

**ΤΕΙ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
ΑΠΟ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ : ΒΟΥΓΙΟΥΚΑΛΑΚΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ
ΒΟΥΓΙΟΥΚΑΛΑΚΗ ΙΟΥΛΙΑ
ΤΣΟΥΝΑΚΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ : Ζ. ΧΡΗΣΤΟΥ

ΠΑΤΡΑ 2010

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ.6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	
1. ΟΡΙΣΜΟΙ – ΕΠΕΞΗΓΗΣΕΙΣ	σελ. 8
1.1 ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	σελ. 9
1.2 ΑΔΡΑΝΗ	σελ. 13
1.3 ΧΑΛΥΒΑΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	σελ. 16
1.4 ΧΑΛΥΒΑΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ	σελ. 18
1.4.1 ΤΥΠΟΙ ΧΑΛΥΒΩΝ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ	σελ. 19
1.4.2 ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΧΑΛΥΒΑ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ	σελ. 20
1.4.3 ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΑ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΟΝ ΧΑΛΥΒΑ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ	σελ.21
1.4.4 ΚΑΛΩΔΙΑ ΥΨΗΛΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ	σελ. 23
1.4.5 ΠΕΡΙΒΛΗΜΑ ΤΕΝΟΝΤΩΝ	σελ. 25
1.5 ΕΙΔΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ	σελ. 26
1.5.1 ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	σελ. 26
1.5.2 ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	σελ. 27
1.5.3 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟΥΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ	σελ. 29

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΟ	σελ. 31
2.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ	σελ. 32
2.3 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ	σελ. 37
2.4 ΕΙΔΗ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ	σελ. 38
2.4.1 ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΚΧΥΣΗ ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ	σελ. 40
2.4.2 ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΣΚΛΗΡΥΝΣΗ ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ	σελ.43
2.4.3 ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ	σελ.43
2.5 ΒΑΘΜΟΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ	σελ. 44
2.5.1 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ	σελ. 44
2.5.2 ΜΕΡΙΚΗ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ	σελ. 44
2.5.3 ΠΛΗΡΗΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ	σελ. 44
2.6 ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	σελ. 45
2.6.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΑΠΟ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	σελ. 47
2.7 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ	σελ. 48
2.7.1 ΣΤΙΓΜΙΑΙΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ	σελ. 48
2.7.1.1 ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΒΡΑΧΥΝΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ	σελ. 49
2.7.1.2 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΙΒΩΝ	σελ. 49
2.7.1.3 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ	σελ. 50
2.7.1.4 ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ ΣΦΗΝΩΝ	σελ. 50
2.7.1.5 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΣΤΗΝ ΑΓΚΥΡΩΣΗ	σελ. 51
2.7.2 ΧΡΟΝΙΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ	σελ. 51
2.7.2.1 ΕΡΠΥΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΟΛΗ ΞΗΡΑΝΣΕΩΣ	σελ. 52

2.7.2.2 ΧΑΛΛΑΡΩΣΗ	σελ. 56
2.7.3 ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ	σελ. 57
2.7.3.1 ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ ΣΤΙΣ ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΚΟΠΩΣΗΣ	σελ. 58

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.1 ΥΛΙΚΑ ΕΝΕΜΑΤΩΣΗΣ ΤΕΝΟΝΤΩΝ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ	σελ. 60
3.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΚΧΥΣΗ ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΣΥΝΑΦΕΙΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ	σελ.62
3.2.1 ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ	σελ. 62
3.2.2 ΕΛΕΓΧΟΙ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ	σελ. 62
3.3 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ	σελ. 63
3.4 ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ	σελ. 64
3.5 ΑΓΚΥΡΩΣΕΙΣ	σελ. 65
3.5.1 ΑΝΤΟΧΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΓΚΥΡΩΣΗΣ	σελ. 67
3.6 ΤΣΙΜΕΝΤΕΝΕΣΗ	σελ. 68
3.6.1 ΤΣΙΜΕΝΤΕΝΕΜΑ	σελ. 68
3.6.2 ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΣΙΜΕΝΤΕΝΕΣΗΣ	σελ. 69
3.6.3 ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΤΑΝΥΣΗΣ	σελ. 70
3.6.3.1 ΠΡΕΣΣΑ ΤΑΝΥΣΗΣ	σελ. 70
3.6.3.2 ΓΡΥΛΛΟΣ ΤΑΝΥΣΗΣ	σελ. 71

3.6.3.3 ΕΠΙΔΙΟΡΘΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ	σελ. 72
3.7 ΦΘΟΡΕΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ	σελ.73
3.7.1 ΦΘΟΡΕΣ ΓΕΦΥΡΩΝ	σελ. 81
3.7.1.1 ΦΘΟΡΕΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ	σελ. 81
3.7.1.2 ΦΘΟΡΕΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΓΕΦΥΡΑΣ	σελ. 84
3.8 ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	σελ. 85
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο	
4.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΟΚΟΥ	σελ. 92
4.2 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ	σελ. 93
4.3 ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΙΛΥΣΗΣ	σελ. 95
4.4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΑΝΥΣΗΣ	σελ. 96
4.5 ΤΕΓΙΔΕΣ	σελ. 97
4.6 ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ	σελ. 98
ΦΥΛΛΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	σελ. 101
ΣΧΕΔΙΟ ΟΠΛΙΣΗΣ	σελ. 112
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ. 114

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία έχει ως θέμα την θεωρητική ανάλυση της τεχνολογίας που έχει αναπτυχθεί γύρω από το προεντεταμένο σκυρόδεμα και την μεθοδολογία ποιοτικού ελέγχου σε κατασκευές από προεντεταμένο σκυρόδεμα.

Στα κεφάλαια που ακολουθούν αρχικά αναπτύσσεται η θεωρία που πλαισιώνει το προεντεταμένο σκυρόδεμα (τα υλικά παραγωγής, τα οφέλη, οι καινοτομίες, οι μέθοδοι εφαρμογής, οι προδιαγραφές, κλπ) και στη συνέχεια αφού ο αναγνώστης πλέον είναι σε θέση να κατανοήσει την τεχνολογία του προεντεταμένου σκυροδέματος θα γίνεται λεπτομερής παρουσίαση πραγματικής μελέτης για προεντεταμένη δοκό βιομηχανικής τυποποιημένης παραγωγής της εταιρείας του χώρου.

Στόχος μας λοιπόν είναι η αναλυτική παρουσίαση των εργασιών και των προδιαγραφών που ακολουθούνται για την άψογη εκτέλεση ενός έργου από προεντεταμένο σκυρόδεμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο
Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

1. ΟΡΙΣΜΟΙ – ΕΠΕΞΗΓΗΣΕΙΣ

Η εργασία πραγματεύεται την τεχνολογία του σκυροδέματος και εξειδικεύεται σε αυτή του προεντεταμένου σκυροδέματος. Είναι ευνόητο ότι θα γίνει λόγος σε όρους και έννοιες που είναι άγνωστοι στο ευρύ κοινό. Στοχεύουμε, λοιπόν, μέσα από αυτή την ενότητα στο να ορίσουμε και να αποσαφηνίσουμε τις κυριότερες έννοιες. Αυτές είναι :

1. ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ
2. ΑΔΡΑΝΗ
3. ΧΑΛΥΒΑΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ
4. ΧΑΛΥΒΑΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ
5. ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ
6. ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

1.1 ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

ΟΡΙΣΜΟΣ: Το σκυρόδεμα είναι δομικό υλικό που παράγεται με την ανάμειξη αδρανών υλικών, τσιμέντου, νερού και πρόσθετων (για βελτίωση των ιδιοτήτων του κατά τη παραγωγή και χύτευση αλλά και όταν σκληρυνθεί). Με τη σημερινή του μορφή χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά στις αρχές του 20ου αιώνα, ενώ μετά το 1950 η χρήση του γενικεύτηκε, καθιστώντας το σήμερα το κυριότερο, παγκοσμίως, υλικό κατασκευών μαζί με το χάλυβα, ως οπλισμένο σκυρόδεμα.

Οι διαφορετικές ιδιότητες των πρώτων υλών που αναμιγνύονται στη παραγωγή του σκυροδέματος (μάζα, όγκος, φυσικοχημικά χαρακτηριστικά) ανάγουν την παραγωγή σκυροδέματος σε μία εξαιρετικά πολύπλοκη και σύνθετη διαδικασία. Οι αυστηρές διατάξεις του Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος του 1997 (Κ.Τ.Σ. 97) προβλέπουν τις ελάχιστες δοσολογίες των πρώτων υλών ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες της προβλεπόμενης εφαρμογής του σκυροδέματος, όπως η εργασιμότητα, η αντοχή, η πλαστιμότητα, το περιβάλλον στο οποίο εκτίθεται, η απόδοση και διάρκεια ζωής της κατασκευής. Εξαιτίας της έντονης σεισμικής δραστηριότητας που σημειώνεται στη χώρα μας, τόσο η διαδικασία παραγωγής όσο και η τελική ενσωμάτωση του σκυροδέματος στις κατασκευές διέπονται από τον εξαιρετικά απαιτητικό Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος (Κ.Τ.Σ. 97), ο οποίος ισχύει σήμερα καλύπτοντας τις απαιτήσεις για σύγχρονες ασφαλείς και αντισεισμικές κατασκευές.

Θεωρείται το οικονομικότερο και ασφαλέστερο οικοδομικό υλικό, με εξαιρετική σχέση κόστους - παρεχόμενων ιδιοτήτων και για το λόγο αυτό είναι αναντικατάστατο. Είναι εξαιρετικά εύπλαστο υλικό, αφού μπορεί, όταν είναι νωπό, να λάβει οποιαδήποτε μορφή, χαρακτηρίζεται δε από ιδιαίτερες ιδιότητες που προσφέρουν ανθεκτικότητα και προστασία από διάφορα επιθετικά περιβάλλοντα έκθεσης. Χάρη στη μεγάλη ευελιξία του είναι το πιο εύχρηστο δομικό υλικό, αλλά ταυτόχρονα με τη μικρότερη διάρκεια ζωής καθώς πρέπει να χρησιμοποιηθεί το αργότερο εντός μίας ώρας και τριάντα λεπτών από τη παραγωγή του.

Πηγή: Τσιμεντοβιομηχανία TITAN

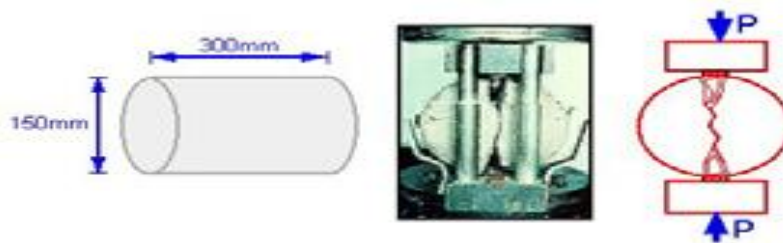
Σύμφωνα με τις διατάξεις του Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος η θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος:

1. Μετράται σε 28 ημέρες σε κυλινδρικά δοκίμια διαμέτρου 150mm και ύψος 300mm ή κυβικά δοκίμια ακμής 150mm
2. Χαρακτηριστική αντοχή κυλίνδρου δοκιμίου f_{ck} ή κυβικού δοκιμίου $f_{ck,cube}$ θεωρείται εκείνη η τιμή αντοχής κάτω της οποίας υπάρχει 5% πιθανότητα να βρεθεί η τιμή αντοχής ενός τυχαίου δοκιμίου.
3. Ανάλογα με τη αντοχή του, το σκυρόδεμα διακρίνεται στις εξής κατηγορίες:

Κατηγορία σκυ/τος	C12/ 15	C16/ 20	C20/ 25	C25/ 30	C30/ 37	C35/ 45	C40/ 50	C45/ 55	C50/ 60
----------------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

όπου (π.χ.) για την κατηγορία C12/15 το σύμβολο C = concrete = σκυρόδεμα, 12 η αντοχή του κυλίνδρου και 15 η αντοχή του κύβου.

4. Τα κυλινδρικά δοκίμια χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της εφελκυστικής αντοχής του σκυροδέματος. Τα κυβικά δοκίμια χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος. Ο έλεγχος γίνεται σε πιστοποιημένα εργαστήρια ελέγχου ποιότητας.



Εικόνα 1: Κυλινδρικό δοκίμιο 15*30 και η διαδικασία ελέγχου εφελκυστικής αντοχής.

Οι κατηγορίες σκυροδέματος είναι οι ακόλουθες:

Κατηγορία σκυροδέματος	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
Fck	12	16	20	25	30	35	40	45	50
fctk 0,05	1.10	1.30	1.50	1.80	2.00	2.20	2.50	2.70	2.90
Fctm	1.60	1.90	2.20	2.60	2.90	3.20	3.50	3.80	4.10
fctk0,95	2.00	2.50	2.90	3.30	3.80	4.20	4.60	4.90	5.30
Fcm	20	24	28	33	38	43	48	53	58
Ecm	26	27.5	29	30.5	32	33.5	35	36	37

Πίνακας 1: Κατηγορίες σκυροδέματος και χαρακτηριστικές τιμές αυτών

Επεξήγηση συμβόλων

fck	Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή σκυροδέματος
fctk 0,05	Χαρακτηριστική εφελκυστική αντοχή σκυροδέματος για ποσοστημόριο 5%
fctm	Μέση εφελκυστική αντοχή σκυροδέματος
Ecm	Μέση τιμή επιβατικού μέτρου ελαστικότητας σκυροδέματος.
fcm	Μέση θλιπτική αντοχή σκυροδέματος
fctk0,95	Χαρακτηριστική εφελκυστική αντοχή σκυροδέματος για ποσοστημόριο 95%

Γενικά το σκυρόδεμα που χρησιμοποιείται στις προεντεταμένες κατασκευές έχει τις ακόλουθες ιδιότητες:

1. υψηλή αντοχή (δες παρατηρήσεις)
2. περιορισμένη συστολή πήξεως
3. περιορισμένο ερπυσμό
4. χαμηλή θερμότητα πήξεως

Παρατηρήσεις

1. Η χρήση της κατηγορίας C12/15 σε οπλισμένο σκυρόδεμα επιτρέπεται μόνο για κτίρια χωρίς αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας με τρείς το πολύ ορόφους.
2. Η χρήση της κατηγορίας C16/20 σε οπλισμένο σκυρόδεμα επιτρέπεται μόνο:
 - Για κτίρια χωρίς αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, ανεξαρτήτως του αριθμού των ορόφων.
 - Για κτίρια με αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας, με τρείς το πολύ ορόφους,
3. Για **προεντεταμένο σκυρόδεμα δεν επιτρέπονται οι κατηγορίες C12/15 , C16/20 & C20/25.**

1.2 ΑΔΡΑΝΗ



Αδρανή υλικά καλούνται τα υλικά που αποτελούνται από λίθινους κόκκους, είτε φυσικούς οπότε ονομάζονται " φυσικά ή συλλεκτά " αδρανή, είτε από κόκκους που προκύπτουν από την θραύση όγκων πετρώματος ή την θραύση φυσικών αδρανών οπότε ονομάζονται " θραυστά " αδρανή. Η ονομασία "αδρανή" δόθηκε στα υλικά αυτά με την έννοια ότι κατά την ανάμιξη των υλικών αυτών με συγκολλητικά υλικά (κονίες), όπως τσιμέντο, ασβέστης, ασφαλτος κλπ, ή το νερό, τα υλικά αυτά δεν συμμετέχουν ενεργά στις διαδικασίες πήξης και σκλήρυνσης. Βέβαια αυτό δεν ανταποκρίνεται εντελώς στην πραγματικότητα διότι η χημική αδράνεια των υλικών αυτών εξαρτάται από την ορυκτολογική τους σύσταση και τα υλικά με τα οποία έρχονται σε επαφή.

Τα συνηθέστερα πετρώματα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή αδρανών υλικών στη χώρα μας είναι τα ασβεστολιθικά για τους παρακάτω λόγους:

- ικανοποιούν τις μηχανικές αντοχές των συνήθων κατασκευών.
- έχουν μικρό κόστος θραύσης.
- συναντώνται στα περισσότερα μέρη του Ελλαδικού χώρου.

Ως αδρανή χρησιμοποιούνται επίσης ορισμένα τεχνητά προϊόντα ή ειδικά πετρώματα όπως, σκουριές υψικαμίνων, σμύριδα, αμίαντος, κίσηρη (ελαφρόπετρα), διογκωμένος περλίτης, μπετονίτης κ.ά. Το φαινόμενο ειδικό βάρος των πετρωμάτων των συνήθων αδρανών, δηλαδή όσων δεν προέρχονται από ελαφρά αδρανή (π.χ. ελαφρόπετρα) ή από βαριά ορυκτά (π.χ. βαρίτης), είναι της τάξης των 2,6 tn/m³. Η αντοχή τους αντίστοιχα ξεπερνά τα 800 kgf/cm², σαφώς ανώτερη από τα 400 - 500 kgf/cm² που είναι η αντοχή του τσιμεντοκονιάματος.

Τα αδρανή υλικά ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων τους, τα διακρίνουμε στις παρακάτω βασικές κατηγορίες :

- **παιπάλη ή άλευρο.** Μέγεθος κόκκων μικρότερο 0,1 mm.
- **άμμος.** Μέγεθος κόκκων μέχρι 7 mm.
- **σκύρα.** Μέγεθος κόκκων από 7 - 70 mm.

Ακριβέστερα ως παιπάλη ορίζεται το διερχόμενο από το κόσκινο Νο 200 (75μm) και ως άμμος το διερχόμενο σε ποσοστό τουλάχιστον 95% από το κόσκινο Φ5 ή Νο 4 ή π 4. Πέρα από τις πιο πάνω κατηγορίες, τα αδρανή κατατάσσονται και σε ειδικότερες, ανάλογα με την προέλευση και το μέγεθος των κόκκων τους, όπως: άμμος λεπτόκοκκος, άμμος χονδρόκοκκος, άμμος ποταμίσις, ρυζάκι, γαρμπίλι, ψηφίδα, λεπτόκοκκα σκύρα, χονδρόκοκκα σκύρα, σκύρα οδοστρωσίας κλπ. Οι κύριες χρήσεις των αδρανών υλικών αφορούν στον τομέα της κατασκευής δομικών και συγκοινωνιακών έργων όπως: σκυροδέματα, κονιάματα, ασφαλτομείγματα, υλικά βάσης και υπόβασης οδοποιίας.

Δειγματοληψία

Η επιλογή του δείγματος αποτελεί τον κρισιμότερο παράγοντα ενός ελέγχου ή δοκιμής. Η δειγματοληψία πρέπει να γίνει κατά τέτοιο τρόπο ώστε το δείγμα που θα ληφθεί να εκφράζει πιστά τις ιδιότητες όλης της ποσότητας του υλικού. Η δειγματοληψία των αδρανών και στην συνήθη περίπτωση που αυτά μεταφέρονται με αυτοκίνητα γίνεται στους σωρούς. Το δείγμα σχηματίζεται από μικρές ποσότητες που παίρνονται με φτυάρι από δέκα (10) τουλάχιστον σημεία της ελεύθερης επιφάνειας του σωρού. Τα σημεία αυτά δεν πρέπει να είναι από το κάτω πέμπτο μέρος του σωρού.

Ποιοτικός έλεγχος αδρανών

Ο ποιοτικός έλεγχος των αδρανών περιλαμβάνει τόσο τον έλεγχο του μητρικού πετρώματος από το οποίο προέρχονται τα αδρανή, όσο και τον έλεγχο των ίδιων των αδρανών.

Στην πρώτη κατηγορία ελέγχων περιλαμβάνονται:

1. η μηχανική αντοχή του μητρικού πετρώματος.
2. η δοκιμή υγείας ή αντοχή σε αποσάθρωση του πετρώματος.
3. η αντοχή σε τριβή και κρούση (δοκιμή Los Angeles).
4. η ορυκτολογική σύσταση, κ.ά.

Στην δεύτερη κατηγορία ελέγχων περιλαμβάνονται:

1. η κοκκομετρική ανάλυση.
2. ο προσδιορισμός των ειδικών βαρών, του φαινομένου βάρους και της υδροαπορροφητικότητας.
3. ο προσδιορισμός της παιπάλης.
4. η παρουσία επιβλαβών οργανικών προσμίξεων.
5. ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε άργιλο, κ.ά.

1.3 ΧΑΛΥΒΑΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

Το σκυρόδεμα είναι υλικό με μικρή εφελκυστική αντοχή, για αυτό η ανάληψη των εφελκυστικών δυνάμεων στις κατασκευές σκυροδέματος γίνεται από τον χάλυβα οπλισμού που είναι σε μορφή ράβδων κυκλικής διατομής.

Στην Ελλάδα παράγεται και κυκλοφορεί χάλυβας οπλισμένου σκυροδέματος σε μορφή ευθύγραμμων ράβδων ρολών, ηλεκτροσυγκολλητών πλεγμάτων, προκατασκευασμένων κλωβών συνδετήρων και σπανιότερα προκατασκευασμένων ηλεκτροσυγκολλητών δικτυωμάτων.

ΧΑΛΥΒΑΣ B500C: Ο χάλυβας αυτός είναι υψηλής ολκιμότητας και αντοχής. Διατίθεται σε ευθύγραμμες ράβδους με διαμέτρους από Φ8 έως Φ50mm και μήκη 12-14mm. Είναι πιστοποιημένος σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ 1421-3. Ο χάλυβας B500C στην επιφάνεια του φέρει 2 σειρές πλάγιων νευρώσεων με εναλλασσόμενες γωνίες κλίσης ως προς τον άξονα της ράβδου. Το όριο διαρροής του είναι ίσο ή μεγαλύτερο από 500 Mpa.

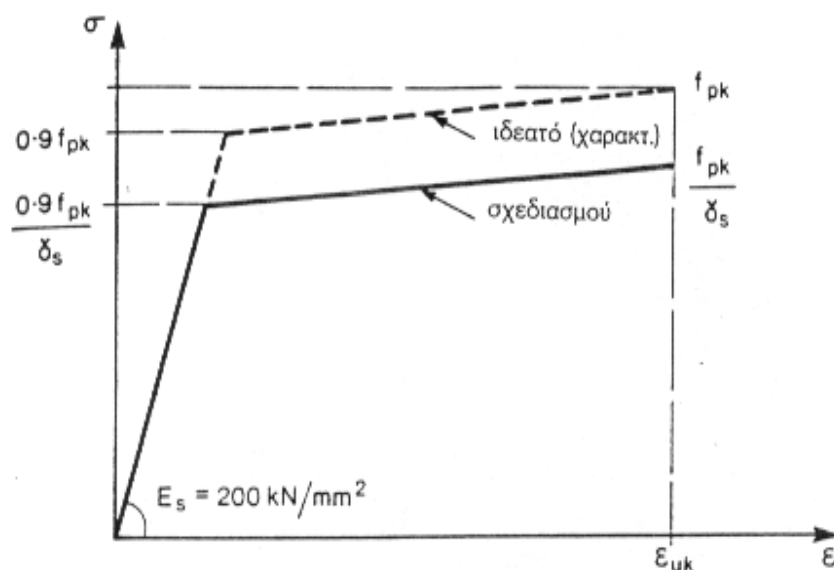
ΧΑΛΥΒΑΣ S220: Λέγεται και κοινώς ή μαλακός χάλυβας και έχει χαρακτηριστική τιμή ορίου διαρροής 220Mpa. Είναι λείος και παράγεται με θερμή έλαση, και οφείλει τις μηχανικές του ιδιότητες στη χημική του σύνθεση. Στο εμπόριο διατίθεται συνήθως σε διαμέτρους 6-14mm (Φ6 – Φ14) σε μορφή ρολών (κουλούρες) ενώ μεγαλύτερες διάμετροι κυκλοφορούν σπάνια, (σε δέσμες ράβδων μήκους 12-14mm).

ΧΑΛΥΒΑΣ S400: Έχει χαρακτηριστική τιμή ορίου διαρροής 400 Mpa. Στην επιφάνεια του φέρει νευρώσεις για λόγους συνάφειας με το σκυρόδεμα, παράγεται με θερμή έλαση και οφείλει τις μηχανικές του ιδιότητες στη χημική του σύνθεση (αυξημένα ποσοστά μαγγανίου και βαναδίου). Στο εμπόριο διατίθεται σε ευθύγραμμες ράβδους διαμέτρου Φ6 – Φ32.

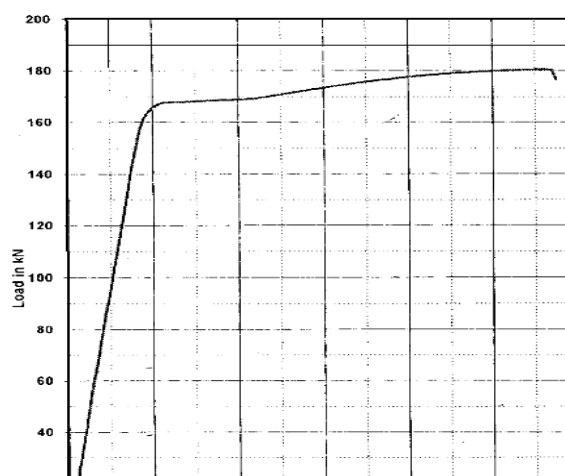
ΧΑΛΥΒΑΣ S500: Είναι παρόμοιος με τον χάλυβα της παραπάνω κατηγορίας ως προς τις νευρώσεις, τα διαθέσιμα μήκη και τις διαμέτρους, και διαφέρει μόνο ως προς την χαρακτηριστική τιμή του ορίου διαρροής (500 Mpa) και μερικά άλλα μηχανικά χαρακτηριστικά. Στην Ελλάδα παράγεται και χρησιμοποιείται ευρέως σήμερα ο χάλυβας S500s ο οποίος είναι συγκολλησίμος και είναι τύπου Temcore ενώ παράγεται και ο χάλυβας S500 θερμής έλασης και συγκολλησίμος υπό προϋποθέσεις, με βελτιωμένη αντοχή μόνο λόγω χημικής σύνθεσης.

1.4 ΧΑΛΥΒΑΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ

Ο χάλυβας που χρησιμοποιείται στο προεντεταμένο σκυρόδεμα πρέπει να είναι υψηλής αντοχής, ώστε αφενός να ελαχιστοποιείται το ποσοστό της δύναμης προέντασης που χάνεται λόγω των χρόνιων παραμορφώσεων του σκυροδέματος, αφετέρου να μειώνεται η χαλάρωση (δηλαδή η πτώση της τάσης υπό σταθερή παραμόρφωση). Έτσι, οι χάλυβες προέντασης έχουν συμβατικά όρια διαρροής που συχνά πλησιάζουν τα 1800 Μpa και εφελκυστικές αντοχές που πλησιάζουν τα 2000 Μpa.



Εικόνα 2: Τυπικό διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων του χάλυβα προέντασης



Εικόνα 3: Πραγματικό διάγραμμα φορτίου - παραμόρφωσης χάλυβα προέντασης.

1.4.1 ΤΥΠΟΙ ΧΑΛΥΒΩΝ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ

Σύμφωνα με τον ΕΚΩΣ 2000 οι χάλυβες προέντασης διακρίνονται :

- σύμφωνα με την κατεργασία, σε χάλυβες θερμής κατεργασίας και μηχανικής κατεργασίας
- σύμφωνα με τον τύπο σε σύρματα και ράβδους ή συρματόσχοινα και καλώδια
- σύμφωνα με τη μορφή σε σύρματα ή ράβδους λείες και κυκλικές και σε σύρματα ή ράβδους με νευρώσεις.

Οι μεγάλες αντοχές του χάλυβα προέντασης επιτυγχάνονται με διάφορες μεθόδους:

Με κατάλληλη σύνθεση του κράματος που περιέχει αυξημένα ποσοστά άνθρακα μαγγανίου και βαναδίου. Οι χάλυβες αυτοί παράγονται με θερμή έλαση και τάνυση υπό θερμοκρασία 300° C και διατίθεται σε μορφή ράβδων διαμέτρου πάνω από 10mm και μήκους συνήθως 24m

Με ψυχρή διέγκυση κατά την οποία ο χάλυβας διέρχεται από διαδοχικά στόμια σταδιακής μειούμενης διαμέτρου, με αποτέλεσμα να μειώνεται η πλαστιμότητα του. Τέτοιοι χάλυβες προέντασης διατίθενται σε μορφή συρμάτων διαμέτρου μικρότερης από 8mm που είναι σε ρολούς αρκετών εκατοντάδων μέτρων, και έχουν τις υψηλότερες αντοχές (S1470/1670, S1570/1770). Συνήθως 2,3,7 ή 19 σύρματα, διαμέτρου μέχρι 5mm, πλέκονται σε συρματόσχοινα που έχουν τελικά μεγάλη ονομαστική διατομή αλλά και σημαντική ευκαμψία.

Με θερμή έλαση και θερμική βελτίωση μέσω διαδοχικών θερμικών κατεργασιών χαλύβων με χημική σύνθεση παρόμοια με αυτών ψυχρής έλασης, οπότε προκύπτει χάλυβας με γενικά λίγο μικρότερη αντοχή αλλά μεγαλύτερη διάμετρο (6-16mm).



Εικόνα 4: Ποιότητα χάλυβα S500s, διατομές Φ8, Φ12

1.4.2 ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΧΑΛΥΒΑ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ

Η τυπική καμπύλη φορτίου - παραμόρφωσης για χάλυβες προέντασης δίνεται στην εικόνα 3. Βασικές διαφορές με την αντίστοιχη καμπύλη του συνηθισμένου χάλυβα οπλισμένου σκυροδέματος είναι η μεγαλύτερη αντοχή, η μικρότερη παραμόρφωση θραύσης και η έλλειψη σαφώς καθορισμένου ορίου διαρροής. Για αυτό και ως χαρακτηριστική τιμή του ορίου διαρροής χρησιμοποιείται η χαρακτηριστική τιμή του συμβατικού ορίου διαρροής $f_{0,2k}$.

