



ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

Τοξωτή Γέφυρα Τσακώνας



ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ: Τ



ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η Τοξωτή Γέφυρα Τσακώνας ήταν το τελευταίο τμήμα προς παράδοση, στο τμήμα Παραδείσια - Τσάκωνα, στον Αυτοκινητόδρομο Α7 - Μορέας (Τρίπολη - Καλαμάτα), που κατασκευάστηκε από το Δημόσιο με συνολικό προϋπολογισμό 22.850.000€ και πλέον αποτελεί αντικείμενο διαχείρισης από την κοινοπραξία «Μορέας».

Η κατασκευή της γέφυρας ξεκίνησε το 2008 και δόθηκε στην κυκλοφορία τον Ιανουάριο του 2016. Επιτυγχάνει να γεφυρώσει μια τεράστια ενεργή κατολίσθηση, η οποία ενεργοποιήθηκε το Φεβρουάριο του 2003 προκαλώντας την καταστροφή του δρόμου, αφού σημειώθηκε μια πρωτοφανής μετακίνηση εδαφικών μαζών η οποία υπολογίστηκε στα 6.000.000m³.

Είναι η 2^η μεγαλύτερη στην Ελλάδα από πλευράς ανοίγματος ενώ συγκαταλέγεται μεταξύ των 50 μεγαλύτερων τοξωτών γεφυρών παγκοσμίως ενώ αποτελεί τοπόσημο υψηλής αισθητικής. Αποτελεί πραγματικό επίτευγμα των μηχανικών, καθώς κατασκευάστηκε πάνω σε ενεργή κατολίσθηση σε μια περιοχή έντονης σεισμικότητας παρουσιάζοντας εξαιρετική πολυπλοκότητα, τόσο ως προς την θεμελίωση όσο και ως προς την ανωδομή.

Το έργο αφορά ένα τεράστιο τόξο με μέγιστο ύψος 45m που έχει στηθεί πάνω σε δύο βάθρα ενώ η γέφυρα κρέμεται από αυτό ώστε να μην επηρεάζεται από την κατολισθαίνουσα περιοχή που βρίσκεται από κάτω της. Η γέφυρα στηρίζεται σε τρία σημεία: ένα στήριγμα/εγκαθίσεις σε κάθε πλευρά και ένα στήριγμα που βρίσκεται πλησίον της κορυφής του βάθρου της γέφυρας το οποίο αποτελείται από ένα γιγαντιαίο προκατασκευασμένο κτήριο διασφαλίζοντας τη στατικότητα της γέφυρας.



ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το κύριο άνοιγμα μήκους 300 m, γεφυρώνει την κατολίσθηση και αποτελείται από δύο κατακόρυφα χαλύβδινα τόξα ύψους 45m και ένα σύμμικτο κατάστρωμα χάλυβα-οπλισμένου σκυροδέματος, πλάτους 22,80m, το οποίο αναρτάται από τα τόξα με 2×20 κατακόρυφους αναρτήρες.

Η γέφυρα αποτελείται από ένα χαλύβδινο τοξωτό φορέα με αναρτημένο το σύμμικτο κατάστρωμα μήκους 260m, συνδυαζόμενο με ένα φορέα πρόσβασης από προεντεταμένο σκυρόδεμα προς την πλευρά της Τρίπολης μήκους 130m.

Έχει συνολικό μήκος 390 μ. και μέγιστο ελεύθερο άνοιγμα 300 μ. Το κατάστρωμά της έχει πλάτος 20,40 μ. στο προεντεταμένο τμήμα της και 22,80 μ. στο τοξωτό, ενώ περιλαμβάνει 4 λωρίδες κυκλοφορίας & διαθέτει κεντρική νησίδα πλάτους 2m. Ο τοξωτός φο-

ρέας, ο οποίος αποτελεί σημαντική πρωτοτυπία για την Ελλάδα, αποτελείται από δύο παραβολικά τόξα που ενώνονται μεταξύ τους με αντιανέμιο σύνδεσμο. Για την παραγωγή του έργου απασχολήθηκαν συνολικά πάνω από 600 άτομα (μελετητές, σύμβουλοι, επιβλέποντες μηχανικοί, ελεγκτές και επιθεωρητές τρίτων φορέων, μηχανικοί κατασκευής, υπεργολάβοι, εργοδηγοί, χειριστές, τεχνίτες, εργάτες), οι οποίοι στη μεγάλη τους πλειοψηφία ήταν Έλληνες πολίτες.

ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΕΡΓΟΥ

Εκκίνηση έργου

2008

Χρόνος Κατασκευής

50 Μήνες

Χρησιμοποιήθηκαν:

- 22.500m³ σκυροδέματος
- 3.290tn σιδηρού οπλισμού & χάλυβα προέντασης
- 3.720tn χάλυβα τόξων καταστρώματος & αναρτήρων.

Ανάδοχος

Τέρνα Α.Ε

Απασχολήθηκαν

600 Άτομα

Περάτωση

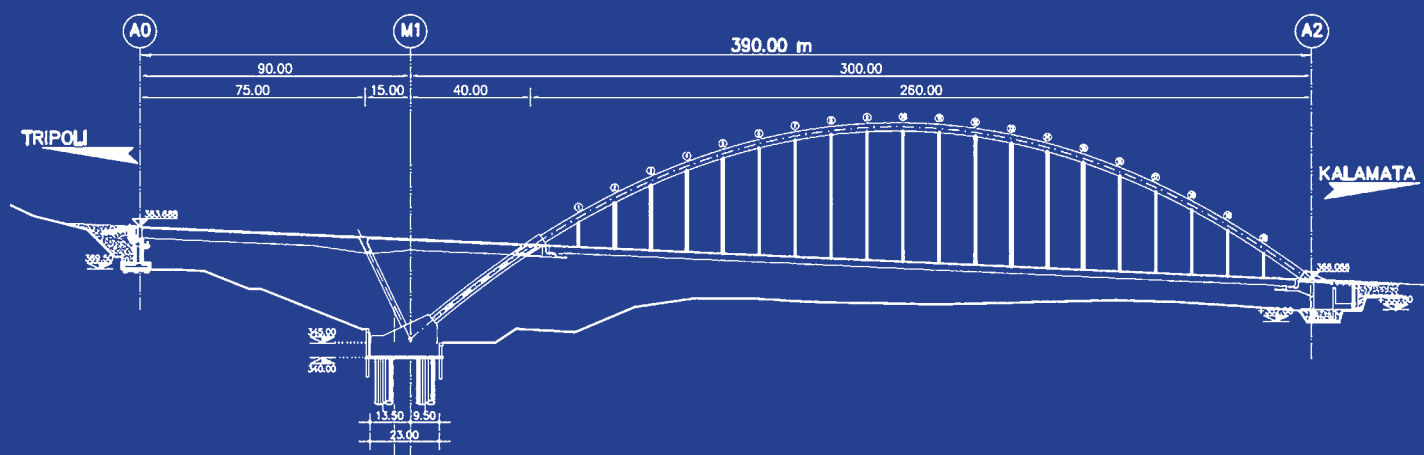
28/01/2016

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

- Ως τρόπος ανέγερσης του τοξωτού φορέα επιλέχθηκε, ως καταλληλότερος, αυτός της ανύψωσης των σπονδύλων των τόξων με τη μέθοδο heavy lifting με τη βοήθεια υδραυλικών γρύλων και με στήριξη των ανεγειρομένων τμημάτων επί προσωρινών μεταλλικών πύργων κατάλληλα θεμελιωμένων στο κατολισθαίνων έδαφος.
- Συντάχθηκαν οι σχετικές στατικές μελέτες των προσωρινών πύργων, των θεμελιώσεων αυτών, όλων των υπολοίπων βοηθητικών κατασκευών καθώς και η όλη εν γένει μεθοδολογία ανέγερσης.
- Ιδιαίτερη βαρύτητα δόθηκε στην τήρηση των ποιοτικών ελέγχων με έμφαση στις ηλεκτροσυγκολήσεις οι οποίες ανατέθηκαν σε πιστοποιημένους και εξειδικευμένους συνεργάτες.

