ΠΡΟΣΚΛΗΣΗ

Στην ημερίδα της “*Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας Ερευνών Σκυροδέματος (ΕΠΕΣ)*”

με συνδιοργανωτή το

“*ΤΕΕ Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας*”

και με συμμετοχή του Ελληνικού Τμήματος της

“*International Association for Bridge and Structural Engineers (IABSE)*”

Θέμα Ημερίδας:

“*Παθολογία - Ανθεκτικότητα Οπλισμένου Σκυροδέματος και Αποκατάσταση*”

Παρασκευή 19 Απριλίου 2013, (9:30 – 17:15)

Αμφιθέατρο ΤΕΕ Τμ. Κεν. Μακεδονίας

Μεγάλου Αλεξάνδρου 49, Θεσσαλονίκη

ΤΕΕ / ΤΚΜ - conic - DOMISSIMA - isomat building quality - Sintecno

Ημερίδα της **Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας Ερευνών Σκυροδέματος (ΕΠΕΣ)**

με συνδιοργανωτή το **ΤΕΕ Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας**

και με συμμετοχή του Ελληνικού Τμήματος της

International Association for Bridge and Structural Engineers (IABSE)

Θέμα: ***"Παθολογία - Ανθεκτικότητα Οπλισμένου Σκυροδέματος και Αποκατάσταση"***

Παρασκευή 19 Απριλίου 2013,

Αμφιθέατρο ΤΕΕ Τμ. Κεντρ. Μακεδονίας

Μεγάλου Αλεξάνδρου 49, Θεσσαλονίκη

Πρόγραμμα:

9:00 – 9:30 Προσέλευση.

9:30 – 10:00 Χαιρετισμοί.

Πρώτη Συνεδρία:

Προεδρείο: Γ. Πενέλης, Π. Μπίλλιας, Θ. Σαλονικιός

Παθολογία του Οπλισμένου Σκυροδέματος στον Χρόνο και αποκατάσταση

10:00–10:30 Ιωάννα Παπαγιάννη. "Ανθεκτικότητα κατασκευών από Σκυρόδεμα σε περιβαλλοντικές δράσεις".

10:30 – 11:00 Μπατής Γιώργος. "Διάβρωση και προστασία του Οπλισμού στο Σκυρόδεμα".

11:00 – 11:30 Πανέτσος Παναγιώτης. "Παθολογία, μέθοδοι αξιολόγησης και πρόταση μέτρων αποκατάστασης του Οπλισμένου Σκυροδέματος σε γέφυρες της Εγνατίας Οδού".

11:30 – 11:50 Διάλειμμα – Καφές

Δεύτερη Συνεδρία:

Προεδρείο: Θ. Τάσιος, Ι. Σιγάλας, Μ. Τσιτώτας

Παθολογία και αποκατάσταση του Οπλισμένου Σκυροδέματος σε γέφυρες

11:50 – 12:10 Τάσιος Θεοδόσης, Σιγάλας Ιωάννης. "Γέφυρα ποταμού Αράχθου στην Άρτα – Παθολογία και πρόταση μέτρων αποκαταστάσεως".

12:10 – 12:30 Σταθόπουλος Σταμάτης, Λεκίδης Βασίλης. "Επιθεώρηση καλωδιωτής Γέφυρας Ευρίπου".

12:30 – 12:50 Πλαΐνης Παναγιώτης, Σιγάλας Ιωάννης, Γιαννέλος Χρήστος. "Γέφυρα ποταμού Αξιού (Νότιος Κλάδος) στη Θεσσαλονίκη – Παθολογία και πρόταση μέτρων αποκαταστάσεως".

12:50 – 13:10 Πενέλης Γιώργος. "Παθολογία και αποκατάσταση Γέφυρας Γαλλικού Ποταμού στην Εθνική οδό Θεσσαλονίκης - Κιλκίς".

13:10 – 13:30 Guinard Paul. "SBS Membrans – Importance of adherence to prevent blistering. Mechanized installation to bridges".

13:30 –13:50 Παναγιωτάκος Τηλέμαχος και Κόλιας Βασίλειος. "Μεθοδολογία για την Επιθεώρηση και Αποκατάσταση Βλαβών σε Τεχνικά Έργα Οδοποιίας από Σκυρόδεμα. Εφαρμογή σε Γέφυρες των Ελληνικών Αυτοκινητοδρόμων".

13:50 – 14:35 Διάλλειμα - Σνακ

Τρίτη Συνεδρία:

Προεδρείο: Μ. Μωρέττη, Μ. Καραντζίκης, Π. Πανέτσος

Παθολογία και αποκατάσταση του Οπλισμένου Σκυροδέματος σε κτιριακά έργα και ειδικές κατασκευές

14:35 – 14:55 Πενέλης Γρηγόρης. "Παθολογία του Οπλισμένου Σκυροδέματος στα κτήρια της Τραπέζης Πειραιώς στα Λαδάδικα της Θεσσαλονίκης και εφαρμογή καθοδικής προστασίας".

14:55 – 15:15 Καραντζίκης Μιχάλης. "Αποκατάσταση και προστασία κατασκευών μειωμένης ανθεκτικότητας με χρήση σύνθετων υλικών".

15:15 – 15:35 Σαλονικιός Θωμάς. "Παθολογία του Οπλισμένου Σκυροδέματος σε συγκρότημα κτηρίων – Επίδραση του προσανατολισμού των κτηρίων".

15:35 – 15:55 Δημήτρης Παπαδόπουλος. "Επιλογή εποξειδικών συστημάτων για εφαρμογή σε σήραγγες από Οπλισμένο Σκυρόδεμα, case studies".

15:55 – 16:15 Καρύδης Γιώργος. "ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – Ένα πρότυπο για ανθεκτικές κατασκευές και επισκευές Σκυροδέματος".

16:15 – 16:35 Κοπατσάρη Παναγιώτα. "Περιπτώσεις αποκαταστάσεων σε κατασκευές Οπλισμένου Σκυροδέματος, Υλικά – Τεχνικές εφαρμογής"

16:35 – 16:55 Φώσκολος Πέτρος. "Αποκαταστάσεις βλαβών & συστήματα προστασίας κατασκευών Οπλισμένου Σκυροδέματος"

16:55 – 17:15 Στρογγυλό Τραπέζι – Συμπεράσματα Ημερίδας

ΕΠΕΣ – ΤΕΕ ΚΜ – Ελληνικό Τμήμα IABSE
Ημερίδα
«Παθολογία – Ανθεκτικότητα Οπλισμένου Σκυροδέματος και Αποκατάσταση»
Θεσσαλονίκη, 19 Απριλίου 2013

Ανθεκτικότητα κατασκευών από Σκυρόδεμα σε Περιβαλλοντικές δράσεις

Ιωάννα Παπαγιάννη
Καθηγήτρια ΑΠΘ

Εργαστήριο Δομικών Υλικών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

- Η ανθεκτικότητα κατασκευών από σκυρόδεμα μπορεί να οριστεί ως η ικανότητα ενός δομικού συστήματος να ανταποκρίνεται με επάρκεια στις λειτουργικές απαιτήσεις υπό την επίδραση των περιβαλλοντικών συνθηκών στον προσδοκώμενο χρόνο ζωής.
- Το είδος της κατασκευής, οι περιβαλλοντικές συνθήκες μέσα στις οποίες λειτουργεί και ο χρόνος ζωής (ηλικία) είναι οι βασικοί άξονες με τους οποίους μπορεί να περιγραφεί η ανθεκτικότητα.
- π.χ. Από το 1990 η απαίτηση ανθεκτικότητας εκφραζόταν από τη Δ/νση Federal Highway Administration USA για δάπεδα από σκυρόδεμα με τις ιδιότητες:
  - ανθεκτικότητα με ψύξη
  - ανθεκτικότητα στο ξεφλούδισμα από χρήση αντιπαγετικών αλάτων
  - αντοχή σε τριβή
  - μειωμένη διαπερατότητα σε χλωριόντα

Το πρόβλημα ανθεκτικότητας είναι σύνθετο, πολυδιάστατο και πολυεπίπεδο στην προσέγγισή του διότι:

- υπάρχει συνέργεια μηχανισμών αποδιοργάνωσης
- υπάρχουν χρονικά εξαρτώμενα φαινόμενα που δεν μπορούν να προβλεφθούν με αξιοπιστία
- υπάρχουν ενδοεπιφάνειες (ασθενείς ζώνες μέσα στη δομή του υλικού)

Σημαντικότητα της ανθεκτικότητας των κατασκευών

Η απαίτηση ανθεκτικότητας γίνεται ολοένα και πιο πιεστική λόγω:

- του μεγάλου κόστους των επισκευών που προκύπτουν από απώλεια της ανθεκτικότητας, συμπεριλαμβανομένου του επιπλέον κόστους της πρόσβασης στην παθογενή ζώνη και της διακοπής λειτουργίας της κατασκευής.
- των απαιτούμενων μέτρων προστασίας του περιβάλλοντος και μείωσης της κατανάλωσης των φυσικών πόρων και των ρύπων που εκλύονται από ανθρωπογενείς δράσεις.

Σημαντικότητα της ανθεκτικότητας των κατασκευών

- Πριν το 2008 και την απαρχή της οικονομικής κρίσης η παγκόσμια παραγωγή σκυροδέματος ανέρχονταν σε 12 δισεκατομμύρια τόνους ανά έτος και του τσιμέντου σε 1,7 δισ. τόνους ετησίως.
- Το 2006 σύμφωνα με απογραφή που παρουσιάστηκε στο Concrete Repair Bulletin καταναλώθηκαν στις Η.Π.Α.

✓500 million yd^3 σκυροδέματος για έργα υποδομής και

✓500 million yd^3 σκυροδέματος για επισκευές κατασκευών ηλικίας άνω των 20 ετών.

Σημαντικότητα της ανθεκτικότητας των κατασκευών

- Η ανάγκη λειτουργίας κατασκευών από σκυρόδεμα μέσα στη θάλασσα σε πολύ ακραίες κλιματολογικές συνθήκες, έδωσε μεγάλη ώθηση στην εισαγωγή των παραμέτρων που καθορίζουν την ανθεκτικότητα στο σχεδιασμό των κατασκευών αυτών
- Με τη προοπτική που διαφαίνεται εκμετάλλευσης φυσικών πηγών σε αρκτικές περιοχές εκτιμάται ότι η ανθεκτικότητα θα αποτελέσει μείζον θέμα στο μέλλον για τον κατασκευαστικό τομέα.

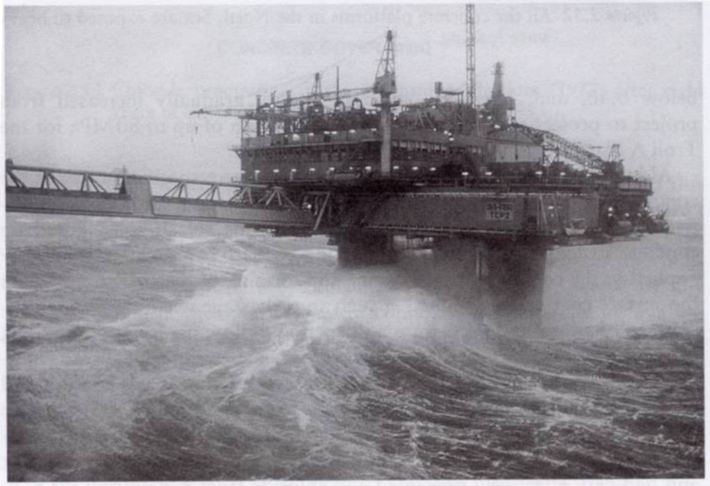


Figure 2.51 All the concrete platforms in the North Sea are exposed to a very harsh and hostile marine environment.

Figure 2.45 During stormy winter days, the Storseisund Bridge (1988) is heavily exposed and partly covered by seawater (source: Courtesy of Johan Brun).

Σημαντικότητα της ανθεκτικότητας των κατασκευών

Οικονομική θεώρηση:

- Κατά τον Darwin (2007) το κόστος των επισκευών μόνο των γεφυρών από διάβρωση οπλισμού θα ανέλθει στις Η.Π.Α. τη δεκαετία (2007-2017) σε 9,4 δισεκατομμύρια δολάρια.
- Σε απογραφή του 2006 στις Η.Π.Α. το συνολικό κόστος που πληρώθηκε επειδή οι κατασκευές αστόχησαν λόγω μη επαρκούς ανθεκτικότητας εκτιμήθηκε σε 18-21 δισεκατομμύρια δολάρια.

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	**ΚΟΣΤΟΣ**	**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ**
ΓΕΦΥΡΕΣ 	$ 8 billion	Υπάρχουν 235.000 γέφυρες Ο/Σ και 108.000 προεντεταμένου σκυρ/τος. Ένα 15% των γεφυρών παρουσιάζουν στατική ανεπάρκεια από βλάβες λόγω διάβρωσης οπλισμού. **Επισκευαστικές μέθοδοι**: Απομάκρυνση / Επανατοποθέτηση οπλισμού, Προστατευτική επικάλυψη, Καθοδική προστασία, πλήρωση ρωγμών, Ενίσχυση διατομών

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	ΚΟΣΤΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΔΡΟΜΟΙ 	$ 4 billion	Δρόμοι κύριοι, παράπλευροι πεζόδρομοι **Αίτια**: Παγοπληξία, αλκαλιοπυριτική προσβολή – Ρηγμάτωση από συστολές, φθορές από τριβή. **Επισκευαστικές μέθοδοι**: Απομάκρυνση και επανακατασκευή δαπέδου σε ορισμένο βάθος, Επικαλύψεις-κατασκευή αρμών, Πλήρωση ρωγμών

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	ΚΟΣΤΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΚΤΙΡΙΑ	$ 2 billion	Προσόψεις – μπαλκόνια – πλατώματα - Εκτεθειμένο σκυρ/μα **Αίτια**: Χλωροϊόντα, Παγοπληξία, ενανθράκωση, αστοχίες στεγάνωσης, σεισμική επειπόνηση. **Επισκευαστικές μέθοδοι**: Στεγάνωση, Επικαλύψεις, Αποκατάσταση διαβρωμένων στοιχείων

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	ΚΟΣΤΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΣΤΑΘΜΟΙ - PARKING	$ 0,5-1 billion	18.000 σταθμοί στις ΗΠΑ Χυτό σκυρόδεμα ή προκατασεκυασμένο **Αίτια**: Διαρροές – χλωριόντα (διάβρωση) Παγοπληξία – αποφλοιώσεις **Επισκευαστικές μέθοδοι**: Υδατοστεγανές μεμβράνες Πλήρωση αρμών, Κατάσταση επιφάνειας δαπέδων ή ενίσχυση πάχους πλακών

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	ΚΟΣΤΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΦΡΑΓΜΑΤΑ	$ 0,2 billion	**Αίτια**: Παγοπληξία – Φθορές Επιφανειών από τριβές Διαρροές μέσω των αρμών **Επισκευαστικές μέθοδοι**: Επικαλύψεις επιφανειών Ενέματα – στεγανώσεις Πλήρωση ρωγμών

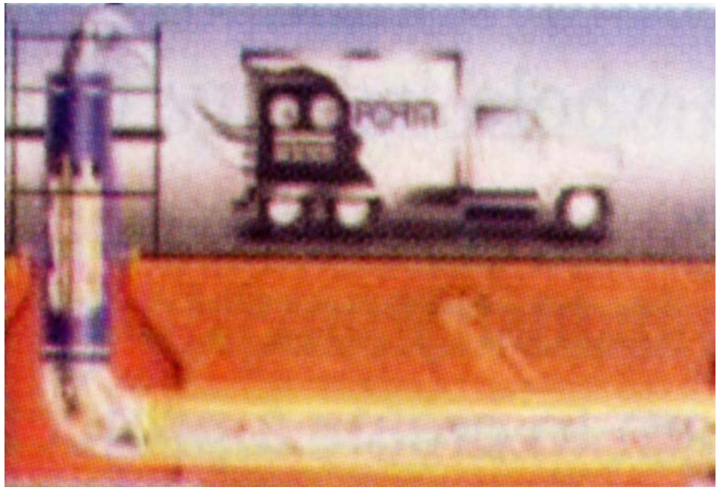
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	ΚΟΣΤΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΠΕΖΟΔΡΟΜΟΙ ή παράπλευροι δρόμοι σε μη χτιστούς χώρους 	\$ 0,3 billion	**Αίτια**: Παγοπληξία, χρήση Αλάτων για ξεπάγωμα Καθιζήσεις υποστρώματος Διαπερατότητα της υπόβασης **Επισκευαστικές μέθοδοι**: Επικαλύψεις, Απομάκρυνση & Αποκατάσταση επιφανειακών βλαβών Στεγάνωση, Πλήρωση Ρωγμών

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	**ΚΟΣΤΟΣ**	**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ**
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ ΥΠΟΔΟΜΕΣ	$ 0,3 billion	**Αίτια**: Χημική προσβολή Υπερφορτίσεις **Επισκευαστικές μέθοδοι**: Επιφανειακών βλαβών Αποκατάσταση – Επικάλυψη Χρήση Μεμβρανών Ενίσχυση διατομών

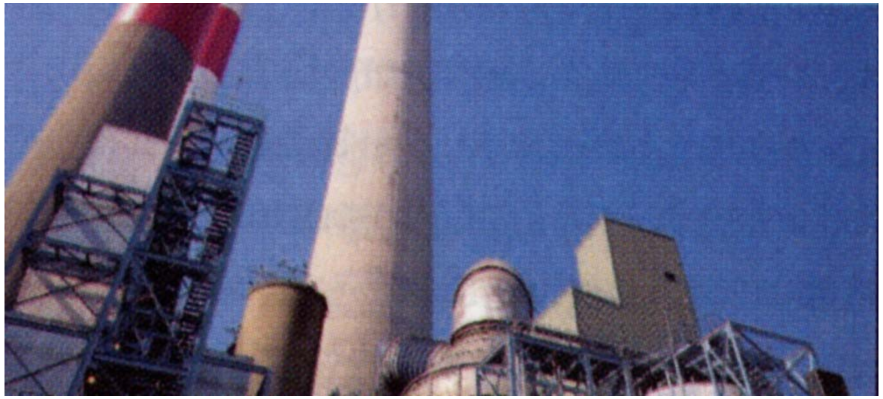
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	ΚΟΣΤΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΣΤΥΛΟΙ, ΔΟΚΟΙ - ΑΠΟΒΑΘΡΕΣ	$ 0,2 billion	**Αίτια**: Έκθεση σε χλωροϊόντα. **Επισκευαστικές μέθοδοι**: Καθοδική προστασία, Επιφανειακή επικάλυψη, Περιτύλιξη με ειδικά υλικά, Προστατευτική Επικάλυψη

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	ΚΟΣΤΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ ΥΔΑΤΩΝ-ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	$ 0,5 billion	**Αίτια**: Χημική προσβολή Έκπλυση, Παγοπληξία Καθιζήσεις εδάφους Θεμελίωση **Επισκευαστικές μέθοδοι**: Αποκατάσταση βλαβών επιφανειών, Ενέματα πλήρωσης ρωγμών, Επικαλύψεις – Μεμβράνες

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	ΚΟΣΤΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ	$ 1 billion	Σωλήνες φυσικής ροής αποβλήτων ή Σωλήνες υπό πίεση Ανοικτά κανάλια **Αίτια**: Χημική προσβολή Διάβρωση επιφάνειας από τριβές – Καθιζήσεις εδαφών πάνω στα οποία στηρίζονται **Επισκευαστικές μέθοδοι**: Επικαλύψεις, Μεμβράνες Αποκατάσταση αποφλοίωσης ή ειδικής τεχνολογίας επισκευής σωλήνων



ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	ΚΟΣΤΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΣΤΑΔΙΑ, ΠΥΡΓΟΙ, ΚΑΜΙΝΑΔΕΣ	$ 1 billion	**Αίτια**: Παγοπληξία, Ρηγμάτωση λόγω θερμικών φορτίων- Χημική Προσβολή **Επισκευαστικές μέθοδοι**: Επισκευή επιφανειών με επικαλύψεις ή απομάκρυνση και επανατοποθέτηση σκυρ/τος



Βάσει εμπειρίας που έχει συσσωρευτεί οι πιο συχνά εμφανιζόμενες βλάβες είναι:

- Διάβρωση οπλισμού
- Παγοπληξία
- Αλκαλιοπυριτική αντίδραση
- Προσβολή από θειϊκά
- Προσβολή από οξέα
- Βιολογική προσβολή

και οι κατασκευές που συνήθως πλήττονται είναι:

- γέφυρες
- παράκτιες και θαλάσσιες κατασκευές
- parking

Μηχανισμοί φθοράς/ Αποδιοργάνωσης του σκυρ/τος

- Σκυρόδεμα: ετερογενές υλικό με, σε μακροσκοπικό επίπεδο συμπεριφορά, ομοιογενούς υλικού
- Σύστημα πόρων τριχοειδείς 200-500nm, πόροι gel 2-5nm
- Μικρορηγματώσεις (κυρίως στις ενδοεπιφανειακές ζώνες)

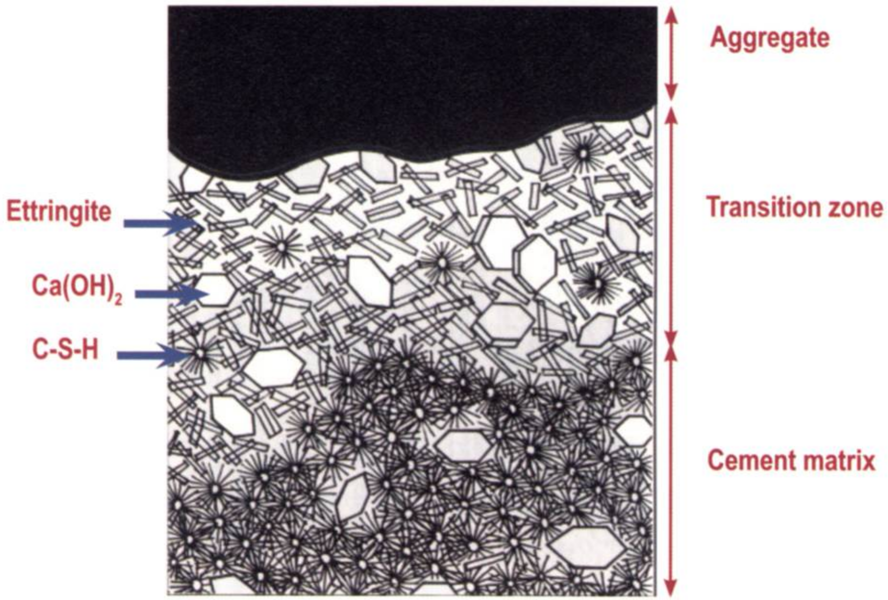


Fig. 17.9 – Schematic representation of the transition zone

Μηχανισμοί φθοράς/ Αποδιοργάνωσης του σκυρ/τος

Το σύστημα πόρων και μικρορηγματώσεων δημιουργείται κατά το στάδιο της πήξης και στη συνέχεια της σκλήρυνσης του σκυροδέματος.

- Φαινόμενα: κάθισης, εξίδρωσης, πλαστικής συρρίκνωσης, αυτογενούς συστολής

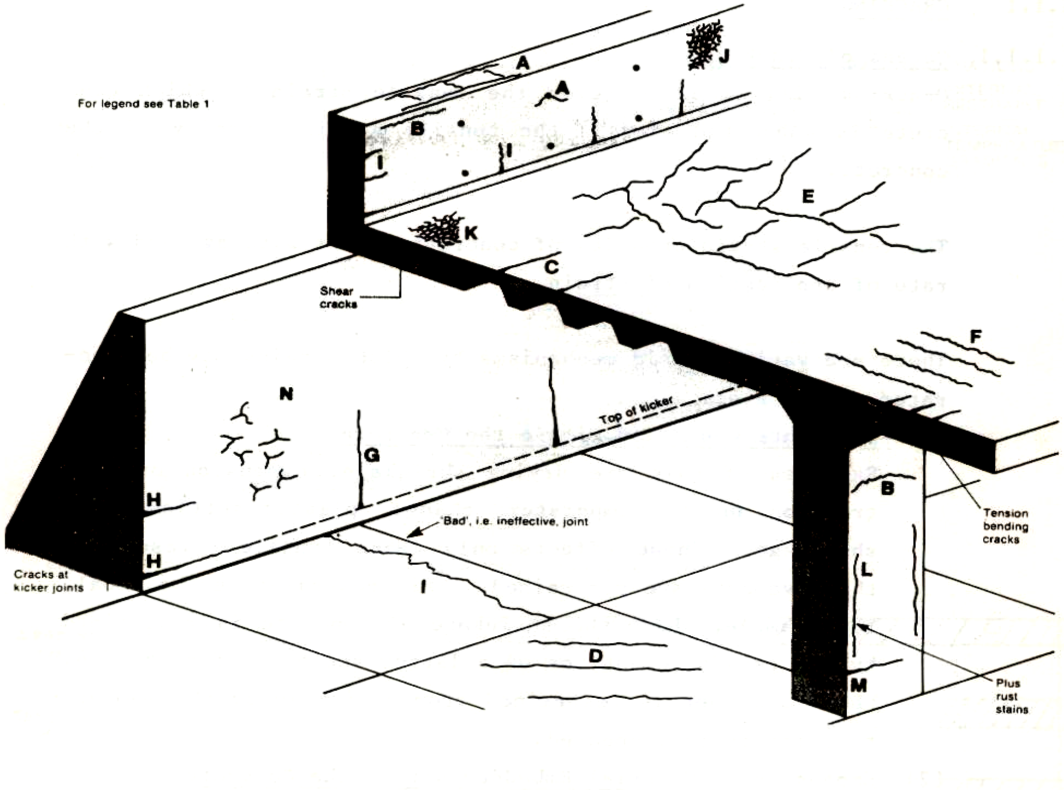


Figure 4. Examples of intrinsic cracks in hypothetical concrete structure

Μηχανισμοί φθοράς/ Αποδιοργάνωσης του σκυρ/τος

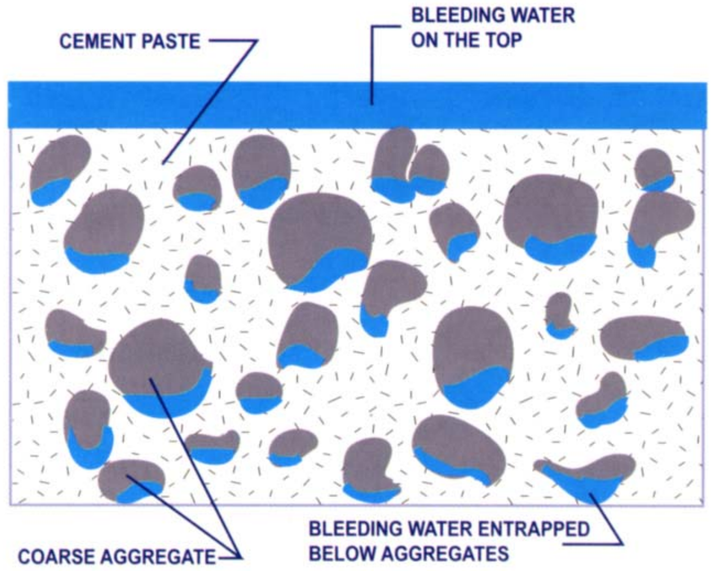


Fig. 17.10 – Bleeding water entrapped by coarse aggregate grains

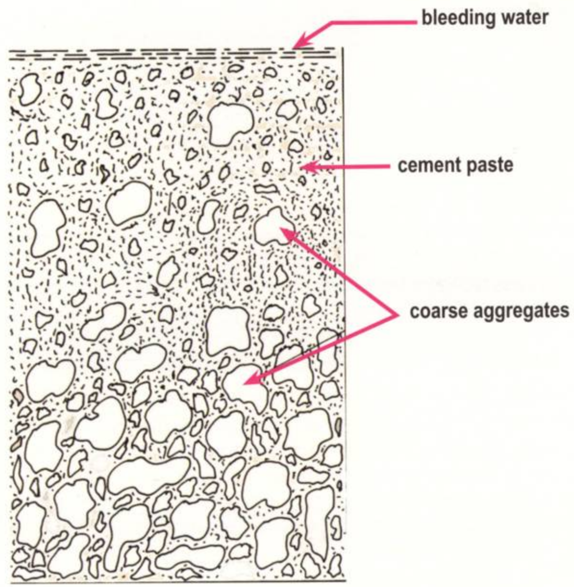


Fig. 7.9 – Schematic representation of segregation

Fig. 7.10 – Slump of segregated concrete with bleeding water on periphery and coarse aggregate in the center

Μηχανισμοί φθοράς/ Αποδιοργάνωσης του σκυρ/τος

Σε σχετικά πρώιμη ηλικία μπορεί να εκδηλωθούν ρηγματώσεις από θερμικά φορτία ή αναγκαστικές μετακινήσεις από θερμοκρασιακές βαθμίδες

- Ογκώδεις κατασκευές
- Δάπεδα/ οδοστρώματα από σκυρόδεμα
- Τοιχία που σκυροδετούνται πάνω σε σκληρυμένα δάπεδα σκυροδέματος

Ογκώδη στοιχεία: μονόλιθοι φραγμάτων από σκυρόδεμα, βάθρα γεφυρών, ογκόλιθοι διαμόρφωσης προβλητών

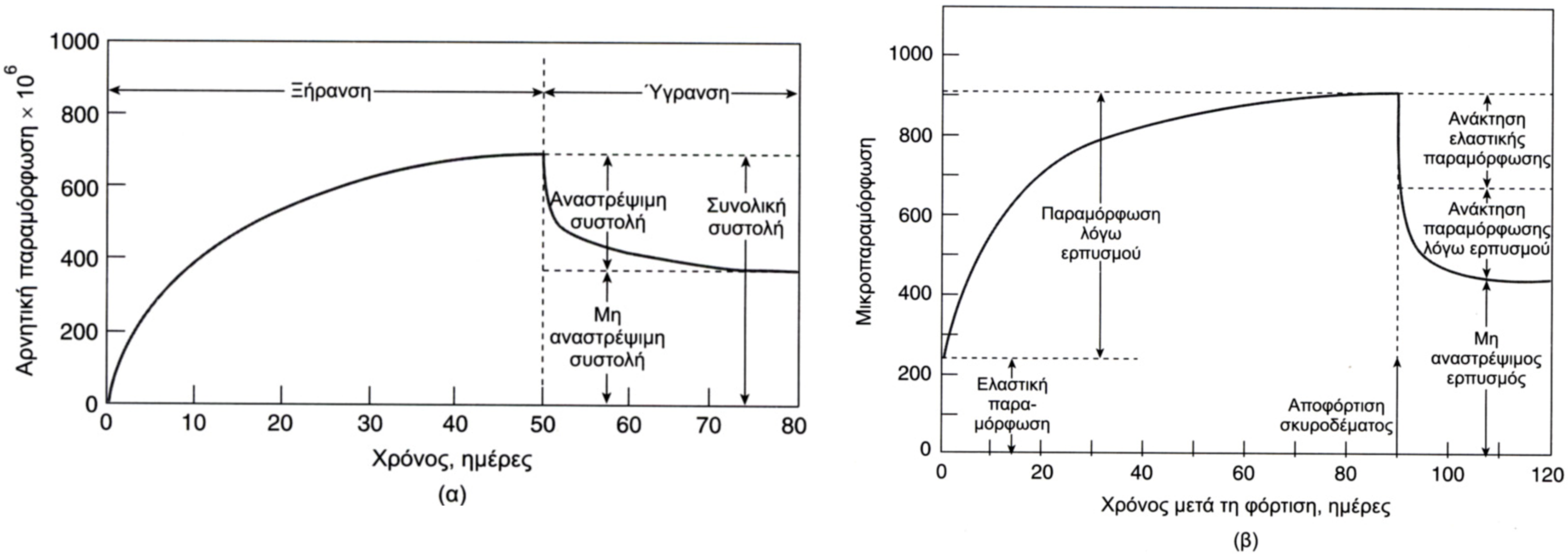
Ειδική θερμότητα σκυροδέματος: 1,1 KJ/Kg °C

Συντελεστής θερμικής διαστολής Β: 10-5 °C

Μηχανισμοί φθοράς/ Αποδιοργάνωσης του σκυρ/τος

- Ρηγματώσεις δημιουργούνται στο σκληρυμένο σκυρόδεμα λόγω συστολών ξήρανσης και ερπισμού
- Εστία: το τσιμεντόπηγμα: Μερικοί τύποι αδρανών (όπως δολερίτες) επίσης παρουσιάζουν συρρίκνωση, που εμφανίζεται συνήθως μετά από 6-12 μήνες.
- Όσο μεγαλύτερο το ποσοστό του τσιμέντου και του λόγου W/C, τόσο εντονότερο το φαινόμενο.

Μηχανισμοί φθοράς/ Αποδιοργάνωσης του σκυρ/τος



Εικόνα 4-8 Αντιστρεψιμότητα συστολής ξήρανσης και ερπυσμού (Από την εργασία των Mindess, S., και J.F. Young, *Concrete*, 1981, σελ. 486, 501. Ανατύπωση με την άδεια της Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.)

Υπάρχει μια αξιοσημείωτη ομοιότητα της συμπεριφοράς του σκυροδέματος στη (α) ξήρανση-ύγρανση και (β) φόρτιση-αποφόρτιση (μονοαξονική θλίψη).

Μηχανισμοί φθοράς/ Αποδιοργάνωσης του σκυρ/τος

Μηχανισμοί χημικής/ φυσικής προσβολής

- Παγοπληξία: κατηγορία περιβαλλοντικών συνθηκών XF κατά EN 206.

  (XF1: μέτριος κορεσμός χωρίς άλατα, XF2: μέτριος κορεσμός με άλατα, XF3: υψηλός κορεσμός χωρίς άλατα, XF4: υψηλός κορεσμός με άλατα)

  Εστία: πόροι τσιμεντοπήγματος και αδρανών. Εμφανίζεται συνήθως όταν το επίπεδο κορεσμού είναι γύρω στο 92%. Μπορεί να συμβεί παγοπληξία εξωτερικού μέρους μόνο. Αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση επιτυγχάνεται με τη χρήση αερακτικών.

Μηχανισμοί φθοράς/ Αποδιοργάνωσης του σκυρ/τος

Scaling

Pop-out

Απολέπιση με χρήση αντιπαγετικών αλάτων (NaCl)

Μηχανισμοί φθοράς/ Αποδιοργάνωσης του σκυρ/τος

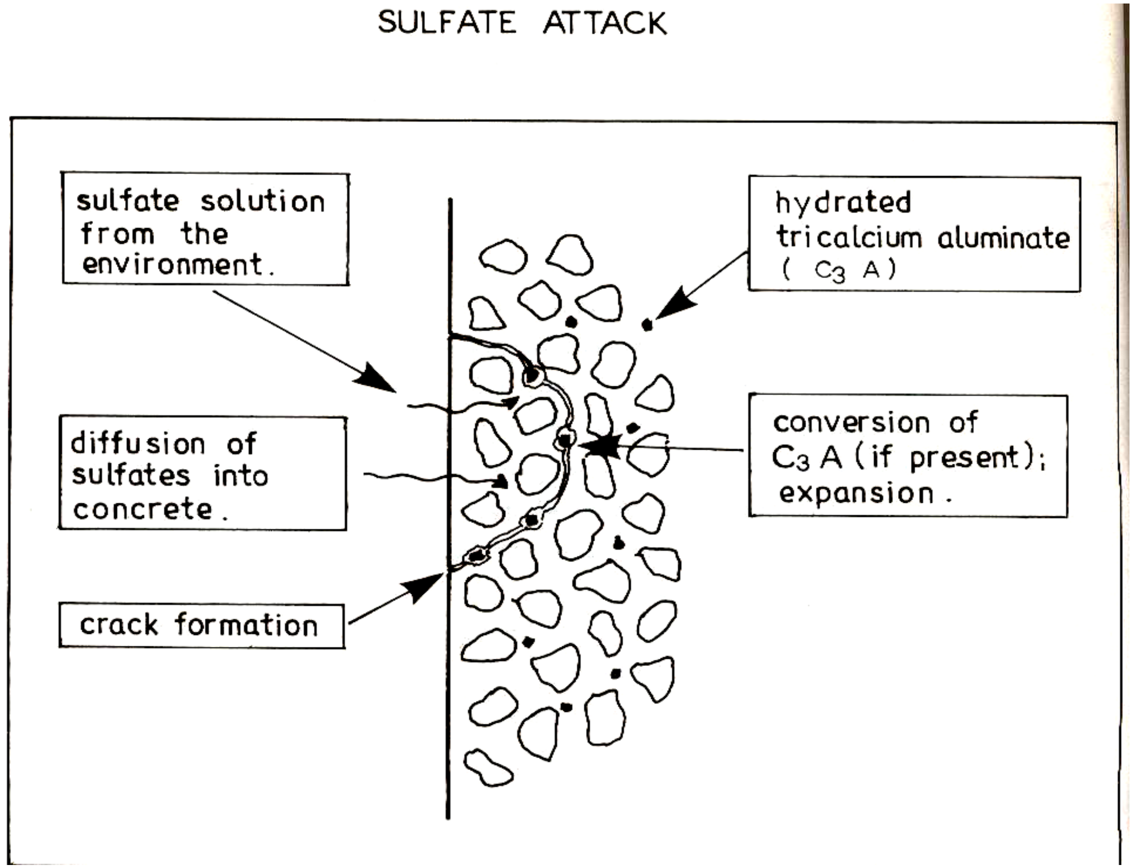
- Αλκαλιοπριτική (ASR) αντίδραση
- Αλκαλιοανθρακική (ACR) αντίδραση (με δομολιτικά αδρανή $CaMg(CO_3)_2$) .
- Εστιάζεται στα αδρανή. Απαιτεί υγρασία RH ≥ 80% για να εκδηλωθεί. Εμφανίζεται μετά το πρώτο χρόνο ηλικίας ή και αργότερα .
- Pattern ρηγμάτωσης: εξαρτάται από τη δυσκολία παραμόρφωσης που παρουσίαζει ο φορέας.

Μηχανισμοί φθοράς/ Αποδιοργάνωσης του σκυρ/τος




Μηχανισμοί φθοράς/ Αποδιοργάνωσης του σκυρ/τος

- Θειϊκή προσβολή: Κατηγορίες περιβάλλοντος XA (φυσικά εδάφη και νερά υπεδάφους)



Θειική προσβολή σκυρ/τος

- Από θειικά άλατα εδάφους
- Από θαλασσινό νερό

Επικίνδυνες συγκεντρώσεις θειικών σε SO_3 mg/lit.

SO_3<300 ελαφρά διαβρωτικό

SO_3 300-1000 μετρίως διαβρωτικό

SO_3 >1000 ισχυρά διαβρωτικό

Τα θειικά προσβάλλουν τις ασβεστοαργιλικές ενώσεις του τσιμέντου (αντιδράσεις I,II)

Σημ. Η αυξημένη θερμοκρασία μειώνει την προσβολή

I. $3CaSO_4 + 3CaO.Al_2O_3 + nH_2O \longrightarrow$

ettringite $\rightarrow$ $3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.30\text{-}32H_2O \longrightarrow$

II. $CaSO_4.2H_2O + CaCO_3 + CaSiO_3.3H_2O + 12H_2O \rightarrow$

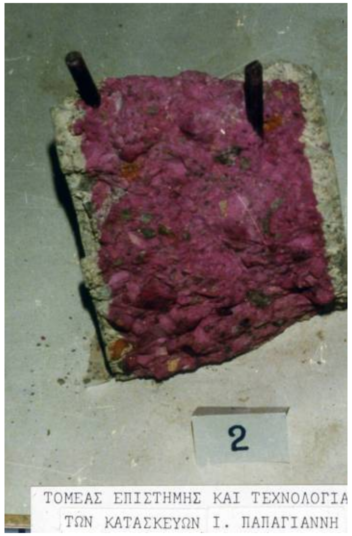
$CaSiO_3.CaSO_4.CaCO_3.15H_2O$ (thammasite)

Προϊόν χωρίς αντοχή και μεγαλύτερου όγκου που αποσαθρώνει τη μάζα του σκυρ/τος.

Μηχανισμοί φθοράς/ Αποδιοργάνωσης του σκυρ/τος

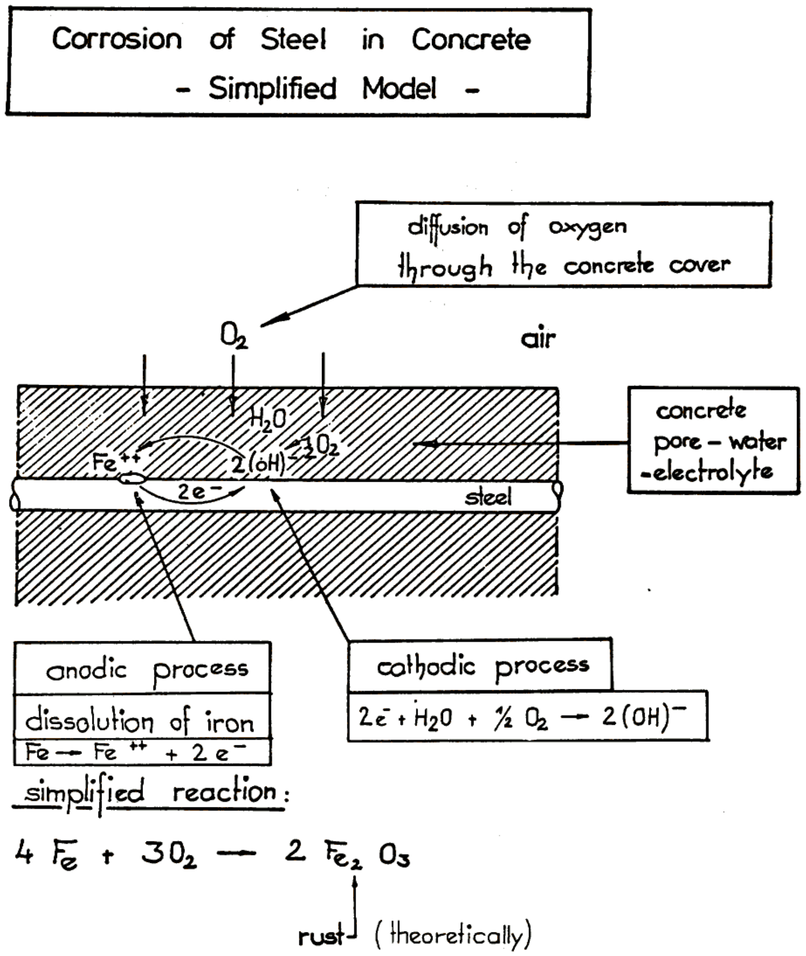
Διάβρωση οπλισμού σκυροδέματος

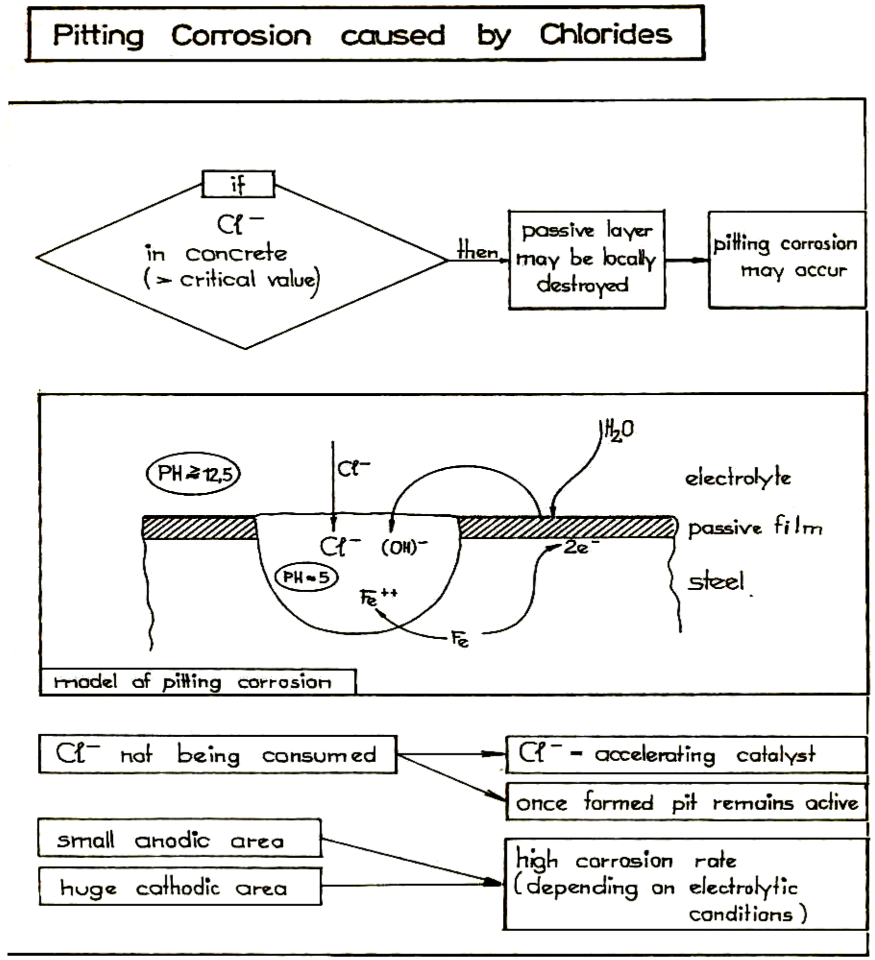
Εικόνα 1.3 Όψη της γέφυρας του Αξιού



Μηχανισμοί φθοράς/ Αποδιοργάνωσης του σκυρ/τος

Διάβρωση οπλισμού σκυροδέματος



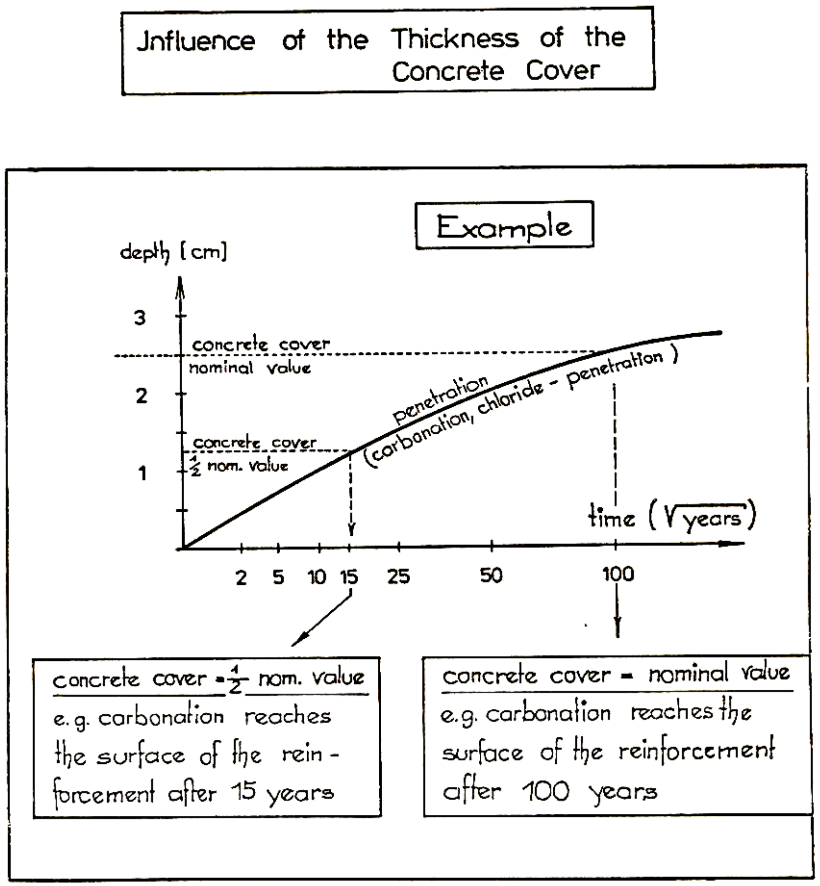


Επιμέρους παράμετροι που επηρεάζουν τους μηχανισμούς ενανθράκωσης και διείσδυσης χλωριόντων

- Το περιβάλλον λειτουργίας [XC (4), XD (3), XS (3) κατά EN 206]

➢ Μονίμως ξηρό RH<60% κατηγορία ➢ Μονίμως υγρό περιβάλλον	Ελάχιστος κίνδυνος διάβρωσης και για ενανθρακωμένα σκυροδέματα
➢ Εναλλαγή υγρού-ξηρού περιβάλλοντος [XC4, XD4, XS3]	Μεγάλος κίνδυνος πρώιμης έναρξης φαινομένου διάβρωσης

Πάχος επικάλυψης οπλισμού



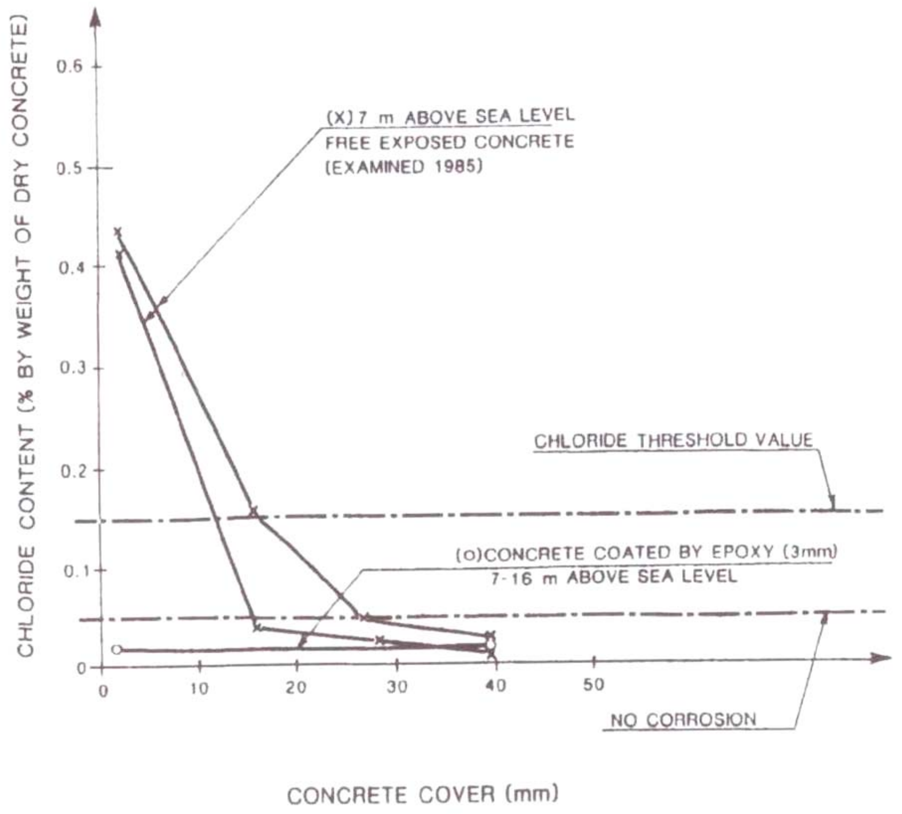


Figure 2.53 Chloride penetration in the Statfjord A Platform (1977) after eight years of exposure (source: Sandvik and Wick (1993)).

Πάχος επικάλυψης οπλισμού

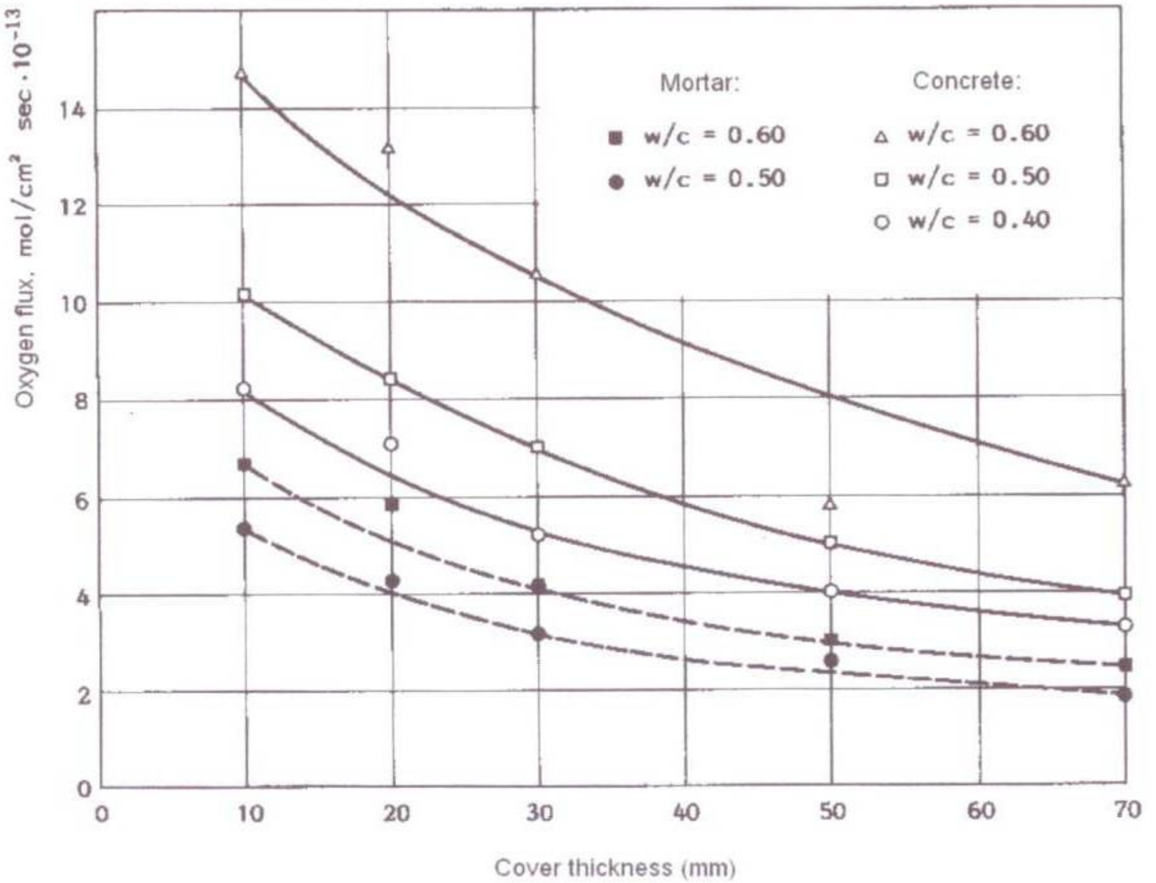
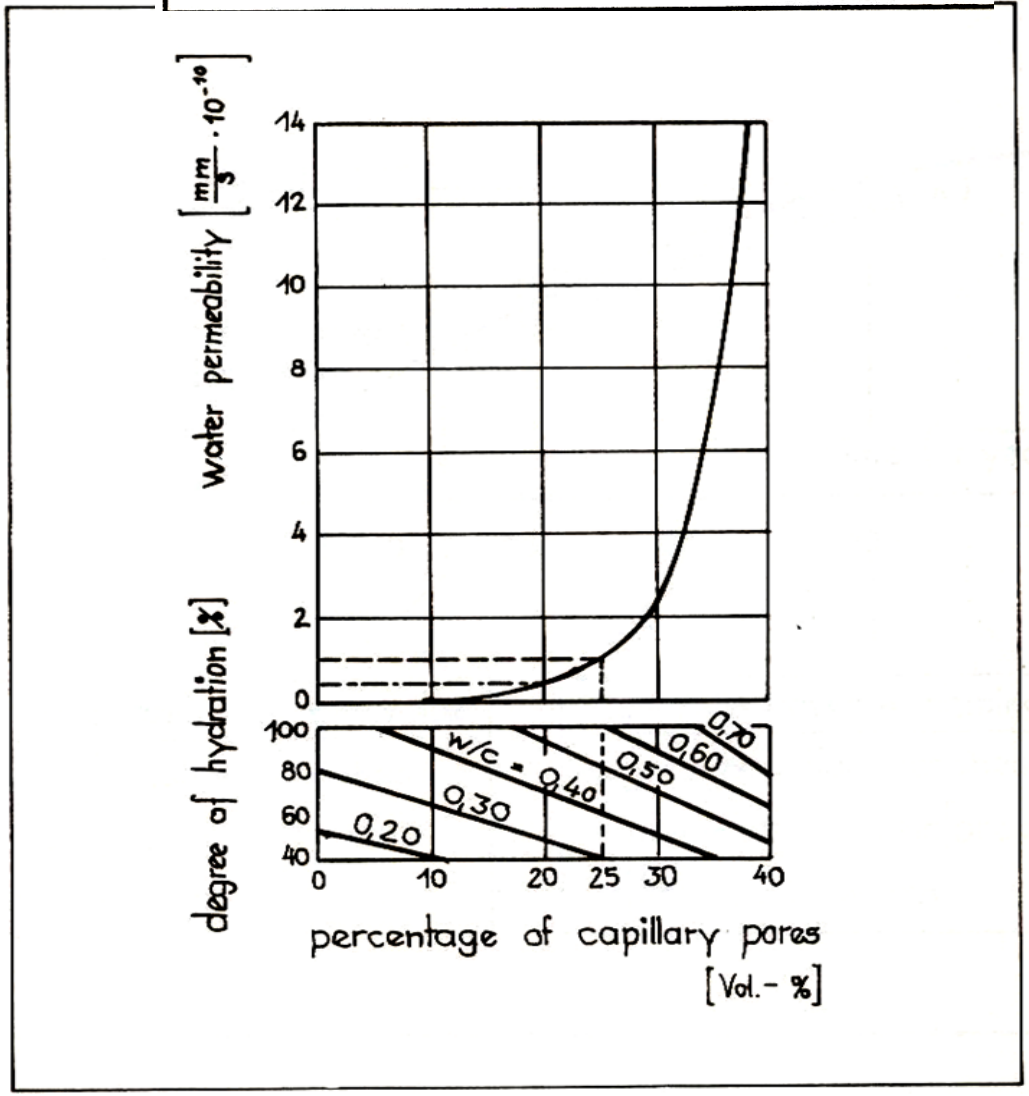


Figure 3.17 Effect of concrete cover on the rate of oxygen diffusion through concrete submerged in water (source: Gjørv *et al.* (1986b)).

