



ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

ΠΕΤΕΠ 01-02-02-00

-
- 01 Κατασκευές από σκυρόδεμα
 - 02 Σιδηροί οπλισμοί σκυροδεμάτων
 - 02 Προένταση**
 - 00 -

Το έργο της σύνταξης των ΠΕΤΕΠ υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του "Προγράμματος Δράσεων για τον εκσυγχρονισμό της παραγωγής των Δημοσίων Έργων" (Action Plan του ΥΠΕΧΩΔΕ), υπό την εποπτεία και καθοδήγηση της 2ης Ομάδας Διοίκησης Έργου (2η ΟΔΕ).

Πίνακας μεταβολών, αναθεωρήσεων, ενημερώσεων, συμπληρώσεων

<i>Περιγραφή</i>	<i>Ημερομηνία</i>	<i>Παρατηρήσεις</i>
Πρώτη έκδοση	05/2006	Κείμενο 2 ^{ης} ΟΔΕ/ΙΟΚ, όπως διαμορφώθηκε μετά από παρατηρήσεις Επιτροπής στελεχών του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ

Η εκάστοτε τελευταία έκδοση, αντικαθιστά όλες τις προηγούμενες, οι οποίες πρέπει να καταστρέφονται.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	1
2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	1
2.1. ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ	1
2.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΩΝ	2
2.3. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΥΛΙΚΩΝ - ΕΛΕΓΧΟΙ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ.....	4
3. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ.....	5
3.1. ΤΕΝΟΝΤΕΣ	6
3.2. ΑΓΚΥΡΩΣΕΙΣ.....	7
3.3. ΠΕΡΙΒΛΗΜΑΤΑ ΤΕΝΟΝΤΩΝ	7
3.4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ	8
3.5. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΝΑΔΟΧΟ.....	13
4. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΠΕΡΑΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	14
5. ΟΡΟΙ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ - ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....	14
6. ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	14

ΣΧΕΔΙΟ

1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Αντικείμενο της παρούσας προδιαγραφής είναι η προένταση δομικών στοιχείων από πρόχυτο ή επί τόπου σκυρόδεμα, ήτοι η προμήθεια, μορφοποίηση, τοποθέτηση και τάνυση του χάλυβα προέντασης, η προμήθεια και τοποθέτηση των στοιχείων που είναι αναγκαία για την εφαρμογή του συστήματος προέντασης (κεφαλές αγκυρώσεως, μούφες, περιβλήματα τενόντων κλπ) και η τσιμεντένεση των τενόντων.

Η προδιαγραφή καλύπτει θέματα προέντασης με άμεση ή μεταγενέστερη συνάφεια· δεν καλύπτει θέματα εξωτερικής ή εσωτερικής προέντασης χωρίς συνάφεια.

2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

2.1. ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ

Τα υλικά που ενσωματώνονται στις εργασίες της προέντασης είναι τα ακόλουθα:

- α. Χάλυβες προέντασης
- β. Περιβλήματα τενόντων
- γ. Κεφαλές αγκύρωσης (σύστημα προέντασης)
- δ. Επεκτατήρες τενόντων (couplers, μούφες)
- ε. Τσιμεντένεμα προστασίας

Συναφή πρότυπα:

prEN 10138-1 : Prestressing steels - Part 1: General requirements

Χάλυβες προέντασης - Μέρος 1 : Γενικές απαιτήσεις

Στο μέρος αυτό του προτύπου καθορίζονται οι απαιτήσεις γενικά για τους χάλυβες υψηλής αντοχής, όπως αυτοί παραδίδονται από τα εργαστήρια κατασκευής

prEN 10138-2 : Prestressing steels - Part 2: Wire

Χάλυβες προέντασης - Μέρος 2 : Σύρματα

Στο μέρος αυτό του προτύπου καθορίζονται ειδικά οι απαιτήσεις για τα χαλυβδοσύρματα υψηλής αντοχής.

prEN 10138-3 : Prestressing steels - Part 3: Strand

Χάλυβες προέντασης - Μέρος 3 : καλώδια

Στο μέρος αυτό του προτύπου καθορίζονται ειδικά οι απαιτήσεις για τα συρματόσχοινα υψηλής αντοχής.

prEN 10138-4 : Prestressing steels - Part 4: Bars

Χάλυβες προέντασης - Μέρος 4 : ράβδοι

Στο μέρος αυτό του προτύπου καθορίζονται ειδικά οι απαιτήσεις για ράβδους προέντασης.

prEN 10337 : Zinc and zinc alloy coated wires and strands for prestressing steels

Χαλυβδοσύρματα και συρματόσχοινα προέντασης με επικάλυψη ψευδαργύρου ή κράματος ψευδαργύρου.

Αναφέρονται επίσης τα πρότυπα DIN 1045-1, 2, 3 και οι παράγραφοι 3.2 "Χάλυβας Προέντασης" του ΕΚΩΣ 2000 και 3.3 "Prestressing Steel" του prEN 1992-1 Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1.

Για τα τσιμεντενώματα συναφή είναι τα εξής πρότυπα:

EN 445:1996 Grout for prestressing tendons - Test methods -- Ενέματα προεντεταμένων τενόντων - Μέθοδοι δοκιμής.

EN 446:1996 Grout for prestressing tendons - Grouting procedures -- Ενέματα προεντεταμένων τενόντων – Διαδικασίες ενεμάτωσης.

EN 447:1996 Grout for prestressing tendons - Specification for common grout -- Ενέματα προεντεταμένων τενόντων - Προδιαγραφή για συνήθη ενέματα.

ETAG 013: Guideline For European Technical Approval of POST-TENSIONING KITS FOR THE PRESTRESSING OF STRUCTURES, Annex C.4.3. – Οδηγίες για την Τεχνική Έγκριση ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΕΝΤΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ, Παράρτημα C.4.3.

2.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΩΝ

α. Χάλυβες Προέντασης

Οι χάλυβες προέντασης διακρίνονται ως εξής:

i) ως προς την μεθοδολογία κατεργασίας:

ia) θερμική κατεργασία

- χάλυβες ειδικής κατεργασίας.
- χάλυβες σκληρυμένοι με βαφή.

ib) μηχανική κατεργασία

- χάλυβες ψυχρής κατεργασίας με διέλκυση ή εξέλαση.
- χάλυβες ψυχρής κατεργασίας με συστροφή ή έλξη.

ii) ως προς τον τύπο:

- σύρματα και ράβδοι.
- συρματόσχοινα ή τένοντες.

iii) ως προς την μορφή:

- σύρματα ή ράβδοι, λεία και στρογγυλά (τα σύρματα μπορούν να είναι ίσια ή με οδοντώσεις).

- σύρματα ή ράβδοι, με ραβδώσεις, στρογγυλά ή μή.

Η κατηγορία του χάλυβα προέντασης προσδιορίζεται με βάση το χαρακτηριστικό όριο διαρροής $f_{p0,1k}$ και την χαρακτηριστική εφελκυστική αντοχή f_{pk}

Το μέτρο ελαστικότητας μπορεί να λαμβάνεται ίσο με 195 GPa για τα συρματόσχοινα και 205 GPa για τα χαλυβδοσύρματα και τις ράβδους προεντάσεως.(?)

