



Post tensioning system

Σύστημα προέντασης

AlgaCable

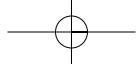


 ΕΛΕΜΚΑ A.E.



Φωτογραφία εξωφύλλου: Γέφυρα Ρίου - Αντιρρίου
Cover photo: Rion - Antirrion Bridge

Επεξεργασία κειμένων: Παναγιώτης Μαμάκος
Καλλιτεχνική επιμέλεια: Χαρά Αρώνη

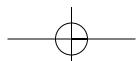


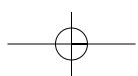
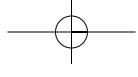
Περιεχόμενα

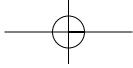
| | |
|--------------------------------------|--|
| Γενικά | |
| Κύρια χαρακτηριστικά - Πλεονεκτήματα | |
| Τένοντες | |
| Τοποθέτηση των τενόντων | |
| Συρματόσχοινα | |
| Σωλήνες και σύνδεσμοι | |
| Αγκυρώσεις | |
| Οπλισμός του μετώπου αγκύρωσης | |
| Τεχνικές καρτέλες αγκυρώσεων | |
| • Ενεργή Αγκύρωση "M" | |
| • Πάγιες Αγκυρώσεις "B" & "S" | |
| • Πάγιες Αγκυρώσεις "F" & "E" | |
| • Σταθερός Σύνδεσμος "K" | |
| • Κινητός Σύνδεσμος "V" | |
| • Κινητός Σύνδεσμος "G" | |
| • Ενδιάμεση Κεφαλή Αγκύρωσης "C" | |
| Γρύλοι μετέντασης | |
| Τάνυση | |
| Απώλειες λόγω τριβής | |
| Απώλειες λόγω σφήνωσης | |
| Τσιμεντένεση | |

Contents

| | σελ. - page |
|--------------------------------|----------------|
| Introduction | 3 |
| Main features - Advantages | 6 |
| Cables | 8 |
| Installation of cables | 10 |
| Strands | 12 |
| Sheaths & Couplings | 13 |
| Anchorages | 14 |
| End block reinforcement | 15 |
| Technical cards | |
| • Stressing Anchorage "M" | 16 |
| • Fixed Anchorages "B" & "S" | 17 |
| • Fixed Anchorages "F" & "E" | 18 |
| • Fixed Coupler "K" | 19 |
| • Movable Coupler "V" | 19 |
| • Movable Coupler "G" | 20 |
| • Intermediate Anchor Head "C" | 21 |
| Post tensioning jacks | 22 |
| Tensioning | 24 |
| Friction losses | 27 |
| Losses due to wedge set | 28 |
| Grouting | 29 |







Γενικά

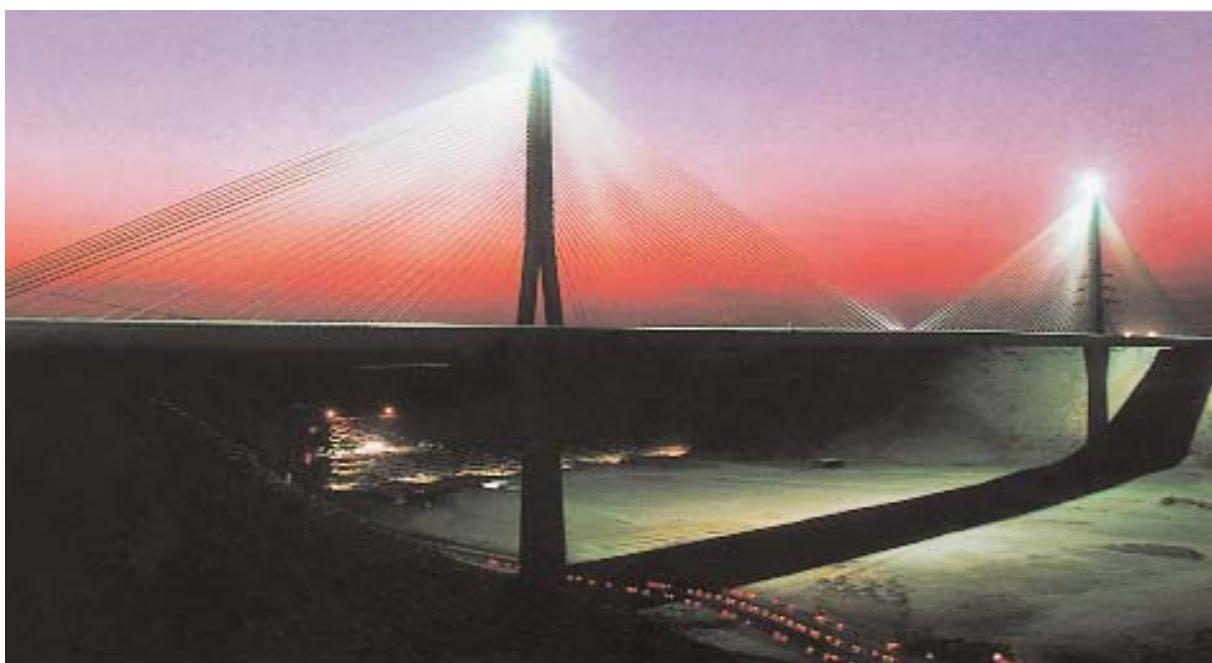
Το σύστημα Alga Cable, πρώην PRECO, το οποίο αντιπροσωπεύεται στην Ελλάδα από την ΕΛΕΜΚΑ Α.Ε. έχει σχεδιαστεί με σκοπό να καλύψει τις σύγχρονες κατασκευαστικές απαιτήσεις, εξοικονομώντας χώρο εργασιών, χρήμα, ενώ ταυτόχρονα, απλοποιεί την κατασκευή και παρέχει υψηλή ποιότητα.

Η πρώτη ενασχόληση της ALGA στον σχεδιασμό και τις εργασίες προέντασης ξεκινά το 1942, όταν με την εγκριτική απόφαση της πατέντας με αριθμό 399934, ο G. Marioni, ιδρυτής της ALGA και ο P. Noli, προστάτεψαν την εφεύρεσή τους για την προένταση του σκυροδέ-

Introduction

Alga Cable, ex PRECO, is a post-tensioning system that is represented in Greece by ELEMKA S.A. and is designed to cover the modern needs to construct in less space, economically, with simplicity and high quality.

The first evidence of ALGA active involvement in the study and development of the prestressing technology, dates back to 1942 and is proved by patent 399934, with which G. Marioni, ALGA's founder, and P.Noli protected their invention about the pre-tensioning of concrete, or concrete



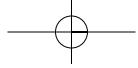
Riyad - Wadi Lebanon Bridge

ματος, ή σκυροδέματος - πλίνθων, με σκοπό να χρησιμοποιηθεί σαν μέσο αντίστασης στις εφελκυστικές τάσεις που δεν μπορούν να αναλάβουν τα υλικά αυτά.

Από το έτος αυτό και μετά η ALGA είναι συνεχώς παρούσα στο πεδίο της προέντασης, άμεσα ή έμμεσα μέσω των εταιρειών (Biarmato, Prebeton Cavi, Preco) αποκτώντας έτσι μεγάλη εμπειρία, η οποία της επέτρεψε την προσπάθεια για έρευνα και πρόοδο να την συνεχίζει επί 50 και πλέον χρόνια από την εποχή της ίδρυσής της.

and bridge elements, to be used as resistant components in the composite structures.

Since that year, Alga has been continuously present in the field of prestressing, directly or through the companies of its group (Biarmato, Prebeton Cavi, Preco); in this way Alga has gained a great and precious experience, which allows to continue the course of research, and its progress began more than fifty years ago by its founder, G. Marioni.



Γέφυρα Αξιού



Axios Bridge

Η ΕΛΕΜΚΑ Α.Ε. που ιδρύθηκε το 1990 από Μηχανικούς, με όραμα την εισαγωγή στον Ελλαδικό χώρο Τεχνικών Υπηρεσιών υψηλών Απαιτήσεων, εισήγαγε στην Ελλάδα το σύστημα αυτό, του οποίου είναι και ο επίσημος Αντιπρόσωπος.

Η ΕΛΕΜΚΑ Α.Ε. εργάζεται παρέχοντας τις υπηρεσίες της στα μεγαλύτερα έργα της Ελλάδας (Γέφυρα Ρίου - Αντιρρίου, Γέφυρα Σιδηροδρομικής Γραμμής Υψηλής Ταχύτητας Ισθμού Κορίνθου, Γέφυρα Γρεβενιώτικου, Σιδηροδρομική Γέφυρα Αξιού κ.α.) και παρέχει Τεχνική Υποστήριξη μέσα από το έμπειρα και ειδικά καταρτισμένο Τεχνικό τμήμα της σε έργα της Μέσης Ανατολής (Καλωδιωτές γέφυρες: Manama-Muharraq στο Bahrain, Wadi Leban (Riyad), Ζεύξη Abu Dhabi - Dubai κ.α.).

Διευρύνει τις δραστηριότητές της με την ίδρυση αντιπροσωπείας στο KUWAIT, ενώ στην Κύπρο υπάρχει ήδη αντιπρόσωπος.

Το Σύστημα ALGA CABLE καλύπτει τα πρότυπα DIN 4227, BS 4447, prEN 13391 καθώς και τους κανονισμούς και οδηγίες για την εφαρμογή συστημάτων

Σ.Γ.Υ.Τ. Ισθμού Κορίνθου



Corinth Canal H.S.R. Bridge

Γέφυρα Γρεβενιώτικου



Greveniotikos Bridge

ELEMKA S.A. was founded in 1990 by Engineers with the vision to establish in Greece High Level Technical Services and they imported in Greece this system, for which is the official Representative.

ELEMKA S.A. gives technical assistance by providing full in-situ services to the biggest projects in Greece (Rion - Antirrion Bridge Project, High Speed Railway Bridge of Corinth Canal Bridge, Greveniotikos Bridge, Axios Railway Bridge etc) and gives technical assistance by its efficient and well trained Technical Department to Middle East projects (Stay Cable Bridges: Manama-Muharraq at Bahrain, Wadi Leban (Riyad), Abu Dhabi - Dubai Over-crossing etc).

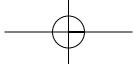
ELEMKA is expanding its activities to KUWAIT by establishing official representation locally, while in Cyprus is already represented.

ALGA CABLE covers DIN 4227, BS 4447, prEN 13391 and the guidelines of FIP (International Prestressed Concrete Federation).

Γέφυρα Πολύμυλου



Polimilos Bridge



προέντασης του Διεθνούς Οργανισμού FIP (International Prestressed Concrete Federation).

Εφαρμόζεται ευρέως στην κατασκευή προεντεταμένων σκυροδετημένων συστημάτων, όπως γέφυρες, κτίρια, σιλό και άλλες κατασκευές.

Σχεδιαστικά, το Σύστημα ALGA CABLE ανήκει στην κατηγορία της Μετέντασης, όπου η εφαρμογή της δύναμης της προέντασης γίνεται μετά την σκυροδέτηση του φορέα ή την τοποθέτηση προκατασκευασμένων στοιχείων, μέσω ενός συστήματος αγκυρώσεων και τενόντων οι οποίοι μόλις πληρωθούν με τσιμεντένεμα, συνδέονται δια συνάφειας πλέον με τον φορέα.

The system is widely used at the construction of pretensioned concrete systems, i.e. bridges, buildings, silos and other constructions.

ALGA CABLE is a Post-tensioning System which applies the pretensioning force after concreting or the installation of pre-cast segments, throughout a system of anchorages and tendons, which when filled with grout, they are acting as one body with the structure.

In such a way we can achieve economical benefits for the construction, due to the fact that there is no need to buy a pre-stressing bed, and we can apply the prestressing force in phases, giving to the



Second Manama - Muharraq crossing project - Bahrain

Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται μεγαλύτερη οικονομία στις κατασκευές, δεδομένου ότι δεν απαιτείται η αγορά ειδικής κλίνης, και μάλιστα μπορεί να εφαρμοστεί τριματικά, ανάλογα με τις φάσεις κατασκευής, διευκολύνοντας τον Μελετητή και τον Εργολάβο με την απλότητά του στη σχεδίαση και την εφαρμογή.

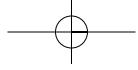
Το σύστημα Alga Cable παρέχει τη δυνατότητα χρήσης μίας ευρείας γκάμας τενόντων αποτελούμενων από 7-κλωνα συρματόσχοινα διαμέτρου 0,6" ικανά να καλύψουν τις περισσότερες περιπτώσεις εφαρμογής.

Ειδικές αγκυρώσεις μικρότερης ή μεγαλύτερης ικανότητας από τις τυπικές μπορεί να παραχθούν κατόπιν ειδικής παραγγελίας με σκοπό να εξυπηρετηθούν ειδικές κατασκευαστικές απαιτήσεις.

Designer and the Contractor the advantage of simplicity for the design and construction.

Alga Cable gives the possibility to use a variety of tendons by 7-wire PC Strand of 0,6" in a way to cover most of the cases.

Special anchorages with smaller or bigger capacity than the typical, can be manufactured if required, in order to be used in special constructions.



Κύρια χαρακτηριστικά - Πλεονεκτήματα

- Μικρές αγκυρώσεις, χωρίς κωνικά σχήματα, με μεγαλύτερες επιφάνειες διανομής δυνάμεων, ενώ υποδοχές εξάγωνου σχήματος καθιστούν την τοποθέτηση ευκολότερη στον ξυλότυπο ή τον μεταλότυπο.
- Κώνοι σύνδεσης για κανονικούς ή υπερμεγέθεις σωλήνες τενόντων.
- Ικανότητα τοιμεντένεσης από μπροστά ή πάνω από την αγκύρωση.
- Περισσότερος χώρος για οπλισμό και καλύτερη συμπύκνωση του σκυροδέματος στο μέτωπο αγκύρωσης.
- Ειδικά σχεδιασμένοι γρύλοι με ενιαία επιφάνεια τάνυσης, οι οποίοι είναι οι μικρότεροι και ελαφρύτεροι στην κατηγορία τους. Το μικρό τους βάρος διευκολύνει την χρήση τους και την τοποθέτησή τους στην αγκύρωση. Σε κατάσταση ανάγκης απλός πρόσθετος εξοπλισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να γίνει η τάνυση από μετατοπισμένο σημείο.