Διαπερατότητα του σκυροδέματος

Jnfluence of w/c - Ratio on Permeability (acc. to Powers)



Η διαπερατότητα του σκυροδέματος εξαρτάται από:

- λόγο W/C
- συμπύκνωση
- επαρκή συντήρηση στις πρώιμες ηλικίες

Τύπος του τσιμέντου ή γενικότερα της συνδετικής κονίας

- Τα blended type τσιμέντα με αντικατάσταση κλίνκερ με ποζολάνη, τέφρα, σκωρία υψικαμίνων ή silica fume, παρουσιάζουν δεσμευτική ικανότητα των χλωριόντων, σχηματίζοντας ενώσεις chloro-aluminate φάσεων (Friedels salt), chloro-alumino-sulfate (Kuzel’s salt), λόγω των ασβεστο-αργιλλικών (C_3A) που περιέχονται σε μεγαλύτερο ποσοστό στα τσιμέντα αυτά.

Τύπος του τσιμέντου ή γενικότερα της συνδετικής κονίας

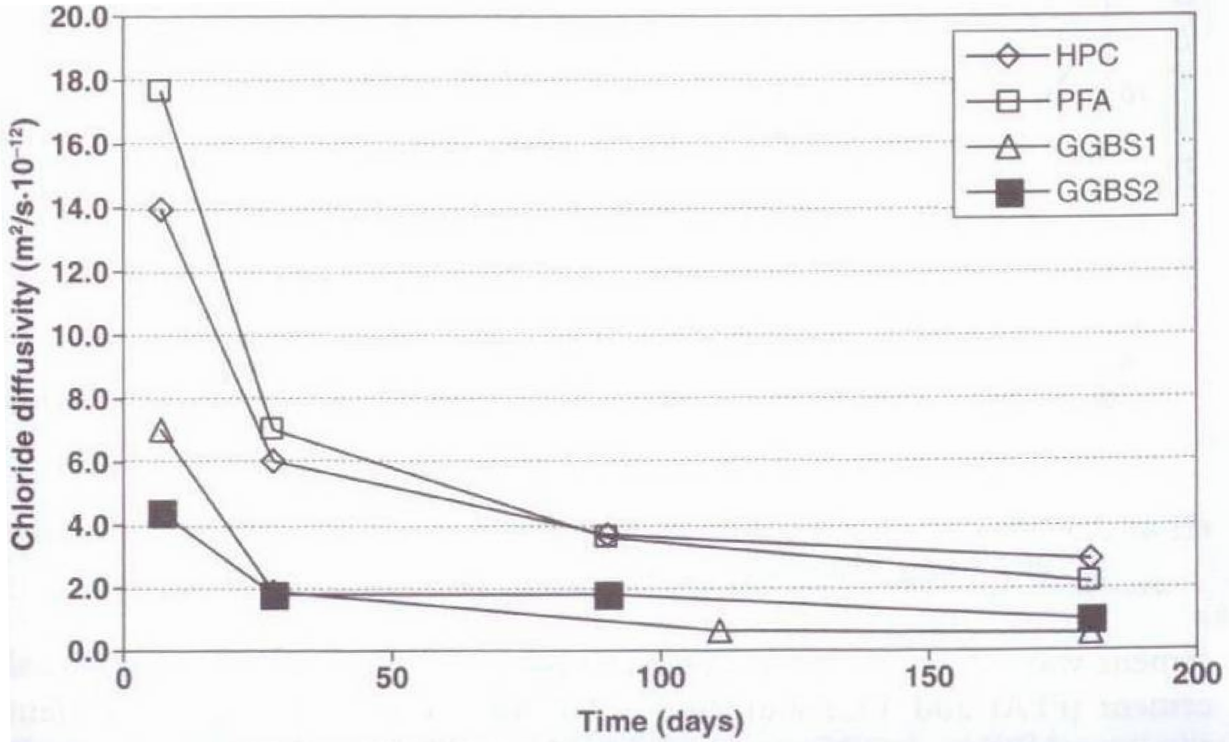


Figure 3.3 Effect of cement type on the resistance of concrete to chloride penetration at a water/binder ratio of 0.38 (source: Årskog *et al.* (2007)).

Τύπος του τσιμέντου ή γενικότερα της συνδετικής κονίας

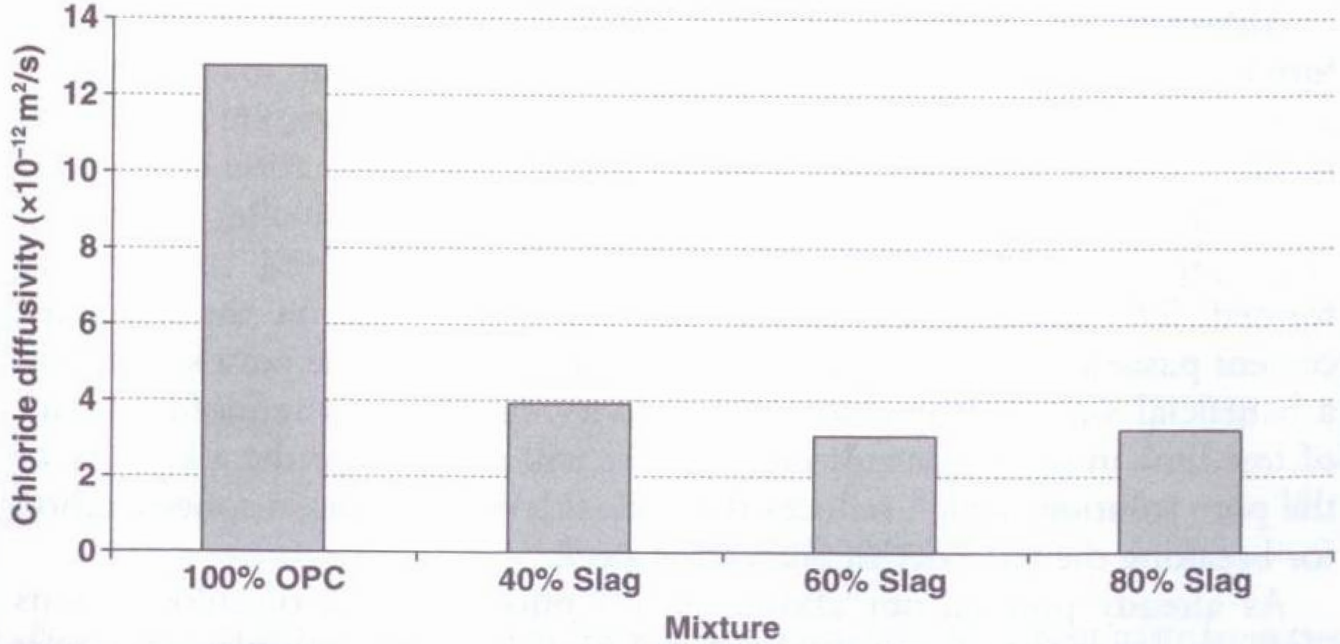


Figure 3.9 Effect of blast furnace slag on the chloride diffusivity of concrete based on the immersion type of diffusion testing (source: Sengul (2005)).

Αντιμετώπιση προβλημάτων διάβρωσης στις κατασκευές Ο/Σ

Σε επίπεδο σχεδιασμού, σε κατασκευές, που λειτουργούν πχ στη Βόρειο θάλασσα, η ανθεκτικότητα και η φέρουσα ικανότητα έχουν την ίδια βαρύτητα.

- Για αξιόπιστη εκτίμηση της ανθεκτικότητας, έχει εισαχθεί από το 2007 στη Νορβηγία ως όριο (serviceability limit) η πιθανότητα 10% να ξεκινήσει διάβρωση
- Με το λογισμικό DURACON Version 1 και 2, εισάγονται παράμετροι που μετρώνται με σειρά μεθοδολογιών Nordtest Standards

Αντιμετώπιση προβλημάτων διάβρωσης στις κατασκευές Ο/Σ

Παράμετροι που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της ανθεκτικότητας

- Συγκέντρωση Cl^- στην επιφάνεια σκυροδέματος, C_s (%κ.β. τσιμέντου)
- Διαχυσιμότητα Cl^-, D_d (x10^{-12} m^2/s)
- Παράγοντας χρόνου, α
- Κρίσιμη συγκέντρωση Cl^-, C_{cr} (%κ.β. τσιμέντου)
- Ηλικία σκυροδέματος, t_o (έτη)
- Καθορισμένος χρόνος ζωής (έτη)

✓Μετά 6 μήνες ή ένα χρόνο λειτουργίας της κατασκευής, γίνεται στο πεδίο επανεκτίμηση των παραμέτρων και λήψη των κατάλληλων μέτρων.

Αντιμετώπιση προβλημάτων διάβρωσης στις κατασκευές Ο/Σ

- Στα συνήθη έργα υποδομής, προδιαγράφεται ο ωφέλιμος χρόνος ζωής (π.χ. 100 χρόνια) και λαμβάνονται μέτρα με εκτιμήσεις του ρυθμού ενανθράκωσης ή διείσδυσης χλωριόντων, βάσει σχετικού λογισμικού.
- Όπως είναι γνωστό, στο EN 206 έχει ληφθεί ωφέλιμος χρόνος ζωής των κατασκευών 50 έτη και με αυτό το όριο έχουν προταθεί η αντοχή, ο λόγος W/C, η ποσότητα τσιμέντου και το πάχος επικάλυψης των οπλισμών κατά περίπτωση.

Μέτρα προστασίας

Ανοξείδωτος χάλυβας

- Επιλογή ανοξείδωτου χάλυβα (AISI 304) → απαγορευτικό κόστος
  EN 10088-1 (CEN 1995) αφορά στους τύπους ανοξείδωτου χάλυβα
- Επιλεκτική επιλογή ανοξείδωτου στα εξωτερικά μέρη της κατασκευής
- Η λύση αυτή έχει υιοθετηθεί στη Νορβηγία (Oslo Dept Transportation), όπου η αντικατάσταση 40% του συμβατού χάλυβα με ανοξείδωτο επέφερε μια αύξηση κατά 5% του κόστους, αλλά με πολύ καλό αποτέλεσμα όσον αφορά στην ανθεκτικότητα.

Μη μεταλλικός οπλισμός (FRP)

- Το 1986 κατασκευάστηκε στη Γερμανία η πρώτη γέφυρα με συνθετικούς τένοντες

Μέτρα προστασίας

Καθοδική προστασία (Pedeferri δεκαετία 80’s)

- Η πιο γνωστή μέθοδος από τη σειρά των ηλεκτροχημικών μεθόδων αποκατάστασης, είναι βάσει πολύχρονης εμπειρίας το πιο αποτελεσματικό μέτρο για τη διάβρωση από χλωριόντα.
- Κομβικά σημεία: Καλή ηλεκτρική σύνδεση όλων των ράβδων
- Αξιόπιστο, Ανθεκτικό και Ελεγχόμενο κύκλωμα της ηλεκτροχημικής προστασίας
- Πρέπει με μετρήσεις πεδίου να γίνεται η εκτίμηση του ρυθμού διείσδυσης χλωριόντων

Μέτρα προστασίας

- Η ηλεκτρική συνέχεια του κυκλώματος πρέπει να ελέγχεται, EN 12696 (CEN 2000), με φορητή συσκευή που μετράει την ηλεκτρική αντίσταση σε διάφορα μέρη του οπλισμού με περίπου 1Α έντασης ρεύμα.

Figure 8.13 Equipment for control of electrical continuity within the reinforcement system (source: Protector (2008)).

Μέτρα προστασίας

Αναστολείς διάβρωσης

Ανοδικοί	**Καθοδικοί**
Ανόργανες ενώσεις	Αμινοαλκοόλες
$Ca(NO_2)_2$ $Ca(NO_3)_2$	DMEA

- Κομβικά σημεία: Εκτίμηση της συγκέντρωσης χλωριόντων

Συνήθως ο λόγος $\dfrac{\text{nitrite}}{\text{chloride}} \approx 0.5\text{-}1.0$

Μέτρα προστασίας

Επιφανειακές επικαλύψεις

- isooctyl ή isobutyl triethoxy type of silane , alkylalkoxy siloxanes,or silicon resins μέσου ή μεγάλου μοριακού βάρους.
- Πετυχαίνεται μείωση ~0,5 της διαπερατότητας και διαχυσιμότητας. Συνήθως σήμερα αυξάνουν και την υδροφοβικότητα
- Περισσότερο αποτελεσματικές είναι οι επικαλύψεις όταν εφαρμόζονται σε πρώιμη ηλικία.
- Η υψηλή υγρασία RH 100% μειώνει την αποτελεσματικότητα
- Εποξειδικές επικαλύψεις σχετικά μεγάλης πυκνότητας αποδείχθηκαν αποτελεσματικές στην περίπτωση προκατασκευασμένων δοκών γεφυρών

Μέτρα προστασίας

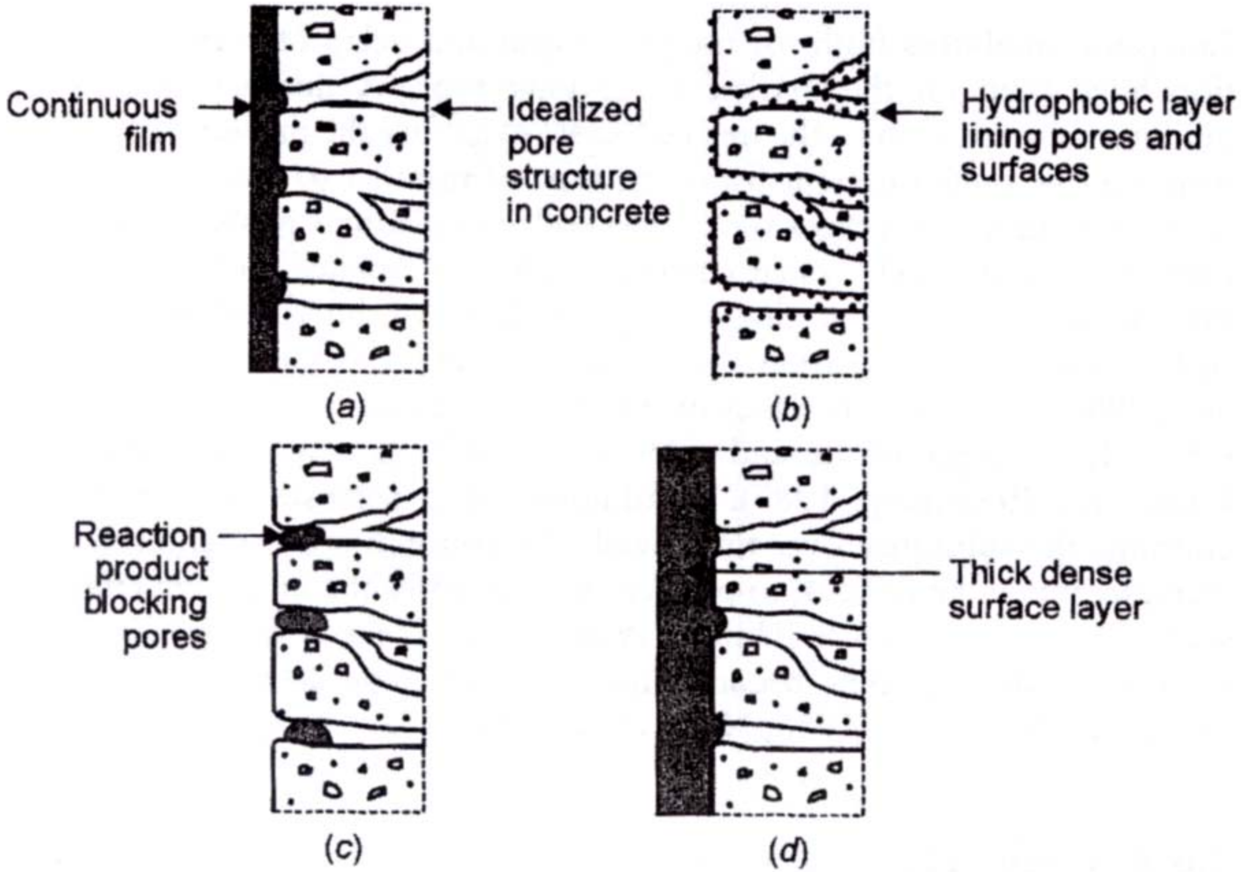


Figure 7.3 Schematic representation of different types of concrete surface protection: (a) organic coating, (b) pore-lining treatments, (c) pore-blocking treatments, (d) thick cementitious coating, shotcrete or rendering (source: Bijen (1989)).

Μέτρα προστασίας

2004-2014

- Στη Νορβηγία πραγματοποιήθηκε ένα μεγάλης έκτασης πρόγραμμα επισκόπησης των γεφυρών και λιμενικών έργων, ηλικίας 50-60 ετών από τη δεκαετία του ’60 και δώθε.
- Μετρήθηκαν στο πεδίο και στο εργαστήριο με σύγχρονο εξοπλισμό, πολλές παράμετροι που αφορούν στην ανθεκτικότητα του σκυροδέματος (έγιναν μετρήσεις σε 190.000m^2 καταστρώματα γεφυρών), ώστε να προκύψουν αξιόπιστα συμπεράσματα.
- Το πρώτο που επισημαίνεται στα συμπεράσματα είναι η **άμεση εξάρτηση της ανθεκτικότητας των κατασκευών από τον έλεγχο ποιότητας που εφαρμόσθηκε στη διάρκεια κατασκευής του έργου και των μετέπειτα επεμβάσεων.**

ΕΠΕΣ-ΤΕΕ ΚΜ

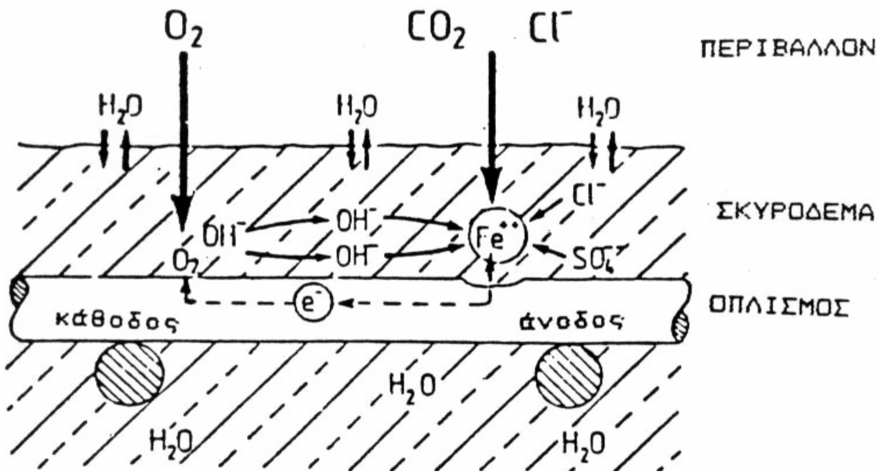
ΗΜΕΡΙΔΑ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ – ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

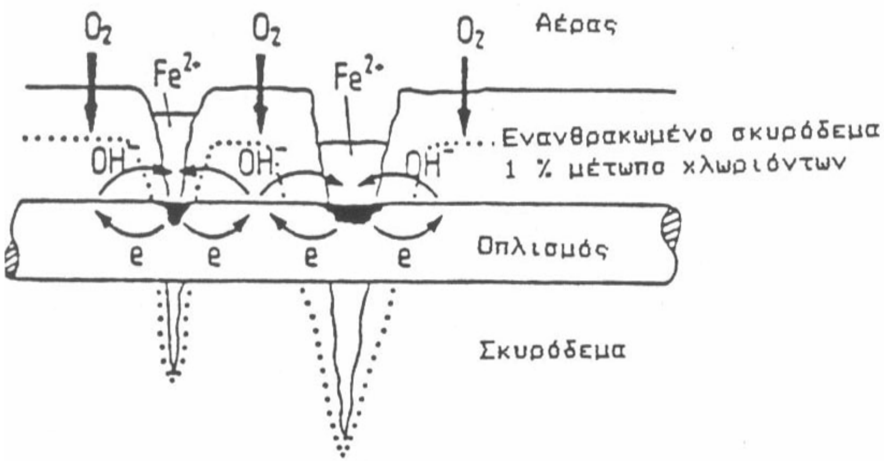
ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Γ. ΜΠΑΤΗΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΜΠ

ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2013

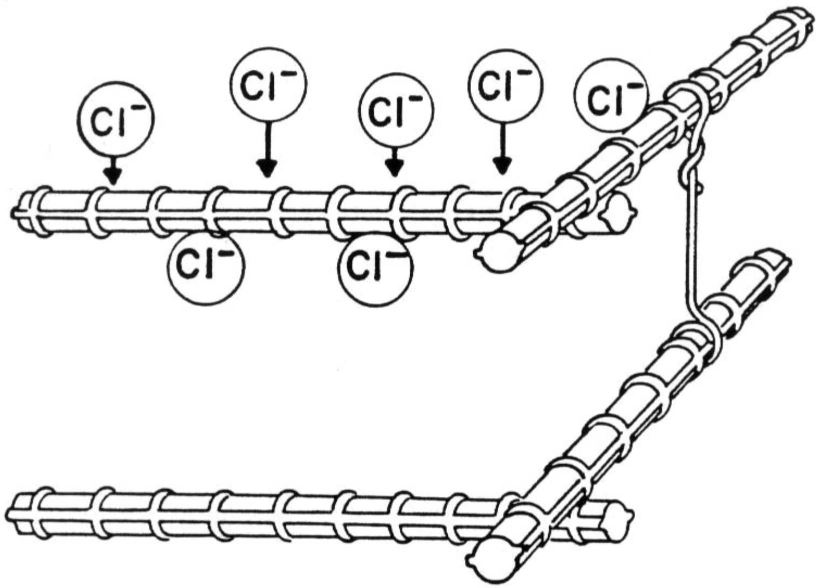
Δημιουργία Γαλβανικών Στοιχείων στο Οπλισμένο Σκυρόδεμα





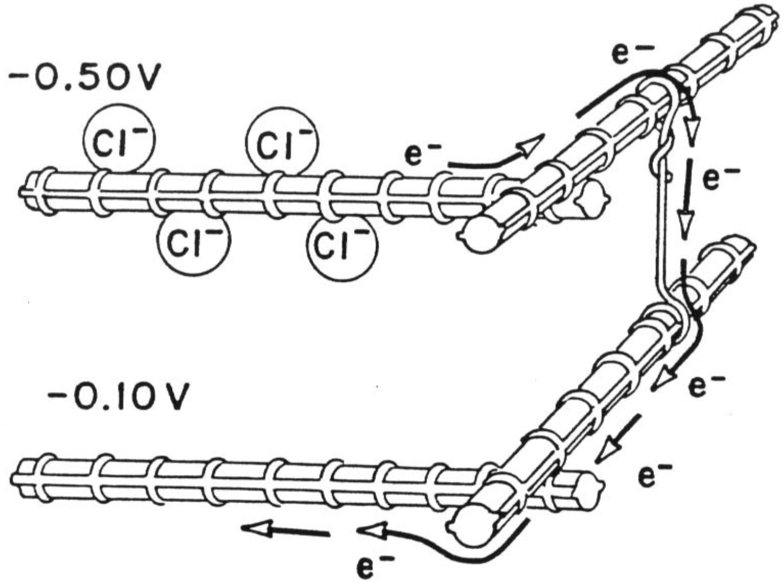
Θέση	Χημική Αντίδραση	Συνθήκες
Άνοδος	$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$	Ενανθράκωση / παρουσία ιόντων Cl^-
κάθοδος	$½\ 2O_2 + H_2O + 2e^- \rightarrow 2OH^-$	Παρουσία O_2 / H_2O
Άνοδος - κάθοδος	$Fe^{2+} + 2OH^- \rightarrow Fe(OH)$	Αγωγιμότητα Σκυροδέματος
Άνοδος - κάθοδος	$Fe(OH)_2 + ...\ O_2 \rightarrow ...\ FeOOH$	Παρουσία H_2O

Δημιουργεία Μάκρο - Γαλβανικών Στοιχείων

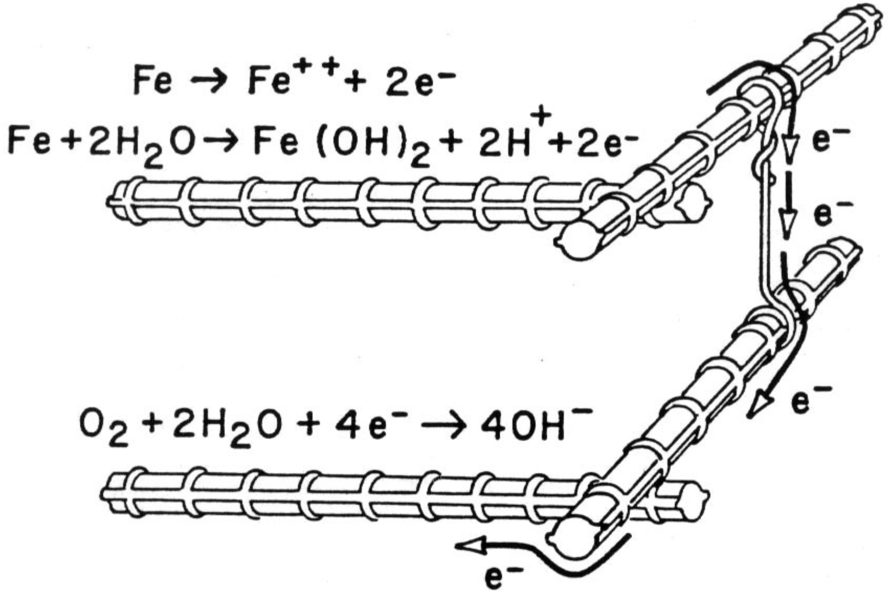


Διάχυση χλωριόντων μέχρι τους πρώτους οπλισμούς

Δημιουργία γαλβανικού μακροστοιχείου

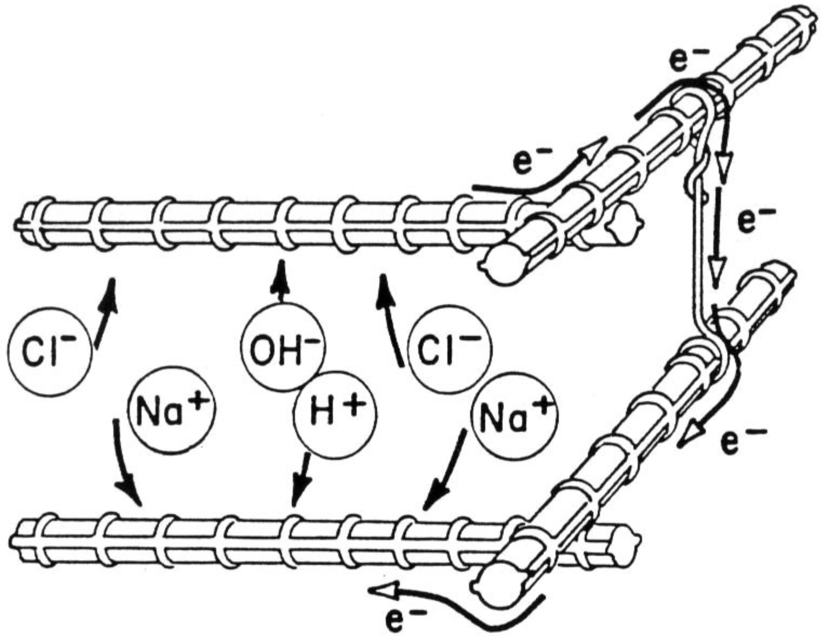


Δημιουργεία Μάκρο - Γαλβανικών Στοιχείων

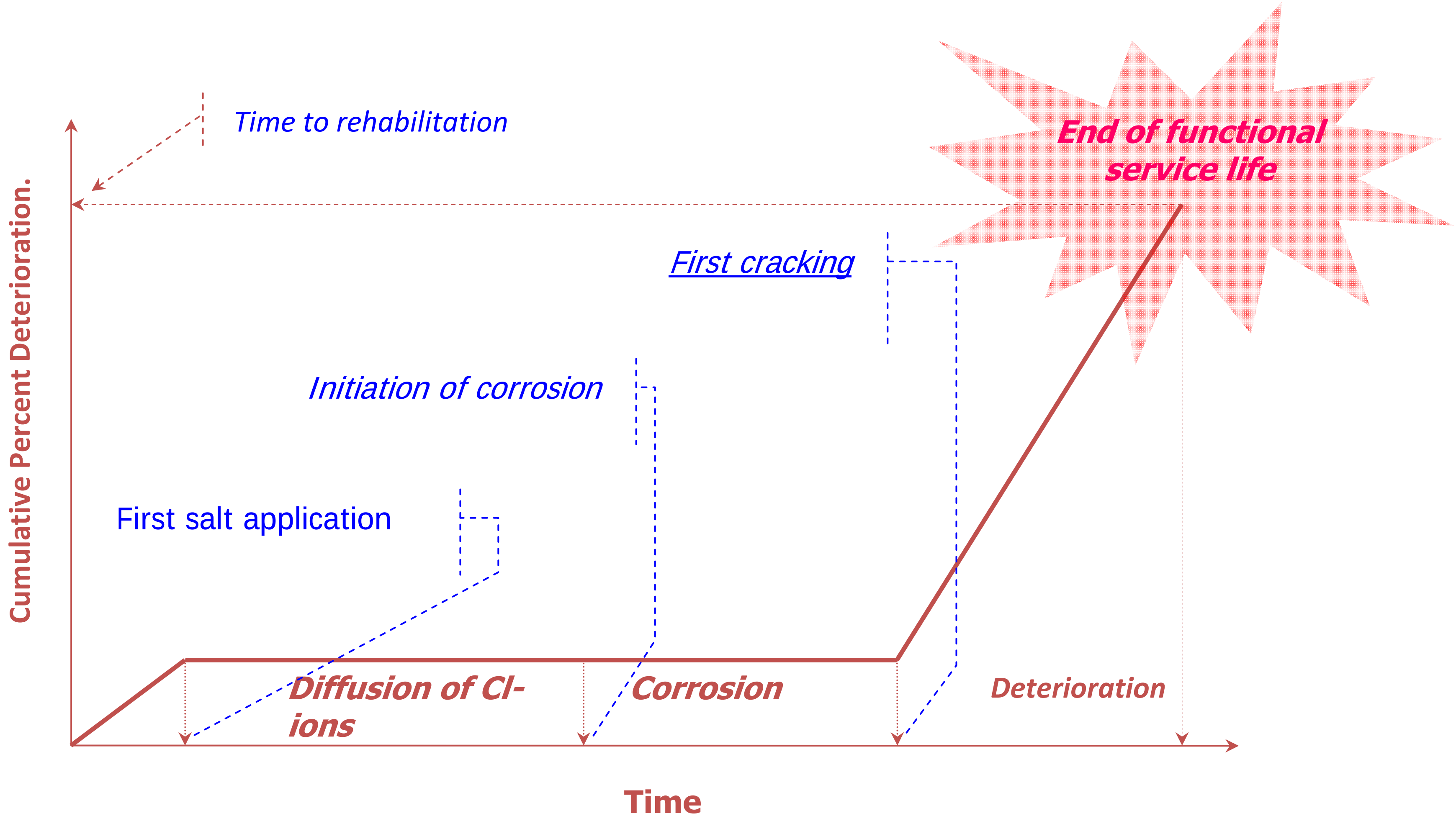


Ηλεκτροχημικές αντιδράσεις του γαλβανικού μακροστοιχείου

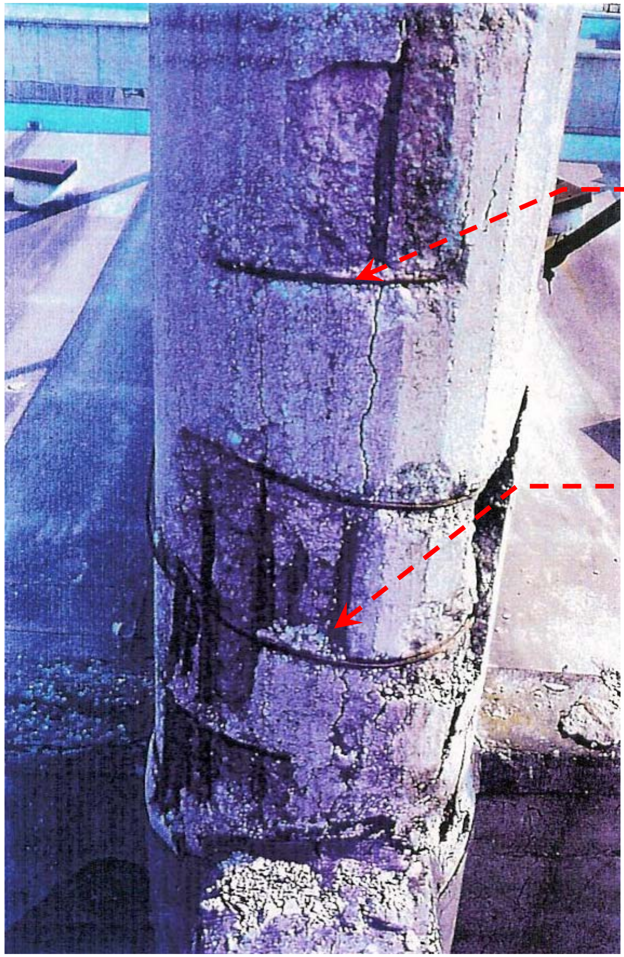
Μεταφορά ιόντων



Cady-Weyers Deterioration Model

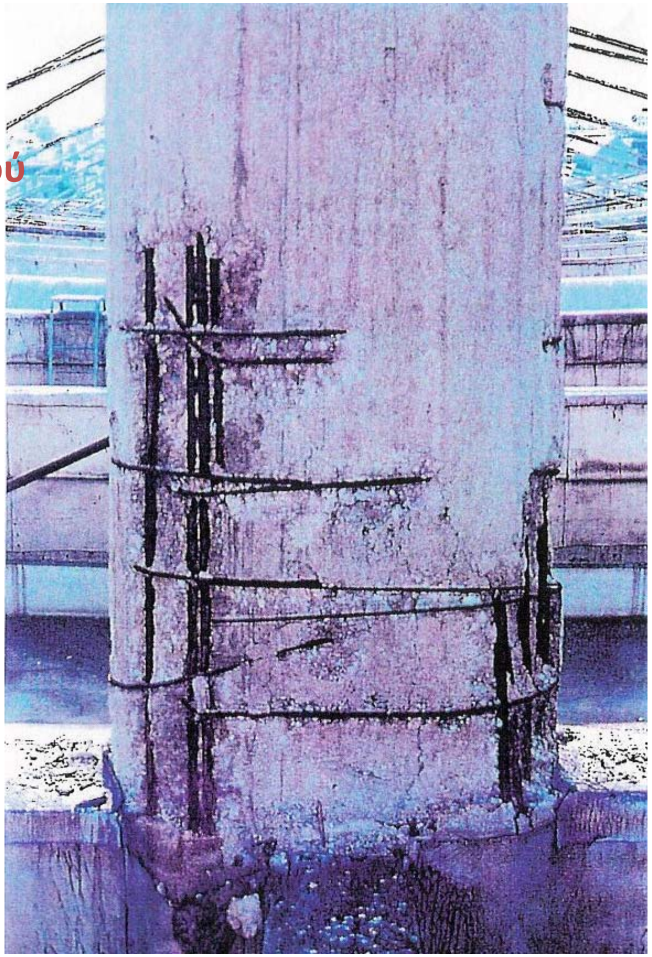


Παραθαλάσσιο Περιβάλλον:
Εκθεσιακό κέντρο στο λιμάνι του Πειραιά



Εκτεταμένες φθορές λόγω διάβρωσης στο πάχος επικάλυψης των οπλισμών

Διάβρωση οπλισμού



Μέθοδοι Προστασίας Έναντι της Διάβρωσης του Οπλισμένου Σκυροδέματος

ΓΕΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Μέθοδοι Προστασίας:

- Ä **Οπλισμός επικαλυμμένος με εποξικές ρητίνες** ???
- Ä **Ανοξείδωτος χάλυβας**
- Ä **Αναστολείς Διάβρωσης**
- Ä **Επικαλύψεις σκυροδέματος**
- Ä **Καθοδική προστασία:**
  - Ü **Επιβαλλομένου ρεύματος**
  - Ü **Θυσιαζόμενων ανόδων**

Οργανικές Επικαλύψεις Σκυροδέματος

Προκειμένου οι οργανικές επικαλύψεις να μπορούν να προστατεύσουν επιτυχώς το σκυρόδεμα, πρέπει να πληρούν τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- ✓ Να έχουν καλή συνάφεια με το σκυρόδεμα ακόμη και όταν το σκυρόδεμα είναι υγρό.
- ✓ Να είναι ανθεκτικά στην υψηλή αλκαλικότητα του σκυροδέματος.
- ✓ Να μπορούν να διεισδύουν στους πόρους και τις ρωγμές (μικρότερες από 0,3 mm)του σκυροδέματος.
- ✓ Να έχουν καλή αντοχή στην υπεριώδη (UV) ακτινοβολία.
- ✓ Να έχουν καλή μηχανική αντοχή.
- ✓ Να παρεμποδίζουν την είσοδο νερού.
- ✓ Να επιτρέπουν την διέλευση υδρατμών.
- ✓ Να παρουσιάζουν υψηλή αντίσταση στην διέλευση διοξειδίου του θείου και διοξειδίου του άνθρακα και στα χλωριόντα.

Προκειμένου να έχουν αυτές τις ιδιότητες-προδιαγραφές στην πράξη εφαρμόζονται με ένα χέρι υποστρώματος (ασταριού) προκειμένου να υπάρχει καλή πρόσφυση και στη συνέχεια δύο χέρια οργανικής επικάλυψης (χρώματος).

Υλικά

Α: πλαστικό χρώμα εσωτερικής χρήσης, διασπορά στυρενοακρυλικών ρητινών με στερεά 59-63 %.

Β: ακρυλικό τσιμεντόχρωμα νερου, διασπορά ακρυλικών ρητινών, στερεά 65-71 %

Γ: ελαστομερές στεγανοποιητικό χρώμα οριζοντίων εξωτερικών επιφανειών, στερεά 59-61%

Δ: ακρυλικό χρώμα εξωτερικής χρήσης , ακρυλική διασπορά, στερεά 59-63 %.

Ε: ελαστομερές στεγανωτικό χρώμα εξωτερικών επιφανειών, διασπορά ακρυλικών ρητινών, στερεά 63-67 %.

Ζ: χρώμα εξωτερικών επιφανειών, σιλικονούχα ακρυλική διασπορά, στερεά 63-66 %

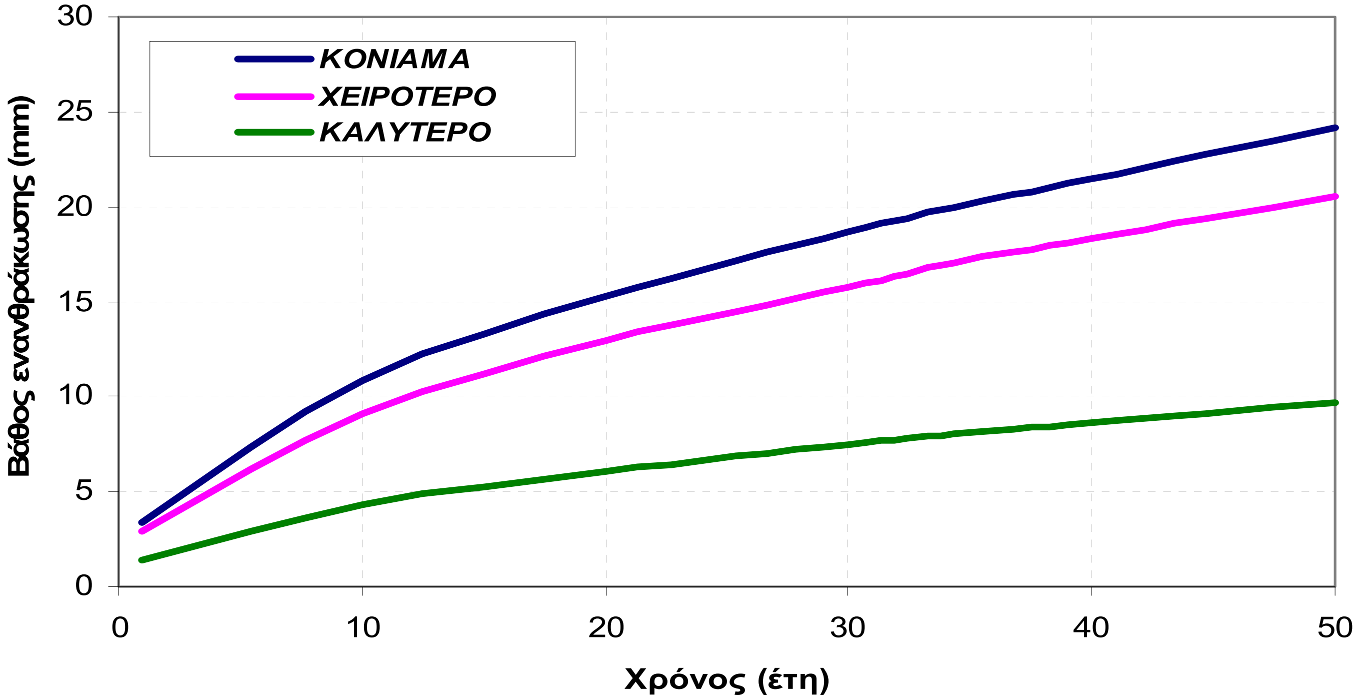
Η: πλαστικό χρώμα, ρητίνες συμπολυμερισμού πολυβινυλίου και ακρυλικών ρητινών, στερεά 62-65 %.

Θ: ακρυλικό χρώμα εξωτερικής χρήσης, διασπορά ακρυλικών ρητινών, στερεά 58-62 %.

Ι: τσιμεντόχρωμα διαλύτη για εξωτερικές επιφάνειες, συμπολυμερισμός στυρενίου με ακρυλικές ρητίνες, στερεά 65-71 %.

Κ: με το σύμβολο αυτό χαρακτηρίζονται τα δοκίμια χωρίς καμιά οργανική επικάλυψη, δηλαδή δοκίμια κονιάματος χωρίς χρώμα.

Πορεία Ενανθράκωσης του κονιάματος χωρίς οργανική επικάλυψη, με την μικρότερη αντίσταση στην ενανθράκωση και με την μεγαλύτερη αντίσταση στην ενανθράκωση οργανική επικάλυψη.



- Κονίαμα **ακάλυπτο** θα έχει βάθος ενανθράκωσης 2 cm, δηλαδή την συνηθισμένη επικάλυψη στον οπλισμό σε συμβατικές κατασκευές, σε περίπου 35 χρόνια.
- Εάν καλυφθεί από την **οργανική επικάλυψη** της **μικρότερης αντίστασης** στην ενανθράκωση θα έχει το ίδιο βάθος ενανθράκωσης στα 46 περίπου χρόνια.
- Εάν καλυφθεί με την **οργανική επικάλυψη** με την **μεγαλύτερη αντίσταση** στην ενανθράκωση τότε το βάθος ενανθράκωσης στα 50 χρόνια, την τεχνική διάρκεια ζωής σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 1, θα είναι 1 cm.

Οργανικές επικαλύψεις οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν ήταν, οι εξής:

Ως αστάρια (υπόστρωμα) χρησιμοποιήθηκαν:

- Ένα υδατοδιαλυτό αστάρι σιλικόνης για πορώδη υλικά, μη διαπερατό από νερό αλλά διαπερατό από ατμό που στο εξής θα το συμβολίζουμε με ***N*** και
- Ένα ακρυλικό αστάρι για πορώδη υλικά με πολλή καλή πρόσφυση σε ασβέστη και παλιά χρώματα που θα συμβολίζεται με ***F.***

Ως χρώματα χρησιμοποιήθηκαν:

- Ένα χρώμα συμπολυμερούς διασποράς ακρυλικού στυρένιου μη διαπερατό από νερό αλλά διαπερατό από ατμό που θα συμβολίζεται με ***M*** και
- Ένα υδατοδιαλυτό ακρυλικό χρώμα μη διαπερατό από νερό αλλά διαπερατό από ατμούς που θα συμβολίζεται με ***S*** (αραιωμένα με νερό σε ποσότητα 20%).

N: Φορέας (ρητίνη): Σιλικόνη / Πυκνότητα: περίπου 1Kg/l / Διαλύτης: νερο σε αναλογία 1 μέρος N – 19 μέρη νερό.

F: Φορέας: Συμπολυμερής ρητίνη ακρυλικού στυρενίου / Ιξώδες: 19 – 23sec (Flow cup κατά DIN53211) / Περιεκτικότητα στερεών κ.β.: 26% / Ειδικό βάρος: 0,90 – 0,92Kg/l / Διαλύτης: White spirit σε αναλογία 1 προς 1.

M: Φορέας: Συμπολυμερής διασπορά ακρυλικού στυρενίου / Χρωστικές (πιγμέντο): Διοξείδιο του τιτανίου / Πληρωτικά: Ανθρακικά ασβέστια λεπτών κοκκομετριών / Ιξώδες:170000 – 240000cP στους 25^0C / Περιεκτικότητα στερεών: 65 – 67% / P.V.C.: 34% / Ειδικό βάρος: 1,39 – 1,43g/cm^3.

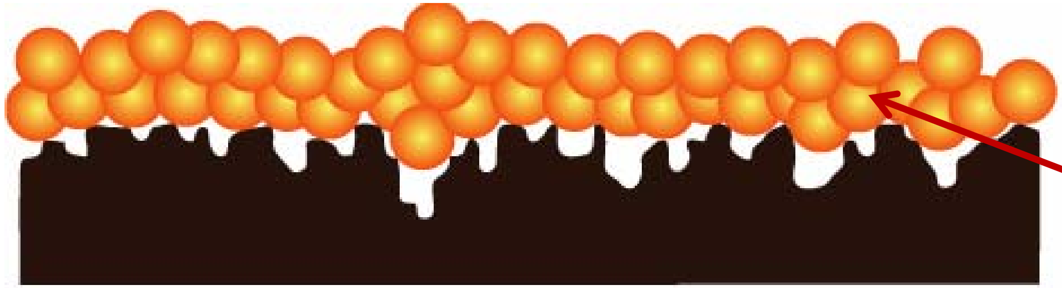
S: Φορέας: Συμπολυμερής διασπορά ακρυλικού στυρενίου /Χρωστικές: Διοξείδιο του τιτανίου/Πληρωτικά: Πυριτικά αργίλια και ανθρακικά ασβέστια λεπτών κοκκομετριών / Ιξώδες: 300000 – 350000cP στους 25^0C / Περιεκτικότητα στερεών κ.β.:63% / P.V.C.:48% / Ειδικό βάρος 1,44 – 1,46g/cm^3.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

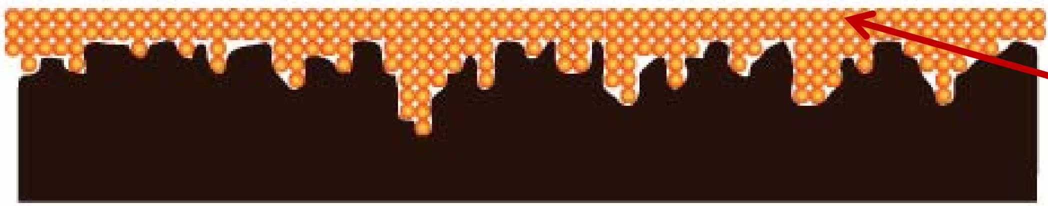
Λαμβάνοντας υπόψη την απώλεια μάζας των οπλισμών, θα μπορούσαμε να κατατάξουμε τα συστήματα χρωμάτων ανάλογα με το βαθμό προστασίας (μείωση του ρυθμού διάβρωσης) ως εξής:

	Ρυθμός διάβρωσης (μm/y)	% Μεταβολή
NM	10	48%
NFS	11	42%
FM	12,9	32%
FS	13,6	29%
NS	15,5	19%
RS	19,1	

Film Formation



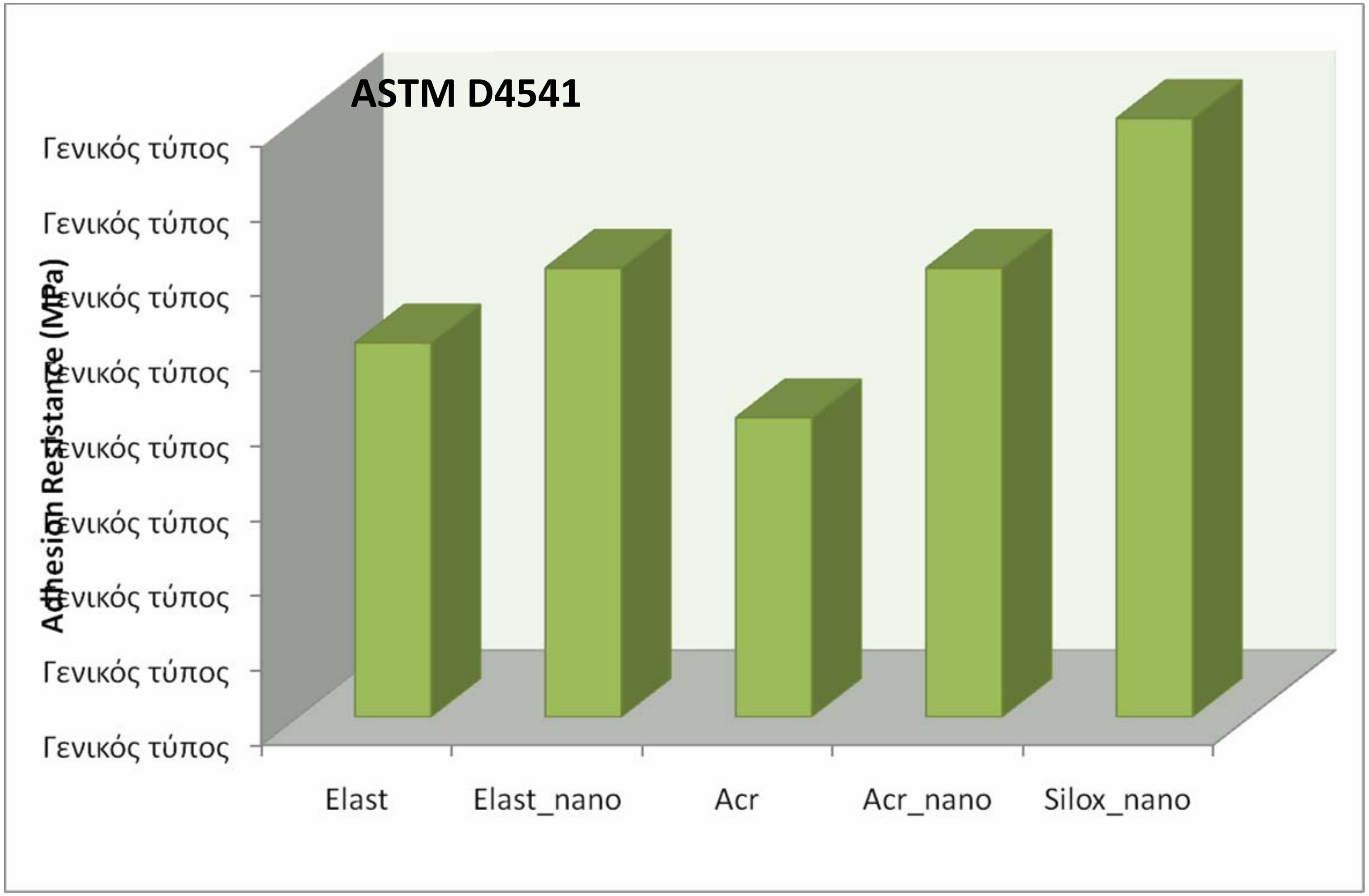
Traditional coating where the particles are actually too large to adhere to the majority of the substrate.



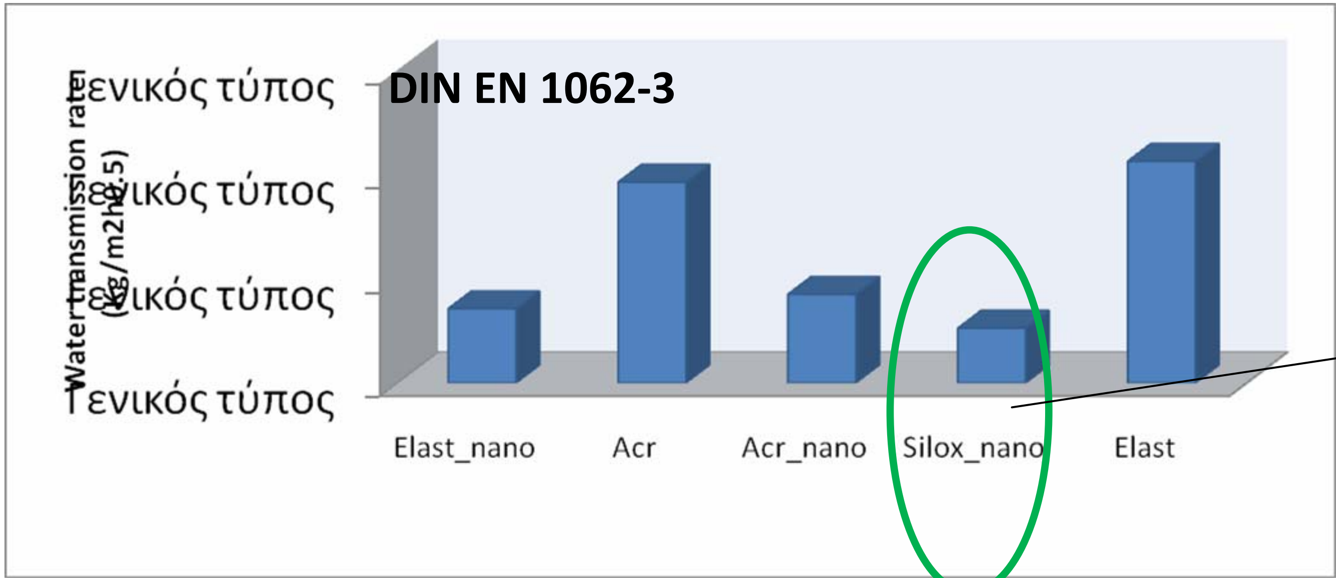
Nano coating which adheres better to the substrate and to its own components.

More successfully and thinner application for the nano coating. The finished result is a much tighter, thinner, stronger and smoother coating.