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΡΓΟΥ - ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Ο σχεδιασμός πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τους γερμανικούς κανονισμούς DIN αν και λόγω της σπουδαιότητας της κατασκευής, ελέγχθηκε η συμμόρφωσή της προς τις απαιτήσεις των Ευρωκωδίκων. Η κατηγορία της γέφυρας είναι 60/30 σύμφωνα με τον DIN1072 με συντελεστή δυναμικής φόρτισης από 1,00 έως 1,40, ενώ έχει ελεγχθεί επίσης για την Πρότυπη Φόρτιση 1 σύμφωνα με τον EN1991-2.



ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΝΑΝΤΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΔΡΑΣΕΩΝ

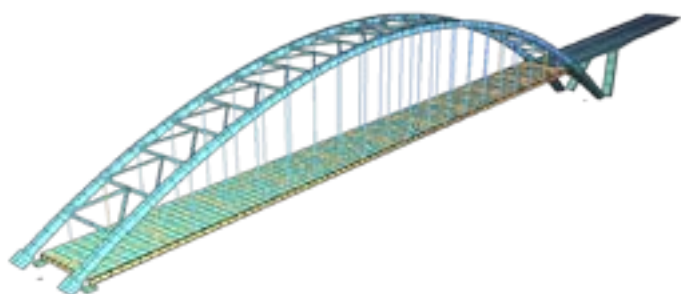
Φορτία οδογεφυρών - DIN 1072

Κατασκευές σκυροδέματος - DIN 1045 - DIN 4227 - DIN 1075

Χαλύβδινες κατασκευές - DIN 18800 - DIN 18809 - VBT-Ri

ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ & ΚΡΙΣΙΜΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

Ειδικά θέματα, τα οποία οι παραπάνω γερμανικοί κανονισμοί δεν καλύπτουν επαρκώς, έγινε χρήση (και πάντα προς την πλευρά της ασφαλείας) των Ευρωκωδίκων



ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

- Οι Ελληνικές Οδηγίες για το σχεδιασμό γεφυρών σε σεισμογενείς περιοχές (Ε39/99)
- Οι Ελληνικές Οδηγίες για τη μελέτη γεφυρών με σεισμική μόνωση (ΟΑΜΓ-2006)
- Ο Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός για το σχεδιασμό κατασκευών υπό σεισμικές δράσεις (ΕΑΚ-1999/2003)

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ & ΑΝΑΛΥΣΗ

- Λεπτομερής περιγραφή γεωμετρίας και δράσεων σύμφωνα προς τις φάσεις κατασκευής
- Γραμμικές και μη γραμμικές αναλύσεις 1ης και 2ης τάξεως (έλεγχος λυγισμού των τόξων)
- Ιδιομορφική και φασματική ανάλυση και αναλύσεις χρονοϊστορίας (έλεγχος μόνωσης).

ΥΛΙΚΑ - ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στην επιλογή των χαλβουργείων για την προμήθεια των πρώτων υλών δεδομένου ότι οι προδιαγραφές της μελέτης απαιτούσαν χαλβδόφυλλα υψηλής αντοχής, μεγάλων παχών και εγγυημένου ορίου διαρροής.