Το μικρό τους βάρος επιτρέπει:

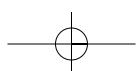
- Μικρότερη εκτροπή του τένοντα
- Λιγότερο πρόσθετο οπλισμό
- Μικρότερες απώλειες λόγω τριβής
- Εγκοπές μικρών διαστάσεων για τα μέτωπα αγκύρωσης.

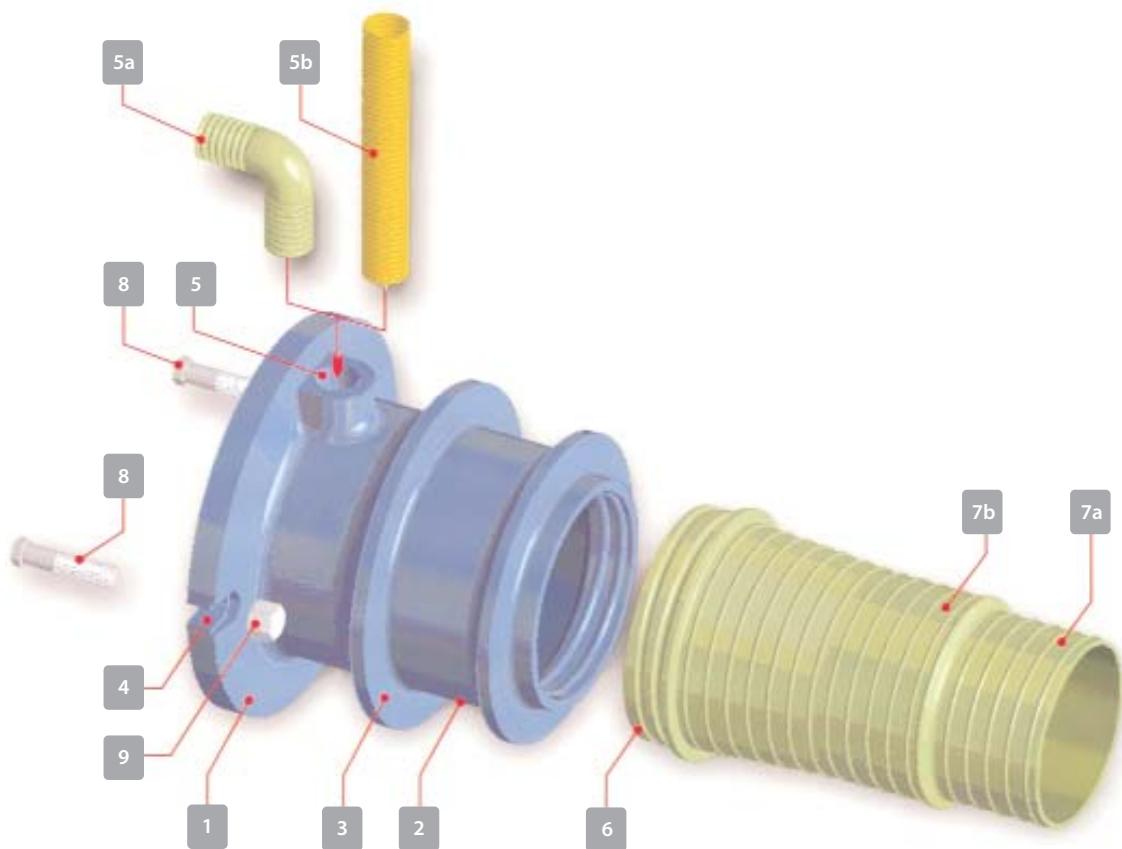
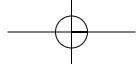
Main features - Advantages

- Compact anchorages, without conical shapes, with more distribution surfaces, and slots with hexagonal encasing to make their laying to the formwork easier.
- Linking cone for normal and enlarged ducts.
- Arrangement for frontal or lateral grouting.
- More space for reinforcing and concreting at the end block.
- Advanced tensioning jacks with integrated main pulling area, the smallest and lightest available in their field. Their light weight facilitates their handling and installation on the anchorages and, in case of necessity, simpler auxiliary equipment can be used for their displacement.

Their reduced sizes allow:

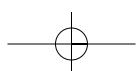
- A smaller deviation of the tendon
- Less auxiliary reinforcement
- Lower friction losses
- Recesses of smaller dimensions in the concrete

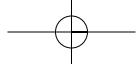




- 1** Αγκύρωση
- 2** Μη κωνικό σχήμα
- 3** Περισσότερες επιφάνειες διανομής δυνάμεων
- 4** Υποδοχές εξάγωνων παξιμαδιών
- 5** Υποδοχή για σωληνάκι ενεμάτωσης
- 6** Κώνος ένωσης με σπείρωμα
- 7a** Συνδεσμολογία τυπικών σωλήνων
- 7b** Συνδεσμολογία σωλήνων μεγαλύτερου διαμέτρου
- 8-9** Βίδες σύνδεσης στον ξυλότυπο και παξιμάδια

- 1** Casting Unit
- 2** Non conical shapes
- 3** More distribution surfaces
- 4** Slots for hexagonal nuts
- 5** Connection hole for grouting tubes
- 6** Threaded link cone
- 7a** Coupling for standard sheaths
- 7b** Coupling for larger sheaths
- 8-9** Clamping bolts and nuts





Τένοντες

Οι τένοντες είναι κατασκευασμένοι από χάλυβα υψηλής αντοχής αποτελούμενοι από 7-κλωνα συρματόσχοινα διαμέτρου 0,6" των οποίων τα χαρακτηριστικά φαίνονται στον πίνακα 1.

Οι τένοντες, αποτελούνται από συγκεκριμένο πλήθος συρματόσχοινων και περιβάλλονται από αυλακωτή σωλήνα από χαλυβόφυλλο, στην περίπτωση εσωτερικών τενόντων ή από υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλενίου (HDPE) σωλήνες στην περίπτωση εξωτερικών τενόντων. Απλώς αλλάζοντας το μέγεθος των συρματόσχοινων και το πλήθος τους είναι δυνατόν να κατασκευαστούν τένοντες με την επιθυμητή ικανότητα για το κάθε έργο.

Για να διασφαλιστεί καλύτερη προστασία των συρματόσχοινων από τη διάβρωση και για να διασφαλισθεί η ηλεκτροχημική τους μόνωση, ενίστε ενδείκνυται να χρησιμοποιείται σωλήνα από HDPE αντί της χαλύβδινης.

Cables

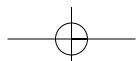
The cables are made up of hightensile steel 0,6" strands, whose characteristics are listed in Table 1.

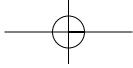
The bundle of strands is encased in a sheath of corrugated steel strip in case of internal tendons, or in high density polyethylene (HDPE) tubes in case of external ones. By simply varying the strands size and their number it is possible to produce cables of any required capacity.

To assure a better protection of the strands from corrosion and to insulate them electrically, it is advisable to use a corrugated HDPE sheath instead of the corrugated steel one.

Πίνακας 1 - Table 1

| Κανονισμός Norm | Διάμετρος Nominal Diameter | Όνομασία Type | Βάρος Weight | Όνομαστική Επιφάνεια Nominal area | Χαρακτηριστικές Τιμές Characteristic values | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------------|------------------|-----------------|--|--|-------------------|---|---------------------|---|--------------------|------|
| | | | | | Θραύση Braking | | Συμβατικό όριο Διαρροής 0,1% Proof load 0,1% | | Ελάχιστο φορτίο στο 1% της επιμένουσης [Χαμηλή χαλάρωση] Load at 1% elongation [Low Relaxation] | | |
| | | | | | F _m | f _m | F _{p(0.1)} | f _{p(0.1)} | F _{p(1)k} | f _{p(1)k} | |
| | mm inch | | kgr/m | mm ² | kN | N/mm ² | kN | N/mm ² | kN | N/mm ² | |
| pr EN 10138 έκδ.2004 | 15,2 | 0,6" | Y1770S7 | 1,086 | 139 | 246 | 1770 | 212 | 1525 | - | - |
| | 15,2 | 0,6" | Y1860S7 | 1,086 | 139 | 259 | 1860 | 223 | 1600 | - | - |
| | 15,7 | 0,6" | Y1770S7 | 1,172 | 150 | 266 | 1770 | 229 | 1525 | - | - |
| | 15,7 | 0,6" | Y1860S7 | 1,172 | 150 | 279 | 1860 | 240 | 1600 | - | - |
| ASTM | 15,2 | 0,6" | Grade250 | 1,094 | 139,4 | 240,2 | 1720 | - | - | 216,2 | 1550 |
| A416-02 | 15,24 | 0,6" | Grade270 | 1,102 | 140,0 | 260,7 | 1860 | - | - | 234,6 | 1680 |





Οι τένοντες μπορούν να κατασκευαστούν στις εγκαταστάσεις της ΕΛΕΜΚΑ και να σταλούν στο έργο ή να κατασκευαστούν επί τόπου στο εργοτάξιο, που είναι και το πιο σύνηθες.

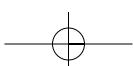
Στην περίπτωση της επί τόπου κατασκευής τα συρματόσχοινα προωθούνται στον σωλήνα (Εικόνα 2a) με ειδικές προωθητικές μηχανές πριν ή μετά τη σκυροδέτηση, ανάλογα με τις κατασκευαστικές απαιτήσεις. Είναι επίσης δυνατό να γίνει τοποθέτηση των συρματόσχοινων με ειδικές "κάλτσες" και βαρούλκα (Εικόνα 2b).

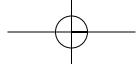
Το περίβλημα των τενόντων κατασκευάζεται στις εγκαταστάσεις μας στη Θεσσαλονίκη (χαλυβδόφυλλο 0,30 ~ 0,60 mm, γαλβανισμένο ή απλό) καλύπτοντας όλο το εύρος των απαιτήσεων. Το χαλυβδόφυλλο που χρησιμοποιείται για την παραγωγή της σωλήνας έχει το πάχος που απαιτείται από το EN 523.

The cables can be produced at ELEMKA workshop and sent to the construction site, or can be manufactured in-situ, that is the most common practice.

At the case of in-situ construction the strands are threaded inside the duct (Picture 2a) with special pushing machines before or after concreting, according to the construction needs. It is also possible to install the strands by pulling with special sockets and a winch (Picture 2b).

The sheath is manufactured at ELEMKA storehouse at Thessalonica (steel strip 0,30~0,60mm, galvanized or simple) covering the whole range. The steel strip gauge that is used to manufacture the sheath is in accordance with EN 523.





Τοποθέτηση των τενόντων

Οι αγκυρώσεις τοποθετούνται στον ξυλότυπο με βίδες και παξιμάδια (Εικόνα 1, τεμ. 8-9) και εάν γίνει σωστή επάλειψη με λάδι, ο ξυλότυπος απομακρύνεται πολύ εύκολα μετά τη σκυροδέτηση. Όλες οι ενώσεις των τενόντων πρέπει να ασφαλίζονται πολύ προσεχτικά με ταινία ή ειδικά θερμοπλαστικά υλικά.

Η τοποθέτηση των τενόντων γίνεται ταυτόχρονα με την τοποθέτηση του χαλαρού οπλισμού και για το λόγο αυτό θα πρέπει να γίνεται καλή συνεννόηση των συνεργείων ώστε να αποφεύγονται καθυστερήσεις και κακοτεχνίες.

Τοποθετείται τμήμα του χαλαρού οπλισμού και ακολουθεί η τοποθέτηση των σωλήνων προέντασης στα ενδεδειγμένα σημεία από την μελέτη. Τοποθετούνται στηρίγματα από οπλισμό Ø 12 ανά 1m τα οποία δένονται με σύρμα στον υπάρχον χαλαρό οπλισμό.

Installation of cables

The anchorages are fixed to the formwork by nuts and screws (Picture 1, pos. 8-9); which, when properly greased, can be easily removed after concreting. All connections along the cable must be carefully sealed with adhesive tape or heat shrinking sleeves.

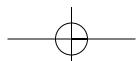
The installation of the cables is done at the same time that the installation of reinforcement occurs. Due to this reason it should be noticed that, with good cooperation between the teams we can avoid any delay or any construction defects in the structure.

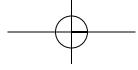
Part of the reinforcement is installed and the installation of sheath follows at the support points that are given to the design drawings. The supports should be Ø 12 reinforcement, at a distance of 1m between them, which are tied with tie-wire at the existing reinforcement.

Τοποθέτηση των τενόντων στη θεμελίωση της γέφυρας του Wadi Leban



Tendon installation at the foundation of Wadi Leban bridge

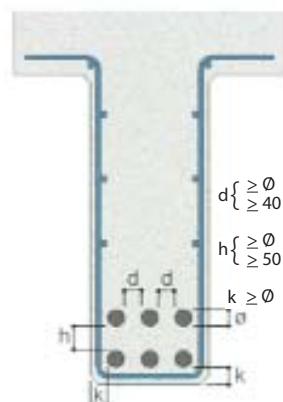




Εάν τα συρματόσχοινα θα τοποθετηθούν μετά τη σκυροδέπτηση τα στηρίγματα αυτά θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ανά 0,5m.

Σαν κανόνας θα πρέπει η επικάλυψη των σωλήνων να είναι τουλάχιστον ίση προς τη διάμετρό τους και σε καμία περίπτωση μικρότερη των 40~50mm (Εικόνα 3).