Το μέτρο ελαστικότητας E_p των χάλυβων προέντασης ανεξαρτήτου τύπου μπορεί να ληφθεί ίσο με 200 GPa

Τα σύρματα προέντασης είναι γενικά πιο ευαίσθητα σε διάβρωση από ότι οι χάλυβες του οπλισμένου σκυροδέματος, επειδή η μείωση της διατομής λόγω διάβρωσης είναι ποσοστιαία μεγαλύτερη, λόγω της μικρότερης διαμέτρου τους. Τονίζεται επίσης ότι η υψηλή τάση των χάλυβων προέντασης επιτείνει το ενδεχόμενο διάβρωσης, φαινόμενο που ονομάζεται διάβρωση τάσης.

Σχετικά με την επίδραση υψηλών θερμοκρασιών οι πλέον ευαίσθητοι σε αυτές χάλυβες προέντασης είναι οι χάλυβες ψυχρής έλασης και οι θερμικά βελτιωμένοι, το όριο διαρροής των οποίων μειώνεται πάνω από τους 100 ° C και σχεδόν μηδενίζεται στους 600 ° C

Οι μηχανικές ιδιότητες των προς χρήση χάλυβων λαμβάνονται από την 'Αδεία' του συστήματος προέντασης το οποίο πρέπει να περιέχει:

1. αντοχές ($f_{p0,1k}$ $f_{y0,2k}$ f_{pk})
2. συντελεστές χαλάρωσης
3. μέτρο ελαστικότητας

π.χ. *St1570/1770*

$$f_{y0,2k} = 1570 \text{ Mpa}$$

$$f_{pk} = 1770 \text{ Mpa}$$

$$f_{p0,1k} = 1500 \text{ Mpa}$$

$$E_p = 195 \text{ Gpa (Συρματόσκοινα)} \quad 205 \text{ Gpa (Σύρματα, Ράβδοι)}$$

1.4.3 ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΑ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΟΝ ΧΑΛΥΒΑ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ

Οι κάθε είδους τένοντες προέντασης πρέπει να συνοδεύονται από αναλυτικά πιστοποιητικά του εργοστασίου παραγωγής, πρόσφατα (του τελευταίου εξαμήνου), με πλήρη στοιχεία για το αρχικό και για το τελικό προϊόν, μετά την όποια κατεργασία και διαμόρφωση κλπ. Τα υπόψη πιστοποιητικά και τεύχη έγκρισης θα πρέπει να καλύπτουν πλήρως όχι μόνο τους τένοντες αλλά και όλα τα συνοδευτικά συστήματα ενώσεων και επεκτάσεων, αγκυρώσεων, κλπ. Παρακάτω αναλύονται οι απαιτήσεις που πρέπει να πληρούν οι χάλυβες προέντασης και τα συνοδευτικά εξαρτήματα όπως ορίζει η γερμανική προδιαγραφή.

ΧΑΛΥΒΑΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ

α. Τα χαλύβδινα σύρματα ακολουθούν το DIN 4227. Οι εν ψυχρώ κατεργασμένες, υψηλής εφελκυστικής αντοχής, ειδικές χαλύβδινες ράβδοι προεντεταμένου σκυροδέματος, ακολουθούν το DIN 4227 ή ανάλογο πρότυπο εγκεκριμένο από την Υπηρεσία.

β. Ο κατασκευαστής των καλωδίων υποβάλλει πιστοποιητικά δοκιμών, τα οποία αποδεικνύουν ότι πληρούνται οι απαιτήσεις αντοχής.

γ. Τα καρούλια ή οι δεσμίδες χάλυβα προέντασης που προσκομίζονται στο εργοτάξιο συνοδεύονται από πιστοποιητικό του προμηθευτή, στο οποίο θα περιέχονται οι ακόλουθες πληροφορίες:

1. πλήθος δεσμίδων / καρουλιών
2. εφελκυστική αντοχή κάθε δεσμίδας (κουλούρας)
3. για μια δεσμίδα ανά είκοσι, η πραγματική διάμετρος σύρματος, η τάση θραύσης, η επιμήκυνση κατά την θραύση και οι δοκιμές κάμψης.

δ. Εκτός από το προαναφερθέν πιστοποιητικό και τα πιστοποιητικά του εργοστασίου, ο κατασκευαστής του σύρματος θα υποβάλλει τα ακόλουθα συμπληρωματικά στοιχεία:

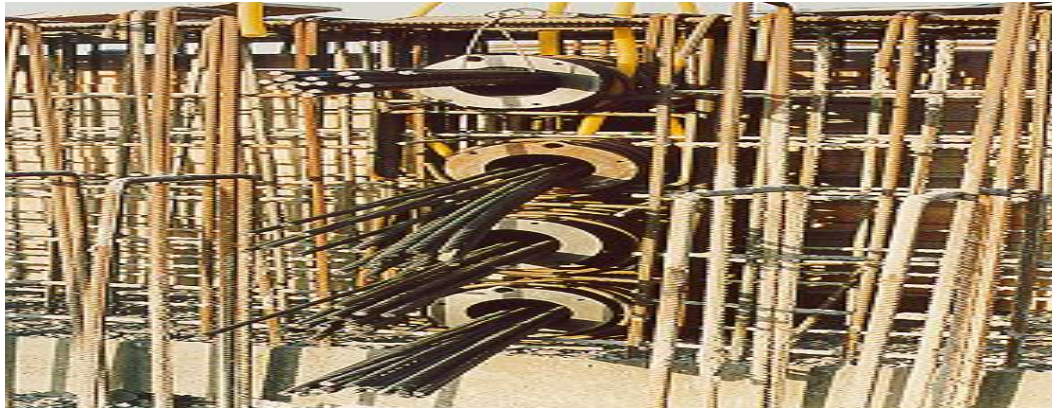
1. διαγράμματα φορτίου - μήκυνσης
2. μετρήσεις μέτρου ελαστικότητας ε.
3. όριο αναλογίας (0,05%)
4. τιμές χαλάρωσης
5. απώλεια τάσης από μία αρχική τάση ίση προς 0,60, 0,70 και 0,80 της εφελκυστικής αντοχής υπό κανονική θερμοκρασία ύστερα από διάρκεια δοκιμής 1000 h.
6. αποτελέσματα δοκιμών διάβρωσης.

ε. Κάθε παρτίδα χαλύβων που προσκομίζεται στο εργοτάξιο πρέπει να συνοδεύεται από δείγμα, το οποίο παραδίδεται στην Υπηρεσία και κατόπιν υποβάλλεται σε έλεγχο από ανεξάρτητο εγκεκριμένο εργαστήριο.

Κάθε δείγμα θα συνοδεύεται από αντίστοιχη βεβαίωση του προμηθευτή, που θα βεβαιώνει ότι το δείγμα είναι αντιπροσωπευτικό της συγκεκριμένης παρτίδας και από προσδεμένα εξαρτήματα στερέωσης, το δε ελεύθερο μήκος μεταξύ των αρμών των εξαρτημάτων θα είναι τουλάχιστον 1 m.

Όλα τα προαναφερθέντα υλικά που προσκομίζονται για έλεγχο, υποβάλλονται στην Υπηρεσία χωρίς απαιτήσεις επιπρόσθετης πληρωμής τουλάχιστον 30 ημέρες πριν από τον προβλεπόμενο χρόνο χρήσης τους. Ο Ανάδοχος δεν θα διεκδικήσει απαιτήσεις για επιπρόσθετες αποζημιώσεις λόγω καθυστερήσεων, που ενδεχομένως να προκύψουν λόγω της αναμονής της έγκρισης των υλικών.

1.4.4 ΚΑΛΩΔΙΑ ΥΨΗΛΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ



- α.** Θα ακολουθούν τις προδιαγραφές DIN EN 10318.
- β.** Τα καλώδια υψηλής αντοχής πρέπει να πληρούν επιπλέον τις ακόλουθες απαιτήσεις:
 - 1. Ελάχιστη διατομή συρμάτων:
 - 2. για σύρματα κυκλικής διατομής διάμετρος ≥ 5 mm
 - 3. για σύρματα μη κυκλικής διατομής ≥ 30 mm
 - 4. Ανοχές διατομής συρμάτων:
 - 5. για σύρματα κυκλικής διατομής από -1 % έως +2% της ονομαστικής διαμέτρου
 - 6. για σύρματα μη κυκλικής διατομής από -2% έως +4 % της διατομής
- γ.** Τα σύρματα συνήθως αποτελούνται από επτά κλώνους, ένα κεντρικό κλώνο γύρω από τον οποίο οι άλλοι 6 τυλίγονται ελικοειδώς.
- δ.** Τα σύρματα προέρχονται από ψυχρή κατεργασία με διέγκυση ή / και εξέταση χάλυβα που έχει παραχθεί με τη μέθοδο της ανοικτής εστίας ή σε ηλεκτρική κάμινο. Συγκολλημένες ενώσεις δεν επιτρέπονται.
- ε.** Η απαλοιφή των εσωτερικών τάσεων των συρμάτων επιτυγχάνεται με θερμική κατεργασία.1*
- στ.** Τα σύρματα θα έχουν λεία επιφάνεια, εκτός αν προβλέπεται διαφορετικά από τη μελέτη και τα υπόλοιπα Συμβατικά τεύχη, θα είναι καθαρά, στεγνά και χωρίς εργοστασιακές απολεπίσεις.
- ζ.** Όσον αφορά στην αντοχή των συρμάτων, ισχύουν οι διατάξεις του ΕΚΟΣ (παράγραφοι 3.1.3 και 3.2.3) σε συνδυασμό με τις ακόλουθες συμπληρώσεις:

1. Η επιμήκυνση θραύσης, μετρημένη σε δοκίμιο μήκους δεκαπλάσιο της διαμέτρου θα πρέπει να είναι κατ' ελάχιστον 5%.
2. Η μείωση της πραγματικής διατομής στη θέση θραύσης (στένωση θραύσης) θα πρέπει να είναι κατ' ελάχιστον 30%.
3. Αντοχή κόπωσης: Θα πρέπει να μπορούν να αναληφθούν χωρίς θραύση του χάλυβα τουλάχιστον 2 εκατομμύρια κύκλοι φόρτισης, με τάση που θα κυμαίνεται από το 55% έως το 70% της χαρακτηριστικής εφελκυστικής αντοχής.
4. Όσον αφορά στη χαλάρωση, η παράγραφος 3.2.6.4 του ΕΚΟΣ 2000 συμπληρώνεται με το ακόλουθο εδάφιο: «Σε μια δοκιμή χαλάρωσης υπό μία αρχική τάση ίση προς το 65% της χαρακτηριστικής εφελκυστικής αντοχής και υπό κανονική θερμοκρασία ή απώλεια χαλάρωσης δεν θα υπερβαίνει το 4% ύστερα από διάρκεια δοκιμής 1000 h.»
5. Δοκιμή κάμψης: Για απλά δοκίμια καλωδίου ο ελάχιστος αριθμός κάμψεων $90^\circ + 90^\circ$, γύρω από ένα πύρο με διάμετρο δεκαπλάσια της διαμέτρου του σύρματος, είναι 10 ενώ για δοκίμιο καλωδίου στο οποίο έχει χαραχθεί εγκοπή βάθους 0,1 mm, γωνίας 60° και γωνίας στρογγύλευσης 0,03 mm είναι περίπου 3. Κατά τη δοκιμή το δοκίμιο αυτό τοποθετείται κατά τρόπο, ώστε η διακοπόμενη από την εγκοπή ίνα να εφελκύεται κατά την πρώτη κάμψη των 90°
- η.** Η καταλληλότητα του σύρματος για τη διαμόρφωση κεφαλών, στην περίπτωση που αυτή απαιτείται, ελέγχεται με μια τυχαία δειγματοληψία πριν από την παράδοση του σύρματος στο εργοτάξιο.
- θ.** Έλεγχος ευθυγραμμίας: Καλώδιο που ξετυλίγεται ελεύθερα σε επίπεδο και λείο δάπεδο από σκυρόδεμα πρέπει να παραμένει πρακτικά ευθύγραμμο.
- ι.** Έλεγχος νευρώσεων: Εφόσον απαιτείται, η επιφάνεια του σύρματος μπορεί να εμφανίζει μικρές νευρώσεις, το ύψος των οποίων δεν θα είναι μεγαλύτερο από 0,1 mm. Οι νευρώσεις δεν πρέπει να επηρεάζουν αξιοσημείωτα τις μηχανικές ιδιότητες του λείου καλωδίου.

1 Θερμική κατεργασία είναι σύνολο διεργασιών που περιλαμβάνει τη θέρμανση και ψύξη μεταλλικού προϊόντος σε στερεά κατάσταση και σε καθορισμένες θερμοκρασιακές και χρονικές συνθήκες. Σκοπός μιας θερμικής κατεργασίας είναι η πρόσδοση στο μεταλλικό υλικό δομικής και εντατικής κατάστασης τέτοιας, που να οδηγεί στην εξασφάλιση συγκεκριμένων αναγκαίων και επιθυμητών ιδιοτήτων σ' αυτό.*

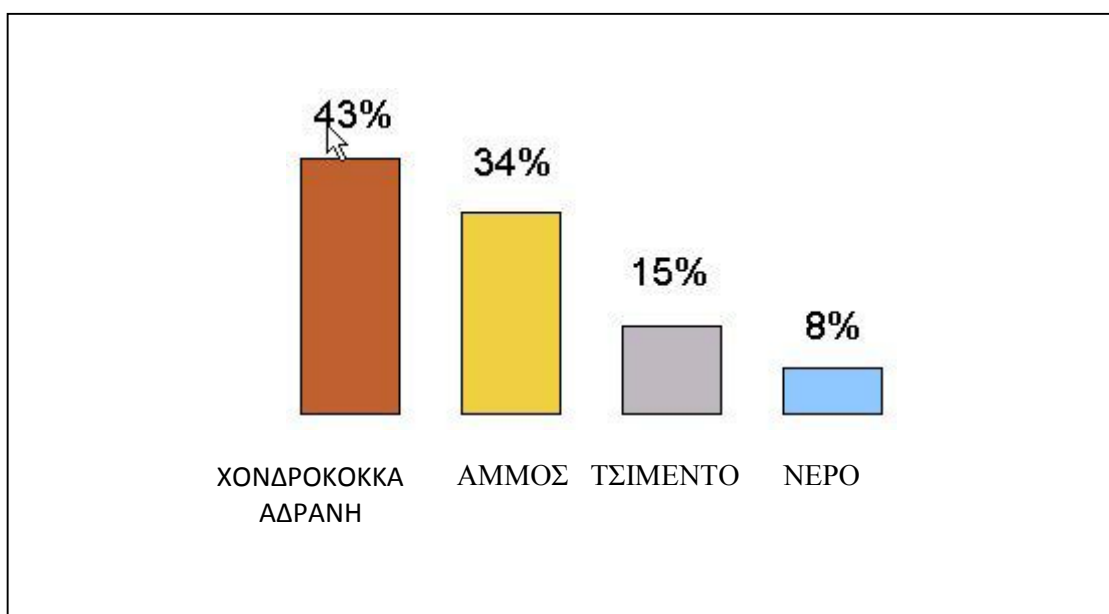
1.4.5 ΠΕΡΙΒΛΗΜΑ ΤΕΝΟΝΤΩΝ

- α.** Τα περιβλήματα των τενόντων (σωλήνες) αποτελούνται από εγκεκριμένο γαλβανισμένο ημιάκαμπτο χάλυβα με σπειροειδείς πτυχώσεις, ελαχίστου πάχους τοιχωμάτων 0,6 mm, εκτός αν ορίζεται διαφορετικά στα Συμβατικά τεύχη. Τα άκρα τους μπορούν να είναι είτε συγκολλούμενα είτε διαμορφωμένα με αλληλοεμπλεκόμενη συναρμογή. Οι γαλβανισμένοι σωλήνες θα καταστούν παθητικοί ηλεκτροχημικά με καταιονισμό χρωμίου. Το γαλβάνισμα των συγκολλημένων άκρων δεν κρίνεται απαραίτητο.
- β.** Τα περιβλήματα έχουν ελάχιστη εσωτερική διάμετρο κατά 6 mm τουλάχιστον μεγαλύτερη από την ονομαστική διάμετρο του τένοντα και επιφάνεια διατομής τουλάχιστο 2,5 φορές εκείνης του καθαρού χάλυβα. Το πλήθος των αρμών θα είναι το ελάχιστο δυνατό. Κάθε αρμός σφραγίζεται πλήρως, έτσι ώστε να αποφεύγεται η εισχώρηση οποιουδήποτε ξένου σώματος.
- γ.** Τα συνδετήρια τεμάχια, που τοποθετούνται για τη σύνδεση των περιβλημάτων με τις συσκευές αγκύρωσης, δεν είναι απαραίτητο να είναι γαλβανισμένα.
- δ.** Τα περιβλήματα πρέπει να έχουν κατάλληλη αντοχή, ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή θέση και γεωμετρία τους κατά τη διάρκεια της σκυροδέτησης και να αποφεύγονται οι παραμορφώσεις.

1.5 ΕΙΔΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

1.5.1 ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Οπλισμένο σκυρόδεμα ορίζεται το υλικό που διαθέτει αυξημένες θλιπτικές και εφελκυστικές αντοχές. Συστατικά του οπλισμένου σκυροδέματος είναι ο τσιμεντοπολτός και δομικός χάλυβας. Ο τσιμεντοπολτός ή αλλιώς το άοπλο σκυρόδεμα με τη σειρά του αποτελείται από τσιμεντόσκηνη, νερό και αδρανή υλικά (χαλίκι, γαρμπίλι, άμμος).



Εικόνα 5: Ποσοστό συμμετοχής των συστατικών του σκυροδέματος για τη παραγωγή του.

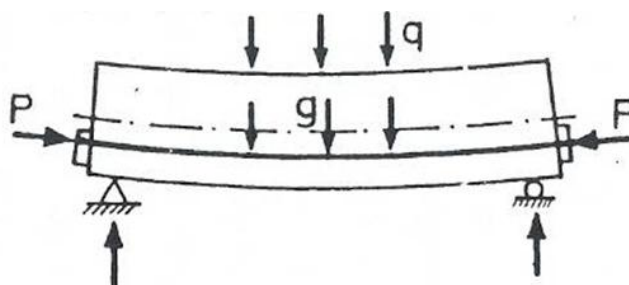
Χαρακτηριστικά του άοπλου σκυροδέματος είναι οι μεγάλες αντοχές που παρουσιάζει στη θλιπτική καταπόνηση και η μικρή του εφελκυστική αντοχή, για αυτό η ανάληψη των εφελκυστικών δυνάμεων στις κατασκευές σκυροδέματος γίνεται από τον χάλυβα οπλισμού που είναι σε μορφή ράβδων κυκλικής διατομής. Οι ράβδοι φέρουν επιφανειακές νευρώσεις, οι οποίες βελτιώνουν τη συνάφεια (πρόσφυση) με το σκυρόδεμα μέσω μηχανικής αλληλοεμπλοκής.

Ο χάλυβας οπλισμού διακρίνεται σε διαμήκη και εγκάρσιο οπλισμό:

1. Ο διαμήκης οπλισμός ανάλογα με τη θέση που βρίσκεται παραλαμβάνει και διαφορετικό είδος τάσης ο οπλισμός που βρίσκεται στο άνω άκρο της δοκού παραλαμβάνει θλιπτικές τάσεις ενώ ο οπλισμός που βρίσκεται στο κάτω άκρο της δοκού παραλαμβάνει την εφελκυστική τάση.
2. Ο εγκάρσιος οπλισμός τοποθετείται με σκοπό την παραλαβή της τέμνουσας δύναμης η οποία προκαλεί στο δοκάρι ρωγμές υπό γωνιά 45° . όσο πιο μικρή είναι η απόσταση μεταξύ των τσερκιών τόσο πιο μεγάλη αντίσταση παρουσιάζει το δοκάρι στην δημιουργία ρωγμών.

1.5.2 ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Προένταση ορίζεται η εντατική κατάσταση που δημιουργείται σε ένα δομικό στοιχείο με τη βοήθεια κατάλληλων και σκόπιμων παραμορφώσεων (τένοντες προέντασης), ώστε όταν ο φορέας βρίσκεται υπό φορτίο λειτουργίας να μην επιπονείται ή να επιπονείται σε περιορισμένο βαθμό σε εφελκυσμό.



Εικόνα 6: Καταπονούμενη δοκός ενισχυμένη με τένοντες προέντασης

Το οπλισμένο σκυρόδεμα έχει σημαντικό ίδιο βάρος (25kN/m^3), ώστε το μεγάλο νεκρό φορτίο του ίδιου βάρους να το κάνει αντιοικονομικό για γεφύρωση μεγάλων ανοιγμάτων.

Αυτό αντιμετωπίζεται με την δημιουργία φορέων που μεταβιβάζουν μέρος του φορτίου μέσω θλιπτικών τάσεων π.χ. κελύφη, ή με προένταση, ή με προκατασκευασμένα στοιχεία, που λόγω των υψηλών ελεγχόμενων αντοχών οι

διατομές είναι μικρότερες. Η χρήση λοιπόν του προεντεταμένου σκυροδέματος προσφέρει ωφέλειες που δεν μπορεί να προσφέρει το οπλισμένο σκυρόδεμα είναι, μεγαλύτερα ανοίγματα αποφυγή ρηγματώσεως στην κατάσταση λειτουργίας, μείωση βελών κάμψης, ώθηση στις μεθόδους κατασκευής, ώθηση στις μεθόδους επισκευής.



Εικόνα 7: Τοποθέτηση χάλυβα προέντασης με τη μέθοδο εσωτερικής προέντασης μέσω τεθλασμένου χάλυβα .

1.5.3 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ & ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Η διατομή του προεντεταμένου σκυροδέματος μπορεί να θεωρηθεί σαν μια διατομή οπλισμένου σκυροδέματος με τις ακόλουθες διαφορές. Την ύπαρξη μιας σημαντικής θλιπτικής δύναμης. Την ύπαρξη δύο τύπων χαλύβων (άρα συνολικά τριών διαφορετικών υλικών)

ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

- A. Ο χάλυβας εντείνεται εφόσον παραμορφώνεται το σκυρόδεμα
- B. Παραμορφώσεις αναπτύσσονται μόνο όταν ρηγματωθεί το περιβάλλον σκυρόδεμα
- Γ. Ο χάλυβας δέχεται παθητικά τις παραμορφώσεις

ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

- A. Ο χάλυβας βρίσκεται σε υψηλή παραμόρφωση
- B. Οι τάσεις και οι παραμορφώσεις του χάλυβα ελέγχονται ενεργά από τον μηχανικό.



Εικόνα 8 : Τοποθετημένος χαλαρός οπλισμός και οπλισμός προέντασης σε πλακοδοκό γέφυρας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

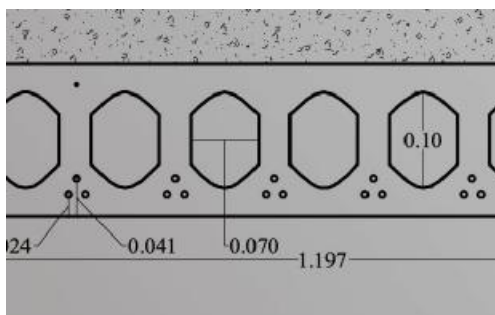
2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΟ

- 1889 Κατασκευάζεται η πρώτη γέφυρα από οπλισμένο σκυρόδεμα.
- 1900 Τυποποίηση βασικών δοκιμών για το τσιμέντο.
- 1913 Το πρώτο φορτίο ετοιμού σκυροδέματος παραδίδεται στην Βαλτιμόρη των ΗΠΑ
- 1927 Ο Γάλλος Μηχανικός Eugene Freyssinet αναπτύσσει το προεντεταμένο σκυρόδεμα και λαμβάνει δίπλωμα ευρεσιτεχνίας
- 1934 Ο Γερμανός μηχανικός Dischinger λαμβάνει δίπλωμα ευρεσιτεχνίας.
- 1936 Εφαρμόζεται η μέθοδος του Dischinger και κατασκευάζονται οι πρώτες προεντεταμένες γέφυρες με εξωτερικούς τένοντες και χρησιμοποιούνται λείες ράβδοι 70mm και αντοχής 520Μpa.
- 1940-1970 Έχουμε σποραδικές εφαρμογές και επιλέγεται ως κυρίαρχη μέθοδος η προένταση με συνάφεια. Έτσι το περιβάλλον σκυρόδεμα προσφέρει στον τένοντα αντιδιαβρωτική προστασία.
- 1948 Πρώτη εφαρμογή προεντεταμένου σκυροδέματος σε διάδρομο αεροδρομίου.
- 1970-Σήμερα Χρησιμοποιείται ξανά η εξωτερική προένταση είτε για την ενίσχυση υφιστάμενων γεφυρών, είτε σε συνδυασμό με την εσωτερική προένταση σε νέες γέφυρες.

2.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ

Η τεχνολογία του προεντεταμένου σκυροδέματος κάλυψε αδυναμίες που το οπλισμένο σκυρόδεμα αδυνατούσε. Τις διαφορές μεταξύ αυτών των δύο υλικών αναλύσαμε στο προηγούμενο υποκεφάλαιο. Στο παρόν υποκεφάλαιο παρουσιάζουμε τα πλεονεκτήματα του προεντεταμένου σκυροδέματος, τα οποία είναι και τα εξής:

1 Μείωση των διατομών των στοιχείων του φέροντα οργανισμού, η οποία



συνεπάγεται και μείωση του βάρους. Στην εικόνα φαίνεται διατομή με οπές στο κέντρο της διατομής όπου βρίσκεται ο πυρήνας της διατομής με σκοπό τη μείωση του βάρους, χωρίς τη μείωση αντοχής.

2 Βελτίωση προκατασκευής και ευκολία μεταφοράς. Τα στοιχεία



προκατασκευάζονται σε εργοστασιακές μονάδες των εταιρειών όπου και ακολουθούνται όλες οι προδιαγραφές και στη συνέχεια μεταφέρονται στο

εργοτάξιο με ιδιόκτητα φορτηγά.

3 Βελτίωση λειτουργικότητας, η οποία απορρέει από την δημιουργία μεγάλων

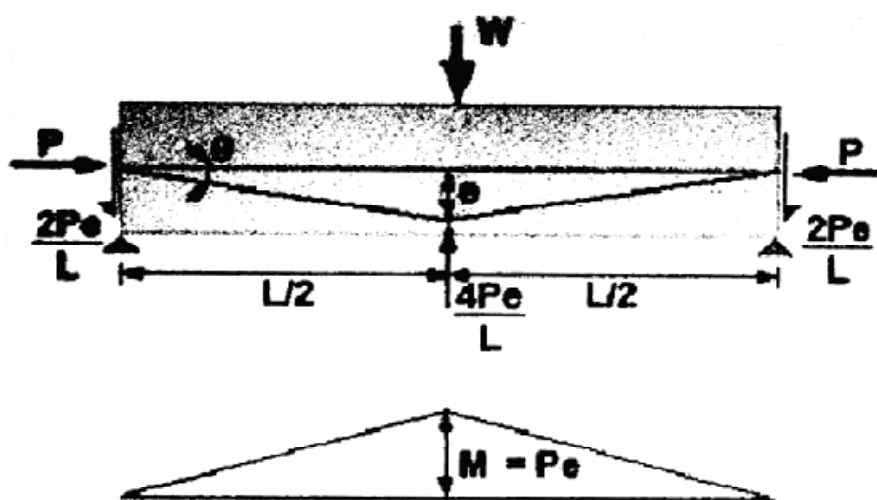
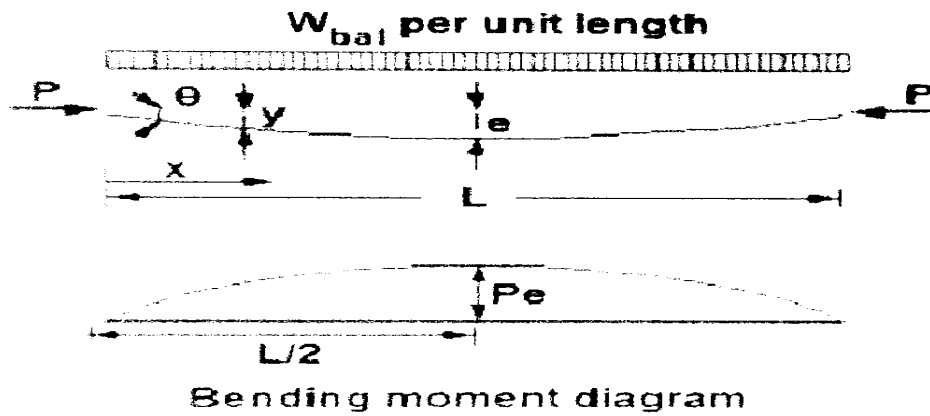


ανοιγμάτων και την ελευθέρωση κτιριακού χώρου. Από την εφαρμογή αυτής της μεθόδου εξοικονομούνται χώροι σε σχέση με τη συμβατική μέθοδο,

όπως φαίνεται και στο κτίριο της εικόνας.

4 Μείωση διάβρωσης. Η διαπίστωση αυτή πρωτοειπώθηκε τη δεκαετία του 1940 όπου εφαρμόζεται σποραδικά η μέθοδος της προέντασης. Σύμφωνα λοιπόν με τον γάλλο μηχανικό E. Freyssinet, 'το περιβάλλον σκυρόδεμα αγκαλιάζει τον τένοντα και προσφέρει δωρεάν αντιδιαβρωτική προστασία'. Οι τένοντες και οι εσωτερικές και εξωτερικές επιφάνειες των περιβλημάτων είναι καθαρές και απαλλαγμένες από διάβρωση. Αυτό επιτυγχάνεται με επάλειψη αντιδιαβρωτικής ουσίας (κατά της σκουριάς, ή άλλων επηρειών της διάβρωσης).