Οι δεσπόζουσες απαιτήσεις για τους παραπάνω χάλυβες έχουν ως εξής:

- Τα σύρματα θα προέρχονται από ψυχρή κατεργασία με διέλκυση και/ή εξέλαση χάλυβα που θα έχει παραχθεί με τη μέθοδο της ανοικτής εστίας ή σε ηλεκτρική κάμινο. Ηλεκτροσυγκολλημένες ενώσεις δεν γίνονται αποδεκτές.
- Τα σύρματα θα έχουν υποστεί θερμική κατεργασία για την απαλοιφή των εσωτερικών τάσεων.
- Τα σύρματα (λεία ή μή) θα είναι καθαρά, στεγνά και χωρίς εργοστασιακές απολεπίσεις.
- Στην περίπτωση που το σύστημα προέντασης απαιτεί τη διαμόρφωση κεφαλών στα σύρματα, θα ελεγχθεί η καταλληλότητά του για τη συγκεκριμένη εργασία με τυχαία δειγματοληψία πριν από την παράδοση του υλικού στο εργοτάξιο.
- Συρματόσχοινο ή σύρμα που ξετυλίγεται ελεύθερα σε επίπεδο και λείο δάπεδο από σκυρόδεμα πρέπει να παραμένει ευθύγραμμο.
- Εάν απαιτείται, η επιφάνεια μπορεί να εμφανίζει μικρές νευρώσεις το ύψος των οποίων δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο του 0,1 mm. Οι νευρώσεις δεν θα πρέπει να διαφοροποιούν τις μηχανικές ιδιότητες του λείου καλωδίου.

β. Περιβλήματα Τενόντων (σωλήνες)

Τα περιβλήματα των τενόντων θα είναι από γαλβανισμένο ημιάκαμπτο χαλυβδοέλασμα με σπειροειδείς πτυχωσεις, πάχους κατ' ελάχιστο σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα για κάθε κλάση. Οι γαλβανισμένοι αυτοί σωλήνες θα είναι ηλεκτροχημικώς παθητικοί με εφαρμογή μεθόδου καταιονισμού χρωμίου.

Η κλάση 1 αφορά συνήθη σωλήνα

Η κλάση 2 αφορά δύσκαμπτο σωλήνα

Εσωτερική διάμετρος σωλήνας σε mm		25	25-35	35-45	45-55	55-65	65-75	75-85	85-100	100-130
Πάχος ελάσματος σε mm	Κλάση 1	0,20	0,25	0,25	0,30	0,30	0,35	0,35	0,40	>=0,40
	Κλάση 2	-	-	0,40	0,45	0,45	0,50	0,50	0,60	>=0,60

Τα περιβλήματα των τενόντων θα έχουν ελαχίστη εσωτερική διάμετρο κατά 6 mm τουλάχιστον μεγαλύτερη από την ονομαστική διάμετρο του τένοντα και επιφάνεια διατομής τουλάχιστον 2,5 φορές εκείνης του χάλυβα. Το πλήθος των αρμών θα περιορίζεται στο ελάχιστο δυνατόν, κάθε δε αρμός θα σφραγίζεται πλήρως έναντι εισχωρήσεως οιοδήποτε υλικού. Συνιστάται η παραγωγή των σωλήνων επί τόπου του έργου, λίγο πριν τη χρησιμοποίησή τους για λόγους μείωσης της επιφανειακής διάβρωσης και των ενώσεων.

Όλα τα περιβλήματα (εκτός αν ορίζεται διαφορετικά από τη μελέτη) θα είναι κλάσης 2, είτε με ηλεκτροσυγκολλούμενα άκρα, είτε με διαμόρφωση αλληλοεμπλεκόμενης συναρμογής. Συνδετήρια τεμάχια, που τοποθετούνται για την σύνδεση των παραπάνω δύσκαμπτων περιβλημάτων προς τις συσκευές αγκύρωσης, μπορεί να είναι και αγαλβάνιστα.

2.3. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΥΛΙΚΩΝ - ΕΛΕΓΧΟΙ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ

α. Χάλυβες Προέντασης

Απαιτήσεις για τους χάλυβες προέντασης

1. Η ελάχιστη διάμετρος συρμάτων δεν θα είναι μικρότερη από 5,0 mm, για κυκλικές διατομές η ελάχιστη διατομή συρμάτων δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη από 30mm².
2. Οι ανοχές της μάζας θα κυμαίνονται από +2,0% έως -2,0% της ονομαστικής τιμής. Για τις μη κυκλικές διατομές, οι ανοχές των διαστάσεων θα κυμαίνονται από +4,0% έως -2,0% των ονομαστικών τιμών.
3. Η ελάχιστη εφελκυστική αντοχή θραύσης θα είναι η προδιαγραφόμενη από την στατική μελέτη. **Στο σημείο αυτό πρέπει να δοθούν οι επιτρεπόμενες για τη χώρα κλάσεις χαλύβων προεντάσεως.**
4. Το συμβατικό όριο διαρροής, που αντιστοιχεί σε παραμόρφωση 0,1% θα είναι ίσο προς 85~89% της χαρακτηριστικής εφελκυστικής αντοχής θραύσης (E.A.Θ.).
5. Η επιμήκυνση θραύσης, μετρημένη σε δοκίμιο μήκους $L_0 \geq 500\text{mm}$ θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 3,5%.
6. Η μείωση της πραγματικής διατομής στην θέση θραύσης θα πρέπει να είναι κατ' ελάχιστον 25% (στένωση θραύσης).
7. Αντοχή κόπωσης: Τουλάχιστον 2 εκατομμύρια κύκλοι φόρτισης, μεταξύ τάσης ίσης προς 55% και 70% της χαρακτηριστικής E.A.Θ.
8. Χαλάρωση: Υπό αρχική τάση ίση προς το 70% και 80% της χαρακτηριστικής E.A.Θ. και υπό κανονική θερμοκρασία, η χαλάρωση δεν θα υπερβαίνει το 2,5% και 4,5% αντίστοιχα, ύστερα από διάρκεια δοκιμής 1000 ωρών.

Πιστοποιητικά εργοστασίου παραγωγής

Τα στροφέα (καρούλια, μπομπίνες) ή οι δέσμες χάλυβα προέντασης θα συνοδεύονται από εργοστασιακό πιστοποιητικό ποιότητας/προέλευσης, το οποίο θα παρέχει κατ' ελάχιστον τα ακόλουθα στοιχεία:

- ονομασία εργοστασίου παραγωγής.
- αριθμό παρτίδας.
- αριθμό δέματος/ συσκευασίας.
- καθαρό βάρος συσκευασίας (lot net weight).
- ονομαστική διατομή σύρματος/ συρματοσχοίνου.
- ποιότητα χάλυβος.
- μεθοδολογία παραγωγής (π.χ. ψυχρής εξέλασης, με θερμική κατεργασία).