Όταν πλήθος τενόντων βρίσκεται συγκεντρωμένο σε ένα σημείο θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε να μπορεί να γίνει η έγχυση του σκυροδέματος και η σωστή δόνησή του, γιατί σε περιπτώσεις που δεν υπάρχει χώρος να περάσει ο δονητής, δημιουργούνται ζημιές στους τένοντες (εισροή σκυροδέματος) ή δεν επιτυγχάνεται σωστή συμπύκνωση.



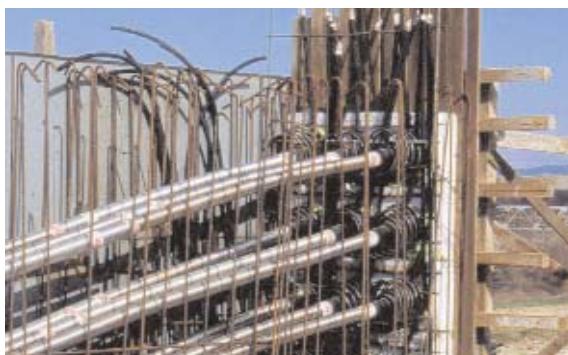
Εικόνα 3 - Picture 3

If the strands are going to be threaded after concreting these supports should be installed with a spacing of at least 0,5m.

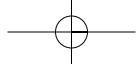
As a rule the concrete cover of the sheath should be at least equal to their diameter and it should be not less than 40~50mm (Picture 3).

When many tendons are present in a section, it is necessary to provide spaces to pour the concrete and to vibrate correctly since in case of not enough space, the tendons will be harmed (concrete will enter inside the duct) or the compaction of concrete will be insufficient.

Γέφυρες στην Εγνατία Οδό



Bridges at Egnatia Road



Συρματόσχοινα

Τα συρματόσχοινα είναι κατασκευασμένα από 7 κλώνους: 1 κεντρικός ευθύγραμμος κλώνος γύρω από τον οποίο είναι πλεγμένοι 6 κλώνοι σε ελικοειδή μορφή.

Τα συρματόσχοινα παρασκευάζονται με τη μέθοδο του χαμηλού βαθμού χαλάρωσης, και είναι πιστοποιημένα από ανεξάρτητα εργαστήρια. Προμηθεύονται σε κουλούρες με τις κατωτέρω διαστάσεις:

Εξωτερική Διάμετρος: 1200~1500mm

Εσωτερική Διάμετρος: 700~800mm

Πλάτος: 700~750mm

Βάρος: 3000~4000kgr

Τα χαρακτηριστικά των συμβατών χαλύβων, φαίνονται στον Πίνακα 1 (σελ. 8).

Η ELEMKA A.E. εισάγει στην Ελλάδα χάλυβα προέντασης από τους μεγαλύτερους προμηθευτές της Ευρώπης ώστε να εξασφαλίζεται η καλύτερη ποιότητα και ο άμεσος χρόνος παράδοσης.

Όταν απαιτούνται τένοντες εξωτερικής προέντασης μπορεί να χρησιμοποιηθεί χάλυβας με επικάλυψη γράσου ή επικερωμένος σε σωλήνα από HDPE, ο οποίος δεν έχει συνάφεια με τον φορέα (unbonded). Τα συρματόσχοινα αυτά μπορεί να είναι και γαλβανισμένα, με διαφορετικά όμως μηχανικά χαρακτηριστικά (μικρότερα όρια διαρροής και θραύσης).

* Για τένοντες οι οποίοι θα τοποθετηθούν τα συρματόσχοινα μετά τη σκυροδέτηση θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί σωλήνα από παχύτερο τσέρκι κατά 0,05mm και με μεγαλύτερη διάμετρο κατά 10mm.

Strands

The strands are formed with seven steel wires: one central wire around which the other six are wrapped.

The strands are generally supplied already stabilized (low relaxation) and certified according to the regulations by an independent laboratory. They are supplied in coils with the following dimensions

Outer Diameter: 1200~1500mm

Inner Diameter: 700~800mm

Width: 700~750mm

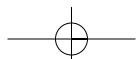
Weight: 3000~4000kgr

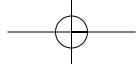
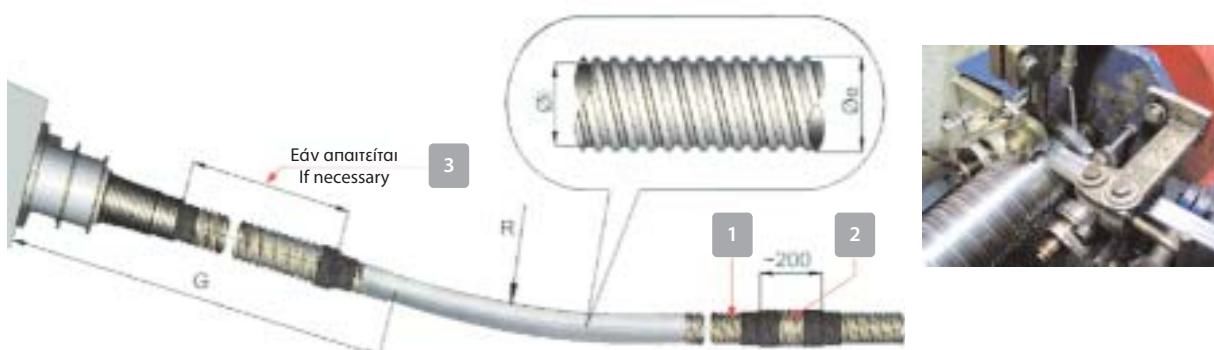
The strand properties are shown on Table 1 (page 8).

ELEMKA S.A. imports in Greece PC strand from the biggest factories of Europe having the best delivery time and the best quality.

When it is requested to provide tendons for external prestressing, greased or waxed strand can be used in HDPE duct, commonly called unbonded. Such strands can be hot galvanized too but the mechanical characteristics will be different (lower yield and breaking values).

* For cables that are going to be threaded after concreting the steel strip will have to be thicker by 0,05mm and the diameter 10mm above the typical.




Σωλήνες και Σύνδεσμοι - Sheaths and Couplings


| | | 4T15 | 7T15 | 12T15 | 15T15 | 19T15 | 22T15 | 27T15 | 31T15 | |
|---|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | Σωλήνα Sheath | ØiØe | 45/51 | 55/61 | 75/81 | 80/86 | 90/96 | 100/106 | 110/116 | 115/121 |
| 2 | Σύνδεσμος Coupling | ØiØe | 50/56 | 60/66 | 80/86 | 85/91 | 95/101 | 105/111 | 115/121 | 120/126 |
| 3 | Τηλεσκοπική σωλήνα Telescopic duct | ØiØe | 55/61 | 65/71 | 85/91 | 90/96 | 100/106 | 110/116 | 120/126 | 125/131 |
| | Καμπυλότητα Radius | Rmin | 3500 | 4500 | 6000 | 6500 | 7500 | 8000 | 9000 | 10000 |
| | Ευθύγραμμο τρίμα Straight line | G min | 500 | 600 | 700 | 900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 |

Όλες οι διαστάσεις είναι σε mm - All dimensions in mm

Οπλισμός Μετώπου Αγκύρωσης

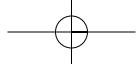


End Block Reinforcement

Προώθηση συρματόσχοινων



Threading of strands



Αγκυρώσεις

Οι ενεργές αγκυρώσεις τύπου "M" - Εικόνα 4 - είναι κατασκευασμένες από μία χαλύβδινη κεφαλή, πάνω στην οποία τα συρματόσχοινα ασφαλίζονται με μονωμένα με ειδικές σφήνες, και από μία σφαιροειδή εγκιβωτιζόμενη μονάδα.

Οι πάγιες αγκυρώσεις μπορεί να είναι των τύπων "B", "S", "F" και "E" ή "M" επίσης, εάν αυτή μπορεί να είναι προσβάσιμη. Οι συνδέσεις των τενόντων γίνεται με μηχανικούς συνδέσμους τύπου "K" -σταθερών ή τύπου "V" - κινητών.

Υπάρχει επίσης ο τύπος "G" που είναι κινητή κεφαλή, η οποία χρησιμοποιείται όταν δεν επιτρέπει ο χώρος τη χρήση της "V".



Υπάρχουν τέλος και αγκυρώσεις τύπου "C", που χρησιμοποιούνται σαν ενδιάμεσες αγκυρώσεις, για την τάνυση από ένα ενδιάμεσο σημείο, αντί από τα άκρα. Είναι ιδανικές για την τάνυση δακτυλιοειδών τενόντων χωρίς διαφράγματα.

Για να δημιουργηθούν τένοντες με αριθμό συρματόσχοινων μεγαλύτερο από το τυπικό, αρκεί να επιλέξουμε την αγκύρωση με την μεγαλύτερη ικανότητα (π.χ. για τένοντα 13T15 θα επιλέξουμε αγκύρωση 15T15).

Όλα τα χαρακτηριστικά που δίνονται στις τεχνικές καρτέλες είναι σχετικά με τη μέγιστη δυνατότητα 1 συρματόσχοινου, 0,6" (279kN) που αντιστοιχεί σε χάλυβα SUPER (150mm²) 1860.

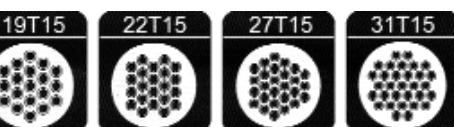
Anchages

Mechanical Stressing Anchorages type "M" - Picture 4 - are formed by a steel anchor head, on which the strands are individually gripped by specific wedges, and by spheroidal casting unit.

Fixed anchorages can be "B", "S", "F" and "E" or "M" too, if it is accessible. Coupling of the tendons can be done with mechanical type "K" -fixed or movable "V".

Also, type "G" can be supplied, as a movable coupler, when the space required is less than the one required by type "V".

Anchorage type "C", is used as an intermediate stressing head to allow tensioning of the tendons



through an intermediate point rather than from the ends: they are essential for the tensioning of ring cables without bulk-heads.

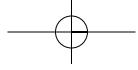
To produce tendons with a number of strand different than the typical one, it is necessary to use the next anchorage of upper capacity (ie. For cable 13T15 we will chose anchorage 15T15).

All the data given to the technical cards are relative to the use of the higher capacity of 1 strand, 0,6" (279kN) SUPER (150mm²) 1860.

Αγκυρώσεις τύπου "E"



Anchorage, type "E"



Εικόνα 4 - Picture 4

Οπλισμός του μετώπου αγκύρωσης

Η τεχνική καρτέλα της αγκύρωσης "M" δίνει τις χαρακτηριστικές αποστάσεις "X" των αγκυρώσεων M,F,E και K για 3 τυπικές κλάσεις σκυροδέματος, σύμφωνα με την αντοχή κυλινδρικού δοκιμίου 28ημερών.

Η απόσταση μεταξύ των αγκυρώσεων $X \times X = X^2$ μπορεί να μεταβληθεί σε $0,8X \times 1,25X = X^2$. Η μικρότερη απόσταση του κέντρου μίας αγκύρωσης από την άκρη του μετώπου θα πρέπει να είναι τουλάχιστον $\geq X/2 + 10\text{mm}$ εάν δεν απαιτείται μεγαλύτερη επικάλυψη.

Για σκυροδέματα ενδιάμεσης κλάσης των αναφερόμενων, τα δεδομένα μπορούν να εξαχθούν με παρεμβολή.

Η μέγιστη δύναμη προέντασης F_0 στην αγκύρωση, 80% του ορίου θραύσης του τένοντα θα μπορεί να εφαρμοσθεί όταν το σκυρόδεμα θα έχει τουλάχιστον την μέση αντοχή $f_{cm,0}$ όπως φαίνεται στους πίνακες.

Η δύναμη $0.5 F_0$ μπορεί να εφαρμοσθεί όταν το σκυρόδεμα έχει αντοχή $\geq 0.65 f_{cm,0}$. Για ενδιάμεσες δυνάμεις, τα δεδομένα μπορούν να εξαχθούν με παρεμβολή.

Οι σπείρες (όριο διαρροής $\geq 420 \text{ N/mm}^2$) που φαίνονται στους πίνακες μπορούν να αντικατασταθούν από αντίστοιχο ορθογώνιο οπλισμό.

End block reinforcement

The technical card of "M" anchorage gives the characteristic anchorage spacing "X" of type M,F,E and K for 3 typical concrete classes, according to their cylindrical characteristic strength at 28 days.

The anchorage spacing $X \times X = X^2$ can be modified to $0,8X \times 1,25X = X^2$. The minimum clearance of an anchorage to the edge must be $\geq X/2 + 10\text{mm}$, if a higher cover is not required.

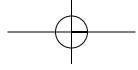
For concrete of intermediate strength the data in the chart can be interpolated.

The maximum force F_0 at the anchorage, 80% of nominal breaking load, may be applied when the concrete will have at least the average strength $f_{cm,0}$ shown in the charts.