5 Μείωση βελών κάμψης, λόγω της αντιστάθμισης που δημιουργείται από την εφαρμογή της μεθόδου. Γιατί στην περίπτωση του προεντεταμένου σκυροδέματος στην καμπτική και διατμητική καταπόνηση προστίθεται και η αξονική θλιπτική δύναμη της δύναμης προέντασης P . Επίσης στους προεντεταμένους φορείς εμφανίζεται και η ευεργετική επιρροή της αντιτένουσας N_p η οποία ελαττώνει την τέμνουσα των εξωτερικών φορτίων.

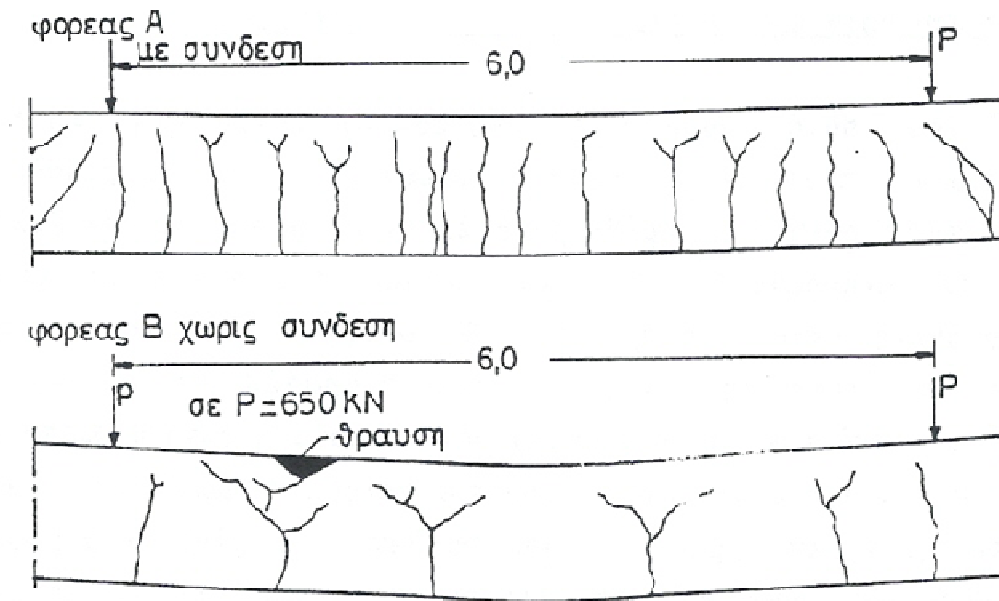


- 6 **Περιορισμός / Απουσία ρωγμών:** Οι γωνίες κλίσης των ρωγμών ως προς τον άξονα της δοκού είναι μικρότερες στα προεντεταμένα στοιχεία. Αυτό σημαίνει ότι μετά τη ρηγμάτωση το δικτύωμα μπορεί να παραλάβει μεγαλύτερη τέμνουσα σύμφωνα με τη σχέση:

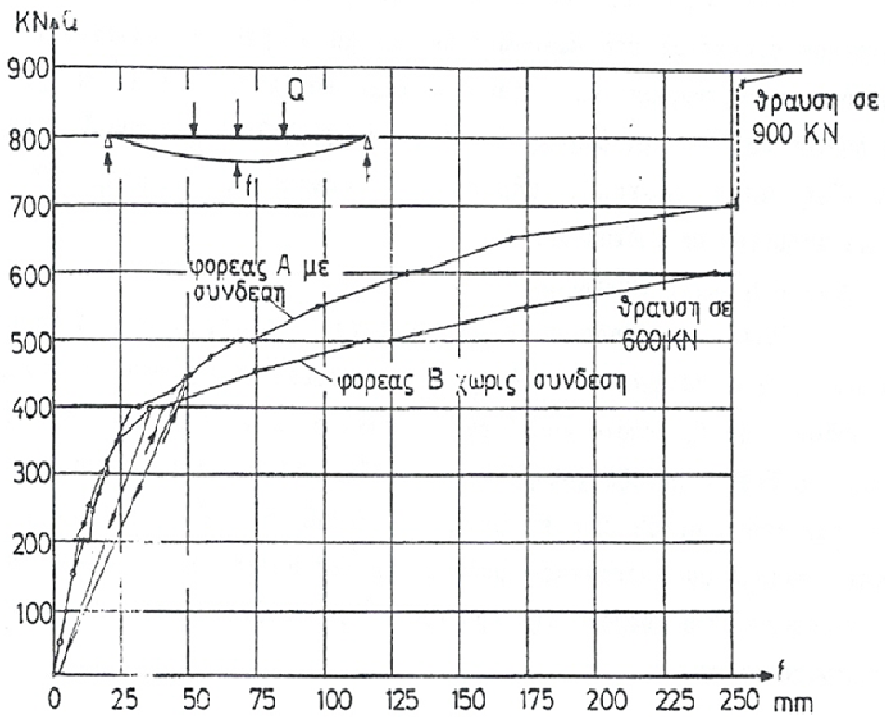
$$V_k = 0,9 \cdot p_w \cdot f_{yw} \cdot b_w \cdot d \cdot \cot \theta$$

Επεξήγηση συμβόλων

V_k	Τέμνουσα δύναμη
p_w	κατανεμημένο φορτιού
f_{yw}	Τάση σχεδιασμού
b_w	Πλάτος κορμού δοκού
d	Στατικό ύψος διατομής
$\cot \theta$	Εφαπτομένη γωνίας θ



Εικόνα 9: Συγκριτικό σκαρίφημα δυο δοκών όσων αφορά τη δημιουργία ρωγμών, η Α συνδέεται με τέντοντες, ενώ η Β περιέχει μόνο χάλυβα οπλισμού.



Εικόνα 10: Συγκριτικό διάγραμμα δυο δοκών, η Α συνδέεται με τέντοντες, ενώ η Β περιέχει μόνο χάλυβα οπλισμού



7. Αυστηρός ποιοτικός έλεγχος υλικών, οι κατασκευές ακολουθούν τους ισχύοντες κανονισμούς κατασκευών (ΕΚΩΣ 2000 , ΕΑΚ 2000, Κανονισμός έργων από Προκατασκευασμένα Στοιχεία Σκυροδέματος ΦΕΚ 1517/27-7-99). Επίσης ακολουθεί και η πιστοποίηση ISO 9001.

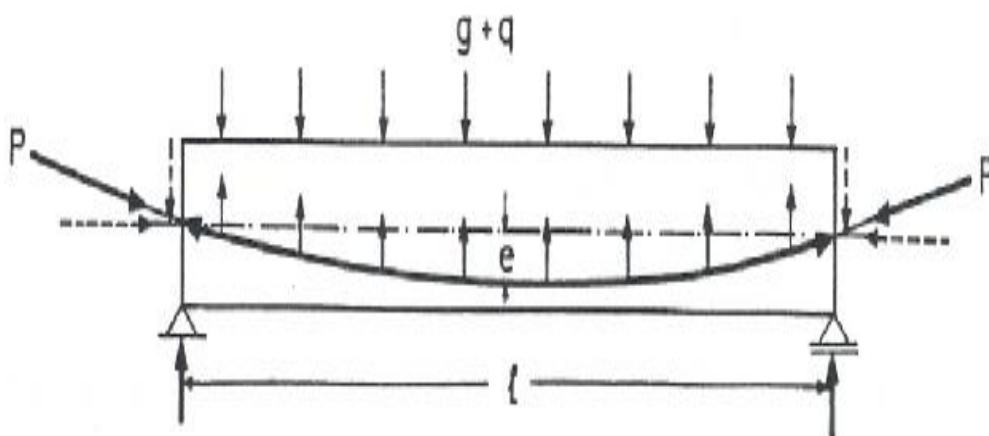
2.3 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ

Η μέθοδος της προέντασης παρουσιάζει κάποια μειονεκτήματα, εκ των οποίων μερικά θα αντιμετωπιστούν με την πάροδο του χρόνου γιατί όπως κάθε νέα εφαρμογή έτσι και η επιστήμη του προεντεταμένου σκυροδέματος χρειάζεται χρόνο για να εφαρμοστεί και να αποφέρει το 100% των δυνατοτήτων της. Τα μειονεκτήματα αυτά είναι τα εξής:

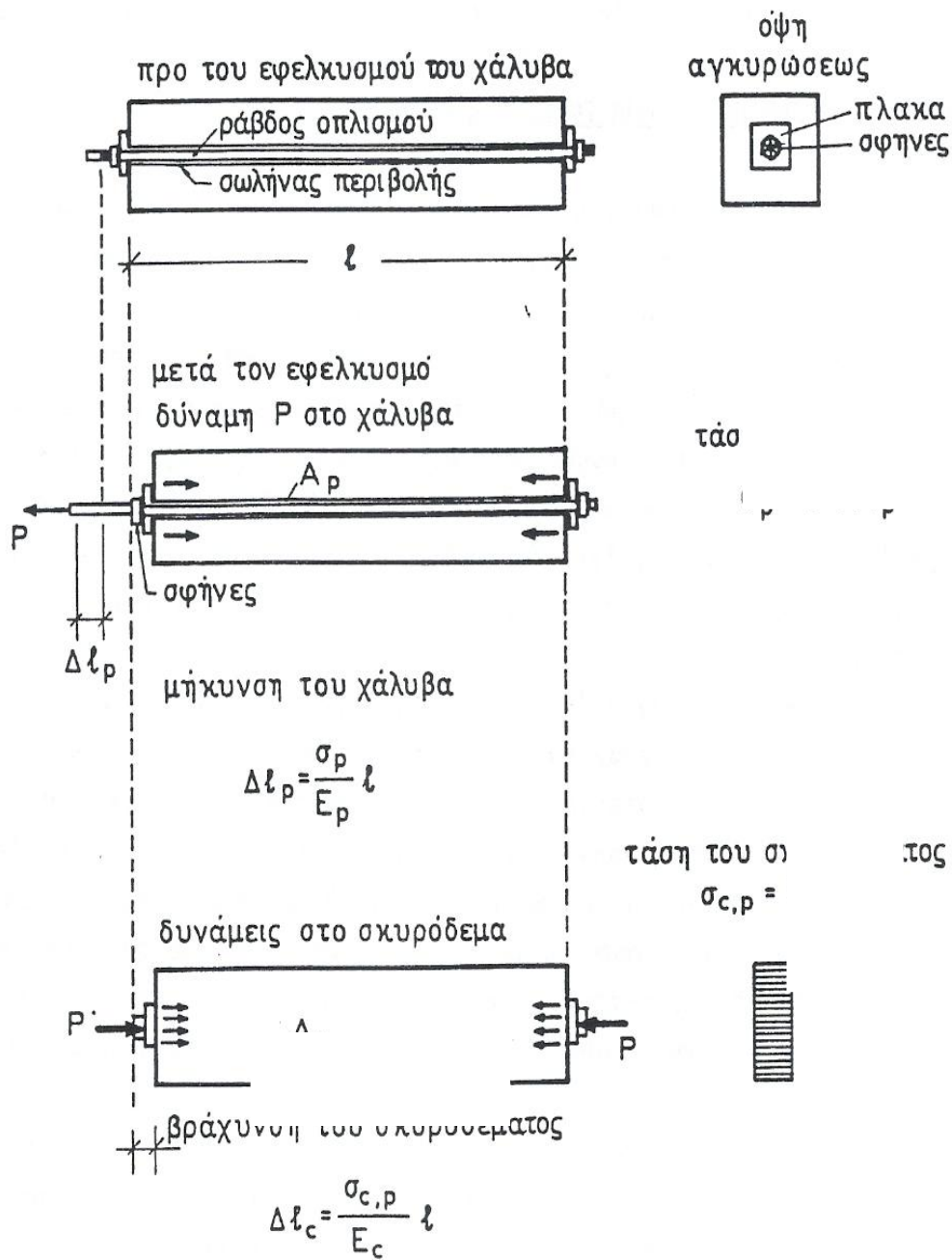
1. Εκτεταμένοι και ακριβείς υπολογισμοί. Ο σχεδιασμός προεντεταμένων φορέων απαιτεί γενικά αυξημένη ακρίβεια. Η προσθήκη μιας φορτίσεως αντιθέτου φοράς προς τα λοιπά φορτία τροποποιεί τη γενική εικόνα ασφάλειας που ξέρουμε. Έτσι αντί μιας πλευράς ασφαλείας έχουμε μια ζώνη περιοχής ασφαλείας από την οποία μπορούμε και πάλι να βγούμε και να βρεθούμε σε περιοχή κινδύνου αυξάνοντας ορισμένα χαρακτηριστικά μεγέθη.
2. Ειδικευμένο προσωπικό, με έμπειρο επόπτη μηχανικό για την εγγύηση η σωστή μεθοδολογία της εφαρμογής.
3. Χάλυβας προέντασης – ευαίσθητος σε υψηλές θερμοκρασίες και διάβρωση, για αυτό απαιτούνται εκτεταμένες εργασίες μόνωσης και αντιδιαβρωτικής προστασίας του οπλισμού
4. Μικρή πλαστιμότητα, η οποία περιορίζει τα περιθώρια λανθασμένης φόρτισης των φορέων.

2.4 ΕΙΔΗ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ

Γενικά ακολουθούνται τρεις τρόποι προέντασης ο καθένας από τους οποίους επιτυγχάνεται με διαφορετική ακολουθία εργασιών και έχει τις δικές του ιδιαιτερότητες. Όμως ο τρόπος σκέψης που λειτουργούμε και στις τρεις περιπτώσεις είναι ίδιος. Όπως φαίνεται και από την εικόνα 11 τα στάδια εφαρμογής της μεθόδου είναι τα εξής τρία: Αρχικά τοποθετούνται οι τένοντες προέντασης στη δοκό χωρίς να έχουν τανυστεί, συνεπώς χωρίς να ενεργεί καμιά δύναμη σε αυτή. Σε δεύτερο στάδιο οι τένοντες επιμηκύνονται μέσω της μηχανής τάνυσης, δηλαδή τους εφελκούμε με αποτέλεσμα να τους δημιουργούμε τη τάση να θέλουν να επιστρέψουν στην αρχική τους κατάσταση. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η σταθερή θλίψη της δοκού μέσω του τένοντα και η δημιουργία αντιφορτίων που εξουδετερώνουν τα φορτία που καταπονούν τη δοκό.



Εικόνα 11: Καταπονημένη δοκός από φορτία λειτουργίας $g+q$ τα οποία αντισταθμίζονται από τα αντιφορτία που δημιουργούνται λόγω της προέντασης P



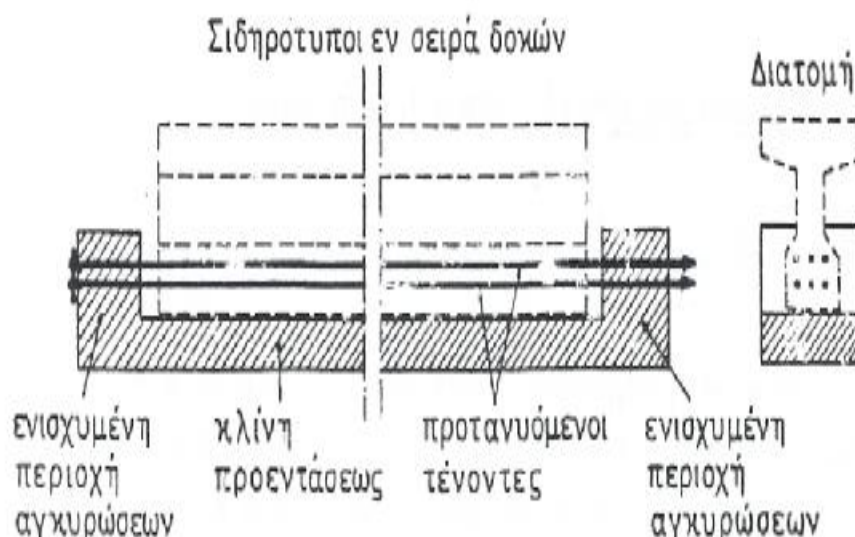
Εικόνα 12: Στάδια εφαρμογής δύναμης προέντασης

2.4.1 ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΚΧΥΣΗ ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται κυρίως την κατασκευή προκατασκευασμένων στοιχείων. Οι τένοντες χωρίς σωληνωτό περίβλημα διέρχονται μέσα από τον ξυλότυπο υπό ένταση και αγκυρώνονται :

- 1 είτε στα μέτωπα του ξυλότυπου.
- 2 είτε σε ειδικές διατάξεις εκτός αυτού.

Κατόπιν ακολουθεί η σκυροδέτηση της δοκού, η σκλήρυνση του σκυροδέματος (28 ημέρες) και στη συνέχεια αποδεσμεύονται οι τένοντες από τις αγκυρώσεις, οπότε η δύναμη προέντασης μεταφέρεται στο στοιχείο δια της πρόσφυσης χάλυβα σκυροδέματος. Αυτό συνηγορεί στη χρησιμοποίηση ράβδων, όσο γίνεται μικρότερης διαμέτρου. Με τη μέθοδο αυτή μπορούν να τοποθετηθούν μόνο ευθύγραμμοι εντατήρες επειδή είναι αδύνατο να εξασφαλιστούν οι απαιτούμενες δυνάμεις εκτροπής, που εφαρμόζονται στη περίπτωση των καμπύλων εντατήρων. Χαρακτηριστικό αυτού του τρόπου προέντασης είναι η άμεση επαφή των τενόντων (σύρματα ή συρματόσκοινα) με το σκυρόδεμα και η αγκύρωση τους με συνάφεια.



Εικόνα 13 : Διάταξη των τενόντων με ευθύγραμμη τοποθέτηση.

ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΙ ΤΕΝΟΝΤΕΣ

Για προένταση με τη μέθοδο της μακράς γραμμής, κατανέμεται επαρκής αριθμός πλακών στήριξης σε όλο το μήκος της κοίτης, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ότι οι τένοντες παραμένουν στη σωστή τους θέση κατά τη διάρκεια της σκυροδέτησης. Τα προεντεταμένα στοιχεία που είναι τοποθετημένα σε ευθεία γραμμή, θα είναι ελεύθερα να ολισθαίνουν κατά την διεύθυνση του μήκους τους, έτσι ώστε να επιτρέπουν τη μεταβίβαση της δύναμης προέντασης στο σκυρόδεμα κατά μήκος ολόκληρης της ευθείας.

Σε περίπτωση χρήσης μεμονωμένων καλουπιών, αυτά θα είναι επαρκώς άκαμπτα, έτσι ώστε να επιτρέπουν την αντίδραση στη δύναμη προέντασης χωρίς την ανάπτυξη παραμορφώσεων.

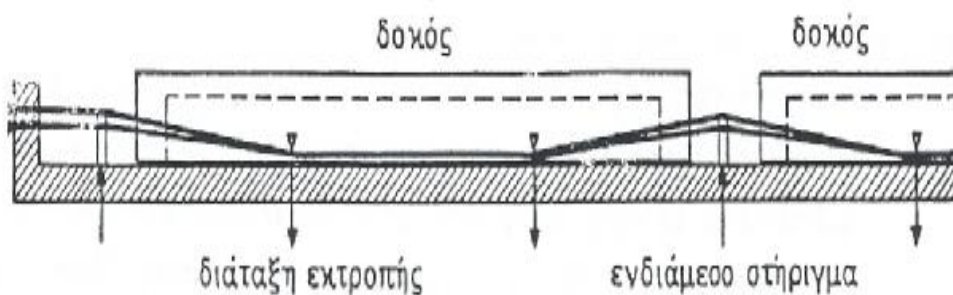


Εικόνα 14: Εφαρμογή ευθύγραμμης προέντασης σε γέφυρα.

ΤΕΘΛΑΣΜΕΝΟΙ ΤΕΝΟΝΤΕΣ

Όπου είναι δυνατόν, οι μηχανισμοί που συγκρατούν προς τα κάτω ή προς τα πάνω τους τένοντες, πρέπει να εξασφαλίζουν ότι το τμήμα που βρίσκεται σε επαφή με τον τένοντα είναι ελεύθερο να μετακινηθεί κατά μήκος της γραμμής του τένοντα, έτσι ώστε οι απώλειες λόγω τριβής να εκμηδενίζονται. Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται κάποιο σύστημα που αναπτύσσει δύναμη τριβής, η δύναμη αυτή προσδιορίζεται με δοκιμές και αφήνεται το κατάλληλο περιθώριο κατόπιν συμφωνίας με την Υπηρεσία.

Στους μεμονωμένους τένοντες, ο εκτροπές που βρίσκεται σε επαφή με τον τένοντα θα έχει ακτίνα όχι μικρότερη από 5 φορές τη διάμετρο του τένοντα, όταν πρόκειται για τένοντα από σύρματα, ή 10 φορές τη διάμετρο του τένοντα, για τένοντα από συρματόσχοινα και η συνολική γωνία εκτροπής δεν θα υπερβαίνει τις 15° .



Εικόνα 15: Διάταξη των τενόντων με καμπύλη τοποθέτηση

Η μεταβίβαση της δύναμης προέντασης στο σκυρόδεμα πραγματοποιείται σε συνδυασμό με την απελευθέρωση των δυνάμεων συγκράτησης του τένοντα προς τα κάτω ή προς τα πάνω, σύμφωνα με την έγκριση της Υπηρεσίας. Μετά την εγκατάσταση τους, όλοι οι σωλήνες θα σφραγίζονται και στα δυο τους άκρα με καλύμματα από πλαστικό.

2.4.2 ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΣΚΛΗΡΥΝΣΗ ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

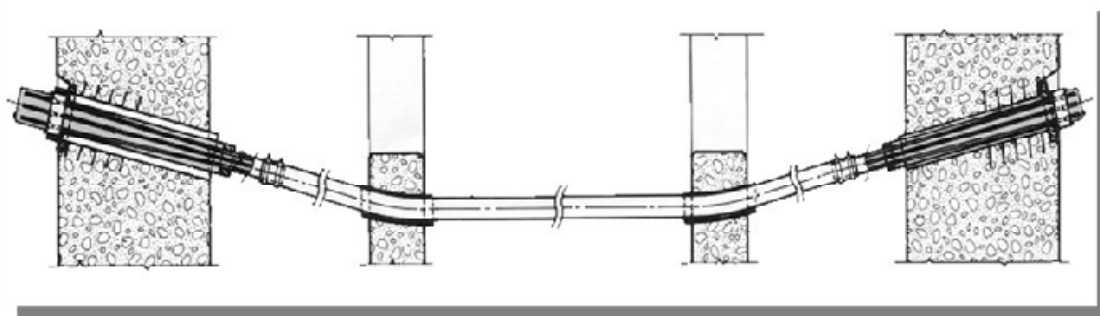
Οι τένοντες (σύρματα, ράβδοι, συρματόσκοινα, καλώδια) τοποθετούνται μέσα σε σωλήνες και αγκυρώνονται κατάλληλα στα άκρα τους. Οι συνθήκες εφαρμογής συστημάτων αυτής της μεθόδου καθορίζεται από τα πιστοποιητικά των συστημάτων προέντασης.

2.4.3 ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ

Εφαρμόζεται σε γέφυρες κιβωτιοειδούς δομής, οι οποίες υφίστανται. Σκοπός της εξωτερικής προέντασης είναι η ενίσχυση των υφιστάμενων γεφυρών. Απαιτήσεις σε περίπτωση εφαρμογής εξωτερικής προέντασης:

Οι σωλήνες εκτροπής και τα σάγματα ευθυγραμμίζονται επακριβώς, σε συμφωνία με τις διαστάσεις που υποδεικνύονται από τα εγκεκριμένα κατασκευαστικά σχέδια. Εκτός αν προδιαγράφεται αλλιώς, η ανοχή της θέσης των σωλήνων και των σαγμάτων θα είναι ± 3 mm. Κατά την κατασκευή του σκυροδέματος, οι χαλύβδινοι σωλήνες εκτροπής θα προβάλλουν τουλάχιστον κατά 75 mm από την επιφάνεια του σκυροδέματος. Όλοι οι σωλήνες και τα σάγματα διαμορφώνονται κατάλληλα με πυράκτωση ή με κάποια άλλη εγκεκριμένη μέθοδο, ώστε να αποφεύγεται η τοπική συγκέντρωση τάσεων έδρασης στην είσοδο και την έξοδο από το σωλήνα εκτροπής.

Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στην εξασφάλιση της αεροστεγανότητας κατά τη διαμόρφωση των ενώσεων των τμημάτων του σωλήνα. Οι σωλήνες δεν πρέπει να ενώνονται σε σημεία μεγάλων τάσεων έδρασης.



Εικόνα 16: Σκαρίφημα εφαρμογής εξωτερικής προέντασης

2.5 ΒΑΘΜΟΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ

2.5.1 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ

Για το σύνολο των φορτίων (τα μόνιμα και κάποιο ποσοστό των κινητών) το σκυρόδεμα βρίσκεται υπό πλήρη προένταση. Όταν όμως ενεργήσεις στη κατασκευή το σύνολο των φορτίων λειτουργίας τότε το σκυρόδεμα επιτρέπεται να ρηγματωθεί, χωρίς όμως το εύρος των ρωγμών να ξεπεράσει κάποιες τιμές ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος και το χρόνο διαρκείας του πρόσκαιρου ανοίγματος των ρωγμών. Έτσι ικανοποιούνται αρμονικά οι δύο σπουδαιότερες απαιτήσεις:

- α) της οικονομίας
- β) της ανθεκτικότητας στο χρόνο της κατασκευής.

Ο ΕΚΩΣ 2000 δέχεται την περίπτωση της περιορισμένης προέντασης όχι όμως και την περίπτωση της μερικής προέντασης

2.5.2 ΜΕΡΙΚΗ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ

Κατά την περίπτωση εφαρμογής αυτής της μεθόδου επιτρέπεται η ανάπτυξη εφελκυστικών τάσεων στις κρίσιμες διατομές, χωρίς όμως υπέρβαση της εφελκυστικής αντοχής του σκυροδέματος.

2.5.3 ΠΛΗΡΗΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ

Η ιδανική κατάσταση κατά την οποία καμία εφελκυστική τάση δεν επιτρέπεται. Σαν μέθοδος είναι αντιοικονομική και ενδείκνυται μόνο σε ιδιαίτερες περιπτώσεις, όπως δεξαμενές.

2.6 ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Τα στοιχεία από προεντεταμένο σκυρόδεμα ως προς την μορφή τους μπορεί (ενδεικτικά) να είναι:

α) Στοιχεία γεφυρών

- Προκατασκευασμένα στοιχεία γεφυρών.
- Πλάκες , πλακοδοκοί γεφυρών.
- Τμηματικά προεντεταμένες κιβωτοειδείς γέφυρες.
- Πρόβολοι κιβωτοειδών γεφυρών στους οποίους έχει εφαρμοστεί πλευρική προένταση.
- Περιμετρικά προεντεταμένες κατασκευές δεξαμενών, silos κ.λπ.
- Κιβωτοειδείς γέφυρες με εξωτερική προένταση.

β) Στοιχεία φέροντος οργανισμού κτιρίων. Προκατασκευασμένα στοιχεία κτιρίων με τη μέθοδο της προεντεταμένης κλίσης (δοκοί, πλάκες, πλαίσια).

Οι παραπάνω κατηγορίες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν περαιτέρω ως εξής:

- i. Οι τένοντες έχουν τανηθεί πριν από την σκλήρυνση σε προεντεταμένη κλίση και έχουν άμεση πρόσφυση με το σκυρόδεμα.
- ii. Οι τένοντες έχουν τανηθεί μετά την σκλήρυνση και οι σωλήνες προέντασης έχουν πληρωθεί με τσιμεντένεμα.
- iii. Οι τένοντες έχουν τανηθεί μετά την σκλήρυνση και δεν έχει εφαρμοστεί τσιμεντένεμα, οπότε δεν υπάρχει πρόσφυση με το σκυρόδεμα.
- iv. Οι τένοντες έχουν τανηθεί προοδευτικά με την επιβολή του φορτίου.

Η ενδεδειγμένη αντιμετώπιση των παραπάνω στοιχείων όταν πρέπει να καθαιρεθούν εξαρτάται από τους προαναφερθέντες παράγοντες, οπότε πρωταρχικής σημασίας είναι η αναγνώριση των προεντεταμένων κατασκευών, ακόμη και στην περίπτωση που δεν υπάρχουν πληροφορίες (σχέδια, μελέτες εφαρμογής) για την κατασκευή.

Η αναγνώριση αυτή θα γίνεται από Πολιτικό Μηχανικό με πιστοποιημένη εμπειρία στις προεντεταμένες κατασκευές.

Επισημαίνεται ότι, όπως και στην περίπτωση του οπλισμένου σκυροδέματος, η πτώση των αποκοπτόμενων στοιχείων επί υποκειμένων τμημάτων της κατασκευής ενδέχεται να οδηγήσει σε ανεξέλεγκτες καταστάσεις(μέχρι αλυσιδωτή κατάρρευση).

Ανάλογα με την θέση του στοιχείου θα πρέπει να διασφαλίζεται η ευχερής προσπέλαση του εξοπλισμού για την φόρτωση και μεταφορά των προϊόντων της καθαίρεσης.