Επιπρόσθετα οι παρτίδες του υλικού που μεταφέρονται στο εργοτάξιο θα συνοδεύονται από πιστοποιητικό εργαστηριακών δοκιμών σε διαπιστευμένο εργαστήριο - σύμφωνα με τις ισχύουσες Κοινοτικές διατάξεις περί διαπίστευσης εργαστηρίων δοκιμών - το οποίο θα αναφέρεται:

- Στο εύρος των αποκλίσεων από τις ονομαστικές διαστάσεις
- Στην τάση θραύσης
- Στην επιμήκυνση κατά την θραύση

- Στο διαπιστούμενο όριο ελαστικότητας, με βάση διαγράμματα τάσης-μήκυνσης
- Στις τιμές χαλάρωσης (απώλεια τάσης μετά από φόρτιση με αρχική τάση ίση προς 60%, 70% και 80% της χαρακτηριστικής εφελκυστικής αντοχής θραύσης, υπό κανονική θερμοκρασία, ύστερα από δοκιμασία διάρκειας 1.000 ωρών).
- Στα αποτελέσματα των δοκιμών διάβρωσης

Τα πιστοποιητικά θα είναι στην Ελληνική ή Αγγλική γλώσσα, αλλιώς θα συνοδεύονται από μετάφραση υπογεγραμμένη από Διπλωματούχο Μηχανικό.

Ο Ανάδοχος υποχρεούται να παρέχει στην Υπηρεσία δείγματα από παρτίδες προσκομιζόμενων υλικών, της δικής της επιλογής, προς έλεγχο. Τα δείγματα θα συνοδεύονται από αντίγραφα των αντιστοίχων εργοστασιακών και εργαστηριακών πιστοποιητικών (δέματος και παρτίδας, αντίστοιχα).

Ουδεμία ενσωμάτωση προσκομισθέντων υλικών επιτρέπεται, προ της αποδοχής των υλικών από την Υπηρεσία.

β. Περιβλήματα Τενόντων

Τα περιβλήματα των τενόντων πρέπει να είναι στεγανά, ώστε να μην εισρέει σκυρόδεμα κατά τη σκυροδέτηση. Το πάχος του χαλυβδοελάσματος διαμόρφωσης αυτών πρέπει να είναι σύμφωνο με τα καθοριζόμενα στην §2.2.β.

Η επιφανειακή κατάσταση του εσωτερικού των σωλήνων πρέπει να είναι γενικά καθαρή. Μπορεί να γίνει δεκτή και ελαφρώς οξειδωμένη επιφάνεια υπό την προϋπόθεση ότι θα ληφθεί κατάλληλα υπόψη στον υπολογισμό των τριβών.

3. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Οι εργασίες προέντασης θα εκτελούνται μόνον υπό την εποπτεία εμπειρού Μηχανικού του Αναδόχου. Το προσωπικό που θα χειρίζεται τον εξοπλισμό τάνυσης θα είναι κατάλληλα εκπαιδευμένο στην χρήση του.

Συναφή είναι τα πρότυπα:

DIN 1045-2 Concrete, reinforced and prestressed concrete structures - Part 2: Specification, properties, production and conformity of concrete (Application document for use with DIN EN 206-1) -- Αοπλο, οπλισμένοκαι προεντεταμένο σκυρόδεμα. Μέρος 2: Προδιαγραφή, ιδιότητες, παραγωγή και συμμόρφωση του σκυροδέματος (Γερμανικό κείμενο προσαρμογής προς το EN 206-1)

DIN 1045-3 Concrete, reinforced and prestressed concrete structures - Part 3: Execution of structures -- Αοπλο, οπλισμένοκαι προεντεταμένο σκυρόδεμα. Μέρος 3: Κατασκευές

EN 1992-1-1:2004 Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings - Ευρωκώδικας 2: Σχεδιασμός δομημάτων από σκυρόδεμα -Μέρος 1-1: Γενικοί κανόνες και κανόνες για κτίρια (§3.3 και 3.4)

EΚΩΣ 2000 Ελληνικός Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος (§20.5 και 20.6)

Ο Ανάδοχος οφείλει να υποβάλλει λεπτομερές πρόγραμμα των εργασιών προέντασης, στο οποίο θα περιλαμβάνονται:

- οι έλεγχοι και βαθμονομήσεις των συσκευών και οργάνων που θα χρησιμοποιηθούν,

- στοιχεία εμπειρίας των συνεργείων στα οποία ο Ανάδοχος προτίθεται να αναθέσει τις εργασίες προέντασης,
- οι απαιτούμενες υποβολές στοιχείων στην Υπηρεσία προς έγκριση, σύμφωνα με τους όρους της παρούσας ΠΕΤΕΠ,
- οι απαιτούμενες δοκιμές και έλεγχοι,
- η υποβολή των προβλεπόμενων πιστοποιητικών και συναφών στοιχείων,
- οι παραλαβές επί τόπου του χάλυβα και των υλικών προέντασης,
- οι επι μέρους φάσεις εκτέλεσης των εργασιών προέντασης.

3.1. ΤΕΝΟΝΤΕΣ

Ευθύτητα

Επιτρέπονται μόνον μικροδιορθώσεις για την ευθυγράμμιση των συρμάτων ή των ράβδων στο εργοτάξιο, οι οποίες θα γίνονται εν ψυχρώ αλλά όχι σε θερμοκρασία μικρότερη των 5° C. Ράβδοι που έχουν υποστεί αναδίπλωση θα απορρίπτονται.

Τα σύρματα θα ομαδοποιούνται ανά τένοντα και θα απλώνονται σε επαρκώς λεία επιφάνεια πριν από την εισαγωγή τους στα περιβλήματα.

Κατάσταση επιφανείας

Οι τένοντες και οι εσωτερικές και εξωτερικές επιφάνειες των περιβλημάτων θα είναι καθαρές και απαλλαγμένες από διάβρωση, χαλαρή σκουριά και χαλαρά προϊόντα απολέπισης κατά την ενσωμάτωσή τους στο έργο.

Διαμόρφωση κεφαλών

Η διαμόρφωση κεφαλών στα σύρματα, όταν προβλέπεται, θα γίνεται εν ψυχρώ και συμμετρικά ως προς τον άξονα των συρμάτων χωρίς να δημιουργούνται κοιλώματα και εγκοπές στα σύρματα. Για την αγκύρωση των κεφαλών θα εφαρμόζονται τα καθοριζόμενα στα σχέδια λεπτομερειών της μελέτης.

Προφυλάξεις κατά την μεταφορά και αποθήκευση

Ο χάλυβας προέντασης θα προφυλάσσεται από τραυματισμούς, σκωρίαση και εν γένει διάβρωση μέχρι την ενσωμάτωσή του στο έργο και την εφαρμογή της τσιμεντένεσης.

Η εμφάνιση σκουριάς που δεν απομακρύνεται με ένα στεγνό πανί, ή άλλων αποτελεσμάτων διάβρωσης, συνιστά λόγο απόρριψης της παρτίδας του χάλυβα από την Υπηρεσία.

Θα φέρεται συσκευασμένος σε εμπορευματοκιβώτια ή άλλες ανάλογες συσκευασίες μεταφοράς, για να προστατεύεται από τραυματισμούς και διάβρωση κατά την μεταφορά και αποθήκευσή του.

Οι συσκευασίες θα περιέχουν αντιδιαβρωτική ουσία (κατά της σκουριάς ή άλλων επιρρειών της διάβρωσης). Η Υπηρεσία μπορεί να εγκρίνει την εφαρμογή αντιδιαβρωτικής προστασίας κατ' ευθείαν επί του χάλυβα, μετά από πλήρως τεκμηριωμένη αίτηση του Αναδόχου. Σε κάθε περίπτωση, η αντιδιαβρωτική προστασία δεν θα πρέπει να επιρρεάζει την συνάφεια χάλυβα και σκυροδέματος.