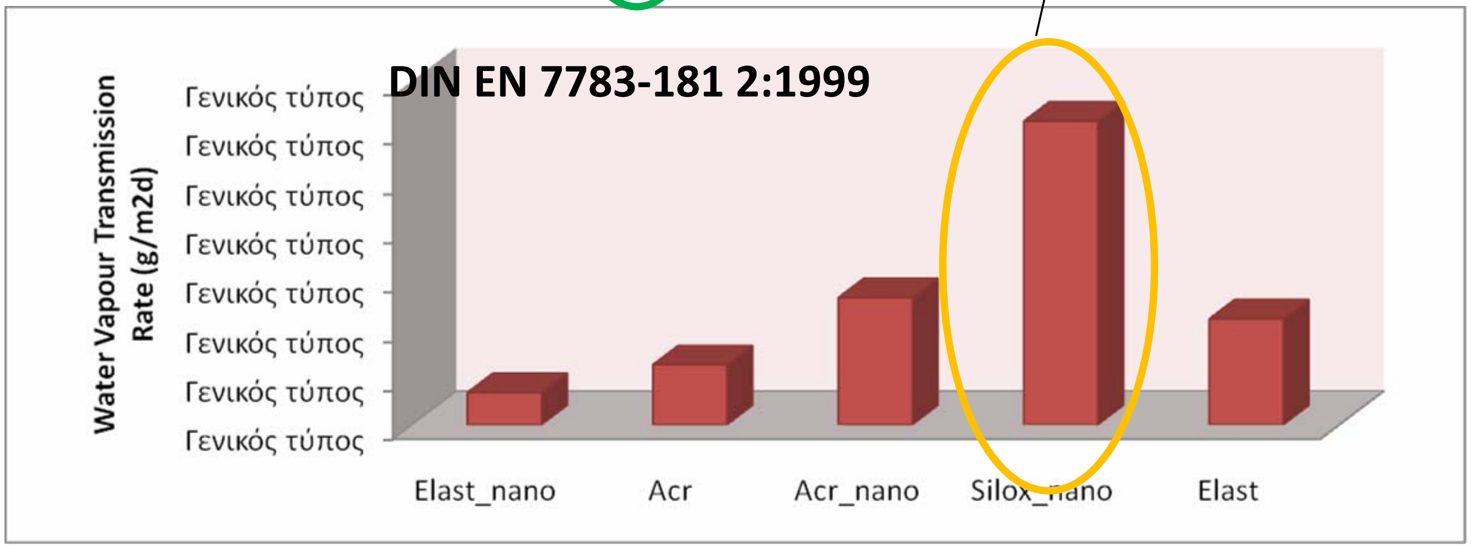
Adhesion Resistance results



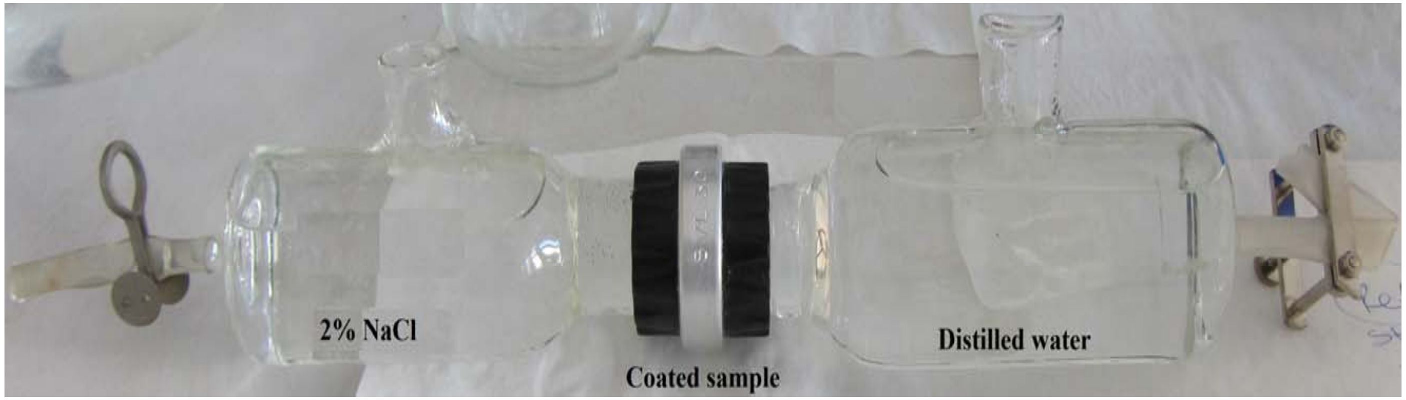
WVTR & w_t results

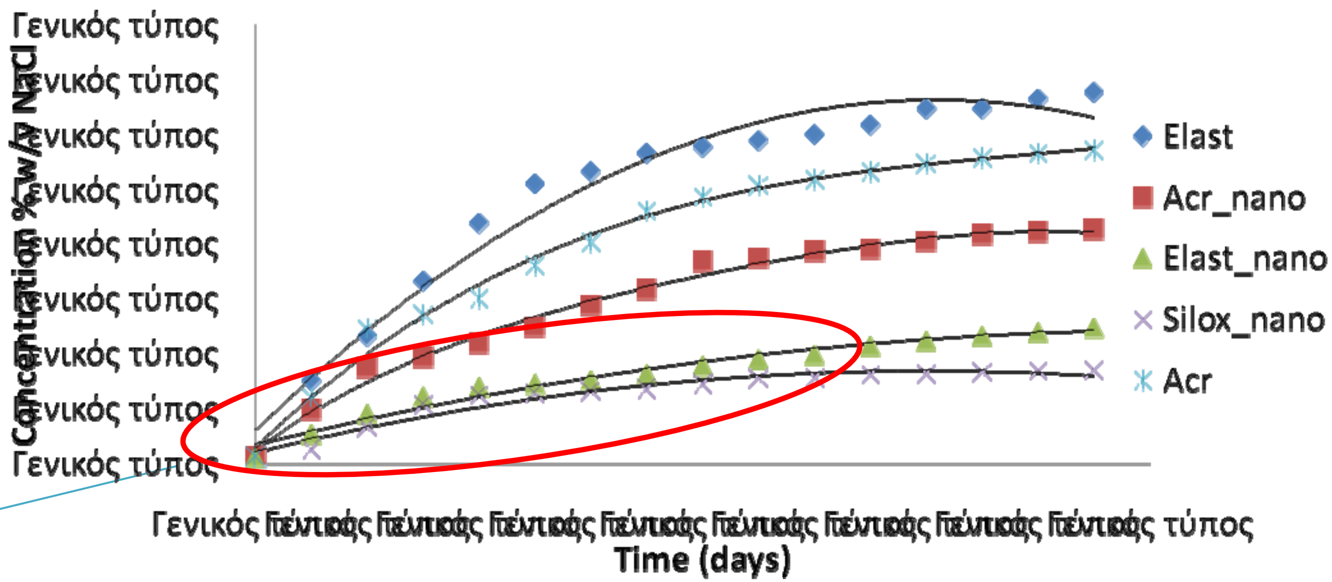


The best combination



Chloride permeability results





Lowest chloride penetration

ΑΝΑΣΤΟΛΕΙΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ

Η χρήση των αναστολέων διάβρωσης έχει επεκταθεί τα τελευταία 25 χρόνια, επειδή παρέχουν επίπεδο προστασίας και μακροζωίας που θα ήταν πολύ δύσκολο και πολύ ακριβό να επιτευχθεί αλλιώς. Οι αναστολείς διάβρωσης παρεμβαίνουν στη διαδικασία της διάβρωσης χωρίς να επηρεάζουν αρνητικά την ποιότητα του σκυροδέματος και γενικά ένας αναστολέας προκαλεί αύξηση της ποσότητας των χλωριόντων που χρειάζονται για την έναρξη της διάβρωσης και μειώνει τον ρυθμό διάβρωσης όταν αυτή αρχίσει.

Corrosion inhibitors

Calcium nitrite

Aminoalcohols

$H_2N{-}CH_2{-}CH_2{-}OH$	$(CH_3)_2N{-}CH_2{-}CH_2{-}OH$
Ethanolamine	Dimethylethanolamine

$$\begin{array}{l} CH_2{-}CH_2{-}CH{-}NH_3^+ \\ \vert \qquad\qquad\quad \vert \\ CH_2{-}CH_2{-}CH_2 \qquad {}^-O_2CC_6H_5 \end{array}$$

Cyclohexylammonium benzoate

$$\begin{array}{l} CH_3{-}CH{-}CH_3 \\ \qquad\ \ \vert \\ \qquad\ \ NH_2^+ \quad {}^-O_2CC_6H_5 \\ \qquad\ \ \vert \\ CH_3{-}CH{-}CH_3 \end{array}$$

Diisopropylammonium benzoate

Η προστατευτική επίδραση του νιτρώδους ιόντος στην διάβρωση του οπλισμού στο σκυρόδεμα:

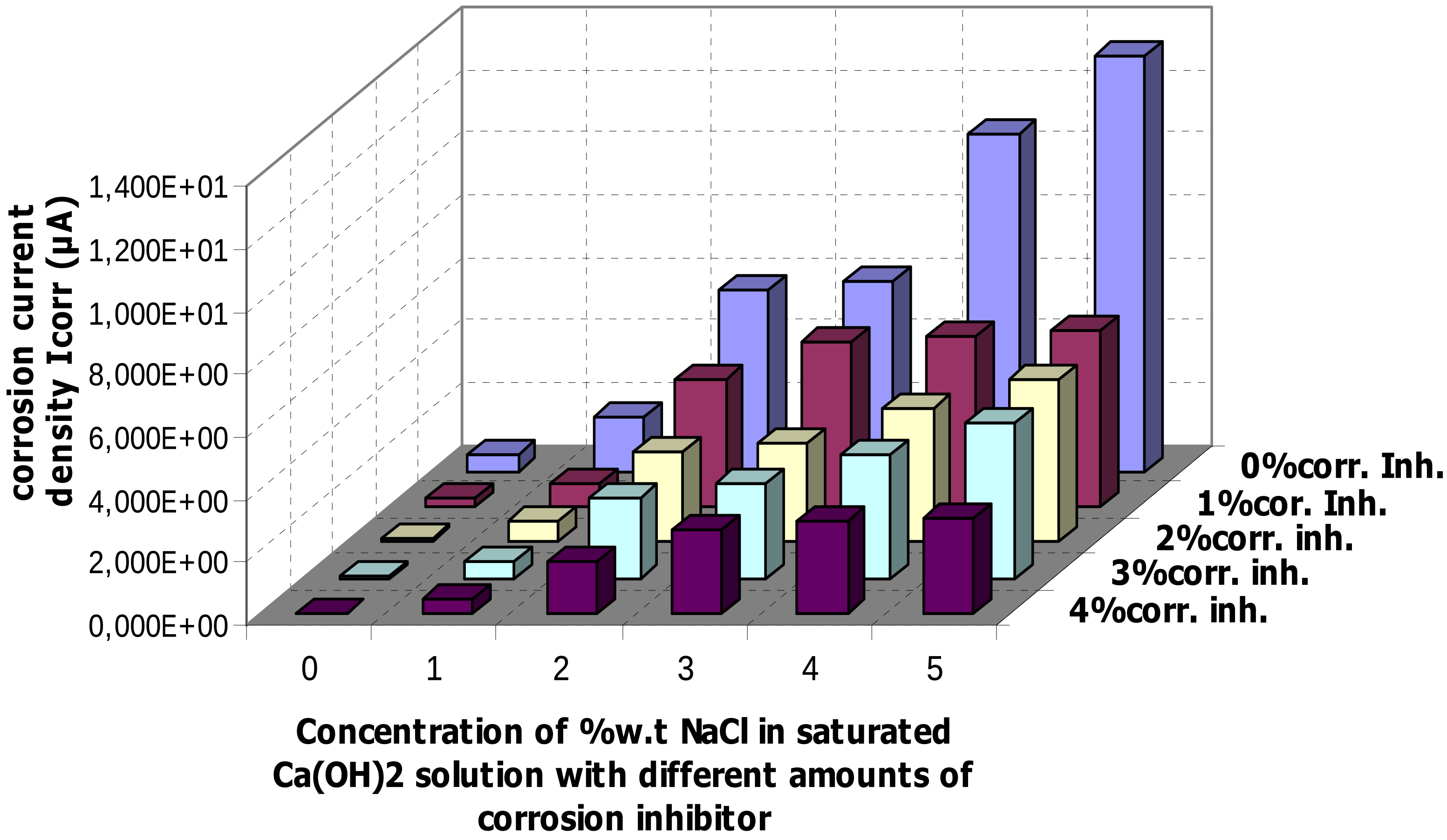
1. $2NO_2^- + O_2 \rightarrow 2NO_3^-$

2. $6\ Fe(OH)_2 + 2NO_2^- + 3H_2O \rightarrow 6Fe(OH)_3 + N_2\uparrow + OH^-$

3. $2Fe^{2+} + 2OH^- + 2NO_2^- \rightarrow 2NO\uparrow + 2\gamma\text{-}FeOOH$

Αναγκαία ποσότητα νιτρώδους ασβεστίου ανάλογα το περιεχόμενο των χλωριόντων.

Ποσότητα νιτρώδους ασβεστίου (διάλυμα 30 % κ.β. σε l/m³)	*Ποσότητα χλωριόντων (Kg/m³)*
0	*0,9*
10	*3.6*
15	*5.9*
20	*7.7*
25	*8.9*
30	*9,5*



corrosion current density Icorr (μA)
1,400E+01
1,200E+01
1,000E+01
8,000E+00
6,000E+00
4,000E+00
2,000E+00
0,000E+00
0
1
2
3
4
5
0%corr. Inh.
1%cor. Inh.
2%corr. inh.
3%corr. inh.
4%corr. inh.
Concentration of %w.t NaCl in saturated Ca(OH)2 solution with different amounts of corrosion inhibitor

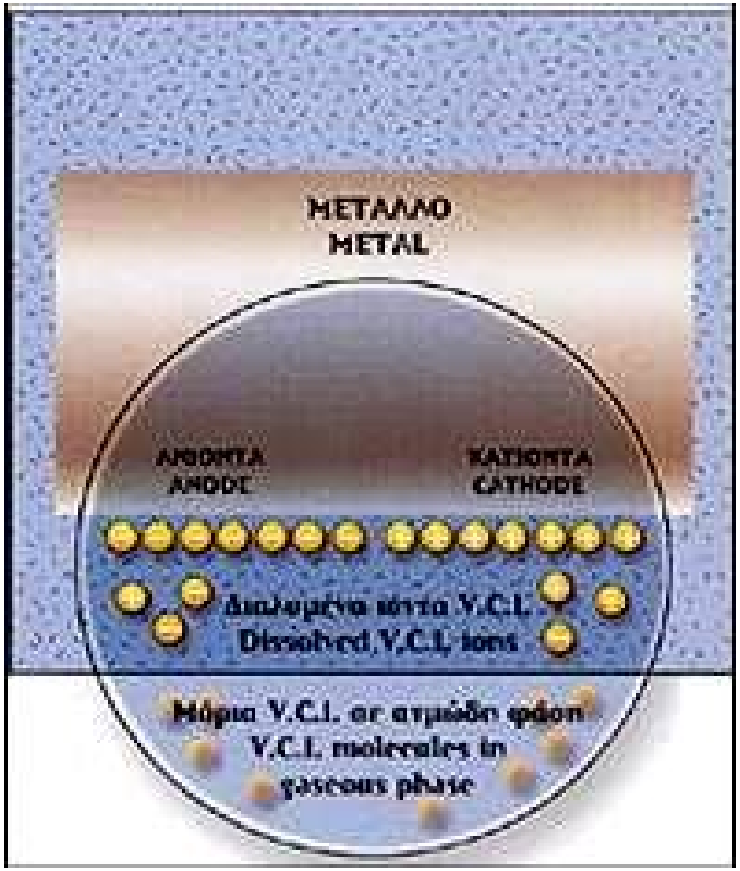
Πτητικοί Αναστολείς Διάβρωσης VCI's

- **Ένα σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι οι προστατευτικοί ατμοί διαχέονται σε όλα τα απόμακρα σημεία και τις κοιλότητες του μετάλλου που είναι δύσκολο να προσεγγιστούν με άλλους τρόπους.**

- **Έχουν την ιδιότητα να δημιουργούν ένα λεπτό μονομοριακό προστατευτικό στρώμα πάνω στην μεταλλική επιφάνεια εμποδίζοντας έτσι την διείσδυση των διαβρωτικών στοιχείων. Το μοριακό ανασταλτικό στρώμα ιόντων δρα και στην άνοδο και στην κάθοδο του μετάλλου εμποδίζοντας την ηλεκτρόλυση-διάβρωση. Το στρώμα αυτό αποκαθίσταται και αυτοαναπληρώνεται με περαιτέρω συμπύκνωση των ατμών.**

- **Οι υδροφοβικές ιδιότητες των VCI's επιτρέπουν τη δράση τους ως ρυθμιστικά διαλύματα που κρατούν το pH στη διεπιφάνεια μετάλλου-αναστολέα στην αλκαλική περιοχή**

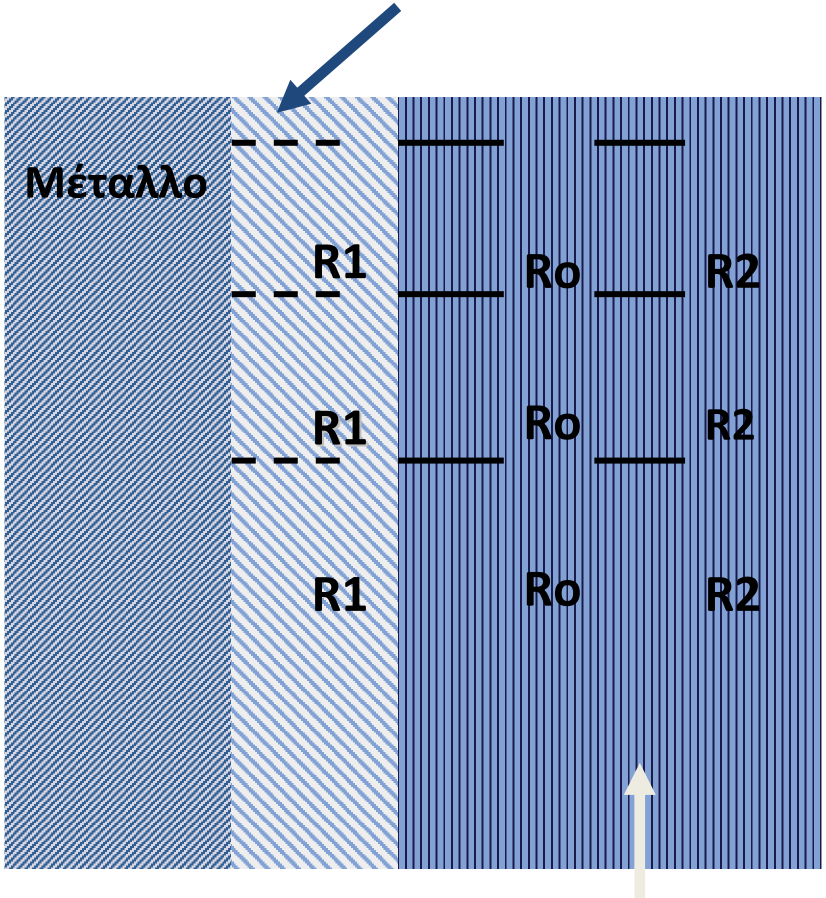
Μηχανισμός δράσης



- Εξατμίζεται
- Εμπλουτίζει την περικλειόμενη ατμόσφαιρα με ατμούς
- Οι ατμοί διαχέονται σε όλα τα απόμακρα σημεία και κοιλότητες
- Συμπυκνώνονται
- Παρουσία υγρασίας τα ιόντα διαλύονται στο υδατικό στρώμα
- Σχηματίζουν λεπτό μονομοριακό στρώμα πάνω στην επιφάνεια
- Δρούν στην άνοδο και την κάθοδο του μετάλλου
- Παιρετέρω συμπύκνωση των ατμών αυτοαναπληρώνει και αποκαθιστά το μονομοριακό στρώμα

Μηχανισμός δράσης

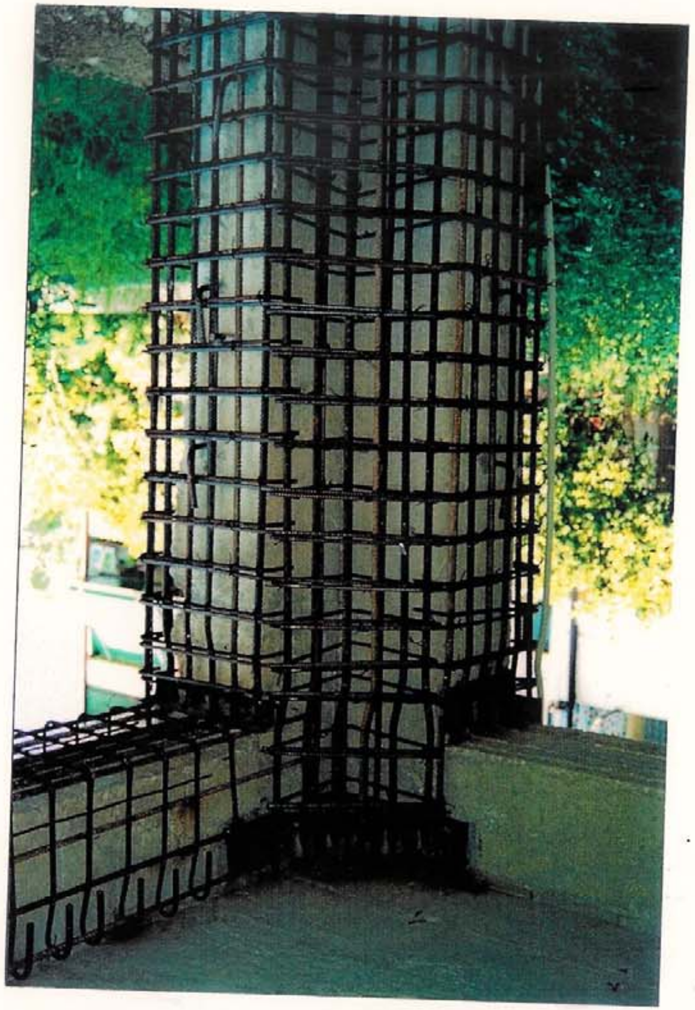
Στοιβάδα προσρόφησης



Προστατευτικό στρωμα

- Η ομάδα (R_1) είναι υπεύθυνη για την άμεση προσρόφηση στην μεταλλική επιφάνεια. Η ομάδα (R_2) καθορίζει το πάχος και την ικανότητα της προστασίας του σχηματιζόμενου μονομοριακού στρώματος.

- **Οργανικά νιτρώδη άλατα** (κυκλοεξυλαμίνης, ισοπροπυλαμίνης)
- **Οργανικά ανθρακικά άλατα** (εθυλαμίνης, μονοκυκλοεξυλαμίνης)
- **Οργανικά βενζοικά άλατα** (μονοκυκλοεξυλαμίνης, διεθυλαμίνης)
- **Οργανικά χρωμικά άλατα** (κυκλοεξυλαμίνης) για προστασία του μπρουτζου
- **Οργανικά φωσφορικά άλατα** (εξαμεθυλαμίνης) για προστασία του αλουμινίου
- άλλα παράγωγα της θειουρίας, (χαλυβα,χαλκό, ορειχαλκο, αλουμίνιο) των τριαζολών(προστασία χαλκού)



MIGRATORY CORROSION INHIBITOR™
(MCI®) PRODUCTS FOR CONCRETE

MCI®-2010/2011 Emitters Patented

PRODUCT DESCRIPTION

The Migrating Corrosion Inhibitors™ (MCI®) Emitter series consists of emitter cartridges combining MCI®-2000 technology into a powder form. MCI®-2010 and MCI®-2011 offer the latest technology for time-proven MCI® corrosion protection of reinforcing bars in concrete. MCI® emitters release a vapor into the concrete that migrates, seeks out and coats rebar, stopping further corrosion and extending the service life of the structure.

WHERE TO USE

MCI®-2010/2011 emitters are recommended for:

- Steel-reinforced concrete bridges exposed to corrosive environments (carbonation, deicing salts and atmospheric attack)
- Parking decks, ramps and garages
- Preventive maintenance of all reinforced concrete commercial and civil engineered structures
- All reinforced marine concrete structures and dams
- Concrete piers, piles and pillars
- Balconies, decks, retaining walls and lanais
- Concrete equipment bases
- Structural walls, low grade tunnels and structures
- All reinforced concrete commercial and civil engineered structures

USAGE RATES

MCI®-2010 and MCI®-2011 emitters are placed in approximately 3 ft. (1 m) centers. Reapplication is dependent on concrete depth and environmental load, and ranges between 5-10 years. Contact Cortec Corporation for more information.

ADVANTAGES

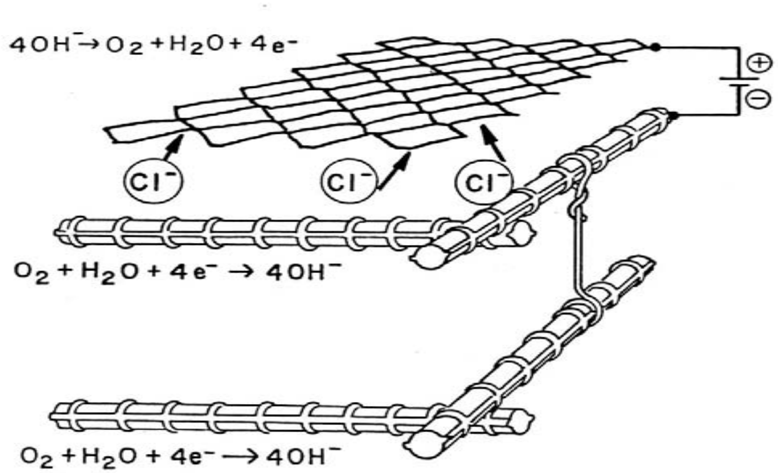
- MCI®-2010/2011 offers engineers, owners, contractors, DOTs and government agencies a unique opportunity for corrosion protection technology that extends the life of all reinforced concrete structures
- Protects against the harmful effects of corrosion even in the densest concrete
- Required dosage not affected by chloride
- Economical to install and maintain
- Organic, safe and environmentally friendly
- Concentrated for cost effectiveness on all projects
- Protects both anodic and cathodic areas
- Migrates to adjacent areas to protect surrounding metals
- Effective against corrosive elements such as salts, sulfur dioxide and acids
- Solves corrosion problems in areas where surface corrosion treatments cannot be used
- Prevents further corrosion of structures that show advanced states of corrosion attack

CORTEC
CORPORATION

Η καθοδική προστασία.

Η αντιμετώπιση του σχηματισμού των γαλβανικών στοιχείων, όταν αυτά ήδη έχουν σχηματισθεί και έχουν προξενήσει βλάβες είναι αρκετά δύσκολη. Εάν π.χ. έχει σχηματισθεί γαλβανικό μακροστοιχείο λόγω διάχυσης χλωριόντων από το περιβάλλον σε ένα οπλισμένο σκυρόδεμα και η διάβρωση έχει ήδη προχωρήσει, η κάλυψη του οπλισμένου σκυροδέματος με μανδύα δεν προσφέρει προστασία. Το παλαιό μακροστοιχείο εξακολουθεί να υπάρχει και να λειτουργεί. Ακόμη η ύπαρξη νέου οπλισμού στο νέο σκυρόδεμα που συγκολλάται με τον παλαιό οπλισμό επιτείνει την διαβρωτική δράση του γαλβανικού μακροστοιχείου. Ο παλαιός οπλισμός εξακολουθεί να διαβρώνεται και να ασκεί εφελκυστικές τάσεις στο σκυρόδεμα και επομένως η δημιουργία και νέων ρωγμών αργά ή γρήγορα θα συμβεί.

Στις περιπτώσεις αυτές η μέθοδος της καθοδικής προστασίας μπορεί να δώσει αποτελεσματική λύση.



Σχήμα 1.4:

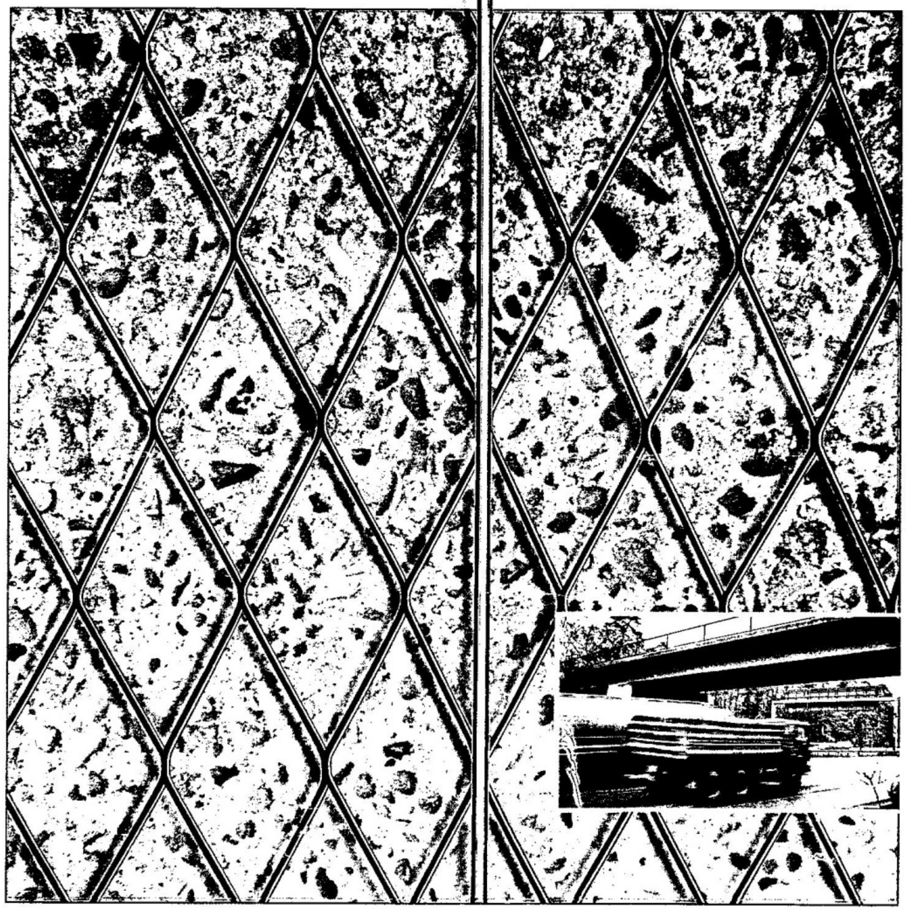
Αρχή της καθοδικής προστασίας του σιδηροπλισμού στο σκυρόδεμα.

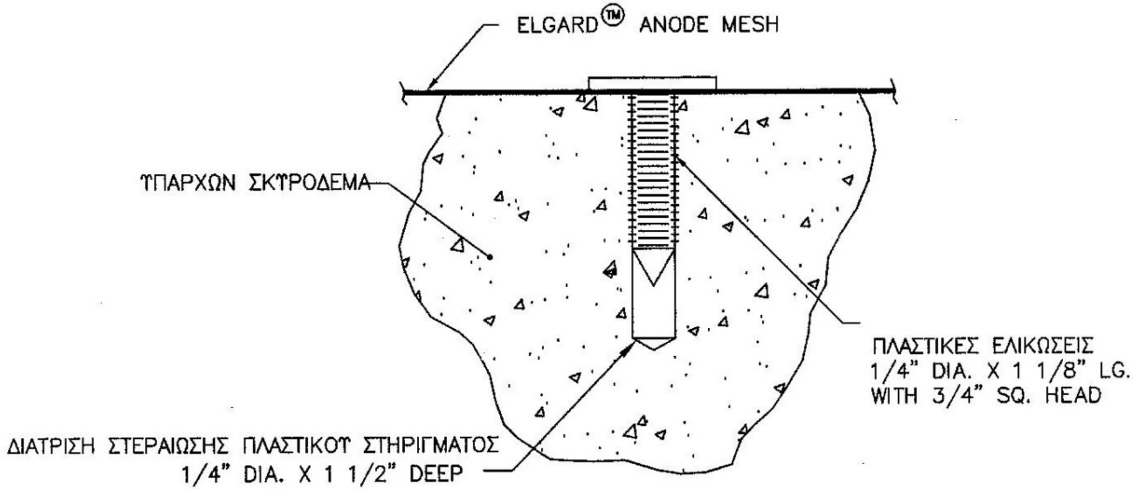
Ο οπλισμός συνδέεται με τον αρνητικό πόλο πηγής συνεχούς ρεύματος. Ο θετικός πόλος συνδέεται με βοηθητική άνοδο. Το εξωτερικά εφαρμοζόμενο δυναμικό εξαλείφει την επίδραση των μακροστοιχείων. Στον χάλυβα πραγματοποιείται μόνο η μετατροπή του οξυγόνου προς υδροξύλιο. Τα χλωριόντα πηγαίνουν στην άνοδο.

HEL-B-I

Heraeus
ELEKTRODEN

TITANODE®
for Cathodic Protection of Reinforcement Bars in Concrete





ΣΧΗΜΑ 7:

ΚΛΙΠΣ ΣΤΕΡΑΙΩΣΗΣ ΑΝΟΔΩΝ
ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

IMPRESSED CURRENT SYSTEMS

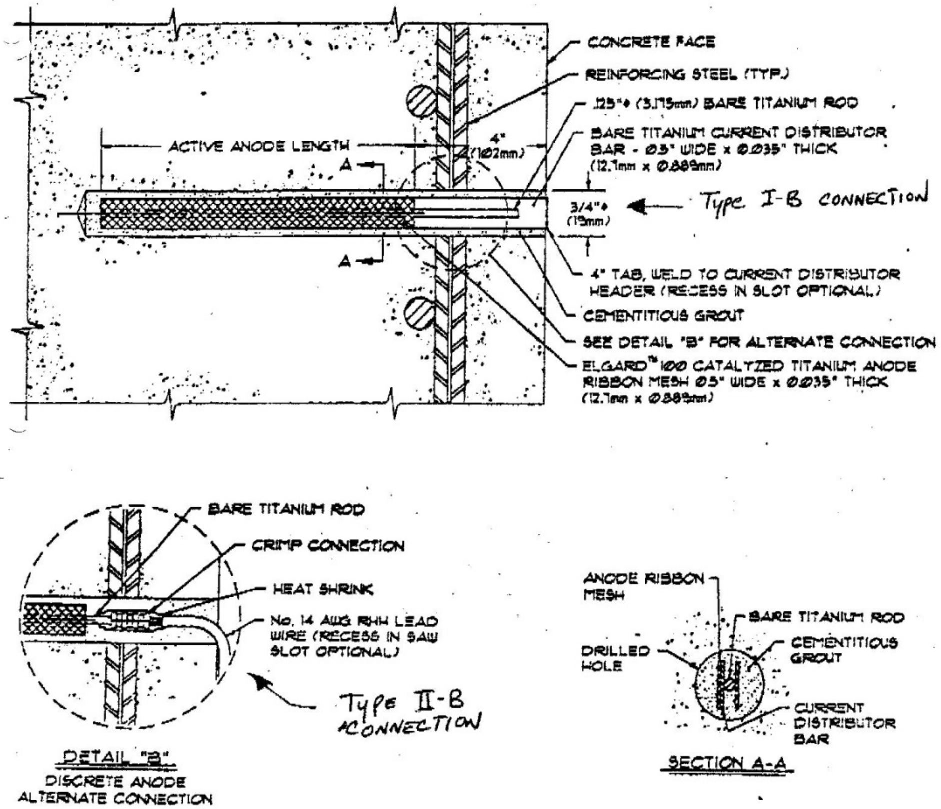
Vector Ebonex anodes

MATERIAL SPECIFICATIONS

Anode	ELGARD™ 100 Anode Ribbon Mesh
Catalyst Composition	Mixed precious metal oxide
Substrate Composition	Titanium, Grade 1 per ASTM B265
Expected Anode Life	40 years minimum
Maximum anode-concrete interface current density	215 mA/sq.m. (20 mA/sq.ft.)

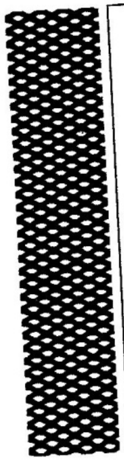
Anode Type	Active Anode Length	Max. Current Rating
A	5 in. (127 mm)	1.7 mA
B	11 in. (279.4 mm)	3.7 mA
C	15 in. (381 mm)	5.0 mA
D	23 in. (584.2 mm)	7.7 mA

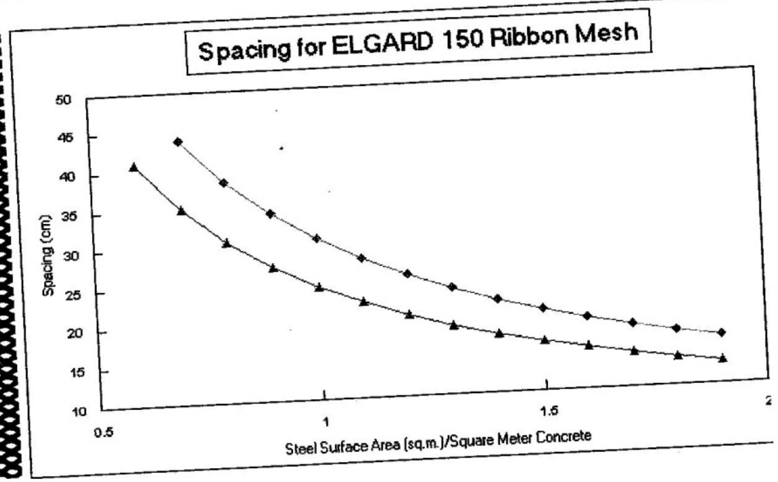
Custom lengths available.



DISCRETE TITANIUM ANODE

Anode ribbon mesh resistance lengthwise ....
0.26 ohm/m (0.08 ohm/ft)
Current distributor resistance lengthwise ....
0.049 ohm/m (0.015 ohm/ft)



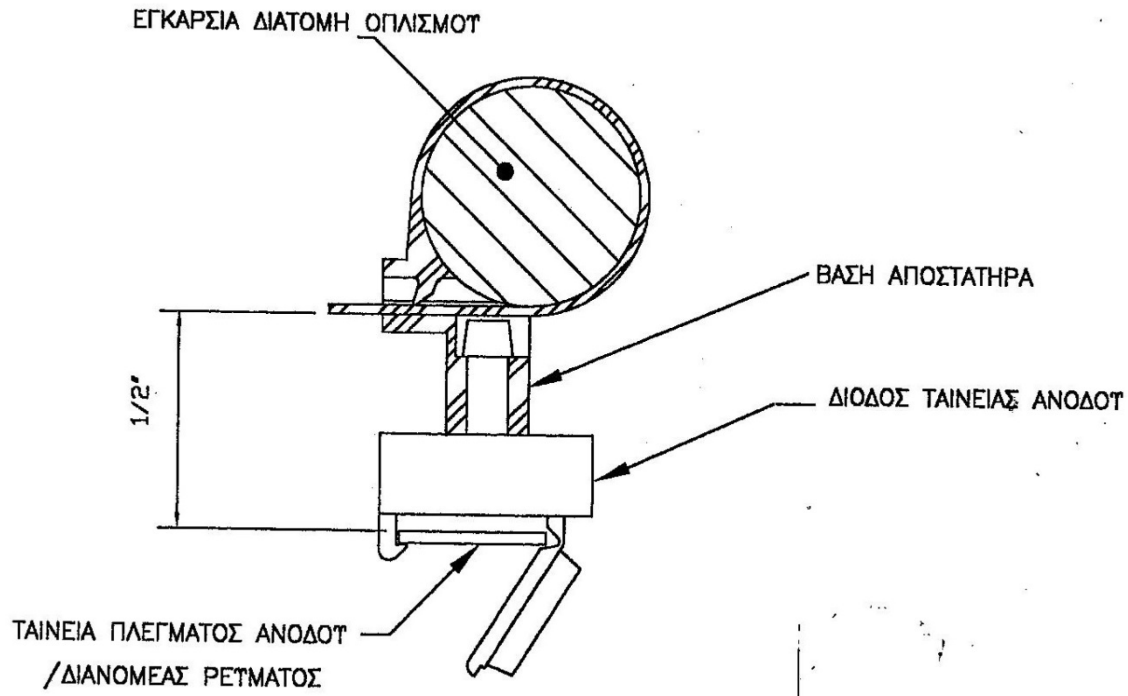


Actual Size

All information, recommendations and suggestions appearing in this bulletin concerning the use of our products are based upon tests and data believed to be reliable. However, it is the user's responsibility to determine the suitability for his own use of the products described herein. Since the actual use by others is beyond our control, no guarantee, expressed or implied, is made by Corrpro Companies, Inc. as to the effects of such use or the results to be obtained, nor does Corrpro Companies, Inc. assume any liability arising out of use by others of the products referred to herein. Nor is the information herein to be construed as absolutely complete since additional information may be necessary or desirable when particular or exceptional conditions or circumstances exist or because of applicable laws or government regulations. Nothing herein contained is to be construed as permission or as recommendation to infringe any patent.

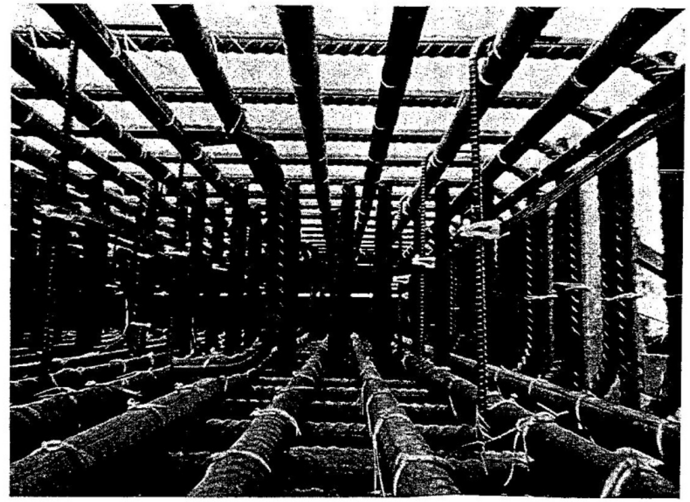
Corrpro Companies, Inc. is the world wide licensee of the ELGARD System for Cathodic Protection of Reinforced Concrete Structures. ELGARD is a trademark of Eltech Systems Corporation.

Last Revision

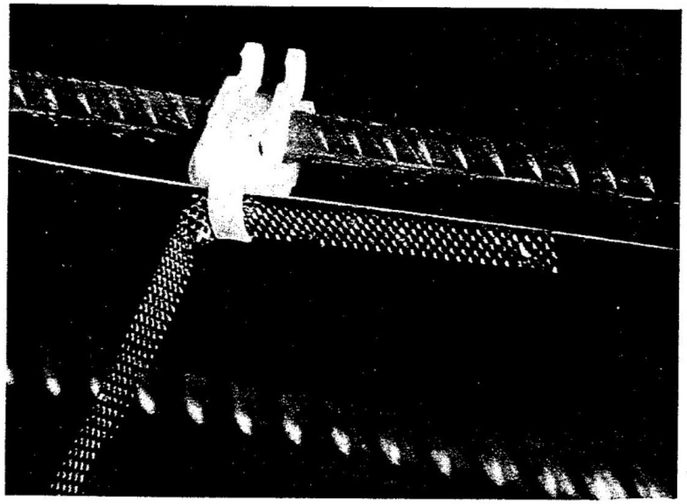


ΣΧΗΜΑ 7

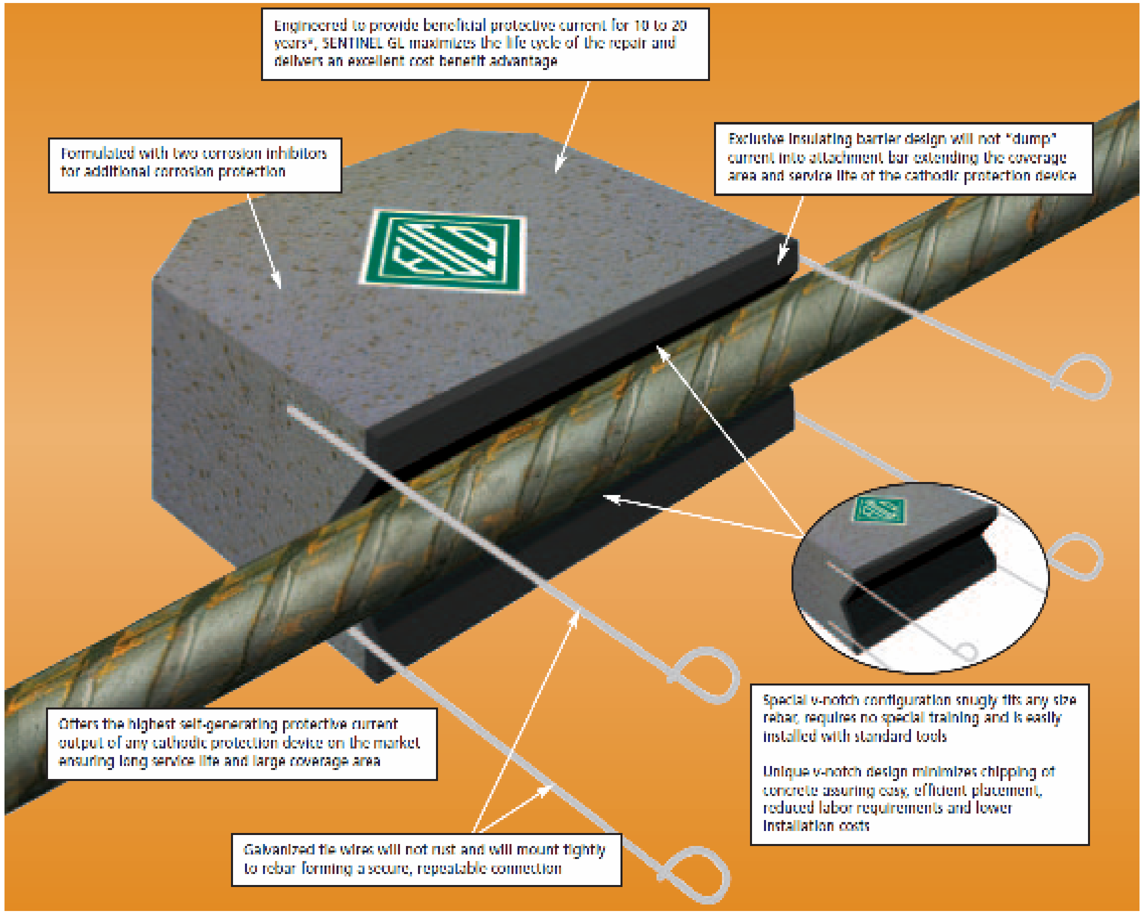
ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΩΝ ΑΝΟΔΩΝ ΜΕΣΩ ΤΩΝ ΑΠΟΣΤΑΤΗΡΩΝ ΣΤΑ ΑΓΚΙΣΤΡΑ

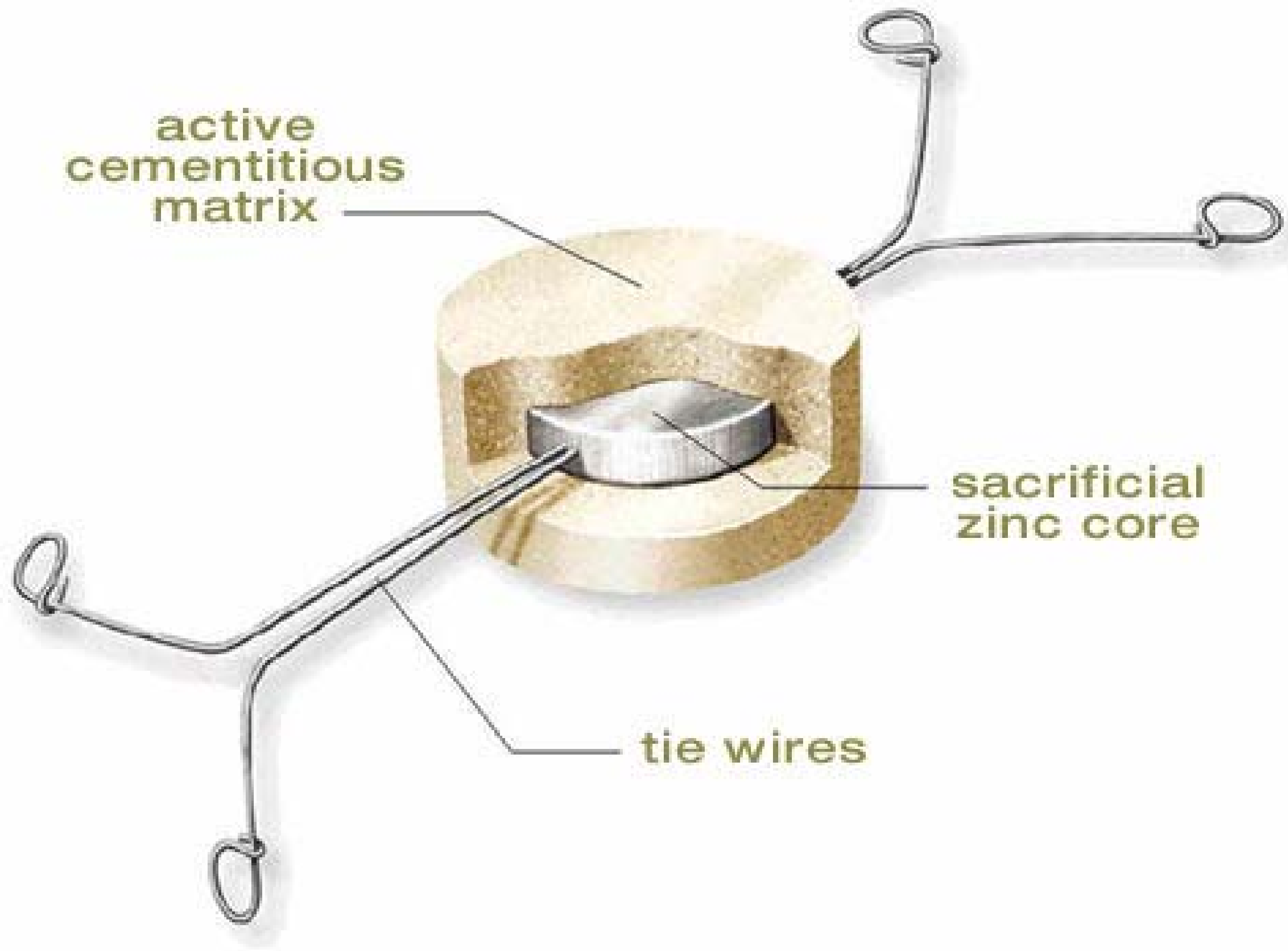


Άνοδοι τιτανίου τοποθετημένοι μέσα στον οπλισμό.



Πλαστικός αποστάτης ανόδου.


Engineered to provide beneficial protective current for 10 to 20 years*, SENTINEL GL maximizes the life cycle of the repair and delivers an excellent cost benefit advantage
Formulated with two corrosion inhibitors for additional corrosion protection
Exclusive insulating barrier design will not "dump" current into attachment bar extending the coverage area and service life of the cathodic protection device
Special v-notch configuration snugly fits any size rebar, requires no special training and is easily installed with standard tools
Unique v-notch design minimizes chipping of concrete assuring easy, efficient placement, reduced labor requirements and lower installation costs
Offers the highest self-generating protective current output of any cathodic protection device on the market ensuring long service life and large coverage area
Galvanized tie wires will not rust and will mount tightly to rebar forming a secure, repeatable connection


active
cementitious
matrix
sacrificial
zinc core
tie wires

Κατηγορίες Ανοξείδωτου Χάλυβα

*Κατατάσσονται σε τέσσερις βασικούς τύπους, ανάλογα με τη μικρογραφική τους δομή και σε κάθε περίπτωση περιέχουν **ελάχιστο άνθρακα**:*

- *Μαρτενσιτικοί ανοξείδωτοι χάλυβες*
- *Φερριτικοί ανοξείδωτοι χάλυβες*
- ***<u>Ωστενιτικοί ανοξείδωτοι χάλυβες</u>***
- *Φερριτο-ωστενιτικοί (duplex) ανοξείδωτοι χάλυβες*

Στις κατασκευές οπλισμένου σκυροδέματος, χρησιμοποιούνται βασικά οι ***<u>ωστενιτικοί ανοξείδωτοι χάλυβες.</u>***

Έχουν **αυξημένα ποσοστά Νικελίου** (από 8 έως και 25%) και χρωμίου (από 17 έως και 25%).

Η προσθήκη **Μολυβδαινίου** (σε ποσοστά έως και 7%), αυξάνει την αντίσταση σε διάβρωση.

Δεν σκληρύνονται με θερμική κατεργασία, ενώ αντίθετα μπορούν να διαμορφωθούν εν ψυχρώ για βελτίωση των αντοχών τους.

Έχουν **καλή συμπεριφορά σε χαμηλές και ψηλές θερμοκρασίες** και μπορούν να συγκολληθούν μεταξύ τους Πιο γνωστές κατηγορίες είναι AISI 304 και AISI 316

Παθολογία, μέθοδοι αξιολόγησης και πρόταση μέτρων αποκατάστασης σε γέφυρες της Εγνατίας Οδού

Παναγιώτης Πανέτσος
Δρ. Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ.

Προϊστάμενος Συντήρησης Τεχνικών & Περιβάλλοντος
Διεύθυνση Συντήρησης, ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ Α.Ε.

ΓΕΦΥΡΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΤΗΣ ΕΓΝΑΤΙΑΣ ΟΔΟΥ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

1880 Τεχνικά Οδοποιίας

688 Γέφυρες, Τεχνικά Κάτω & Άνω Διάβασης

70 περίπου χλμ.μονού κλάδου καταλαμβάνουν οι γέφυρες της Εγνατίας Οδού

Μελετήθηκαν με στόχο:

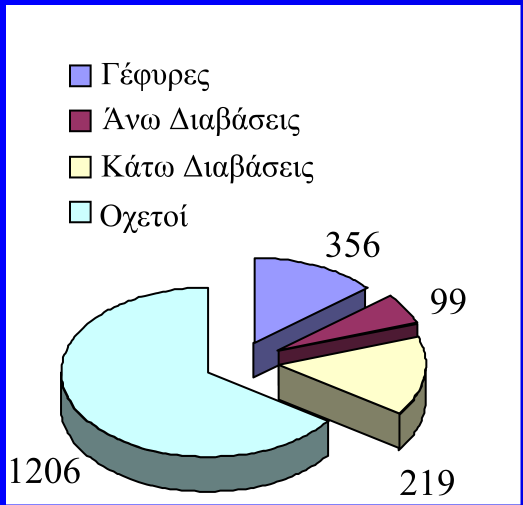
την ανθεκτικότητα,

την μεγάλη διάρκεια ζωής

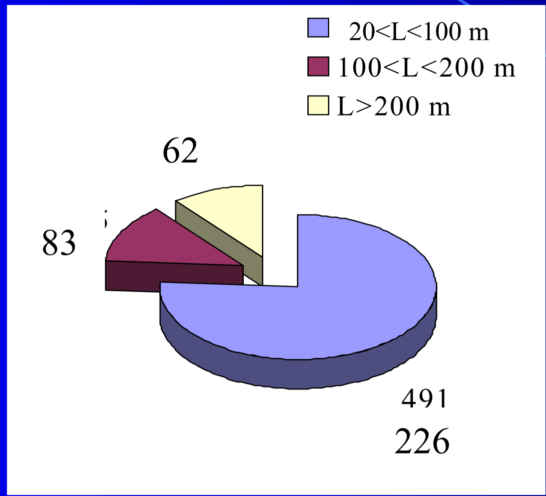
την ευκολία πρόσβασης για επιθεώρηση

την οικονομία στη συντήρησής τους

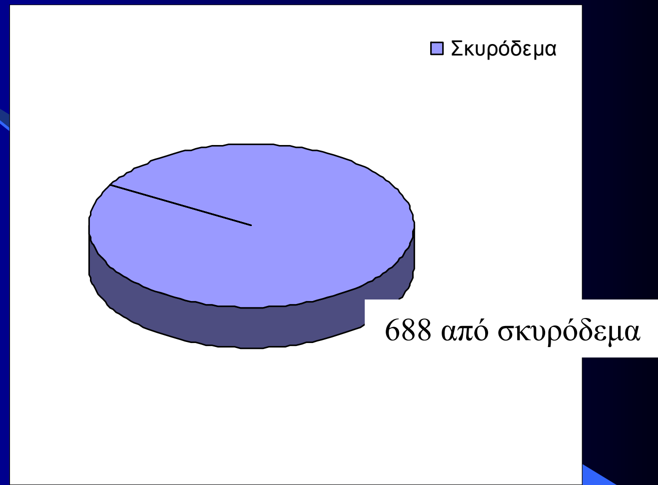
Μεγάλος αριθμός Γεφυρών μεγάλου μήκους της Εγνατίας Οδού



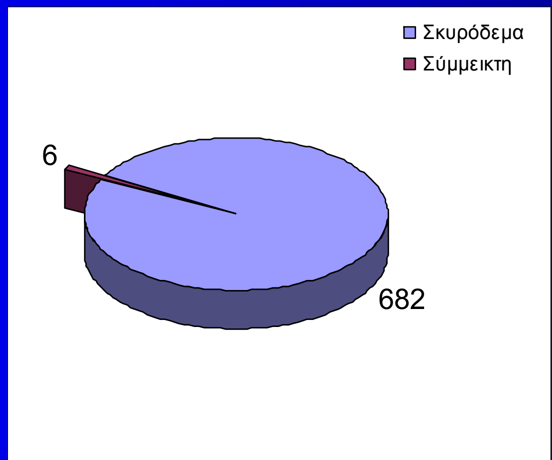
Α. Τύπος τεχνικού



Β. Μήκος τεχνικών



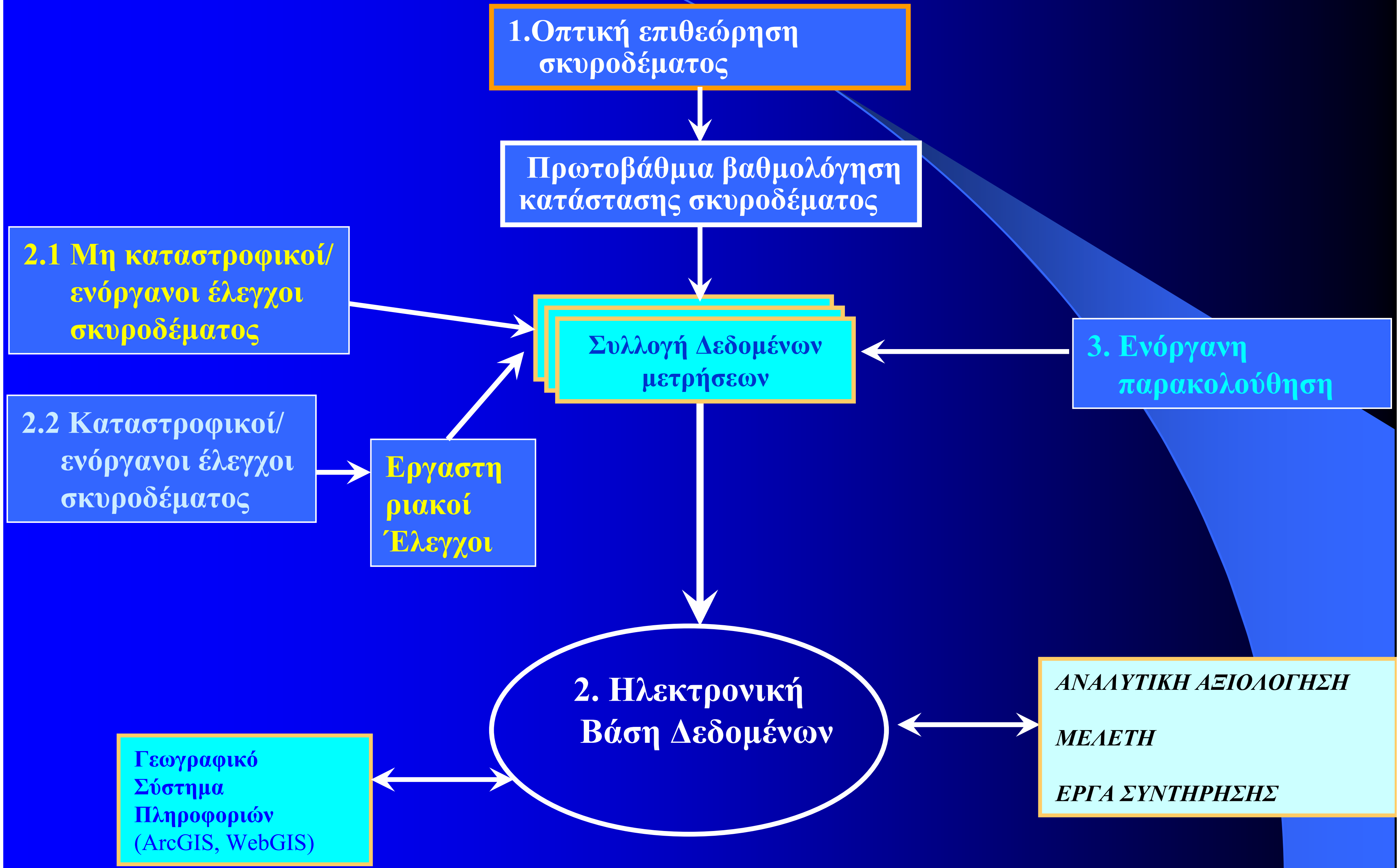
Γ. Υλικό υποδομής



Δ. Υλικό Ανωδομής

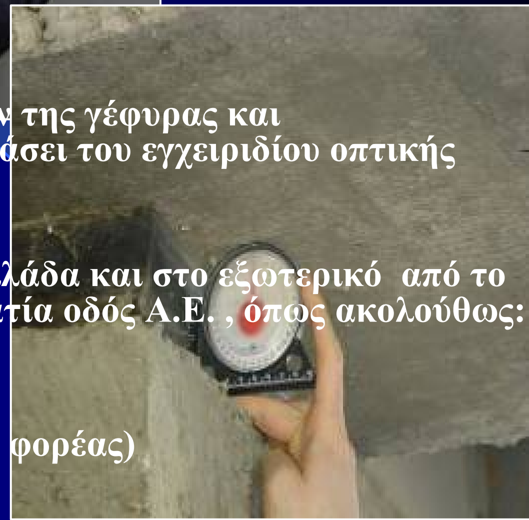
Γέφυρες και τεχνικά που επιθεωρήθηκαν από συνεργείο της ΕΟΑΕ (2007 – 2013)

Γενική Δομή Ελέγχου Σκυροδέματος Γεφυρών



1.1 Οπτική Επιθεώρηση Γεφυρών της Εγνατίας Οδού

ΟΠΤΙΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ

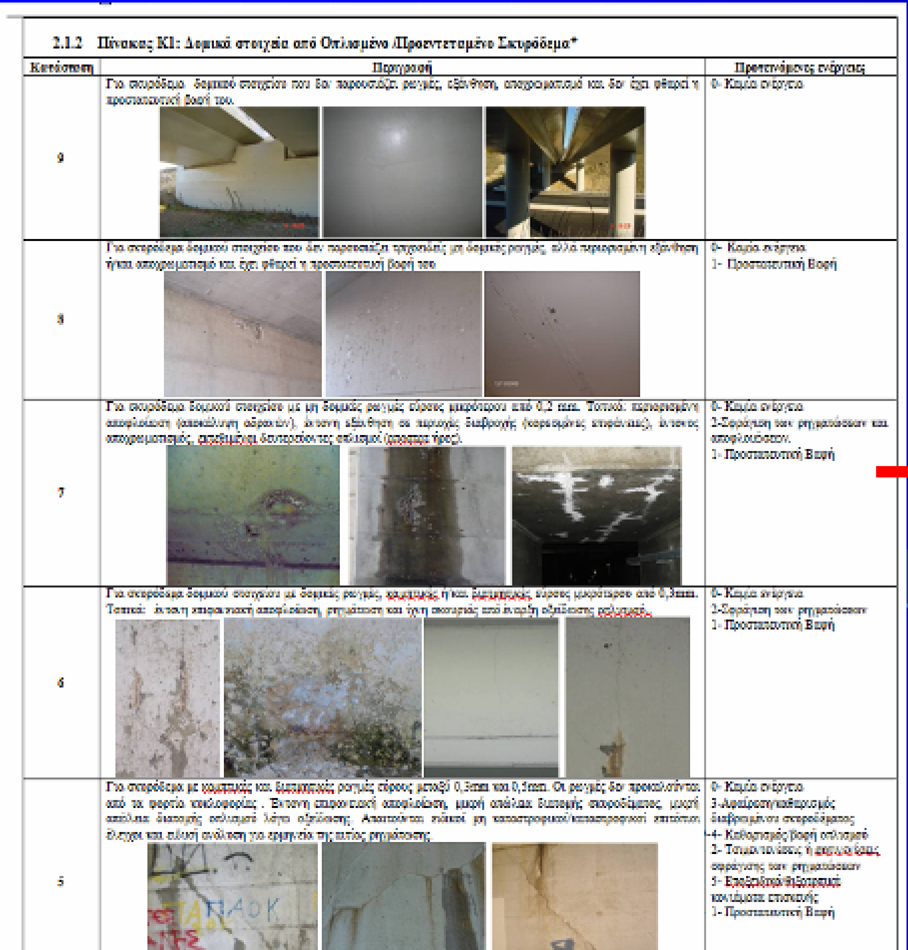


Η οπτική επιθεώρηση περιλαμβάνει τη λεπτομερή εξέταση όλων των στοιχείων της γέφυρας και πραγματοποιείται από το ειδικευμένο προσωπικό του τμήματος συντήρησης, βάσει του εγχειριδίου οπτικής επιθεώρησης

Εκατοντάδες γέφυρες, σήραγγες και άλλες κατασκευές επιθεωρούνται στην Ελλάδα και στο εξωτερικό από το ειδικευμένο προσωπικό του τμήματος συντήρησης μεγάλων τεχνικών της Εγνατία οδός Α.Ε. , όπως ακολούθως:

- Υποδομή (βάθρα, δοκοί έδρασης, κόμβοι)
- Ανωδομή (προκατασκευασμένες δοκοί, πλάκα καταστρώματος, κιβωτιοειδής φορέας)
- Θεμελίωση (επιφανειακή, πασσαλοθεμελίωση)
- Αποχέτευση καταστρώματος
- Αρμοί
- Εφέδρανα
- Επιφάνεια κύλισης καταστρώματος (ασφαλτικά ή σκυρόδεμα)
- Υδραυλική προστασία καταστρώματος, υποδομής, επιχωμάτων πρόσβασης

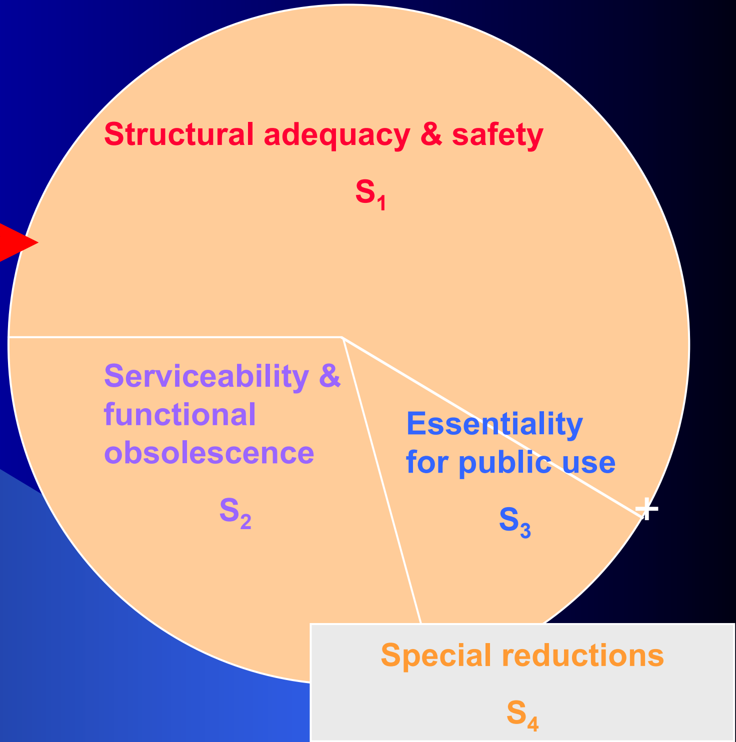
Δομική Αξιολόγηση σε επίπεδο δομικού στοιχείου βάσει των ευρημάτων της οπτικής επιθεώρησης



2.1.2 Πίνακας Κ1: Δομικά στοιχεία από Οπλισμένο /Προεντεταμένο Σκυρόδεμα*

Κατάσταση	Περιγραφή	Προτεινόμενες ενέργειες
9	Για σκυρόδεμα δομικού στοιχείου που δεν παρουσιάζει ρωγμές, εξάνθηση, αποχρωματισμό και δεν έχει φθαρεί η προστατευτική βαφή του.	0- Καμία ενέργεια
8	Για σκυρόδεμα δομικού στοιχείου που δεν παρουσιάζει τριχοειδείς μη δομικές ρωγμές, αλλά περιορισμένη εξάνθηση ή/και αποχρωματισμό και έχει φθαρεί η προστατευτική βαφή του	0- Καμία ενέργεια 1- Προστατευτική Βαφή
7	[illegible]	0- Καμία ενέργεια 2-Σφράγιση των ρηγματώσεων και αποφλοιώσεων. 1- Προστατευτική Βαφή
6	[illegible]	0- Καμία ενέργεια 2-Σφράγιση των ρηγματώσεων 1- Προστατευτική Βαφή
5	[illegible]	0- Καμία ενέργεια [illegible] 1- Προστατευτική Βαφή

• **Η μέθοδος της FHWA (Sufficiency Rating)** ενσωματώθηκε και αναβαθμίστηκε βάσει της εμπειρίας και των δομικών τύπων των ελληνικών γεφυρών για τον έλεγχο της δομικής και λειτουργικής επάρκειας των γεφυρών



• **Έγινε επιθεώρηση και αξιολόγηση εκατοντάδων γεφυρών:**

688 νέες γέφυρες και τεχνικά της Εγνατίας Οδού (2006 – 2010)

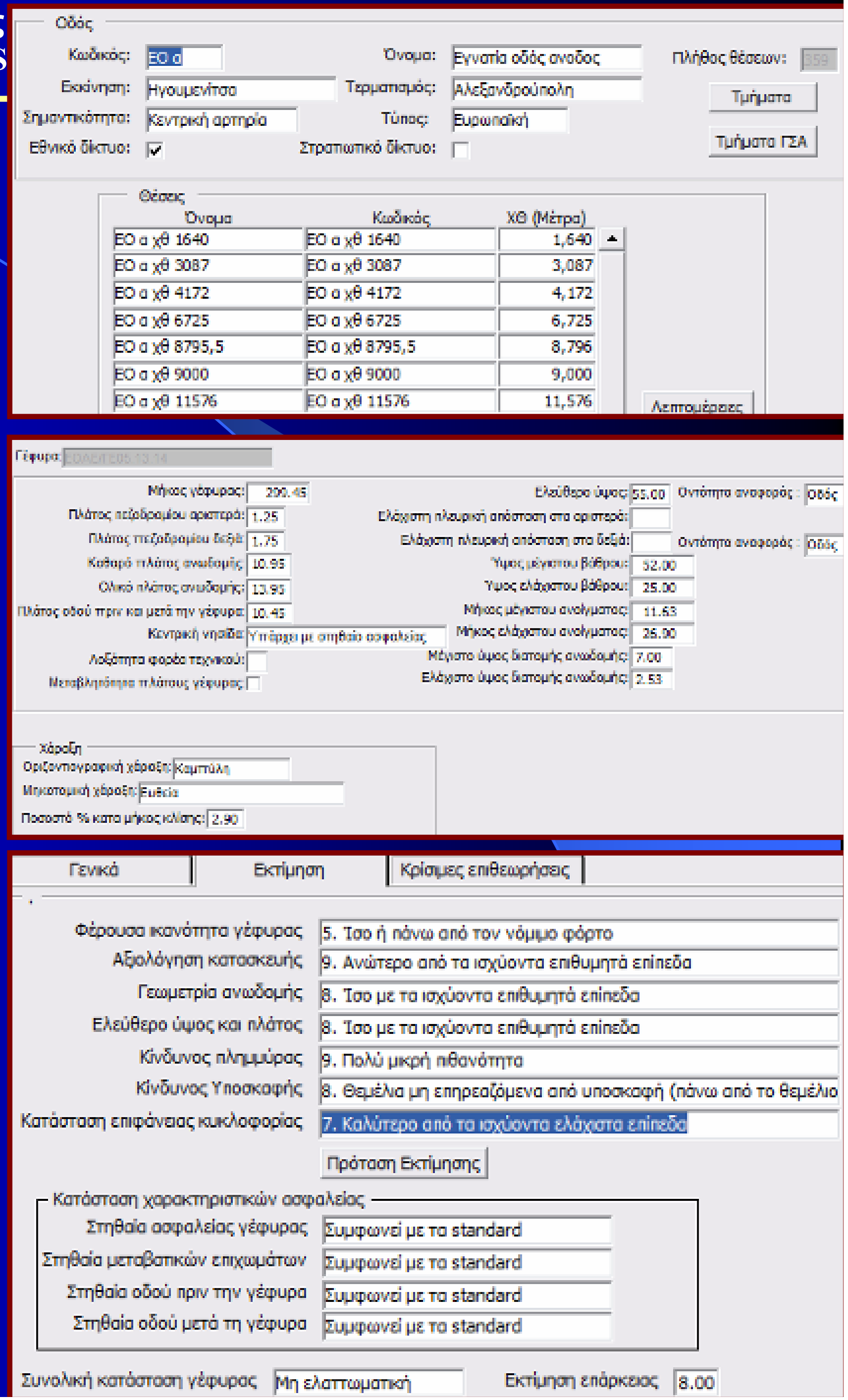
240 παλιές γέφυρες & τεχνικά εθνικών & περιφερειακών οδών (2009 - 2013)

Ηλεκτρονική Βάση Δεδομένων Γεφυρών

Ανάπτυξη και χρήση Βάσης Δεδομένων σε ORACLE™
Περιλαμβάνει πάνω από 250 πεδία που αφορούν πληροφορίες για τεχνικά και γέφυρες οδικών έργων

Πρότυπο: το σύστημα Καταχώρησης και Κωδικοποίησης της FHWA (NBI) των Η.Π.Α.

Στη Βάση καταχωρούνται πληροφορίες:
Θέσης
Οδού (πάνω και κάτω από το τεχνικό)
κωδικού γέφυρας
Γεωμετρίας
Δομικών χαρακτηριστικών
Κλάσης και φέρουσας ικανότητας
Στοιχείων ασφαλείας (στηθαία) & συστήματος απορροής
Ιστορικό και αποτελέσματα επιθεωρήσεων
Αξιολόγησης Κατάστασης Γεφυρών σε 9 βάθμια κλίμακα
Ιστορικό επισκευών
Φωτογραφίες και κατασκευαστικά σχέδια



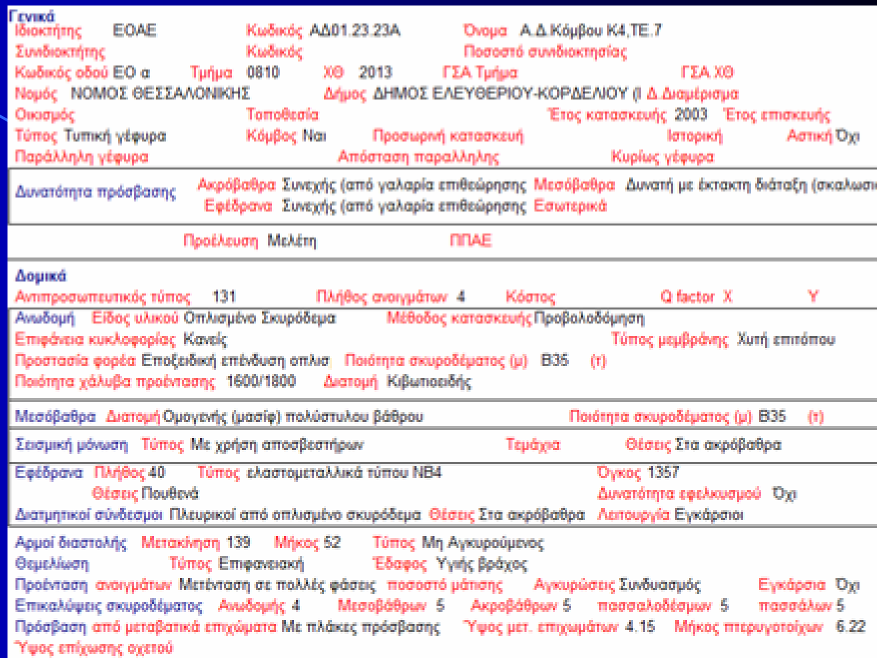
Δυνατότητες της Βάσης

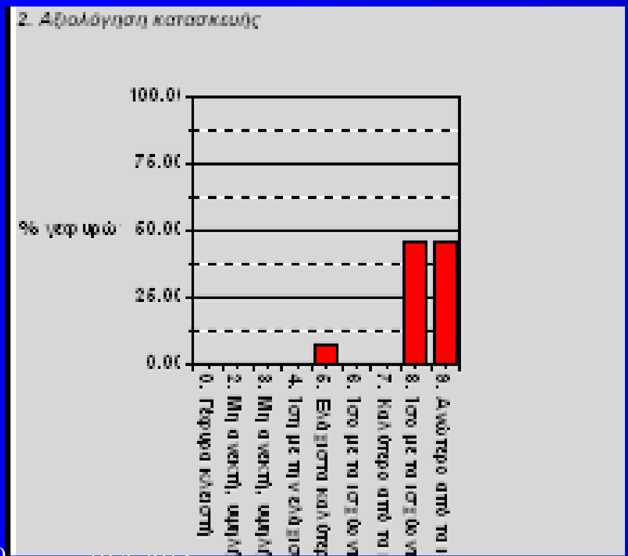
Εξαγωγή και εκτύπωση ΑΝΑΦΟΡΩΝ για γέφυρες

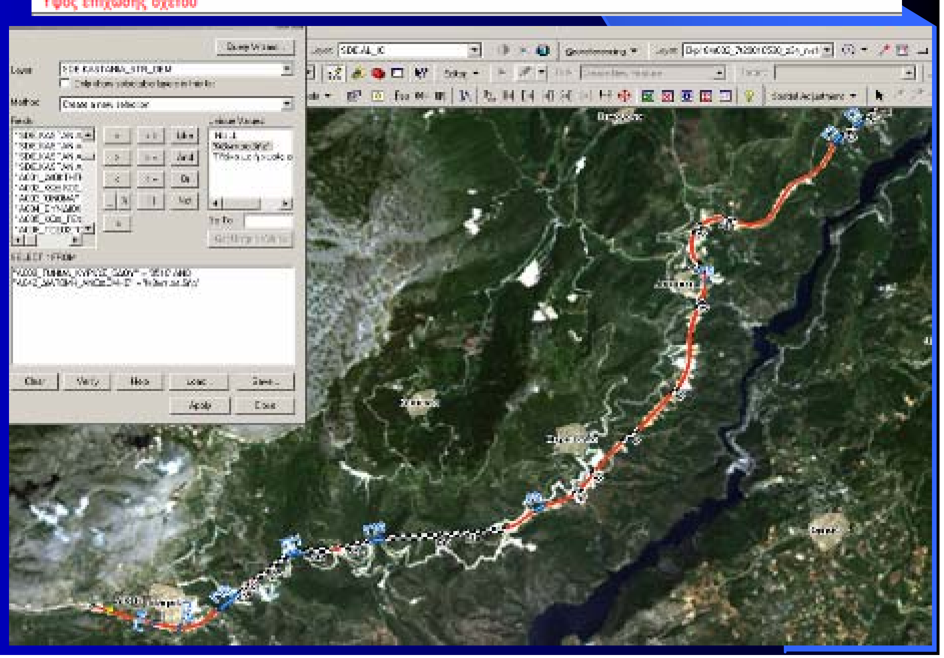
Εξαγωγή αρχείου ενημέρωσης του Λογισμικού Διαχείρισης Γεφυρών

Αυτόνομη Αξιολόγηση της Επάρκειας των γεφυρών βάσει της 9βάθμιας κλίμακας της NBI (FHWA)

Σύνδεση με Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (GIS)







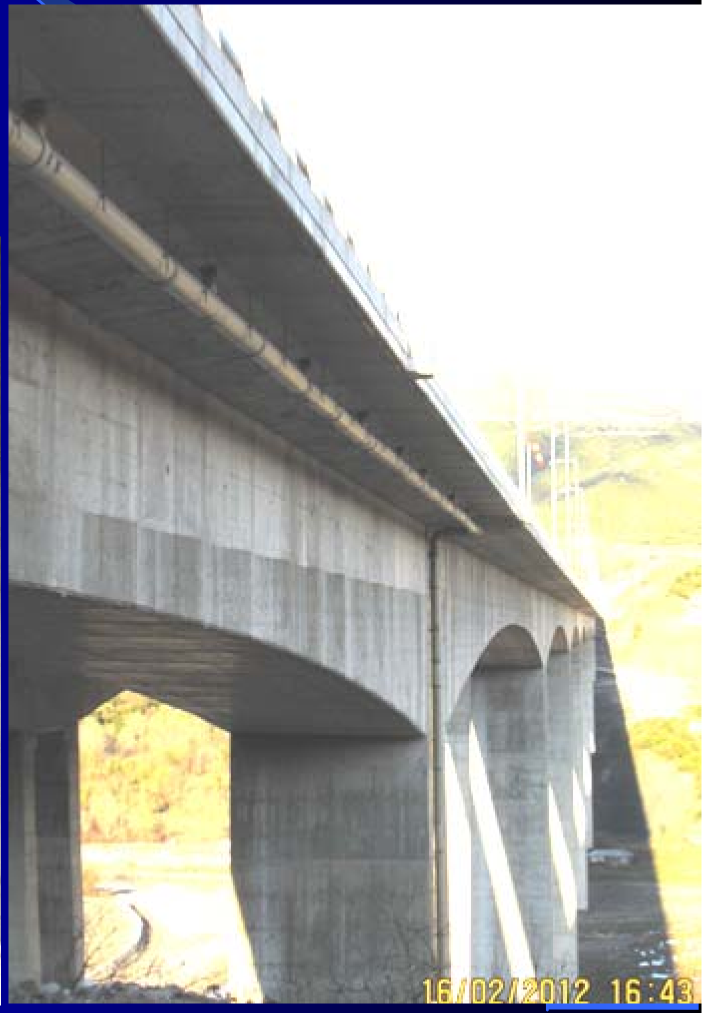
ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

ΓΕΦΥΡΩΝ

ΤΗΣ ΕΓΝΑΤΙΑΣ ΟΔΟΥ

Δημιουργία τοπικά διαβρωτικού περιβάλλοντος λόγω διαρροής αρμών διαστολής, φρεατίων και αγωγών αποχέτευσης καταστρώματος

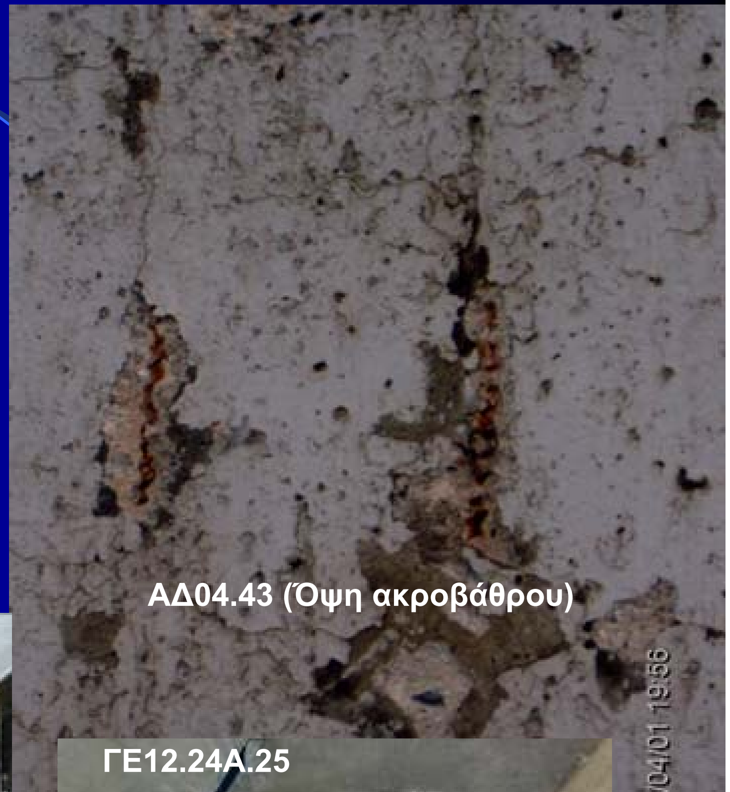
Χαραδρογέφυρα Αράχθου στο τμήμα 1.2.1
(Άραχθος – Περιτσέρι) της ΕΟ
Έτος κατασκευής: 2009



Αποφλοίωση σκυροδέματος/ έναρξη οξείδωσης οπλισμών σε περιοχές μόνιμης διαβροχής (ακρόβαθρα κάτω από αρμούς ή σωλήνες αποχέτευσης)


ΓΕ10.24Α.25 (Όψη ακροβάθρου)

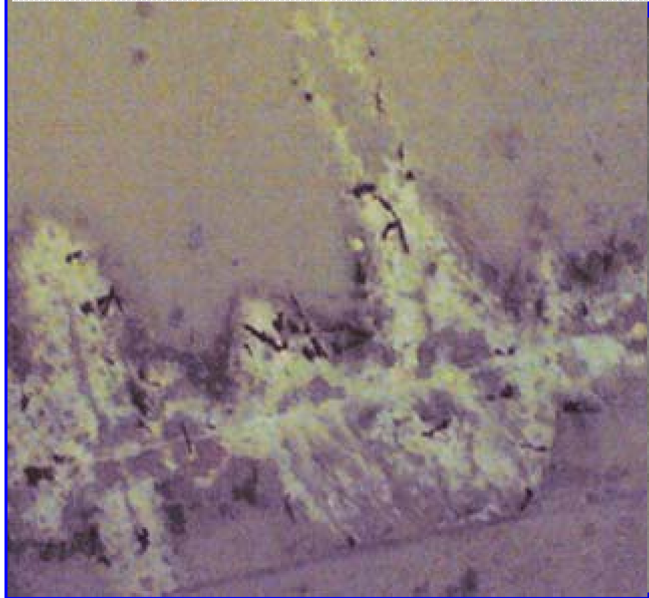

Γ15.27.28 (Πρόπλακα)

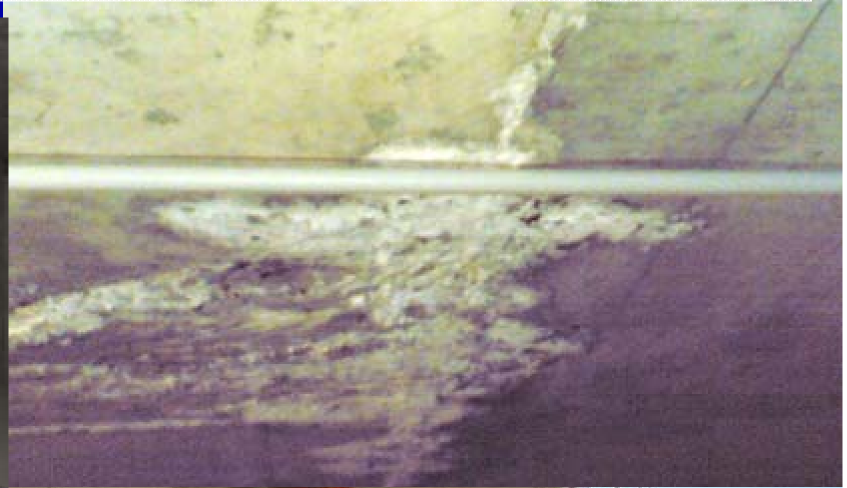

ΑΔ04.43 (Όψη ακροβάθρου)

ΚΔ02.11.12 (Δοκός έδρασης ακροβάθρου)


ΓΕ12.24Α.25

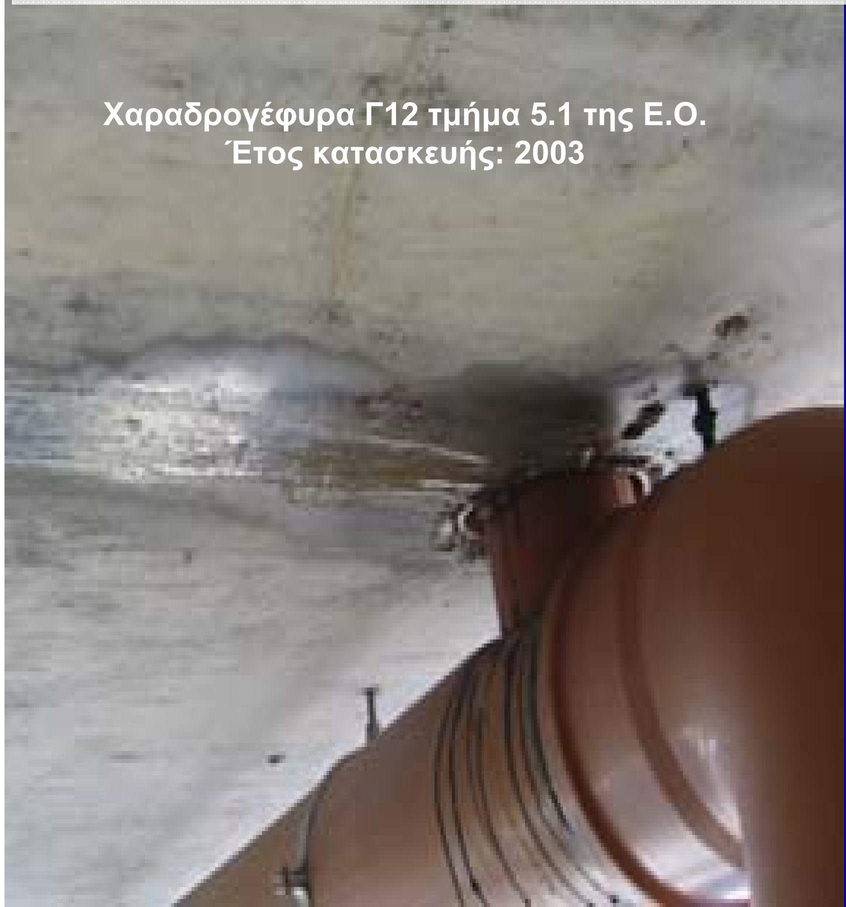
Δημιουργία έντονα διαβρωτικού περιβάλλοντος λόγω ανεπαρκούς στεγάνωσης του καταστρώματος ορισμένων γεφυρών





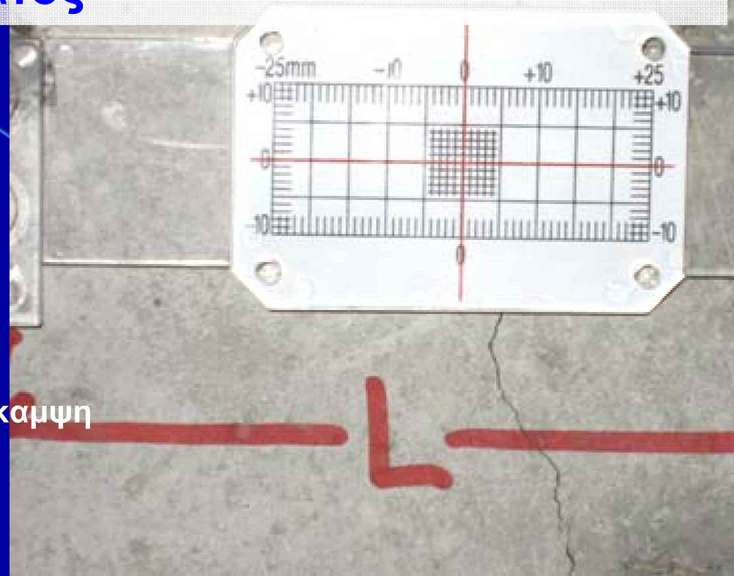
Χαραδρογέφυρα Γ12 Πολυμύλου της Ε.
στο τμήμα 5.1 (Πολύμυλος) της ΕΟ
Έτος κατασκευής: 2003

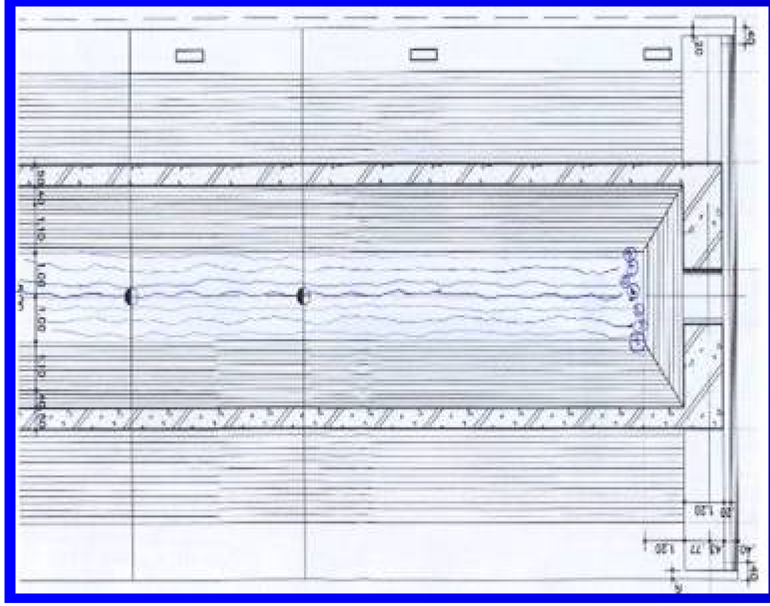
Δημιουργία έντονα διαβρωτικού περιβάλλοντος λόγω ανεπαρκούς στεγάνωσης ή λόγω αστοχίας της άκαμπτης στερέωσης αγωγών αποχέτευσης εσωτερικών στον κιβωτιοειδή φορέα μεγάλων γεφυρών

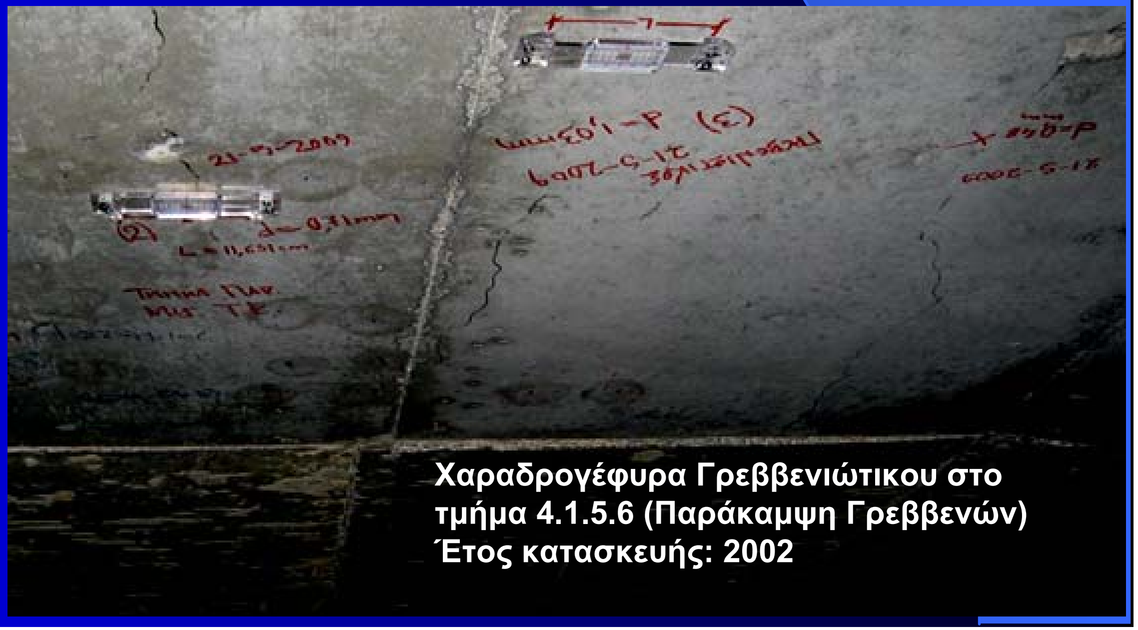


Το διαβρωτικό περιβάλλον στο εσωτερικό του κιβωτίου απαιτεί προσεκτικότερο έλεγχο τριχοειδών και άλλων ρωγμών σκυροδέματος

Βάθος ρωγμής 50 – 120 cm (Παράκαμψη Γρεββενών)
Έτος κατασκευής: 2002







Χαραδρογέφυρα Γρεββενιώτικου στο τμήμα 4.1.5.6 (Παράκαμψη Γρεββενών)
Έτος κατασκευής: 2002

Το διαβρωτικό περιβάλλον στο εσωτερικό του κιβωτίου απαιτεί προσεκτικότερο έλεγχο τριχοειδών και άλλων ρωγμών σκυροδέματος

Χαραδρογέφυρα Μετσόβου στο τμήμα 3.2
της Ε.Ο. Έτος κατασκευής: 2009

Αποφλοίωση σκυροδέματος, έκθεση και έναρξη οξείδωσης οπλισμού


ΓΕ09.38.39 Γέφυρα Λίσσου


ΓΕ02.37.38 Γέφυρα Βοζβόζη

Οξείδωση συνδετήρων

Αποφλοίωση επισκευαστικού σκυροδέματος – δυσχερής παρακολούθηση εξέλιξης της οξείδωσης οπλισμού

Ρεματογέφυρες στο τμήμα 1.2.1
(Ψηλοράχη – Αγ. Νικόλαος)
Έτος κατασκευής: 1998
Επισκευή με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα

Διάβρωση μεταβατικού επιχώματος και έκθεση θεμελίων σκυροδέματος

Παλιές γέφυρες της Εγνατίας Οδού

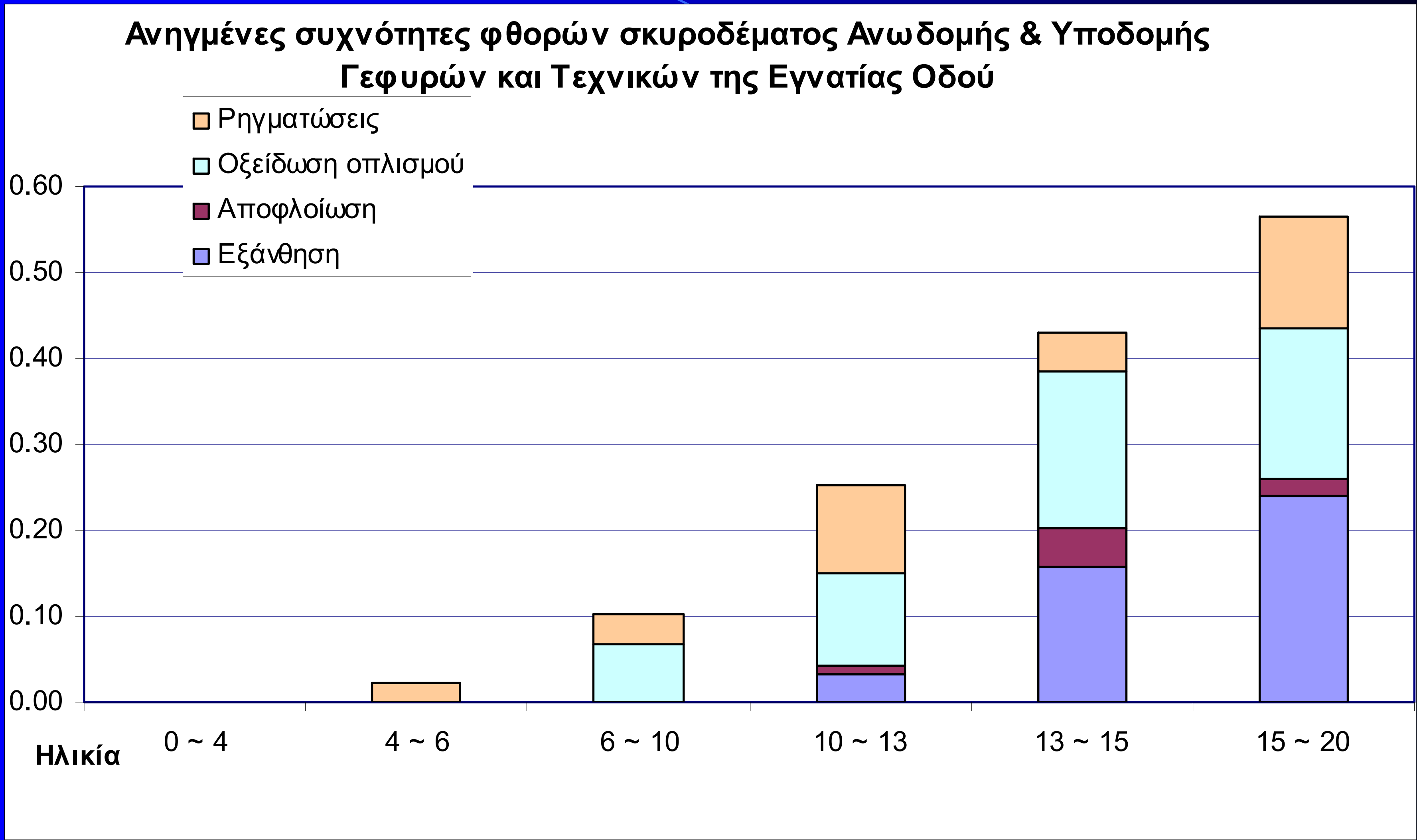
ΑΔ03.16.17 (Ωτίδα ακροβάθρου)

Γέφυρα Στρυμόνα ποταμού

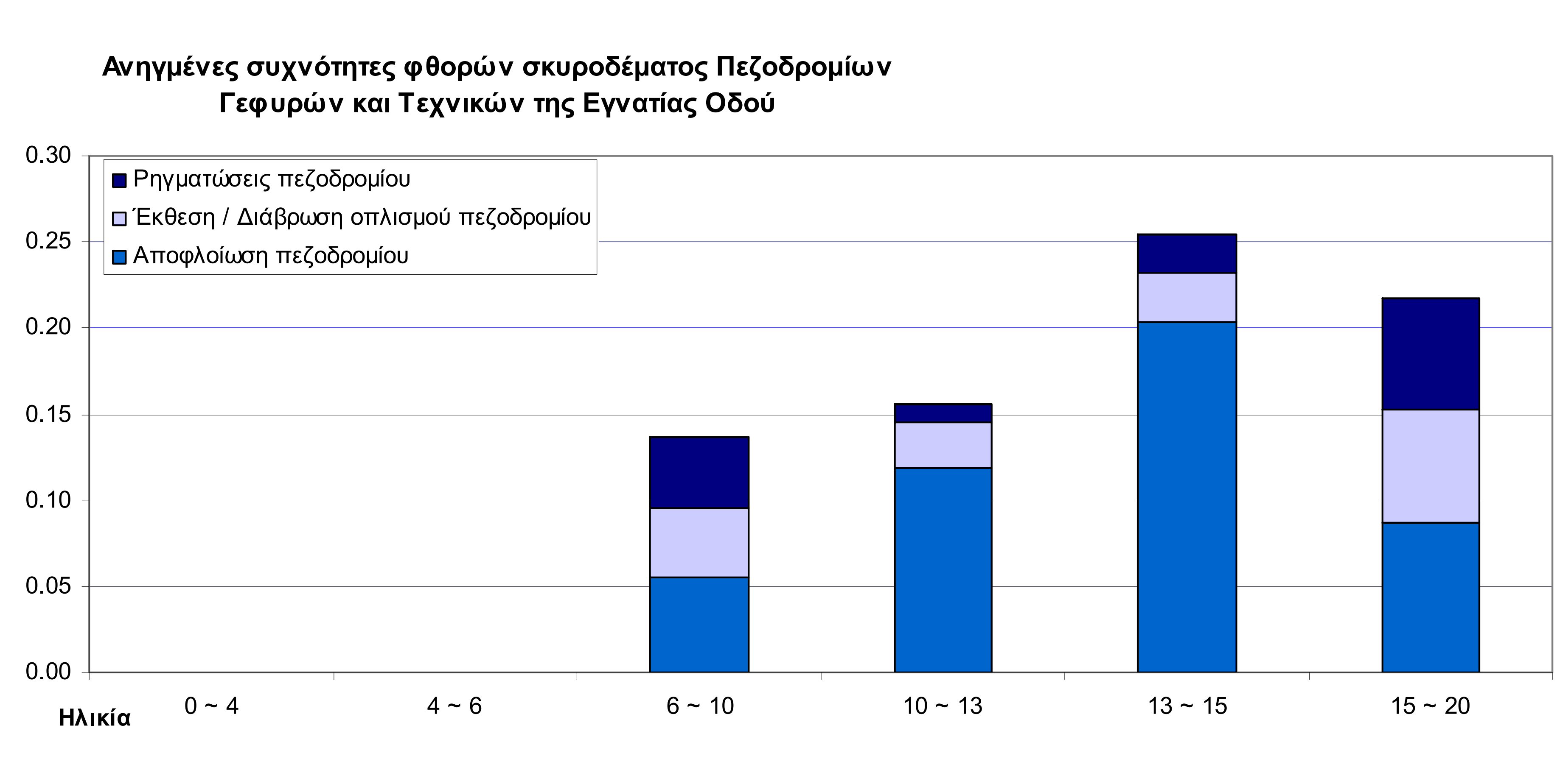
Γέφυρα ΓΕ07.28.27Α Στρυμόνα

Σιδηροδρομική Κάτω Διάβαση
παράκαμψης Κομοτηνής τμήμα 15.1.2 της
Ε.Ο.
Έτος κατασκευής: 1993

Γέφυρα παράκαμψης Κομοτηνής τμήμα
15.1.2 της Ε.Ο.
Έτος κατασκευής: 1993


Ανηγμένες συχνότητες φθορών σκυροδέματος Ανωδομής & Υποδομής Γεφυρών και Τεχνικών της Εγνατίας Οδού
Ρηγματώσεις
Οξείδωση οπλισμού
Αποφλοίωση
Εξάνθηση
0.60
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
Ηλικία
0 ~ 4
4 ~ 6
6 ~ 10
10 ~ 13
13 ~ 15
15 ~ 20

Αποφλοίωση / εκτίναξη σκυροδέματος πεζοδρομίων λόγω οξείδωσης οπλισμών


Ανηγμένες συχνότητες φθορών σκυροδέματος Πεζοδρομίων
Γεφυρών και Τεχνικών της Εγνατίας Οδού
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
Ρηγματώσεις πεζοδρομίου
Έκθεση / Διάβρωση οπλισμού πεζοδρομίου
Αποφλοίωση πεζοδρομίου
Ηλικία
0 ~ 4
4 ~ 6
6 ~ 10
10 ~ 13
13 ~ 15
15 ~ 20

Επισκευή σκυροδέματος πεζοδρομίων


Αφαίρεση σαθρού σκυροδέματος με αεροσυμπιεστή



Εφαρμογή συνδετικής κονίας για ανάπτυξη πρόσφυσης παλαιού και νέου σκυροδέματος

Εφαρμογή υδροαπωθητικού σιλοξανικής επάλειψης

Εφαρμογή συμπολυμερισμένης ρητίνης για πρόσθετη πρόσφυση και μόνωση




Εφαρμογή επισκευαστικού υδροφοβικού κονιάματος

Στεγάνωση αρμών και αποχέτευση ομβρίων διακένου εκτός ακροβάθρου - μεσοβάθρου




Στεγάνωση αρμού

Στεγάνωση αρμών και αποχέτευση ομβρίων διακένου εκτός ακροβάθρου - μεσοβάθρου







Στεγάνωση φρεατίων

Στεγάνωση φρεατίων αποχέτευσης (επανατοποθέτησή τους μετά τη στεγάνωση της περιοχής έδρασης)



Τοποθέτηση νέας στεγανωτικής μεμβράνης από ασφαλτόπανο

Τοποθέτηση νέας στεγανωτικής μεμβράνης από ασφαλτόπανο


Πλήρωση με τσιμεντοκονίαμα έως και λίγο χαμηλότερα από την επιφάνεια κυκλοφορίας

Τοποθέτηση ελαστικών μουφών στερέωσης των αγωγών αποχέτευσης εσωτερικά των κιβωτίων των γεφυρών

1.2 Οπτική Επιθεώρηση Γεφυρών εκτός της Εγνατίας Οδού

ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΠΑΛΑΙΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ

Εκτίναξη σκυροδέματος λόγω οξείδωσης οπλισμού

Γέφυρα ΓΕ06 (Κοζάνη-Λάρισα)
Έτος κατασκευής: 1965
Κάτω παρειά πλάκας

Γέφυρα ΓΕ02 (Τρίκαλα-Καλαμπάκα)
Έτος κατασκευής: 1970
Όψη μεσοβάθρου

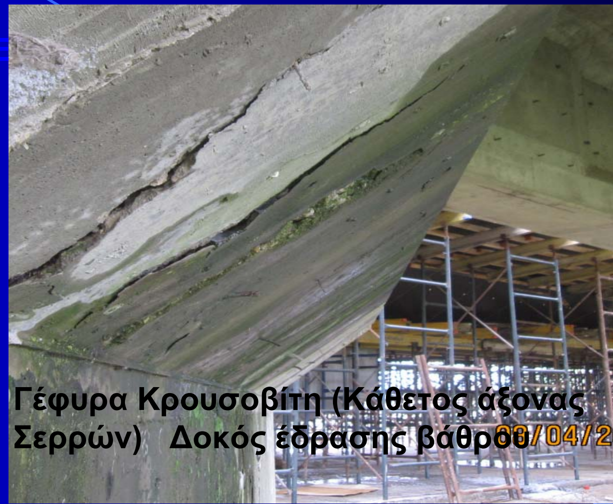
ΑΔ05 (Χαλάστρα-Εύζωνοι)
Έτος κατασκευής: 1972
Όψη μεσοβάθρου

Γέφυρα ΓΕ03.18.19 (ΠΑΘΕ)
Έτος κατασκευής: 1973
Κεφαλόδεσμος μεσοβάθρου

Γέφυρα ΓΕ03.18.19 (ΠΑΘΕ)
Έτος κατασκευής: 1973
Κάτω παρειά δοκού

Γέφυρα ΓΕ03 (Τρίκαλα-Πύλη)
Έτος κατασκευής: 1940
Φορέας

Εκτίναξη σκυροδέματος λόγω οξείδωσης οπλισμού



Γέφυρα Κρουσοβίτη (Κάθετος άξονας Σερρών) Δοκός έδρασης βάθρου

Γέφυρα Κρουσοβίτη (Κάθετος άξονας Σερρών)

Απώλεια έως 25% διατομής ράβδων οπλισμού

Γέφυρα Κρουσοβίτη (Κάθετος άξονας Σερρών)