2.6.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΑΠΟ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Στον παρακάτω πίνακα εμφανίζονται οι τυπικές λυγηρότητες στοιχείων κτιρίων οπλισμένου σκυροδέματος, η υπέρβαση των οποίων αποτελεί ένδειξη ύπαρξης προεντεταμένων στοιχείων:

Σύστημα πλάκας δαπέδου	Συνήθης λυγηρότητα (μήκος ανοίγμ. προς ύψος διατομής)	
	Ενός ανοίγματος	Συνεχών ανοιγμάτων
Πλάκα κατά μια διεύθυνση (αμφιέριστη)	25 έως 30	30 έως 35
Πλάκα κατά δύο διευθύνσεις (τετραέριστη)	30 έως 35	35 έως 40
Δοκίδες πατώματος	20 έως 25	25 έως 28
Δοκοί	18 έως 20	20 έως 25

Πέραν αυτών για την αναγνώριση προεντεταμένων στοιχείων (στην περίπτωση που δεν υπάρχει μελέτη εφαρμογής) πρέπει να ελεγχθούν και τα ακόλουθα:

- Εξέταση του δομικού συστήματος των πλακών. Ένδειξη ύπαρξης προεντεταμένης κατασκευής είναι η διαπίστωση ότι οι διαστάσεις πλάκας αμφιέριστης ή τετραέριστης υπερβαίνουν τα 8 m, ή ότι το σύστημα δοκίδων - πλακών έχει άνοιγμα μεγαλύτερο των 11 m ή όταν σύστημα δοκών έχει άνοιγμα μεγαλύτερο των 25 m (<<φυτευτό>>).
- Δοκοί μεγάλου ανοίγματος που φέρουν υποστηλώματα αποτελούν ένδειξη εφαρμογής προέντασης.
- Έλεγχος των άκρων των πλακών, της περιμέτρου του κτιρίου, των φρεατίων των κλιμακοστασίων και ανελκυστήρων, για ενδείξεις αγκυρώσεων προέντασης
- Έλεγχος των άκρων των δοκών και ενδιάμεσων τμημάτων προκατασκευασμένων δοκών για την ύπαρξη αγκυρώσεων.

2.7 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ

Για δεδομένη ηλικία του σκυροδέματος, οι απώλειες προέντασης σε μια διατομή (σε σχέση με τη μέγιστη τάση στο γρύλο προέντασης), ισούται με το άθροισμα:

1. των απωλειών πριν από τν προένταση του σκυροδέματος
2. των μειώσεων (στιγμιαίες απώλειες)
3. των χρόνιων απωλειών

Όπου δεν δίνονται ειδικοί κανόνες, η προένταση επιβάλλεται σε χρόνο που καθορίζεται από τις ακόλουθες συνθήκες:

1. συνθήκες παραμορφώσεων του στοιχείου
2. ασφάλεια σχετιζόμενη με την θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος
3. ασφάλεια σχετιζόμενη με τοπικές εντάσεις
4. ασφάλεια των αγκυρώσεων των τενόντων

Η απλοποίηση του υπολογισμού των απωλειών μέσω της χρήσης μέσων τιμών για τη δύναμη προέντασης, προϋποθέτει ότι ο υπολογισμός των απωλειών θα είναι λεπτομερής.

Συνήθως οι απώλειες προέντασης εκφράζονται ως τάσεις και όχι ως δυνάμεις.

2.7.1 ΣΤΙΓΜΙΑΙΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ

Οι παρακάτω απώλειες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς:

1. απώλειες λόγω τριβής στις διαμορφώσεις των καμπύλων καθώς και στις απώλειες λόγω ολίσθησης στις αγκυρώσεις της προεντεταμένης κλίνης
2. απώλειες λόγω χαλάρωσης του χάλυβα των τενόντων (που θεωρούνται ότι είναι εκτεθειμένοι) κατά τη χρονική περίοδο μεταξύ έντασης των τενόντων και εφαρμογής της προέντασης στο σκυρόδεμα.

2.7.1.1 ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΒΡΑΧΥΝΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Πρέπει να ληφθεί υπόψη η μείωση προέντασης λόγω βράχυνσης του σκυροδέματος η οποία προκύπτει:

1. στην περίπτωση προτάνυσης ως αποτέλεσμα της δράσης των τενόντων όταν ελευθερώνονται από τις αγκυρώσεις τους
2. στην περίπτωση προέντασης ως αποτέλεσμα του προγράμματος τάνυσης των τενόντων.

2.7.1.2 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΙΒΩΝ

Η τριβή μεταξύ τένοντα και σωλήνα κατά τη προένταση προκαλείται από την καμπυλότητα των τενόντων, καθώς και από τις παρασιτικές αποκλίσεις ακόμα και σε ευθυγραμμία.

Οι τιμές του συντελεστή τριβής δεν εξαρτώνται μόνο από την επιφάνεια του τένοντα και την εσωτερική επιφάνεια του σωλήνα αλλά και από τη μορφή της χάραξης και από την υδατοστεργανότητα των σωλήνων.

Σε περίπτωση έλλειψης ακριβέστερων τιμών, επιτρέπεται να γίνουν δεκτές ως αντιπροσωπευτικές οι εξής τιμές για τένοντες χωρίς λιπαντικά, με ακτίνα καμπυλότητας μεγαλύτερη από 6m:

1. $\mu = 0,50$ για τένοντες με άμεση επαφή με το σκυρόδεμα
2. $\mu = 0,30$ για μη λεία σύρματα που βρίσκονται μέσα σε μεταλλικούς σωλήνες, καθώς και για ράβδους
3. $\mu = 0,25$ για λεία κυκλικά σύρματα μέσα σε μεταλλικούς σωλήνες
4. $\mu = 0,20$ για δέσμες παράλληλων συρμάτων ή καλώδια μέσα σε μεταλλικούς σωλήνες

Οι τιμές που δίνονται παραπάνω μπορούν να πολλαπλασιαστούν επί 0,90 για τένοντες με ελαφρά λίπανση (διαλυτό έλαιο).

Λίπανση επιτρέπεται μόνο με λιπαντικά για τα οποία υπάρχει εγκριτική απόφαση ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος βλάβης του αλκαλικού περιβάλλοντος των τενόντων.

2.7.1.3 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ

Κατά τη σφήνωση του τένοντα στην αγκύρωση, στα περισσότερα συστήματα προεντάσεως, λαμβάνει χώρα μια ολίσθηση προς της πλευρά της δοκού. Η ολίσθηση αυτή είναι της τάξεως των 2-8 mm, ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο σύστημα προεντάσεως. Αν δεν υπήρχε η τριβή κατά μήκος του τένοντα η ολίσθηση θα επηρέαζε όλο το μήκος της δοκού. Λόγω όμως, της αναπτυσσόμενης τριβής, η ολίσθηση αποσβύεται σε μια απόσταση χ από την αγκύρωση. Οι τιμές που θα ληφθούν υπόψη ορίζονται στα πιστοποιητικά των συστημάτων προέντασης

2.7.1.4 ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ ΣΦΗΝΩΝ

Εξαιτίας της ολίσθησης των σφηνών στην αγκύρωση, που οφείλεται στη ροή της δύναμης τάνυσης από το γρύλο στην κεφαλή αγκύρωσης, εμφανίζονται απώλειες που επηρεάζουν την αρχική έκταση του τένοντα.

Θεωρώντας ότι η τάση στον τένοντα ενεργεί με τον ίδιο τρόπο κατά την διάρκεια της τάνυσης καθώς και της χαλάρωσης, η κατανομή της δείχνεται στο παρακάτω σχήμα:

Όπου:

r (mm) = ολίσθηση σφηνών.

L (mm) = το μήκος της αρχικής έκτασης του τένοντα.

σ_L (N/mm²)= τάση τένοντα σε απόσταση L .

σ_I (N/mm²)= τάση αγκύρωσης του γρύλου πριν την μεταφορά της δύναμης στην αγκύρωση.

ρ (N/mm) = $(\sigma_I - \sigma_L)/L = \Delta\sigma / L$ απώλειες τάσης ανά χιλιοστό λόγω τριβής

d (mm) = μήκος τένοντα λόγω επιρροής φαινομένου ολίσθησης σφηνών

E (N/mm²) = Μέτρο ελαστικότητας του συρματόσχοινου.

L (mm) = μήκος τένοντα επηρεασμένο από την ολίσθηση των σφηνών.

σ_a (N/mm²) = τάση αγκύρωσης στην κεφαλή μετά την ολίσθηση των σφηνών.

Σd (N/mm²) = τάση τένοντα σε απόσταση d .

Ισχύει:

Γνωρίζοντας την ολίσθηση σφηνών r

$$\sigma_d = \sigma_I - \rho d$$

$$\sigma_a = \sigma_I - 2 \rho d$$

Σε περίπτωση που απαιτείται ο υπολογισμός της σ_d

$$d = (\sigma_I - \sigma_d) / \rho$$

$$r = d^2 \rho / E$$

2.7.1.5 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΣΤΗΝ ΑΓΚΥΡΩΣΗ

Θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη απώλειες μετά την τάνυση λόγω ολίσθησης των σφηνών στις αγκυρώσεις κατά τη διαδικασία της αγκύρωσης καθώς και λόγω των παραμορφώσεων της ίδιας της αγκύρωσης.

2.7.2 ΧΡΟΝΙΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ

Οι χρόνιες απώλειες μπορούν να υπολογιστούν θεωρώντας τις ακόλουθες δύο μειώσεις της έντασης:

1. Λόγω της μείωσης της μήκυνσης του χάλυβα που προκαλείται από τη βράχυνση του σκυροδέματος λόγω ερπυσμού και συστολής συρρίκνωσης, υπό τα μόνιμα φορτία.
2. Τη μείωση της τάσης του χάλυβα εξαιτίας της χαλαρώσης του υπό εφελκυσμό.

Σημείωση: Η χαλάρωση του χάλυβα εξαρτάται από την παραμόρφωση του σκυροδέματος λόγω του ερπυσμού και της συστολής συρρίκνωσης. Η αλληλεπίδραση αυτή μπορεί γενικά και προσεγγιστικά να λαμβάνεται υπόψη μέσω ενός συντελεστή ίσου προς 0,8.

2.7.2.1 ΕΡΠΥΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΟΛΗ ΞΗΡΑΝΣΕΩΣ

Ερπυσμός είναι το φαινόμενο που χαρακτηρίζει την ιδιότητα ορισμένων υλικών να εμφανίζουν συνεχή αύξηση των παραμορφώσεων με το χρόνο, ενώ οι αντίστοιχες τάσεις παραμένουν σταθερές. Στο φαινόμενο αυτό οφείλεται η αύξηση των παραμορφώσεων σε κατασκευές που καταπονούνται σε μακροχρόνια φορτία. Συνέπεια του φαινομένου του ερπυσμού είναι η αστοχία μετά προσδιορισμένου χρόνου υπό σταθερή τάση που είναι μικρότερη από την αντίστοιχη αντοχή σε βραχυχρόνια φόρτιση.

Παράμετροι που επηρεάζουν τον ερπυσμό:

1. χρόνος
2. ηλικία φορτίσεως (βαθμός ωρίμανσης του σκυροδέματος. Όσο μεγαλώνει ο βαθμός ωρίμανσης τόσο μικραίνει η συστολή ξήρανσης)
3. η σύνθεση του σκυροδέματος
 - λόγος νερού τσιμέντου
 - είδος τσιμέντου προτιμούνται τα σκυροδέματα ταχείας ανάπτυξης της αντοχής)
 - αδρανή (αντιστέκονται στη μεταβολή του όγκου του σκληρυμένου σκυροδέματος)
4. το μέγεθος και το είδος της διατομής (τα μικρά στοιχεία παρουσιάζουν μεγαλύτερη και ταχύτερη ερπυστική παραμόρφωση)
5. υγρασία και θερμοκρασία συντηρήσεως. (η απουσία υγρασίας βοηθάει στην ανάπτυξη του ερπυσμού)

ΣΥΣΤΟΛΗ ΞΥΡΑΝΣΗΣ

Έχει παρατηρηθεί ότι με την πάροδο του χρόνου το σκυρόδεμα παρουσιάζει στον αέρα, χωρίς την επίδραση καμιάς εξωτερικής δυνάμεως, συστολή και μέσα στο νερό διαστολή του όγκου του.

Τα φαινόμενα αυτά τα ονομάζουμε **χρόνια συστολή** και **διαστολή** του σκυροδέματος (**ή συστολή ξηράνσεως και διαστολή υγράνσεως**).

Η συστολή αυτή στον αέρα δεν πρέπει να συγχέεται με την συστολή της πήξεως που οφείλεται στη χημική δράση των ενεργών προϊόντων ούτε με τις ελαστικές ή

πλαστικές παραμορφώσεις και τον ερπυσμό, που οφείλονται στη δράση εξωτερικών δυνάμεων.

Από τις θεωρίες που έχουν έως τώρα διατυπωθεί για την εξήγηση του φαινομένου αυτού, επικρατέστερη κρίνεται η θεωρία που διατύπωσε ο Freyssinet και η οποία αποδίδει τις μεταβολές αυτές του όγκου στις δυνάμεις που ασκούνται από το νερό στα τοιχώματα των τριχοειδών του υλικού.

Το νερό που βρίσκεται μέσα σε τριχοειδή κοιλότητα, διαμέτρου d , ασκεί, όπως είναι γνωστό, στα τοιχώματα της κοιλότητας περιμετρικά δύναμη $T=c/d$, όπου c σταθερά που εξαρτάται από τη συνάφεια των δύο υλικών.

Αντίθετα προς τις δυνάμεις αυτές δρα η πίεση των υδρατμών που βρίσκονται μέσα στην τριχοειδή κοιλότητα, επάνω από την επιφάνεια του νερού.

Η υπόθεση αυτή δεν μπορεί ν' αποδειχτεί άμεσα, αλλά οδηγεί σε συμπεράσματα που συμπίπτουν σε ικανοποιητικό βαθμό με τα πειραματικά αποτελέσματα.

Απόδειξη του ότι η χρόνια συστολοδιαστολή οφείλεται οπωσδήποτε στη δράση του νερού είναι το γεγονός ότι, εάν η εξάτμιση γίνει ύστερα από κατάψυξη (μετατροπή του νερού απευθείας από τη στερεά στην αέρια κατάσταση) η ξήρανση του υλικού πραγματοποιείται χωρίς την εμφάνιση της συστολής.

Για οικοδομικά έργα μπορούν να λειφθούν για τον τελικό συντελεστή ερπυσμού και την τελική συστολή ξήρανσης ($t = 00$), ως αντιπροσωπευτικές οι τιμές του πίνακα εφόσον η τάση του σκυροδέματος δεν υπερβαίνει την τιμή $0,50 \cdot f_{ck}$.

(t _∞ ,t ₀)						
Ηλικία t ₀ τη στιγμή της φόρτισης (ημέρες)	Ιδεατό μέγεθος 2*Ac / u σε mm					
	50	150	600	50	150	600
	Ξηρές ατμοσφαιρικές συνθήκες εσωτερικού χώρου (RH=50%)			Υγρές ατμοσφαιρικές συνθήκες υπαίθρου (RH=80%)		
1	5.50	4.60	3.70	3.60	3.20	2.90
7	3.90	3.10	2.60	2.60	2.30	2.00
28	3.00	2.50	2.00	1.90	1.70	1.50
90	2.40	2.00	1.60	1.50	1.40	1.20
365	1.80	1.50	1.20	1.10	1.00	1.00
Ecs (t _∞ ,t ₀)*10 ³						
Θέση του στοιχείου	Σχετική υγρασία (%)	Ιδεατό μέγεθος 2*Ac / u σε mm				
		<150		>600		
Εσωτερικός χώρος	50	-0,6		-0,5		
Υπαίθριος	80	-0,33		-0,28		

Πίνακας 2: Τελικές τιμές του συντελεστή ερπυσμού και της συστολής ξήρανσης σκυροδέματος

$RH =$ σχετική υγρασία.

A_c είναι το εμβαδόν της διατομής του στοιχείου και u είναι η περίμετρος της διατομής σε επαφή με την ατμόσφαιρα.

Στην περίπτωση κιβωτιοειδούς διατομής ή διατομής με διάκενα της οποίας το εσωτερικό συγκοινωνεί με την ελεύθερη ατμόσφαιρα, το u θα περιλαμβάνει και την εσωτερική περίμετρο.

Για ενδιάμεσα μεγέθη, μεταξύ 150 και 600 mm, μπορεί να γίνεται γραμμική παρεμβολή στις τιμές του

Παραδοχές του πίνακα

- Ισχύει για συνήθη σκυροδέματα (με συνήθη αδρανή και με μέση συνεκτικότητα)
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος $+10^{\circ}\text{C}$, $+20^{\circ}\text{C}$
- Τάση σκυροδέματος $< 0,5f_{ck}$

2.7.2.2 ΧΑΛΑΡΩΣΗ

Το φαινόμενο της χαλάρωσης που χαρακτηρίζει την ιδιότητα ορισμένων υλικών να εμφανίζουν συνεχή μείωση των τάσεων με το χρόνο ενώ οι αντίστοιχες παραμορφώσεις παραμένουν σταθερές.

Σημαντικό χαρακτηριστικό για τον χάλυβα προέντασης είναι η χαλάρωση (μείωση της τάσης για σταθερή παραμόρφωση), που οφείλεται στη βαθμιαία μετακίνηση ατελειών της κρυσταλλικής δομής του υλικού όταν αυτό βρίσκεται υπό μακροχρόνια ένταση. Το μέγεθος της χαλάρωσης ενδιαφέρει άμεσα για τον υπολογισμό της μείωσης της δύναμης προέντασης. Η μείωση της τάσης του χάλυβα με τον χρόνο, ως ποσοστό της αρχικής του τάσης αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας και με το λόγο της αρχικής τάσης ως προς την εφελκυστική αντοχή του χάλυβα.

Στον Πίνακα δίνονται εκτιμήσεις συντελεστών χαλάρωσης για διάφορους τύπους χάλυβα και βαθμού προέντασης

Εκτίμηση τιμών χαλάρωσης σε 1000 ώρες			
σ _{ρο} /f _{pkt}	0.60	0.70	0.80
Ράβδοι	1.50%	4.00%	7.00%
Σύρματα, Συρματόσκοινα	10%	2.50%	4.50%

Πίνακας 3: Εκτίμηση τιμών χαλάρωσης

Ο ρυθμός χαλάρωσης του χάλυβα προέντασης είναι εντονότερος κατά τις πρώτες ώρες μετά την εφαρμογή του φορτίου και ακολούθως μειώνεται.

2.7.3 ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ

Γενικά, η τιμή σχεδιασμού της δύναμης προέντασης μπορεί να καθοριστεί από τον όρο $P_{d,t}(x) = \gamma_P P_{m,t}(x)$.

Για προεντεταμένα στοιχεία με τένοντες με μόνιμη απουσία συνάφειας, είναι γενικά απαραίτητο να λαμβάνεται η παραμόρφωση ολόκληρου του στοιχείου κατά τον υπολογισμό της αύξησης των τάσεων στον χάλυβα προέντασης. Εάν δεν πραγματοποιείται αναλυτικός υπολογισμός, μπορεί να θεωρηθεί πως η αύξηση των τάσεων από την ενεργή προένταση στην τάση στην οριακή κατάσταση αστοχίας είναι $\Delta\sigma_r, OKA$.

***Σημείωση:** Η τιμή του $\Delta\sigma_r, OKA$ για χρήση σε κάθε χώρα παρατίθεται στο αντίστοιχο Εθνικό Προσάρτημα. Η συνιστώμενη τιμή είναι 100 MPa.*

Εάν η αύξηση της τάσης υπολογίζεται χρησιμοποιώντας την παραμόρφωση ολόκληρου του στοιχείου, τότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι μέσες τιμές των ιδιοτήτων υλικού. Η τιμή σχεδιασμού της αύξησης των τάσεων $\Delta\sigma_{pd} = \Delta\sigma_r \cdot \gamma_{\Delta P}$ πρέπει να καθορίζεται εφαρμόζοντας τους μερικούς συντελεστές ασφαλείας $\gamma_{\Delta P, sup}$ και $\gamma_{\Delta P, inf}$ αντίστοιχα.

***Σημείωση:** Οι τιμές των $\gamma_{\Delta P, sup}$ και $\gamma_{\Delta P, inf}$ για χρήση σε κάθε χώρα παρατίθενται στο αντίστοιχο Εθνικό Προσάρτημα. Οι συνιστώμενες τιμές των $\gamma_{\Delta P, sup}$ και $\gamma_{\Delta P, inf}$ είναι 1,2 και 0,8 αντίστοιχα. Εάν πραγματοποιείται ανάλυση με θεώρηση αρηγμάτων διατομών, μπορεί να υποτεθεί ένα κάτω όριο παραμορφώσεων και η συνιστώμενες τιμές για το $\gamma_{\Delta P, sup}$ και το $\gamma_{\Delta P, inf}$ είναι 1,0.*

2.7.3.1 ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ ΣΤΙΣ ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΚΟΠΩΣΗΣ

Κατά τον υπολογισμό έναντι λειτουργικότητας και κόπωσης πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ανοχές λόγω πιθανών μεταβολών της προέντασης.

Λαμβάνονται υπόψη δύο χαρακτηριστικές τιμές δύναμης προέντασης στην οριακή κατάσταση λειτουργικότητας ως κατωτέρω:

$$P_{k,sup} = r_{sup} P_{m,t}(x) \quad (5.47)$$

$$P_{k,inf} = r_{inf} P_{m,t}(x) \quad (5.48)$$

όπου:

$P_{k,sup}$ είναι η ανώτερη χαρακτηριστική τιμή

$P_{k,inf}$ είναι η κατώτερη χαρακτηριστική τιμή

Σημείωση: Οι τιμές r_{sup} και r_{inf} για χρήση σε κάθε χώρα παρατίθενται στο αντίστοιχο Εθνικό Προσάρτημα. Οι συνιστώμενες τιμές είναι:

- για προένταση πριν τη διάστρωση του σκυροδέματος ή τένοντες χωρίς συνάφεια : $r_{sup} = 1,05$ και $r_{inf} = 0,95$

- για προένταση μετά τη σκλήρυνση του σκυροδέματος με τένοντες συνάφειας $r_{sup} = 1,10$ and $r_{inf} = 0,90$

- όταν λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα (π.χ. απευθείας μετρήσεις πριν τη διάστρωση του σκυροδέματος): $r_{sup} = r_{inf} = 1,0$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ

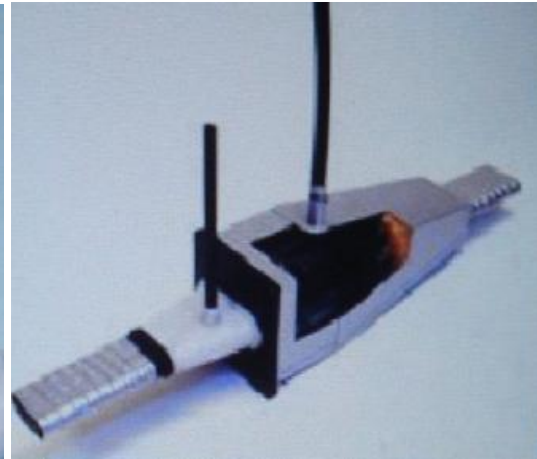
3.1 ΥΛΙΚΑ ΕΝΕΜΑΤΩΣΗΣ ΤΕΝΟΝΤΩΝ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ



ΠΛΑΚΑ ΑΓΚΥΡΩΣΗΣ



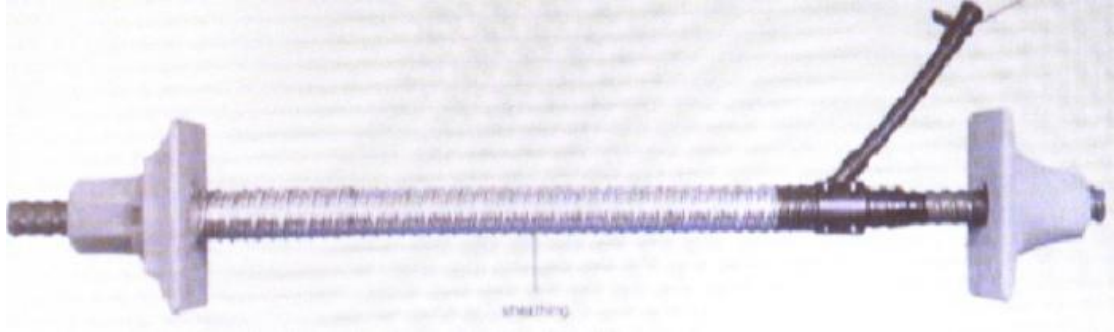
ΣΩΛΗΝΑΣ ΠΕΡΙΒΟΛΗΣ



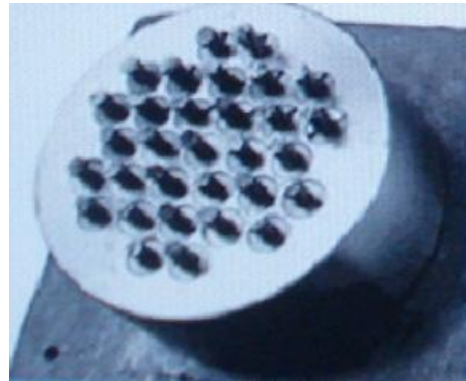
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΝΩΣΗΣ - ΜΑΤΥΣΗΣ



ΜΗΧΑΝΗ ΤΑΝΥΣΗΣ



ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΕΣ ΡΑΒΔΟΙ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ



ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΓΚΥΡΩΣΗΣ

3.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΚΧΥΣΗ ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΣΥΝΑΦΕΙΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ

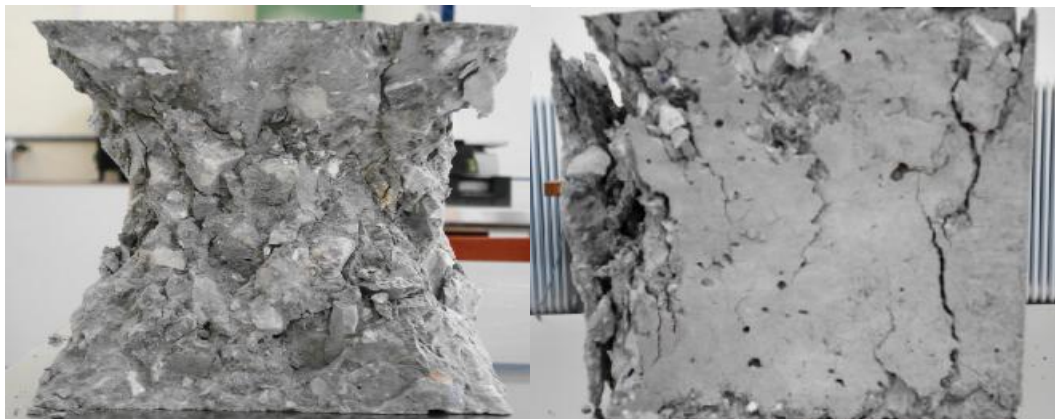
3.2.1 ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Ο μελετητής του Έργου δίνει τη δύναμη προέντασης που απαιτείται να εφαρμοσθεί στην κεφαλή της αγκύρωσης σύμφωνα με τη μελέτη. Από αυτή, υπολογίζεται η τελική πίεση P_0 που πρέπει να εφαρμοσθεί στο γρύλλο προέντασης, λαμβάνοντας ωστόσο υπόψη και τις απώλειες πίεσης στο γρύλλο και στο σύνολο της αγκύρωσης. Η επιμήκυνση A_0 που αναμένεται στον τένοντα δίνεται επίσης από τον Μελετητή του Έργου, λαμβάνοντας υπόψη τον αριθμό των συρματόσχοινων κάθε τένοντα και το μήκος του.

3.2.2 ΕΛΕΓΧΟΙ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ

- A.** Ελέγχεται ότι η πλάκα της αγκύρωσης είναι καθαρή από τσιμέντα. Σε αντίθετη περίπτωση καθαρίζεται ώστε να αφαιρεθούν τυχόν τσιμέντα από τη σκυροδέτηση.
- B.** Η αγκύρωση και τα σφηνάκια πρέπει να είναι καθαρά και απαλλαγμένα από τυχόν οξειδώσεις.
- Γ.** Τα συρματόσχοινα στα σημεία επαφής τους με τα σφηνάκια πρέπει να είναι καθαρά από τσιμέντα και οξειδώσεις. Στην αντίθετη περίπτωση καθαρίζονται επιμελώς με τη χρήση συρματόβουρτσας.
- Δ.** Ελέγχεται ο αριθμός του τένοντα και αναγράφεται στο δελτίο προέντασης.

