρώσεις και οι συνδέσεις πρέπει να προστατεύονται από την διάβρωση.

Γενικά οι αγκυρώσεις καλύπτονται με σκυρόδεμα ή κονίαμα (σφράγισμα).

20.6.3.2 Προσωρινή προστασία

Αν το χρονικό διάστημα μεταξύ τάνυσης και τσιμεντένεσης είναι μεγαλύτερο από το μέγιστο αποδεκτό, απαιτείται προσωρινή προστασία των τανυσμένων τενόντων.

Στην περίπτωση που η συνάφεια μεταξύ τένοντα και τσιμεντένεσης είναι απαραίτητη, το υλικό της προσωρινής προστασίας θα πρέπει να συμβιβάζεται με την απαίτηση αυτή.

Το υλικό προσωρινής προστασίας δεν πρέπει να επηρεάζει δυσμενώς τον χάλυβα προέντασης ή το τσιμεντένεμα.

20.6.3.3 Προστασία με τσιμεντένεση στο εργοτάξιο

20.6.3.3α Εκτέλεση της τσιμεντένεσης

Η τσιμεντένεση πρέπει να γίνεται ώστε να γεμίζουν ομοιόμορφα όλα τα κενά που υπάρχουν γύρω από τους τένοντες μέσα στους σωλήνες. Η τσιμεντένεση πρέπει να γίνεται κατά τρόπο συνεχή και χωρίς διακοπή, αρχίζοντας από το πιο χαμηλό σημείο χάραξης, με εξαίρεση βέβαια τον δοκιμαστικό έλεγχο που γίνεται πριν από την έναρξη των εργασιών.

Η τσιμεντένεση αρχίζει μόνο αφού ελεγχθούν όλες οι απαραίτητες προϋποθέσεις καλής εκτέλεσης, δηλαδή:

- κατάλληλο προσωπικό σε επαρκή αριθμό,
- κατάλληλος εξοπλισμός, σε καλή κατάσταση και έτοιμος για λειτουργία,
- υλικά συγκεντρωμένα κοντά στο χώρο εργασίας,

20.6.3.3β Τσιμεντένεση

Συνήθη πρόσθετα: επιβραδυντικά, πλαστικοποιητικά ή ρευστοποιητικά, πρόσμικτα διόγκωσης.

Συνήθης τεχνική: τσιμεντένεμα χωρίς άμμο.

Ο λόγος νερού / τσιμέντου, ο οποίος επηρεάζει την αποτελεσματικότητα της προστασίας που επιτυγχάνεται, πρέπει να προσδιορίζεται από μελέτη σύνθεσης.

20.6.3.3γ Σφράγισμα

Σε περίπτωση καμπύλων τενόντων απαιτούνται ειδικά μέτρα εξασφάλισης της υδατοστεγανότητας των σφραγισμάτων.

- μόνιμη παροχή νερού υπό πίεση και πεπιεσμένου αέρα,
- αεραγωγοί προετοιμασμένοι και με κατάλληλη σήμανση,
- εκτέλεση δοκιμής καταλληλότητας αν απαιτείται.

20.6.3.3β Τσιμεντένεση

Τα κύρια σημεία που πρέπει να καθορίζονται και να ελέγχονται πριν από την τσιμεντένεση είναι:

- τύπος τσιμέντου και προσθέτων (ενδεχομένως το είδος και η αναλογία άμμου),
- μέγιστη περιεκτικότητα σε βλαβερές ουσίες, κυρίως χλωριόντα, θειικά ή νιτρικά άλατα,
- λόγος νερού / τσιμέντου,
- ρευστότητα (στην είσοδο και στην έξοδο),
- απώλεια νερού,
- θλιπτική αντοχή τσιμεντενέματος,
- θερμοκρασία περιβάλλοντος,
- χρονικό διάστημα που το τσιμεντένεμα είναι εργάσιμο,
- καθορισμός και αριθμός δοκιμών ελέγχου (ειδικά καθορισμός της μεθόδου δειγματοληψίας),
- πίεση τσιμεντένεσης (μέγιστη επιτρεπόμενη),
- ειδικά προληπτικά μέτρα σε σχέση με την χάραξη των τενόντων (τένοντες μεγάλου μήκους, κατακόρυφοι τένοντες),
- πλύσιμο τενόντων, αν χρειάζεται,
- μέτρα έναντι παγετού.

20.6.3.3γ Σφράγισμα

Μετά από την σκλήρυνση του τσιμεντενέματος, όλα τα ανοίγματα, τα σωληνάκια και οι αεραγωγοί πρέπει να σφραγίζονται ερμητικά για να εμποδίζεται η διείσδυση νερού, αντιπηκτικών και άλλων βλαβερών ουσιών.

20.6.4 Ειδικές μέθοδοι

Για ειδικές μεθόδους (π.χ. προένταση με περιέλιξη) οι παραπάνω κανόνες ισχύουν από γενική άποψη μόνο. Πρέπει να ακολουθούνται οι οδηγίες που δίνονται στα τεύχη έγκρισης.