Έτος κατασκευής: 1985

Όψεις μεσοβάθρων

Ρηγμάτωση σκυροδέματος λόγω οξείδωσης οπλισμού

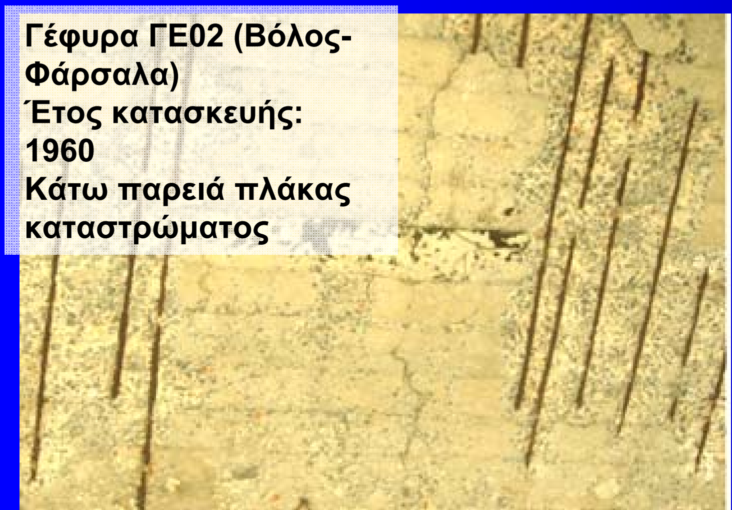

Γέφυρα ΓΕ14 (Λάρισα – Βόλος)
Έτος κατασκευής: 1965
Γωνία - Μεσοβάθρου


Γέφυρα ΓΕ02 (Βόλος-Φάρσαλα)
Έτος κατασκευής: 1960
Στήριξη δοκού


Γέφυρα ΑΔ03 (Βόλος-Φάρσαλα)
Έτος κατασκευής: 1970
Κάτω παρειά φορέα


Γέφυρα ΓΕ14 (Κοζάνη-Λάρισα)
Έτος κατασκευής: 1975
Μεσόβαθρο


Γέφυρα ΓΕ14 (Κοζάνη-Λάρισα)
Έτος κατασκευής: 1975
Μεσόβαθρο


Γέφυρα ΓΕ02 (Βόλος-Φάρσαλα)
Έτος κατασκευής: 1960
Κάτω παρειά πλάκας καταστρώματος


Γέφυρα Αταλάντης (ΠΑΘΕ)
Έτος κατασκευής: 1965
Μεσόβαθρο


Γέφυρα ΓΕ01 (Ομόλιο-Λάρισα)
Έτος κατασκευής: 1975
Κεφαλόδεσμος μεσοβάθρου

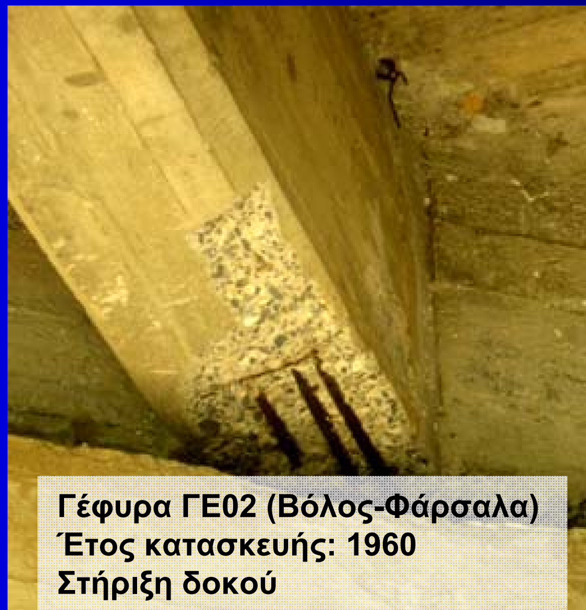
Αποφλοίωση σκυροδέματος

Γέφυρα ΓΕ02 (Βόλος-Φάρσαλα)
Έτος κατασκευής: 1960
Κάτω παρειά πλάκας φορέα

Γέφυρα ΓΕ03 (Φάρσαλα-Καρδίτσα)
Έτος κατασκευής: 1990
Όψη ακροβάθρου

Γέφυρα ΓΕ01 (Κοζάνη-Λάρισα)
Έτος κατασκευής: 1980
Κάτω παρειά πεζοδρομίου και κεφαλόδεσμου μεσοβάθρου

Γέφυρα ΓΕ04.15.16 (ΕΟ)
Έτος κατασκευής: 1980
Πλάγια όψη πεζοδρομίου



Γέφυρα ΓΕ02 (Βόλος-Φάρσαλα)
Έτος κατασκευής: 1960
Στήριξη δοκού

Εξάνθηση σκυροδέματος

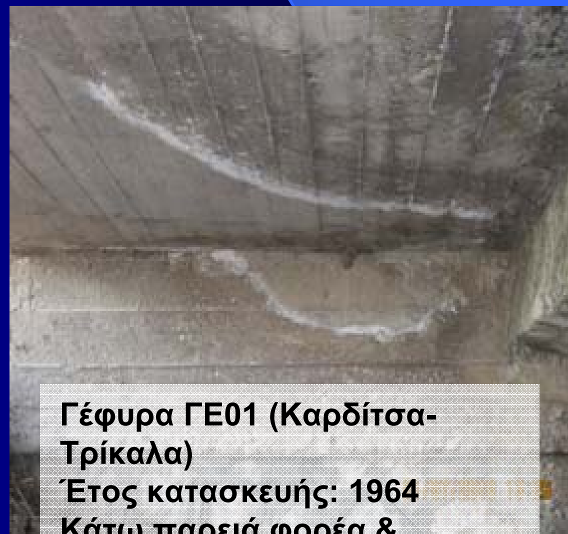
Γέφυρα ΓΕ14 (Λάρισα- Βόλος)
Έτος κατασκευής: 1959
Κάτω παρειά δοκού

Γέφυρα ΓΕ01 (Βόλος-Φάρσαλα)
Έτος κατασκευής: 1990
Οπή αποχέτευσης (κάτω παρειά φορέα)

Γέφυρα ΓΕ08 (Λάρισα -Βόλος)
Έτος κατασκευής: 1990
Ακρόβαθρο

Γέφυρα ΓΕ14 (Κοζάνη-Λάρισα)
Έτος κατασκευής: 1975
Όψη μεσοβάθρου

Γέφυρα ΓΕ03 (Τρίκαλα-Καλαμπάκα)
Έτος κατασκευής: 1970
Κάτω παρειά φορέα



Γέφυρα ΓΕ01 (Καρδίτσα-Τρίκαλα)
Έτος κατασκευής: 1964
Κάτω παρειά φορέα & κεφαλόδεσμος ακροβάθρου

Οξείδωση οπλισμού

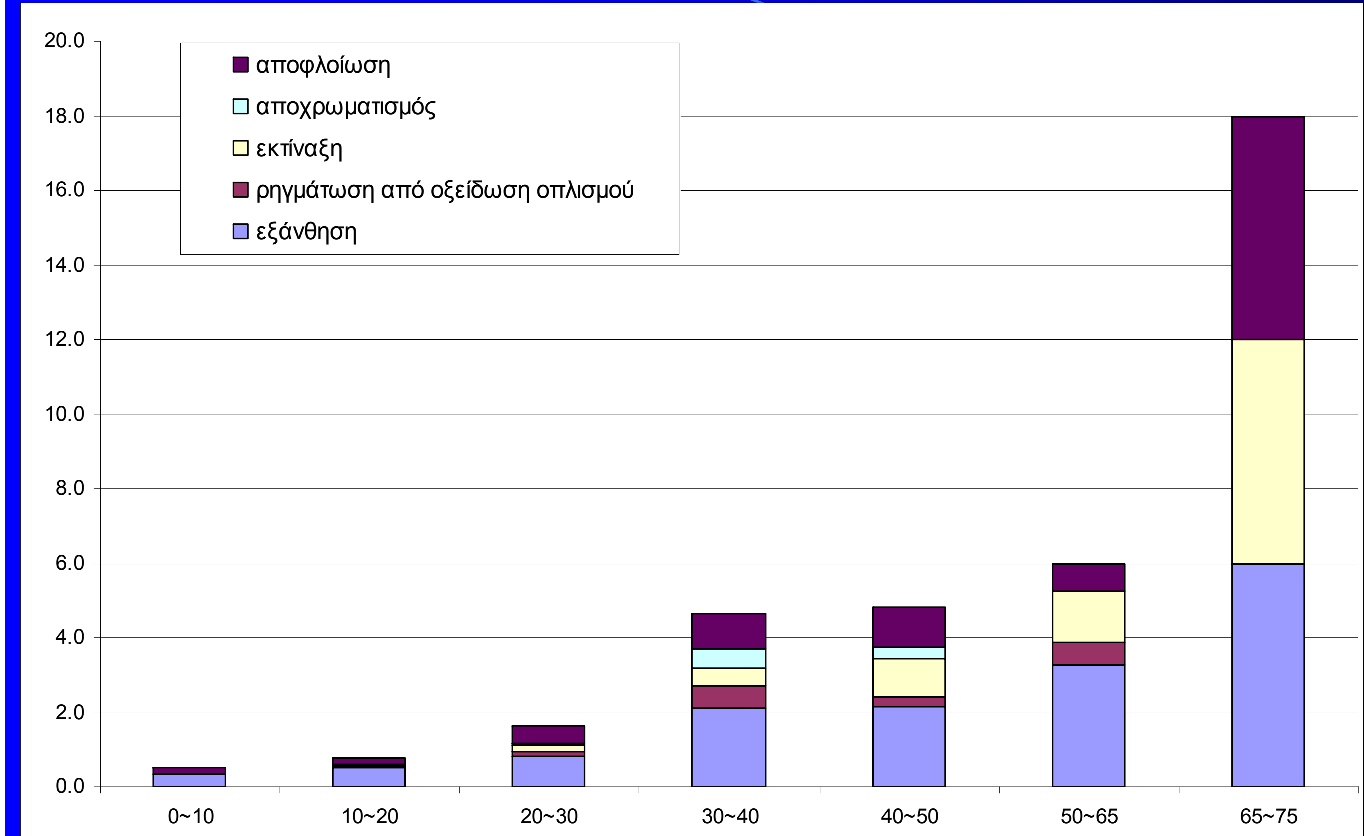
Γέφυρα ΓΕ05 (Παλ. Εθν. Οδός Λάρισ
Κατερίνης) Έτος κατασκευής: 1965
Κάτω παρειά πλάκας καταστρώματ

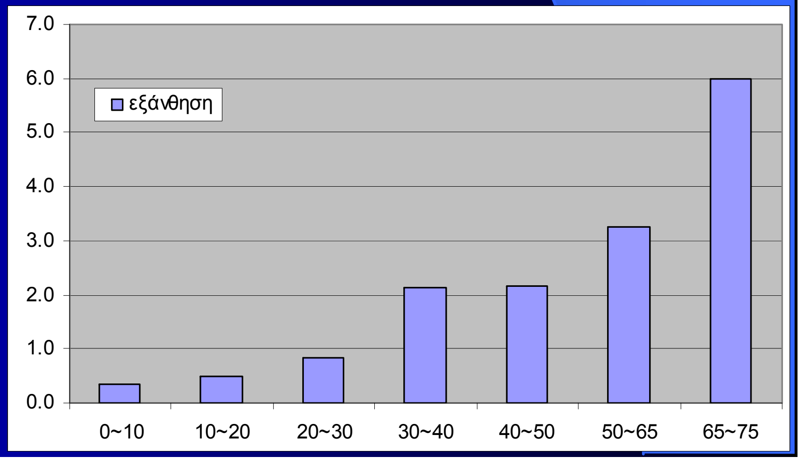
ΚΔ03 (Παλ. Εθν. Οδός Λάρισας -
Κατερίνης) Έτος κατασκευής: 1965
Κάτω παρειά πλάκας Φορέα

Γέφυρα ΓΕ02 (Βόλος-Φάρσαλα)
Έτος κατασκευής: 1960
Ακραία περιοχή πλάκας
καταστρώματος

Γέφυρα ΓΕ05 (Παλ/ εθν. Οδός Κατερ-
Βόλου). Έτος κατασκευής: 1970
(κάτω παρειά πλάκας καταστρώματος)

Γέφυρα ΓΕ03 (Τρίκαλα-Πύλη)
Έτος κατασκευής: 1935
Κάτω παρειά άνω πέλματος





Κατανομή αναγνωρισμένης φθοράς ανά ηλικιακή ομάδα επιθεωρημένων γεφυρών (Σε δείγμα 240 γεφυρών)

ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

ΓΕΦΥΡΑΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

ΒΑΣΕΙ ΤΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΤΗΣ

Βαθμολογία Κατάστασης 4





- Δομικά στοιχεία από σκυρόδεμα που δεν παρουσιάζουν επιφανειακές φθορές οποιουδήποτε τύπου

Δομικά στοιχεία από σκυρόδεμα που παρουσιάζουν επιφανειακές φθορές που δεν επηρεάζουν την ανθεκτικότητά τους στον χρόνο

(π.χ. Τριχοειδείς ρωγμές συρρίκνωσης σε περιοχές που δεν εκτίθενται σε μόνιμη διαβροχή)

Απαιτούμενες ενέργειες Συντήρησης

- Καμμία ενέργεια συντήρησης

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΝΕΤΑΙ:

Βαφή ή συντήρηση της προστατευτικής βαφής σκυροδέματος

Στεγάνωση φρεατίων, σωλήνων αποχέτευσης καταστρώματος

Στεγάνωση διακένου αρμού και αποχέτευσή του εκτός ακροβάθρων

Βαθμολογία Κατάστασης 3







- **Δομικά στοιχεία από σκυρόδεμα που παρουσιάζουν φθορές από φυσικές- ηλεκτροχημικές αιτίες οποιουδήποτε τύπου, σε έκταση και ένταση που επηρεάζουν την ανθεκτικότητά τους στον χρόνο αλλά δεν απομειώνουν τη φέρουσα ικανότητά τους.**

Καμμία ενέργεια συντήρησης

Απαιτούμενες ενέργειες Συντήρησης

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΝΕΤΑΙ:

Απομάκρυνση διαβρωμένου σκυροδέματος/καθαρισμός προϊόντων οξείδωσης οπλισμού.

Προστατευτική βαφή οπλισμών με αναστολέα διάβρωσης

Επάλειψη με αναστολέα διάβρωσης των επιφανειών σκυροδέματος

Κονιάματα τελικής επένδυσης στεγανά – υδρο-απωθητικά ή υδροφοβισμός τελικών επενδυμένων επιφανειών.

ΕΠΙΠΛΕΟΝ

Στεγάνωση φρεατίων, σωλήνων αποχέτευσης καταστρώματος

Στεγάνωση διακένου αρμού και αποχέτευσή του εκτός ακροβάθρων

Βαθμολογία Κατάστασης 2

Απώλεια διατομής σκυροδέματος

Αποδιοργάνωση περιοχής έδρασης σκυροδέματος

Απώλεια διατομής οπλισμού εφελκυόμενου πέλματος τοξωτού φορέα

Θραύση οπλισμού προέντασης

Απώλεια διατομής σκυροδέματος

- Δομικό στοιχείο από σκυρόδεμα που παρουσιάζει φθορές από φυσικές- ηλεκτροχημικές αιτίες οποιουδήποτε τύπου, σε έκταση και ένταση που επηρεάζουν την ανθεκτικότητά του στον χρόνο και φαίνεται να απομειώνουν σημαντικά τη φέρουσα ικανότητά του (σημαντική απώλεια διατομής σκυροδέματος – χάλυβα οπλισμού)

Απομάκρυνση διαβρωμένου σκυροδέματος/καθαρισμός προϊόντων οξείδωσης οπλισμού (Υποστύλωση δομικών στοιχείων μπορεί να απαιτείται).

Αποκατάσταση διατομής απολεσθέντος οπλισμού.

Προστατευτική βαφή οπλισμών με αναστολέα διάβρωσης

Επάλειψη με αναστολέα διάβρωσης των επιφανειών σκυροδέματος

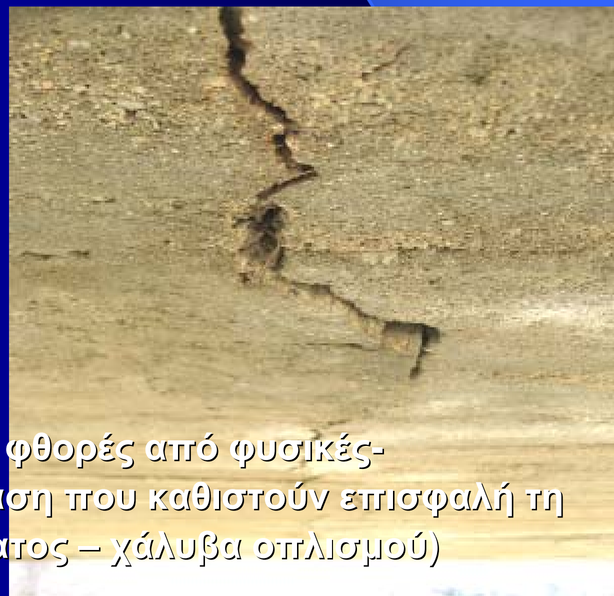
Κονιάματα τελικής επένδυσης στεγανά – υδρο-απωθητικά ή υδροφοβισμός τελικών επενδυμένων επιφανειών.

Άλλες διατάξεις/ μέθοδοι (π.χ. επαναλκαλιοποίηση, καθοδική προστασία, θυσιαζόμενα ανώδια ψευδαργύρου) δύναται να εξετασθούν

ΕΠΙΠΛΕΟΝ

Στεγάνωση φρεατίων, σωλήνων αποχέτευσης καταστρώματος

Κατηγορία 1



•Δομικό στοιχείο από σκυρόδεμα που παρουσιάζει εκτεταμένες φθορές από φυσικές-ηλεκτροχημικές αιτίες οποιουδήποτε τύπου, σε έκταση και ένταση που καθιστούν επισφαλή τη δομική του λειτουργία (σημαντική απώλεια διατομής σκυροδέματος – χάλυβα οπλισμού)

ΑΜΕΣΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ

Κλείσιμο της γέφυρας ή/και

Μελέτη και εφαρμογή Υποστύλωσης της γέφυρας

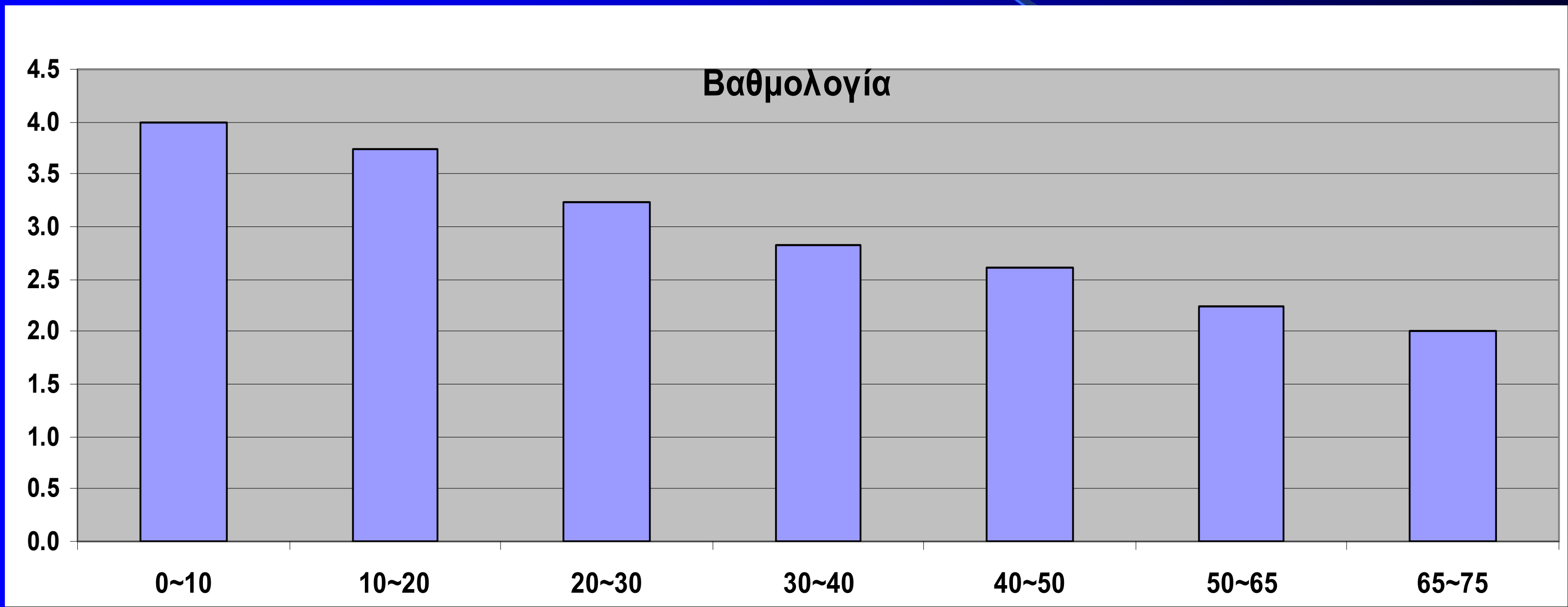
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΕΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ

Σε βάθος αναλυτική/πειραματική αξιολόγηση

ΑΝΑΛΟΓΩΣ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Μελέτη και εφαρμογή ενίσχυσης και αποκατάστασης της σοβαρά φθαρμένης γέφυρας

Μελέτη και εφαρμογή Αντικατάστασης (τμηματικής ή συνολικής) της γέφυρας

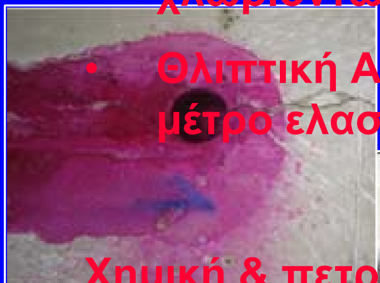

Βαθμολογία
4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
0~10
10~20
20~30
30~40
40~50
50~65
65~75

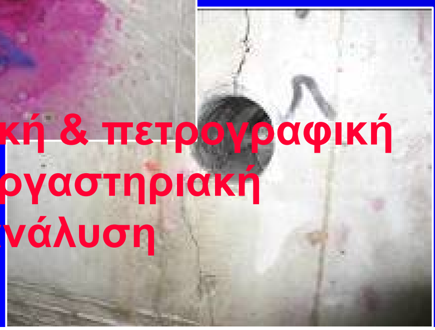
2. Ενόργανοι Έλεγχοι Σκυροδέματος Γεφυρών

ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

ΜΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

Οι καταστροφικοί και μη καταστροφικοί έλεγχοι πραγματοποιούνται με χρήση ειδικού εξοπλισμού προκειμένου να προσδιορισθούν πειραματικά οι μηχανικές και ηλεκτροχημικές ιδιότητες των υφιστάμενων κατασκευών, σε αντοχή, ελαστικότητα, ειδική αντίσταση, πιθανή διάβρωση χάλυβα.

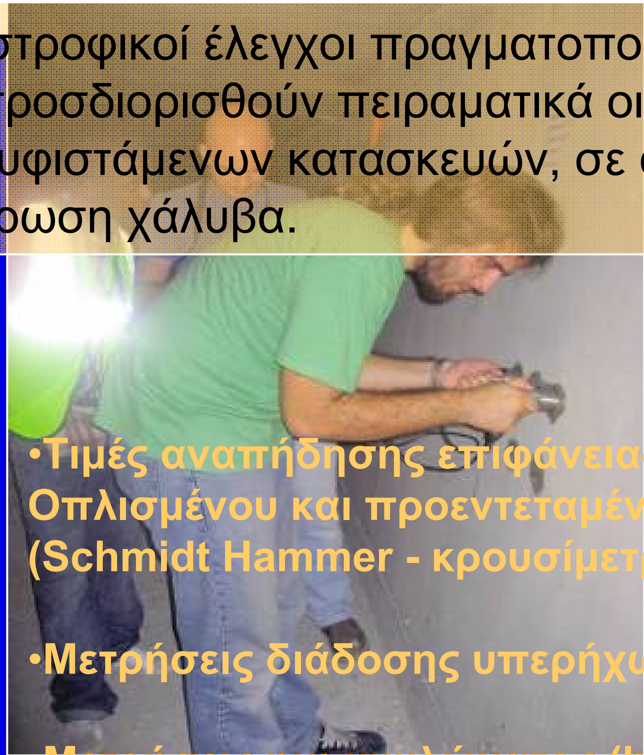


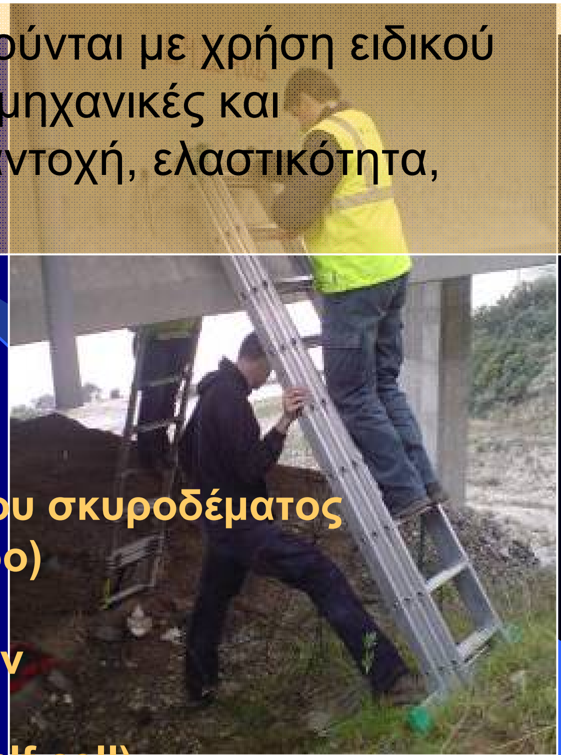


Πυρηνοληψία για:

- Έλεγχο ενανθράκωσης
- Έλεγχο συγκέντρωσης χλωριόντων
- Θλιπτική Αντοχή & μέτρο ελαστικότητας

Χημική & πετρογραφική εργαστηριακή ανάλυση





•Τιμές αναπήδησης επιφάνειας Οπλισμένου και προεντεταμένου σκυροδέματος (Schmidt Hammer - κρουσίμετρο)

•Μετρήσεις διάδοσης υπερήχων

•Μετρήσεις ημι-κυκλώματος (half cell)

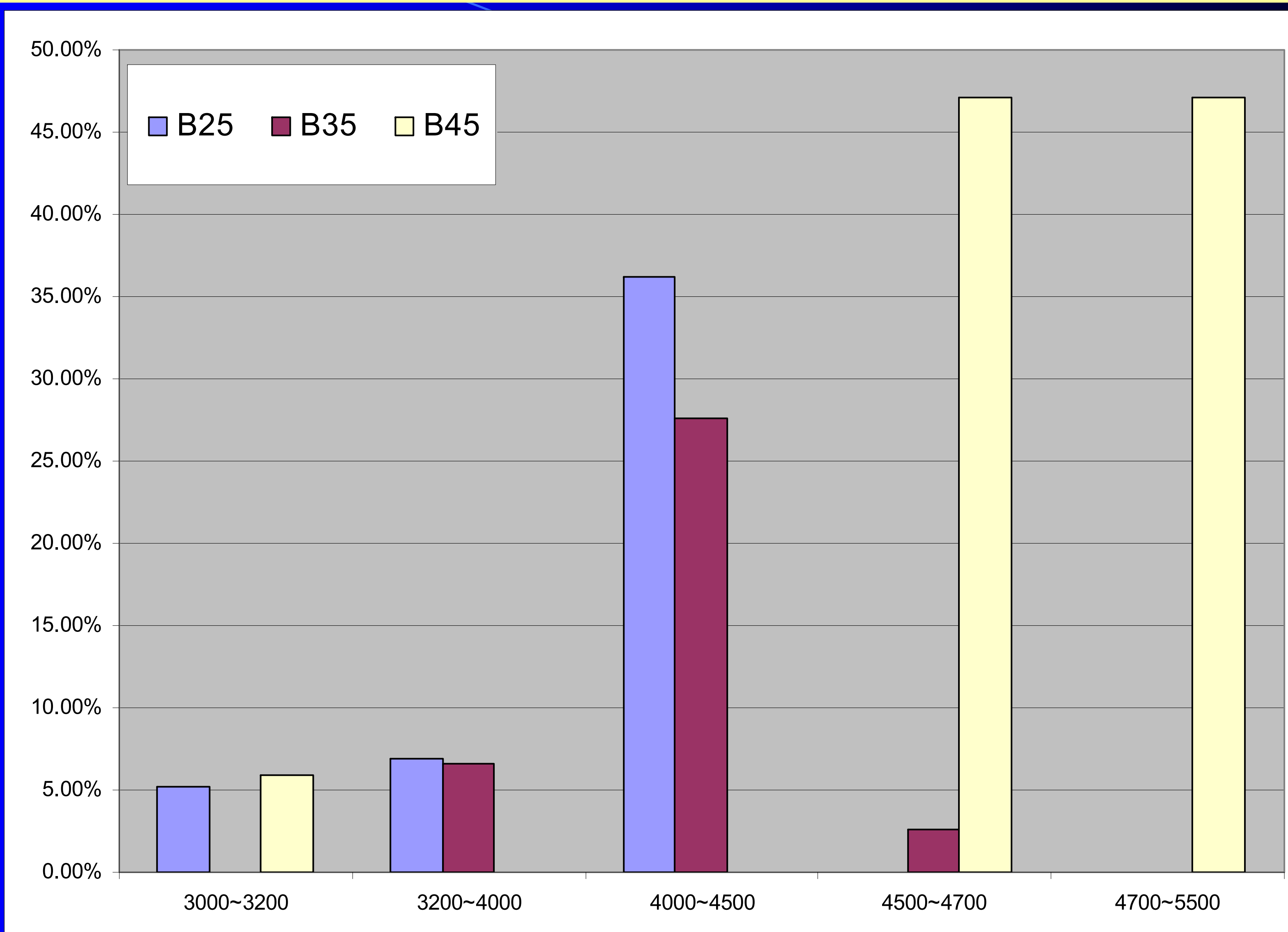
•Ανίχνευση οπλισμού και μέτρηση επικάλυψης σκυροδέματος

2.1 Μη καταστροφικός έλεγχος Μέτρησης ταχύτητας διάδοσης υπερήχων σκυροδέματος

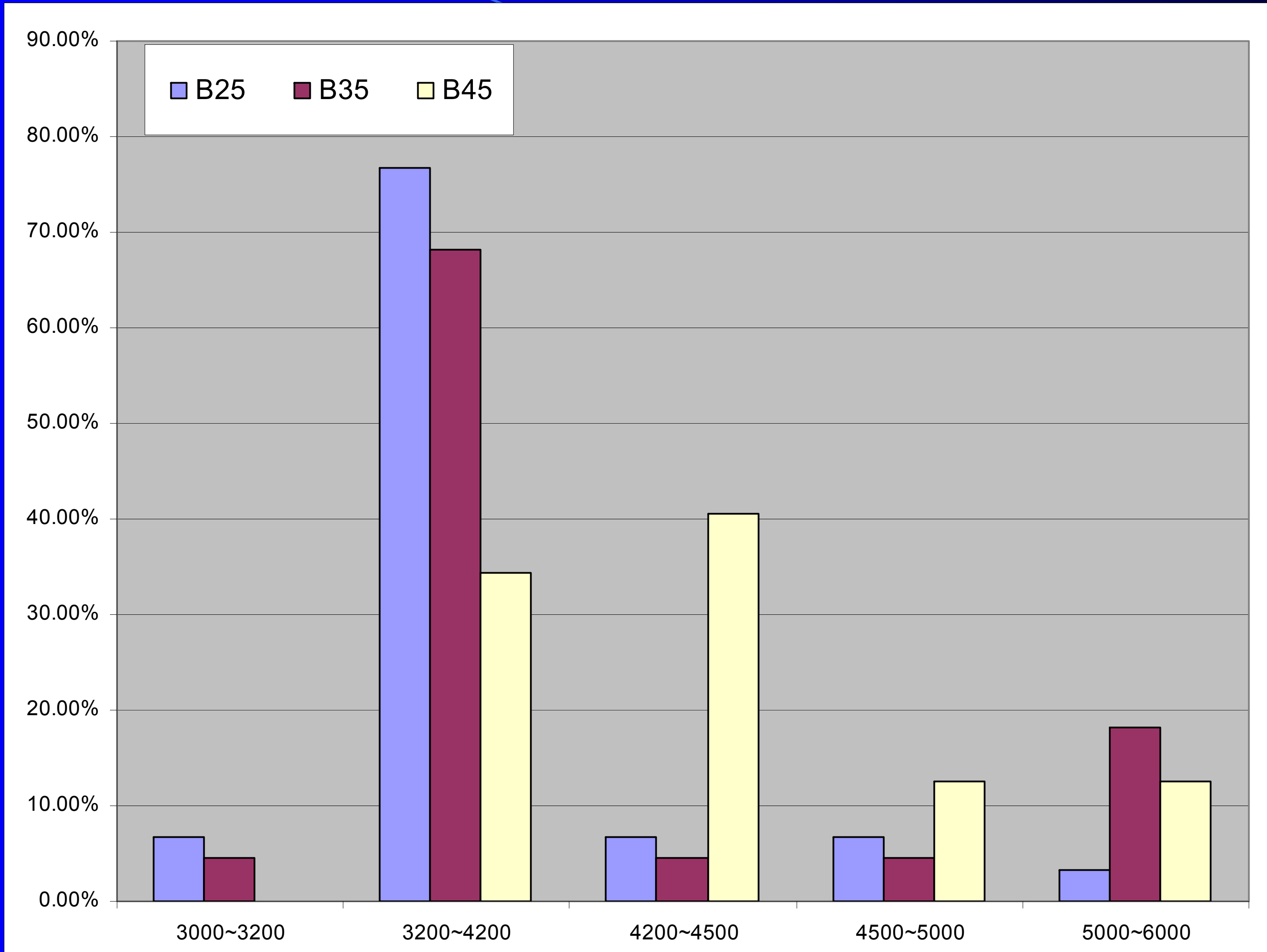
Απομάκρυνση βαφής και αποσαθρωμένου σκυροδέματος

Μετρήσεις επιφανειακής ταχύτητας διάδοσης (surface velocity)

Μετρήσεις απ'ευθείας ταχύτητας διάδοσης (direct)

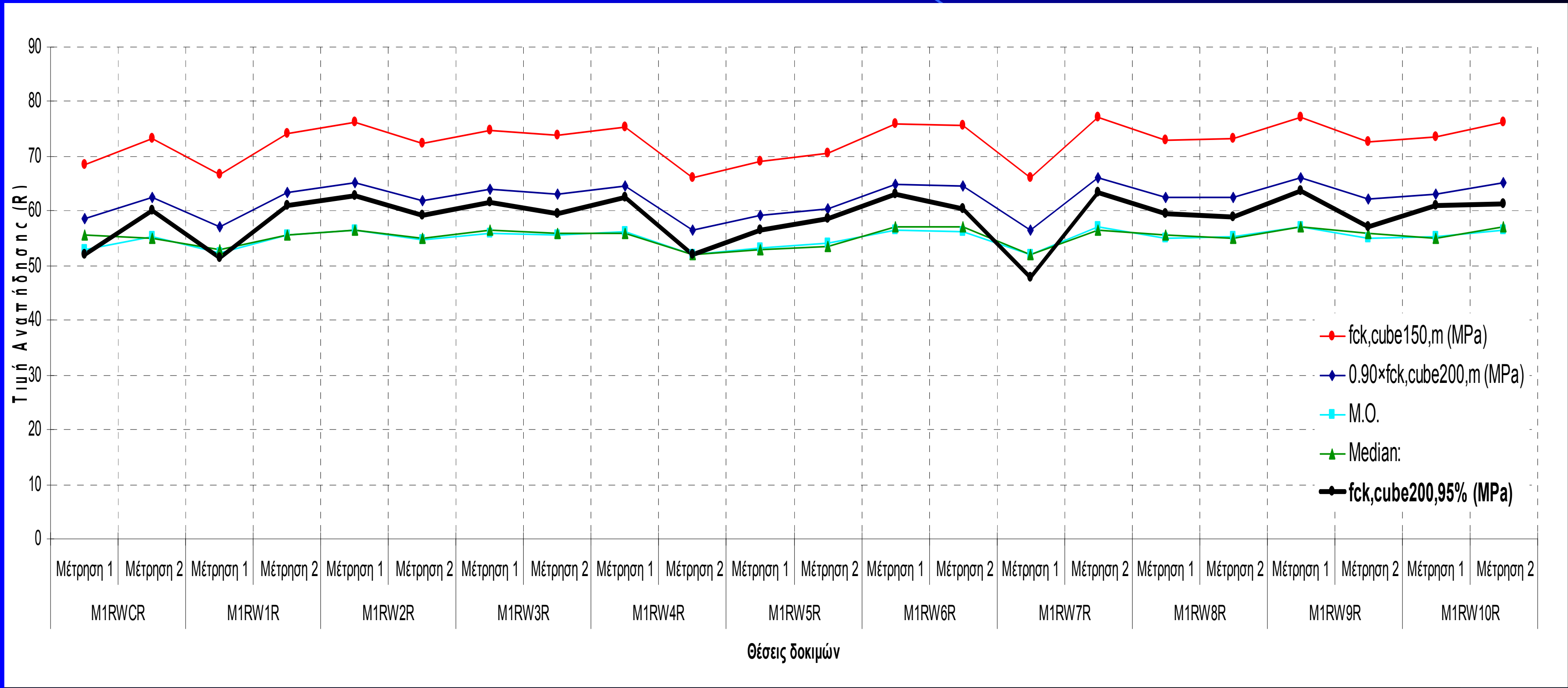


Κατανομή της μετρηθείσας τιμής ταχύτητας υπερήχων (direct) αναλόγως της αντοχής σχεδιασμού του σκυρόδεματος



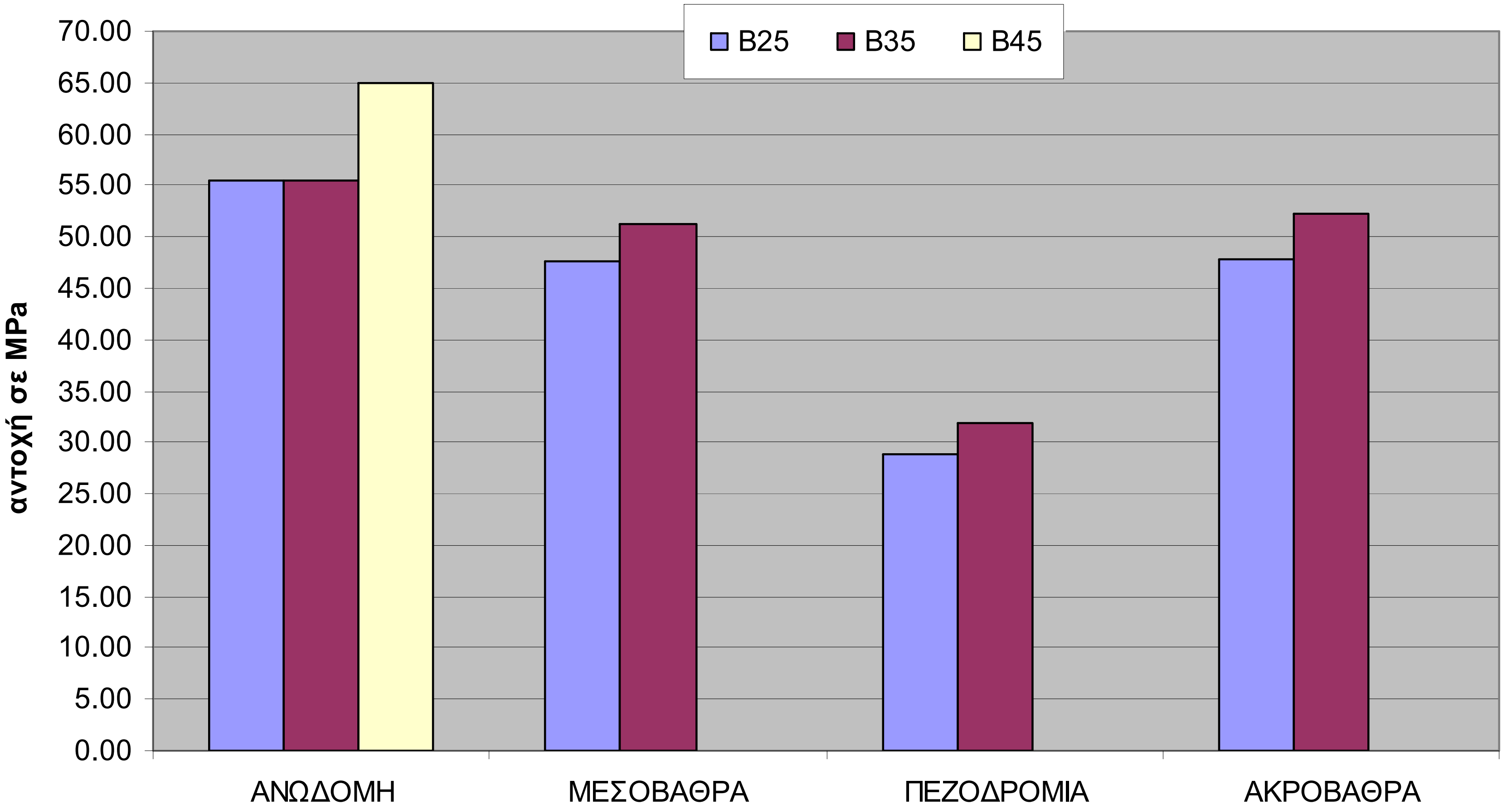
Κατανομή της μετρηθείσας τιμής ταχύτητας υπερήχων (surface)
αναλόγως της αντοχής σχεδιασμού του σκυρόδεματος

2.2 Μη καταστροφικός έλεγχος Μέτρησης επιφανειακής σκληρότητας σκυροδέματος με κρουσίμετρο



Πυκνή μέτρηση (π.χ. 4 δεκάδες ανά σπόνδυλο) σε 86 γέφυρες της Εγνατίας Οδού

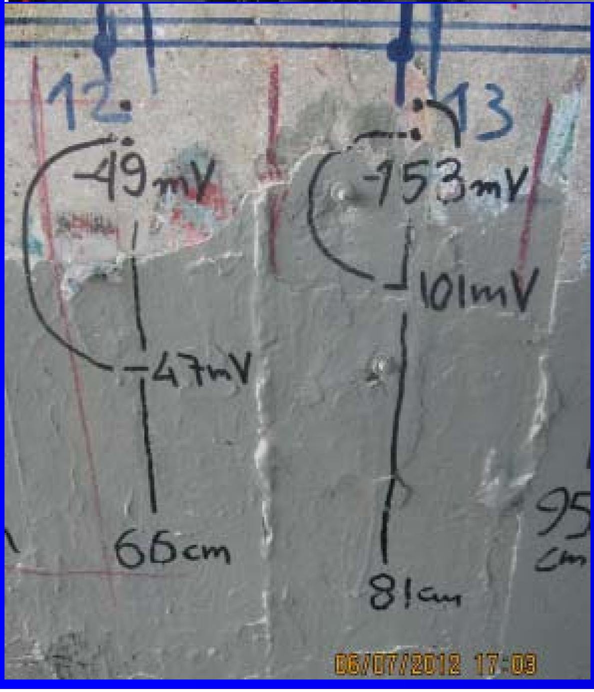
Μέσοι όροι εκτίμησης αντοχής βάσει της κρουσιμέτρησης ανά κατηγορία σκυροδέματος σχεδιασμού (ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ)



Μετρήσεις σε 86 γέφυρες της Εγνατίας Οδού

2.3 Καταστροφικός έλεγχος μέτρησης ηλεκτρικού δυναμικού σε παλιές γέφυρες και κατασκευές

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ (HALF-CELL MEASURMENTS) ΣΤΗ ΓΕΦΥΡΑ Α/Κ ΑΤΑΛΑΝΤΗΣ ΤΟΥ Π.Α.Θ.Ε.



ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ (HALF-CELL MEASURMENTS) ΣΤΟΝ ΠΑΛΑΙΟ ΚΛΑΔΟ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΡΟΥΣΟΒΙΤΗ ΣΤΟΝ ΚΑΘΕΤΟ ΑΞΟΝΑ ΣΕΡΡΩΝ - ΠΡΟΜΑΧΩΝΑ

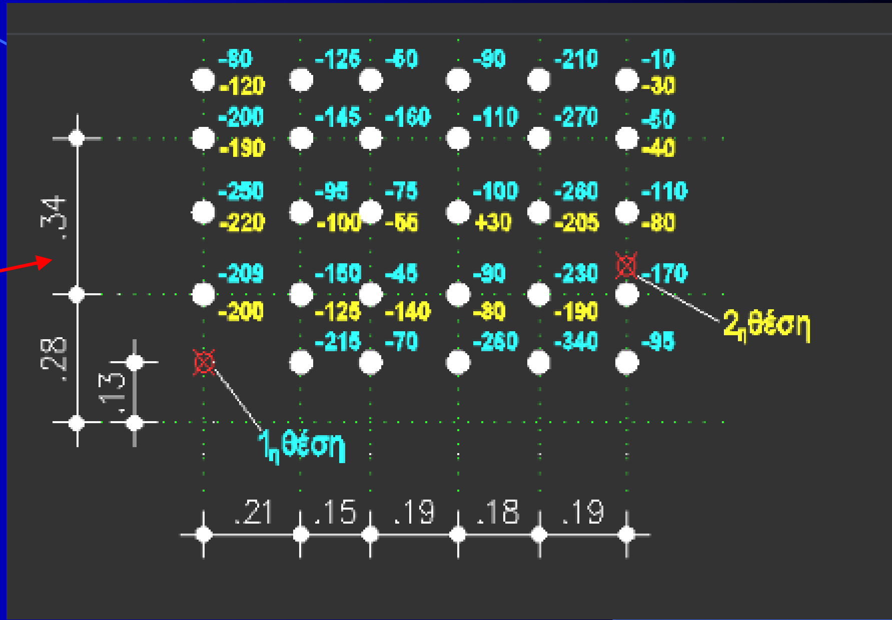
ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΑΠΟΨΗ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ

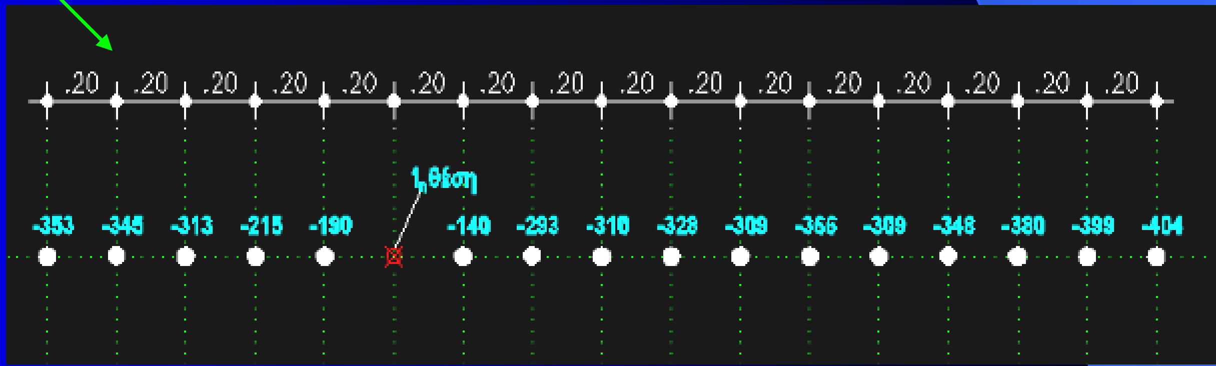
ΑΚΡΟΒΑΘΡΟ ΔΑ2

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ ΔΜ1

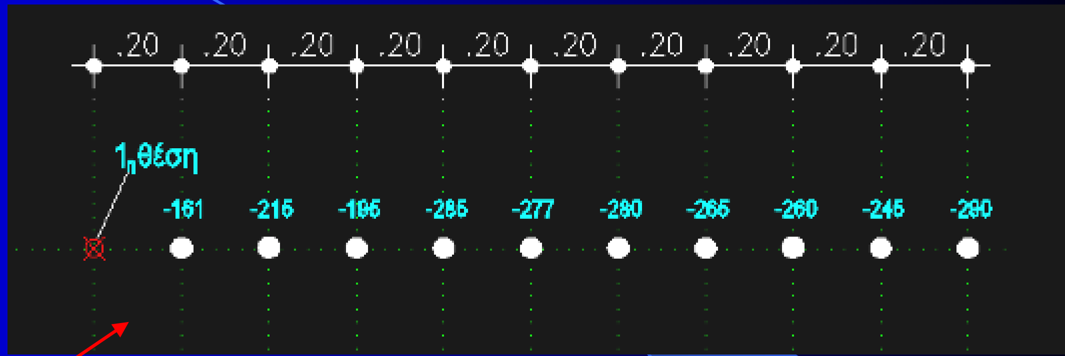
ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ ΔΜ2


ΜΕΤΡΗΣΗ Α' ΚΑΙ Β'
ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ Μ2.1
08/04/2013 13:2

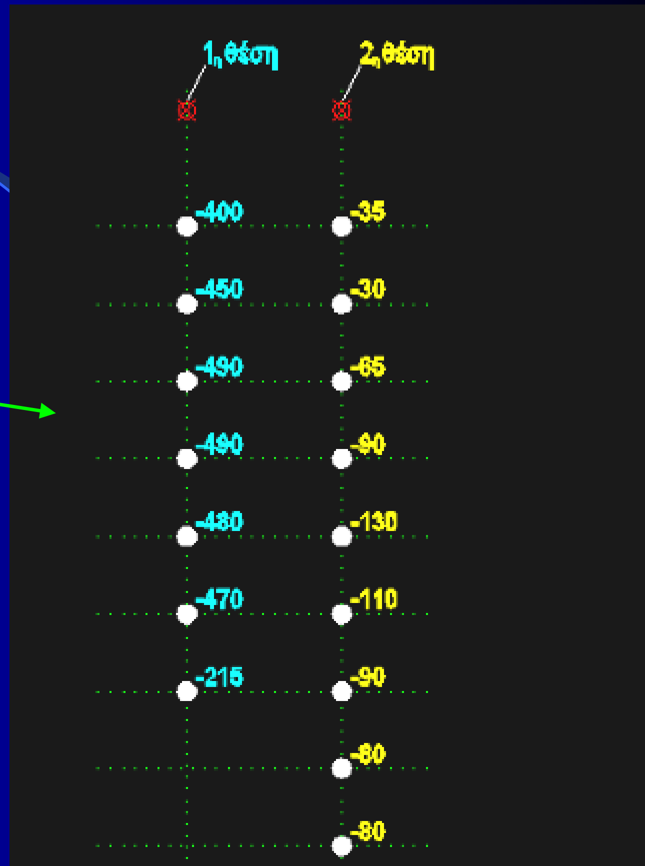

-80 -126 -60 -90 -210 -10
-120 -30
-200 -145 -160 -110 -270 -50
-190 -40
-250 -95 -75 -100 -260 -110
-220 -100 -66 +30 -205 -80
-209 -150 -45 -90 -230 -170
-200 -125 -140 -80 -190
-215 -70 -260 -340 -95
2η θέση
1η θέση
.34
.28
.13
.21 .15 .19 .18 .19


.20 .20 .20 .20 .20 .20 .20 .20 .20 .20 .20 .20 .20 .20 .20 .20
1η θέση
-353 -345 -313 -215 -190 -140 -293 -310 -328 -309 -366 -309 -348 -380 -399 -404


ΜΕΤΡΗΣΗ Γ’
ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ Μ2.1
08/04/2013 13:29

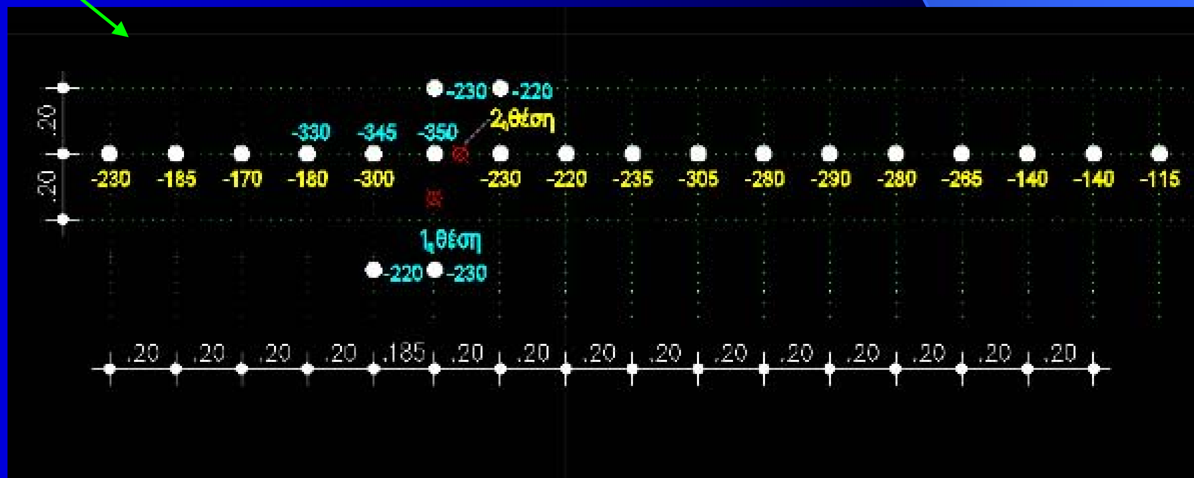

.20 .20 .20 .20 .20 .20 .20 .20 .20 .20
1η θέση
-161 -216 -196 -285 -277 -280 -265 -260 -245 -290


ΜΕΤΡΗΣΗ Δ’
ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ Μ2.2


1η θέση
2η θέση
-400
-450
-490
-490
-480
-470
-215
-35
-30
-65
-90
-130
-110
-90
-80
-80

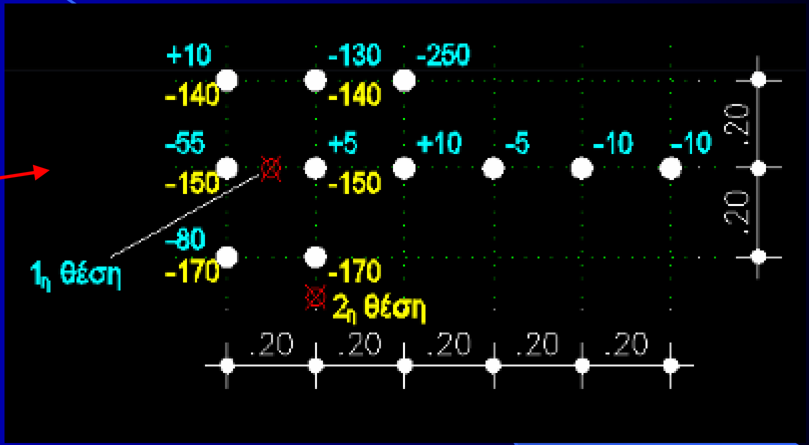
ΜΕΤΡΗΣΗ Ε

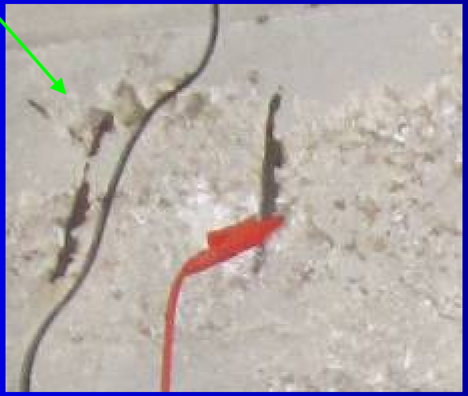
ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ Μ3.1



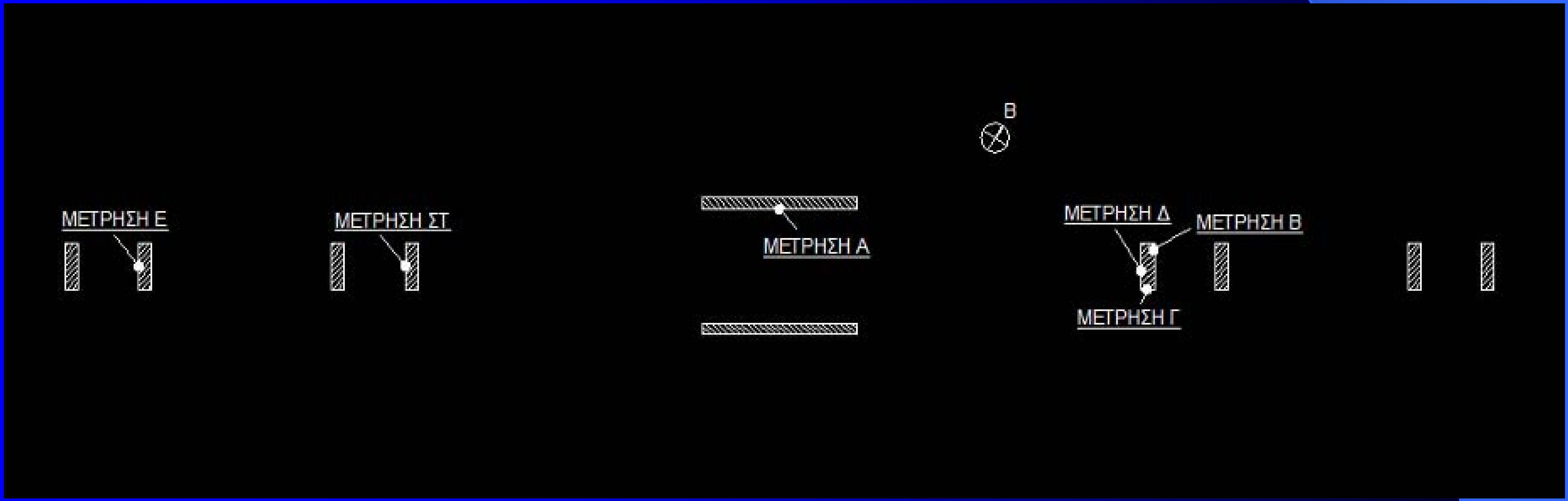
ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΤ'