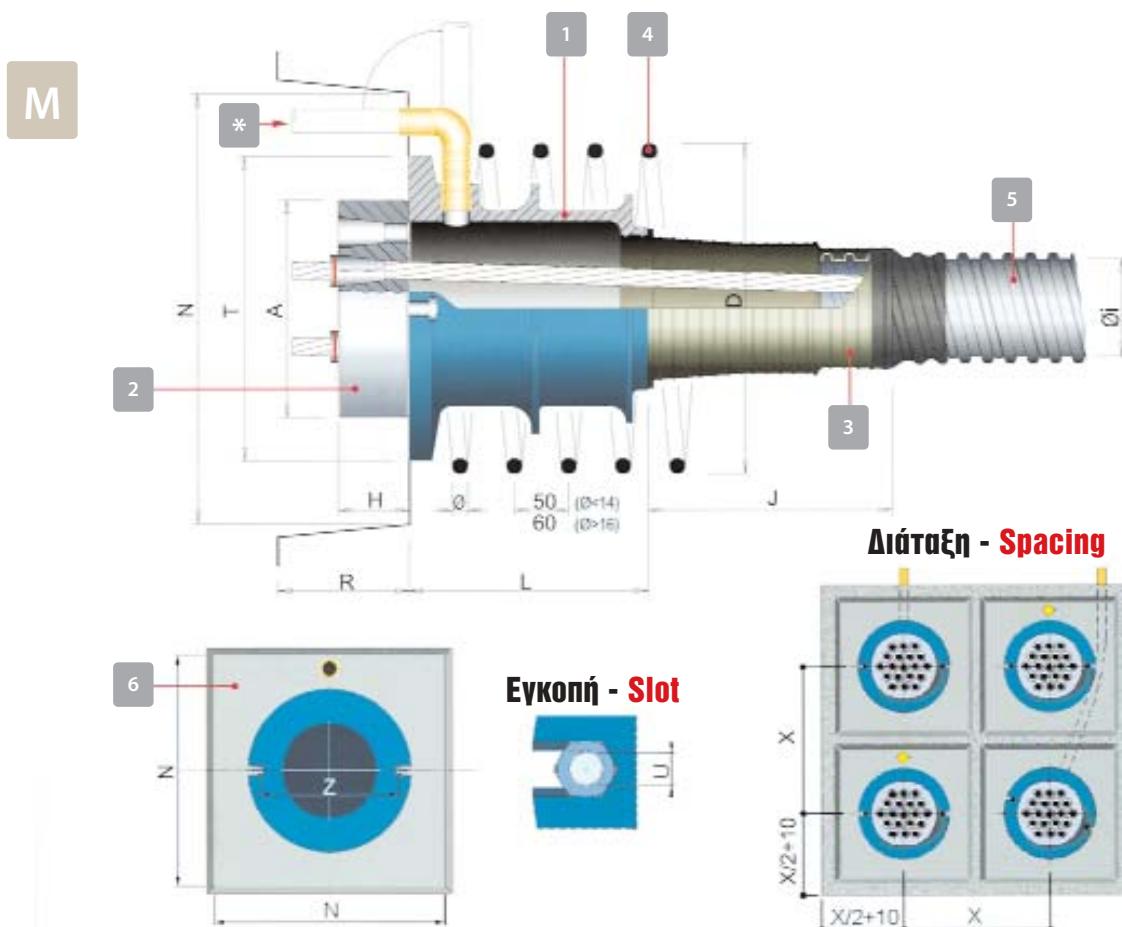
The force $0.5 F_0$ can be applied when the concrete has reached a strength $\geq 0.65 f_{cm,0}$.

For intermediate forces the data can be interpolated.

The spirals (yield strength $\geq 420 \text{ N/mm}^2$) that are shown in the data sheets may be replaced by an equivalent orthogonal reinforcement.



Ενεργή Αγκύρωση - Stressing Anchorage



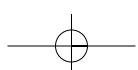
| | Μέγεθος Τένοντα - Tendon size | | 4T15 | 7T15 | 12T15 | 15T15 | 19T15 | 22T15 | 27T15 | 31T15 | |
|---|------------------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | Σώμα αγκύρωσης Casting Unit | | T | Ø140 | Ø180 | Ø225 | Ø255 | Ø280 | Ø310 | Ø340 | Ø360 |
| | | | L | 130 | 160 | 190 | 200 | 220 | 240 | 280 | 320 |
| | | | Z | 120 | 158 | 198 | 225 | 240 | 265 | 290 | 310 |
| | | | U | M10 | M10 | M12 | M12 | M12 | M12 | M14 | M14 |
| 2 | Κεφαλή αγκύρωσης Anchor head | | A | Ø100 | Ø125 | Ø170 | Ø190 | Ø200 | Ø230 | Ø250 | Ø260 |
| | | | H | 45 | 45 | 55 | 60 | 70 | 75 | 85 | 95 |
| 3 | Κώνος - Cone | | J | 65 | 65 | 180 | 210 | 225 | 275 | 275 | 275 |
| 4 | Στροφές - Turns Σπείρα - Spiral | | n | 5 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 | 9 | |
| | | | D | Ø170 | Ø220 | Ø270 | Ø310 | Ø330 | Ø360 | Ø390 | Ø410 |
| | | | Ø | Ø10 | Ø12 | Ø14 | Ø16 | Ø18 | Ø18 | Ø20 | Ø20 |
| 5 | Περίβλημα - Sheath | | Øi | Ø45 | Ø55 | Ø75 | Ø80 | Ø90 | Ø100 | Ø110 | Ø115 |
| 6 | Εσοχή - Recess | | N | 180 | 220 | 270 | 300 | 320 | 350 | 380 | 400 |
| | | | R | 100 | 100 | 110 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 |
| * | Ένεμα - Grout | | I/m | 1,1 | 1,5 | 2,8 | 3,0 | 3,8 | 4,8 | 5,8 | 6,1 |
| Μέγιστη Δύναμη F_o / Force max F_o [kN] | | | | 893 | 1562 | 2678 | 3348 | 4241 | 4910 | 6026 | 6919 |
| fck [N/mm²] | 25 30 (1) | fcm,0 [N/mm²] (2) | 26 30 33 (3) | X [mm] 220 205 195 | 280 270 260 | 380 355 340 | 425 400 380 | 475 445 425 | 515 480 460 | 570 535 505 | 615 575 545 |

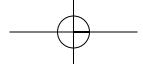
1. f_{ck} = κυλινδρική χαρακτηριστική αντοχή στις 28 ημέρες - cylindrical characteristic strength at 28 days

2. $f_{cm,0}$ = Μέση αντοχή σκυροδέματος κατά την τάνυση - average concrete strength at stressing time

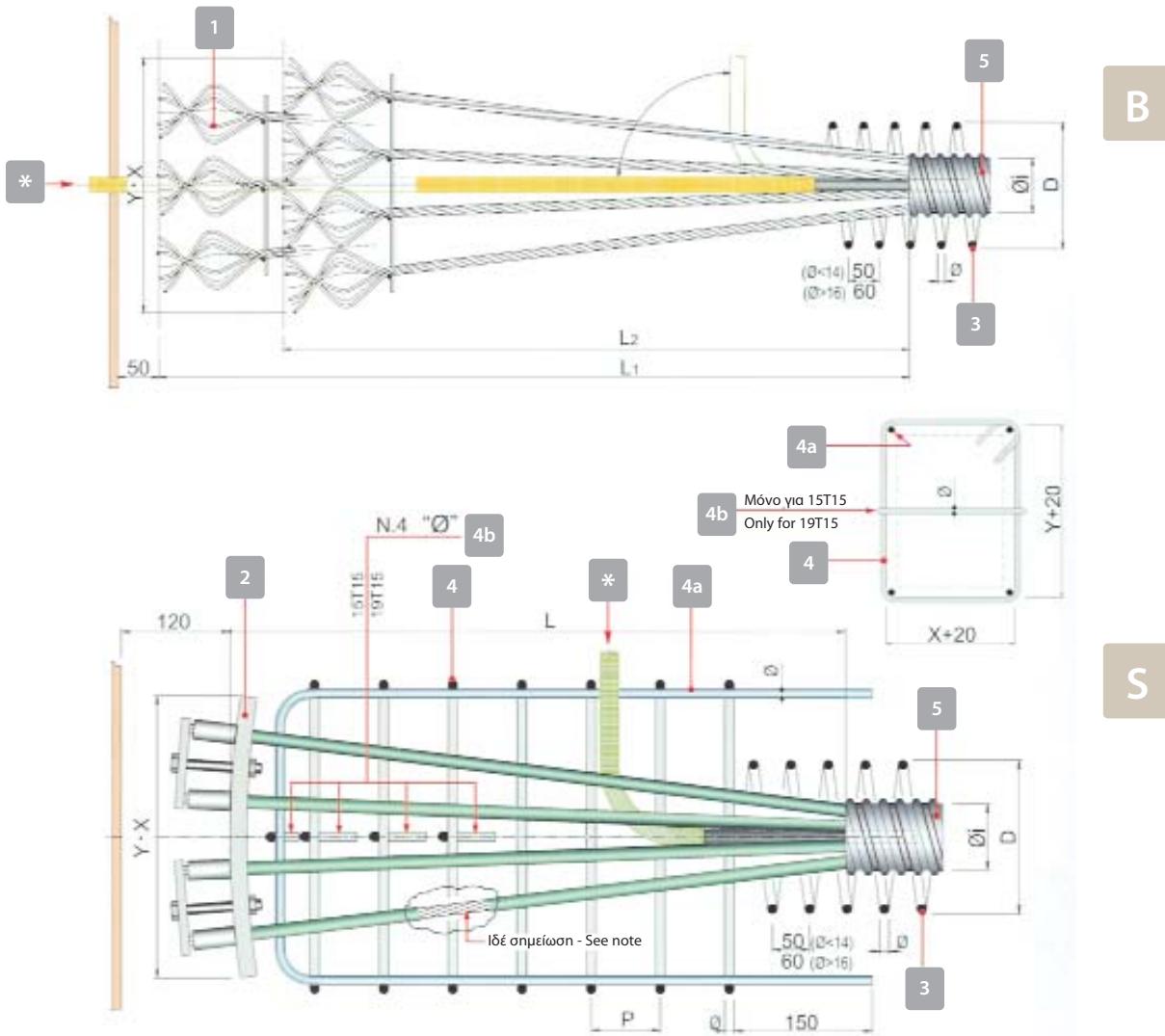
3. X= απόσταση διάταξης αγκυρώσεων - anchorage spacing

Όλες οι διαστάσεις είναι σε mm - All dimensions in mm





Πάγιες Αγκυρώσεις - Fixed Anchorages



| | Μέγεθος Τένοντα - Tendon size | 4T15 | 7T15 | 12T15 | 15T15 | 19T15 | 22T15 | 27T15 | 31T15 |
|--|-------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 Αγκύρωση Τύπου B Anchorage type B | L ₂ | - | 850 | 950 | 950 | 1050 | 1150 | 1250 | 1350 |
| | L ₁ | 900 | 1000 | 1100 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 |
| | X | 190 | 250 | 280 | 380 | 380 | 470 | 560 | 510 |
| | Y | 210 | 270 | 420 | 390 | 490 | 470 | 470 | 570 |
| 2 Αγκύρωση Τύπου S Anchorage type S | L | 400 | 800 | 800 | 900 | 1100 | | | |
| | X | 160 | 160 | 240 | 320 | 320 | | | |
| | Y | 160 | 320 | 320 | 320 | 400 | | | |
| 3 Στροφές - Turns Σπείρα - Spiral | n | 4 | 4 | 6 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 |
| | D | Ø160 | Ø170 | Ø190 | Ø190 | Ø200 | Ø210 | Ø220 | Ø230 |
| | Ø | Ø8 | Ø10 | Ø12 | Ø14 | Ø16 | Ø16 | Ø16 | Ø18 |
| 4 Τσέρκι - Stirrups | n | 6 | 6 | 8 | 8 | 8 | | | |
| | P | 50 | 50 | 50 | 50 | 60 | | | |
| 5 Περίβλημα - Sheath | Øi | Ø45 | Ø55 | Ø75 | Ø80 | Ø90 | Ø100 | Ø110 | Ø115 |

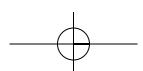
Σημείωση: Το μήκος του συρματόσχοινου που δεν έχει συνάφεια με το σκυρόδεμα είναι L+200mm.

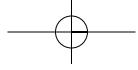
The unbonded strand length is L+200mm

*. Η ποσότητα ενέματος είναι ίδια μ' αυτή που φαίνεται στην Τεχνική καρτέλα της αγκύρωσης M.