Συσκευασίες που εβλάβησαν από οποιαδήποτε αιτία θα πρέπει να αντικαθίστανται ή να επιδιορθώνονται και να επαναφέρονται στην αρχική τους κατάσταση.

Τα στροφεία του χάλυβα προέντασης (κουλούρες) και όλα τα απαιτούμενα εξαρτήματα θα αποθηκεύονται πάνω από την στάθμη του εδάφους και θα προστατεύονται από τις καιρικές συνθήκες.

Προφυλάξεις μετά την τοποθέτηση:

Μετά την τοποθέτηση του χάλυβα προέντασης στο δομικό στοιχείο δεν θα γίνονται ηλεκτροσυγκολλήσεις και δεν θα γειώνονται οι συσκευές ηλεκτροσυγκόλλησης στον σιδηροπλισμό ή στους τυχόν χρησιμοποιούμενους σιδηροτύπους.

Από την στιγμή της τοποθέτησης μέχρι την στιγμή της τάνυσης, θα λαμβάνονται μέτρα για την αποφυγή διείσδυσης υγρασίας στο εσωτερικό των περιβλημάτων των τενόντων.

Όλοι οι τανυθέντες οπλισμοί θα αποκόπτονται σύρριζα με την επιφάνεια του δομικού στοιχείου, χωρίς να αφήνουν προεξέχοντα τμήματα, και τα εκτιθέμενα άκρα του χάλυβα προέντασης, μαζί με μια επιφάνεια σκυροδέματος 2,5 cm γύρω από τον οπλισμό, θα καθαρίζονται επιμελώς με συρματόβουρτσα ή αμμοβολή και θα βάφονται με δύο στρώσεις αντισκωριακής βαφής ψευδαργυρικής βάσεως (zinc rust primer).

3.2. ΑΓΚΥΡΩΣΕΙΣ

Οι τένοντες, που τανύονται μετά την σκλήρυνση του σκυροδέματος, θα εξασφαλίζονται στα άκρα τους μέσω των διατάξεων μόνιμης αγκύρωσης που προβλέπονται από το εφαρμοζόμενο σύστημα προέντασης.

Οι αγκυρώσεις της προέντασης των εσωτερικών τενόντων θα τοποθετούνται σε εσοχές που θα τσιμεντενεθούν ή θα σκυροδετηθούν μετά την ολοκλήρωση της τάνυσης. Πριν από την σκυροδέτηση, όλες οι ακάλυπτες επιφάνειες της αγκύρωσης και των άκρων των τενόντων θα επαλειφθούν με εποξειδική συγκολλητική ουσία. Στις περιοχές που καταλήγουν ομάδες αγκυρώσεων σε πυκνή διάταξη, θα διαμορφώνεται εσοχή και θα τοποθετείται ο πρόσθετος σιδηροπλισμός, ο οποίος προβλέπεται στα σχέδια λεπτομερειών. Ο σιδηροπλισμός αυτός θα προεξέχει από την επιφάνεια του σκυροδέματος και θα κάμπτεται μετά την ολοκλήρωση της τάνυσης.

3.3. ΠΕΡΙΒΛΗΜΑΤΑ ΤΕΝΟΝΤΩΝ

Τοποθέτηση

Τα περιβλήματα των τενόντων θα στηρίζονται σε ράβδους χαλαρού οπλισμού διατομής τουλάχιστον $\varnothing 12$ ανά αποστάσεις έως 1,00 m όταν ο χάλυβας τοποθετείται πριν από την σκυροδέτηση, ή 0,50 m όταν ο χάλυβας θα τοποθετηθεί μετά τη σκυροδέτηση, έτσι ώστε να διατηρούν τη χάραξή τους.

Απαγορεύεται σε οποιονδήποτε εργαζόμενο να πατάει επάνω στις σωλήνες προέντασης για οποιονδήποτε λόγο.

Εκτός εάν δηλώνεται διαφορετικά στα κατασκευαστικά σχέδια, η ανοχή της χάραξης καθορίζεται στον κατακόρυφο άξονα ως εξής

- για πάχος δομικού στοιχείου $h \leq 200$ mm
 $\Delta h = \pm 0.025 h$ για κάθε τένοντα
- για πάχος δομικού στοιχείου $h > 200$ mm
 $\Delta h = \pm 0.025 h \leq \pm 20$ mm για τη συνισταμένη των τενόντων

$\Delta h = \pm 0.040 h \leq \pm 30 \text{ mm}$ για μεμονωμένο τένοντα

Η ανοχή της χάραξης στους δύο άλλους άξονες δεν θα είναι μεγαλύτερη των $\pm 20 \text{ mm}$.

Μετά την τοποθέτηση και στερέωση των περιβλημάτων στους ξυλοτύπους, τα άκρα τους θα εμφράσσονται για να αποφευχθεί η είσοδος στους τένοντες νερού ή άλλων ουσιών. Όταν προβλέπεται η τοποθέτηση του χάλυβα προέντασης μετά την σκυροδέτηση, τα περιβλήματα θα καθαρίζονται με πεπιεσμένο αέρα αμέσως πριν την τοποθέτηση του χάλυβα προέντασης.

Στις περιπτώσεις προέντασης συνεχών φορέων τα περιβλήματα θα εφοδιάζονται με σωληνίσκους εξαερισμού στις θέσεις των ενδιάμεσων στηριγμάτων (υψηλά σημεία της χάραξης των τενόντων) ή/και σε πρόσθετα σημεία που τυχόν καθορίζονται στα σχέδια. Οι σωλήνες εξαερισμού θα έχουν διάμετρο 1/2" κατ' ελάχιστο. Οι συνδέσεις προς τα περιβλήματα θα γίνουν με μεταλλικούς δομικούς συνδετήρες και θα παρέχουν την δυνατότητα να γίνει η τσιμεντένεση από τους σωλήνες εξαερισμού όπως και τη δυνατότητα να σφραγισθούν οι εξαεριστήρες. Τα προεξέχοντα άκρα των σωλήνων εξαερισμού θα κοπούν μετά την ολοκλήρωση της τσιμεντένεσης.

Ενώσεις

Οι ενώσεις των περιβλημάτων των τενόντων θα γίνονται μέσω συνδέσμων (μουφών), μήκους κατ' ελάχιστον 25cm, και θα σφραγίζονται με αυτοκόλλητη ταινία ώστε να διασφαλίζεται η στεγανότητα. Δεν επιτρέπεται η ένωση των περιβλημάτων μόνο με ταινία.

Στα άκρα των περιβλημάτων των τενόντων (θέσεις διατάξεων αγκύρωσης) καθώς και στα υψηλά σημεία τους (περίπτωση συνεχών φορέων) θα στερεωθούν σωληνίσκοι για την εκτέλεση της τσιμεντένεσης μετά την προένταση. Οι συνδέσεις σωληνίσκων περιβλήματος θα στεγανοποιούνται με αυτοκόλλητη ταινία για την αποφυγή έμφραξης κατά την σκυροδέτηση.