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΚΡΑΙΑ ΔΟΚΟΣ ΣΤΟ ΑΝΟΙΓΜΑ Μ2-Μ3



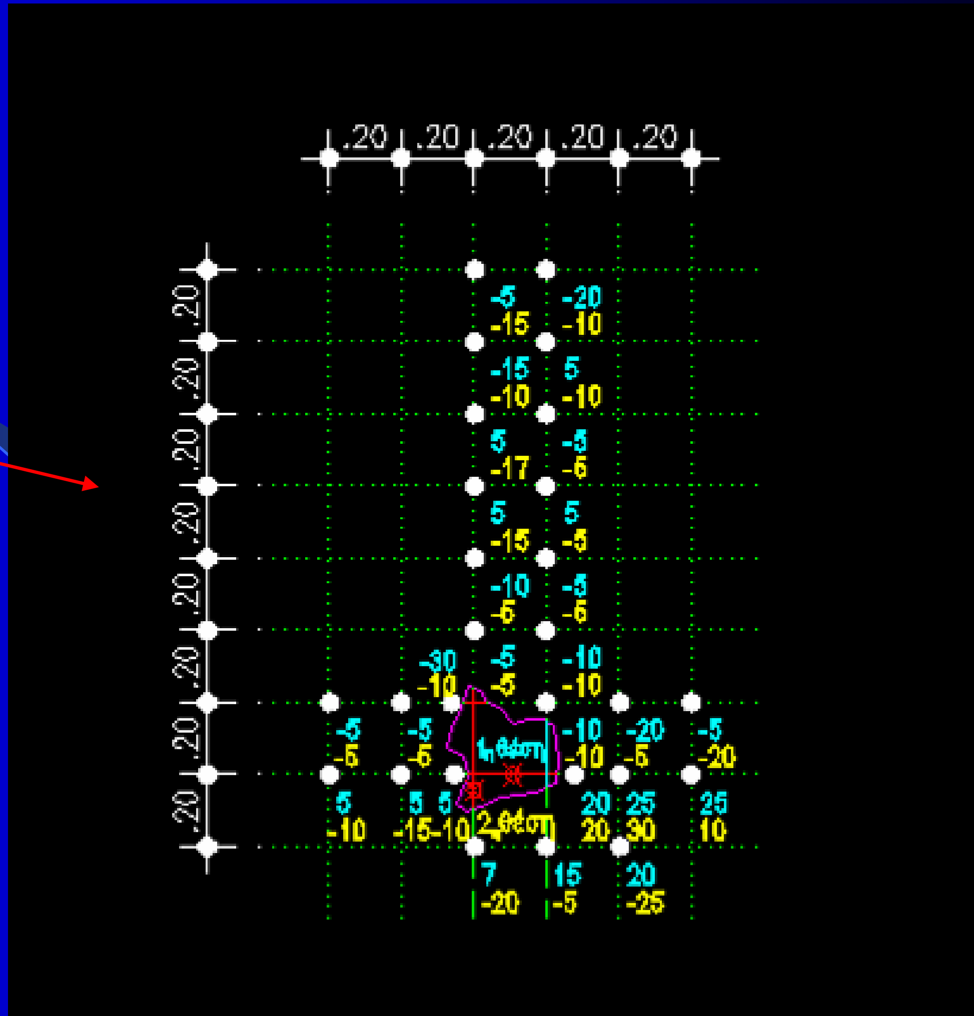


ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ (HALF-CELL MEASUREMENTS) ΣΤΟΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΣΤΑΘΜΟ ΔΙΟΔΙΩΝ ΕΥΖΩΝΩΝ



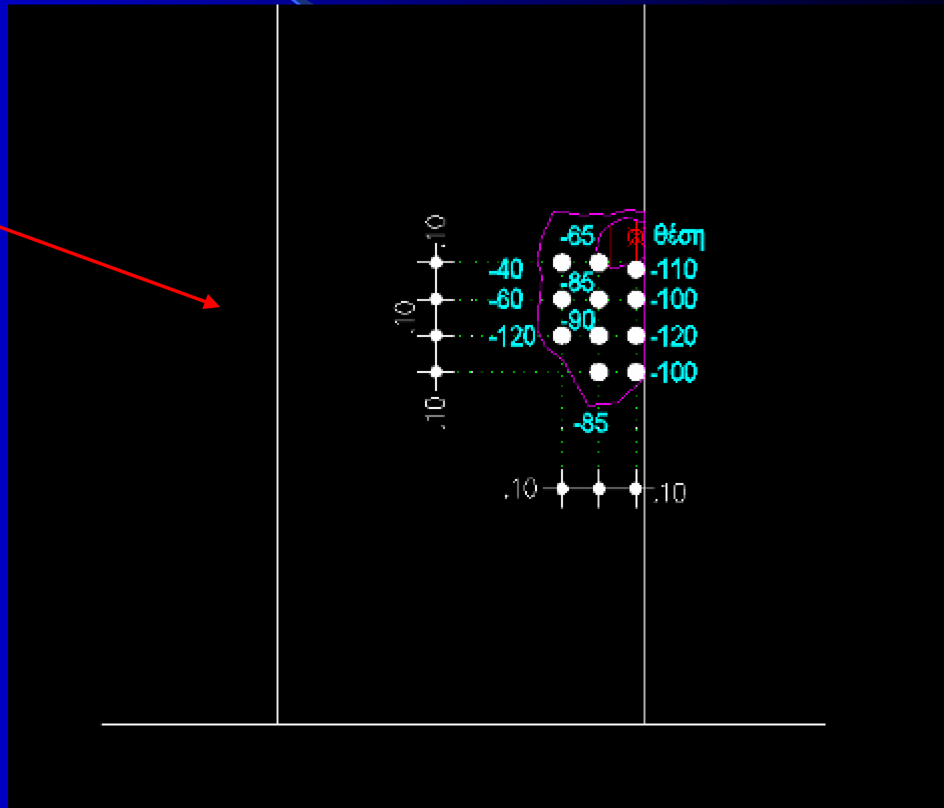
ΜΕΤΡΗΣΗ Α’

ΤΟΙΧΩΜΑ ΟΡΟΦΟΥ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΣΤΑΘΜΟΥ ΔΙΟΔΙΩΝ ΕΥΖΩΝΩΝ



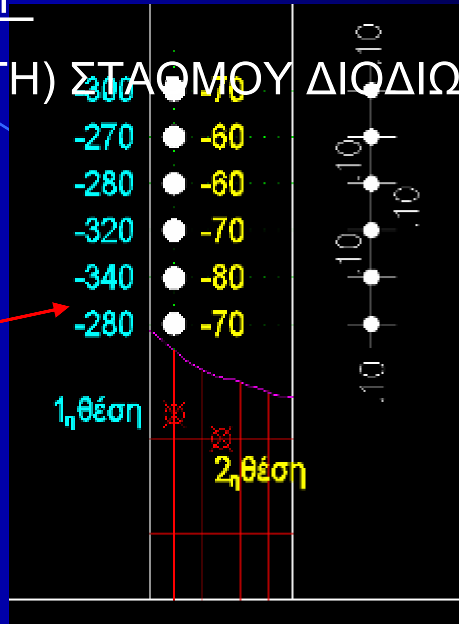
<u>ΜΕΤΡΗΣΗ Β'</u>

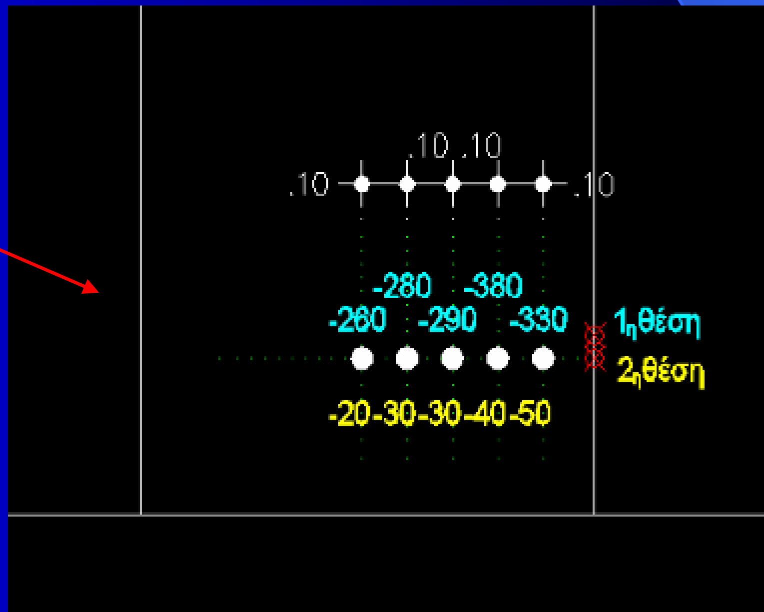
...ΜΑ ΘΑΛΑΜΟΥ ΕΙΣΠΡΑΚΤΟΡΑ (BOOTH) ΣΤΑΘΜΟΥ ΔΙΟΔΙΩΝ ΕΥΖΩΝΩΝ



ΜΕΤΡΗΣΗ Γ'

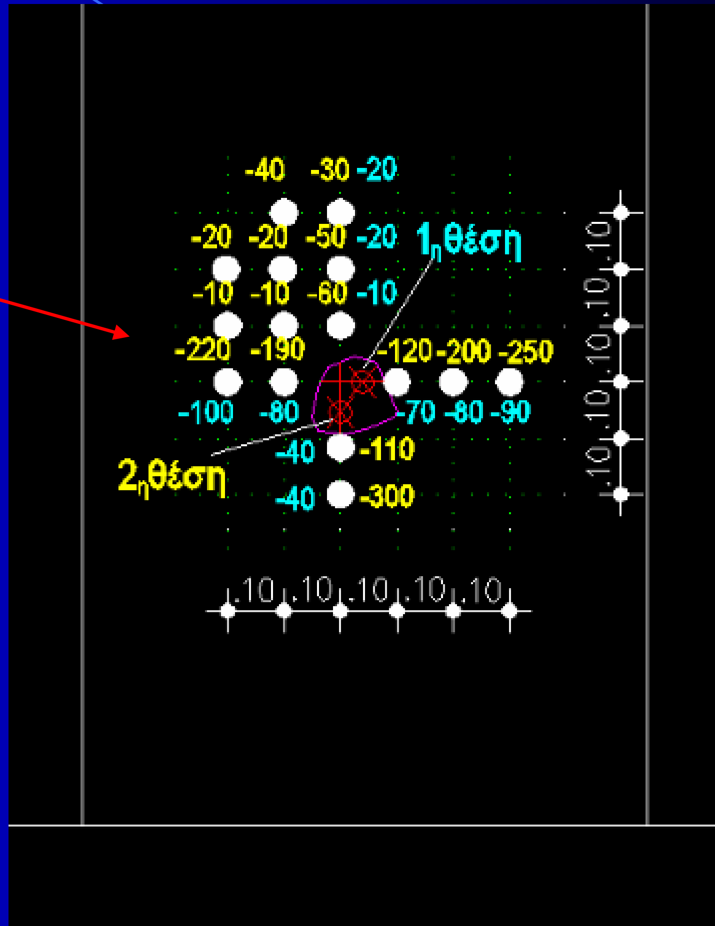
ΤΟΙΧΩΜΑ ΘΑΛΑΜΟΥ ΕΙΣΠΡΑΚΤΟΡΑ (BOOTH) ΣΤΑΘΜΟΥ ΔΙΟΔΙΩΝ ΕΥΖΩΝΩΝ





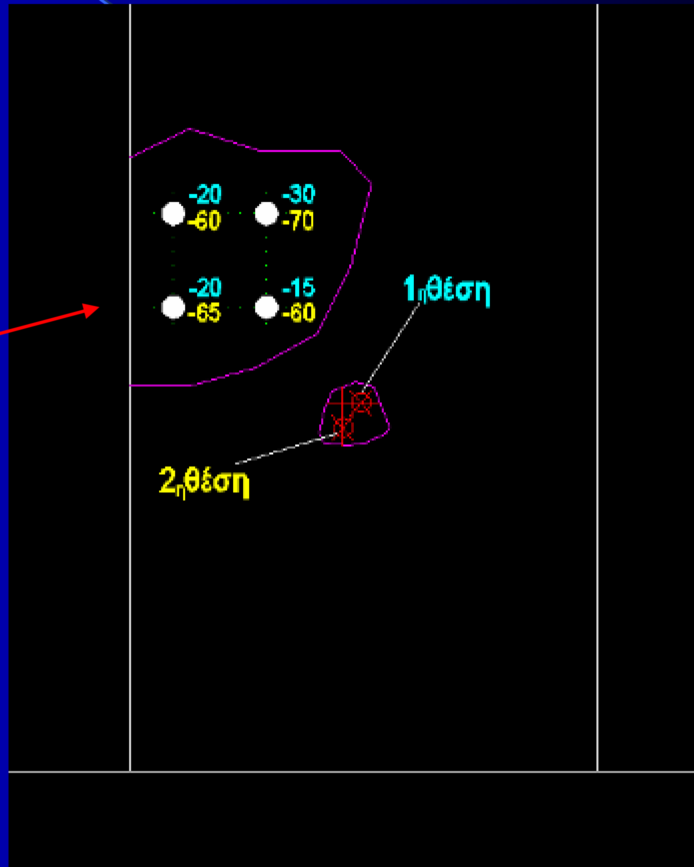
ΜΕΤΡΗΣΗ Δ'

ΤΟΙΧΩΜΑ ΘΑΛΑΜΟΥ ΕΙΣΠΡΑΚΤΟΡΑ (BOOTH) ΣΤΑΘΜΟΥ ΔΙΟΔΙΩΝ ΕΥΖΩΝΩΝ



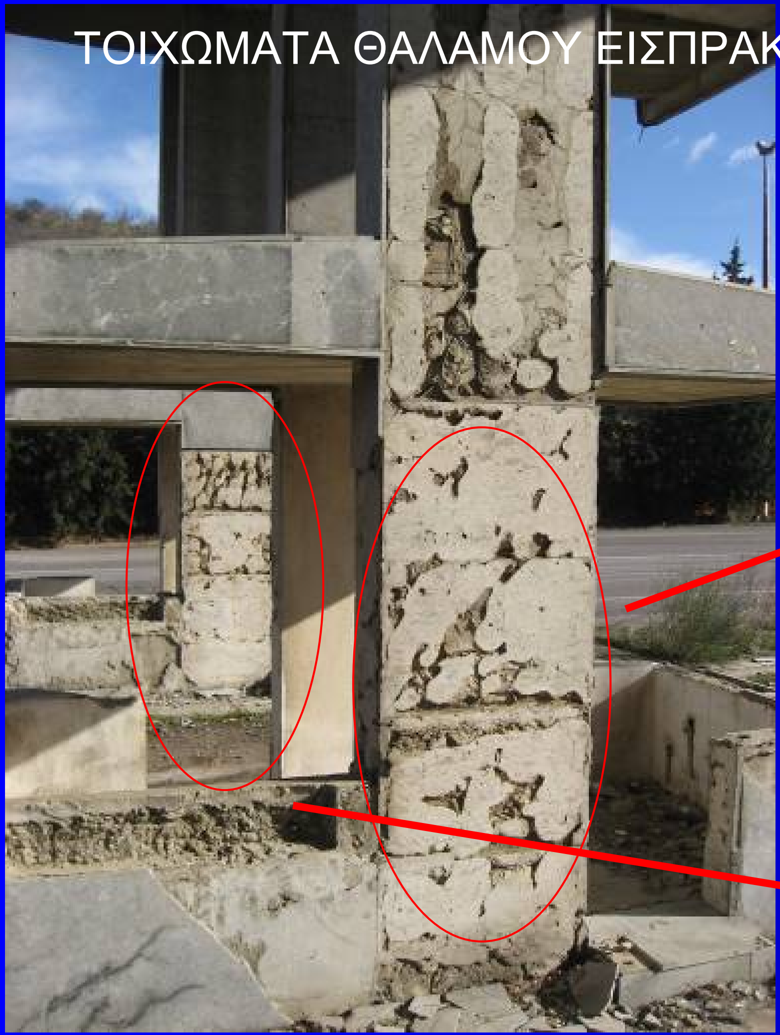
ΜΕΤΡΗΣΗ Δ’

ΤΟΙΧΩΜΑ ΘΑΛΑΜΟΥ ΕΙΣΠΡΑΚΤΟΡΑ (BOOTH) ΣΤΑΘΜΟΥ ΔΙΟΔΙΩΝ ΕΥΖΩΝΩΝ

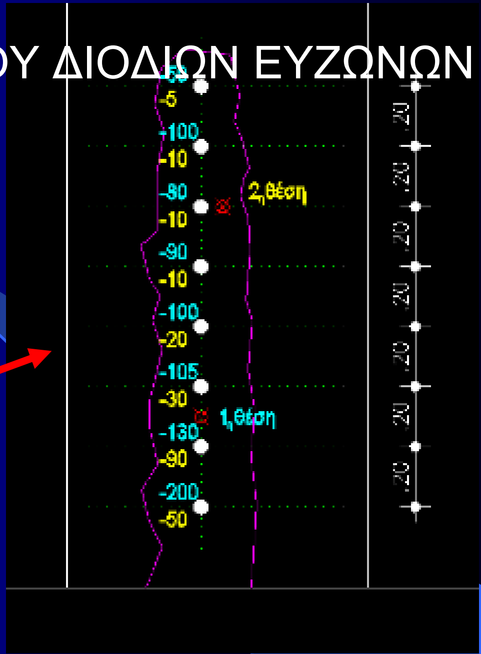


ΜΕΤΡΗΣΗ Ε' ΚΑΙ ΣΤ'

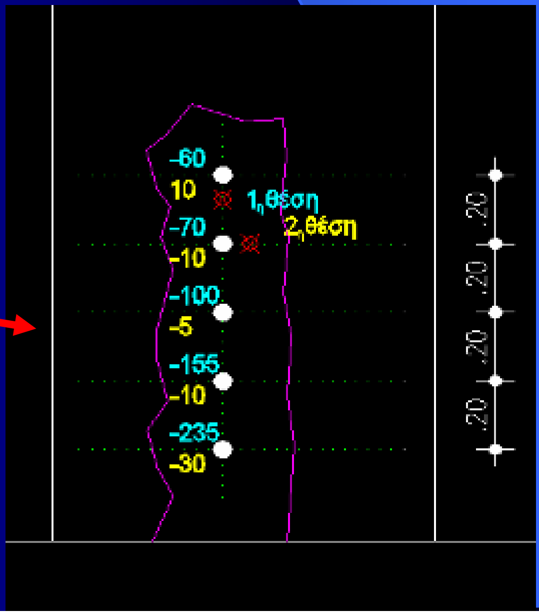
ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ ΘΑΛΑΜΟΥ ΕΙΣΠΡΑΚΤΟΡΑ (BOOTH) ΣΤΑΘΜΟΥ ΔΙΟΔΙΩΝ ΕΥΖΩΝΩΝ



ΜΕΤΡΗΣΗ Ε'



ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΤ'



2.4 Καταστροφικός έλεγχος ενανθράκωσης σκυροδέματος γεφυρών

Έλεγχος ενανθράκωσης σε παλιές γέφυρες (α)

Έλεγχος ενανθράκωσης σε παλιές γέφυρες (β)

Έλεγχος ενανθράκωσης σε παλιές γέφυρες (ε)

Κάτω παρειά φορέα γέφυρας

γέφυρα Άνω Διάβασης Α/Κ Αταλάντης Π.Α.Θ.Ε.
Ηλικία ~ 50 ετών

Μεσόβαθρο Μ1 γέφυρας

Φορέας γέφυρας

Έλεγχος ενανθράκωσης σε παλιές γέφυρες (γ)

Κατακόρυφη παρειά φορέα

Τοξωτή γέφυρα Λυκουδίου
(Ελασσόνας – Θεσσαλίας)
Ηλικία ~ 60 ετών

Κόμβος μεσοβάθρου - φορέα

Κάτω παρειά φορέα

Έλεγχος ενανθράκωσης σε παλιές γέφυρες (δ)

Άνω παρειά άνω πέλματος

Τοξωτή γέφυρα Πύλης Τρικάλων (Θεσσαλίας) Ηλικία ~ 80 ετών

Κατακόρυφη παρειά καταστρώματος

Κατακόρυφη παρειά καταστρώματος

2.5 Καταστροφικός έλεγχος μέτρησης περιεκτικότητας σε χλωριόντα κ.β. τσιμέντου

Εργαστηριακές χημικές αναλύσεις σε χλωριόντα και άλλα διαλυτά άλατα κ.β, τσιμέντου

(α) γέφυρες πλησίον θάλασσας (<1000μ)

Πιν.2 Περιεκτικότητα σε Cl δειγμάτων σκυροδέματος από την παλαιά γέφυρα

Κωδ. ΕΚΕΤ	Θέση	Βάθος	% Cl		
			Σκυρόδεμα	Αναγωγή σε 300 kg τσιμ./m^3 σκυροδ.	Αναγωγή σε 400 kg τσιμ./m^3 σκυροδ.
15676	Βάθρο Κάτω, δείγμα 1°	0 - 7 cm	0,23	1,80	1,35
15677	Βάθρο Κάτω, δείγμα 2°	0 - 7 cm	0,22	1,72	1,29
15678	Βάθρο 1,5 m	0 - 4 cm	0,15	1,18	0,88
15679	Βάθρο 1,5 m	0 - 2 cm	0,09	0,71	0,53
15680	Βάθρο 1,5 m	2 - 4 cm	0,03	0,24	0,18
15681	Βάθρο 1,5 m	4 - 6 cm	0,13	1,02	0,76
15682	Βάθρο 1,5 m	6 - 8 cm	0,05	0,39	0,29
15683	Κάτω Πέλμα Δοκού	0 - 2 cm	0,16	1,25	0,94
15684	Κάτω Πέλμα Δοκού	2 - 4 cm	0,29	2,27	1,70
15685	Κάτω Πέλμα Δοκού	4 - 6 cm	0,15	1,18	0,88
15686	Δοκός έδρασης Μ7	0 - 2 cm	0,21	1,65	1,23
15687	Δοκός έδρασης Μ7	2 - 4 cm	0,22	1,72	1,29
15688	Δοκός έδρασης Μ7	4 - 6 cm	0,27	2,12	1,59

ΔΙΑΛΥΤΑ ΑΛΑΤΑ %κ.β.

ΔΕΙΓΜΑ	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}
Κ1 ΑΝΩ	0.44	0.02	0.66
Κ1 ΜΕΣΗ	0.13	<0.01	0.53
Κ2 ΑΝΩ	0.32	0.01	0.34
Κ2 ΜΕΣΗ	0.26	0.01	0.72
Κ3 ΑΝΩ	0.20	0.01	0.47
Κ3 ΜΕΣΗ	0.14	0.01	0.49
Κ4 ΑΝΩ	0.07	0.01	0.39
Κ4 ΜΕΣΗ	0.14	<0.01	0.49
Κ5 ΑΝΩ	0.32	0.01	0.50
Κ5 ΜΕΣΗ	0.25	<0.01	0.62
Κ6 ΑΝΩ	0.33	<0.01	0.37
Κ6 ΜΕΣΗ	0.27	<0.01	0.66
Κ7	0.45	<0.01	0.10
Κ8 ΑΝΩ	0.35	0.04	1.50
Κ8 ΚΑΤΩ	0.32	<0.01	0.92
Κ9 ΑΝΩ	0.13	<0.01	0.59
Κ9 ΚΑΤΩ	0.06	<0.01	0.46

Μέτρηση σε καρότα με πυρηνοληψία χωρίς νερό (τμηματική λήψη σκόνης)

(Σεπτέμβριος 2007)

> 0.6% κ. βάρος τσιμέντου

Μέτρηση σε καρότα με υγρή πυρηνοληψία (τμηματικός έλεγχος των καρότων)

(Ιανουάριος 2010)

< 0.6% κ. βάρος τσιμέντου

Εργαστηριακές χημικές αναλύσεις σε χλωριόντα και άλλα διαλυτά άλατα κ.β, τσιμέντου

(β) γέφυρες σε ορεινά οδικά τμήματα της Ηπείρου (συχνή χρήση αντιπαγετικών αλάτων)

RESULTS

Laboratory Reference	Location	Depth (mm)	Chloride as Cl ion % by mass of sample	Chloride as Cl ion % by mass of cement (1)	Chloride as Cl ion % by mass of cement (2)
910460/C1	Top slab	N/A	0.011	0.08	0.05
910460/C2	Top slab	N/A	0.013	0.09	0.07
910460/C3	Soffit slab	N/A	0.012	0.09	0.06
910460/C4	Top slab	N/A	0.013	0.09	0.07
910460/C5	Top slab	N/A	0.013	0.09	0.06
910460/C6	Top slab	N/A	0.015	0.11	0.07
910460/C7	Soffit slab	N/A	0.015	0.10	0.07
910460/C8	Top slab	N/A	0.012	0.09	0.06
910460/C9	Soffit slab	N/A	0.012	0.09	0.06
910460/C10	Top slab	N/A	0.020	0.14	0.10
910460/C11	Soffit slab	N/A	0.017	0.12	0.08
910460/C13	Top slab	N/A	0.015	0.11	0.08
910460/C14	Soffit slab	N/A	0.014	0.10	0.07
910460/C16	Soffit slab	N/A	0.015	0.11	0.07

Μέτρηση σε καρότα με υγρή πυρηνοληψία
(τμηματικός έλεγχος των καρότων)

< 0.4% κ. βάρος τσιμέντου

3. ΕΝΟΡΓΑΝΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΓΕΦΥΡΩΝ

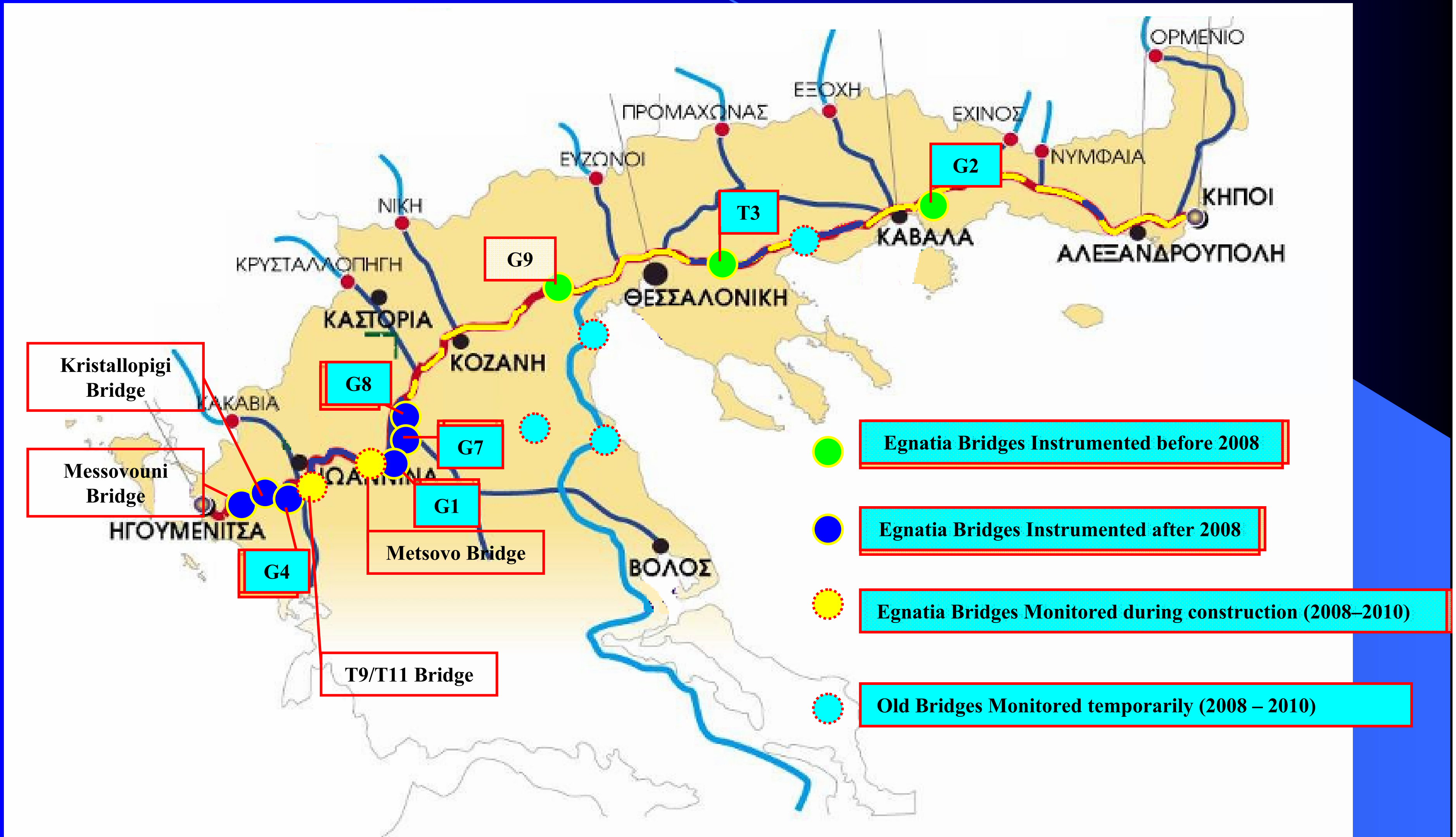
- **Η ενόργανη παρακολούθηση** των δομικών κατασκευών είναι μία συμπληρωματική μέθοδος δομικού ελέγχου τους, που μπορεί να υποστηρίξει την επαρκή, έγκαιρη και οικονομική συντήρησή τους με στόχο την ενίσχυση της ανθεκτικότητάς τους στον χρόνο.

- **Υλοποιείται** με δίκτυα ειδικών οργάνων (αισθητήρων), που εγκαθίστανται στην επιφάνεια ή ενσωματώνονται στην μάζα του φορέα των κατασκευών.

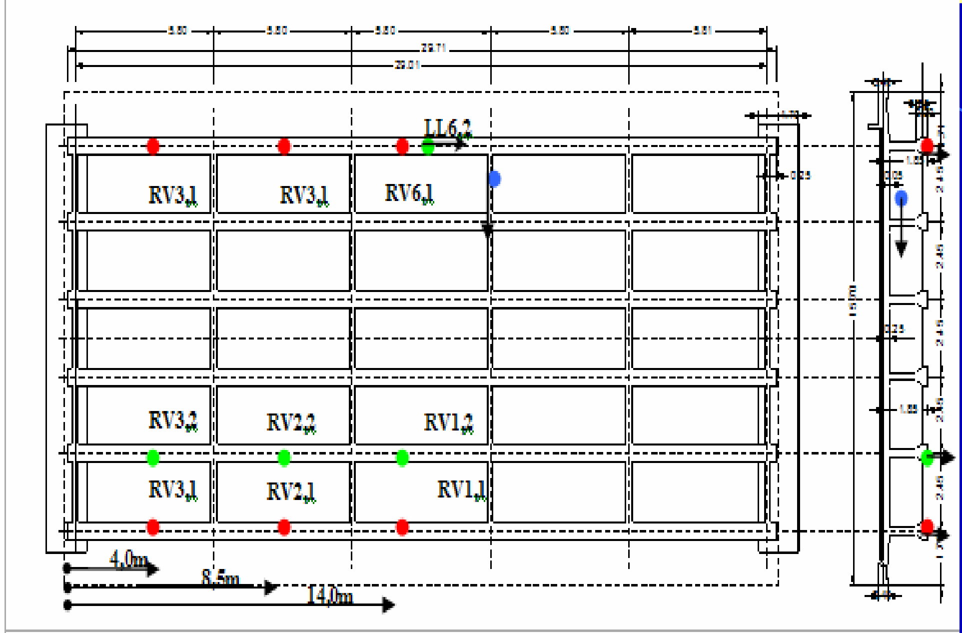
- **Ο στόχος** είναι η καταγραφή (στατική ή δυναμική), με ειδικές καταγραφικές μονάδες, βασικών παραμέτρων της μηχανικής απόκρισης των δομικών κατασκευών, όπως η επιτάχυνση, η παραμόρφωση και η μετακίνηση, υπό συνήθεις και σεισμικές δράσεις.

- Η καταγραφή αφορά στην **αρχική μέτρηση**, αν η κατασκευή παρακολουθείται από την έναρξη της λειτουργίας της, και τις **περιοδικές, τακτικές μετρήσεις** (με συχνότητα μηνών ή ετών).

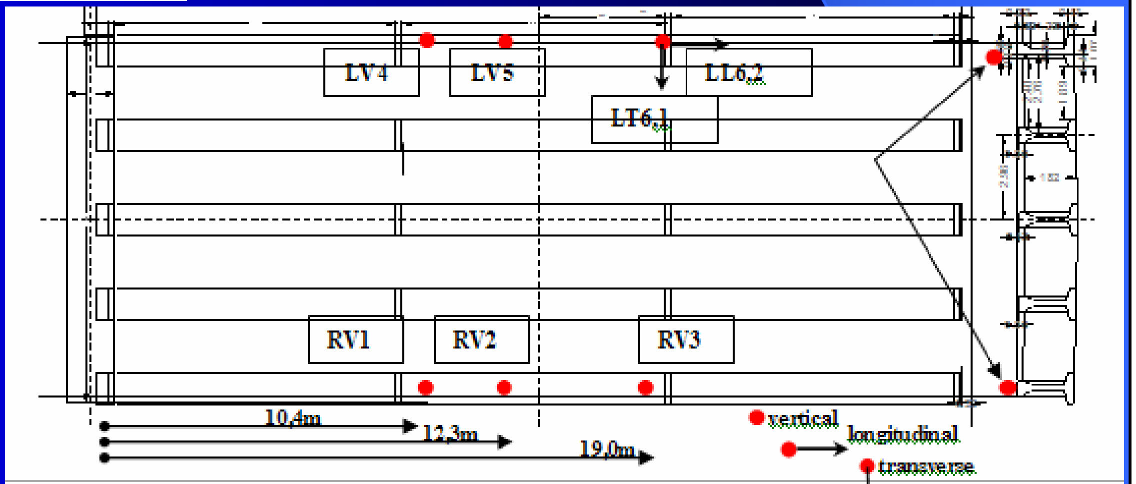
ΔΙΚΤΥΟ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΓΕΦΥΡΩΝ ΤΗΣ ΕΓΝΑΤΙΑΣ ΟΔΟΥ



ΕΝΟΡΓΑΝΩΣΗ ΠΑΛΑΙΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ ΜΕ ΣΟΒΑΡΗ ΒΛΑΒΗ



Σχήμα 4. Διατάξεις εγκατάστασης – μέτρησης αισθητήρων επιτάχυνσης στο 4ο άνοιγμα δεξιού κλάδου της ποταμογέφυρας Π.Α.Θ.Ε.



Σχήμα 5. Διατάξεις εγκατάστασης – μέτρησης αισθητήρων επιτάχυνσης στο 1ο άνοιγμα αρ. κλάδου της παλιάς ποταμογέφυρας Στρυμόνα

Πίνακας 1: Αναγνωρισμένες ιδιοσυχνότητες και συντελεστές απόσβεσης και αναλυτικές ιδιοσυχνότητες της ποταμογέφυρας Π.Α.Θ.Ε. (δεξιός κλάδος)

		Καταγραφή	Καταγραφή	Αναλυτικό μοντέλο
No	Τύπος Ιδιομορφών	Ιδιοσυχνότητες (Hz)	Συντελεστές Απόσβεσης (%)	Ιδιοσυχνότητες (Hz)
1	1η καμπτική	3.95	4.05	3.75
2	1η στρεπτική	4.10	2.98	4.24
3	2η καμπτική	12.9	2.06	14.00
4	2η στρεπτική	13.6	2.64	14.78
5	3η στρεπτική	14.5	1.78	21.06

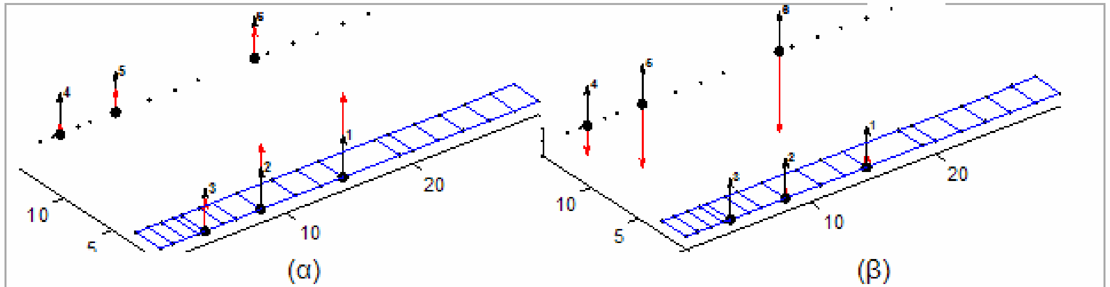
Αναγνώριση ιδιοσυχνοτήτων – ιδιομορφών

Υψηλότερος συντελεστής ιδιομορφικής απόσβεσης για την καμπτική ιδιομορφή

Ασύμμετρη καμπτική ιδιομρφή

Ανώτερες ιδιοσυχνότητες μικρότερες από αυτές του αναλυτικού μοντέλου

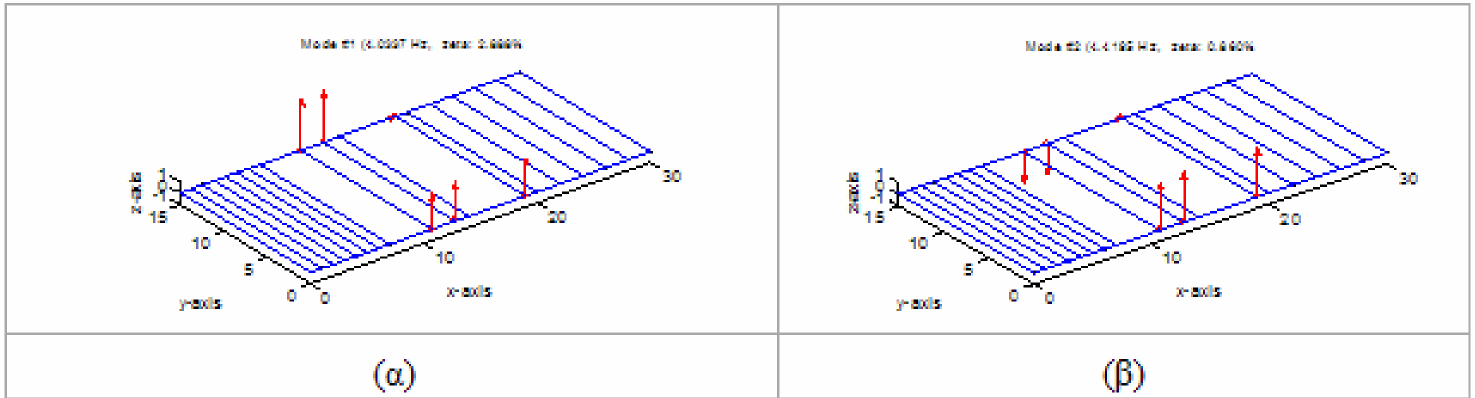
Γέφυρα Π.Α.Θ.Ε.



Σχήμα 8. Αναγνωρισμένες ιδιομορφές της ποταμογέφυρας Π.Α.Θ.Ε. (δεξιός κλάδος) (α) 1η καμπτική (ω = 3,95Hz), (β) 1η στρεπτική (ω = 4,10Hz)

Πίνακας 2: Αναγνωρισμένες ιδιομορφές, ιδιοσυχνότητες και συντελεστές απόσβεσης ποταμογέφυρας Στρυμόνα

		Καταγραφή	Καταγραφή	Αναλυτικό μοντέλο
No	**Τύπος Ιδιομορφών**	**Ιδιοσυχνότητες (Hz)**	**Συντελεστές Απόσβεσης (%)**	**Ιδιοσυχνότητες (Hz)**
1	1η καμπτική	**4.03**	2.89	**4.05**
2	1η στρεπτική	**4.42**	0.86	**4.45**
3	2η στρεπτική	13.04	0.31	12.96
4	2η καμπτική	**13.18**	0.51	**14.99**

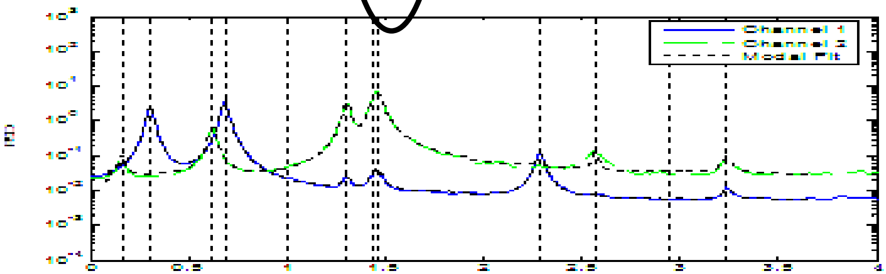


Σχήμα 10. Αναγνωρισμένες ιδιομορφές (α) 1η καμπτική (ω = 4.03 Hz) (β) 1η στρεπτική (ω = 4.42 Hz)

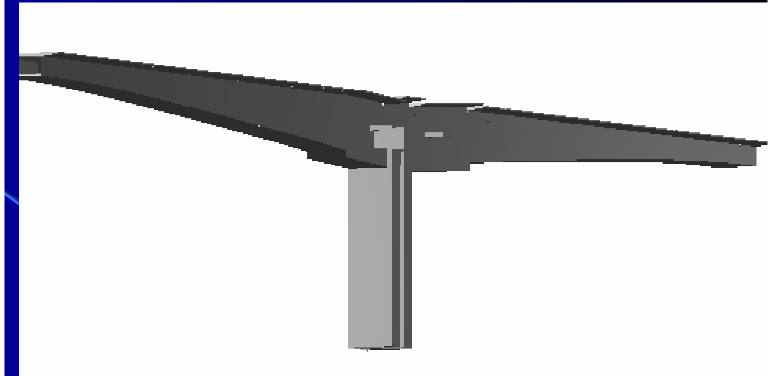
Γέφυρα Στρυμόνα

Πίνακας 3: Αναγνωρισμένες ιδιομορφές, ιδιοσυχνότητες και συντελεστές απόσβεσης προβόλου Μ3 χαραδρογέφυρας Μετσόβου

No	Αναγνωρισμένες Ιδιοσυχνότητες	Καταγραφή Ιδιοσυχνότητες (Hz)	Καταγραφή Συντελεστές Απόσβεσης (%)	Αναλυτικό μοντέλο Ιδιοσυχνότητες (Hz)
1	1η στροφική (Rz)	0.15	2.93	0.136
2	1η διαμήκης	0.30	0.18	0.287
3	1η εγκάρσια	0.62	0.43	0.511
4	2η διαμήκης	0.68	0.42	0.617
5	1η καμπτική (κατάστρωμα)	0.90	0.25	0.70
6	2η εγκάρσια	1.30	0.40	1.24
7	2η καμπτική (κατάστρωμα)	1.43	0.43	1.84
8	2η στροφική (Rz)	1.46	0.47	2.04
9	3η καμπτική (κατάστρωμα)	2.28	0.40	2.71
10	3η εγκάρσια	2.58	1.27	3.79



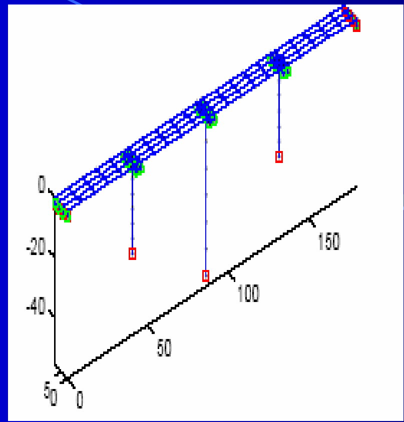
Σχήμα 12. Σύγκριση των συναρτήσεων διαφασματικής πυκνότητας των μετρούμενων επιταχύνσεων και αυτών που προβλέπονται από το αναγνωρισμένο ιδιομορφικό μοντέλο σε δυο από τα σημεία μέτρησης για τη γέφυρα του Μετσόβου.



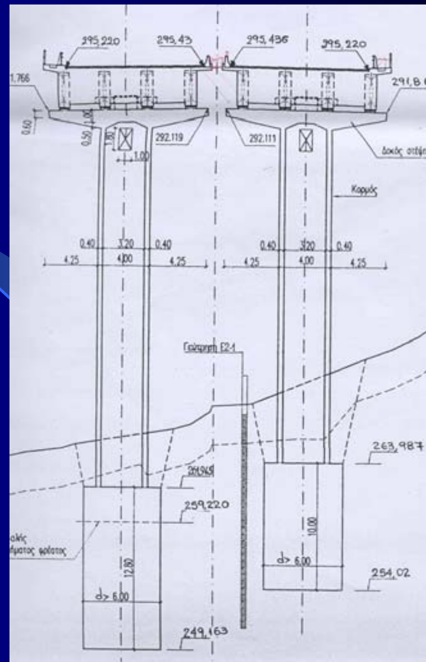
Γέφυρα Μετσόβου

ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΠΑΡ. ΚΑΒΑΛΑΣ

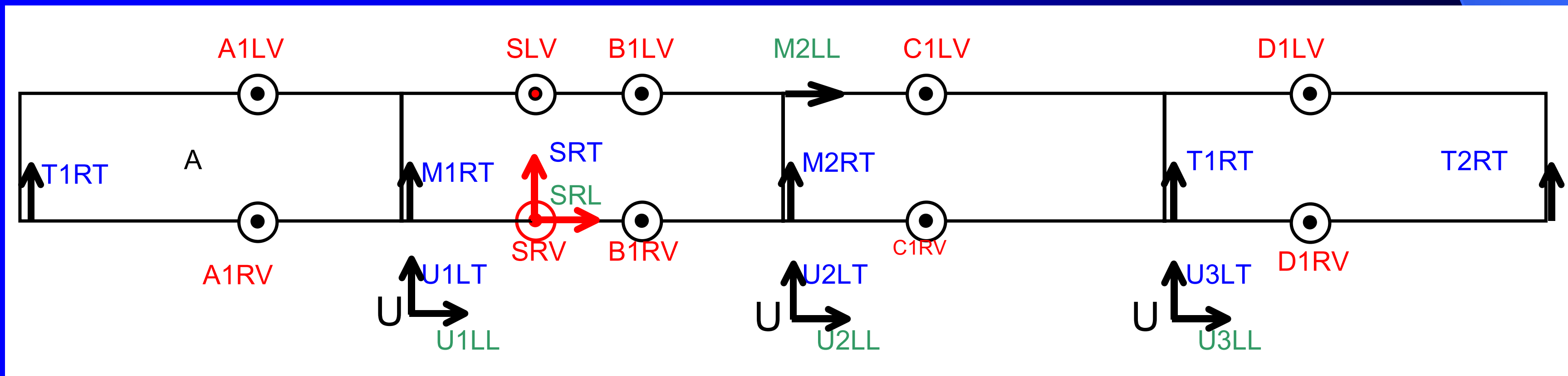
G2 Kavala Bypass Ravine bridge



FEM of G2 Kavala bridge



Transverse section of of



24 uniaxial FB Accelerometers Array installed on G2 Kavala Bypass Ravine bridge

Πίνακας 1.: Χρονική μεταβολή των αναγνωρισμένων τιμών των ιδιοσυχνοτήτων (σε Hz) της χαραδρογέφυρας Γ2 παράκαμψης Καβάλας της Εγνατίας Οδού.

Ιδιομορφή	2005	2007	2009	2011	2012	2013
1η Εγκάρσια	0.811	0.811	0.812	0.819	0.825	0.825
1η Καμπτική	3.45	3.42	3.42	3.41	3.42	3.41
2η Καμπτική	3.48	3.49	3.45	3.46	3.47	3.47
3η Καμπτική	3.54	3.53	3.52	3.53	3.51	3.47
4η Καμπτική	3.56	3.56	3.54	3.52	3.52	3.51
5η Καμπτική	5.72	5.72	5.74	5.74	5.75	5.75
1η Διαμήκης	1.26	1.27	1.28	1.28	1.30	1.30
1η Στρεπτική	1.57	1.57	1.57	1.59	1.61	1.61

Ιδιομορφική απόσβεση <5% για ιδιομορφές που δεσπόζουν τα εφέδρανα

Ιδιομορφική απόσβεση <2% για ιδιομορφές που δεν συμμετέχουν τα εφέδρανα (καμπτικές)

Γέφυρα ποταμού Αράχθου στην Άρτα
Παθολογία και πρόταση μέτρων αποκαταστάσεως

Θ.Π.ΤΑΣΙΟΣ, Π.Χ.ΠΛΑΪΝΗΣ, Ι.Ν. ΣΙΓΑΛΑΣ

Περιεχόμενα

1. Περιγραφή Γέφυρας

2. Ιστορικό Προηγούμενων Επεμβάσεων

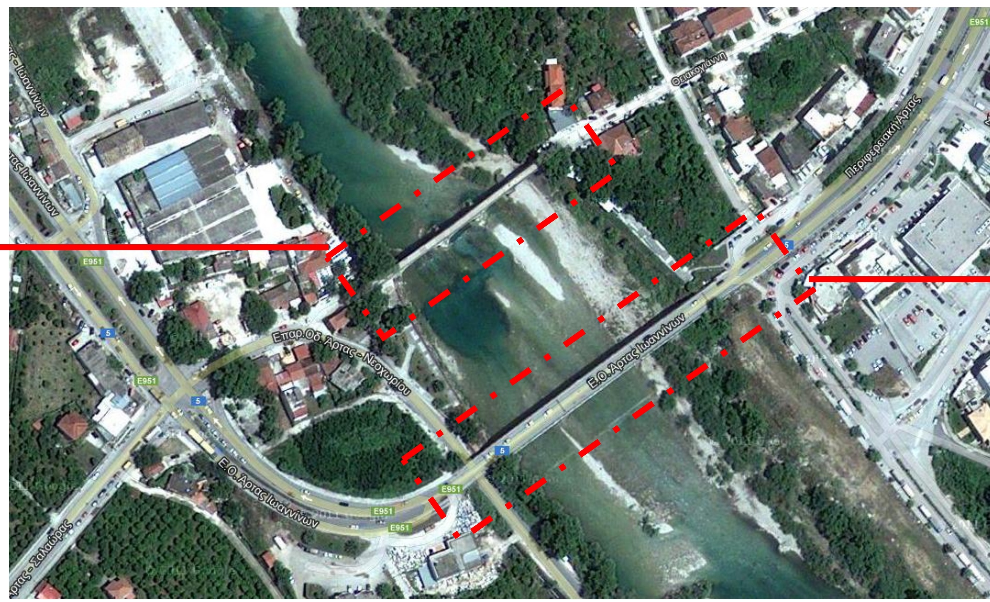
3. Παθολογία

4. Δέσμη Επεμβάσεων Επισκευής- Αναβάθμισης.

5. Φάσεις Μελέτης: έλεγχος υφιστάμενου φορέα
   ανασχεδιασμός - έλεγχος ενισχυμένου φορέα
   ειδικοί έλεγχοι

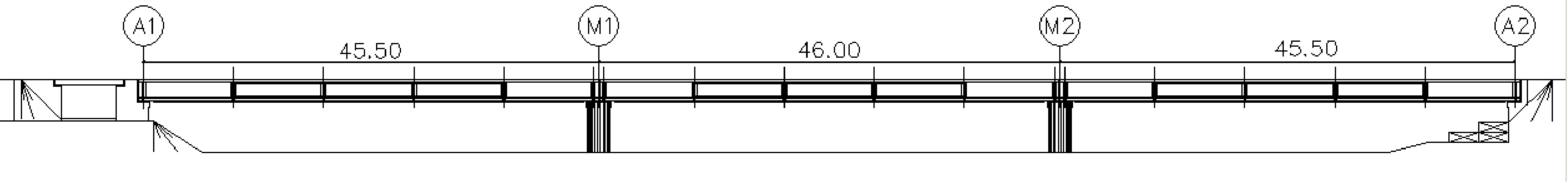
6. Συμπεράσματα - Σχόλια

1.1 Θέση Γεφυρώσεως

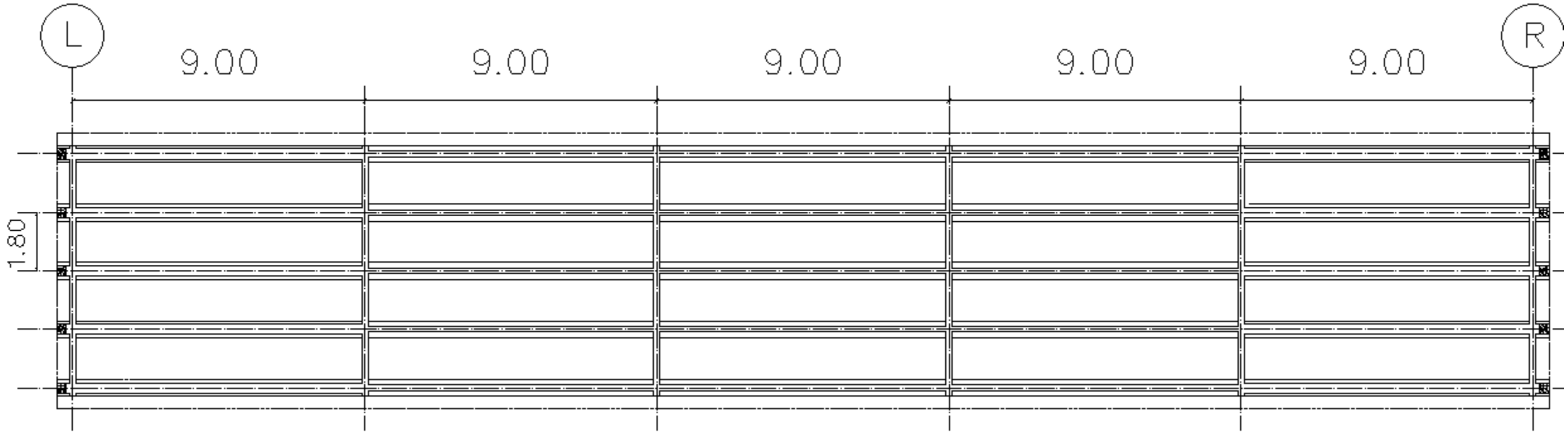


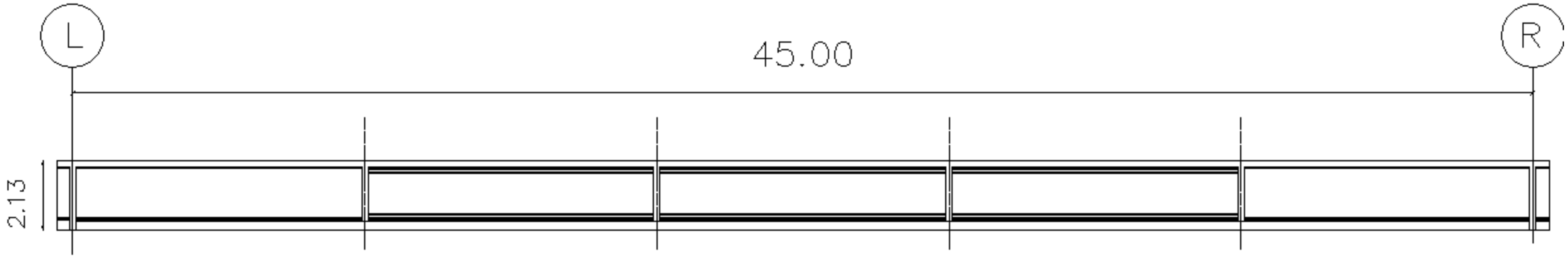
π. Άραχθος , επί της Ε.Ο. Ιωαννίνων – Άρτας , κατάντη του παλαιού λίθινου γεφυριού

1.2. Δομικό Σύστημα



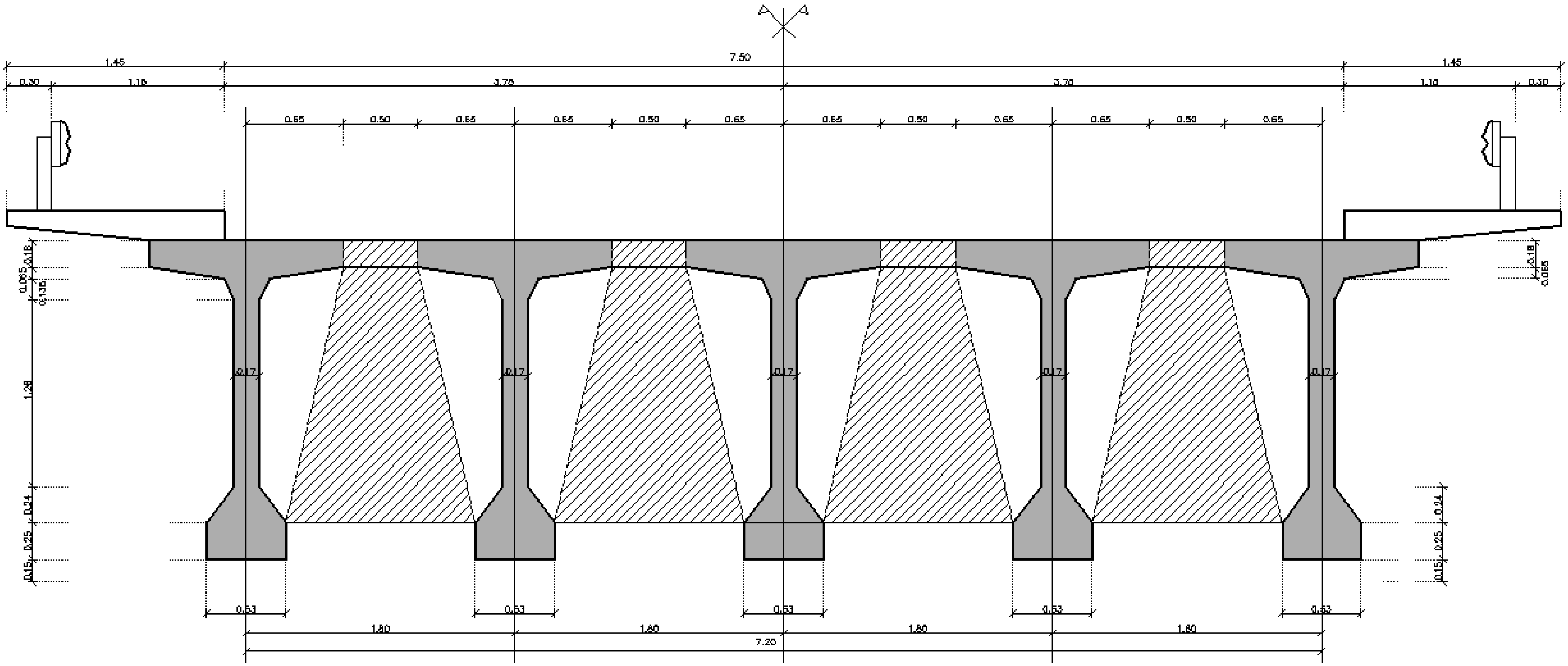
3 ανεξάρτητα ανοίγματα (45.50 +46.00 +45.50)





5 Προκ. Προε. Δοκοί ανά 1.80 m / $L_{δοκ}$= 45.0 m, $H_{δοκ}$=2.13 m.