3.3-ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ

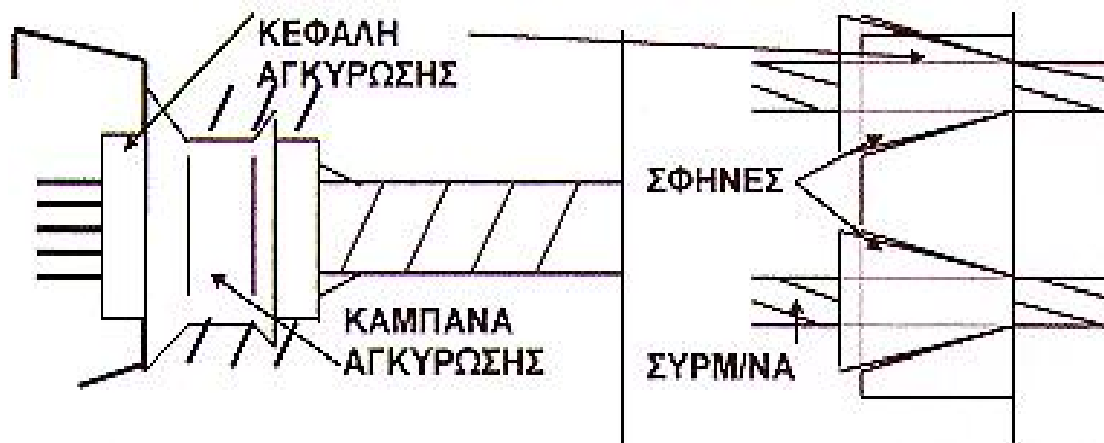


3.4 ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ

Η προένταση γίνεται σε στάδια και σε κάθε στάδιο αναγράφεται η εξασκηθείσα από το γρύλλο πίεση και η αντίστοιχη επιμήκυνση. Τα μανόμετρα που χρησιμοποιούνται είναι καλιμπραρισμένα (όλα τα σχετικά πιστοποιητικά οφείλουν να επιβάλλονται πριν από την προένταση). Επειδή είναι δύσκολο να καθορισθεί η επιμήκυνση του τένοντα στο πρώτο στάδιο, λόγω της χαλαρότητας των συρματόσχοινων μέσα στο σωλήνα, αυτή δίνεται από τη μέτρηση κατά το δεύτερο στάδιο το οποίο έχει διπλάσια πίεση από το πρώτο π.χ. 100 bar το πρώτο στάδιο και 200 bar το δεύτερο. Έτσι, η επιμήκυνση του πρώτου σταδίου υπολογίζεται αναγωγικά από αυτήν που μετράται στο δεύτερο στάδιο, δεδομένου ότι βρισκόμαστε στην ελαστική περιοχή του διαγράμματος τάσεων – παραμορφώσεων (Νόμος του Hooke). Η διαδικασία της προέντασης συνεχίζεται βηματικά μέχρι επιτεύξεως της τελικής πίεσης P_o . Η τελική επιμήκυνση δεν πρέπει να ξεπερνά την θεωρητική επιμήκυνση (υπολογισθείσα από τον Μελετητή του Έργου) κατά 10% αλλά ούτε και να είναι μικρότερη από αυτήν κατά 5%. ($-5\% A_o < A_o < 10\% A_o$).



3.5 ΑΓΚΥΡΩΣΕΙΣ



Οι αγκυρώσεις συνίστανται από τα ακόλουθα στοιχεία:

Κεφαλή αγκύρωσης : Πρόκειται για ένα κυλινδρικό τεμάχιο, το οποίο φέρει διάταξη από κωνικές οπές, μέσα από τις οποίες περνούν τα συρματόσχοινα. Η κεφαλή αγκύρωσης εφάπτεται με την μεταλλική πλάκα. Αποτελεί δε το στοιχείο μέσω του οποίου προσαρμόζεται η δύναμη προέντασης από τον υδραυλικό γρύλο, και η οποία μεταφέρεται μέσω της τρομπλάκας στην κατασκευή.

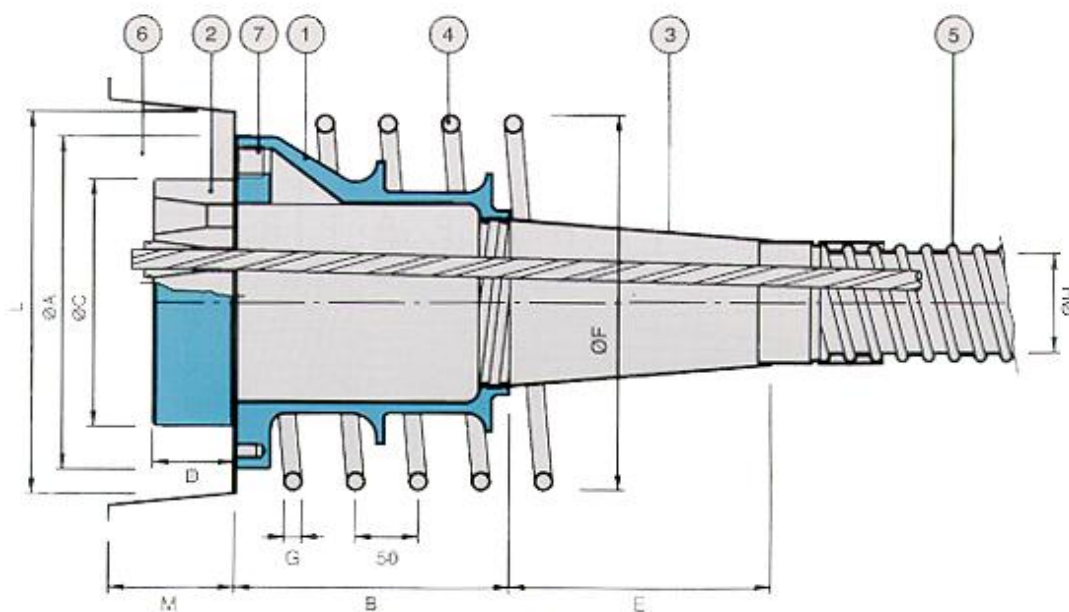
Καμπάνα αγκύρωσης (Τρομπόπλακα) : Αποτελείται από μία μεταλλική πλάκα και μία τρομπέτα. Κατά αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται η μεταφορά της δύναμης προέντασης από την κεφαλή αγκύρωσης στην κατασκευή. Επίσης, η τρομπλάκα παίζει το ρόλο του «οδηγού» για τα συρματόσχοινα από τον σωλήνα προς την κεφαλή αγκύρωσης.

Συρματόσχοινα : Η ποιότητά τους (μηχανικά χαρακτηριστικά) καθορίζονται από το Μελετητή του Έργου. Η τοποθέτησή τους στους σωλήνες γίνεται πριν από τη σκυροδέτηση, με τη βοήθεια ενός ηλεκτροκίνητου προωθητήρα.

Σφηνάκια : Είναι κωνικά στοιχεία από ειδικό χάλυβα, τα οποία περιβάλλουν τα συρματόσχοινα και τοποθετούνται στις κωνικές οπές της κεφαλής αγκύρωσης. Εξασφαλίζουν τη σφήνωση των συρματόσχοινων κατά τη διάρκεια της προέντασης.

Ο χάλυβας προέντασης είναι υψηλής αντοχής και αποτελείται από 7-κλώνα συρματόσχοινα, ένα ή περισσότερα ανάλογα με τις απαιτήσεις της μελέτης, τα οποία και αγκυρώνονται στις κωνικές τρύπες της κεφαλής αγκύρωσης με την βοήθεια των σφηνών αγκύρωσης. Η κεφαλή αγκύρωσης εδράζεται στην καμπάνα αγκύρωσης η οποία είναι εγκιβωτισμένη στο σκυρόδεμα.

Συμβολίζονται με ένα συνδυασμό γραμμάτων ο οποίος καθορίζει τον τύπο της αγκύρωσης ή του τένοντα καθώς και την σύνθεσή του. Για παράδειγμα, ML-12T15 σημαίνει κινητή αγκύρωση τύπου L για ένα τένοντα 12 συρματοσχοίωνων διαμέτρου 15.2 χιλιοστών (0.6 ιντσών) .



1. Καμπάνα αγκύρωσης
2. Κεφαλή αγκύρωσης
3. Δακτύλιος
4. Σειρές - Σπείρες
5. Σωλήνας Προέντασης
6. Εσοχή
7. Τρύπα ενέματος , Ποσότητα ενέματος

3.5.1 ΑΝΤΟΧΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΓΚΥΡΩΣΗΣ

Η ελάχιστη αντοχή του σκυροδέματος στην περιοχή της αγκύρωσης, τη στιγμή που επιβάλλεται η προένταση, εξαρτάται από τον τύπο της αγκύρωσης, την απόσταση των αγκυρώσεων και την εφαρμοζόμενη δύναμη. Γενικά, η αντοχή του σκυροδέματος γύρω από την αγκύρωση είναι περίπου 30 MPa (300 Kgr/cm²).

Ο οπλισμός του σκυροδέματος στις περιοχές της αγκύρωσης, υπολογίζεται ώστε να παραλαμβάνει τις σημαντικές δυνάμεις που αναπτύσσονται στο άκρο του φορέα / δοκαριού.

Είναι έτσι απαραίτητο, το σκυρόδεμα στην περιοχή αυτή να είναι υψηλής αντοχής χωρίς την παρουσία φυσαλίδων και η χρήση του οπλισμού δεν πρέπει να δημιουργεί κενά ή λοιπές ατέλειες.

Πρέπει λοιπόν στην μελέτη της κατασκευής να έχει υπολογιστεί ο ακριβής απαιτούμενος οπλισμός για να ισορροπήσει τις δυνάμεις προέντασης που είναι συνάρτηση του σχήματος και των διαστάσεων του άκρου (κούτελο) του φορέα / δοκαριού, της κατανομής των αγκυρώσεων και της κλίσης του τένοντα σε σχέση με την επιφάνεια σκυροδέτησης.

Ακόμα θα πρέπει να προβλεφθεί ή ελάχιστη αξονική απόσταση (οριζόντια ή κατακόρυφη) μεταξύ δύο διαδοχικών αγκυρώσεων η οποία δίδεται στον κατωτέρω πίνακα:

ΤΥΠΟΣ ΑΓΚΥΡΩΣΗΣ	4T15	7T15	12T15	15T15	19T15	22T15	27T15	31T15
Απόσταση X /Y (οριζόντια X ή / και κατακόρυφη Y)	210	270	350	395	440	475	525	565

Οι ανωτέρω αποστάσεις (σε χιλιοστά), νοούνται ως ελάχιστες επιτρεπτές. Η ελάχιστη επιτρεπτή επιφάνεια φόρτισης (X x Y) σύμφωνα με τον κανονισμό prEN(00250 Nr. 46) δύναται να μεταβληθεί σύμφωνα με τον τύπο $[0,8 \times (X/Y)] \times [1,25 \times (X/Y)]$, εάν και εφόσον η απόσταση από το κάθε άκρο δεν είναι μικρότερη από το X/2 η οποία και είναι η ελάχιστη επιτρεπτή.

Απόσταση μεταξύ των στηρίξεων των περιβλημάτων προέντασης

Για την εξασφάλιση της γεωμετρίας των τενόντων απαιτείται η πρόβλεψη σημείων στηρίξεως σε αποστάσεις που συνήθως κυμαίνονται περί το 1.0 m για τένοντες που τοποθετούνται πριν τις εργασίες σκυροδέτησης, και αντιστοίχως περί 50 cm για τένοντες που τοποθετούνται μετά την σκυροδέτηση.

3.6 ΤΣΙΜΕΝΤΕΝΕΣΗ

Η μόνιμη προστασία ενός τένοντα προέντασης στην περίπτωση που η τάνυση πραγματοποιείται μετά την σκλήρυνση του σκυροδέματος επιτυγχάνεται με την τσιμεντένεση υπό πίεση του σωλήνα. Οι κύριοι λόγοι που επιβάλλουν την τσιμεντένεση είναι οι εξής:

- A.** Προστασία του χάλυβα προέντασης από οξείδωση. Για το λόγο αυτό απαιτείται η πλήρωση όλων των κενών του σωλήνα με τσιμεντένεμα.
- B.** Εξασφάλιση επαρκούς συνάφειας μεταξύ του χάλυβα προέντασης και του σκυροδέματος (συμπεριφορά της διατομής ως ολόσωμης).
- Γ.** Η πλήρωση του σωλήνα με τσιμεντένεμα εξασφαλίζει τη μη είσοδο νερού και ως εκ τούτου την πιθανή δημιουργία πάγου

3.6.1 ΤΣΙΜΕΝΤΕΝΕΜΑ

Το τσιμεντένεμα πρέπει να πληρεί τα παρακάτω:

- A. Υψηλή αντοχή σε θλίψη:** Η αντοχή ελέγχεται σε κυλινδρικά δοκίμια διαμέτρου 10cm και ύψους 8cm, όπως ορίζεται από τον Πίνακα 2 του EN 447, ή σε κυβικά δοκίμια ακμής όχι μεγαλύτερης από 10cm. Η αντοχή σε 28 ημέρες θα πρέπει να είναι 300 kg/cm² ή σε επτά (7) ημέρες 240 kg/cm².
- B. Ελάχιστη εξίδρωση:** Το τσιμεντένεμα υφίσταται καθίζηση κατά την πήξη, με αποτέλεσμα να μένει νερό στην πάνω επιφάνεια. Αυτό έχει σαν συνέπεια να μένουν πιθανώς μερικά συρματόσχοινα απροστάτευτα στο πάνω μέρος του τένοντα. Για να αποφευχθεί κάτι τέτοιο, η αναλογία νερού / τσιμέντο δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 0,44 όπως προβλέπεται στον EN 447.
- Γ. Επαρκής ρευστότητα:** Η ρευστότητα του τσιμεντενέματος πρέπει να είναι τέτοια ώστε να εισχωρεί σε όλα τα κενά μεταξύ του σωλήνα και των συρματόσχοινων. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται διάφορα χημικά πρόσθετα όπως το TRICOSAL 181 κ.α.

Πηγή: ΕΚΚΑΦ ΑΤΕΕ ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ

3.6.2 ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΣΙΜΕΝΤΕΝΕΣΗΣ

Σε κάθε σωλήνα υπάρχει ένα σωληνάκι εξαερισμού στα ανώτερα και κατώτερα σημεία (στις στηρίξεις και ανώτερα – κατώτερα σημεία καμπυλότητας).

Τα υλικά για την παρασκευή του τσιμεντενέματος πρέπει να υπάρχουν σε επαρκείς ποσότητες δίπλα στο συγκρότημα ανάμιξης. Η ανάμιξη διαρκεί 2 – 4min και το έτοιμο τσιμεντένεμα προωθείται στον αναδευτήρα, από όπου γίνεται η αναρρόφηση από μία πρέσσα τσιμεντενέματος. Η σειρά ανάμιξης των υλικών είναι : τσιμέντο – μέρος νερού – πρόσμικτο – υπόλοιπο νερό. Η ταχύτητα προώθησης του τσιμεντενέματος στον σωλήνα πρέπει να είναι μεταξύ 5 – 15m/min.

Κατά τη διάρκεια της τσιμεντένεσης δίνεται προσοχή ώστε η τροφοδοσία της πρέσσας με ένεμα να είναι συνεχής. Όταν το ένεμα αρχίσει να βγαίνει από τα σωληνάκια, αφήνεται επαρκής ποσότητα ενέματος να τρέξει ώστε να παρασύρει όλο τον αέρα από το σωλήνα. Στη συνέχεια, κλείνεται το σωληνάκι και πρεσσάρουμε μέχρι το μανόμετρο να δείξει την επιθυμητή πίεση, που είναι συνήθως 5 – 8 bar. Μετά την παρέλευση δύο (2) ωρών, ελέγχονται τα σωληνάκια και συμπληρώνονται με ένεμα αν χρειάζεται. Η τσιμεντένεση ενός τένοντα πρέπει να γίνεται συνεχόμενα, χωρίς διακοπές. Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι ο εξοπλισμός τσιμεντένεσης δεν μπορεί να εργάζεται συνεχώς πάνω από 4 ώρες χωρίς έκπλυση.

3.6.3 ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΤΑΝΥΣΗΣ

3.6.3.1 ΠΡΕΣΑ ΤΑΝΥΣΗΣ

α. Κάθε πρέσα που χρησιμοποιείτε για την τάνυση των τενόντων είναι εφοδιασμένη οπωσδήποτε με μανόμετρο και κατά το δυνατόν με δυναμόμετρο, για τον προσδιορισμό της δύναμης προέντασης. Το μανόμετρο φέρει δίσκο ακριβούς αναγνώσεως των πιέσεων. Κάθε πρέσα με το μανόμετρο της ελέγχεται και βαθμονομηθεί ως σύνολο, ώστε να εξασφαλίζεται η ακριβής μέτρηση των δυνάμεων προέντασης.

β. Υπάρχει επίσης διαθέσιμος εξοπλισμός για τη μέτρηση της επιμήκυνσης του τένοντα και κάθε κίνησής του εντός του συστήματος σφήνωσης. Η επιμήκυνση του τένοντα μετράται με ακρίβεια 2% ή 2 mm (επιλέγεται η τιμή που δίνει μεγαλύτερη ακρίβεια).

γ. Το δυναμόμετρο που ενδεχομένως χρησιμοποιηθεί, θα είναι κατάλληλα βαθμονομημένο και εφοδιασμένο με δείκτη, με τον οποίο θα μπορεί να μετρηθεί η δύναμη προέντασης του τένοντα προέντασης.

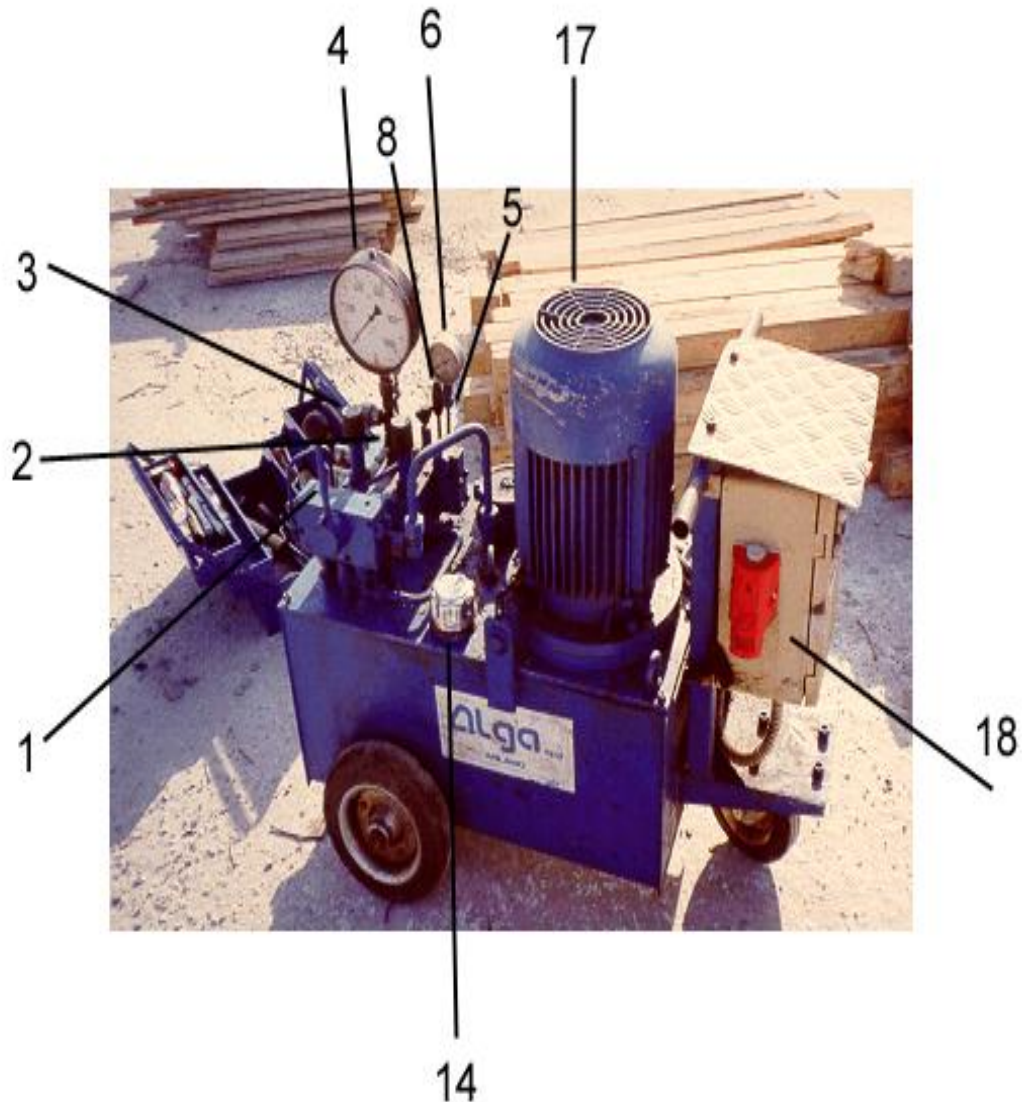
δ. Το δυναμόμετρο δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση δυνάμεων προέντασης μικρότερων του 10% της μέγιστης ικανότητας του. Τα εγκεκριμένα διαγράμματα βαθμονόμησης των υδραυλικών πρέσων, ελέγχονται πριν είτε και κατά τη διάρκεια της προέντασης.

ε. Οι υδραυλικές πρέσες και το σύστημα μέτρησης φορτίου και μηκύνσεων ρυθμίζονται πριν την τάνυση, καθώς και κατά διαστήματα 6 μηνών ή το πολύ ανά 100 εφελκυσμούς και όποτε οι μετρήσεις των δυνάμεων προέντασης και των επιμηκύνσεων δεν συμβιβάζονται με αποκλίσεις μεγαλύτερες από 5%. Οι συσκευές ελέγχονται μία φορά πριν από κάθε χρήση τους και στη συνέχεια τουλάχιστον μια φορά το μήνα.



Εικόνα 17: Μηχανή τάνυσης και σκαρίφημα στο οποίο φαίνεται πως ακυρώνεται ο τένοντας προέντασης

3.6.3.2 ΓΡΥΛΛΟΣ ΤΑΝΥΣΗΣ



- 01. Κύριος μοχλός ελέγχου τάνυσης ή σφήνωσης και επιστροφής.
- 02. Βαλβίδα μείωσης της πίεσης τάνυσης (max 650 bar).
- 03. Βαλβίδα εκτόνωσης πίεσης.
- 04. Μανόμετρο πίεσης τάνυσης.
- 05. Μοχλός επιλογής σφηνώσεως ή επιστροφής εμβόλου.
- 06. Μανόμετρο πίεσης σφήνωσης.
- 07. Μανόμετρο πίεσης επιστροφής.

08. Βαλβίδα ρύθμισης πίεσης σφήνωσης (max 120 bar).
09. Βαλβίδα ρύθμισης πίεσης επιστροφής (max 60 bar).
10. Σύνδεσμος σύσφιξης του σωλήνα υψηλής πίεσης για σφήνωση.
11. Σύνδεσμος σύσφιξης του σωλήνα υψηλής πίεσης για επιστροφή.
12. Σύνδεσμος σύσφιξης του σωλήνα υψηλής πίεσης για τάνυση.
13. Σύνδεσμος μετρητή για τον έλεγχο της πίεσης τάνυσης.
14. Είσοδος λαδιού.
15. Δείκτης στάθμης λαδιού.
16. Φίλτρο λαδιού με ένδειξη αλλαγής.
17. Ηλεκτρικός κινητήρας.
18. Διακόπτης ελέγχου λειτουργίας.

3.6.3.3 ΕΠΙΔΙΟΡΘΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ

Μετά το πέρας της τσιμεντένεσης και την πήξη της τσιμεντοκονίας, ακολουθεί η αποκοπή των σωλήνων εξαερισμού και των καθάρσιμα των εσοχών των αγκυρώσεων.

Η τσιμεντοκονία που εκτινάχθηκε κατά τη διαδικασία της τσιμεντένεσης στα διάφορα ανοίγματα καθαρίζεται καλά.

Στις επιφάνειες των αγκυρώσεων και στα προεξέχοντα άκρα των τενόντων –εάν απαιτείται-αλείφεται μία στρώση εποξειδικής κόλλας δύο συστατικών. Η κόλλα αυτή είναι ειδική για την συγκόλληση νωπού και σκληρυμένου σκυροδέματος, και συνοδεύεται από πιστοποιητικό του κατασκευαστή για την ικανοποιητική απόδοσή της κάτω από συνθήκες θερμοκρασίας που προβλέπεται να επικρατήσουν κατά την εκτέλεση των εργασιών.

Σχετικά με την αποκατάσταση των επιφανειών ακολουθούνται τα παρακάτω:

στο μέτωπο της προεντάσεως διαστρώνεται τσιμεντοκονίαμα πριν από την πήξη της εποξειδικής κόλλας. Το κονίαμα αποτελείται από τσιμέντο και άμμο, στις ίδιες αναλογίες με αυτές του υπό διόρθωση σκυροδέματος.

στις «φωλιές» των αγκυρώσεων σε οριζόντιες επιφάνειες του καταστρώματος (αναδύομενοι τένοντες) της γέφυρας, οι αποκαταστάσεις γίνονται με σκυρόδεμα ίδιας κατηγορίας με αυτή του φορέα.

στις οριζόντιες επιφάνειες του καταστρώματος και στις επιφάνειες σκυροδέματος, ανάλογα με την περίπτωση, ακολουθεί φινίρισμα μέχρις ότου ισοπεδωθούν με την επιφάνεια σκυροδέματος που τις περιβάλλει.

στις επιφάνειες σκυροδέματος προδιαγεγραμμένες για επιφανειακό τελείωμα ορατής επιφανείας, οι επισκευές γίνονται σε ελαφρά εσοχή, έτσι ώστε η περιοχή της επισκευής να καθορίζεται από τις ευθείες γραμμές που περιβάλλουν την δημιουργηθείσα εσοχή.

Προφυλάξεις μετά την τοποθέτηση:

Μετά την τοποθέτηση των συρματοσχοίων προέντασης στο δομικό στοιχείο αποφεύγονται κάθε είδους ηλεκτροσυγκολλήσεις, ή γειώσεις των συσκευών ηλεκτροσυγκόλλησης πάνω στους ξυλότυπους ή τους οπλισμούς.

Μετά το τέλος της προέντασης, τα προεξέχοντα συρματοσχοίνα κόβονται αφήνοντας ένα ελεύθερο μήκος περίπου 50 mm. Στη συνέχεια τα προεξέχοντα μήκη μαζί με μία επιφάνεια σκυροδέματος 25 mm γύρω από τον οπλισμό, καθαρίζονται με συρματόβουρτσα και βάζονται με ένα παχύ στρώμα ψευδαργύρου (τσίγκου). Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται έτσι ώστε το χρώμα να είναι καλά ανακατεμένο, και να καλύπτει κάθε κενό στους τένοντες προέντασης.

3.7 ΦΘΟΡΕΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

ΦΘΟΡΕΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Το οπλισμένο σκυρόδεμα είναι ένα από τα υλικά κατασκευής γεφυρών που εξασφαλίζει και υψηλή αντοχή της κατασκευής και μεγάλη πλαστικότητα (που στην χώρα μας είναι πολύ σημαντική αυτή η ιδιότητα, λόγω της υψηλής σεισμικής δραστηριότητας). Επίσης το σκυρόδεμα μπορεί και προστατεύει τον χάλυβα από τυχών φθορές όπως η διάβρωσή του από τις εξωτερικές περιβαλλοντικές συνθήκες, αλλά αυτό δεν επιτυγχάνετε πάντα.

Φθορά υλικού μιας γέφυρας (οπλισμένου σκυροδέματος) είναι κάθε απώλεια μηχανικών, φυσικών, χημικών και βιοχημικών διεργασιών. Οι φθορές που προκαλούνται από την απώλεια μηχανικών διεργασιών είναι η ρηγμάτωση και η διάβρωση. Η ρηγμάτωση προκαλείται κυρίως από την αρχική συστολή, την αρχική καθίζηση, την άμεση φόρτιση και τις επιβαλλόμενες παραμορφώσεις του σκυροδέματος. Η διάβρωση προκαλείται από την μηχανική απόξεση ή την σπηλαίωση του σκυροδέματος. Επίσης ρηγμάτωση προκαλείται και από τις φυσικές διεργασίες οι οποίες μπορεί να είναι, είτε οι θερμοκρασιακές μεταβολές, είτε η συστολή ξήρανσης, είτε από την επίδραση του παγετού στο σκυρόδεμα. Τέλος υπάρχουν δύο ειδών χημικές διεργασίες, αυτές που επιδρούν στον οπλισμό της

γέφυρας και αυτές που επιδρούν στο σκυρόδεμα. Επειδή το περιβάλλον του σκυροδέματος είναι αλκαλικό, προστατεύει τον οπλισμό από την διάβρωση, μ ένα λεπτό στρώμα οξειδίου του σιδήρου. Αυτό το στρώμα οξειδίου μπορεί να καταστραφεί είτε από την μείωση του ΡΗ του νερού που βρίσκεται στους πόρους του σκυροδέματος, είτε λόγω διείσδυσης χλωριόντων . Διάβρωση λόγω χλωριόντων συναντούμε κυρίως σε παράκτιες περιοχές ή σε περιοχές με χαμηλές θερμοκρασίες όπου χρησιμοποιείται αλάτι για να μην παγώνουν οι δρόμοι (αυτό έχει συνήθως ως αποτέλεσμα την διάβρωση του μπετόν της ανωδομής της γέφυρας. Η διάβρωση από τις βιοχημικές διεργασίες οφείλεται κυρίως στην ανάπτυξη μικροοργανισμών στην επιφάνεια του μπετόν.

Οι ρωγμές του σκυροδέματος και η διάβρωση του οπλισμένου σκυροδέματος, είναι από τις σημαντικότερες αιτίες απώλειας των μηχανικών ιδιοτήτων του υλικού. Επίσης η αποσάθρωση και η ενανθράκωση του σκυροδέματος, ο ερπυσμός, η συστολή ξηράνσεως και η επίδραση του χλωρίου στο σκυρόδεμα συμβάλουν στην απώλεια των μηχανικών, φυσικών, χημικών και βιοχημικών ιδιοτήτων του υλικού.

Αποσάθρωση είναι η καταστροφή ή η φθορά του σκυροδέματος λόγω, παγετού, αλκαλοπυριτικής αντίδρασης, από τριβή από κρούση και από χημικές προσβολές. Το νερό, ο αέρας, το κύμα, τα φερτά υλικά, η κίνηση των οχημάτων κ.λ.π. φθείρουν την γέφυρα με τριβή και κρούση. Όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση των παραπάνω δραστηριοτήτων τόσο μεγαλύτερες θα είναι οι φθορές τις γέφυρας. Η αντοχή της γέφυρας απέναντι στην τριβή και κρούση έχει να κάνει με την ποιότητα του τσιμέντου γενικότερα και την ποιότητα των αδρανών ειδικότερα. Η αντίδραση αλκαλίων του τσιμέντου με πυριτικά αδρανή, που περιέχουν άμορφο SiO₂ προκαλεί διόγκωση στην οποία οφείλεται η αποσάθρωση του σκυροδέματος. Στην Ελλάδα δεν χρησιμοποιούμε συνήθως πυριτικά αδρανή στη παρασκευή τσιμέντου άρα ο κίνδυνος για αποσάθρωση λόγω αλκαλοπυριτικής αντίδρασης είναι μειωμένος.