Ευθυγράμμιση

Στις περιπτώσεις τμηματικής σκυροδέτησης των στοιχείων (π.χ. κατά την προβολοδόμηση φορέων γεφυρών), θα λαμβάνονται μέτρα για την διασφάλιση της ευθυγράμμισης των περιβλημάτων, την ελαχιστοποίηση των παραμορφώσεων των άκρων και την αποφυγή διείσδυσης αριανιού. Για τον σκοπό αυτό θα εφαρμόζονται εντός του περιβλήματος πλαστικοί σωλήνες κατάλληλης διατομής (ελαχιστοποίηση διακένου μεταξύ πλαστικού σωλήνα και περιβλήματος), οι οποίοι θα εισχωρούν τουλάχιστον 60 cm. Οι πλαστικοί σωλήνες θα ανασύρονται μετά την σκυροδέτηση.

3.4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ

Γενικά

Το υλικό των προβλεπόμενων να προενταθούν συγχρόνως τενόντων (σύρματα, συρματόσχοινα ή ράβδοι) θα λαμβάνεται, κατά το δυνατόν, από την ίδια συσκευασία.

Τα συρματόσχοινα και τα σύρματα δεν επιτρέπεται να σχηματίζουν γωνίες (γόνατα) και να εμφανίζουν συστροφή. Απαγορεύεται η χρησιμοποίηση συρματοσχοίων με ξετυλιγμένα σύρματα και για τον λόγο αυτό τα άκρα των καλωδίων μετά την κοπή τους θα πρέπει να ματίζονται με σύρμα πρόσδεσης.

Οι τένοντες μπορούν να επαλείφονται ή να ψεκάζονται με υδατοδιαλυτό έλαιο για την διευκόλυνση της τοποθέτησής τους στα περιβλήματα.

Συσκευές τάνυσης (γρύλλοι)

Οι υδραυλικοί γρύλλοι που θα χρησιμοποιηθούν για την τάνυση θα φέρουν υποχρεωτικά μανόμετρο με ευδιάκριτο δίσκο αναγνώσεως που θα συνοδεύεται από πιστοποιητικό

βαθμονόμησης αναγνωρισμένου εργαστηρίου και θα έχουν δυνατότητα μέτρησης της επιμήκυνσης. Η ακρίβειά τους θα πρέπει κατ' ελάχιστον ίση προς το 5% της δύναμης προέντασης.

Η επιμήκυνση του τένοντα θα μετρείται με ακρίβεια 2% ή 1mm με κατάλληλα, για τον εκάστοτε τύπο γρύλλου, μέσα.

Εάν ο γρύλλος διαθέτει και δυναμόμετρο, το όργανο αυτό θα πρέπει επίσης να συνοδεύεται από πιστοποιητικό βαθμονόμησης. Επισημαίνεται εν προκειμένω ότι μετρήσεις μεγέθους μικροτέρου του 10% της κλίμακας του δυναμομέτρου δεν θα λαμβάνονται υπόψη.

Οι υδραυλικοί γρύλλοι θα ελέγχονται και θα βαθμονομούνται ανά εξάμηνο τουλάχιστον. Τα μανόμετρα της αντλίας θα ελέγχονται μετά από 100 τανύσεις ή έξι μήνες ανάλογα πιο από τα δύο συμβεί πρώτο (ανανέωση πιστοποιητικού).

Σε περίπτωση βλάβης, μετά την αποκατάστασή της, απαιτείται επαναβαθμονόμηση των συσκευών.

Διαδικασία τάνυσης

Η τάνυση θα γίνεται υπό την παρουσία Μηχανικού του Αναδόχου. Θα τηρείται πρωτόκολλο προέντασης για τον κάθε τένοντα και για την κάθε φάση της προέντασης, στο οποίο θα αναγράφονται: η θέση του τένοντα, η ημερομηνία και ο χρόνος προέντασης, ο αριθμός της πρέσσας, τα τυχόν προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν κατά την διάρκεια της προέντασης και οι ενδείξεις των πιέσεων ή/και των δυνάμεων (όταν υπάρχει δυναμόμετρο) σε συνδυασμό με τις αντίστοιχες μετρούμενες επιμηκύνσεις. Τα πρωτόκολλα προέντασης θα υπογράφονται από τον υπεύθυνο Μηχανικό του Αναδόχου και τον εκπρόσωπο της Υπηρεσίας.

Επί τόπου του έργου θα υπάρχουν διαθέσιμα λεπτομερή στοιχεία για τα προβλεπόμενα φορτία των τενόντων και τις αναλογούσες επιμηκύνσεις.

Προϋπόθεση για την εφαρμογή της προέντασης είναι η διαπίστωση της προβλεπόμενης από την μελέτη αντοχής του σκυροδέματος με την θραύση τριών τουλάχιστον δοκιμίων. Απαιτείται η λήψη αρκετών δοκιμίων κατά την σκυροδέτηση προκειμένου να παρακολουθείται η εξέλιξη της αντοχής (π.χ. 2, 3, 7, 12, 14 ημερών). Τα δοκίμια θα προετοιμάζονται σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στον Κ.Τ.Σ., αλλά θα συντηρούνται υπό συνθήκες ανάλογες με το δομικό στοιχείο με το οποίο σχετίζονται.

Πριν αρχίσει η τάνυση, θα εξακριβώνεται εάν οι τένοντες μπορούν να κινηθούν ελεύθερα μέσα στα περιβλήματα.

Η τάνυση θα είναι σύγχρονη για όλα τα σύρματα ή συρματόσχοινα του τένοντος και θα προχωρά σταδιακά και με σταθερό ρυθμό, μέχρι την ανάπτυξη της προβλεπόμενης στο πρόγραμμα προέντασης δύναμης. Κατά τακτά χρονικά διαστήματα θα γίνεται μέτρηση και καταγραφή της μήκυνσης του τένοντα και της αντίστοιχης ένδειξης του μανομέτρου.

Η τάνυση θεωρείται επιτυχής εφόσον η απόκλιση μεταξύ των θεωρητικών προβλέψεων και της εφαρμογής (δύναμη, επιμήκυνση) δεν υπερβαίνει

- το $\pm 5\%$ της θεωρητικής δύναμης ή επιμήκυνσης για το σύνολο των τενόντων μιας διατομής
- το $\pm 10\%$ της θεωρητικής δύναμης ή επιμήκυνσης για τον μεμονωμένο τένοντα.

Εάν οι αποκλίσεις είναι μεγαλύτερες των παραπάνω ορίων ενημερώνεται η Επίβλεψη και ο Μελετητής, ελέγχεται η πηγή του σφάλματος, οι επιπτώσεις του επί της μελέτης και οι δυνατότητες αντιμετώπισής του, μη αποκλεισμένης και της χαλάρωσης / επανατάνυσης του τένοντα (χωρίς όμως να αποτελεί την πρώτη ενέργεια, λόγω του κινδύνου πρόσθετης καταπόνησης των συρματοσχοίων).

Η επιμήκυνση ελέγχεται μετά από ένα συγκεκριμένο επίπεδο φόρτισης και όχι από μηδενική βάση.

Η επιμήκυνση επανελέγχεται μετά από 24 ώρες από την τάνυση, ώστε να διαπιστωθεί τυχόν λανθάνουσα ολίσθηση.

Σε περίπτωση που για διαφόρους λόγους – αστοχία, ατύχημα, αποκλίσεις από τις θεωρητικές επιμηκύνσεις – απαιτηθεί αποτάνυση – χαλάρωση του τένοντα, θα πρέπει ο Ανάδοχος να υποβάλει μεθοδολογία αποτάνυσης, η οποία εγκρίνεται από την Υπηρεσία προκειμένου να συνεχισθούν οι εργασίες· εάν απαιτηθεί ζητείται και η γνώμη του Μελετητή.