1.2. Δομικό Σύστημα



Εγκάρσια σύνδεση με έγχυτο σκυρόδεμα

Εγκάρσια προένταση τόσο στις διαδοκίδες όσο και στην πλάκα καταστρώματος

1.2. Δομικό Σύστημα

Η ανωδομή εδράζεται μέσω ελαστομεταλλικών εφεδράνων, επί ολόσωμων βάθρων άοπλου σκυροδέματος.

1.2. Δομικό Σύστημα

Θεμελίωση των βάθρων επί στρώσεως στιφρής αργίλου σε σημαντικό βάθος από την κοίτη του ποταμού.

Προστασία της θεμελιώσεως μέσω διαφραγμάτων πασσαλοσανίδων (έως 8.0m)
(παρέμειναν και μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής)

1.3 Στοιχεία Αρχικής Μελέτης (1/3)

Μελέτη Γέφυρας (Θ. Π. Τάσιος, 1959)

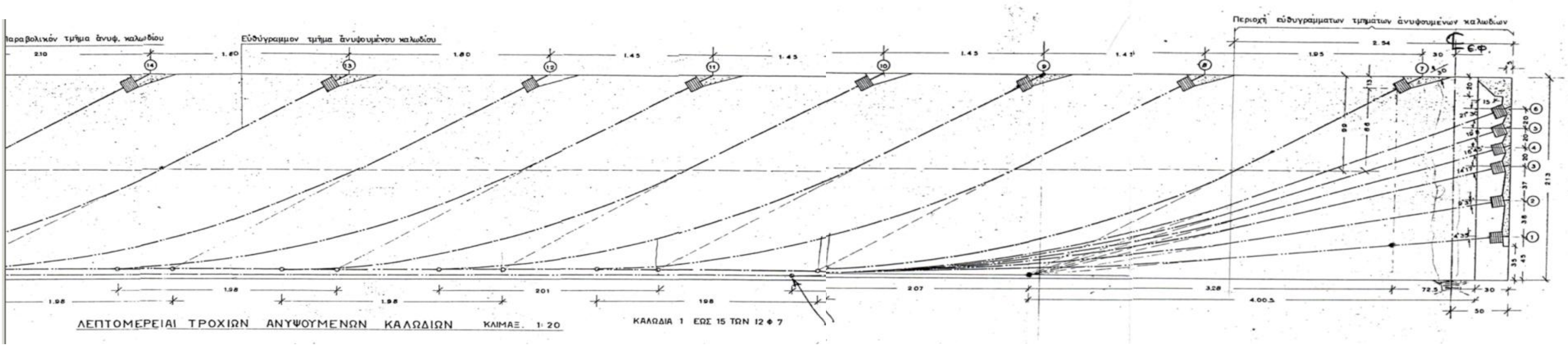
- Δεν βρέθηκαν οι υπολογισμοί της αρχικής μελέτης

- Βρέθηκαν μερικά σχέδια γενικής διατάξεως και προεντάσεως
  (από επιτόπου επιθεωρήσεις δεν φάνηκε να έγιναν σημαντικές αποκλίσεις κατά την κατασκευή)

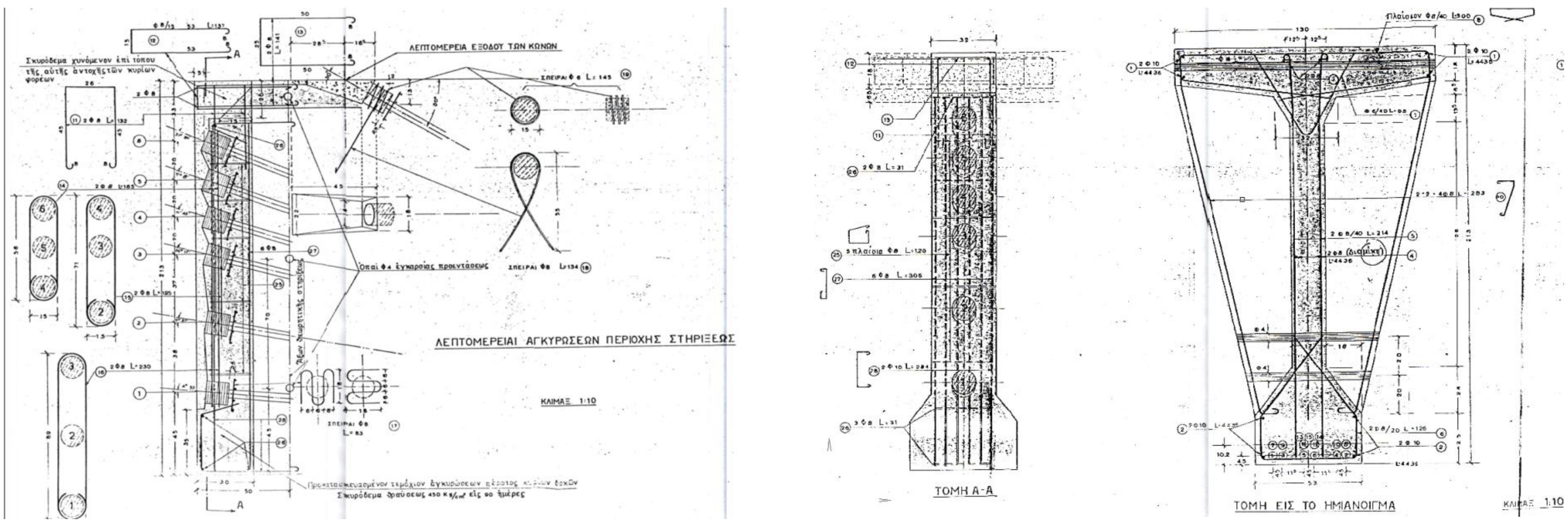
- Η γέφυρα μελετήθηκε για κινητά φορτία της κλάσεως H20/44 κατά AASHTO (*).

(*) ανεπαρκή για τις σημερινές συνθήκες κυκλοφορίας

1.3 Στοιχεία Αρχικής Μελέτης (2/3)

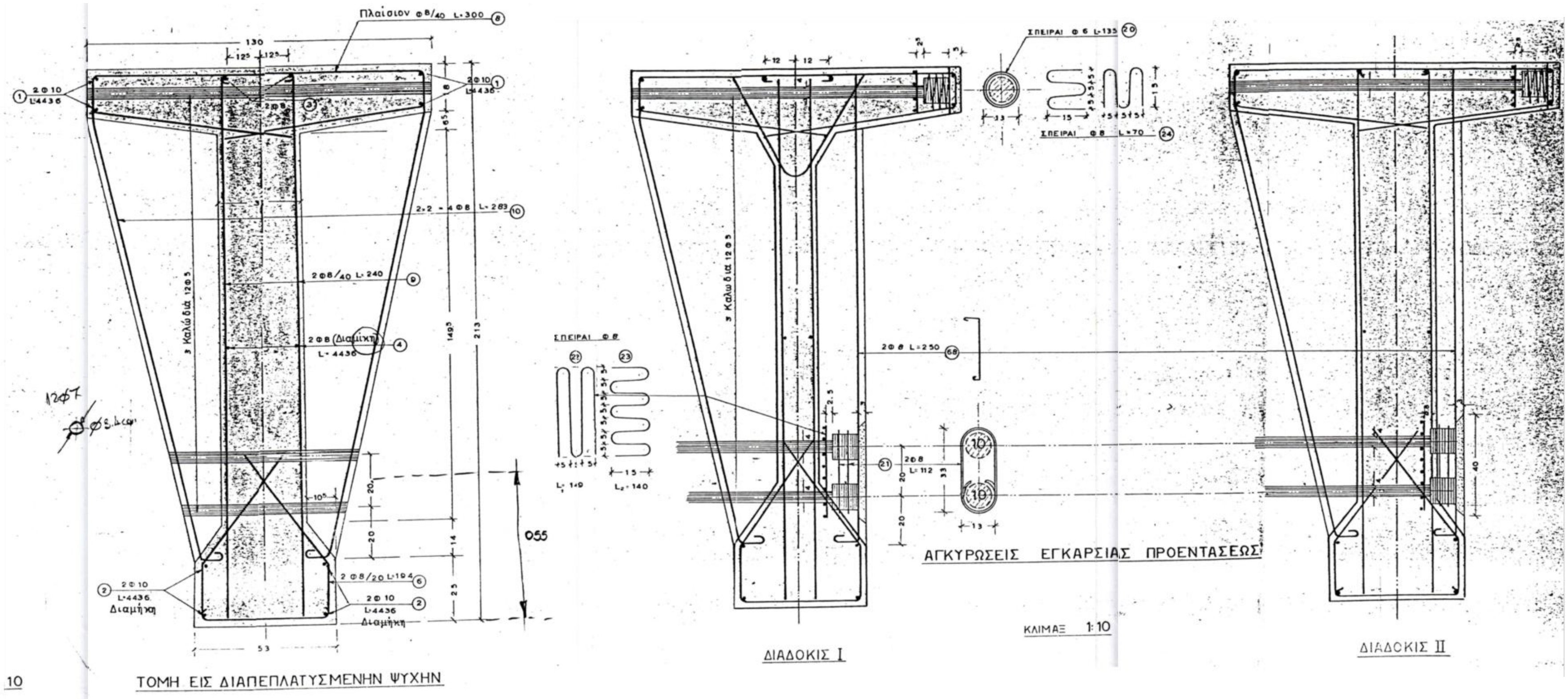


Προένταση των κυρίων δοκών : 15 τένοντες 12Φ7



δυνάμεις τανύσεως κατά τους τότε Γαλλικούς Κανονισμούς

1.3 Στοιχεία Αρχικής Μελέτης



Εγκάρσια προένταση διαδικίδων: 2 τένοντες 12Φ5 ανά διαδοκίδα

Εγκάρσια προένταση πλάκας: 1 τένοντας 12Φ5 ανά 1.20m

το σύστημα προεντάσεως ήταν **Freyssinet**

2. Ιστορικό Προηγούμενων Επεμβάσεων (1/4)

1984 - Φθινόπωρο : Διαπιστώνεται εκτεταμένη ρηγμάτωση του άσφαλτο-τάπητα. Γίνεται αντικατάσταση του με νέο πορώδη αντιολησθηρό. Κατά την αφαίρεση του ασφαλτοτάπητα αποσπάται τμήμα χαλαρού σκυροδέματος (επιδερμικό σκυρόδεμα ή και σκυρόδεμα μορφώσεως.

1986 - Καλοκαίρι : Εμφανίζονται νέες παρόμοιες φθορές στης στρώσεις κυκλοφορίας. Γίνεται νέα αντικατάσταση του ασφαλτοτάπητα.

1987 – Άνοιξη : Διαπιστώνονται εκ νέου, φθορές στον ασφαλτοτάπητα μικρότερης εκτάσεως.

1988 – Καλοκαίρι : Πυρηνοληψία από την πλάκα καταστρώματος (Π.Ε. 7ης ΠΥΔΕ).

(Αντοχές > 47 Mpa)

ανάγκη για περαιτέρω έλεγχο της γέφυρας…

2. Ιστορικό Προηγούμενων Επεμβάσεων

1990 – Άνοιξη : Επιθεώρηση, έρευνα και έλεγχος καταστάσεως της γέφυρας από το **Εργαστήριο Ωπλισμένου Σκυροδέματος Ε.Μ.Π.**

- **ποιότητα κατασκευαστικής μεθόδου**
  κακοτεχνίες συνήθους μορφής
  σχετικώς μικρά πάχη επικαλύψεως

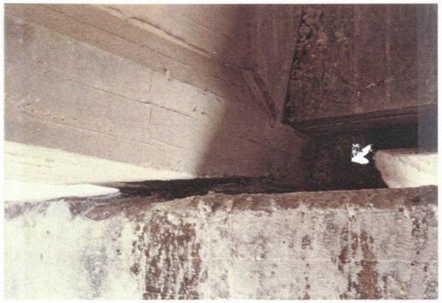
- **ποιότητα Σκυροδέματος**
  μεγάλες αντοχές 40-50 MPa, μικρό πορώδες, μικρό βάθος ενανθρακώσεως

- **κατάσταση Χάλυβα Προεντάσεως**
  τοπικά έντονη διάβρωση σε 4 από τους 15 τένοντες ακραίας δοκού (βλ. και στα επόμενα)

Σχ. 54: Το βάθος ενανθρακώσεως του σκυροδέματος βρέθηκε οτι είναι μικρό ακόμα και σε θέσεις όπου το σκυρόδεμα αποπλένεται από τα νερά του καταστρώματος

2. Ιστορικό Προηγούμενων Επεμβάσεων

1990 – Άνοιξη : Επιθεώρηση, έρευνα και έλεγχος καταστάσεως της γέφυρας από το **Εργαστήριο Ωπλισμένου Σκυροδέματος Ε.Μ.Π.**



Σχ. 13: Απόθεση σκυροδέματος πάνω στο εφέδρανο

- **κατάσταση Εφεδράνων - Αρμών**
  όχι σημαντικές φθορές – κρίνονται όμως ως ανεπαρκή

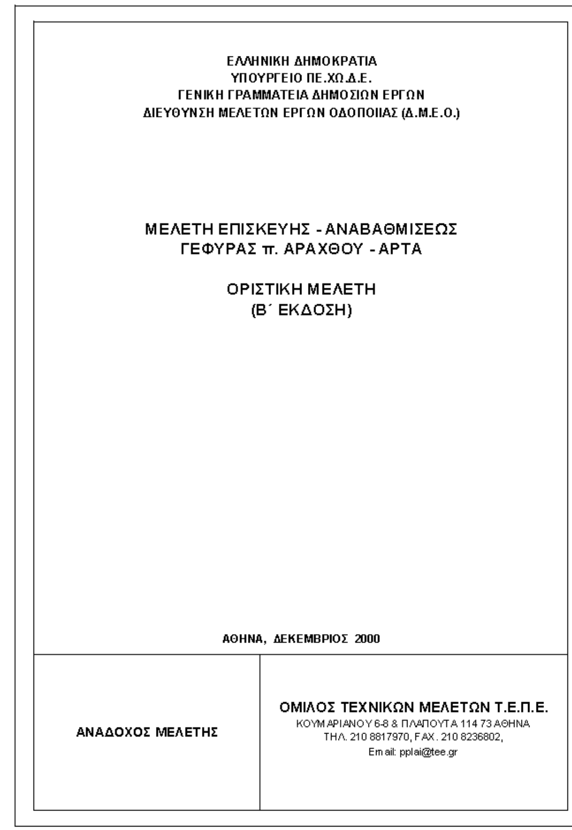
- **Φορείς Υποδομής**
  σε καλή γενικώς κατάσταση

…διαπιστώνεται η ανάγκη επισκευής της γέφυρας…

2. Ιστορικό Προηγούμενων Επεμβάσεων

1995 – Άνοιξη : Επιθεώρηση και συμπληρωματική έρευνα **Ο.Τ.Μ.**

2000 – 2001 : Μελέτη επισκευής -αναβαθμίσεως **Ο.Τ.Μ.**


ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΜΕΛΕΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ (Δ.Μ.Ε.Ο.)

ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ - ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΕΩΣ
ΓΕΦΥΡΑΣ π. ΑΡΑΧΘΟΥ - ΑΡΤΑ

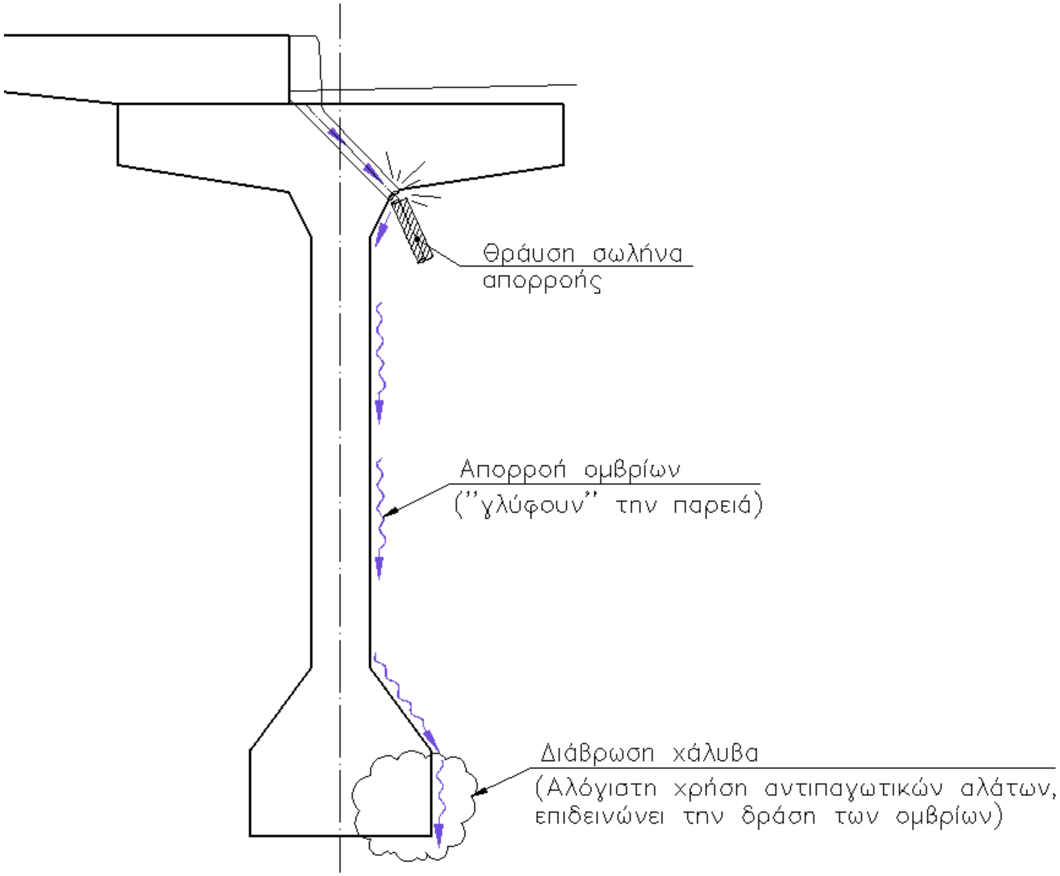
ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
(Β΄ ΕΚΔΟΣΗ)

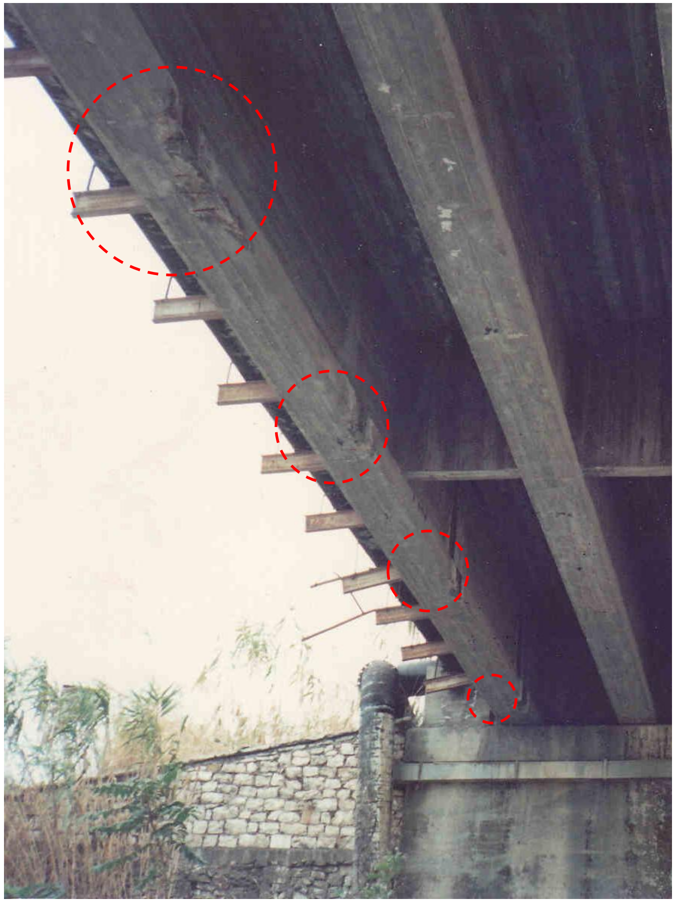
ΑΘΗΝΑ, ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2000

ΑΝΑΔΟΧΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΟΜΙΛΟΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ Τ.Ε.Π.Ε. ΚΟΥΜΑΡΙΑΝΟΥ 6-8 & ΠΛΑΠΟΥΤΑ 114 73 ΑΘΗΝΑ ΤΗΛ. 210 8817970, FAX. 210 8236802, Email: pplai@tee.gr

…από το 2001 έως σήμερα καμία ενέργεια δεν έχει πραγματοποιηθεί

3. Παθολογία





Πρόκληση φθοράς ακραίων δοκών εσωτερικά

Έντονη διάβρωση χάλυβα προεντάσεως

θέσεις βλαβών στην ακραία δοκό (φωτογραφίες Δεκ. 1990)

3. Παθολογία

θέσεις βλαβών στην ακραία δοκό (φωτογραφίες Δεκ. 1990)

3. Παθολογία

Λεπτομέρειες βλαβών στην ακραία δοκό (φωτογραφίες Δεκ.1990)

3. Παθολογία (4/6)

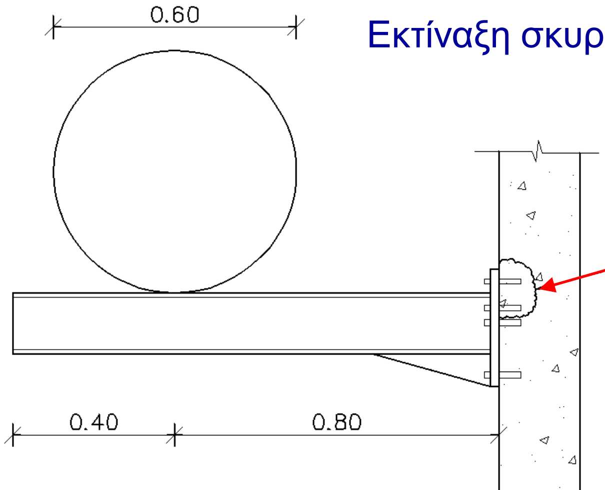
Θέσεις βλαβών στην ακραία δοκό (φωτογραφίες Μαρ. 2013)

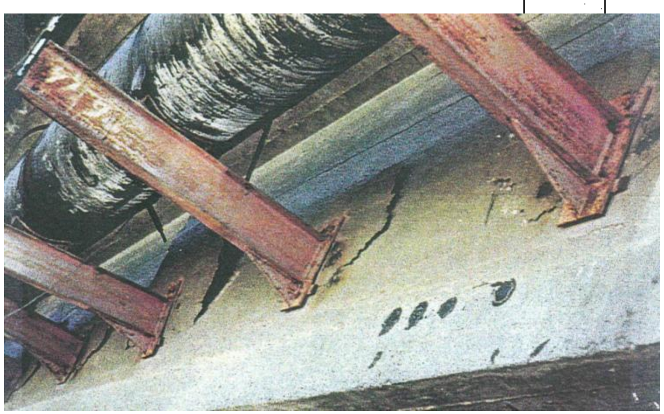
3. Παθολογία

ΑΥΘΑΙΡΕΤΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

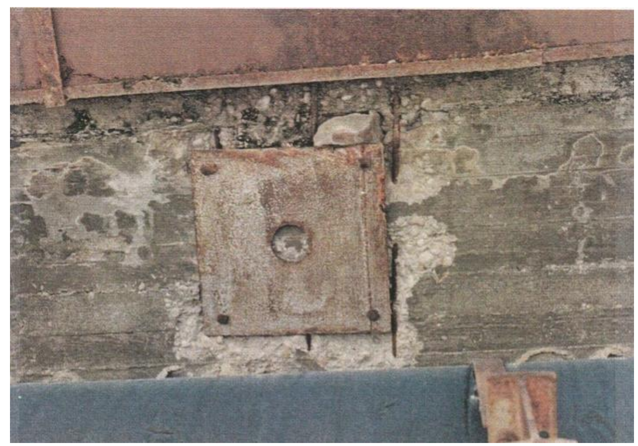
1) Στερέωση αγωγού υδρεύσεως

Εκτίναξη σκυροδέματος





2) Στήριξη στύλων ηλεκτροφωτισμού στο πεζοδρόμιο



3) Στήριξη μεταλλικού αγωγού μεταφοράς καλωδίων ΟΤΕ

3. Παθολογία

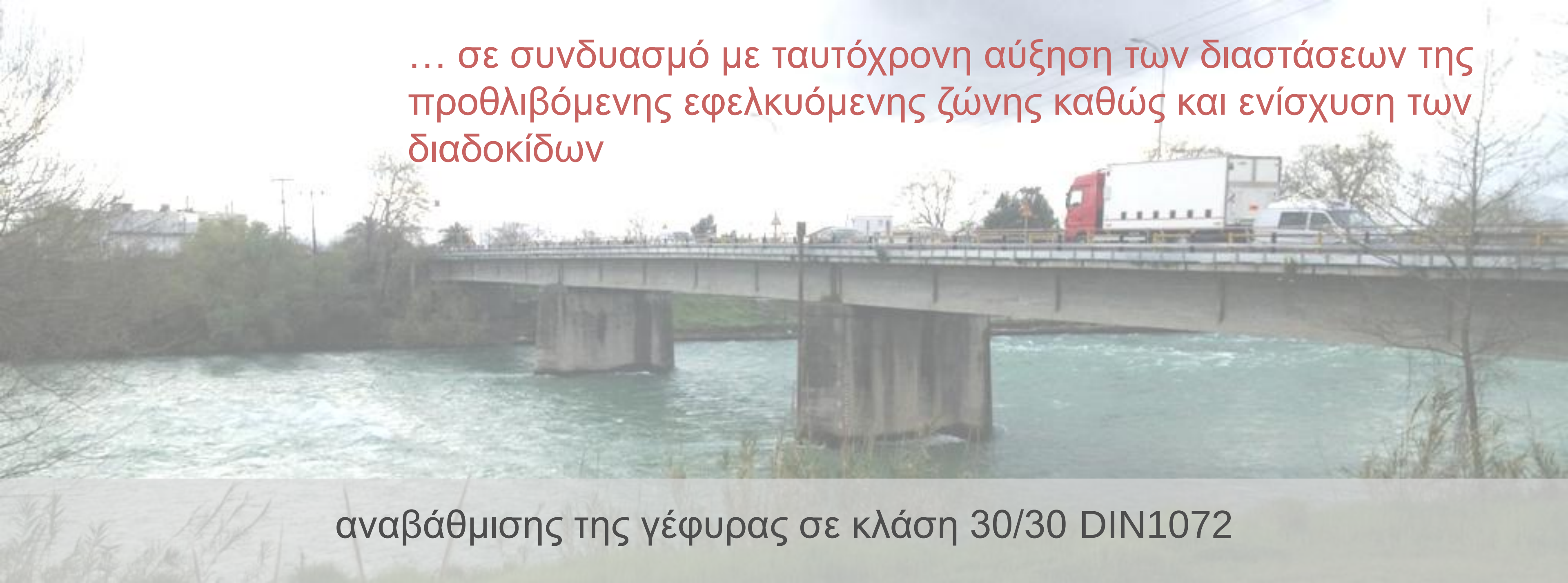
Θέσεις βλαβών στην ακραία δοκό (φωτογραφίες Μαρ. 2013)

4. Δέσμη επεμβάσεων επισκευής-αναβάθμισης

- **Στόχοι:** (α) αποκατάσταση της αρχικής προεντάσεως
  (β) αναβάθμιση της αντοχής (φορτία 30/30 DIN 1072)

- **Μέθοδος:** Αύξηση της δύναμης προεντάσεως με χρήση ¨εξωτερικών¨ τενόντων

  … σε συνδυασμό με ταυτόχρονη αύξηση των διαστάσεων της προθλιβόμενης εφελκυόμενης ζώνης καθώς και ενίσχυση των διαδοκίδων



αναβάθμισης της γέφυρας σε κλάση 30/30 DIN1072

5. Φάσεις Μελέτης

- **Έλεγχος επάρκειας της γέφυρας σύμφωνα με την αρχική μελέτη.**

- **Έλεγχος επάρκειας υφιστάμενης γέφυρας υπό φορτία κλάσεως 30/30 (DIN1072) :**

  (I) προένταση σύμφωνα με μελέτη

  (II) μειωμένη προένταση (απώλεια 2x4=8 τένοντες)

- **Υπολογισμός απαιτούμενης εξωτερικής προεντάσεως και έλεγχος επάρκειας ενισχυμένου φορέα.**

- **Ειδικοί τοπικοί έλεγχοι στις θέσεις επιβολής της εξωτερικής προεντάσεως.**

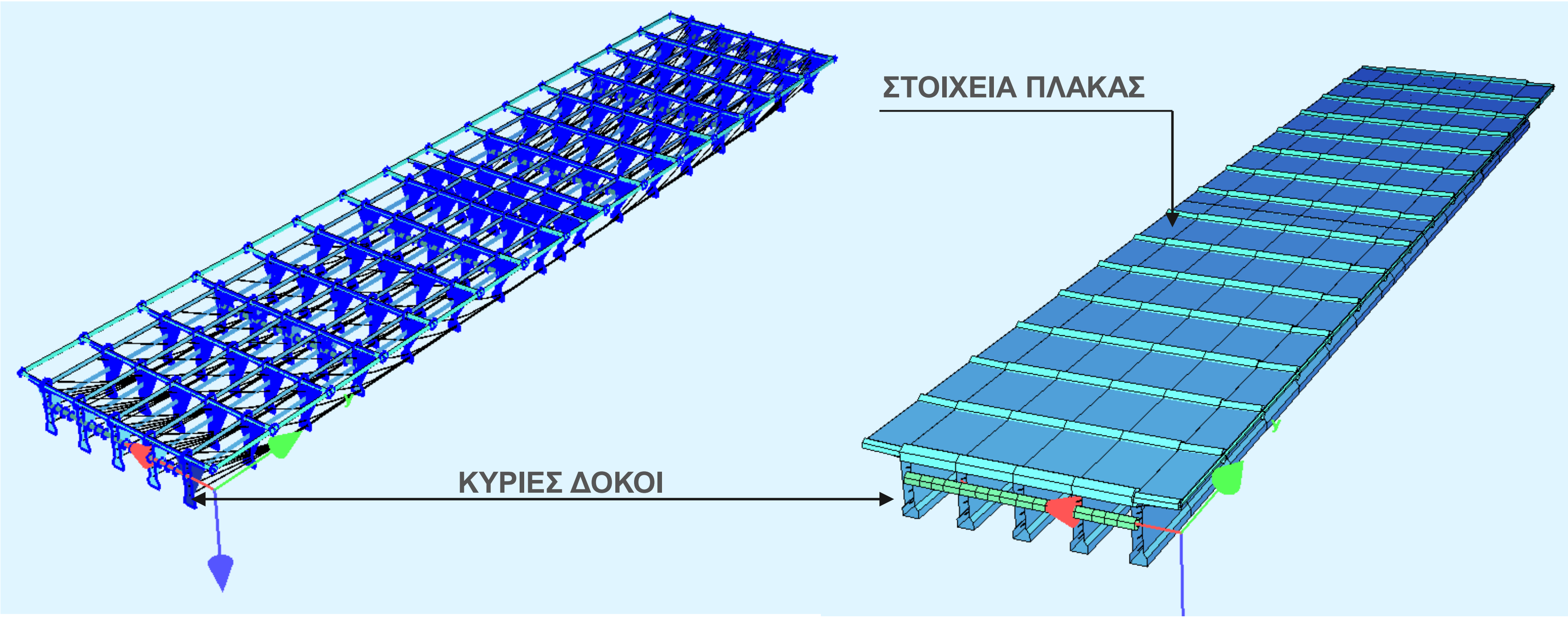
5.1 Παραδοχές Μελέτης

- **Σκυρόδεμα** : B35 (συντηρητική θεώρηση)
- **Χάλυβας Προεντάσεως** : 1400/1600 (ρεαλιστική εκτίμηση)
- **Παραμένουσα Προένταση** : (Ι) όλοι οι τένοντες
  : (ΙΙ) απώλεια 2x4=8 τένοντες
- **Κινητά Φορτία** : (ι) H20-44 AASHTO (2x180=360kN) – αρχική μελέτη
  (ΙΙ) 30/30 DIN1072 – πραγματική κυκλοφορία
- **Χάλυβας εξ. προεντάσεως** : PST 1670/1860

5.2. Προσομοίωμα Υπολογισμού

Πρόγραμμα: SOFiSTiK

Εσχάρα ραβδωτών στοιχείων στο χώρο



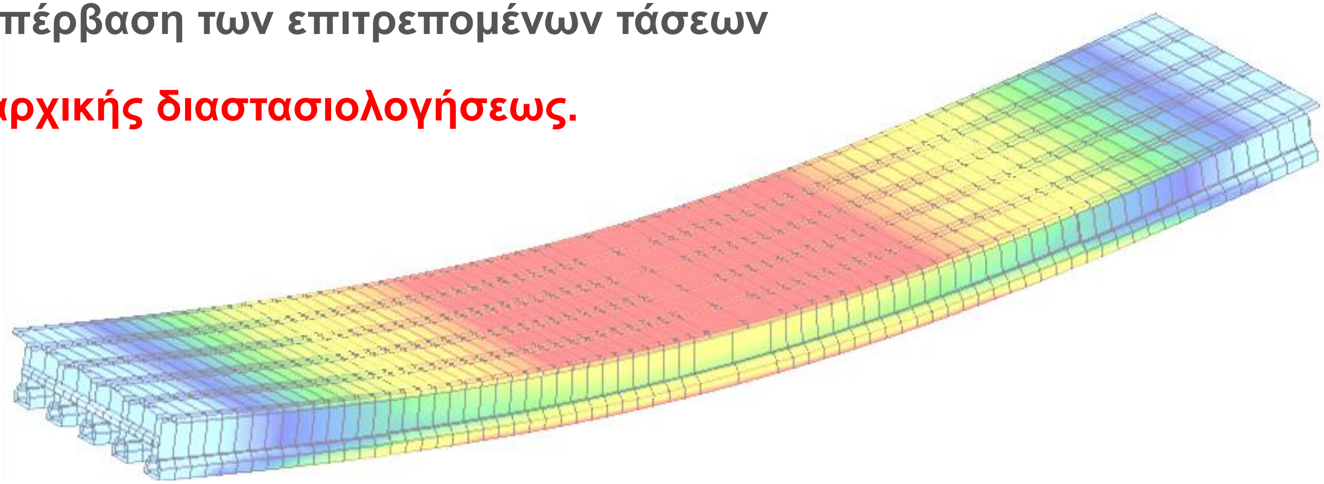
Τα στοιχεία πλάκας μετέχουν μόνο στη μεταφορά των κατακόρυφων φορτίων

5.3. Γέφυρα σύμφωνα με την αρχική μελέτη

- **Αρχική Μελέτη / Φορτία: H20-44 AASHTO**

  Δεν διαπιστώθηκε υπέρβαση των επιτρεπομένων τάσεων

  ⇨ **ορθότητα της αρχικής διαστασιολογήσεως.**



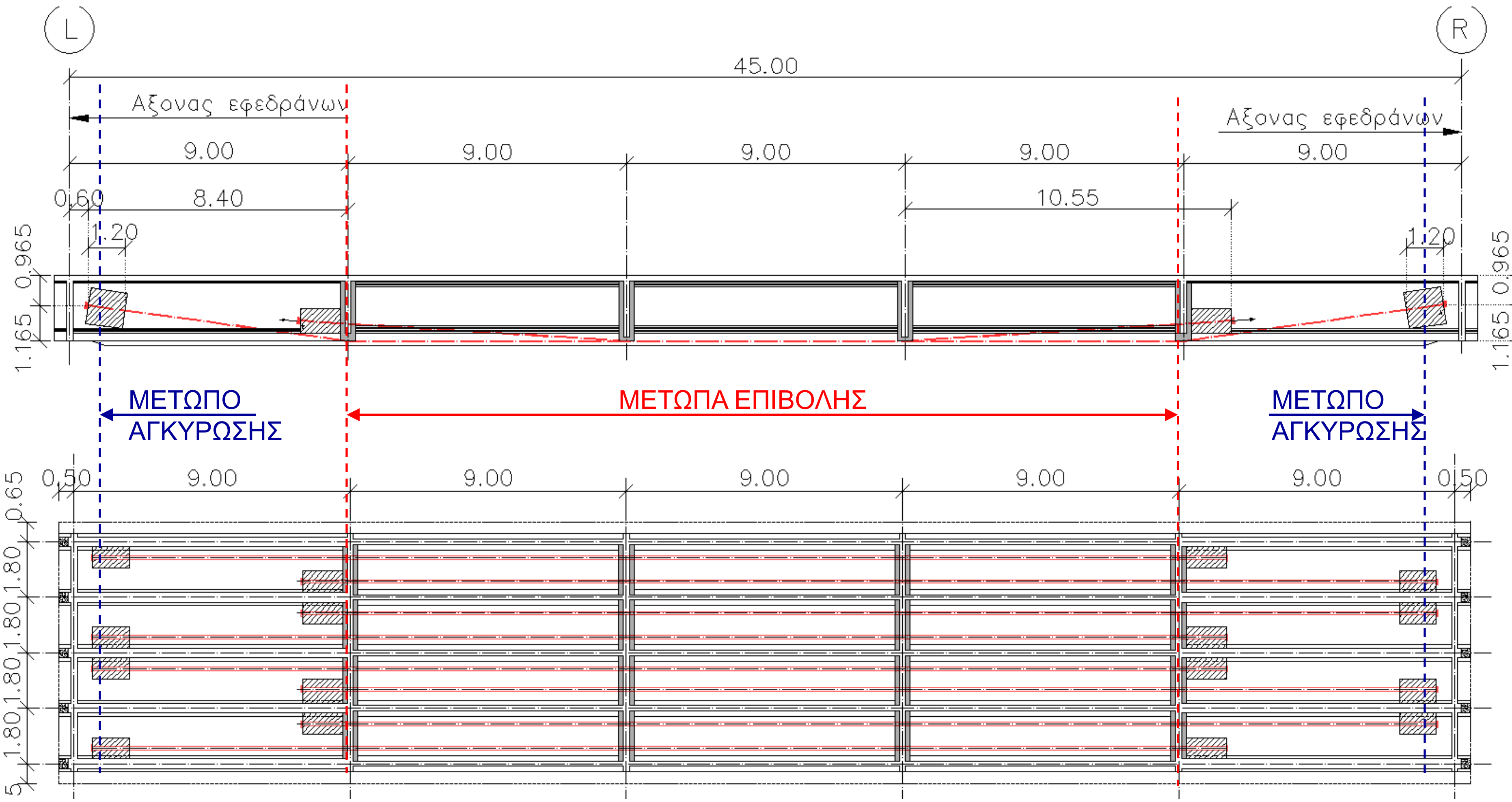
- **Ανασχεδιασμός / Φορτία: 30/30 DIN1072**

  Υπέρβαση επιτρεπόμενων τάσεων με το σύνολο της προεντάσεως

  Υψηλές εφελκυστικές τάσεις (~5.00MPa) με απώλεια τενόντων
  …ωστόσο δεν παρατηρούνται ρωγμές

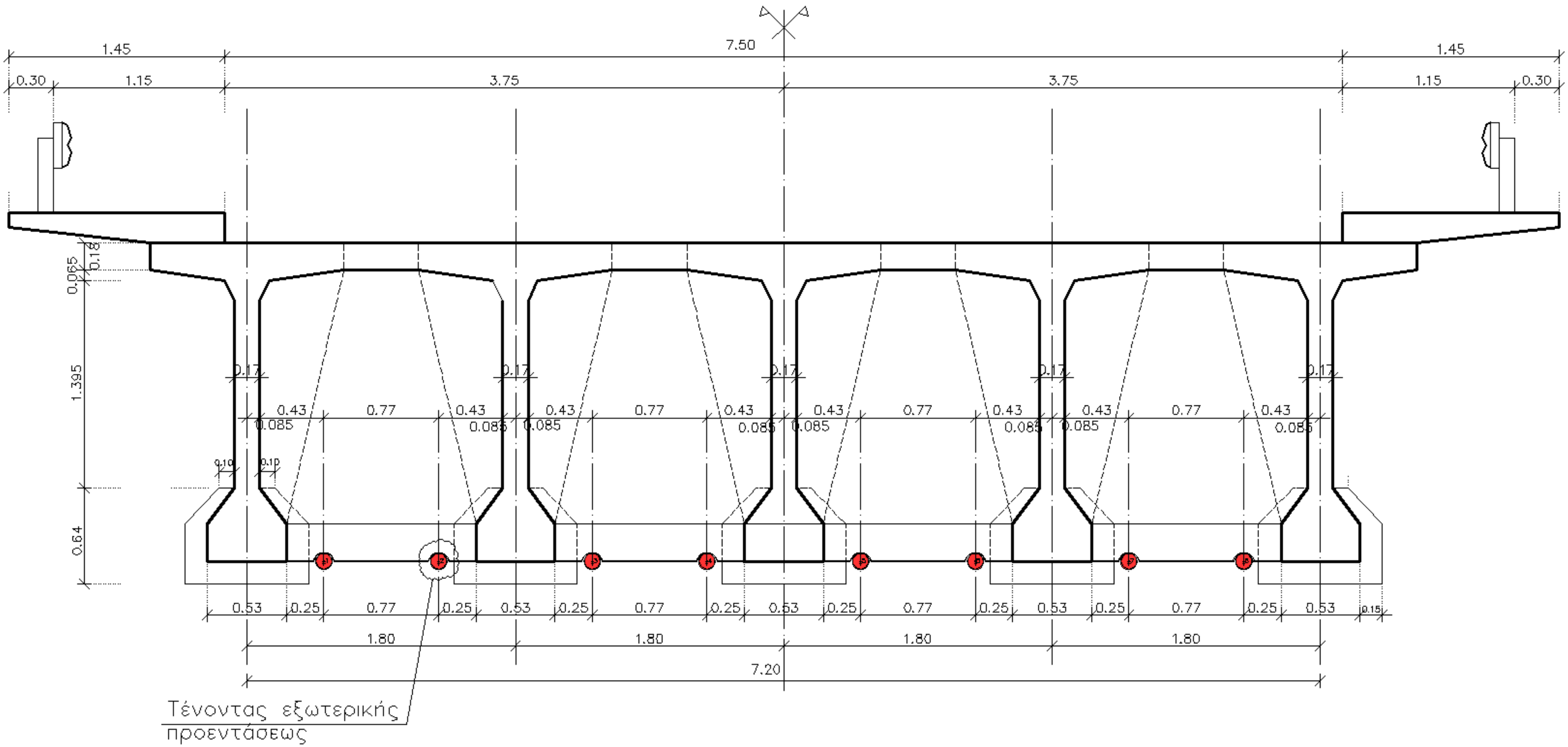
διαπιστώνεται και λογιστικώς η ανάγκη ενισχύσεως

5.4. Ενισχυμένος Φορέας



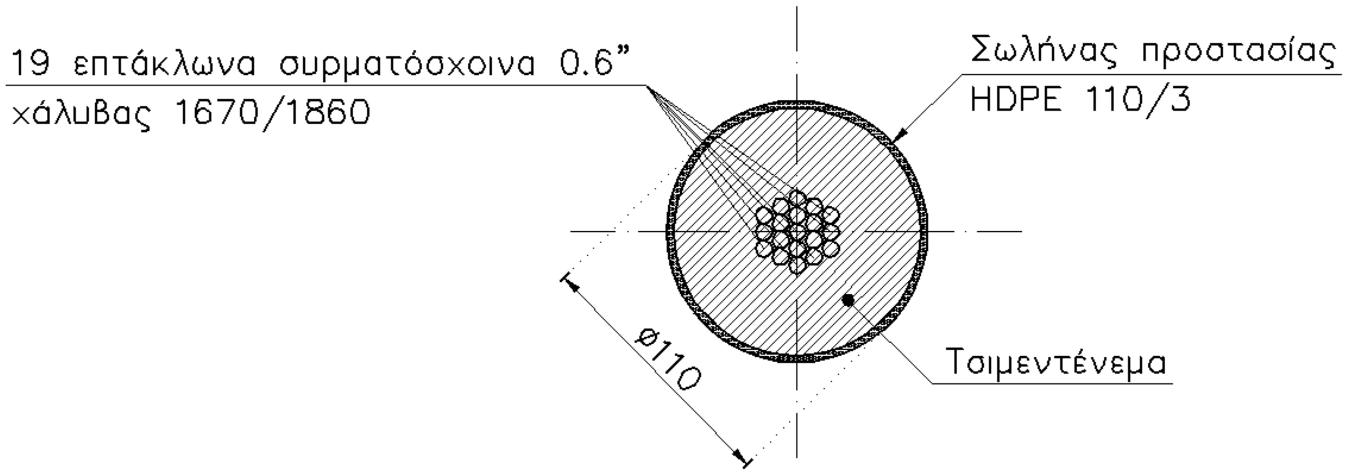
εξωτερική προένταση + ενίσχυση κάτω πέλματος δοκών & διαδοκίδων

5.4. Ενισχυμένος Φορέας



Τυπική διατομή στο άνοιγμα

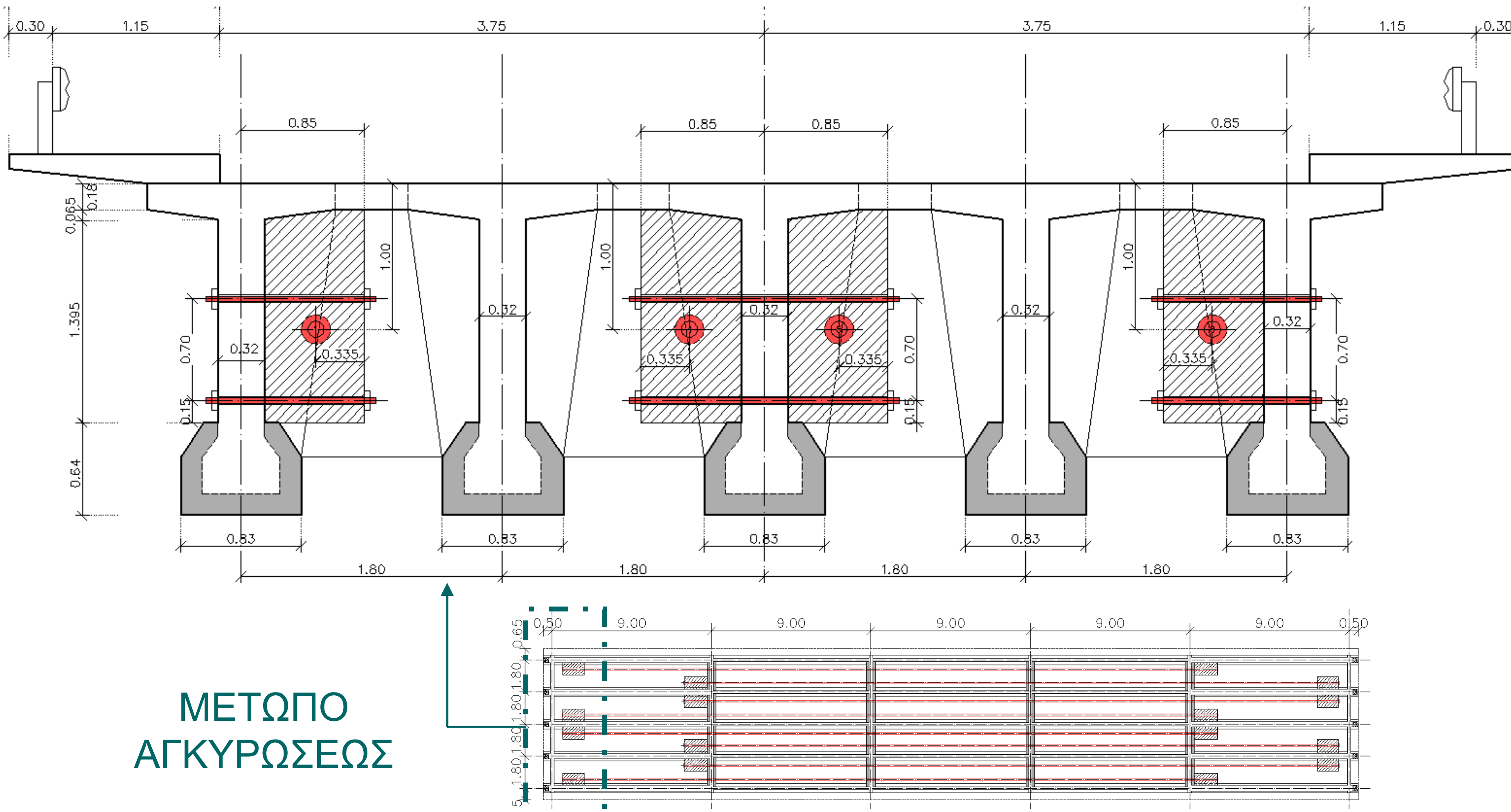
5.4. Ενισχυμένος Φορέας



Τένοντες Εξωτερικής Προεντάσεως	: **19 7-κλωνα συρματόσχοινα, Ap=1,5cm^2**
Ποιότητα Χάλυβα	: **PST 1670/1860**
Δύναμη Τανύσεως	: **P=3300 kN/τεν**
Τάση Τανύσεως	: **σ_{p0}=1160 Mpa (70% $f_{p,0,01k}$)**

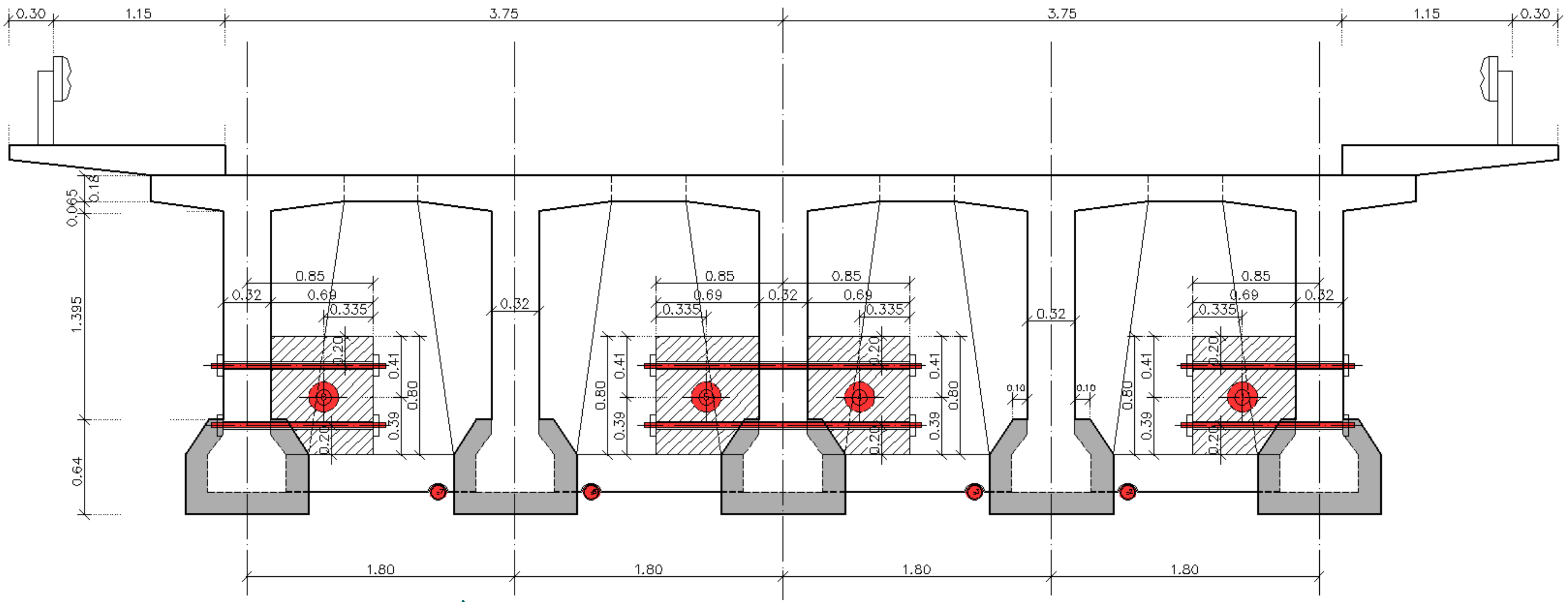
8 τένοντες εξωτερικής προεντάσεως ⇨ πρόσθετη δύναμη 26.400 kN