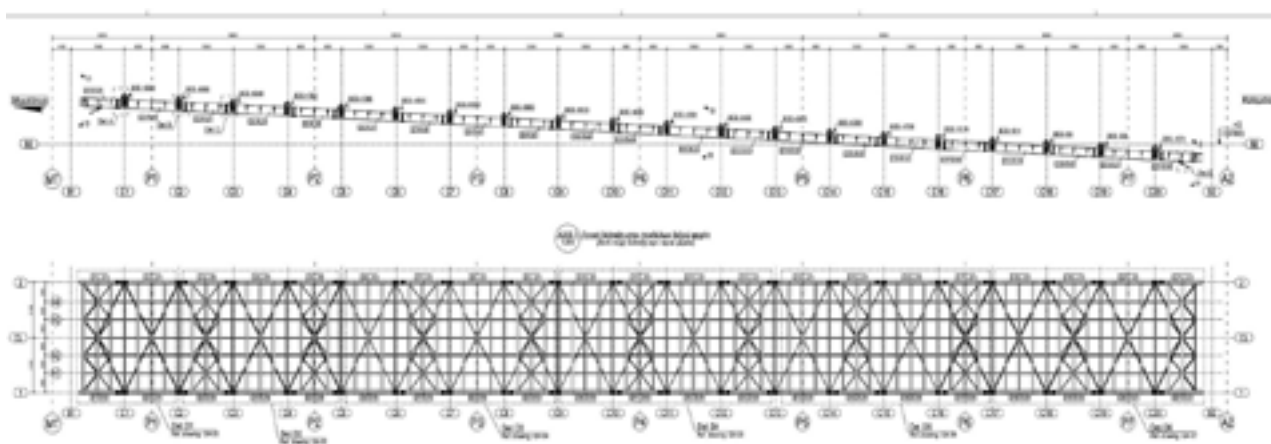
ΔΟΜΙΚΟΣ ΧΑΛΥΒΑΣ

- Τόξα (πέλματα και κορμοί) με εγγυημένο όριο διαρροής $f_{yk} \geq 355 \text{ MPa}$ για τα πέλματα των τόξων ανεξάρτητα από το πάχος τους κατηγορίας - S355 J2+N
- Λοιπά κύρια μεταλλικά στοιχεία (κύριες δοκοί, διαδοκίδες, αντιανέμια τόξων, διαφράγματα τόξων, βάσεις αναρτήρων κτλ) κατηγορίας - S355 J2+N
- Διαμήκη τραπεζοειδή ελάσματα ακαμψίας κορμών τόξου κατηγορίας - S355 J2C+N
- Δευτερεύοντα μεταλλικά στοιχεία (αντιανέμια, αποστάτες, σύνδεσμοι ακαμψίας σύμμικτου καταστρώματος και κομβοελάσματα) κατηγορίας - S355 JR
- Διατμητικοί ήλοι τύπου Nelson $\Phi 22/200$ από ακράμωτο χάλυβα κατηγορίας - S235 J2+N+C450
- Κοχλίες κυρίων στοιχείων προεντεταμένοι γαλβανισμένοι κατηγορίας - GV 10.9 $\mu=0.50$
- Κοχλίες δευτερευόντων στοιχείων μαύροι κατηγορίας - SL 8.8



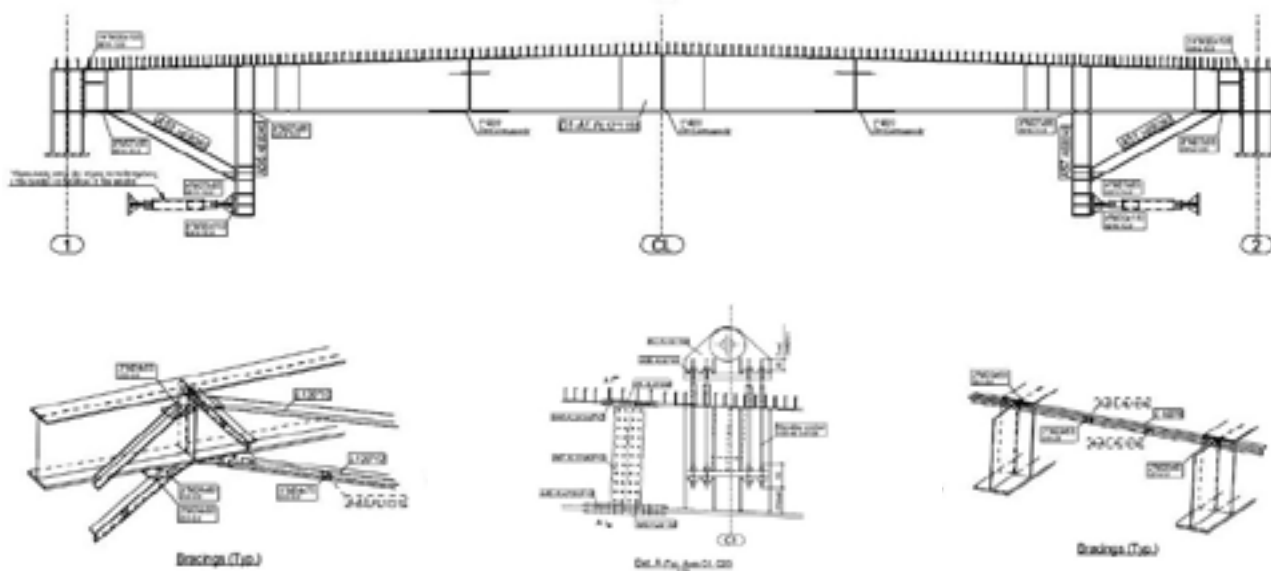
ΣΥΜΜΙΚΤΟ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑ

Το σύμμικτο κατάστρωμα του τοξωτού φορέα αποτελείται από 2 χαλύβδινες κύριες δοκούς, 83 χαλύβδινες διαδοκίδες, και μια πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος. Κάθε κύρια δοκός έχει διατομή σχήματος Ι με σταθερό ύψος 1,80 m, και αποτελείται από ελάσματα διαστάσεων 600×25 mm για το άνω πέλμα, 1715×20 mm για τον κορμό και 800×60 mm για το κάτω πέλμα. Το συνολικό τους μήκος των 248,50 m χωρίζεται σε 21 τμήματα, μήκους 9 m και 15 m, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με συνδέσεις πλήρους αντοχής οι οποίες πραγματοποιούνται μέσω διπλών ελασμάτων κορμού και πελμάτων και προεντεταμένων κοχλιών.



ΔΙΑΔΟΚΙΔΕΣ & ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Οι διαδοκίδες έχουν ένα καθαρό άνοιγμα μήκους 21,55 m και τοποθετούνται ανά 3,00 m. Έχουν διατομή σχήματος I μεταβλητού ύψους, από 870 mm στις στηρίξεις έως 1210 mm στο άνοιγμα, και αποτελούνται από ελάσματα διαστάσεων 400×20 mm για το άνω πέλμα, 12 mm (κεντρικό τμήμα) ή 15 mm (ακραία τμήματα) για τον κορμό, και 500×35 (κεντρικό τμήμα) ή 500×25 (ακραία τμήματα) για το κάτω πέλμα. Η διαδοκίδα συνδέεται με την κύρια δοκό μέσω μιας μετωπικής πλάκας και προεντεταμένων κοχλιών.



Ο χαλύβδινος φορέας του καταστρώματος περιλαμβάνει κάποια δευτερεύοντα στοιχεία που του προσφέρουν επαρκή αντοχή και πλευρική ευστάθεια έναντι ανέμου. Τα στοιχεία αυτά είναι ενεργά μόνο κατά τη συναρμο-λόγηση του χαλύβδινου φορέα και τη σκυροδέτηση της πλάκας. Η πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος C30/37 σκυροδετείται πάνω σε γαλβανισμένα χαλυβδόφυλλα 100/1,5 και έχει συμπαγές πάχος 25cm πάνω από το χαλυβδόφυλλο. Η διατμητική σύνδεση της πλάκας με τις κύριες και τις εγκάρσιες δοκούς εξασφαλίζεται μέσω διατμητικών ήλων κεφαλής Φ22/200.

ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

- Πιστοποίηση προσώπων που διενεργούν Μη Καταστροφικούς Ελέγχους (ISO 9712: 2012)
- Πιστοποίηση προσώπων που διενεργούν Μη Καταστροφικούς Ελέγχους με βιομηχανικές ακτινογραφίες (RT) – επίπεδο ικανότητας I, II και III : συγκολλήσεις και χυτά
- Πιστοποίηση προσώπων που ερμηνεύουν βιομηχανικές ακτινογραφίες (RI) – επίπεδο ικανότητας I και II : συγκολλήσεις και χυτά
- Πιστοποίηση προσώπων που διενεργούν Μη Καταστροφικούς Ελέγχους με υπερήχους (UT) – επίπεδο ικανότητας I, II και III : συγκολλήσεις και χυτά
– επίπεδο ικανότητας I και II : έλεγχος και παχυμέτρηση ελασμάτων