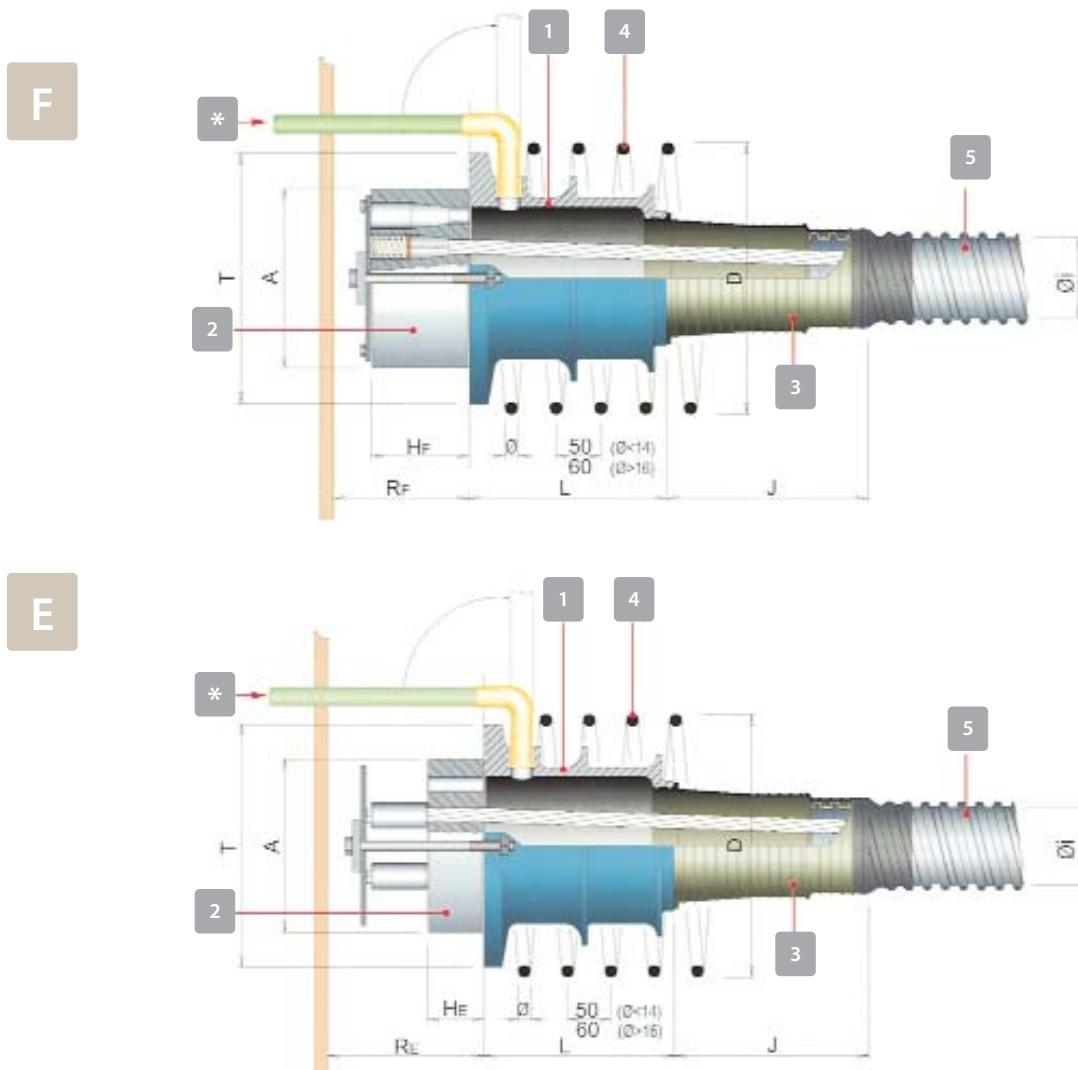
The grout quantity is shown in the technical card of M anchorage

Όλες οι διαστάσεις είναι σε mm - All dimensions in mm





Πάγιες Αγκυρώσεις - Fixed Anchorages



| | Μέγεθος Τένοντα - Tendon size | | 4T15 | 7T15 | 12T15 | 15T15 | 19T15 | 22T15 | 27T15 | 31T15 |
|--|-------------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 Σώμα Αγκύρωσης Casting Unit | T | Ø140 | Ø180 | Ø225 | Ø255 | Ø280 | Ø310 | Ø340 | Ø360 | |
| | L | 130 | 160 | 190 | 200 | 220 | 240 | 280 | 320 | |
| 2 Κεφαλή Αγκύρωσης Anchor head | A | Ø100 | Ø125 | Ø170 | Ø190 | Ø200 | Ø230 | Ø250 | Ø260 | |
| | H _F | 80 | 80 | 80 | 80 | 90 | 95 | 105 | 115 | |
| | H _E | 45 | 45 | 55 | 60 | 65 | 70 | 85 | 90 | |
| 3 Κώνος - Cone | J | 65 | 65 | 180 | 210 | 225 | 275 | 275 | 275 | |
| 4 Στροφές - Turns Σπείρα - Spiral | n | 5 | 6 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 | 9 | |
| | D | Ø170 | Ø220 | Ø270 | Ø310 | Ø330 | Ø360 | Ø390 | Ø410 | |
| | Ø | Ø10 | Ø12 | Ø14 | Ø16 | Ø18 | Ø18 | Ø20 | Ø20 | |
| 5 Περίβλημα - Sheath | Øi | Ø45 | Ø55 | Ø75 | Ø80 | Ø90 | Ø100 | Ø110 | Ø115 | |
| 6 Επικάλυψη - Covering | R _F | 130 | 130 | 130 | 130 | 140 | 140 | 150 | 160 | |
| | R _E | 170 | 170 | 180 | 190 | 190 | 200 | 220 | 220 | |

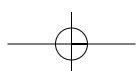
Για την απόσταση της διάταξης των αγκυρώσεων ισχύει ότι και για τις M

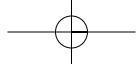
For the anchorage spacing see technical card of M anchorage

*. Η ποσότητα ενέματος είναι ίδια μ' αυτή που φαίνεται στην Τεχνική καρτέλα της αγκύρωσης M.

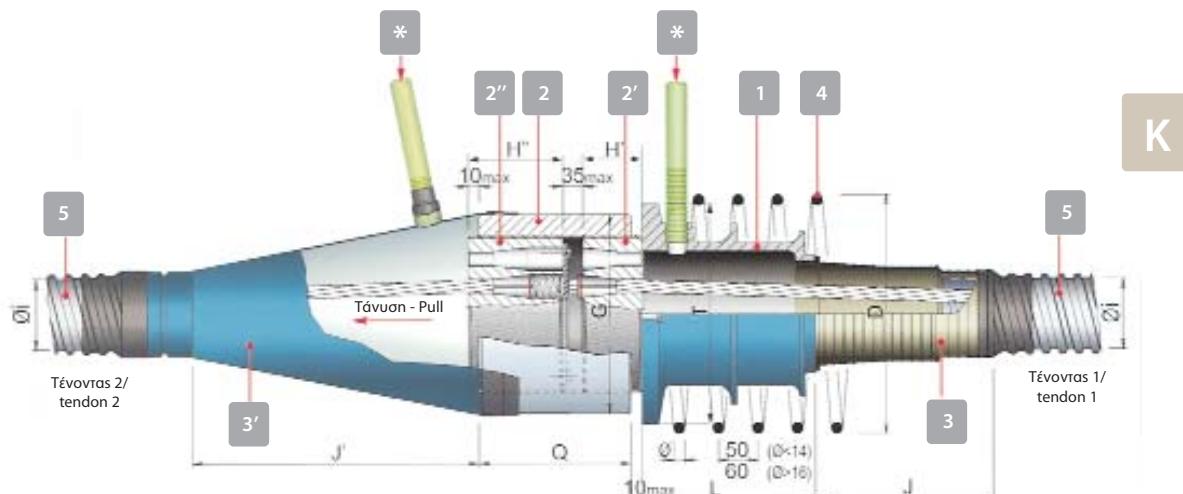
The grout quantity is shown in the technical card of M anchorage

Όλες οι διαστάσεις είναι σε mm - All dimensions in mm

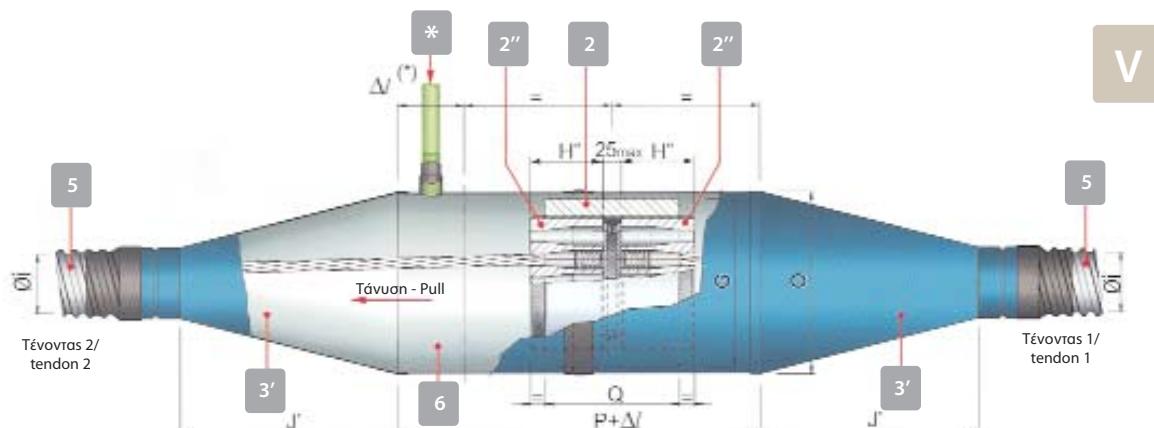




Σταθερός Σύνδεσμος - Fixed Coupler



Κινητός Σύνδεσμος - Movable Coupler



*) Δl = Επιμύκνων του Τένοντα 1 - Tendon 1 elongation

| | Mέγεθος Τένοντα - Tendon size | 4T15 | 7T15 | 12T15 | 15T15 | 19T15 | 22T15 | 27T15 | 31T15 |
|----|---------------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | Σώμα Αγκύρωσης Casting Unit | T | Ø140 | Ø180 | Ø225 | Ø225 | Ø280 | Ø310 | Ø350 |
| | | L | 130 | 160 | 190 | 200 | 220 | 240 | 280 |
| 2 | Δακτύλιος Σύζευξης Coupling sleeve | G | Ø121 | Ø152 | Ø219 | Ø229 | Ø254 | Ø298 | Ø305 |
| | | Q | 150 | 155 | 170 | 180 | 200 | 210 | 230 |
| 2' | Κεφαλή Τάνυσης - Stressing head | H' | 55 | 60 | 75 | 80 | 90 | 95 | 105 |
| | | H'' | 80 | 80 | 80 | 85 | 95 | 100 | 110 |
| 3 | Κώνος - Cone | J | 65 | 65 | 180 | 210 | 225 | 275 | 275 |
| | | J' | 140 | 210 | 320 | 410 | 440 | 510 | 550 |
| 4 | Στροφές - Turns Σπείρα - Spiral | n | 5 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 | 9 |
| | | D | Ø170 | Ø220 | Ø270 | Ø310 | Ø330 | Ø360 | Ø390 |
| | | Ø | Ø10 | Ø12 | Ø14 | Ø16 | Ø18 | Ø20 | Ø20 |
| 5 | Περίβλημα - Sheath | Øi | Ø45 | Ø55 | Ø75 | Ø80 | Ø90 | Ø100 | Ø110 |
| | | O | Ø140 | Ø170 | Ø240 | Ø250 | Ø275 | Ø320 | Ø325 |
| 6 | Θάλαμος - Tube | P | 300 | 300 | 320 | 330 | 350 | 360 | 380 |
| | | | | | | | | | 400 |

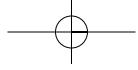
Για την απόσταση διάταξης της K ισχύει ότι και για τις M

For the K coupler spacing see technical card of M anchorage

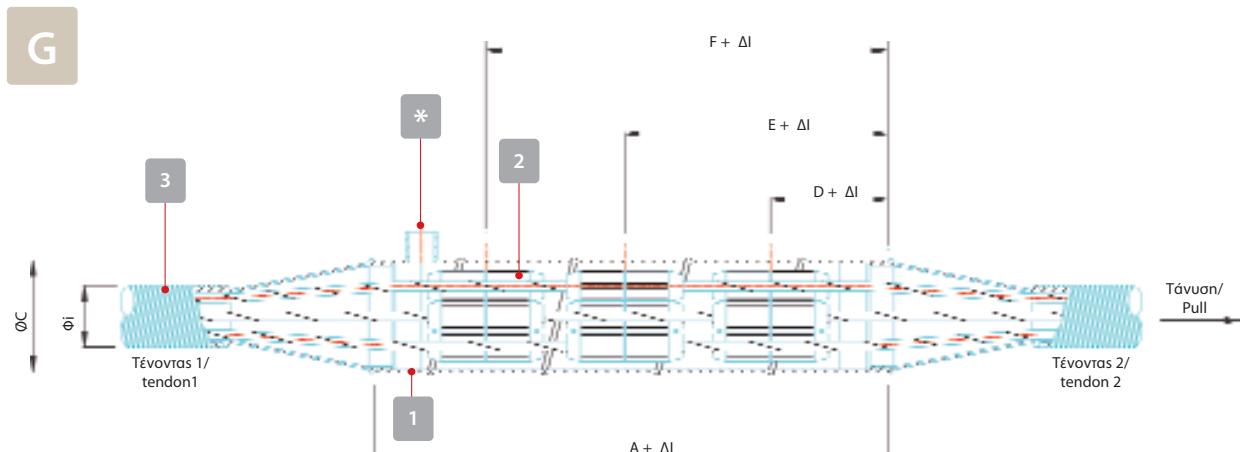
*. Η ποσότητα ενέματος είναι ίδια μ' αυτή που φαίνεται στην Τεχνική καρτέλα της αγκύρωσης M.

The grout quantity is shown in the technical card of M anchorage

Όλες οι διαστάσεις είναι σε mm - All dimensions in mm



Κινητός Σύνδεσμος - Movable coupler



*) Δl = Διεπιμέτρωση του Τένοντα 1 - Tendon 1 elongation

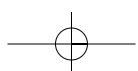
| | Μέγεθος Τένοντα - Tendon size | | 4T15 | 7T15 | 12T15 | 15T15 | 19T15 | 22T15 | 27T15 | 31T15 |
|----------|---------------------------------------|-----------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | Θάλαμος Tube | A | 600 | 600 | 1200 | 1400 | 1400 | 1400 | 1600 | 1600 |
| | | C | Ø140 | Ø165 | Ø178 | Ø194 | Ø194 | Ø227 | Ø244 | Ø244 |
| 2 | Δακτύλιος Σύζευξης Coupling sleeve | D | 300 | 300 | 300 | 300 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| | | E | - | - | 650 | 700 | 800 | 800 | 900 | 900 |
| | | F | - | - | 1000 | 1100 | 1200 | 1200 | 1400 | 1400 |
| 3 | Περίβλημα - Sheath | Øi | Ø45 | Ø55 | Ø75 | Ø80 | Ø90 | Ø100 | Ø110 | Ø115 |

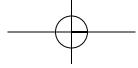
*. Η ποσότητα ενέματος είναι ίδια μ' αυτή που φαίνεται στην Τεχνική καρτέλα της αγκύρωσης M.