Η μέγιστη προσωρινή εφελκυστική τάση (τάση στην πρέσσα) του χάλυβα προέντασης δεν θα ξεπερνά το 80% της ελάχιστης αντοχής θραύσης (f_{pk}) ή το 90% του συμβατικού ορίου διαρροής ($f_{p01,k}$). Η αντίστοιχη τάση μετά την αγκύρωση δεν θα ξεπερνά το 75% της ελάχιστης αντοχής θραύσης (f_{pk}) ή το 85% του συμβατικού ορίου διαρροής ($f_{p01,k}$).

Τυχόν πλεονάζον μήκος τένοντα μετά την επιβολή της προέντασης θα κόβεται μόνον μετά από την ολοκλήρωση των διαδικασιών παραλαβής από την Επίβλεψη.

Η αποκοπή του πλεονάζοντος μήκους θα γίνεται μόνο με τροχό κοπής και σε απόσταση 12 έως 20 mm από την αγκύρωση. Κοπή με μέσα που προκαλούν αύξηση της θερμοκρασίας του χάλυβα προέντασης απαγορεύεται. Εάν υπάρχει λόγος να αφεθούν τα συρματόσχοινα δε με μήκος μεγαλύτερο των 20 mm, θα κόβονται με τροχό κοπής, στο προεξέχον δε τμήμα θα τοποθετούνται ειδικά καπάκια προστασίας.

Προεντεταμένη κλίνη

Η εφελκυστική δύναμη θα διατηρείται αμετάβλητη κατά την περίοδο μεταξύ της τάνυσης και της μεταβίβασης των τάσεων, η οποία θα προχωρά με αργό ρυθμό για να ελαχιστοποιηθούν οι κραδασμοί. (?)

α) Ευθύγραμμοι τένοντες: Για προένταση με την μέθοδο της μακράς γραμμής, θα διαταχθεί επαρκής αριθμός πλακών στήριξης κατά μήκος της κλίνης ώστε να διασφαλίζεται το αμετάβλητο της χάραξης των τενόντων κατά την σκυροδέτηση.

Οι σιδηρότυποι θα διαθέτουν επαρκή ακαμψία και θα παραλαμβάνουν την δύναμη προέντασης χωρίς την ανάπτυξη παραμορφώσεων.

β) Τεθλασμένοι τένοντες: Οι διατάξεις συγκράτησης των τενόντων στην προβλεπόμενη θέση θα εξασφαλίζουν ελευθερία κινήσεων για την αποφυγή απωλειών λόγω τριβής. Εάν χρησιμοποιηθεί σύστημα που οδηγεί στην ανάπτυξη τριβών, η εφαρμοζόμενη δύναμη προέντασης θα προσαρμοσθεί ανάλογα με δοκιμές ή μετρήσεις και σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστού του συστήματος.

Οι εκτροπείς που εφάπτονται των τενόντων θα έχουν ακτίνα τουλάχιστον πενταπλάσια από την διάμετρο του τένοντα στην περίπτωση τένοντος από σύρματα και δεκαπλάσια αυτής στην περίπτωση τενόντων από συρματόσχοινα. Η συνολική γωνία εκτροπής δεν θα υπερβαίνει τις 15°.

Η μεταβίβαση της δύναμης προέντασης στο σκυρόδεμα θα πραγματοποιείται σε συνδυασμό με την απελευθέρωση των δυνάμεων συγκράτησης του τένοντα προς τα κάτω ή προς τα πάνω.

Εξωτερική προένταση

Οι ακόλουθες ειδικές απαιτήσεις αφορούν την εξωτερική προένταση και έχουν χαρακτήρα συμπληρωματικό ως προς τις παραπάνω γενικές απαιτήσεις για τα υλικά και την τσιμεντένεση.

α) Η διάταξη των σωλήνων εκτροπής και των σαγμάτων θα γίνεται σύμφωνα με την προβλεπόμενη από την μελέτη χάραξη, με ανοχές που δεν θα υπερβαίνουν τα ± 3 mm. Οι

χαλύβδινοι σωλήνες εκτροπής θα απέχουν τουλάχιστον 75 mm από την επιφάνεια του σκυροδέματος και θα διαμορφώνονται ομαλά εν θερμώ (π.χ. με οξυγόνο) για την αποφυγή της τοπικής συγκέντρωσης τάσεων έδρασης στην είσοδο και την έξοδο από σώμα εκτροπής.

- β) Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην ένωση τμημάτων του σωλήνα για να εξασφαλισθεί η πλήρης αεροστεγανότητά τους. Οι σωλήνες δεν θα ενώνονται σε σημεία μεγάλων τάσεων έδρασης.

Τσιμεντενέσεις

Έχουν εφαρμογή τα πρότυπα ΕΛΟΤ που αναφέρονται στα ενέματα προεντεταμένων τενόντων: EN 445:1996 - Μέθοδοι δοκιμής, EN 446:1996- Διαδικασίες έκχυσης και EN 447:1996- Προδιαγραφές ενέματος καθώς και η ETAG 013: Guideline For European Technical Approval of POST-TENSIONING KITS FOR THE PRESTRESSING OF STRUCTURES, Annex C.4.3. – Οδηγίες για την Τεχνική Έγκριση ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΕΝΤΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ, Παράρτημα C.4.3.

Κατά τα λοιπά οι τσιμεντενέσεις θα εκτελούνται σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στο DIN 1045-2.

Ιδιαίτερος έμφαση δίνεται τα ακόλουθα:

Θα εκπονείται μελέτη σύνθεσης του ενέματος στην οποία θα καθορίζονται: η ποσότητα του τσιμέντου κατά βάρος ανά παρτίδα παραγωγής (χαρμάνι), η ποσότητα του νερού (η αναλογία του εν γένει δεν πρέπει να υπερβαίνει το 44% κατά βάρος του τσιμέντου), η κατά βάρος αναλογία των πρόσθετων (λαμβανομένων υπόψη των οδηγιών και των ορίων αναλογιών που συνιστά ο προμηθευτής τους), η σειρά προσθήκης των υλικών στον αναμικτήρα, ο τύπος του αναμικτήρα και ο χρόνος ανάμιξης.

Όλα τα ενσωματούμενα υλικά πρέπει να έχουν την πιστοποίηση CE που προβλέπεται από το EN 447(ENV 197-1 για το τσιμέντο και EN 934-4 για τα πρόσθετα).

Το ενσακκισμένο τσιμέντο θα φυλάσσεται μέχρι την ενσωμάτωσή του σε κλειστό και ξηρό χώρο και δεν θα έρχεται σε επαφή με το έδαφος.

Το νερό σύμφωνα με το EN 447 § 4.3 θα πληροί τις απαιτήσεις του προτύπου EN 1008. Γενικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί νερό πόσιμο ή προερχόμενο από πηγές ή ποτάμια καθαρό χωρίς ορατές προσμίξεις. Δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιείται νερό που πιθανώς περιέχει χημικά που μπορεί να προσβάλουν τον χάλυβα προέντασης ή έχει προσμίξεις ικανές να μεταβάλουν την σύνθεση του ενέματος.