- Πιστοποίηση προσώπων που διενεργούν Μη Καταστροφικούς Ελέγχους με υπερήχους (UT) με χρήση πομποδεκτών συγχρονισμένης συστοιχίας (phased array transducers) – επίπεδο ικανότητας I και II
- Πιστοποίηση προσώπων που διενεργούν Μη Καταστροφικούς Ελέγχους με υπερήχους (UT) χρησιμοποιώντας την τεχνική της χρονικής καθυστέρησης της περιθλώμενης δέσμης υπερήχων σε υπάρχοντα ελαττώματα (Time of Flight Diffraction (ToFD)). – επίπεδο ικανότητας I και II : συγκολλήσεις
- Πιστοποίηση προσώπων που διενεργούν Μη Καταστροφικούς Ελέγχους με οπτικό έλεγχο (VT) – επίπεδο ικανότητας I, II και III : γενικά κατασκευαστικά προϊόντα
- Πιστοποίηση προσώπων που διενεργούν Μη Καταστροφικούς Ελέγχους με μαγνητικά σωματίδια (MT) – επίπεδο ικανότητας I, II και III : γενικά κατασκευαστικά προϊόντα
- Πιστοποίηση προσώπων που διενεργούν Μη Καταστροφικούς Ελέγχους με διεισδυτικά υγρά (PT) – επίπεδο ικανότητας I, II και III : γενικά κατασκευαστικά προϊόντα



Ποιοτικός Έλεγχος

Αναπόσπαστο κομμάτι της ευρύτερης διαδικασίας της βιομηχανοποίησης αποτελεί ο ποιοτικός έλεγχος που παρακολουθεί στενά όλα τα στάδια στοχεύοντας να πετύχει σωστή εφαρμογή των αυστηρών απαιτήσεων κατά ISO EN 9001 και EN 1090.

ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ



Σύστημα Βαφής

Όλες οι χαλύβδινες επιφάνειες προστατεύονται με ένα σύστημα βαφής ελάχιστης διάρκειας ζωής 15 ετών, κατάλληλο για περιβαλλοντικές συνθήκες Κατηγορίας C2.

ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ

Κοπή Ελασμάτων

Με βάση τον αναλυτικό τρισδιάστατο σχεδιασμό του έργου προέκυψαν τα φύλλα κοπής τα οποία κατεργάστηκαν μέσω υπερσύγχρονου CNC παντογράφου προσδίδοντας υψηλή ακρίβεια και ποιότητα.



Κοπή - Διάτρηση & Μαρκάρισμα

Διαθέτοντας σύγχρονο και πλήρως αυτοματοποιημένο CNC εξοπλισμό κοπής, διάτρησης, μαρκαρίσματος και διαχείρισης υλικών έχουμε πολύ υψηλές ταχύτητες κατεργασίας και ακρίβειας αυξάνοντας σημαντικά την παραγωγική μας ικανότητα και εκπληρώνοντας απαιτητικούς και αυστηρούς χρόνους παράδοσης.

Συγκολλήσεις Σύνθετων Δοκών

Οι συνδέσεις πελμάτων/κορμού στους υψίκορμους σύνθετους μεταλλικούς δοκούς πραγματοποιήθηκαν σε υπερσύγχρονη αυτόματη μηχανή συγκόλλησης με τη διαδικασία του βυθιζόμενου τόξου με αμφίπλευρη συνεχή εξωραφή κατάλληλου πάχους παραλαμβάνοντας το 100% της διατμητικής ροής.



Αμμοβολή

Πλήρης ατσαλοβολή σε κλειστό τούνελ σύμφωνα με τα Σουηδικά πρότυπα: Sa 2 ½.



Μονταρίσματα

Τα ελάσματα ακαμψίας (διαμήκη και εγκάρσια) των κυρίων δοκών τοποθετήθηκαν με συγκολλήσεις εξώραφες κατάλληλου πάχους.



Αρθρωτές Συνδέσεις Καταστρώματος

Το κατάστρωμα συνδέεται με το τόξο μέσω αρθρωτών συνδέσεων με κατακόρυφα συρματόσχοινα ανά 12,00m και ασφαλίζεται με πείρους.



Σύστημα Βαφής

Βασική στρώση primer 80 μm.
Ενδιάμεση στρώση εποξειδικής βάσης 100 μm
Τελική στρώση πολυουρεθάνης βάσης 60 μm.
Συνολικό πάχος 240μm





ΒΙ.ΠΕ. ΠΑΤΡΩΝ
Τ.Κ. 250 18
ΑΓ. ΣΤΕΦΑΝΟΣ

ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ
ΤΗΛ: 2610 647491
FAX: 2610 647494

ΓΡΑΦΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΗΛ: 210 2723252
FAX: 210 2719820

info@liaromatis.gr
www.liaromatis.gr