The grout quantity is shown in the technical card of M anchorage

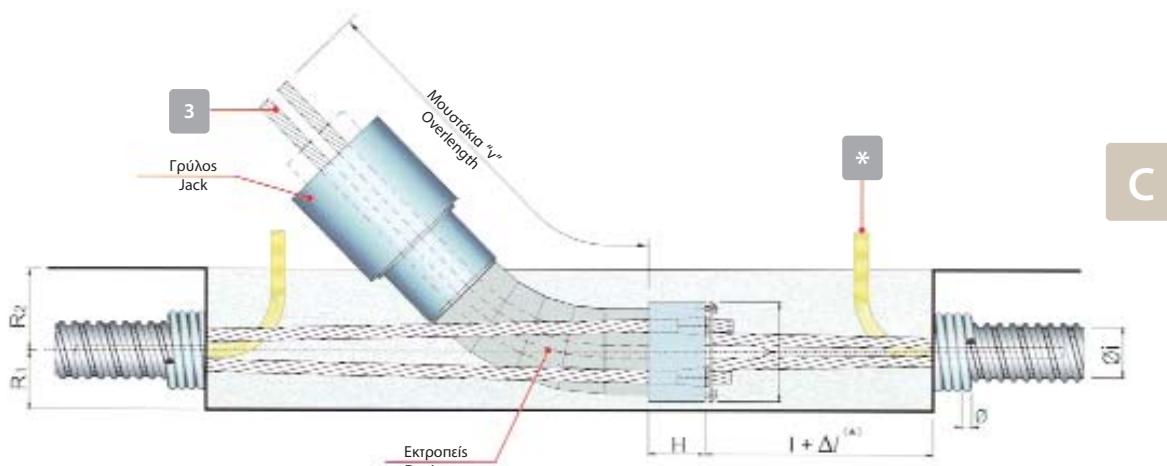
Ενδέχεται να γίνουν αλλαγές - Subject to modifications

Όλες οι διαστάσεις είναι σε mm - All dimensions in mm

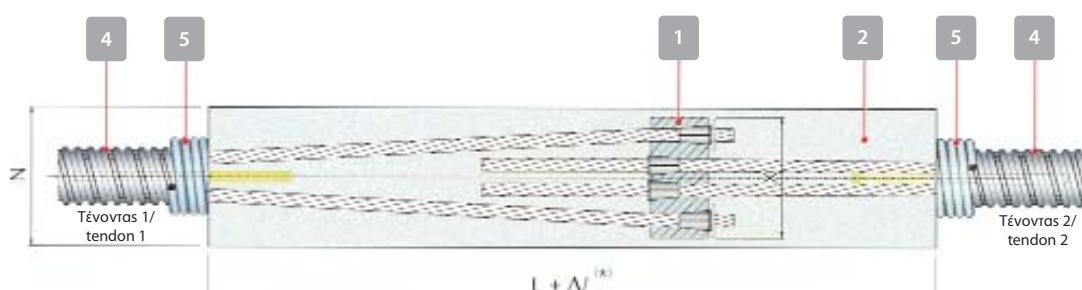




Ενδιάμεση Κεφαλή Αγκύρωσης - Intermediate Anchor Head



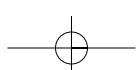
Παράγεται επίσης και για συρματόσχοινα
χωρίς συνάφεια -
Produced for unbonded strand too

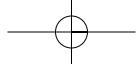


*) Δl = Επιμύκηνση του Τένοντα 1 - Tendon 1 elongation

| | Mέγεθος Τένοντα - Tendon size | | 2T15 | 4T15 | 6T15 | 8T15 | 10T15 | 12T15 | | |
|-------------------------------------|--|----|------|------|------|------|-------|-------|--|--|
| 1 | Κεφαλή Αγκύρωσης Anchor head | X | 140 | 170 | 210 | 210 | 260 | 300 | | |
| | | Y | 90 | 100 | 140 | 160 | 160 | 160 | | |
| | | H | 70 | 80 | 100 | 100 | 140 | 160 | | |
| 2 | Εσοχή Recess | N | 180 | 210 | 250 | 250 | 300 | 340 | | |
| | | L | 1200 | 1400 | 1600 | 1800 | 2000 | 2200 | | |
| | | I | 250 | 300 | 400 | 500 | 500 | 600 | | |
| | | R1 | 65 | 70 | 90 | 100 | 100 | 100 | | |
| | | R2 | 75 | 80 | 100 | 110 | 110 | 110 | | |
| 3 | Μουστάκια - Overlength | v | 700 | 700 | 850 | 850 | 900 | 900 | | |
| 4 | Περίβλημα - Sheath | Øi | Ø40 | Ø45 | Ø55 | Ø60 | Ø65 | Ø75 | | |
| 5 | Στροφές - Turns Σπείρα - Spiral (1) | n | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | | |
| | | Ø | Ø8 | Ø8 | Ø10 | Ø10 | Ø10 | Ø12 | | |
| Απώλειες τριβής - Friction loss (2) | | | | | | | | | | |
| | | % | 6 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 | | |

- Η σπείρα περιβάλλει το περίβλημα - Spiral fitted on the duct
 - Εννοεί απώλειες μέσα στους εκτροπείς, υπολογισμένη σε συρματόσχοινα με γράσσο
Mean loss in the deviators computed with greased overlength
 - Η ποσότητα ενέματος είναι ίδια μ' αυτή που φαίνεται στην Τεχνική καρτέλα της αγκύρωσης M.
The grout quantity is shown in the technical card of M anchorage
- Όλες οι διαστάσεις είναι σε mm - All dimensions in mm





Γρύλοι μετέντασης

Οι γρύλοι μετέντασης (Εικόνα 5) έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μειώνεται σημαντικά ο όγκος και το βάρος τους ώστε να καθίστανται πιο εύχροστοι. Οι αντλίες που χρησιμοποιούνται (Εικόνα 6) είναι και αυτές σχεδιασμένες ώστε να είναι πρακτικές στη χρήση τους.

Τα συρματόσχοινα διαπερνούν το γρύλο και υπάρχει ίση κατανομή της πίεσης σε κάθε συρματόσχοινο. Η κεφαλή τάνυσης του γρύλου βρίσκεται στο εσωτερικό του.



Εικόνα 5 - Picture 5

Post tensioning jacks

The post tensioning jacks (Picture 5) are especially designed in order to reduce their weight and their volume for better and easier handling. The pumps that are used (Picture 6) are also designed in such a way to be very practical to use.

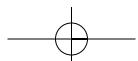
The strands pass through the jack and the pressure that is applied on each strand is the same at the entire group. The tensioning head of the jack is in a specially designed recess.

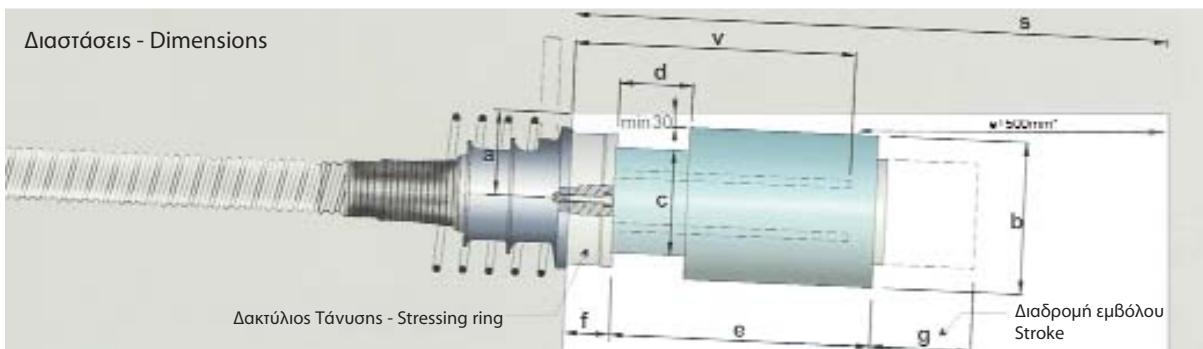
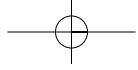


Εικόνα 6 - Picture 6

Όταν επιτυγχάνεται η επιθυμητή επιμήκυνση και το φορτίο ο γρύλος χρησιμοποιεί ένα έμβολο κλειδώματος ώστε να επαναφέρει την κεφαλή αγκύρωσης με τις σφίνες στην αρχική τους θέση και να εξασφαλισθεί η ταυτόχρονη ολίσθηση σφινών. Η τάνυση μπορεί να ολοκληρωθεί σε περισσότερα από 1 βήματα, ανάλογα με την αναμενόμενη επιμήκυνση. Εάν πρέπει να γίνει αποτάνυση αυτό είναι εφικτό με ειδικές διατάξεις.

When the required elongation and load are achieved the jack uses a lock-off piston to return the stressing head at the anchor head and to achieve the same wedge draw-in to all the strands. The tensioning can be done in more than one steps depending on the required elongation. An already tensioned cable can be released using a proper releasing device.





| Γρύλος τύπου L - L type jack | | L4.6 | L7.6 | L12.6 | L15.6 | L19.6 | L22.6 | L27.6 | L31.6 |
|--|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| για - for | | 4T15 | 7T15 | 12T15 | 15T15 | 19T15 | 22T15 | 27T15 | 31T15 |
| Μέγιστη δύναμη - Capacity max | [KN] | 900 | 1600 | 2700 | 3400 | 4300 | 5000 | 6100 | 7000 |
| Διαστάσεις - [mm] | | a | 90 | 110 | 130 | 150 | 160 | 180 | 190 |
| Dimensions | | b | Ø175 | Ø220 | Ø285 | Ø320 | Ø360 | Ø385 | Ø435 |
| | | c | Ø140 | Ø175 | Ø220 | Ø250 | Ø270 | Ø295 | Ø320 |
| | | d | 155 | 155 | 160 | 165 | 160 | 180 | 180 |
| | | e | 435 | 445 | 470 | 495 | 490 | 525 | 535 |
| | | f | 75 | 75 | 85 | 90 | 100 | 100 | 115 |
| Διαδρομή εμβόλου - Stroke | | g | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 |
| Μουσάκια - Overlength | | v | 450 | 460 | 490 | 520 | 540 | 580 | 630 |
| Απαιτούμενος χώρος εργασίας - Required spacing to work | | s | 1385 | 1405 | 1460 | 1515 | 1530 | 1605 | 1665 |
| Ενεργή επιφάνεια - Main section | [cm ²] | 158,92 | 252,39 | 437,49 | 549,02 | 707,20 | 791,71 | 1019,97 | 1118,72 |
| Βάρος - Weight | [kg] | 55 | 90 | 145 | 200 | 255 | 320 | 410 | 470 |

*ε είναι το μήκος του γρύλου και τα 500 mm χρειάζονται σαν χώρος εργασίας.

ε is the jack length plus 500 mm is the space needed to work

Υπάρχουν και γρύλοι με μεγαλύτερη διαδρομή εμβόλου

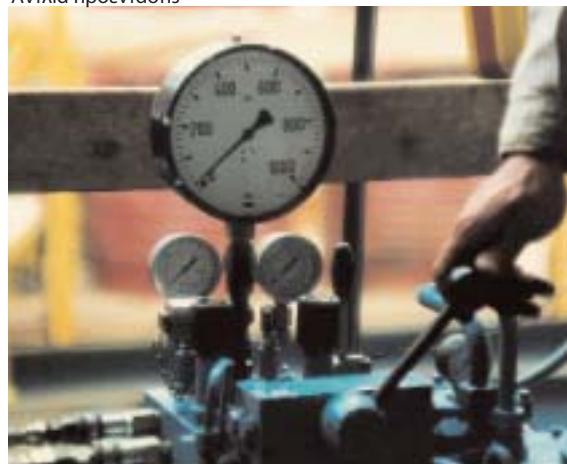
Jacks with higher stroke are available

Διαδικασία αποτάνυσης

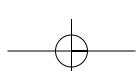


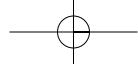
Controlled release of a tendon

Αντλία προέντασης



Tensioning pump

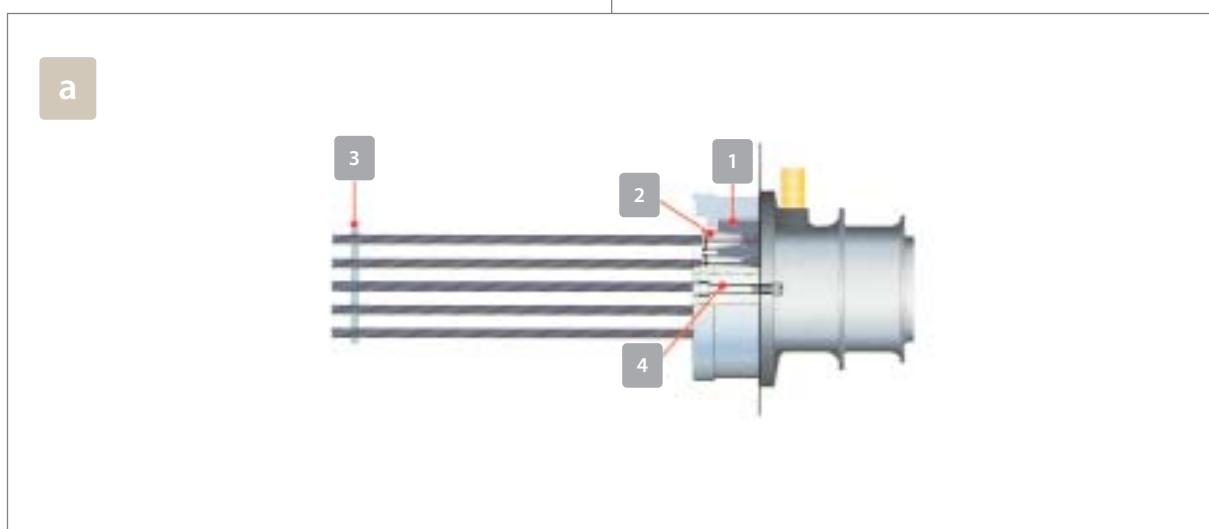




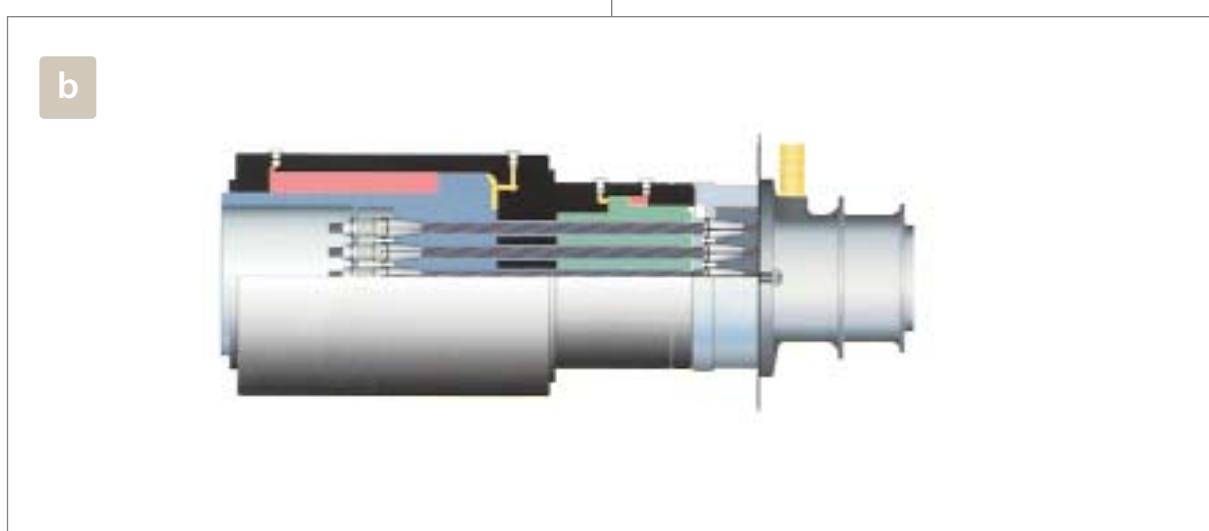
Τάνυση

Η διαδικασία της τάνυσης γίνεται ως εξής:

- Τοποθετούμε την κεφαλή της αγκύρωσης (1), τις σφίνες (2) και την χτένα (3) στα συρματόσχοινα. Μπορούμε εάν θέλουμε να βιδώσουμε και τον δακτύλιο τάνυσης με βίδες (4) επάνω στο σώμα της αγκύρωσης.



- Τοποθετούμε τον γρύλο στα συρματόσχοινα μέχρι να ακουμπήσει στον δακτύλιο τάνυσης. Για τη διαδικασία αυτή απαιτείται ανυψωτικό μηχάνημα το οποίο θα κρατά τον γρύλο.

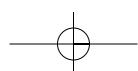


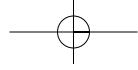
Tensioning

The tensioning procedure involves the following operations:

- Installing the anchor head (1), the wedges (2) and the comb(3) on the strands. We can fix the stressing ring on the bearing unit by means of two screws (4) if required.

- Placing the jack over the strands. For this operation a lifting device is needed for the jack.

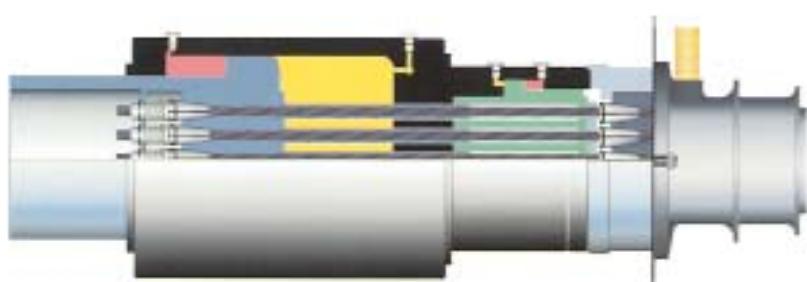




c. Τανύουμε τον τένοντα μέχρι να επιτευχθεί η απαιτούμενη δύναμη τάνυσης ή η μέγιστη επιτρεπόμενη διαδρομή του εμβόλου. Ο γρύλος "γραπώνει" τα συρματόσχοινα αυτόματα.

c. Tensioning of the tendon till the achievement of the required tensioning force or the allowable stroke of the jack. The jack grips the strands automatically.

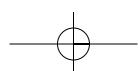
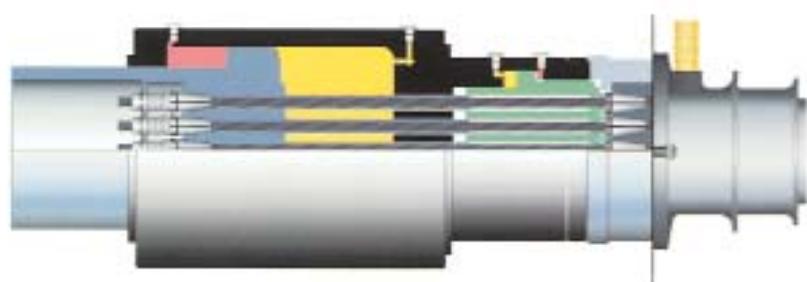
c

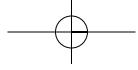


d. Γίνεται η διαδίκασία του κλειδώματος στην κεφαλή της αγκύρωσης μέσω του εμβόλου κλειδώματος.

d. Locking the wedges in the anchor head through the lock-off piston.

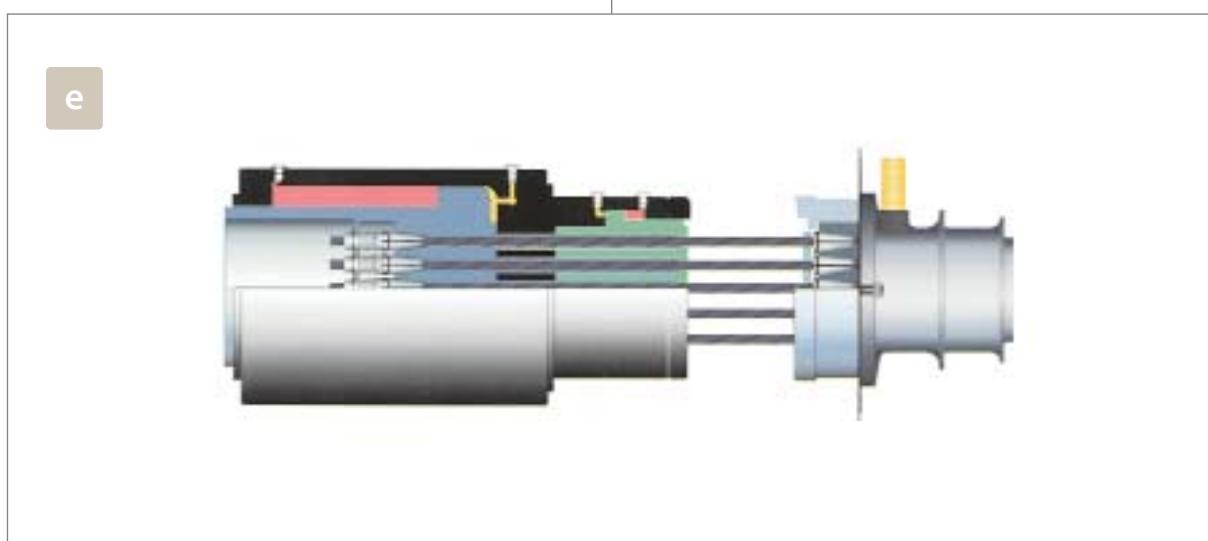
d





e. Το έμβολο επανέρχεται στην αρχική θέση τραβώντας τον γρύλο προς τα πίσω. Ο γρύλος μπορεί να απομακρυνθεί εάν ολοκληρώθηκε η τάνυση ή να επιστέψει στον δακτύλιο τάνυσης (b) ώστε να συνεχιστεί η τάνυση μέχρι να επιτευχθεί η επιθυμητή δύναμη και επιμήκυνση.

e. The piston retracts to its original location and is pulling the jack backwards. Now the jack can be removed if the tensioning procedure is completed or it can return to the stressing ring (b) in order to complete the tensioning, until the final force and elongation is reached.



Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία της τάνυσης τότε ο γρύλος, η χτένα και ο δακτύλιος τάνυσης μπορούν να απομακρυνθούν.

Η φαινομενική επιμήκυνση του τένοντα δίνεται από το σύνολο των μετρημένων διαδρομών του εμβόλου σε mm.

Για να καθοριστεί η ακριβής επιμήκυνση είναι απαραίτητο να αφαιρεθούν από το σύνολο των διαδρομών του εμβόλου οι απώλειες της σφίνωσης της κεφαλής αγκύρωσης, οι απώλειες σφίνωσης μέσα στο γρύλο, η επιμήκυνση των συρματόσχοινων μέσα στο γρύλο (μουστάκια) και η ελαστική συρρίκνωση του τεχνικού λόγω της επιβολής της προέντασης.

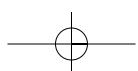
Περισσότερες πληροφορίες για την ακριβή εξαγωγή των αποτελεσμάτων παρέχονται στο Τεύχος Μεθόδου Εφαρμογής και Σχεδιασμού του Συστήματος, τα οποία παρέχονται από το τεχνικό τμήμα της ΕΛΕΜΚΑ Α.Ε.

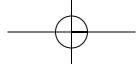
When tensioning is completed, jack, comb, and the stressing ring must be removed.

The apparent elongation of the cable is given by the sum of the measured strokes on the tensioning piston.

To get the actual elongation, it is necessary to clean the apparent elongation of the geometrical cable settlement, of the draw-in of the wedges which block the strands during the tensioning, of the elongation of the strand over lengths and of the elastic shortening of the structure, due to the application of post-tensioning.

More information for the evaluation of the elongation is given to the Work and Design Method Statement of the System. These documents are available at the Technical Department of ELEMKA S.A.





Απώλειες λόγω τριβής

Για να υπολογιστεί η τάση σε μία τομή x σε απόσταση x από την κοντινότερη αγκύρωση τάνυσης, η επόμενη σχέση μπορεί να χρησιμοποιηθεί:

$$\sigma_x = \sigma_i e^{-\mu(\alpha + kx)}$$

όπου:

σ_i = η τάση στην αγκύρωση

x = το μήκος του καλωδίου (m) από την αγκύρωση στο x

α = η ολική γωνία εκτροπής (rad) ανάμεσα στην αγκύρωση και το σημείο x.

μ = συντελεστής τριβής ανάμεσα στα συρματόσχοινα και το περίβλημα (rad^{-1}).

k = συντελεστής της αθέλητης γωνίας εκκεντρότητας του συστήματος (rad / m)

Ο συντελεστής τριβής εξαρτάται από πολλούς παράγοντες:

Από την επιφάνεια των συρματόσχοινων και την κατάσταση του περιβλήματος, τον αριθμό των συρματόσχοινων, την καμπυλότητα, την δύναμη τάνυσης κλπ.

Ο συντελεστής της αθέλητης γωνίας εκκεντρότητας εξαρτάται από την προσοχή που δίνεται κατά την τοποθέτηση των τενόντων, την σκληρότητα του περιβλήματος, την απόσταση των στηριγμάτων μεταξύ τους κλπ.

Οι συντελεστές μι και k μπορούν να ληφθούν:

Για συρματόσχοινα με συνάφεια:

$\mu = 0,2 \text{ rad}^{-1}$ $k = 0,01 \text{ rad/m}$

Για συρματόσχοινα χωρίς συνάφεια:

$\mu = 0,06 \text{ rad}^{-1}$ $k = 0,01 \text{ rad/m}$

Friction losses

To calculate the tension σ_x in the section x at distance x from the nearest stressing anchorage, the following formula can be used:

where:

σ_i = tension at the anchorage

x = cable length (m) from the anchorage to section x

α = the total angle of the deviation (rad) between the anchorage and section x.

μ = friction coefficient between strand and sheath (rad^{-1}).

k = coefficient of unintentional angular deviation (rad / m)

The friction coefficient depends on various factors:

Superficial strand and sheath conditions, number of strands, bending radius, tension force etc.

The coefficient of unintentional angular deviation depends on the care used to install the cables, the sheath stiffness, the distance among the supporting combs etc.

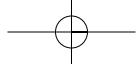
The most common values for μ and k are:

For bare strands:

$\mu = 0,2 \text{ rad}^{-1}$ $k = 0,01 \text{ rad/m}$

For unbonded strands:

$\mu = 0,06 \text{ rad}^{-1}$ $k = 0,01 \text{ rad/m}$



Απώλειες λόγω σφήνωσης

Αφού οι σφήνες τελικά κλειδώσουν, ολισθαίνουν ελαφρά μέσα στην κεφαλή της αγκύρωσης δημιουργώντας μία μικρή απώλεια τάσης στο πίσω μέρος της αγκύρωσης. Αυτή η απώλεια τάσης πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν στους υπολογισμούς της πρόστασης, ειδικά σε τένοντες μικρού μήκους (<15m) και μπορεί να μηδενιστεί ή να ελαττωθεί εάν γίνει υπερτάνυση.

Η επιρροή της ολίσθησης των σφηνών πρέπει να αναγράφεται στο πρόγραμμα τάνυσης.

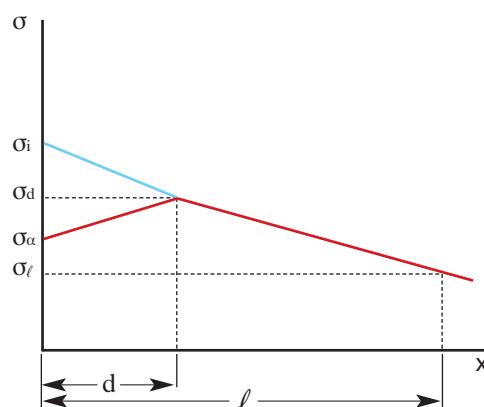
Η ολίσθηση αυτή μπορεί να ληφθεί γενικά 5~6 mm.