Όταν οι πόροι του σκυροδέματος είναι κορεσμένοι από νερό και δημιουργηθεί εναλλαγή κύκλων ψύξης και απόψυξης, το νερό που βρίσκεται στους πόρους του σκυροδέματος παγώνει και διογκώνεται με αποτέλεσμα να δημιουργείται αποσάθρωση του σκυροδέματος. Η αποσάθρωση από τα θειικά και από άλλες χημικές προσβολές οφείλεται στην αντίδραση του σκυροδέματος με κάθε χημική ουσία. Για την αποφυγή αυτής της φθοράς μειώνουμε το πορώδες του σκυροδέματος με την χρήση ειδικού τύπου τσιμέντο.

ΕΡΠΥΣΜΟΣ

Ως ερπυσμός χαρακτηρίζεται το μερίδιο της παραμόρφωσης του σκυροδέματος που εξαρτάται από τάσεις (δράση φορτίου) και εμφανίζονται με την πάροδο του χρόνου. Τα αίτια του ερπυσμού δεν έχουν πλήρως διευκρινισθεί, μάλλον είναι αποτελέσματα μετακινήσεως μορίων του νερού στην μάζα του σκυροδέματος εξ' αιτίας φορτίων.

Το μέγεθος του ερπυσμού εξαρτάται από:

- _ Ξηρός αέρας και μεγάλος υδατοτσιμεντοσυντελεστής αυξάνει τον ερπυσμό
- _ Μικρά δομικά στοιχεία παρουσιάζουν μεγαλύτερο ερπυσμό από ογκωδέστερα.
- _ Σκυρόδεμα νεαρής ηλικίας παρουσιάζει μεγαλύτερο ερπυσμό.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΧΛΩΡΙΟΥ ΣΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Τα άλατα που ρίχνουμε πχ στα καταστρώματα γεφυρών την χειμερινή περίοδο για να μην πιάσει πάγο ο δρόμος περιέχουν χλωρίδια, όπως επίσης χλωρίδια περιέχει και το θαλασσινό νερό, υπό την μορφή χλωριούχου νατρίου. Με τη διαπερατότητα εισχωρούν τα χλωρίδια στην μάζα του σκυροδέματος και καταστρέφουν λόγω μείωσης της αλκαλικότητας την προστατευτική μεμβράνη του χάλυβα. Η διάβρωση προχωρεί στο εσωτερικό του χάλυβα με αποτέλεσμα την επικίνδυνη χλωριούχο διάβρωση.

ΔΙΑΒΡΩΣΗ

Η διάβρωση συνήθως οφείλεται από την είσοδο νερού ή υγρασίας μέσα στο οπλισμένο σκυρόδεμα. Η είσοδος του νερού γίνεται είτε από το πορώδες που έχει το σκυρόδεμα είτε από διάφορες ρωγμές που έχουν δημιουργηθεί σ' αυτό. Το πορώδες αυξάνεται είτε από την κακή αναλογία και ποιότητα των αδρανών, είτε από την κακή συντήρηση του τσιμέντου.

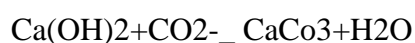
Ο οπλισμός που υπάρχει μέσα στο σκυρόδεμα προστατεύεται από την διάβρωση μέσω ενός λεπτού στρώματος ένυδρου οξειδίου που δημιουργείται χάρη στην υψηλή αλκαλικότητα του σκυροδέματος. Το λεπτό αυτό στρώμα ένυδρου οξειδίου, διατηρεί ανέπαφο τον οπλισμό, για μεγάλο χρονικό διάστημα από κάθε εξωτερική προσβολή (παθητικοποίηση χάλυβα). Το pH της αλκαλικότητας του σκυροδέματος είναι από

12,5 έως 13,2 και οφείλεται στην συγκέντρωση ισορροπίας $\text{Ca}(\text{OH})_2$ στο νερό των πόρων. Γενικά οι παράγοντες που καταστρέφουν τον οπλισμό είναι, η ύπαρξη χλωριόντων και CO_2 . Ο οπλισμός διαβρώνεται με ηλεκτροχημική δράση με την βοήθεια των χλωριόντων, ενώ το CO_2 αλλάζει το pH του σκυροδέματος καταστρέφοντας το προστατευτικό κάλυμμα που υπάρχει γύρω από τον οπλισμό χάρις την αλκαλικότητα του τσιμέντου. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα διείσδυσης του CO_2 είναι (εκτός από το πορώδες του σκυροδέματος): η συγκέντρωση του CO_2 , η θερμοκρασία και το ύψος της σχετικής υγρασίας. Η χημική σύσταση του τσιμέντου και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν την διείσδυση των χλωριόντων.

Το προστατευτικό στρώμα γύρω από τους οπλισμούς μπορεί να καταστραφεί γενικά από την ενανθράκωση και τοπικά, από ιόντα χλωρίου. Εάν η συγκέντρωση των χλωριόντων ξεπεράσει το 0,4-0,6% του βάρους του τσιμέντου έχουμε τοπικά βλενοειδή διάτρηση του προστατευτικού στρώματος.

ΕΝΑΝΘΡΑΚΩΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Η ενανθράκωση του σκυροδέματος προκαλείται από τη χημική αντίδραση του οξειδίου του άνθρακα που υπάρχει διάχυτο στην ατμόσφαιρα με το υδροξείδιο του ασβεστίου του σκυροδέματος.



Το σχηματιζόμενο ανθρακικό ασβέστιο CaCO_3 έχει ένα pH= 7-8, έτσι ώστε να μειώνεται η αλκαλικότητα σκυροδέματος. Το ξηρό σκυρόδεμα δε θα ενανθρακωθεί λόγω απουσίας της απαιτούμενης υγρασίας ενώ σε κορεσμένο με νερό σκυρόδεμα εμποδίζεται η διάχυση του αερίου CO_2 στους πόρους του σκυροδέματος.

Το υδροξείδιο του σιδήρου έχει όγκο περίπου 2,5 φορές μεγαλύτερο του χάλυβα, με αποτέλεσμα τη διάρρηξη του σκυροδέματος, απφλοίωση της επικαλυπτικής στρώσης του σκυροδέματος από την διόγκωση του σχηματιζόμενου υδροξειδίου του σιδήρου.

Η πιο σοβαρή επίπτωση της ενανθράκωσης στο οπλισμένο σκυρόδεμα είναι ότι μειώνει την αλκαλικότητα του τσιμέντου με συνέπεια την οξείδωση του οπλισμού. Επίσης άλλες συνέπειες της ενανθράκωσης είναι:

- Αύξηση της θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος (από 30-100%)

- Μείωση του πορώδους
- Αύξηση του ερπυσμού και της ταχύτητας του ερπυσμού
- Αυξάνεται η συστολή του σκυροδέματος λόγω της αποβολής του νερού.

Καθώς διαβρώνεται ο οπλισμός προκαλείται διόγκωση, η οποία με την σειρά της προκαλεί εφελκυστικές τάσεις στο σκυρόδεμα, που προκαλούν ρηγματώσεις και αποκόλληση της επικάλυψης του οπλισμού. Η οξείδωση του οπλισμού έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της μηχανικής αντοχής του.

ΡΩΓΜΕΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Η μικρή αντοχή του σκυροδέματος σε εφελκυσμό είναι η βασική αιτία δημιουργίας ρωγμών στα δομικά στοιχεία. Η εμφάνιση επομένως ρωγμών στην εφελκυστική ζώνη των στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα είναι αναπόφευκτη. Οι ρωγμές δεν επηρεάζουν την λειτουργικότητα ή την ανθεκτικότητα της κατασκευής στον χρόνο εφόσον περιοριστεί το πλάτος των ρωγμών σε επιτρεπτά όρια.

Ο Κανονισμός απαιτεί οι εμφανιζόμενες ρωγμές σε συνθήκες λειτουργίας να μην προκαλούν ελαττώματα όπως:

- Η εμφάνιση των ρωγμών δεν πρέπει να εμποδίζει ή να παραβιάζει την λειτουργικότητα της κατασκευής.
- Η εμφάνιση των ρωγμών δεν πρέπει να μειώνει την πλαστιμότητα της διατομής και να προκαλεί προβλήματα αισθητικής.
- Η εμφάνιση των ρωγμών δεν πρέπει να προκαλεί ανησυχία και αίσθημα φόβου στον χρήστη του δομήματος.
- Η εμφάνιση των ρωγμών δεν πρέπει να θέτει υπό αμφισβήτηση την ανθεκτικότητα της κατασκευής στον χρόνο, πχ από την πιθανότητα διάβρωσης του οπλισμού, αν το εύρος της ρωγμής ξεπεράσει κάποιο όριο.

Το σκυρόδεμα είναι ένα υλικό το οποίο φθείρεται από τους εξωτερικούς παράγοντες (όπως είναι οι καιρικές συνθήκες) και το οποίο αντιδρά 'μηχανικά' από τις φορτίσεις

της γέφυρας και από της φορτίσεις που δέχεται η γέφυρα. Ένα από τα αποτελέσματα των φθορών είναι οι ρωγμές.

Τα είδη των ρωγμών που συναντάμε είναι:

1. Εγκάρσιες ρωγμές
2. Διαμήκειες ρωγμές
3. Οριζόντιες ρωγμές
4. Κάθετες και διαγώνιες ρωγμές
5. Ρωγμές γωνιών
6. Ρωγμές προεξοχών

Επίσης οι ρωγμές διακρίνονται σε:

Πλαστικές ρωγμές διακένωσης

Οι πλαστικές ρωγμές διακένωσης εμφανίζονται περίπου μέσα σε μια ώρα (και σε περισσότερο από μία ώρα , εάν χρησιμοποιούνται επιβραδυντές πήξεως) από την στιγμή που θα τοποθετηθεί το σκυροδέμα μέσα στο καλούπι. Οι πλαστικές ρωγμές διακένωσης αρχίζουν να δημιουργούνται από την εκτεθειμένη (στις καιρικές συνθήκες) επιφάνεια του σκυροδέματος όπου η εξάτμιση του νερού της επιφάνειας γίνεται γρηγορότερα από τον χρόνο πήξεως του σκυροδέματος και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να προκαλείται στένεμα του εξωτερικού στρώματος του σκυροδέματος και να δημιουργούνται οι ρωγμές .Το σκυροδέμα έχει μία πλαστικότητα, όταν η πλαστικότητα αυτή είναι ανίκανη να παραλάβει τις φορτίσεις που δημιουργούνται, τότε το σκυροδέμα ανακουφίζεται με το ράγισμα .

Ρωγμές διάβρωσης

Οι διαδικασίες διάβρωσης που μπορούν να προκαλέσουν το ράγισμα περιλαμβάνουν το πάγωμα και το ξεπάγωμα, το βρέξιμο και την ξήρανση, τη θέρμανση και την ψύξη.

Κάθε τύπος σκυροδέματος είναι πορώδης, που μόνο το πορώδες μπορεί να είναι υψηλό ή χαμηλό και, επομένως, θα απορροφήσει την υγρασία. Όταν εκτίθεται στην υπερβολικά χαμηλή θερμοκρασία, η υγρασία θα παγώσει και θα επεκταθεί, με συνέπεια την υδραυλική πίεση που τείνει να αναγκάσει τη συγκεκριμένη επιφάνεια για να ραγίσει.

Οι διαδικασίες διάβρωσης που μπορούν να προκαλέσουν το ράγισμα στο σκυρόδεμα είναι το εναλλασσόμενο βρέξιμο και ξήρανση, η θέρμανση και η ψύξη. Και οι δύο διαδικασίες παράγουν τις αλλαγές όγκου στο σκυρόδεμα.

Εάν οι αλλαγές όγκου είναι υπερβολικές, οι ρωγμές μπορούν να εμφανιστούν, είναι παρόμοιες με εκείνες που συναντάμε στη διακένωση ξήρανσης και στις θερμικές πιέσεις.

Ρωγμές λόγω της οξείδωσης που προκαλείται από την επίθεση χλωριδίου στον οπλισμό του σκυροδέματος

Όταν ο ενισχύοντας χάλυβας ενσωματώνεται στο σκυρόδεμα δεν διαβρώνεται κανονικά επειδή βρίσκεται μέσα στο αλκαλικό περιβάλλον τσιμέντου και επειδή επικαλύπτεται από ένα προστατευτικό παθητικό στρώμα σκυροδέματος. Εντούτοις, εάν το βάθος της κάλυψης είναι ανεπαρκές ή το σκυρόδεμα είναι διαπερατό, το παθητικό στρώμα θα χωριστεί στην παρουσία υπερβολικών ποσών ιόντων χλωριδίου. Τα χλωρίδια μπορούν να προέλθουν από το χλωριούχο νάτριο (κοινό άλας) στις θαλάσσιες θέσεις ή από τις εφαρμογές απόψυξης, ή από τη χρήση ενός ιδιαίτερου χλωριδίου ασβεστίου μίξεων π.χ. (επιταχυντής), ή από το περιβάλλον χώμα, από τα μολυσμένα ύδατα ή απόβλητα.

Ρωγμές λόγω της οξείδωσης του χάλυβα που προκαλείται από ενανθράκωση του σκυροδέματος.

Η ενανθράκωση είναι μια διαδικασία στην οποία το διοξείδιο του άνθρακα (στην ατμόσφαιρα) αντιδρά και διαλύει το υδροξείδιο ασβεστίου στο ύδωρ πόρων της συγκεκριμένης δομής (σκυρόδεμα), με συνέπεια το σχηματισμό του ανθρακικού άλατος ασβεστίου και αυτή η αντίδραση αυξάνει την οξύτητα, δεδομένου ότι μειώνει το pH στην υγρασία του σκυροδέματος.

Συνεπώς, ο χάλυβας ενίσχυσης διαβρώνεται, επειδή η αλκαλικότητα του σκυροδέματος μειώνεται εξ αιτίας της μείωσης του pH μέσω της ενανθράκωσης, που μειώνει την παθητικότητα γύρω από το χάλυβα.

Ράγισμα που οφείλεται στην οξείδωση του οπλισμού, που προκαλείται από την έκθεση στην υγρασία και στις ατμοσφαιρικές συνθήκες

Η ενίσχυση, ο χάλυβας προσυμπίεσης και τα περισσότερα από τα στοιχεία χάλυβα, εάν εκτεθούν στην υγρή ατμόσφαιρα, θα οξειδωθούν λόγω της χημικής αντίδρασης της οξείδωσης. Αυτή η αντίδραση θα συνεχιστεί ακόμα κι αν τέτοιος χάλυβας

ενσωματώνεται στο σκυρόδεμα. Δεδομένου ότι η σκουριά καταλαμβάνει τον πολύ περισσότερο όγκο από το βασικό μέταλλο, η διαδικασία δημιουργεί την ακτινωτή επεκτατική πίεση στο περιβάλλον του σκυροδέματος και το σπάσιμο, που διαμορφώνει μια γραμμή ρωγμής αρχικά. Αυτό μπορεί περαιτέρω να οδηγήσει στο χωρισμό των φύλλων του σκυροδέματος (απελασματοποίηση).

Ρωγμές λόγω του αλκαλίου (στο τσιμέντο) που αντιδρά με ορισμένους αντιδραστικούς τύπους συνόλων

Αλκαλικό μείγμα αδρανών για μπετόν - Συνολικές ρωγμές

Μια σπάνια μορφή επέκτασης και ραγίσματος μπορεί να εμφανιστεί μετά από την αντίδραση μερικών μορφών πυριτίου και ανθρακικών αλάτων σε ορισμένα σύνολα με τα αλκάλια στο τσιμέντο. Η αντίδραση μεταξύ του πυριτίου και του αλκαλίου παράγει ένα πήκτωμα που καταλαμβάνει περισσότερο όγκο και ως εκ τούτου, προκαλεί την επέκταση και τις ρωγμές, (συνήθως που απομακρύνονται από την πηγή επέκτασης). Εντούτοις, αυτές οι ρωγμές μπορούν να ενώσουν άλλες και να διαμορφώσουν έναν «χάρτη» σχέδιο μη ανόμοιο crazing. Η αλκαλική

συνολική αντίδραση, όπως τις επιθέσεις χλωριδίου και θεικού άλατος, μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο υπό τους υγρούς όρους. Ο θετικός προσδιορισμός μπορεί να γίνει μόνο με τη βοήθεια της εργαστηριακής δοκιμής στα δείγματα του σκυροδέματος που αφαιρέσαμε από τη δομή.

Ρωγμές κατασκευής, φορτίων και χειρισμού

Τα λάθη στην επεξεργασία, που συνδυάζεται με τις πιέσεις που προκαλούνται κατά τη διάρκεια της κατασκευής και από τις φορτίσεις, είναι μια σημαντική αιτία για τις ρωγμές στα μέλη προκατασκευασμένου σκυροδέματος. Αυτές οι ρωγμές μπορούν να εμφανιστούν στις μεταβλητές μορφές, τα μεγέθη και τις θέσεις του μέλους.

3.7.1 ΦΘΟΡΕΣ ΓΕΦΥΡΩΝ

3.7.1.1 ΦΘΟΡΕΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΑΚΡΟΒΑΘΡΑ

Το ακρόβαθρο δεν λειτουργεί μόνο ως στήριξη του φορέα της γέφυρας, αλλά και ως τοίχος αντιστήριξης, αναλαμβάνοντας τις ωθήσεις που προέρχονται από το επίχωμα αναλαμβάνοντας μεγάλα φορτία. Γι' αυτό η ευστάθεια του ακρόβαθρου είναι μεγάλης σημασίας. Κατά την επιθεώρηση πρέπει να προσέχουμε για κατακόρυφη, στρωφική και οριζόντια μετακίνηση του ακρόβαθρου που είναι από τα πιο συχνά προβλήματα που παρατηρούμε.

Κατακόρυφη μετακίνηση ακροβάθρου

Η κατακόρυφη μετακίνηση οφείλεται συνήθως σε:

- Απώλεια της φέρουσας ικανότητας του εδάφους
- Ρευστοποίηση του εδάφους
- Υποσκαφή
- Διάβρωση του υλικού θεμελίωσης του ακρόβαθρου
- Κακή εκτίμηση στην γεωτεχνική μελέτη του μέτρου ελαστικότητας των επιφανειακών στρώσεων του εδάφους

Η κατακόρυφη μετακίνηση του ακρόβαθρου διακρίνεται σε ομοιόμορφη ή διαφορική. Η ομοιόμορφη κατακόρυφη μετακίνηση των βάθρων της υποδομής έχει μικρή επίδραση στην κατασκευή. Έχουν παρατηρηθεί τέτοιου είδους μετακινήσεις μέχρι 0,30 m χωρείς ιδιαίτερα προβλήματα. Οι διαφορικές καθιζήσεις δημιουργούν πιο σοβαρά προβλήματα από τις ομοιόμορφες διαφορικές καθιζήσεις μπορούν να συμβούν ανάμεσα στα ακρόβαθρα και τα μεσόβαθρα της γέφυρας και να προκαλέσουν βλάβες ανάλογα του μεγέθους τους, του μήκους του ανοίγματος και του δομικού τύπου της γέφυρας. Μπορούν επίσης κατά μήκος ή και κατά πλάτος του ακρόβαθρου, αυτό μπορεί να προκαλέσει άνοιγμα του αρμού ανάμεσα στο ακρόβαθρο και τον πτερυγότοιχο ή να προκαλέσει ρηγμάτωση του βάθρου.

Οριζόντια μετακίνηση ακροβάθρου

Τα ακρόβαθρα λειτουργούν και ως τοίχοι αντιστήριξης δέχοντας οριζόντιες δυνάμεις από τα επίχωμα. Σε μερικά ακρόβαθρα που είναι κατασκευασμένα με επιφανειακές θεμελιώσεις, οι οριζόντιες δυνάμεις που ασκούνται, υπερβαίνουν τις δυνάμεις τριβής που τα σταθεροποιούν και έτσι δημιουργείται η πλευρική μετακίνηση των ακροβάθρων.

Οι αιτίες που δημιουργούν την πλευρική μετακίνηση είναι:

- Αστοχία του πρανούς
- Αλλαγές στα χαρακτηριστικά του εδάφους
- Το φαινόμενο της στερεοποίησης

Στροφική μετακίνηση ακροβάθρου

Η στροφική μετακίνηση των ακροβάθρων οφείλεται κυρίως στις μη συμμετρικές καθιζήσεις του εδάφους και στις πλευρικές μετακινήσεις λόγω οριζόντιων εδαφικών δυνάμεων.

Οι αιτίες που δημιουργούν την στροφική μετακίνηση των ακροβάθρων είναι:

- Η υποσκαφή
- Ο κορεσμός του πρανούς
- Η απώλεια τις φέρουσας ικανότητας του εδάφους
- Η διάβρωση του πρανούς στις πλευρές των ακροβάθρων

Φθορά οπλισμένου σκυροδέματος στα ακρόβαθρα

Οι φθορές που μπορεί να δημιουργηθούν σ' ένα ακρόβαθρο από οπλισμένο σκυρόδεμα είναι ρηγμάτωση, αποφλοίωση, διάβρωση, θραύση, γυμνοί οπλισμοί. Όλες οι παραπάνω φθορές μπορεί να συνδεθούν μεταξύ τους, ηλαδή αν ο οπλισμός του ακρόβαθρου είναι και δεν συντηρηθεί το ακρόβαθρο, θα ακολουθήσει η διάβρωση και στην συνέχεια η αποφλοίωση του σκυροδέματος. Η ρηγμάτωση μπορεί να δημιουργηθεί από πολλές αιτίες, όπως για παράδειγμα από συστολή-διαστολή του τσιμέντου κατά την σκυροδέτηση, ή από την οξείδωση του οπλισμού και από πολλές ακόμη αιτίες. Οι γυμνοί οπλισμοί μπορεί να υπάρχουν είτε από λάθος στο καλούπωμα ή από κάποια πρόσκρουση οχήματος.

Υποσκαφή

Η υποσκαφή είναι η διάβρωση του εδάφους, λόγω της ορμητικής ροής νερού ή εκτεταμένων αμμοληπιών, στα θεμέλια της γέφυρας, γύρω και κάτω από τα ακρόβαθρα και τα βάθρα. Ο κίνδυνος για υποσκαφή είναι υπαρκτός καθ όλη την διάρκεια του χρόνου αλλά κυρίως ο κίνδυνος είναι εντονότερος την χειμερινή περίοδο ή σε περιόδους έντονων πλημμυρών, όπου οι βροχοπτώσεις είναι εντονότερες και τα νερά πιο ορμητικά και η στάθμη εντονότερη. Σε μερικές περιπτώσεις, η υποσκαφή οδήγησε σε αστοχίες γεφυρών που ενίοτε με την σειρά τους προκάλεσαν σημαντικές απώλειες σε ανθρώπινες ζωές. Στην γέφυρα του Ρίο-Αντίρριο πάνω από τα θεμέλια των βάθρων τοποθέτησαν χοντρό χαλίκι και πέτρες για να μην παρασύρει η ροή του νερού το έδαφος γύρω από τα βάθρα και δημιουργηθεί υποσκαφή.

Αποστράγγιση

Το νερό που υπάρχει στο έδαφος πίσω από το ακρόβαθρο διαφεύγει από το σύστημα αποστράγγισης του ακροβάθρου. Οι οπές του συστήματος από διάφορες αιτίες βουλώνουν, όπως για παράδειγμα από φωλιές ζώων. Το νερό που μένει πίσω από το ακρόβαθρο ασκεί πιέσεις σ' αυτό με αποτέλεσμα να δημιουργούνται προβλήματα. Οι πιέσεις αυτές βοηθούν στην πλευρική μετακίνηση του ακροβάθρου. Επίσης το νερό που φεύγει από τις οπές αποστράγγισης μπορεί να προκαλέσει διάβρωση του σκυροδέματος στο σημείο εκείνο.

Άλλες φθορές ακροβάθρων

- Οι σωλήνες αποχέτευσης της γέφυρας διακόπτονται πρόωρα και δεν εξασφαλίζουν την ομαλή απορροή του ύδατος με αποτέλεσμα το νερό να διαβρέχει το σκυροδέμα και να το φθείρει.
- Η διαρροή ύδατος από την περιοχή των αρμών προκαλεί διάβρωση του σκυροδέματος του ακρόβαθρου
- Κάθιση της οδού πρόσβασης όταν η συμπύκνωση του πρανούς είναι μικρότερη από την αναμενόμενη
- Όταν η συμπύκνωση του πρανούς είναι μεγαλύτερη από την αναμενόμενη τότε είναι πιθανή η ρηγμάτωση του σκυροδέματος του ακρόβαθρου εξαιτίας του περιορισμού της μετακίνησης
- Πρόβλημα από του μικρού εύρους ελεύθερες αποστάσεις κατά την εγκάρσια έννοια του φορέα ανάμεσα στις προεντεταμένες πλακοδοκούς και τους αντίστοιχους σεισμικούς συνδέσμους
- Διάβρωση του πρανούς στο ακρόβαθρο

ΠΤΕΡΥΓΟΤΟΙΧΟΙ

Οι πτερυγότοιχοι είναι στην ουσία οι προεκτάσεις των ακροβάθρων και η μόνη διαφορά τους είναι ότι δεν δέχονται κατακόρυφες δυνάμεις. Έτσι και οι φθορές των πτερυγότοιχων θα είναι παρόμοιες με αυτές των ακροβάθρων, όπως:

- Κατακόρυφη μετακίνηση
- Οριζόντια μετακίνηση
- Στροφική μετακίνηση
- Φθορά υλικού (ρωγμές, διάβρωση κλπ)
- Προβληματική αποστράγγιση
- Διάβρωση ερείσματος του δρόμου πίσω από το ακρόβαθρο

ΜΕΣΟΒΑΘΡΑ

Τα μεσόβαθρα, όπως και τα ακρόβαθρα, ανήκουν στην υποδομή της γέφυρας αναλαμβάνοντας να μεταφέρουν όλα τα φορτία στο έδαφος. Γι' αυτό η ευστάθειά τους είναι πολύ σημαντική. Τα συνήθη προβλήματα που αντιμετωπίζει ο μηχανικός επιθεώρησης στα μεσόβαθρα είναι:

Κατακόρυφη μετακίνηση μεσόβαθρων

Η κατακόρυφη μετακίνηση στα μεσόβαθρα οφείλεται συνήθως στην καθίζηση του εδάφους. Οι κύριες αιτίες είναι, όπως και στην κατακόρυφη κίνηση των ακροβάθρων, η απώλεια της φέρουσας ικανότητας του εδάφους, η στερεοποίηση του αργιλικού εδάφους, η υποσκαφή και η ρευστοποίηση πολύ χαλαρού αμμώδους εδάφους.

Στροφική-Οριζόντια μετακίνηση

Τέτοια μετακίνηση μεσόβαθρων μπορεί να προκληθεί σε μία γέφυρα μόνο μετά από σεισμό και μετά από πρόσκρουση διερχόμενου οχήματος πάνω στα μεσόβαθρα.

Υποσκαφή

Η υποσκαφή στα μεσόβαθρα είναι συνήθως μεγαλύτερη από την υποσκαφή των ακροβάθρων γιατί τα βαθιά τρεχούμενα νερά διαθέτουν μεγαλύτερη ορμή. Είναι αξιοσημείωτο να αναφερθεί ότι από υποσκαφή έχουν καταρρεύσει ολόκληρες γέφυρες.

Φθορά οπλισμένου σκυροδέματος στα μεσόβαθρα

Το μεσόβαθρο είναι και αυτό κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα άρα οι φθορές του παθολογικά θα είναι οι συνήθεις. Όμως υπάρχει περίπτωση να υποστεί βλάβες από κάποια πρόσκρουση οχήματος, που μπορεί να δημιουργήσει απλώς μια αποφλοίωση του οπλισμένου σκυροδέματος, ή ακόμη να αχρηστεύσει την λειτουργία ολοκλήρου του μεσόβαθρου.

3.7.1.2 ΦΘΟΡΕΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΓΕΦΥΡΑΣ

ΑΡΜΟΙ

Οι φθορές των αρμών συστολοδιαστολής είναι:

- Συσσώρευση φερτών υλικών και ρύπων στους αρμούς, που εμποδίζουν την συστολή του ελαστομερούς κατά την διαστολή της γέφυρας
- Διαρρήξεις και ρωγμές στο ελαστικό του αρμού
- Ρωγμές, αποκόλληση και θραύση μεταβατικού κονιάματος
- Διαρροή στους κλειστούς αρμούς και παρουσία υγρασία κάτω από το τεχνικό
- Θραύση ή απώλεια υλικού σφράγισης οπών και οξειδωση αγκυρόβιδων.
- Κακή τοποθέτηση/ εγκατάσταση αρμού
- Τραχυλάκωση (φθορά ελαστομερούς τμήματος)
- Φθορές στο κονίαμα πλήρωσης

Ρύποι και φερτά υλικά μαζεύονται στις οπές του αρμού με αποτέλεσμα να μην μπορεί να ανοιγοκλείσει εύκολα ο αρμός κατά την συστολή και διαστολή του καταστρώματος της γέφυρας.