Το τσιμέντο των ενεμάτων θα είναι τύπου CEM I, και θα παραδίδεται ενσακκισμένο. Όταν το τσιμέντο δεν παραδίδεται σε σάκους θα πρέπει να εφαρμόζεται κατάλληλη διαδικασία ζύγισης ώστε να διασφαλίζεται η προβλεπόμενη αναλογία του μίγματος.

Θα διατίθεται υποχρεωτικά και ο κώνος για την μέτρηση της ρευστότητας του ενέματος, σύμφωνα με το EN 445:1996. Η ρευστότητα πρέπει να διατηρείται στα όρια 10~25 sec. Οι σχετικές διαδικασίες (ανάμιξης και ελέγχων) θα γίνονται μόνον από έμπειρο προσωπικό.

Η ανάμιξη του ενέματος θα γίνεται σε αναμικτήρα μέχρις ότου το μίγμα γίνει ομοιογενές και χωρίς συσσωματώσεις και αποκτήσει ρευστότητα (σύμφωνα με τα οριζόμενα στην μελέτη). Το παραγόμενο μίγμα θα διέρχεται σε ποσοστό 100 % από κόσκινο βροχιδας 2,0 mm.

Στο εργοτάξιο θα υπάρχει βοηθητικός εξοπλισμός για τις ακριβείς μετρήσεις των ποσοτήτων των αναλογιών των υγρών και στερεών συστατικών του μίγματος.

Πριν από την εφαρμογή του ενέματος θα ελέγχεται το εσωτερικό των σωληνώσεων με πεπιεσμένο αέρα για την διαπίστωση τυχόν εμφράξεων.

Εάν κατά την εφαρμογή του ενέματος παρατηρηθεί έμφραξη, θα επιχειρείται εξώθησή του από τα κατάντη με χρήση πεπιεσμένου αέρα. Μόνον εάν η εφαρμογή πεπιεσμένου αέρα αποδειχθεί ως μη αποτελεσματική θα εισπνέζεται – πάντοτε από τα κατάντη – νερό υπό πίεση. Συνιστάται η αντλία νερού να εξασφαλίζει πίεση τουλάχιστον 1,2 MPa (12,0 atm).

Στον αναμικτήρα θα προστίθεται πρώτα το νερό και θα ακολουθούν τα υπόλοιπα υλικά (τσιμέντο – πρόσθετα) σύμφωνα με την μελέτη συνθέσεως που έγινε αποδεκτή από την Υπηρεσία.

Οι τσιμεντενέσεις θα εκτελούνται εντός 30 min από την ενσωμάτωση των προσθέτων, το δε τσιμεντένεμα θα αναδεύεται συνεχώς καθ' όλην την διάρκεια των εργασιών.

Η τσιμεντένεση θα εκτελείται με αντλητικό σύστημα θετικής μετατόπισης, ικανό να δημιουργήσει πίεση εξόδου τουλάχιστον ίση με 1 MPa. Μεταξύ εξόδου της αντλίας και εισόδου του περιβλήματος του τένοντα, θα προσαρμόζεται μετρητής πίεσης με κλίμακα αναγνώσεων μέχρι 2 MPa.

Πριν την εισαγωγή στο αντλητικό σύστημα, η τσιμεντοκονία θα διέρχεται από φίλτρο συγκράτησης κόκκων μεγέθους άνω των 2,0 mm.

Η τροφοδοσία της αντλίας με τσιμεντοκονία θα γίνεται μέσω χοάνης, η οποία θα διατηρείται γεμισμένη μέχρι την μέση για την αποφυγή εισχώρησης φυσαλίδων αέρα στο εσωτερικό του περιβλήματος του τένοντα.

Κατά την ανάμειξη ή την εισπίεση, η θερμοκρασία της τσιμεντοκονίας θα διατηρείται μεταξύ 10° και 25° C, σε καμία δε περίπτωση δεν θα υπερβαίνει, έστω παροδικά τους 35° C.

Επί τρεις μέρες από την εφαρμογή της τσιμεντένεσης, ή μέχρις ότου το κονίαμα αποκτήσει παράγοντα ωριμότητας 1000 °C.h, η θερμοκρασία του οποιουδήποτε τμήματος του μέλους του προεντεταμένου φορέα σκυροδέματος δεν πρέπει να κατέβει κάτω από 5° C. Ως παράγων ωριμότητας ορίζεται το το εμβαδόν που προκύπτει από διάγραμμα θερμοκρασία - χρόνος, για θερμοκρασίες άνω των -10° C.

Οι εργασίες δεν θα εκτελούνται υπό υψηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος για την αποφυγή της ταχείας πήξης του κονιάματος που μπορεί να οδηγήσει σε έμφραξη των διακένων και διακοπή της ροής. Ανάλογα φαινόμενα μπορεί να παρατηρηθούν και υπό εξαιρετικά χαμηλές θερμοκρασίες (παγοπληξία ενέματος), οπότε και στην περίπτωση αυτή δεν θα εκτελούνται εργασίες.

Εάν πρικήψει ανάγκη εκτέλεσης των εργασιών υπό ακραίες θερμοκρασίες πρέπει να λαμβάνονται μέτρα προστασίας της εγκρίσεως της Υπηρεσίας.

Πριν από έναρξη της τσιμεντένεσης του τένοντα θα ανοίγονται όλες οι οπές αερισμού στις αγκυρώσεις και στα υψηλά σημεία.

Για να ελαχιστοποιηθεί η εξίδρωση του ενέματος η πίεση ενεμάτωσης θα πρέπει να διατηρείται σε περί τα 0,5 MPa και δεν θα υπερβαίνει ποτέ τα 1,0 MPa. Αν, λόγω μειωμένης ρευστότητας της τσιμεντοκονίας, απαιτείται συνεχώς η διατήρηση της πίεσης της αντλίας σε τιμές άνω του 1,0 MPa η τσιμεντοκονία θεωρείται ακατάλληλη και θα απορρίπτεται, οι δε εργασίες θα συνεχίζονται με νέα παρτίδα υλικού.

Αν κατά την διάρκεια των τσιμεντενέσεων, η πίεση υπερβεί την ως άνω συνιστώμενη, η εργασία μπορεί να συνεχιστεί από κάποια άλλη οπή του περιβλήματος.

Αν ακολουθηθεί αυτή η διαδικασία, στις οπές θα εγκατασταθούν βαλβίδες σφραγίσματος. Στις περιπτώσεις που δεν μπορεί να διατηρηθεί ροή της τσιμεντοκονίας προς μία κατεύθυνση θα εφαρμόζεται πλήρης απόπλυση με νερό.

Η τσιμεντένεση θα συνεχίζεται μέχρι να παύσουν να εμφανίζονται ριπές νερού ή αέρα στις εξόδους και μέχρις ότου η υφή του εξερχόμενου ενέματος να είναι ίδια με την υφή του εισερχόμενου. Στη

συνέχεια θα σφραγίζονται όλα τα εξαεριστικά εκτός από τη βαλβίδα εισαγωγής του ενέματος και θα διατηρείται πίεση ενέματος ίση με 0,5 MPa για διάρκεια 1 min προκειμένου να εξασφαλιζθεί η πλήρωση του τένοντα με ένεμα και να εντοπισθούν τυχόν διαρροές. Στη συνέχεια θα σφραγίζεται και η οπή εισαγωγής του ενέματος, η δε πίεση στην σωλήνωση της αντλίας θα εκτονώνεται μέσω των ειδικών προς τούτο βαλβίδων του μηχανήματος.