Losses due to wedge set

After the wedges are finally locked, they slightly recede into the anchor head causing a loss of tension at the back of the anchorage. This tension loss should be taken into account to the calculations, especially in tendons of short length (<15m) and can be completely or partially compensated with overstressing.

The compensation of the wedge draw-in should be mentioned at the tensioning program.

The wedge draw-in is usually 5~6 mm.



$$d = \sqrt{\frac{r \cdot E \cdot \ell}{\sigma_i - \sigma_l}}$$

$$\sigma_a = \sigma_i - \frac{2 \cdot r \cdot E}{d}$$

$$\sigma_d = \frac{\sigma_i + \sigma_a}{2}$$

Όπου:

r = ολίσθηση των σφηνών

ℓ = μήκος του τένοντα όπου γνωρίζουμε την τάση (μπορεί να ληφθεί το μήκος του τένοντα)

σ_l = Η τάση του τένοντα σε απόσταση ℓ από την αγκύρωση

σ_i = Η τάση στο γρύλο

E = το μέτρο ελαστικότητας του χάλυβα

d = το μήκος του τένοντα που επηρεάζεται από την ολίσθηση των σφηνών

σ_a = Η τάση του τένοντα μετά την ολίσθηση των σφηνών.

σ_d = Η τάση του τένοντα σε απόσταση d από την αγκύρωση.

Where:

r = wedge draw in

ℓ = tendon length where we know the tension (the cable length can be used)

σ_l = the tension at distance ℓ from the anchorage

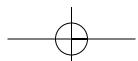
σ_i = the tension at the jack

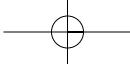
E = Elasticity modulus of strand

d = the affected tendon length by the wedge draw-in

σ_a = the tension of the tendon after the wedge draw-in

σ_d = the tension of the tendon at distance d from the anchorage.





Τσιμεντένεση

Η ποιότητα του παραγόμενου ενέματος καθώς και οι εργασίες τσιμεντένεσης καλύπτουν το EN 445 και το DIN 4227, διότι κάθε Σύνθεση Ενέματος ελέγχεται στα εργαστήριά μας προτού εφαρμοσθεί.

Η ELEMKA A.E. έχοντας κληρονομίσει την τεχνογνωσία της ALGA και αποκομίζοντας μεγάλη εμπειρία από τις εργασίες Προέντασης στη Γέφυρα του Ρίου-Αντιρρίου δημιούργησε ένα εργαστήριο δοκιμών, στις εγκαταστάσεις της στη Θεσσαλονίκη, και επί 3 έτη πραγματοποιούσε δοκιμές για την σύνθεση ενέματος που θα καλύπτει τις αυστηρότατες προδιαγραφές του ETAG 013 - GUIDELINE FOR EUROPEAN TECHNICAL APPROVAL of POST-TENSIONING KITS FOR PRESTRESSING OF STRUCTURES - ANNEX C.4.3. SPECIAL GROUT.

Η ELEMKA είναι σε θέση να παρασκευάσει τσιμεντένεμα του οποίου τα χαρακτηριστικά είναι άριστα (και μάλιστα με δοκιμές που πρώτη αυτή έκανε στην Ελλάδα). Αξίζει να σημειώσουμε πως η ικανοποίηση των απαιτήσεων του ETAG 013 - SPECIAL GROUT σε Πανευρωπαϊκό Επίπεδο, μπορεί να επιτευχθεί από ελάχιστες Εταιρείες.

Για να παρασκευαστεί αυτό το υψηλής ποιότητας τσιμεντένεμα, η ELEMKA χρησιμοποιεί ειδικές μηχανές, κατάλληλα εκπαιδευμένο συνεργείο με τεχνίτες υψηλού επιπέδου και Ειδική Σύνθεση Ενέματος.

Grouting

The quality of the produced grout and the work done complies with EN 445 and DIN 4227, because every Grout Composition is tested to our labs before the in-situ application.

Due to the inherited knowledge from ALGA and to the experience derived during the works on Rion - Antirrion Bridge, ELEMKA S.A. created its own Laboratory at its Thessalonica workshop. After 3 years research and trials ELEMKA S.A. succeeded to develop a perfect grout composition which complies entirely with the strict criteria of ETAG 013 - GUIDELINE FOR EUROPEAN TECHNICAL APPROVAL of POST-TENSIONING KITS FOR PRESTRESSING OF STRUCTURES - ANNEX C.4.3. SPECIAL GROUT.

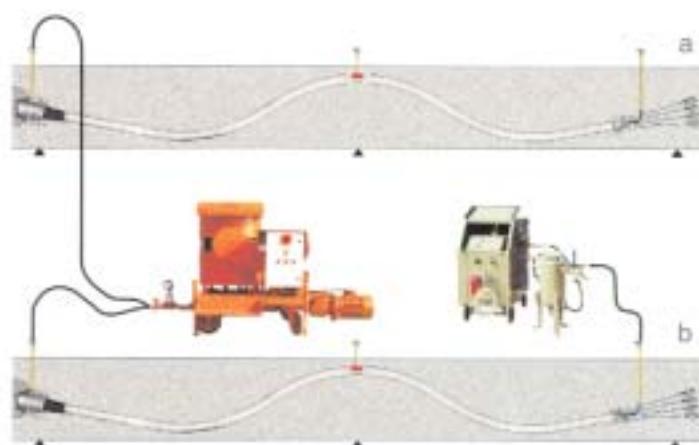
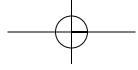
ELEMKA is able now to produce this high quality grout (with tests that only ELEMKA made in Greece for the first time). We can notice that the satisfaction of the requirements of ETAG 013 - SPECIAL GROUT all over Europe, can be achieved by a small number of companies.

To produce this high quality grout, ELEMKA uses special Grouting Equipment, technicians with high level of training and a special grout composition.

Τσιμεντένεση στη γέφυρα Wadi Leban (Riyad)



Grouting at Wadi Lebanon bridge (Riyad)



Τεχνικές Τσιμεντένεσης - Grouting Techniques

Οι τένοντες ενεματώνονται συνήθως αμέσως μετά το σφράγισμα των μετώπων με σκυρόδεμα ή με ειδικά καπάκια.

Πριν την ενεμάτωση, το εξειδικευμένο συνεργείο της ΕΛΕΜΚΑ θα κάνει έλεγχο με αέρα υπό πίεση για να εξασφαλίσει ότι δεν υπάρχουν μπλοκαρισμένοι τένοντες. Η χρήση νερού δεν ενδείκνυται, γιατί σε περίπτωση μπλοκαρισμένου τένοντα θα διαβρώσει τον χάλυβα. Όταν χρησιμοποιούνται αγκυρώσεις τύπου "K" θα προγείται η τσιμεντένεση του προηγούμενου τένοντα από την τάνυση του επόμενου.

Η τσιμεντένεση θα γίνει με μπχανές που μπορούν να παράγουν ένεμα που καλύπτει τις απαιτήσεις του έργου (συνήθως EN 445 και DIN 4227) και γίνεται υπό πίεση.

Όταν από όλα τα εξαεριστικά του τένοντα ρέει ένεμα της ίδιας υφής με το παραγόμενο αυτά θα σφραγίζονται και θα διατηρηθεί πίεση 5bar στον τένοντα για 1min ώστε να εξασφαλιστεί η πληρότητα και η στεγανότητά του. Τα ειδικά σχεδιασμένα σωληνάκια τσιμεντένεσης με τα καπάκια και τις ειδικές βαλβίδες εξασφαλίζουν αυτή τη διαδικασία.

Ο λόγος νερού προς τσιμέντο (w/z) θα διατηρείται σε όσο το δυνατόν χαμηλά επίπεδα ώστε να εξασφαλίζονται η χαμηλή εξίδρωση και μεταβολή όγκου του ενέματος, αλλά και η άνετη εισαγωγή στον τένοντα.

Οι ρεολογικές ικανότητες του ενέματος ελέγχονται από τους εξειδικευμένους τεχνίτες μας με τον κώνο που προβλέπεται από το EN 445 και είναι πάντα μέσα στα ώρια 10~25sec.

* Στην τεχνική καρτέλα της κεφαλής αγκύρωσης "M" φαίνεται η θεωρητική κατανάλωση ενέματος σε lt ανά τύπο τένοντα.

Tendons are grouted usually immediately after sealing of the recess in the anchorage zone with concrete or with grouting caps.

Before grouting, the trained personnel of ELEMKA will check the tendons for blockage using compressed air. Water should not be used, because in the case of a blocked tendon it will corrode the strands. When type "K" anchorages are used the grouting of the previous tendon will be done before the tensioning of the following one.

Grouting will be done with equipment that can produce grout that covers the requirements of the project (usually EN 445 and DIN 4227) and will be done under pressure.

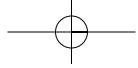
When grout of the same quality as the produced one comes out from all the grouting vents, they will be sealed and a pressure of 5 bar will be maintained for 1 min on the tendon in order to assure tightness.

The specially designed grouting vents with the caps and the special grouting valves assure this procedure.

The water to cement ratio (w/c) will be as low as possible, thus providing a grout with low bleeding and volume change, and a fluidity which allows to pass through the tendon.

The fluidity of the grout is checked constantly by our trained technicians with the flow cone according to EN 445 and is always kept between 10~25sec.

* At "M" anchorage technical card is seen the theoretical consumption of grout in lt per tendon type.



Η ποσότητα του ενέματος σε lt/m τένοντα εξάγεται από τη σχέση:

$$\frac{\pi \cdot \left(\frac{\varnothing i}{2}\right)^2 \cdot A \cdot n}{1000}$$

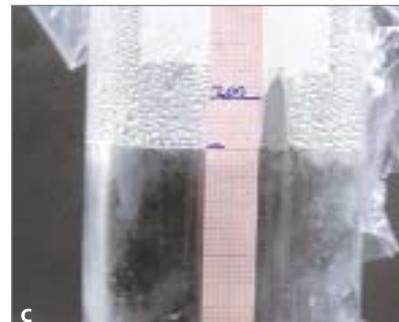
$\varnothing i$ (mm) = εσωτερική διάμετρος του περιβλήματος
 $A(\text{mm}^2)$ = επιφάνεια 1 συρματόσχοινου
 n = πλήθος συρματόσχοινων στον τένοντα

Με 100kgr τσιμέντου παρασκευάζονται 72~74 lt ενέματος.

The grout quantity per lt/m can be given by the formula:

$\varnothing i$ (mm) = inner diameter of the sheath
 $A(\text{mm}^2)$ = 1 strand area
 n = number of strands inside the tendon

With 100kgr of cement we can have 72~74 lt of grout.



- a Δοκιμή εξαναγκασμένης εξίδρωσης σύμφωνα με το ETAG 013 - Special Grout.
- b Δοκιμή επικλινούσι σωλήνα σύμφωνα με το ETAG 013 - Special Grouting.
- c Δοκιμή εξίδρωσης - Μεταβολής όγκου σύμφωνα με το EN 445.
- d, e Μηχανές ενεμάτωσης.
- f Αντλία κενού.

Το νερό ζυγίζεται με ακρίβεια με ειδικές διατάξεις, ώστε να εξασφαλίζεται η σταθερότητα της σύνθεσης του ενέματος.

Συνήθως για 36~38lt νερού και 100kg τσιμέντου παράγονται 72~74lt ενέματος.

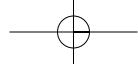
Σε περίπτωση που υπάρχει απαίτηση να γίνει τσιμέντηνεση εν κενώ υπάρχει ειδική αντλία κενού, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί.

- a Wick induced testing according to ETAG 013 - Special Grout.
- b Inclined tube testing according to ETAG 013 - Special Grout.
- c Bleeding and Volume change test according to EN 445.
- d, e Grout plants.
- f Vacuum pump.

Water is batched through accurately weighing devices, in order to secure the stability of the produced grout.

Usually with 36~38lt of water and 100kg of cement we can produce 72~74lt of grout.

In case that vacuum grouting is required a vacuum grouting pump can be provided.



ΕΛΕΜΚΑ Α.Ε.

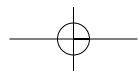


Η ΕΛΕΜΚΑ Α.Ε. είναι πιστοποιημένη κατά ISO 9001:2000/ EN ISO 9001:2000 από το 2001 με αριθμό πιστοποιητικού: 04 100 20010044-E9.

Η ALGA Spa είναι πιστοποιημένη κατά ISO 9001:2000 με αριθμό πιστοποιητικού IT-0073 IGQ9305 και ημερομηνία πρώτης πιστοποίησης το 1993.

ELEMKA S.A. is certified with ISO 9001:2000/ EN ISO 9001:2000 certified from 2001 and the certification ID is: 04 100 20010044-E9.

ALGA Spa is certified with ISO 9001:2000 with certification ID: IT-0073 IGQ9305 and date of first certification: 1993.





ΤΕΧΝΙΚΗ & ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ

<http://www.elemka.gr> • e-mail: info@elemka.gr

Μαρίνου Αντύπη 41 - 45, 141 21 N. Ηράκλειο

Τηλ.: +30 210 27.10.523 • Fax: +30 210 27.10.362

Υποκ/μα: VIPE Σινδου Θεσσαλονίκης, Οδός Α8, 570 22

Τηλ.: +30 2310 795.853-4 • Fax: +30 2310 795.864



CONSTRUCTION & TRADING COMPANY

<http://www.elemka.gr> • e-mail: info@elemka.gr

41 - 45, Marinou Antypa str., 141 21 Athens, Greece

Tel: +30 210 27.10.523 • Fax: +30 210 27.10.362

Branch office: VIPE Sindou, Thessaloniki, Road A8, 570 22

Tel: +30 2310 795.853-4 • Fax: +30 2310 795.864