Με τις πιέσεις που ασκεί η γέφυρα και τις αντιστάσεις των αρμών μπορεί να προκληθούν ρηγματώσεις στο τεχνικό και στο θωράκιο πρόσβασης. Οι λεπίδες των εκχιονιστικών μηχανημάτων μπορούν να κάνουν μεγάλες ζημιές στους αρμούς ιδίως αν αυτοί δεν είναι σωστά τοποθετημένοι. Επίσης οι τριβές που δημιουργούνται από τα ελαστικά των άλλων οχημάτων και τα φερτά υλικά, φθείρουν το ελαστομερές του αρμού μερικές φορές σε τέτοιο βαθμό που διακρίνονται τα μεταλλικά στοιχεία των αρμών. Η ανεπαρκής αγκύρωση του αρμού δημιουργεί αρκετά προβλήματα. Τα αποτελέσματα της ανεπαρκούς αγκύρωσης είναι οι αποκολλήσεις των

αγκυρόβιδων, η θραύση αγκυρόβιδων, η θραύση της μεταβατικής ζώνης αρμού και οδοστρώματος και η χαλάρωση του σώματος του αρμού, που αναπηδάει χαρακτηριστικά όταν διέρχονται οχήματα. Κατά την συντήρηση του οδοστρώματος και την διάστρωση νέας στρώσης ασφάλτου το φινισερ σκεπάζει με άσφαλτο τον αρμό. Υπάρχουν περιπτώσεις που ο αρμός δεν καθαρίστηκε μετά την στρώση με αποτέλεσμα να πάθει φθορές. Επίσης κατά τη συστολή και διαστολή της γέφυρας ο αρμός μπορεί να κινηθεί και να προκαλέσει φθορές στο οδόστρωμα.

3.8 ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ

Μέτρα προστασίας και πρόληψης

1. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΟΣ ΡΟΥΧΙΣΜΟΣ

Οι εργαζόμενοι θα πρέπει να παίρνουν και να φορούν τον ακόλουθο προστατευτικό εξοπλισμό και ρουχισμό:

Κράνος ασφαλείας για την προστασία του κεφαλιού από πίπτοντα ή αιωρούμενα αντικείμενα ή από χτύπημα σε αντικείμενα ή κατασκευές.

Προστατευτικά γυαλιά για την προστασία των ματιών κατά τη διάρκεια κοπής των συρματοσχοίων

Προστατευτικά γάντια

Υποδήματα κατάλληλα για εργασία σε μέρη όπου υπάρχει πιθανότητα τραυματισμού από πτώση ή σύνθλιψη αντικειμένων, με αιχμηρά εργαλεία ή καρφιά και ολισθηρές επιφάνειες.

Αδιάβροχο ρουχισμό και κάλυμμα κεφαλής, για εργασία σε αντίξοες καιρικές συνθήκες.

2. ΚΑΝΟΝΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΕΡΓΟΤΑΞΙΩΝ ΓΙΑ ΔΟΜΙΚΟΥΣ ΣΚΕΛΕΤΟΥΣ, ΞΥΛΟΤΥΠΟΥΣ, ΑΝΥΨΩΤΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Εφαρμόζονται οι γενικές διατάξεις που αφορούν τα μέτρα ασφαλείας των εργοταξίων για δομικούς σκελετούς, ξυλοτύπους και ανυψωτικές συσκευές.

3. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

3.1 Ηλεκτρικά συστήματα

Εργασίες συντήρησης και επισκευών θα πρέπει να πραγματοποιούνται από εξειδικευμένο και εξουσιοδοτημένο προσωπικό.

Ο κύριος διακόπτης θα πρέπει να είναι πάντοτε κλειστός και ασφαλισμένος κατά τη διάρκεια των εργασιών συντήρησης και επισκευής των μηχανημάτων.

3.2 Υδραυλικά συστήματα (γρύλος τάνυσης, αντλία, μηχανή προώθησης συρματοσχοίων μηχανή ενέματος)

Πριν από κάθε επισκευή ή συντήρηση του εξοπλισμού, θα πρέπει να εξασφαλιστεί η εκτόνωση της πίεσης του υδραυλικού συστήματος σύμφωνα με το αντίστοιχο εγχειρίδιο χρήσης.

Λάστιχα υψηλής πίεσεως

Τα λάστιχα της μηχανής / εγκατάστασης θα πρέπει να ελέγχονται οπτικά για τυχόν φθορές και διαρροές πριν και μετά το πέρας των εργασιών. Ο χρόνος αντικατάστασής τους δεν θα πρέπει να υπερβαίνει σε καμία περίπτωση τα τρία χρόνια.

4. ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΕΝΟΝΤΩΝ

A. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Γερανοφόρο όχημα, γερανός, αλυσίδες με γάντζο, σαμπάνια και γενικά πάσης φύσεως ανυψωτικό μηχάνημα

B. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΙΘΑΝΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

Θραύση μάντων εκφόρτωσης

Ανεξέλεγκτο ξετύλιγμα κουλούρας χάλυβα

Τραυματισμός με το συρματόσχοινο κατά την εισχώρησή του στο μεταλλικό περίβλημα

Τραυματισμός με το συρματόσχοινο κατά την έξοδό του από το μεταλλικό περίβλημα

Κοπή συρματοσχοίων και προστασία από τα γρέζια κοπής

Κοπή και καταστροφή των μεταλλικών περιβλημάτων κατά τη διάρκεια προώθησης των συρματοσχοίων

Απρόσεκτη επαφή με οποιοδήποτε τμήμα της κατασκευής που θα προκαλέσει τραυματισμό

Πιθανός τραυματισμός σπονδυλικής στήλης εργαζομένων κατά την άρση βάρους.

Γ. ΝΟΜΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Τα μέσα ανύψωσης και μεταφοράς πρέπει να είναι τα κατάλληλα.

Να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα για την σταθεροποίηση των μέσων και των φορτίων τους.

Τα ανυψούμενα και μεταφερόμενα φορτία να μην περνάνε πάνω από τους χώρους εργασίας. Κατά την μετακίνηση βάρους με τα χέρια να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στην ανύψωση, στο τράβηγμα, στροφή και απόθεση του φορτίου.

Για τις εργασίες που παράγουν ταλαντώσεις, δονήσεις και θόρυβο να λαμβάνονται τα κατά τον νόμο απαραίτητα μέτρα για τη σχετική μείωσή τους (επιβραδυντήρες, ωτοασπίδες κλπ).

Δ. ΤΕΧΝΙΚΑ ΜΕΣΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Να γίνεται λεπτομερής έλεγχος των ιμάντων φόρτωσης – εκφόρτωσης, έλεγχος των συνδέσμων του γάντζου

Να γίνεται κοπή των τσερκιών συγκράτησης της κουλούρας του χάλυβα προέντασης αφού τοποθετηθεί σωστά στην ακμή ξετυλίγματος

Να χρησιμοποιείται σωλήνας – οδηγός για τα συρματοσχοίνα που εξέρχονται από την μηχανή προώθησης

Απαγορεύεται το εργατικό προσωπικό να περνά μπροστά από τη μηχανή προώθησης ούτε να βρίσκεται κοντά στην ανέμη του χάλυβα κατά τη διάρκεια ξετυλίγματος

Να οριοθετηθεί ζώνη κινδύνου, απαγόρευση διέλευσης προσωπικού γύρω από την περιοχή των εργασιών

Να δοθεί προσοχή κατά τη διείσδυση του συρματοσχοίνου στο περίβλημα και ειδικά στα σημεία σύνδεσης - μούφες.

5. ΤΑΝΥΣΗ

A. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Γερανοφόρο όχημα, γερανός, σαμπάνια, υδραυλικός γρύλλος, κιβώτιο ηλεκτρικό.

B. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΙΘΑΝΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

Ξεσαμπανιάρισμα ή και θραύση των ιμάντων

Πιθανές βλάβες της σπονδυλικής στήλης από απότομες ανυψώσεις βάρους.

Ατύχημα από τυχόν σπάσιμο των συρματοσχοίνων κατά την τάνυση

Κοπή των συρματοσχοίνων χωρίς προφυλάξεις

Θόρυβοι που αποσπούν την προσοχή

Γ. ΝΟΜΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Τα μέσα ανύψωσης και μεταφοράς πρέπει να είναι τα κατάλληλα.

Τα ανυψούμενα και μεταφερόμενα φορτία να μην περνάνε πάνω από τους χώρους εργασίας. Κατά την μετακίνηση βάρους με τα χέρια να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στην ανύψωση, στο τράβηγμα, στροφή και απόθεση του φορτίου.

Για τις εργασίες που παράγουν ταλαντώσεις, δονήσεις και θόρυβο να λαμβάνονται τα κατά τον νόμο απαραίτητα μέτρα για τη σχετική μείωσή τους (επιβραδυντήρες, ωτοασπίδες κλπ).

Δ. ΤΕΧΝΙΚΑ ΜΕΣΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Να γίνεται λεπτομερής έλεγχος των ιμάντων φόρτωσης – εκφόρτωσης, έλεγχος των συνδέσμων του γάντζου

Πριν από τον έλεγχο του εξοπλισμού τάνυσης να γίνεται έλεγχος της ικανότητας και της ακεραιότητας και ιδιαίτερα στις συνδέσεις και στους σωλήνες υψηλής πίεσης.

Οι εργασίες τάνυσης να γίνονται σύμφωνα με τις οδηγίες που αναφέρονται στο πρόγραμμα τάνυσης όπου αναφέρονται οι τιμές τάνυσης και επιμήκυνσεις των συρματόσχοινων. Οι τιμές τάνυσης στον γρύλλο να αντιπαρατίθενται με τον πίνακα σχέσεως Ton-Bar και με τον πίνακα ελέγχου του μανομέτρου. Το master μανόμετρο πρέπει περιοδικά να ελέγχεται στο εργαστήριο με μανόμετρο αναφοράς.

Το προσωπικό εργασίας δεν πρέπει να παραμένει ή να διέρχεται πίσω από το γρύλλο κατά την ώρα της τάνυσης ή μετά την τάνυση και εμπρός από το γρύλλο έως το κλείδωμα και την ασφάλιση της τάνυσης. Η επικίνδυνη ζώνη πρέπει να περικλείεται με ταινία σήμανσης. Το εργατικό προσωπικό πρέπει να ειδοποιείται για την έναρξη και το τέλος των εργασιών τάνυσης. Κατά το κόψιμο των εξεχόντων συρματόσχοινων ο εργάτης να στέκεται παραπλεύρως. Να μην παραβιάζονται τα μέτρα προστασίας κατά τυχόν επισκευή του δίσκου κοπής.

6. ΕΝΕΜΑΤΩΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ

A. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Γερανοφόρο όχημα, γερανός, σαμπάνια με γάντζο και ναυτικό κλειδί, ηλεκτρική αντλία για ενεμάτωση.

B. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΙΘΑΝΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

Ξεσαμπανιάρισμα ή και θραύση των ιμάντων

Εκτόξευση ψεκάσματος υγρής τσιμεντοκονίας

Πιθανές βλάβες της σπονδυλικής στήλης από απότομες ανυψώσεις βάρους.

Γ. ΝΟΜΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Τα μέσα ανύψωσης και μεταφοράς πρέπει να είναι τα κατάλληλα.

Να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα για την σταθεροποίηση των μέσων και των φορτίων τους.

Τα ανυψούμενα και μεταφερόμενα φορτία να μην περνάνε πάνω από τους χώρους εργασίας. Κατά την μετακίνηση βάρους με τα χέρια να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στην ανύψωση, στο τράβηγμα, στροφή και απόθεση του φορτίου.

Για τις εργασίες που παράγουν ταλαντώσεις, δονήσεις και θόρυβο να λαμβάνονται τα κατά τον νόμο απαραίτητα μέτρα για τη σχετική μείωσή τους (επιβραδυντήρες, ωτοασπίδες κλπ).

Δ. ΤΕΧΝΙΚΑ ΜΕΣΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Να γίνεται λεπτομερής έλεγχος των ιμάντων φόρτωσης – εκφόρτωσης, έλεγχος των συνδέσμων του γάντζου

Να γίνεται επαλήθευση της παρουσίας και της λειτουργίας των προστατευτικών μέσων πριν από την χρήση της αντλίας ενεμάτωσης: κάλυμμα και σωλήνες μεταφοράς ενέματος καθώς και των οργάνων μέτρησης.

Να γίνεται επαλήθευση της αποτελεσματικότητας και λειτουργίας των οργάνων διακοπής λειτουργίας σε επείγουσα ανάγκη.

Να γίνεται επαλήθευση της ακεραιότητας των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων και της γείωσης καθώς και της σωστής λειτουργίας των διακοπών ασφαλείας και χειρισμού.

Να γίνεται έλεγχος των πλαστικών σωλήνων πίεσεως και των συνδέσμων τους.

Κατά τη χρήση και λειτουργία απαγορεύεται να παραβιάζονται οι όροι προστασίας, να εκτελούνται εργασίες λίπανσης, καθαρισμού και επισκευής των οργάνων εν λειτουργία.

Να προστατεύονται τα μάτια με κατάλληλα γυαλιά και το κάλυμμα της δεξαμενής να είναι κλειστό, κατά τον χρόνο της παρασκευής του ενέματος.

Να ειδοποιείται το εργατικό προσωπικό για την έναρξη και το τέλος των εργασιών ενεμάτωσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ ΣΕ ΔΟΚΟ
(ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ – CASE
STUDY)

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αντικείμενο μελέτης του τέταρτου κεφαλαίου αποτελεί η παρουσίαση εφαρμογής μιας μεθόδου προέντασης σε δοκό. Συγκεκριμένα θα εξετάσουμε τη μεθοδολογία που ακολουθεί η εταιρεία Top Element για την δημιουργία και τοποθέτηση κύριων δοκών ανοίγματος έως 30 μέτρα. Τα δοκάρια αυτά βρίσκουν εφαρμογή ως κομμάτι φέροντα οργανισμού σε βιομηχανικά κτίρια, εκθεσιακά κέντρα, γέφυρες κ.λ.π.

Για την παρουσίαση αυτής της μελέτης χρησιμοποιήσαμε μελέτες προεντεταμένων στοιχείων (δοκών) που έχουν υλοποιηθεί από την εταιρεία Top Element, η οποία καταλήξαμε μέσω της διατριβής μας επι του θέματος πως πέρα από μεγάλη εταιρεία που ειδικεύεται στο αντικείμενο της προέντασης αξίζει να χαιρεί εμπιστοσύνης των πελατών της.



Εικόνα 2.1 : Το εργοστάσιο παραγωγής προεντεταμένων προκατασκευασμένων στοιχείων της εταιρείας Top Element στο 71^ο χιλιόμετρο Αθηνών - Λαμίας

4.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΟΚΟΥ

Ο τύπος της δοκού που θα τεθεί υπό εξέταση έχει θεωρητικό άνοιγμα 25.90 μέτρα προκατασκευάζεται και προεντίνεται στο εργοστάσιο παραγωγής της εταιρείας. Προορίζεται για τη στέγαση κτιρίων και αναλαμβάνει τα φορτία από τις τεγίδες που τοποθετούνται επ' αυτής.

Η μέθοδος προέντασης που ακολουθήθηκε είναι αυτή της άμεσης συνάφειας με ευθύγραμμη προένταση σε κλίνη προεντάσεως. Στο δοκάρι τοποθετήθηκαν 10 Ευθύγραμμοι τένοντες διαμέτρου 0.5inc και η δύναμη τάνυσης που εφαρμόστηκε ήταν 115.00 kN/τένοντα 0.5inc. Η όλη διαδικασία πραγματοποιήθηκε στο εργοστάσιο της εταιρείας. Όσων αφορά τις υπόλοιπες προδιαγραφές ακολουθούνται τα εξής:

ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ : αυτά είναι κατακόρυφες δυνάμεις (βαρύτητας) με σταθερό μέγεθος και διεύθυνση. Σε αυτά ανήκουν το βάρος της κατασκευής και το βάρος άλλων ακίνητων αντικειμένων (στη συγκεκριμένη περίπτωση, τεγίδες).

A. Ίδιο βάρος δοκού

B. Ίδιο βάρος προκατασκευασμένων τεγίδων + πάνελ : 50.00 kg/m²

ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ : αυτά είναι συνήθως κατακόρυφες δυνάμεις και υποδιαιρούνται σε μεταφερόμενα και κινούμενα φορτία. Επειδή η συγκεκριμένη διατομή χρησιμοποιείται για τη στέγαση κτιρίων το μόνο κινητό φορτίο που συνυπολογίζεται είναι το φορτίο του χιονιού. Επομένως κατά τον υπολογισμό του φορέα τοποθετούνται κατά τρόπο που να έχουν τη μέγιστη επιρροή.

A. Φορτίο χιονιού: 80.00 kg/m²

ΒΕΛΟΣ ΚΑΜΨΗΣ

Αρχικό (G+P) : -13.40mm (λόγω της επιβολής μόνο θλιπτικών φορτίων από την προένταση)

Τελικό (G+P+Q+C) : +0.62mm (εντός ορίων από την συνύπαρξη των εφελκυστικών και θλιπτικών φορτίων)

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ

$\alpha = 8\%$ ($P_{00} / P_0 = 92\%$)

Πηγή: TOPELEMENT. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ

4.2 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ

Σύμφωνα και με το στατικό πρόγραμμα η δοκός αποτελείται από τρία υλικά, σκυρόδεμα, σίδηρο οπλισμό και χάλυβα προέντασης. Οι κατηγορίες που επιλέχτηκαν βάσει EN 1992 1,2 είναι :

ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΔΟΚΟΥ: Το χρησιμοποιούμενο σκυρόδεμα παράγεται από ιδιόκτητη μονάδα εντός του εργοστασίου. Η κατηγορία τσιμέντου είναι η CEM I 52.5 (ΕΛΟΤ 197-1), ενώ ο μέγιστος κόκκος αδρανούς είναι <10mm. Οι ποιότητες του σκυροδέματος είναι από C35/45 έως και C50/60 (EN 1992-1-1:2004). Οι μηχανικές ιδιότητες του σκυροδέματος επιβεβαιώνονται σε καθημερινή βάση από το εσωτερικό εργαστήριο δοκιμών της εταιρείας, ενώ παράλληλα η εταιρεία συνεργάζεται με ανεξάρτητα εργαστήρια, πιστοποιημένα από τον ΕΛΟΤ.

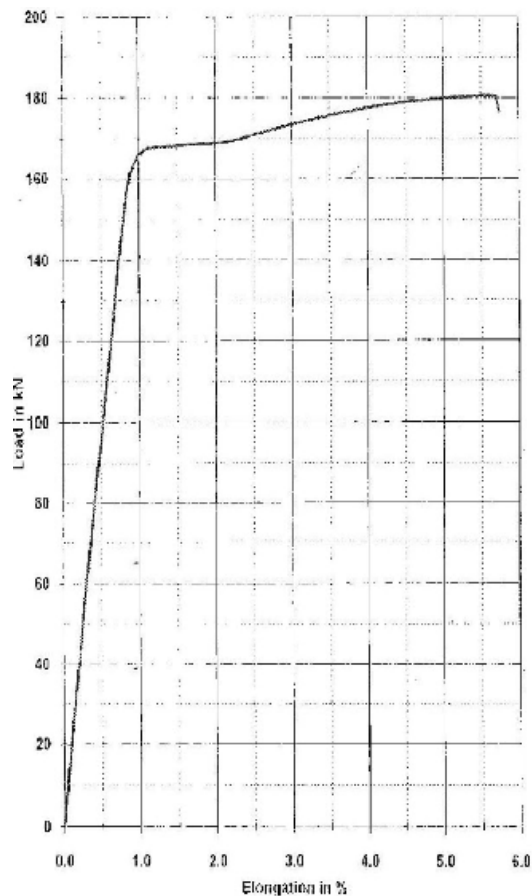
ΣΙΔΗΡΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ: ΧΑΛΥΒΑΣ S500s. Έχει χαρακτηριστική τιμή ορίου διαρροής 500 Μpa. Στην επιφάνεια του φέρει νευρώσεις για λόγους συνάφειας με το σκυρόδεμα, είναι συγκολλησίμος, παράγεται με θερμή έλαση και οφείλει τις μηχανικές του ιδιότητες στη χημική του σύνθεση (αυξημένα ποσοστά μαγγάνιου και βαναδίου). Στο εμπόριο διατίθεται σε ευθύγραμμες ράβδους διαμέτρου Φ8 – Φ32. είναι τύπου Tempcore και χρησιμοποιείται ευρέως




Εικόνα 18 : Μονάδα παραγωγής σκυροδέματος – Εργαστήριο ποιοτικού ελέγχου

Πηγή: TOPELEMENT. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ

ΧΑΛΥΒΕΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ: Οι χρησιμοποιούμενοι χάλυβες προέντασης είναι επτάκλινα συρματόσχοινα STRAND διαμέτρου ½ inc και κατηγορίας Y1860 (EN 10138-3:2005) Οι μηχανικές τους ιδιότητες αποδεικνύονται από τις αναφορές δοκιμών που συνοδεύουν κάθε παραγγελία. Ενδεικτικά παραθέτονται

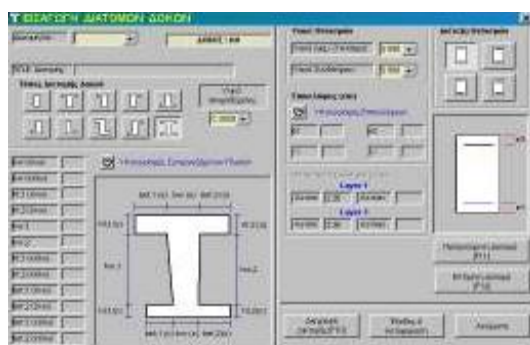


 <small>AUSTRIA DRABE GMBH</small>		
<small>BAHNHOFSTRASSE 2 A 1800 BRUCK A. D. MUR Telefon +43-3167-3034 Fax +43-3167-303187</small>		
Load - Extension - Diagramm Prestressing Strand		
Order No.:	0460519	Diameter nominal 12,5 mm
Coil no.	3	Section nominal 93,0 mm
Heat no.	338744V	Internal specific: L1860/EU /EN10138-2000GRF093
Maximum Load	180,4	kN
Tensile strength	1940	N/mm ²
Yield strength 0,2%	1800	N/mm ²
Proof stress 0,1%	1776	N/mm ²
Proof stress 0,01%	1676	N/mm ²
Proof stress 1%	1784	N/mm ²
1% proof load	165,9	kN
0,2% proof load	167,4	kN
0,1% proof load	165,2	kN
Total Elongation at max. load	5,7	%
Elongation at fracture L=600 mm	5,8	%
Elongation after fracture 10d		
Elongation before reduction L=10d		
Reduction of area		
Modulus of elasticity	199,5	kN/mm ²
Diameter		
Cross sectional area		
Weight per meter g/m	731,7	g/m
executed	GRAD SCHNIG	Mer. No.: 63229

Πηγή: TOPELEMENT. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ

4.3 ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΙΛΥΣΗΣ

Για την στατική μελέτη της δοκού χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα SOFISTIK στο



οποίο είναι δυνατόν ο υπολογισμός προεντεταμένης δοκού. Κατά την περιγραφή στις τρεις διαστάσεις υποχρεωτικών σημείων από όπου διέρχονται οι τένοντες προέντασης, υπολογίζεται αυτόματα η γεωμετρία των καλωδίων και η κατανομή της δύναμης

προέντασης κατά μήκος των καλωδίων, λαμβανομένων υπόψη των απωλειών λόγω τριβής και ολίσθησης. Η δράση της προέντασης υπολογίζεται με τη μορφή στατικά ορισμένων φορτίων ή καμπυλοτήτων, που αποθηκεύονται σαν εσωτερική ένταση στον φορέα. Στις περιπτώσεις επιφανειακών φορέων, η προένταση αποθηκεύεται σαν επιπλέον ακαμψία του στοιχείου, τύπου καλωδίου. Η γεωμετρική μορφή ενός καλωδίου προέντασης στο εσωτερικό του στοιχείου είναι τρισδιάστατη κυβική παραβολή μεταξύ των σημείων που το καλώδιο διαπερνά τις πλευρικές επιφάνειες του στοιχείου. Η γεωμετρία των καλωδίων προέντασης προκύπτει αυτόματα, αφού ο χρήστης ορίσει κάποια υποχρεωτικά σημεία (και πιθανόν υποχρεωτικές καμπυλότητες) από τα οποία διέρχονται οι τένοντες. Η πλήρης χάραξη των καλωδίων προκύπτει αυτόματα από το πρόγραμμα. Επίσης, αυτόματα υπολογίζονται τα επιπλέον χαρακτηριστικά των διατομών για κάθε φάση προέντασης (καθαρή, ιδεατή διατομή). Οι απώλειες λόγω τριβής και ολίσθησης υπολογίζονται αυτόματα από το πρόγραμμα. Είναι δυνατή η τάνυση, χαλάρωση, επανατάνυση και ολίσθηση.

4.4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΑΝΥΣΗΣ

Η μέθοδος που ακολουθείται είναι προένταση πριν της σκυροδέτησης και σε άμεση συνάφεια με το σκυρόδεμα. Στην περίπτωση αυτή οι τένοντες αποτελούνται από ευθύγραμμα τμήματα. Η τάνυση γίνεται στο εργοστάσιο της εταιρείας, ενώ η πρέσα τάνυσης είναι μάρκας Paul.



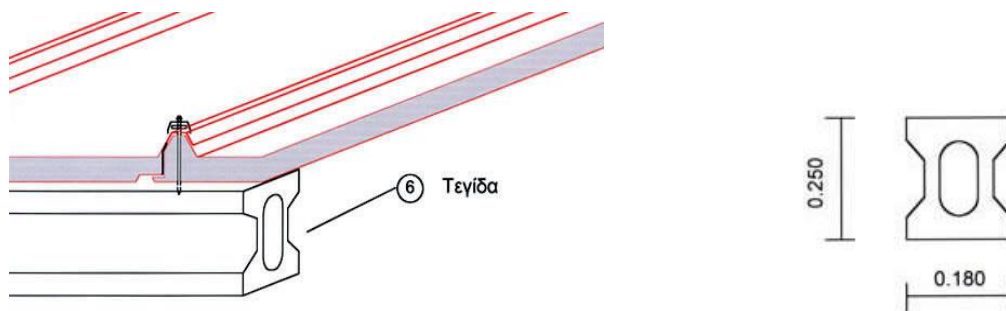
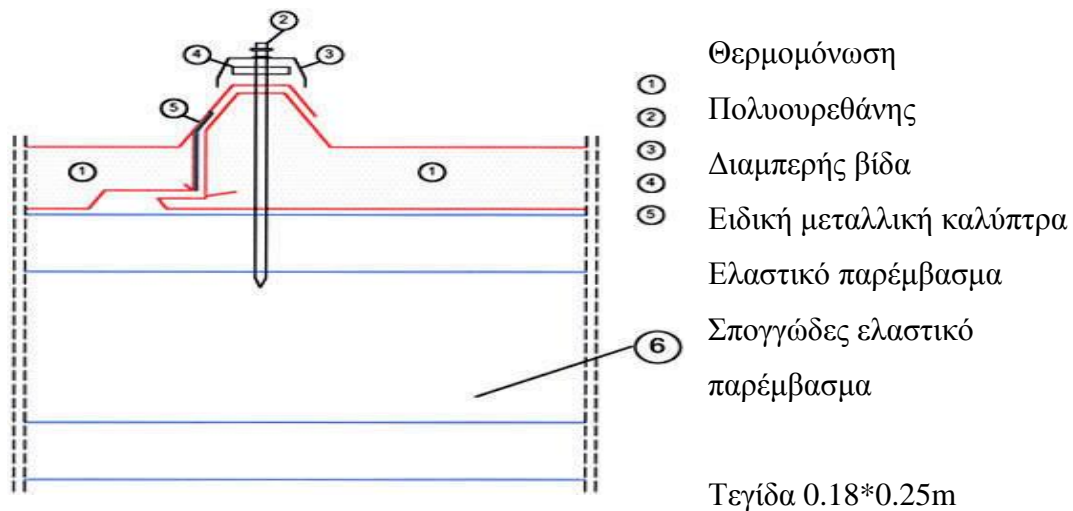
Τοποθετούνται οι τένοντες επί τοις κλίνης, μήκους 120μ και αγκυρώνονται στο ανενεργό άκρο της. Η τάνυση πραγματοποιείται για έναν τένοντα τη φορά και εφαρμόζεται στο ενεργό άκρο.



Σε επόμενο στάδιο ακολουθεί η σκυροδέτηση του δοκαριού σε χαλύβδινα καλούπια και αφού "φτάσει" την προβλεπόμενη αντοχή με τη βοήθεια θερμικής ωρίμανσης γίνεται χαλάρωση των τενόντων. Η χαλάρωση γίνεται στο ανενεργό άκρο της κλίνης μέσω εγκατάστασης με υδραυλικές πρέσες που χαλαρώνουν ταυτόχρονα όλους τους τένοντες.

4.5 ΤΕΓΙΔΕΣ

Πρόκειται για διάτρητες προκατασκευασμένες προεντεταμένες τεγίδες οροφής για περιπτώσεις ελαφριάς επικάλυψης κτιρίων με τραπεζοειδή λαμαρίνα ή θερμομονωτικά πάνελ. Η σύνδεση με τις δοκούς οροφής γίνεται μέσω επιτόπου σκυροδέτησης του κενού μεταξύ των τεγίδων χρησιμοποιώντας αναμονές - φουρκέτες της δοκού και επιπρόσθετες ράβδους οπλισμού που εισχωρούν στο διάκενο της τεγίδας.