Πριν από την έναρξη εκτέλεσης των εργασιών ο Ανάδοχος θα πραγματοποιήσει δοκιμές τσιμεντένεσης σε τμήμα τένοντα και περιβλήματος μήκους τουλάχιστον 10 m.

Η δοκιμή θα γίνει υπό συνθήκες αντίστοιχες εκείνων υπό τις οποίες θα γίνει η τσιμεντένεση των τενόντων του φορέα.

Όταν το τσιμεντένεμα θα έχει σκληρυνθεί, ο τένοντας θα κοπεί καθαρά σε 5 τουλάχιστον σημεία και θα εξετασθεί η έκταση τυχόν κενών.

Η αντοχή σε θλίψη κυβικών δοκιμών 100 mm κατασκευασμένων από το τσιμεντένεμα θα υπερβαίνει τα 17 N/mm² εντός 7 ημερών.

Τα δοκίμια θα συντηρηθούν σε υγρό ατμοσφαιρικό περιβάλλον κατά το πρώτο εικοσιτετράωρο και ακολούθως μέσα σε νερό.

Η τσιμεντένεση θα γίνεται πάντα από το χαμηλότερο σημείο του τένοντα προς το υψηλότερο για την αποφυγή του σχηματισμού θυλάκων εγκλωβισμένου αέρα.

Η τσιμεντένεση δεν θα διακόπτεται πλήρως για κανένα λόγο πριν από την ολοκλήρωσή της.

Αποκαταστάσεις επιφανειών σκυροδέματος και καθαρισμός

Μετά το πέρας των τσιμεντένεσεων και την πήξη της τσιμεντοκονίας, θα αποκόπτονται όλοι οι σωλήνες αερισμού, θα καθαρίζονται οι εσοχές των αγκυρώσεων με συρματόβουρτσα ή αμμοβολή και θα γίνεται επάλειψη εποξειδικής ρητίνης δύο συστατικών στις εκτεθειμένες επιφάνειες των αγκυρώσεων και του οπλισμού προέντασης, καθώς και πέριξ αυτών στις επιφάνειες σκυροδέματος.

Στα σημεία των αποτιμήσεων και στις εσοχές των αγκυρώσεων στο μέτωπο του φορέα θα διαστρώνεται τσιμεντοκονίαμα πριν από την πήξη της εποξειδικής συγκολλητικής ουσίας. Σε αντίστοιχες θέσεις στην επιφάνεια του φορέα αντί τσιμεντοκονιάματος θα διαστρώνεται σκυρόδεμα της αυτής κατηγορίας με το υπόλοιπο σκυρόδεμα του φορέα, με ιδιαίτερη επιμέλεια ώστε να ευθυγραμμισθεί απόλυτα με την επιφάνεια του φορέα.

3.5. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΝΑΔΟΧΟ

Ο Ανάδοχος δικαιούται να εφαρμόσει, κατόπιν σχετικής εγκρίσεως της Διευθύνουσας το Έργο Υπηρεσίας, εναλλακτικό σύστημα προέντασης, ισοδύναμο με αυτό που προβλέπεται στην εγκεκριμένη μελέτη, υπό τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- α) Θα καλύπτονται στο σύνολό τους οι απαιτήσεις της παρούσας ΠΕΤΕΠ.
- β) Η καθαρή συνολική δύναμη προέντασης, μετά την αφαίρεση των απωλειών, δεν θα είναι μικρότερη αυτής του συμβατικού συστήματος.
- γ) Η αντοχή θραύσης των τενόντων δεν θα είναι μικρότερη από αυτή του συμβατικού συστήματος.
- δ) Η χάραξη των τενόντων θα συμφωνεί γενικά με εκείνη των σχεδίων της μελέτης.
- ε) Οι τάσεις του σκυροδέματος σε όλες τις διατομές και σε όλα τα στάδια της κατασκευής, δεν θα υπερβαίνουν τις επιτρεπόμενες τάσεις των προδιαγραφών.

στ) Ο Ανάδοχος θα υποβάλλει στην Υπηρεσία προς έλεγχο, σχέδια λεπτομερειών και υπολογισμούς των προσωρινών και μονίμων απωλειών που προκύπτουν από το προτεινόμενο σύστημα προέντασης.

Νοείται ότι με την αποδοχή εκ μέρους της Υπηρεσίας του εναλλακτικού συστήματος προέντασης, ο Ανάδοχος διατηρεί στο ακέραιο τις συμβατικές υποχρεώσεις του για την τήρηση του χρονοδιαγράμματος του έργου.

4. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΠΕΡΑΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

- Επισημαίνεται η απαίτηση των παραγράφων 10.4 και 10.5 του Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΚΤΣ-97), σε ότι αφορά τον έλεγχο προόδου σκλήρυνσης με δοκίμια. Τούτο θα γίνεται σε ηλικίες σκυροδέματος που αντιστοιχούν στις ακόλουθες ιδιαίτερα σημαντικές φάσεις της κατασκευής: αφαίρεση ξυλοτύπων, επιβολή μέρους της προέντασης, επιβολή του συνόλου της προέντασης, φόρτιση.
- Έλεγχος Πρωτοκόλλων Παραλαβής ενσωματωμένων υλικών.
- Έλεγχος φακέλλου εργαστηριακών δοκιμών. Σε περίπτωση διαπίστωσης ανεπαρκούς, σύμφωνα με την παρούσα, αριθμού ελέγχων δίδονται εντολές συμπλήρωσης.

Η διαπίστωση μη συμμόρφωσης στις απαιτήσεις της παρούσας ΠΕΤΕΠ, συνεπάγεται την απόρριψη της εργασίας.

5. ΟΡΟΙ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ - ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Απαιτείται η λήψη μέτρων ασφαλείας για το σύνολο των εργασιών, με ιδιαίτερη προσοχή στις εργασίες που εκτελούνται κοντά στις ζώνες αγκυρώσεως των τενόντων που έχουν ήδη τανυθεί ή βρίσκονται στο στάδιο τάνυσης, με βάση την υφιστάμενη νομοθεσία, την μελέτη μέτρων ασφαλείας και υγείας των εργαζομένων (Ν 1396/83) καθώς και την υποχρέωση χρήσης των μέσων ατομικής προστασίας σε κάθε επί μέρους εκτελούμενη εργασία και τις άλλες απαιτήσεις του Π.Δ. 17/96 "Μέτρα για την βελτίωση της ασφάλειας και υγείας των εργαζομένων κατά την εργασία σε συμμόρφωση με τις οδηγίες 89/391/ΕΟΚ και 91/383/ΕΟΚ" και τις σχετικές τροποποιήσεις του με το Προεδρικό Διάταγμα 159/99.

6. ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Επιμετρώνται σε kg μόνον το βάρος του σκληρού χάλυβα προέντασης που θα ενσωματωθεί στο έργο πλέον ένα μέτρο ανά μέτωπο αγκύρωσης.

Υπολογίζεται η ποσότητα του χάλυβα προέντασης που τοποθετείται στο δομικό στοιχείο βάσει της χάραξης της καλωδίωσης που προβλέπεται στη μελέτη (περιλαμβανομένου του μήκους της κεφαλής αγκύρωσης, αλλά χωρίς τα πρόσθετα μήκη που είναι αναγκαία για την τάνυση του καλωδίου) και του ονομαστικού βάρους των τενόντων.