Πηγή: TOPELEMENT. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ

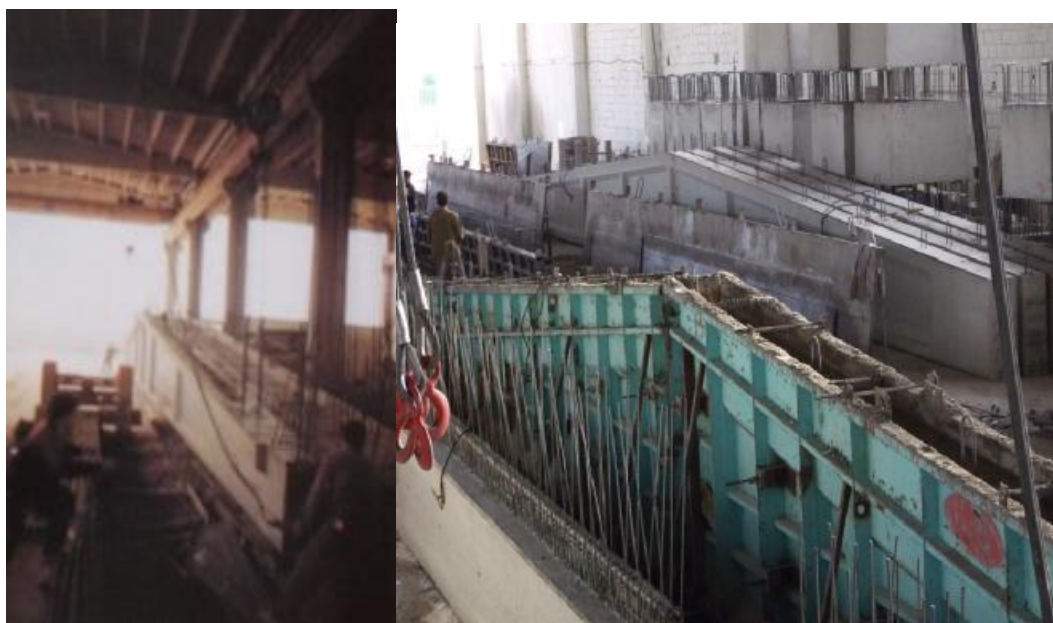
4.6 ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Ο μελετητικός κατασκευαστικός παραγωγικός τομέας αποτελείται από το τμήμα βιομηχανικής έρευνας και τεχνολογίας κατασκευών σκοπός του οποίου η εισαγωγή νέων μεθόδων και υλικών στη παραγωγή των προεντεταμένων στοιχείων.

A. Το τμήμα μελετών, στο οποίο γίνεται ο σχεδιασμός και πραγματοποιούνται οι στατικές μελέτες των κατασκευών.

B. Το τμήμα βιομηχανικής παραγωγής στο οποίο παράγονται όλα τα προκατασκευασμένα στοιχεία που στη συνέχεια θα αποτελέσουν τον φέροντα οργανισμό. Το τμήμα απαρτίζεται από τα υποτμήματα

1. Κοπής και κατεργασίας σιδηρού οπλισμού
2. Τανύσεως και παραγωγής τενόντων προέντασης
3. Σιδηρότυπων μητρών όλων των προκατασκευασμένων στοιχείων
4. Παραγωγής σκυροδέματος βίαιας αναμίξεως με μονάδα ηλεκτρονικού ελέγχου για τον ποιοτικό έλεγχο και καταγραφή των δεδομένων
5. Αποθήκευσης έτοιμων προϊόντων (πλάκες δοκάρια)
6. Γερανογέφυρες έτοιμων προϊόντων



Γ. Το τμήμα Ποιοτικού Ελέγχου

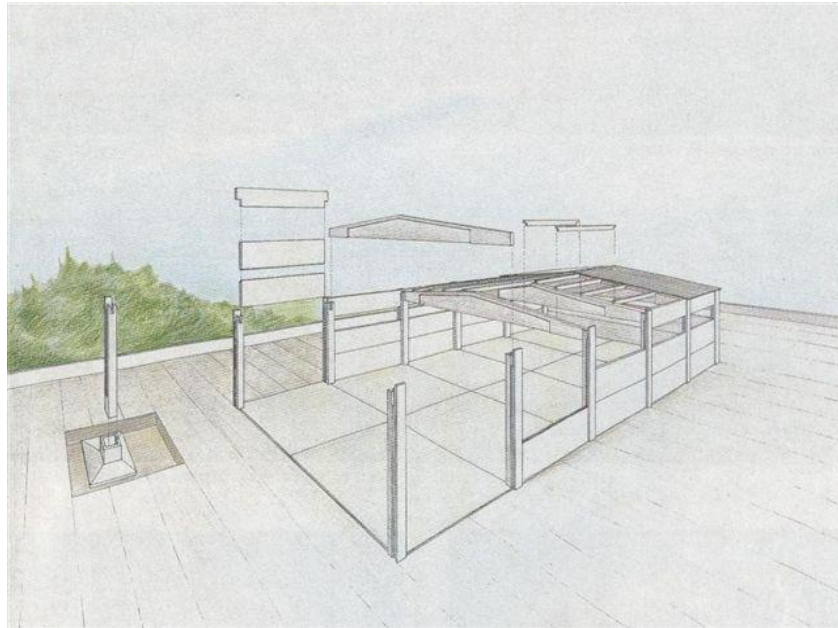
Δ. Το τμήμα ειδικών μεταφορών που αναλαμβάνει τη μεταφορά των παραγόμενων στοιχείων από το εργοστάσιο στο εργοτάξιο.



Ε. Τέλος το τμήμα αρμολόγησης κτιριακών συγκροτημάτων, υπεύθυνο για τη σωστή τοποθέτηση των στοιχείων και την ένωση τους με συγκολλητικό σκυρόδεμα επικάλυψης.



Εικόνα 19 : Όλα τα στοιχεία είναι προκατασκευασμένα και στο εργοτάξιο ακολουθεί η συναρμολόγηση τους



Εικόνα 20 : Σκαρίφημα τοποθέτησης στοιχείων φέροντα οργανισμού και πραγματική αποτύπωση της κατασκευής.



ΦΥΛΛΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

ΕΡΓΟ:

ΑΝΑΔΟΧΟΣ:

Κωδικός: ΦΕΕ-

400.01

ΕΚΔΟΣΗ: Α

Ημερομηνία:

Α/Α:

Σελίδα 1 από 2

ΚΩΔ. ΤΜΗΜΑΤΟΣ
ΕΡΓΟΥ

--	--	--	--	--	--

**ΦΥΛΛΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ
ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΕΣ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΕΣ ΔΟΚΟΙ**

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

ΘΕΣΗ

ΕΡΓΟΥ: _____

(Χ.Θ.): _____

ΣΧΕΔΙΑ: _____ ΣΧΕΔΙΑ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ: _____

Είδος Προέντασης: _____ Μέθοδος Προέντασης: _____

Α. ΕΛΕΓΧΟΙ

- Μηχανολογικός Εξοπλισμός προεντεταμένων δοκών	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΣ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΣ
- Έλεγχος κλινών σκυροδέτησης	<input type="checkbox"/> ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΣ	<input type="checkbox"/> ΑΚΑΤΑΛΛΗΛΟΣ
- Έλεγχος τύπων	<input type="checkbox"/> ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΙ	<input type="checkbox"/> ΑΚΑΤΑΛΛΗΛΟΙ
- Εργασία προκατασκευής δοκών	<input type="checkbox"/> ΕΠΑΡΚΗΣ	<input type="checkbox"/> ΑΝΕΠΑΡΚΗΣ

Β. ΕΛΕΓΧΟΙ ΥΛΙΚΩΝ/ΕΓΚΡΙΣΕΩΝ

- Σκυρόδεμα: _____ <input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ	- Έχουν προηγηθεί επί τόπου δοκιμές: <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ
- Ένεμα: _____ <input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ	- Έχουν προηγηθεί επί τόπου δοκιμές: <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ
- Ικρίωματα: _____ m <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ	- Ύψος ικριωμάτων: <input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΙ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΙ
- Τύποι (Καλούπια): _____ m <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ	- Διαστάσεις τύπων: <input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ
- Χαλύβδινοι οπλισμοί σκυροδέματος: <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ	- Τύπος χαλύβδινου οπλισμού: <input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΣ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΣ
- Χάλυβες προέντασης: <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ	- Τύπος χάλυβα προέντασης: <input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΣ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΣ

Γ. ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗ ΔΟΚΩΝ

Καθαριότητα μορφότυπου	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ
Τοποθέτηση χαλαρού οπλισμού	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ
Τοποθέτηση οπλισμού προέντασης	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ
Έλεγχος γεωμετρίας οπλισμών	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ
Έλεγχος τοποθέτησης αποστατήρων	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ

- Υλικά πλήρωσης ανά διαστήματα: _____ m <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΟ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟ	- Στεγανότητα των διακένων: <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ
- Χύτευση: <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ	- Αποτελέσματα θραύσεως δοκιμών : <input type="checkbox"/> κατά στάδια <input type="checkbox"/> εφ'απαξ
- Δόνηση : <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ	- Στοιχεία αποέντασης τενόντων: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΑ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΑ

ΕΡΓΟ:

ΑΝΑΔΟΧΟΣ:

Κωδικός: ΦΕΕ-400.01
ΕΚΔΟΣΗ: Α
Ημερομηνία:
Α/Α:

Σελίδα 2 από 2

Δ. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΕΓΕΡΣΗΣ

- Κανόνες βαρέων κατ/στικων μηχανημάτων : <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ	- Σχεδιασμός ικριωμάτων: <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ
- Είδος εξοπλισμού ανέγερσης : <input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΣ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΣ	- Ιδιαίτερη επιστολή των χαρακτηριστικών των ικριωμάτων : <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ
- Χρήση ικριωμάτων : <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ	- Έλεγχος των διατάξεων: <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ
- Σχετικές τροποποιήσεις ικριωμάτων : <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ	- Έλεγχος των γερανών: <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ
- Κατασκευαστικές ανοχές των προκατασκευασμένων δοκών: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ	- Έλεγχος οχημάτων μεταφοράς: <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ

Ε. ΟΡΟΙ ΥΓΙΕΙΝΗΣ- ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

- Έχουν ληφθεί τα κατάλληλα μέτρα υγιεινής & ασφάλειας	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ
- Έχουν ληφθεί τα κατάλληλα μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ

Ανάδοχος	Υπεύθυνος Μηχανικός Κατασκευής	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
Κύριος του Έργου	Εκπρόσωπος ΚτΕ	

ΕΡΓΟ:

ΑΝΑΔΟΧΟΣ:

Κωδικός: ΦΕΕ-
400.02

ΕΚΔΟΣΗ: Α

Ημερομηνία:

Α/Α:

Σελίδα 1 από 2

ΚΩΔ. ΤΜΗΜΑΤΟΣ
ΕΡΓΟΥ

--	--	--	--	--	--

**ΦΥΛΛΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ
ΠΡΟΒΟΛΟΔΟΜΗΣΗΣ ΓΕΦΥΡΩΝ
(ΜΕ ΣΠΟΝΔΥΛΟΥΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ)**

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

ΘΕΣΗ

ΕΡΓΟΥ: _____

(Χ.Θ.): _____

ΣΧΕΔΙΑ: _____ ΣΧΕΔΙΑ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ: _____

Α. ΕΛΕΓΧΟΙ ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

- Εγκεκριμένη μελέτη σύνθεσης σκυροδέματος	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ
- Εγκεκριμένη ποιότητα χάλυβα οπλισμού	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ
- Εγκεκριμένος Χάλυβας προέντασης	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ
- Τιμεντένεμα για την πλήρωση των σωλήνων προέντασης	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ
- Λοιπά υλικά (μη συρρικνούμενο κονίαμα) για την πλήρωση των αρμών	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ

Β. ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΠΟΔΕΚΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

- Παραγωγή & μεταφορά σκυροδέματος: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ	- Κονιάματα μη συρρικνούμενα για την πλήρωση των αρμών (σύμφωνα με τη μελέτη): <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΑ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΑ
- Διάστρωση & συμπίκνωση σκυροδέματος: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ	- Τιμεντένεμα για την πλήρωση των σωλήνων προέντασης: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΟ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟ
- Συντήρηση σκυροδέματος: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ	- Τύποι (καλούπια): <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΟΙ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟΙ
- Συγκρότημα παραγωγής σκυροδέματος: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΟ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟ	- Ικριώματα: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΑ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΑ
- Δομητική συμπίκνωση σκυροδέματος: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ	- Εμφανή σκυροδέματα: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΑ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΑ

Γ. ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ- ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

- Ειδικός εξοπλισμός προβολοδόμησης (φορείο)	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΣ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΣ
- Έλεγχος γεωμετρίας σκυροδέματος	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΣ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΣ
- Τοποθέτηση εξαρτημάτων προεντάσεων και μη-προεντεταμένου οπλισμού	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ
- Υπολογισμός των αναμενόμενων παραμορφώσεων υπό τα φορτία κάθε φάσης κατασκευής	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ
- Πλάκες αγκύρωσης & κώνοι διέλευσης τενόντων	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΕΣ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΕΣ
- Χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΙ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΙ
- Διαμόρφωση οπών – θυρίδων επισκευών	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ
- Σκυροδέτηση & συμπίκνωση	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ

ΕΡΓΟ:

ΑΝΑΔΟΧΟΣ:

Κωδικός: ΦΕΕ-400.02
ΕΚΔΟΣΗ: Α
Ημερομηνία:
Α/Α:

Σελίδα 2 από 2

- Συντήρηση σκυροδέματος	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ
- Απομάκρυνση των τύπων	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ
- Λήψη ειδικών δοκιμών για την εξέλιξη της θλιπτικής αντοχής	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ
- Εκτέλεση τσιμεντενέσεων	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ

Δ. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΕΚΤΕΛΕΣΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

- Άνοχές ανέγερσης	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ
- Έλεγχος γεωμετρίας	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΣ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΣ

Ε. ΟΡΟΙ ΥΓΙΕΙΝΗΣ- ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

- Έχουν ληφθεί τα κατάλληλα μέτρα υγιεινής & ασφάλειας	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ
- Έχουν ληφθεί τα κατάλληλα μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ

Ανάδοχος	Υπεύθυνος Μηχανικός Κατασκευής	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	
Κύριος του Έργου	Εκπρόσωπος ΚτΕ		

ΕΡΓΟ:

ΑΝΑΔΟΧΟΣ:

Κωδικός: ΦΕΕ-400.03

ΕΚΔΟΣΗ: Α

Ημερομηνία:

Α/Α:

Σελίδα 1 από 2

ΚΩΔ. ΤΜΗΜΑΤΟΣ
ΕΡΓΟΥ

--	--	--	--	--	--

ΦΥΛΛΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΦΟΡΕΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ ΜΕ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟΥΣ ΣΠΟΝΔΥΛΟΥΣ

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

ΘΕΣΗ

ΕΡΓΟΥ: _____

(Χ.Θ.): _____

ΣΧΕΔΙΑ: _____ ΣΧΕΔΙΑ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ: _____

Α. ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

- Κατηγορία σκυροδέματος	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ
- Χάλυβας οπλισμού σκυροδέματος	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΣ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΣ
- Χάλυβας προέντασης	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΣ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΣ
- Τσιμεντένεμα για την πλήρωση των σωλήνων προέντασης	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ
- Λοιπά υλικά για την πλήρωση των αρμών	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ

Β. ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΠΟΔΕΚΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

- Παραγωγή & μεταφορά σκυροδέματος	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ
- Διάστρωση & συμπύκνωση σκυροδέματος	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ
- Συντήρηση σκυροδέματος	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ
- Συγκρότημα παραγωγής σκυροδέματος	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ
- Δονητική συμπύκνωση σκυροδέματος	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ
- Ικρίωματα	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ
- Τύποι (καλούπια)	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΙ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΙ
- Χαλύβδινοι οπλισμοί σκυροδέματος	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΙ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΙ
- Χάλυβες προέντασης	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΙ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΙ
- Τσιμεντένεμα για την πλήρωση των σωλήνων προέντασης	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ
- Κονιάματα μη συρρικνούμενα για την πλήρωση των αρμών	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ

Γ. ΕΛΕΓΧΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ –ΑΠΑΙΤΗΣΗΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

- Απαιτήσεις σκυροδέτησης: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ	- Πλάκες αγκύρωσης & κώνοι διέλευσης τενόντων προέντασης: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ
- Τύποι: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΟΙ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟΙ	- Υλικά κατά την ανέγερση: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΑ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΑ
- Έλεγχος γεωμετρίας σκυροδέτησης: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΟΣ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟΣ	- Αντοχές προκατασκευασμένων σπονδύλων: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ
- Ενσωματούμενα περιβλήματα των τενόντων προέντασης: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΑ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΑ	- Φορτοεκφόρτωση <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ
-Χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΟΙ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟΙ	-Αποθήκευση & μεταφορά σπονδύλων : <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ

ΕΡΓΟ:

ΑΝΑΔΟΧΟΣ:

Κωδικός: ΦΕΕ-400.03
ΕΚΔΟΣΗ: Α
Ημερομηνία:
Α/Α:

Σελίδα 2 από 2

-Σκυροδέτηση & συμπίκνωση: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΟΙ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟΙ	-Εγχειρίδιο ανέγερσης: <input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ
-Συντήρηση σκυροδέματος: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ	-Αντοχές ανέγερσης : <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ
-Λήψη ειδικών δοκιμών: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ	- Συμμετρική & μονόπλευρη προβολοδότηση : <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ

Δ. ΤΕΛΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

- Στηθαία ασφαλείας & διατάξεις κεντρικής νησίδας	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΑ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΑ
- Υδατοστεγάνωση καταστρώματος	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ
- Έλεγχος για παραλαβή	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΟΣ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟΣ

Ε. ΟΡΟΙ ΥΓΙΕΙΝΗΣ- ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

- Έχουν ληφθεί τα κατάλληλα μέτρα υγιεινής & ασφάλειας	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ
- Έχουν ληφθεί τα κατάλληλα μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ

Ανάδοχος	Υπεύθυνος Μηχανικός Κατασκευής	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
Κύριος του Έργου	Εκπρόσωπος ΚτΕ	

ΕΡΓΟ:

ΑΝΑΔΟΧΟΣ:

Κωδικός: ΦΕΕ-400.04
ΕΚΔΟΣΗ: Α
Ημερομηνία:
Α/Α:

Σελίδα 1 από 2

ΚΩΔ. ΤΜΗΜΑΤΟΣ
ΕΡΓΟΥ

--	--	--	--	--	--

**ΦΥΛΛΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ
ΕΛΑΣΤΟΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ**

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

ΘΕΣΗ

ΕΡΓΟΥ: _____

(Χ.Θ.): _____

ΣΧΕΔΙΑ: _____

ΕΙΔΟΣ/ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΕΦΕΔΡΑΝΟΥ: _____

Α. ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΠΟΔΕΚΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

- Φυσικές & μηχανικές ιδιότητες ελαστομέρους: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ	- Μεταφορά & αποθήκευση των εφεδράνων: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ
- Χαλύβδινα ελάσματα: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΑ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΑ	- Εγκατάσταση & σχέδιο (εγκατάστασης) των εφεδράνων: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ
- Επιφάνειες ολίσθησης: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ	- Έδραση των εφεδράνων επί της υποδομής: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ
- Σήμανση εφεδράνων: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ	- Εξομαλυντική στρώση κονιάματος: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ
- Τιμές των ιδιοτήτων – των ελαστομεταλλικών εφεδράνων: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ	- Σύνδεση των εφεδράνων με την ανωδομή: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ
- Αντοχές & διαστάσεις – των ελαστομεταλλικών εφεδράνων: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ	- Έναρξη λειτουργίας (αποδέσμευση) εφεδράνων: <input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ

**Β. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ
ΕΦΕΔΡΑΝΩΝ**

- Ποιοτικός έλεγχος μετά την παραλαβή των εφεδράνων στο εργοτάξιο: <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ	- Ποιοτικός έλεγχος κατά την έναρξη λειτουργίας: <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ
- Ποιοτικός έλεγχος κατά την εγκατάσταση των εφεδράνων: <input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΣ <input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΣ	- Τα απαιτούμενα πρωτόκολλα έχουν συνταχθεί: <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ

Γ. ΟΡΟΙ ΥΓΙΕΙΝΗΣ- ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

- Έχουν ληφθεί τα κατάλληλα μέτρα υγιεινής & ασφάλειας	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ
- Έχουν ληφθεί τα κατάλληλα μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ

Ανάδοχος	Υπεύθυνος Μηχανικός Κατασκευής	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	
Κύριος του Έργου	Εκπρόσωπος ΚΤΕ		

ΕΡΓΟ:

ΑΝΑΔΟΧΟΣ:

Κωδικός: ΦΕΕ-500.01
ΕΚΔΟΣΗ: Α
Ημερομηνία:
Α/Α:

Σελίδα 1 από 1

ΚΩΔ. ΤΜΗΜΑΤΟΣ
ΕΡΓΟΥ

--	--	--	--	--	--

**ΦΥΛΛΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ
ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΙ ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ**

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

ΘΕΣΗ

ΕΡΓΟΥ: _____

(Χ.Θ.): _____

ΣΧΕΔΙΑ: _____ ΣΧΕΔΙΑ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ: _____

Α. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

- Ενσωματούμενα υλικά	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ
- Ισχύοντα πρότυπα	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ
- Έλεγχοι παραλαβής υλικών	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΙ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΙ
- Μέθοδος μεταφοράς – απόθεσης & φύλαξης υλικών	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ

Β. ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

- Κοπή των ράβδων οπλισμού	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ
- Κάμψεις των ράβδων	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ
- Διαμόρφωση και τοποθέτηση οπλισμών	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ
- Επιμήκυνση & ένωση οπλισμών	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ
- Προστασία του οπλισμού κατά την αναμονή	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ
- Έλεγχος ολοκληρωμένης εργασίας	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ

Δ. ΟΡΟΙ ΥΓΙΕΙΝΗΣ- ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

- Έχουν ληφθεί τα κατάλληλα μέτρα υγιεινής & ασφάλειας	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ
- Έχουν ληφθεί τα κατάλληλα μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ

Ε. ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗΣ

- Μονάδες μέτρησης εργασίας (π.χ. m)	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ
- Μέθοδος μέτρησης εργασιών	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ

Ανάδοχος	Υπεύθυνος Μηχανικός Κατασκευής	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
Κύριος του Έργου	Εκπρόσωπος ΚτΕ	

ΕΡΓΟ:

ΑΝΑΔΟΧΟΣ:

Κωδικός: ΦΕΕ-
500.02

ΕΚΔΟΣΗ: Α

Ημερομηνία:

Α/Α:

Σελίδα 1 από 2

ΚΩΔ. ΤΜΗΜΑΤΟΣ
ΕΡΓΟΥ

--	--	--	--	--	--

ΦΥΛΛΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

ΘΕΣΗ

ΕΡΓΟΥ: _____

(Χ.Θ.): _____

ΣΧΕΔΙΑ: _____ ΣΧΕΔΙΑ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ: _____

Α. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

1) Ενσωματούμενα υλικά

- Χάλυβες προέντασης	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΙ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΙ
- Περιβλήματα τενόντων	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ
- Κεφαλές αγκύρωσης	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΕΣ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΕΣ
- Επεκτατήρες τενόντων (μούφες)	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΕΣ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΕΣ
- Τσιμεντένεμα προστασίας	<input type="checkbox"/> ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ

2) Έλεγχοι παραλαβής των υλικών

- Τηρήθηκαν οι απαιτήσεις για τους χάλυβες προέντασης	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ
- Υπάρχουν τα απαραίτητα πιστοποιητικά εργοστασίου παραγωγής	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ
- Τηρήθηκαν οι απαιτήσεις για τα περιβλήματα τενόντων	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ

Β. ΓΕΝΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

1) Τένοντες

- Απαιτούμενη ευθυγράμμιση των τενόντων	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ
- Κατάσταση επιφάνειας	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ
- Διαμόρφωση κεφαλών	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ
- Τηρήθηκαν οι απαιτούμενες προφυλάξεις κατά τη μεταφορά και αποθήκευση των τενόντων	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ
- Τηρήθηκαν οι απαιτούμενες προφυλάξεις μετά την τοποθέτηση των τενόντων	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ

2) Περιβλήματα τενόντων

- Τοποθέτηση των περιβλημάτων	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ
- Ενώσεις των περιβλημάτων	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ
- Ευθυγράμμιση των περιβλημάτων	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ

3) Εφαρμογή της προέντασης

- Συσκευές τάνυσης (γρύλλοι)	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ
- Διαδικασία τάνυσης	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ
- Προεντεταμένη κλίση	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ
- Εξωτερική προένταση	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ
- Τσιμεντενέσεις	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ

ΕΡΓΟ:

ΑΝΑΔΟΧΟΣ:

Κωδικός: ΦΕΕ-500.02
ΕΚΔΟΣΗ: Α
Ημερομηνία:
Α/Α:

Σελίδα 2 από 2

- Αποκατάσταση επιφανειών σκυροδέματος και καθαρισμός	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ
---	-----------------------------------	--------------------------------------

Δ. ΟΡΟΙ ΥΓΙΕΙΝΗΣ- ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

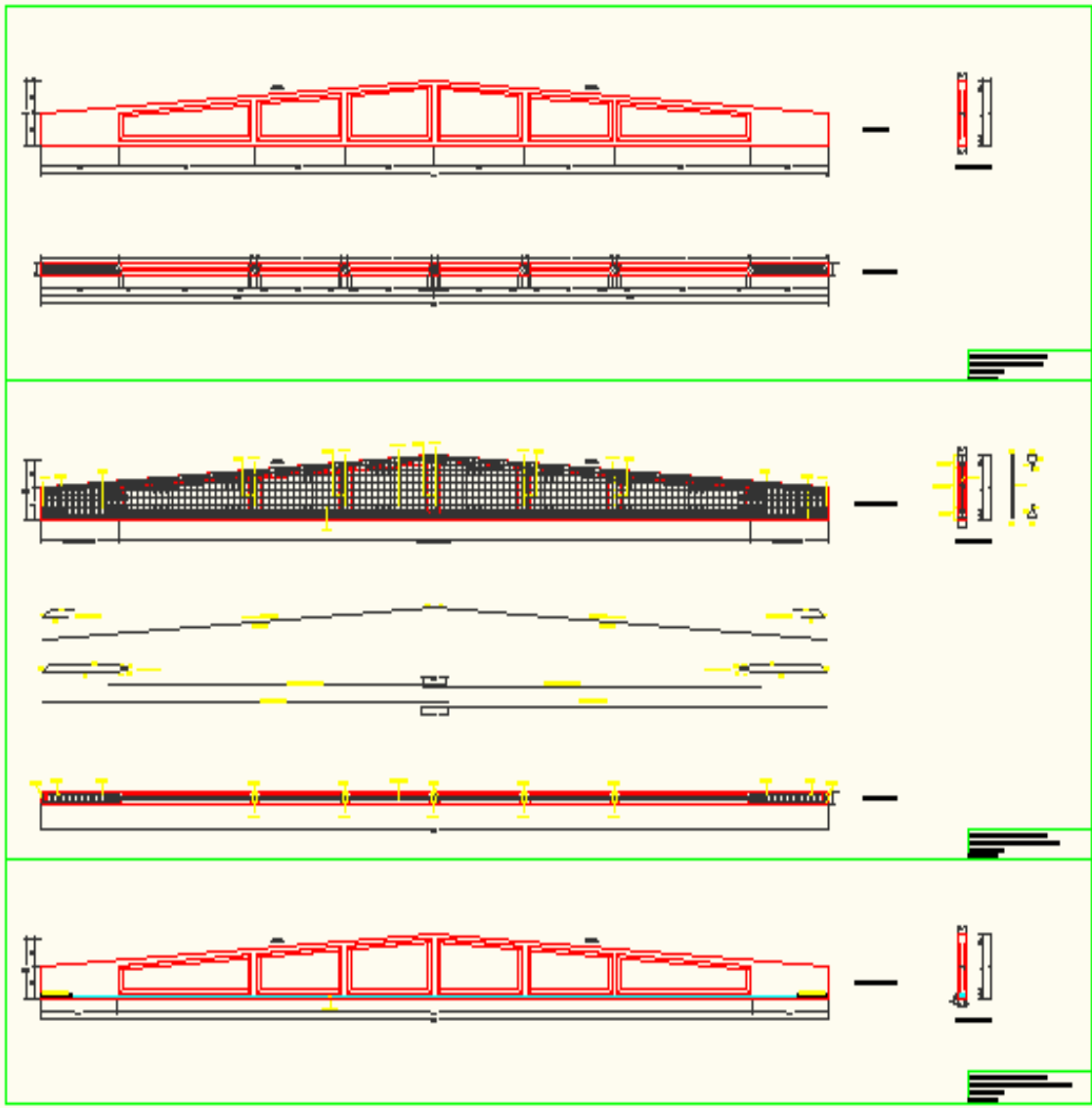
- Έχουν ληφθεί τα κατάλληλα μέτρα υγιεινής & ασφάλειας	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ
- Έχουν ληφθεί τα κατάλληλα μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ

Ε. ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗΣ

- Μονάδες μέτρησης εργασίας (π.χ. m)	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ
- Μέθοδος μέτρησης εργασιών	<input type="checkbox"/> ΑΠΟΔΕΚΤΗ	<input type="checkbox"/> ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ

Ανάδοχος	Υπεύθυνος Μηχανικός Κατασκευής	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	
Κύριος του Έργου	Εκπρόσωπος ΚτΕ		

ΣΧΕΔΙΟ ΟΠΛΙΣΗΣ



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑΣ 2: Σχεδιασμός φορέων από Σκυρόδεμα – Μέρος 1-1: Γενικοί Κανόνες και Κανόνες για κτίρια
2. ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ (ΠΕΤΕΠ) 01-02-02-00
3. ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ *ΠΑΝ. ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΠΟΥΛΟΣ*
4. ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ DIN-FACHBERICHTE ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ
5. ΕΚΚΑΦ ΑΤΕΕ ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ
6. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΤΟΡΕΛΕΜΕΝΤ
7. ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ 2000
8. ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΤΕΙ ΠΑΤΡΑΣ ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ – ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΠΑΓΑΝΟΣ
9. ΣΠΟΥΔΑΣΤΙΚΕΣ-ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ – ΖΑΧΑΡΙΑΣ ΧΡΗΣΤΟΥ