5.4. Ενισχυμένος Φορέας

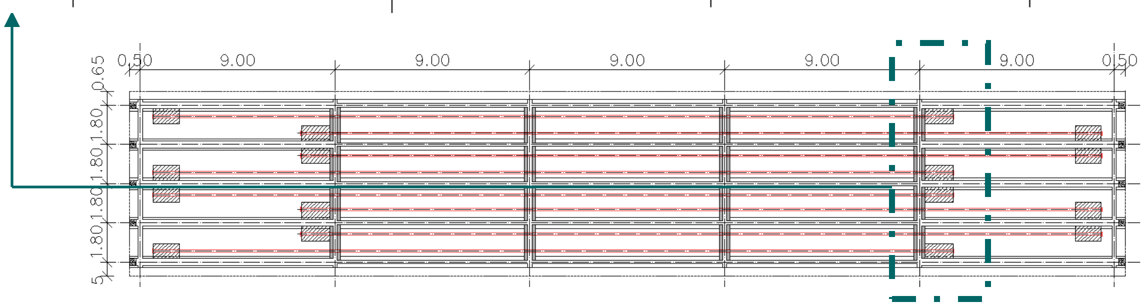


Σύνδεση σωμάτων αγκυρώσεως με κύριες δοκούς (στα μέτωπα αγκυρώσεως)

5.4. Ενισχυμένος Φορέας

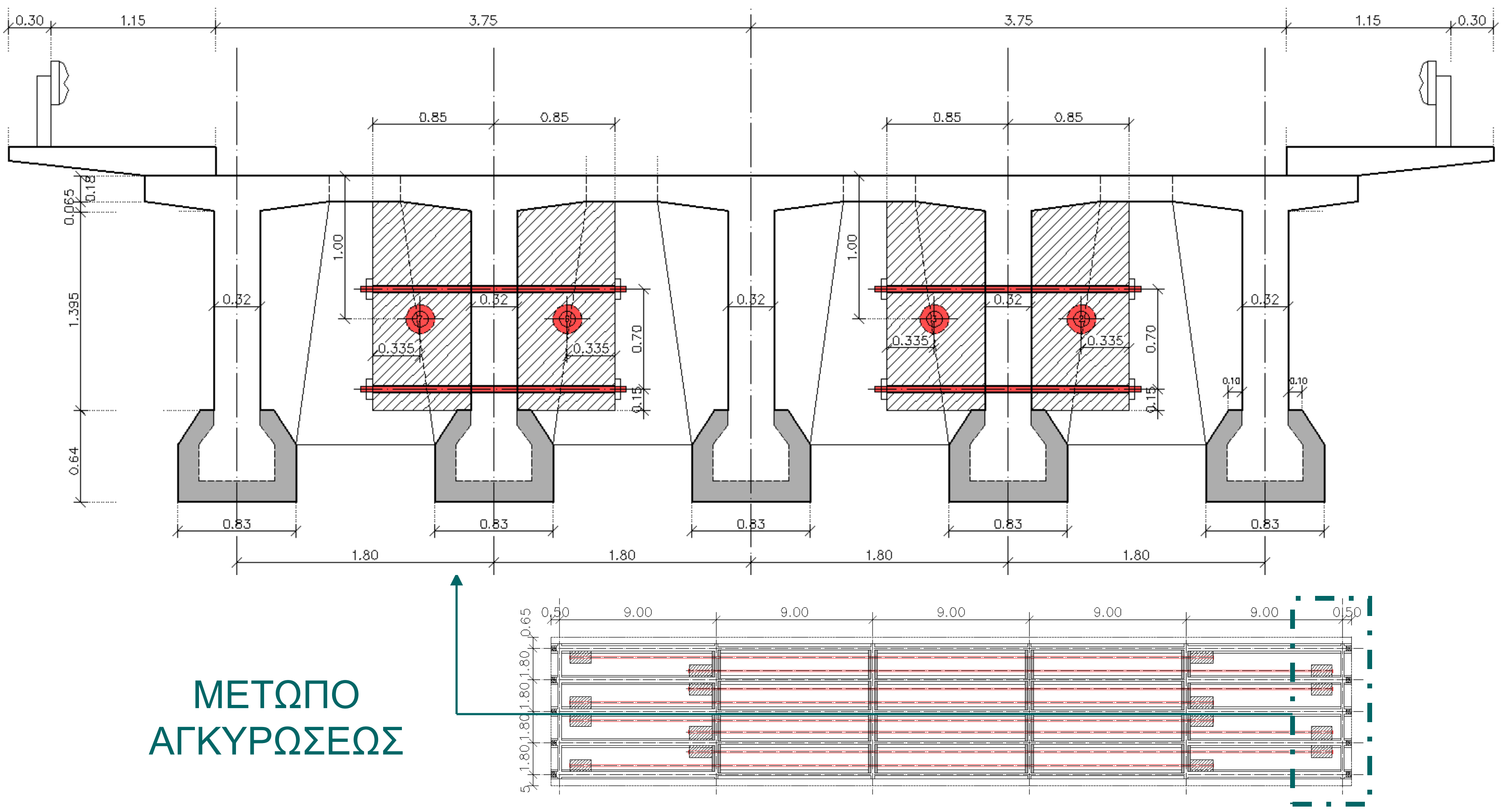


ΜΕΤΩΠΟ
ΤΑΝΥΣΕΩΣ



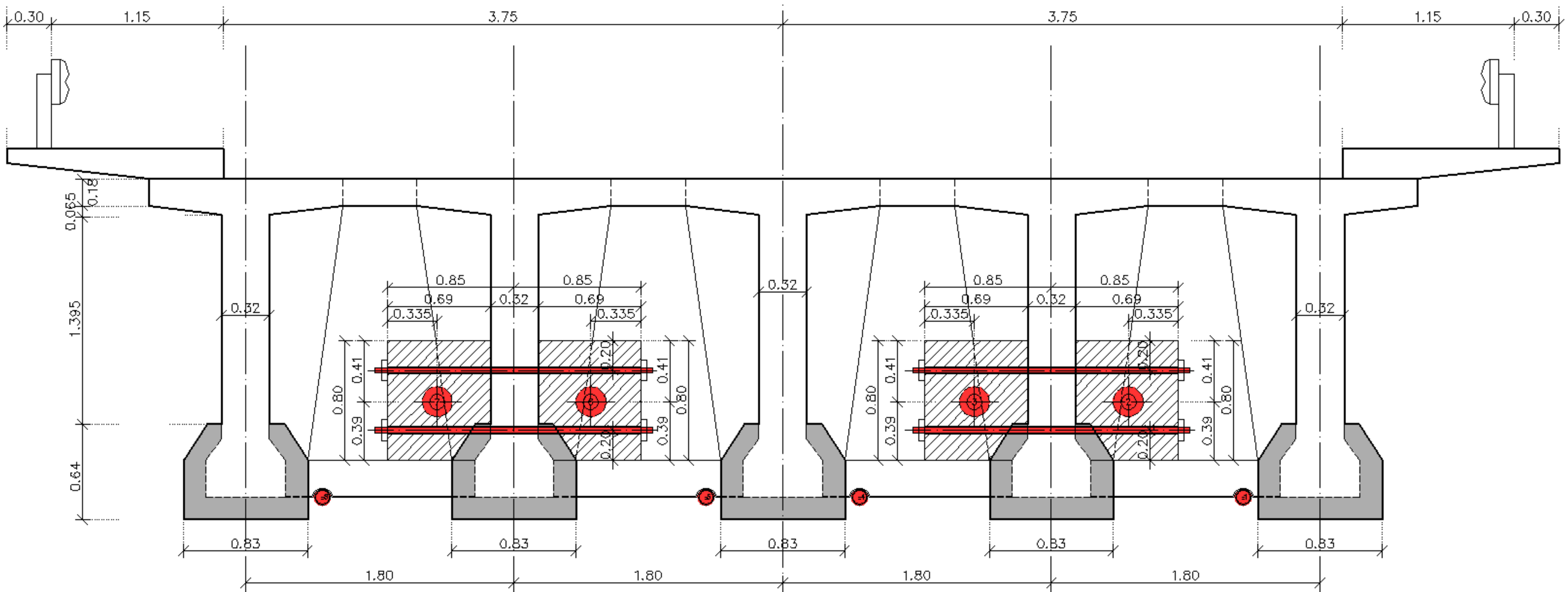
Σύνδεση σωμάτων αγκυρώσεως με κύριες δοκούς (στα μέτωπα τανύσεως)

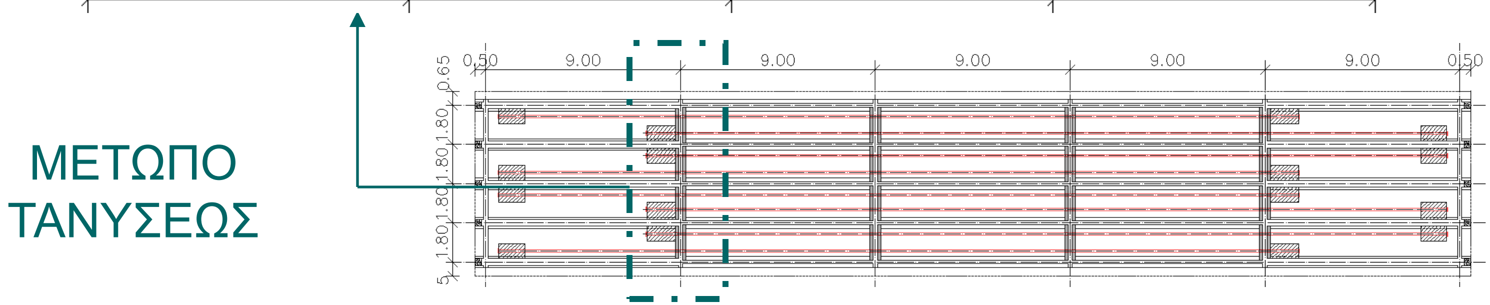
5.4. Ενισχυμένος Φορέας



Διαμόρφωση τραχείας επιφάνειας παλαιού σκυροδέματος (αμμοβολή, ελαφρά αερόσφυρα)

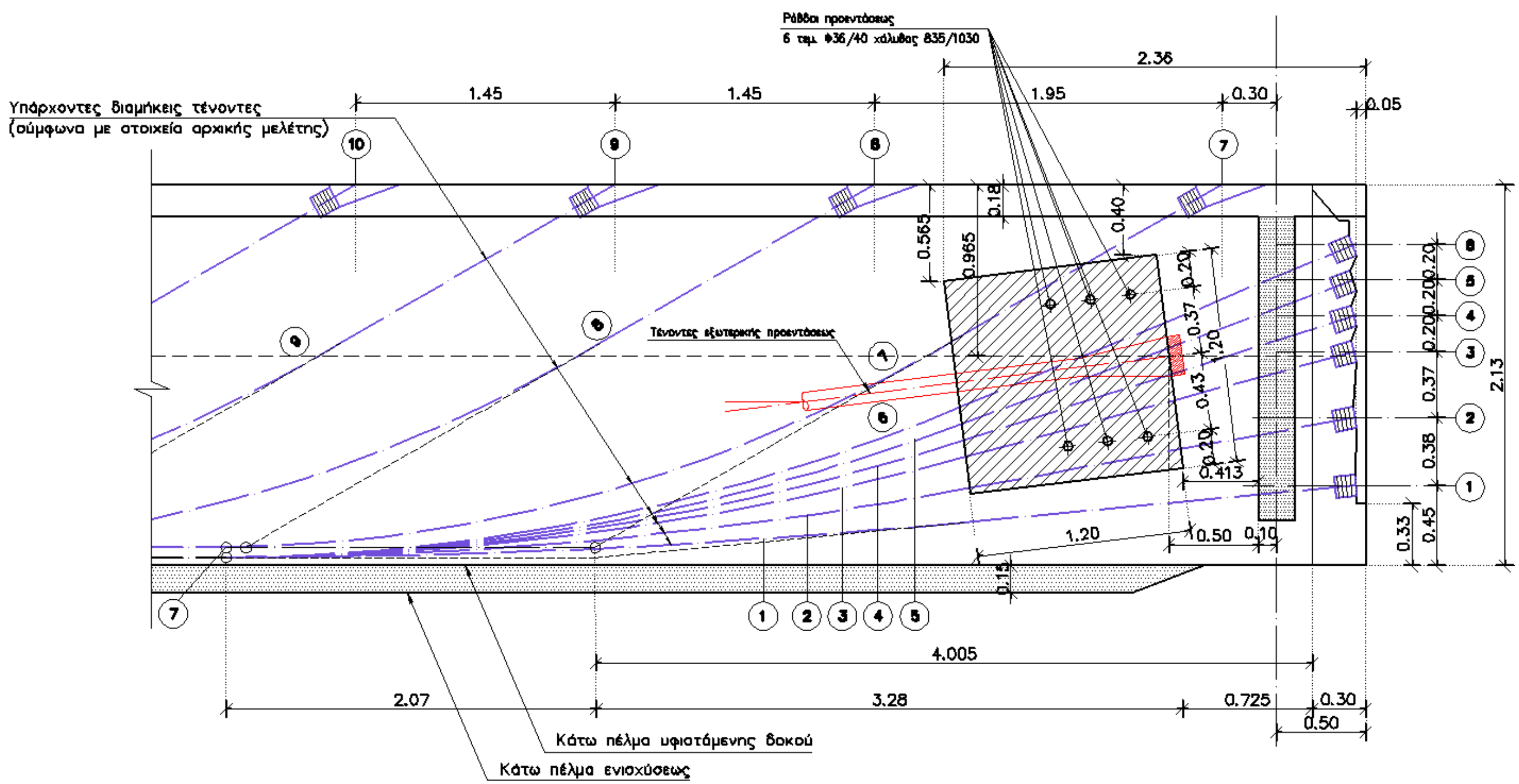
5.4. Ενισχυμένος Φορέας





Νέο σκυρόδεμα ειδικής συνθέσεως (περιορισμός συστ. ξηρ, μικρή υδροπερατότητα)

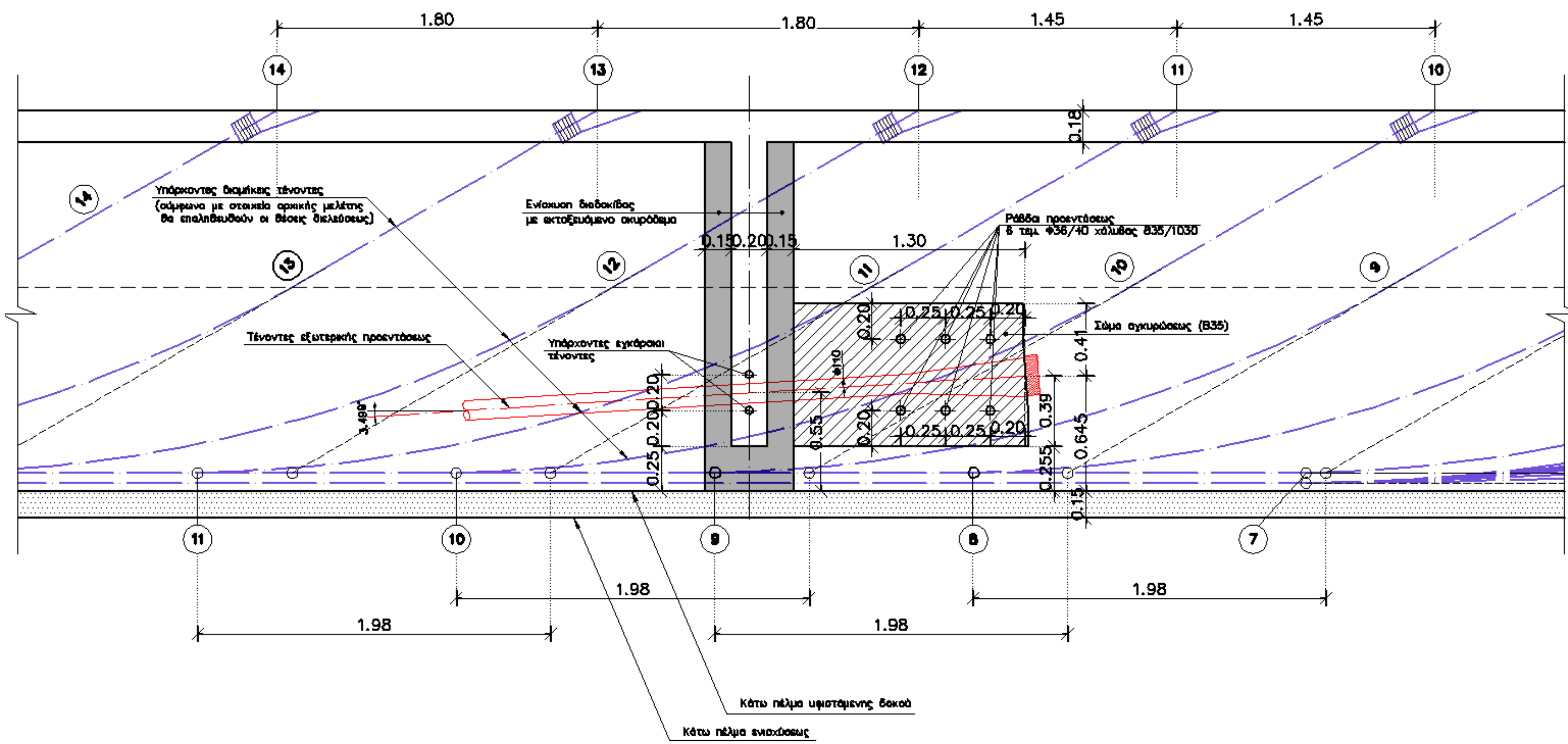
5.4. Ενισχυμένος Φορέας



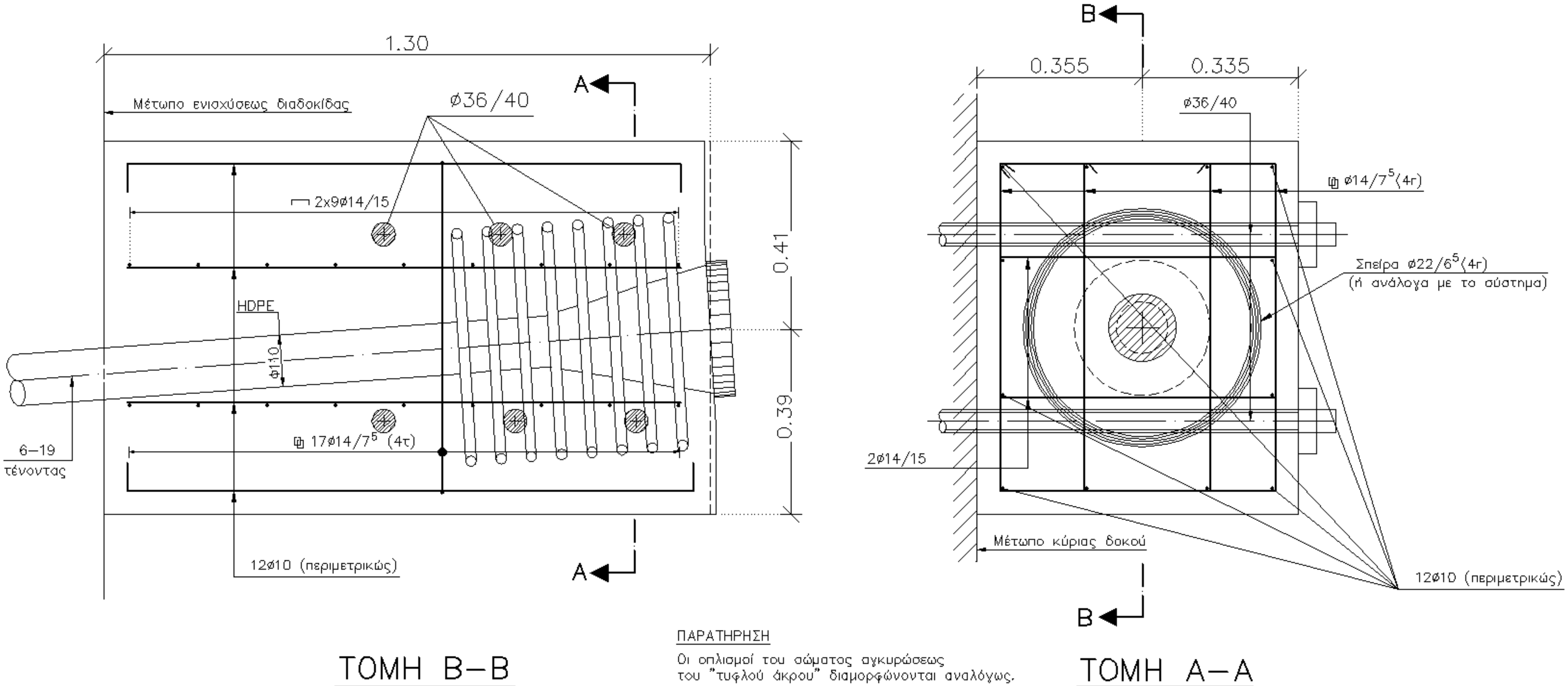
όψη προεντάσεως στο μέτωπο αγκυρώσεως

Σύνδεση με αρχικό φορέα μέσω ράβδων προεντάσεως Φ36 (835/1030)

5.4. Ενισχυμένος Φορέας



όψη προεντάσεως στο μέτωπο τανύσεως

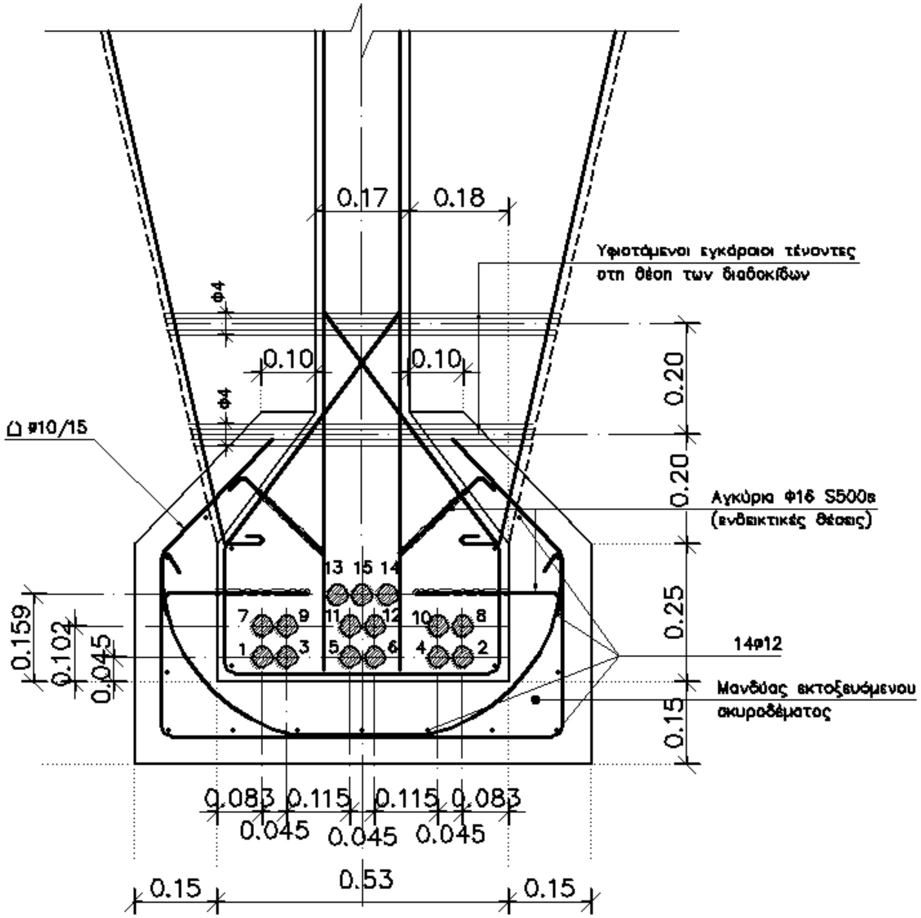


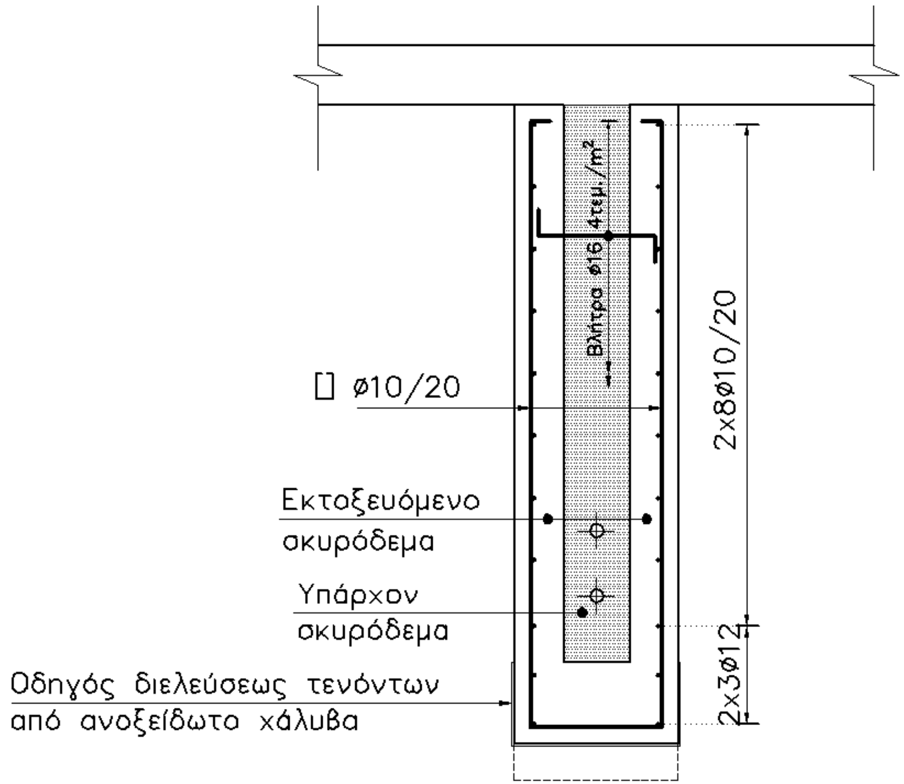
Λεπτομέρειες Σωμάτων Αγκυρώσεως

Τάνυση ράβδων εγκάρσιας συνδέσεως πριν την τάνυση των εξωτ. τενόντων

5.4. Ενισχυμένος Φορέας (11/13)

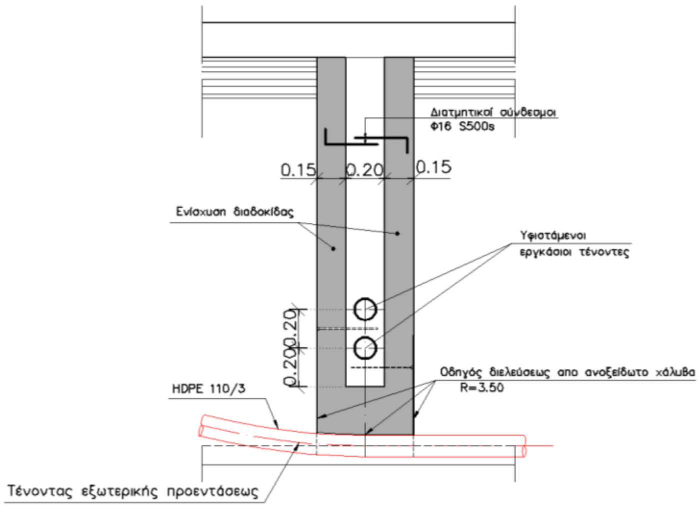
οπλισμός ενισχύσεως διαδοκίδας



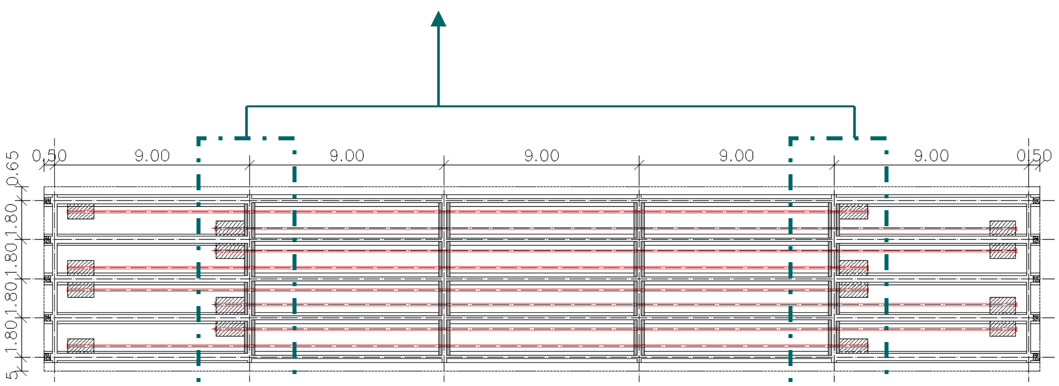


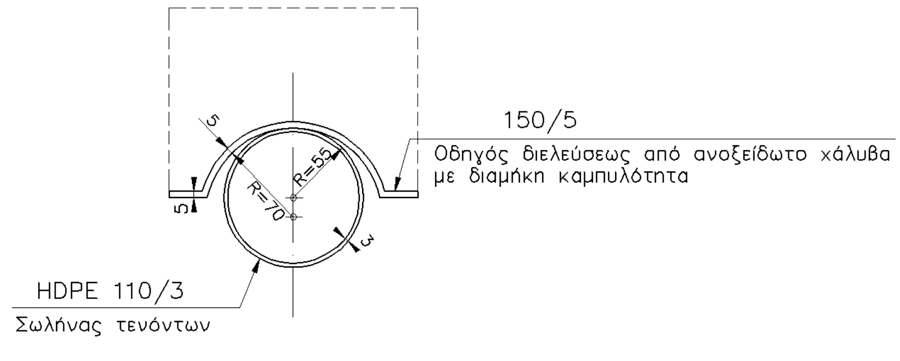
οπλισμός ενισχύσεως κάτω πέλματος δοκών

5.4. Ενισχυμένος Φορέας (12/13)

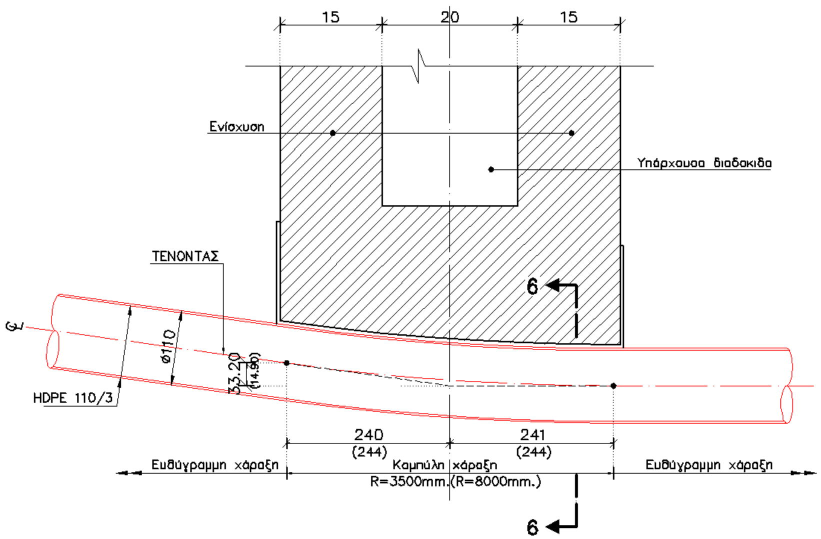


ΟΔΗΓΟΣ ΔΙΕΛΕΥΣΕΩΣ





ΤΟΜΗ 6–6



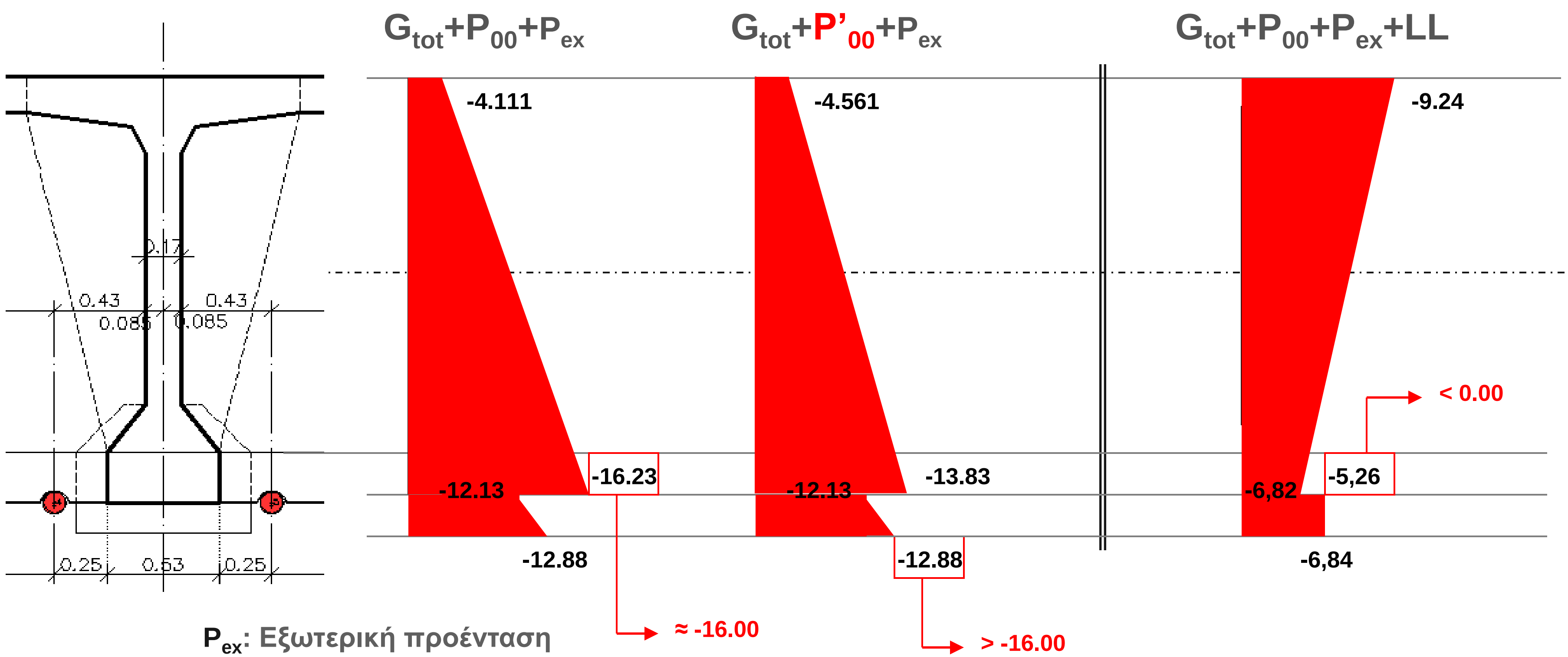
ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΟΔΗΓΟΥ ΔΙΕΛΕΥΣΕΩΣ

5.4. Ενισχυμένος Φορέας

Διαγράμματα τάσεων μεσαίας διατομής – Όχημα 30/30

Επιβολή εξωτερικής προέντασης | **Οριακή κατάσταση λειτουργίας**

(A) | **(B)**



P_{ex}: Εξωτερική προένταση

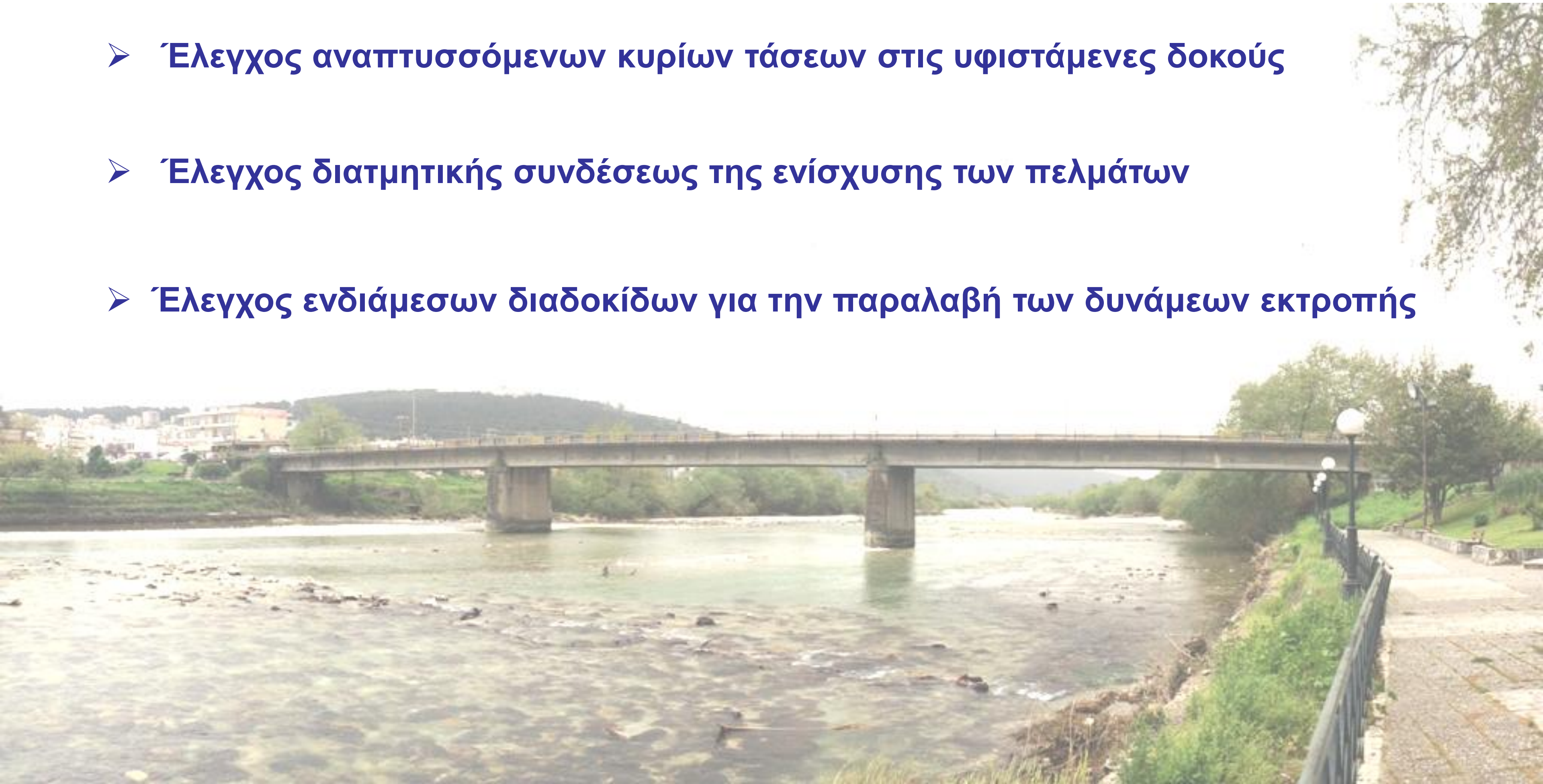
P_{00}: Αρχική προένταση

P'_{00}: Αρχική προένταση με απώλεια 4 τενόντων / ακραία δοκό

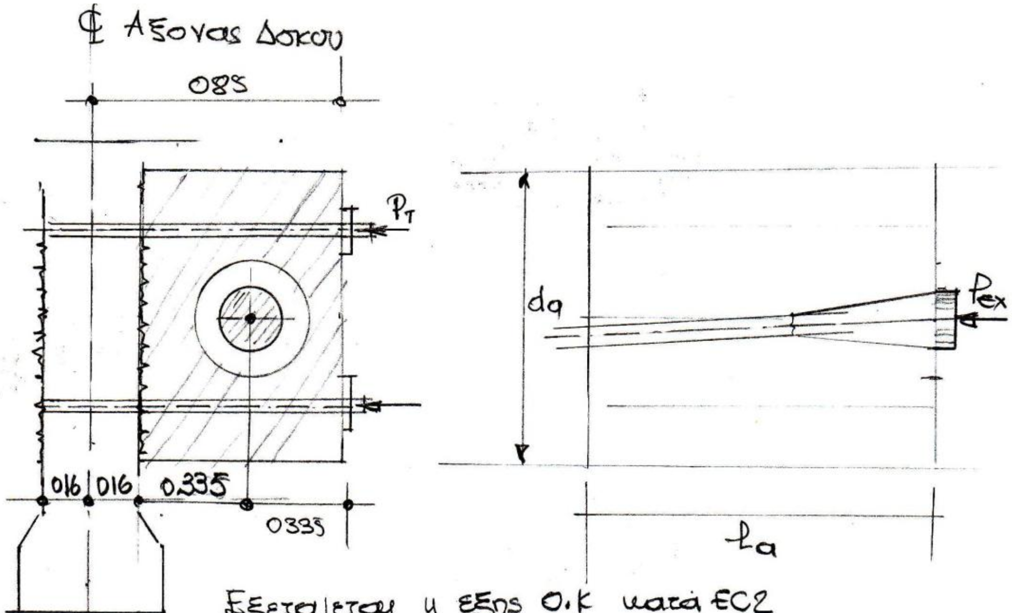
G_{tot}: Συμπεριλαμβάνονται τα Ι.Β. των ενισχύσεων και των σωμάτων αγκυρώσεως

5.5 Ειδικοί Έλεγχοι

- Έλεγχος παγιώσεως σωμάτων αγκυρώσεως επί των κυρίων δοκών
- Έλεγχος αναπτυσσόμενων κυρίων τάσεων στις υφιστάμενες δοκούς
- Έλεγχος διατμητικής συνδέσεως της ενίσχυσης των πελμάτων
- Έλεγχος ενδιάμεσων διαδοκίδων για την παραλαβή των δυνάμεων εκτροπής

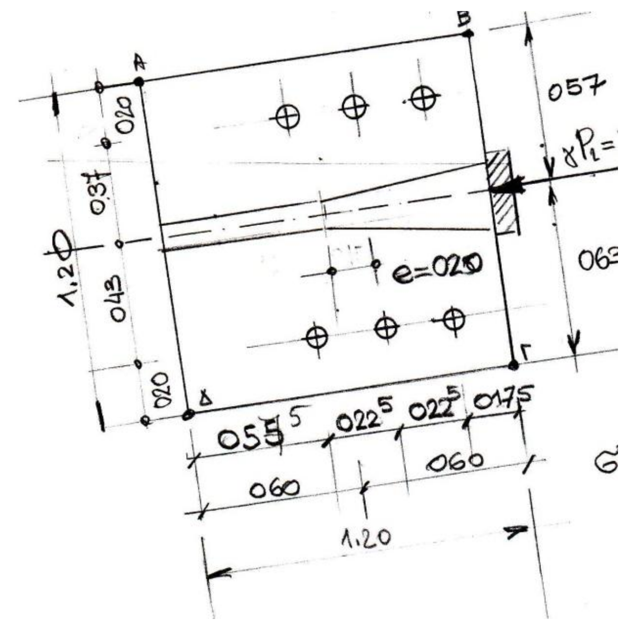


5.5.1. Έλεγχος σωμάτων αγκυρώσεως



Εξεταζεται η εξης Ο.Κ κατά EC2

- Δυναμη πρός μεταφορά $P_{u,L} = \gamma_p P_k = 1.20 \times 3300 = 3960$ kN
- καθετη δύναμη $P_{uT} = \gamma_p P_k = 0{,}90 \times 6 \times 720 = 3{,}888$ kN

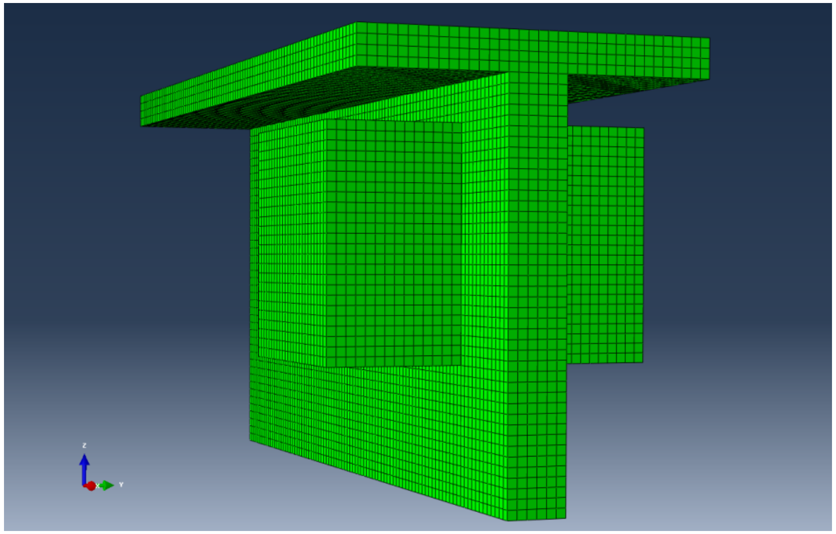


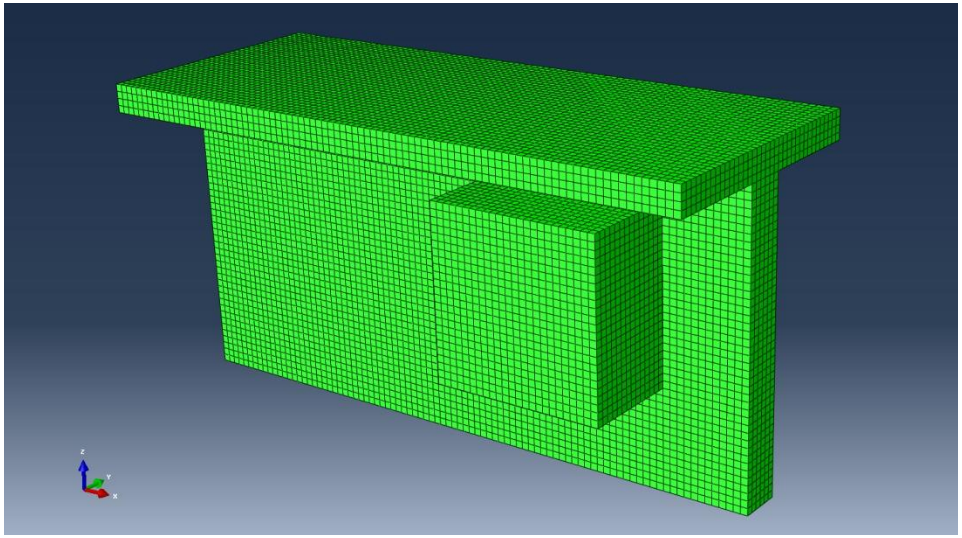
Έλεγχος ολισθήσεως – υπολογισμός ¨με το χέρι¨

5.5.1. Έλεγχος παγιώσεως σωμάτων αγκυρώσεως

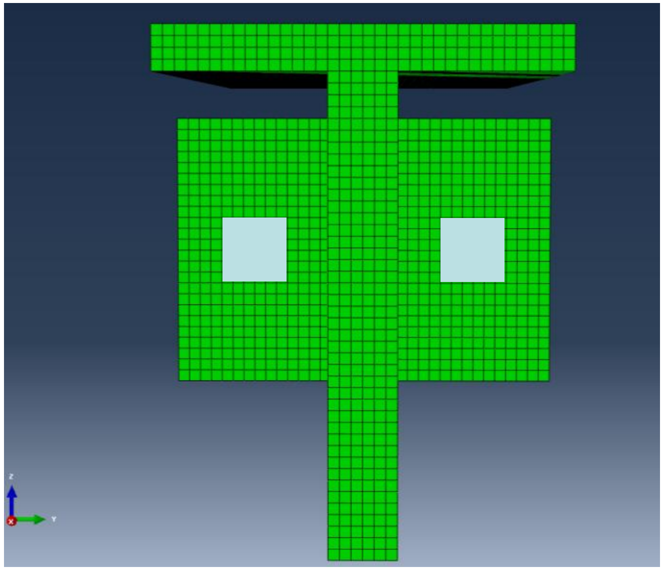
Πρόγραμμα: ABAQUS

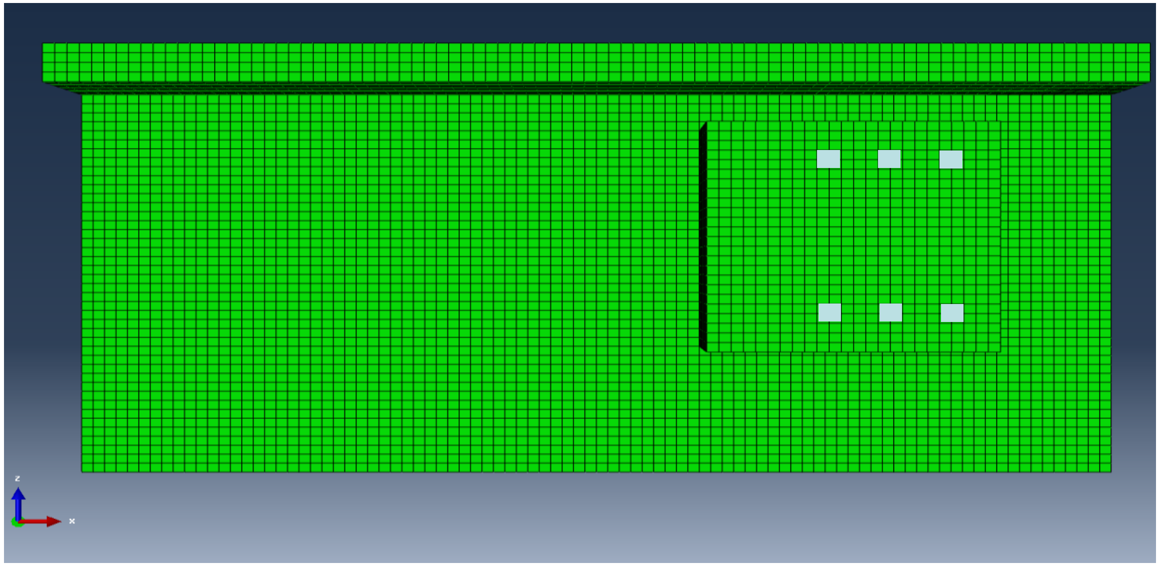
στοιχεία τριών διαστάσεων (3D-solid elements)





5.5.1.1 Έλεγχος σωμάτων αγκυρώσεως (3/7)



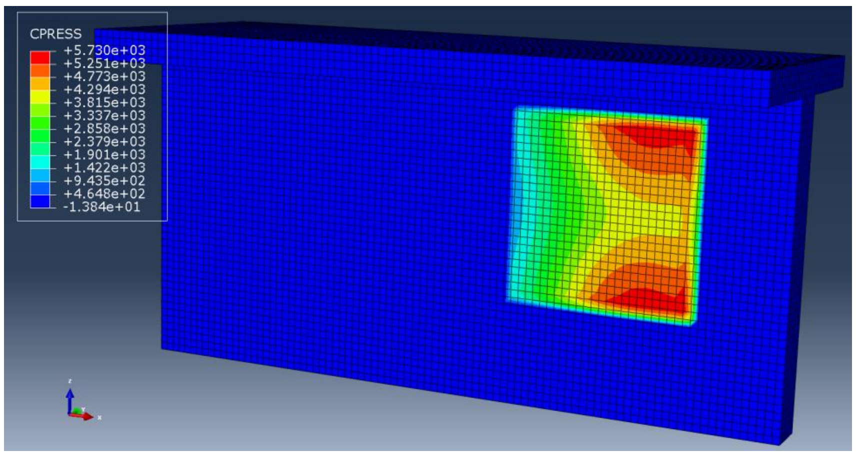


Θέσεις επιβολής διαμήκους εξωτερικής προεντάσεως

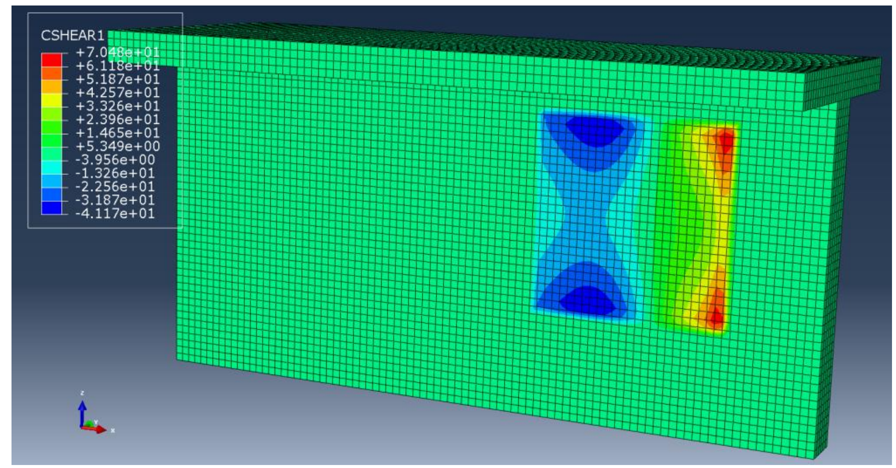
Θέσεις ράβδων εγκάρσιας συνδέσεως

5.5.1.1 Έλεγχος σωμάτων αγκυρώσεως (4/7)

Στάδιο Α: Επιβολή Εγκάρσιας Σύνδεσης



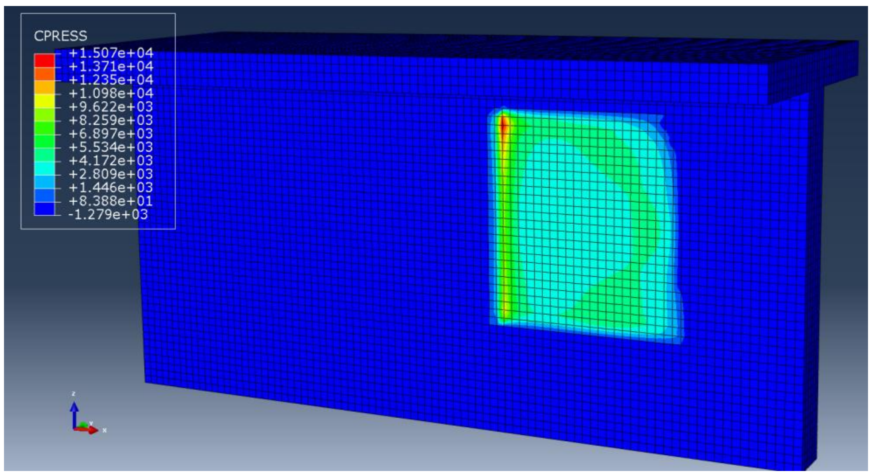
Ορθές τάσεις (επαφής) στη διεπιφάνεια



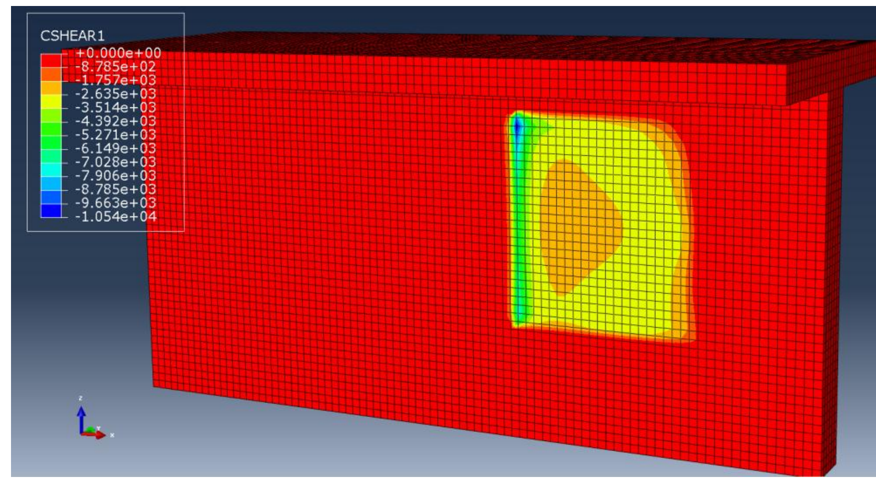
Διατμητικέςτάσεις (τyx) στη διεπιφάνεια

5.5.1.1 Έλεγχος σωμάτων αγκυρώσεως (5/7)

Στάδιο Β: Επιβολή Διαμήκους Προεντάσεως



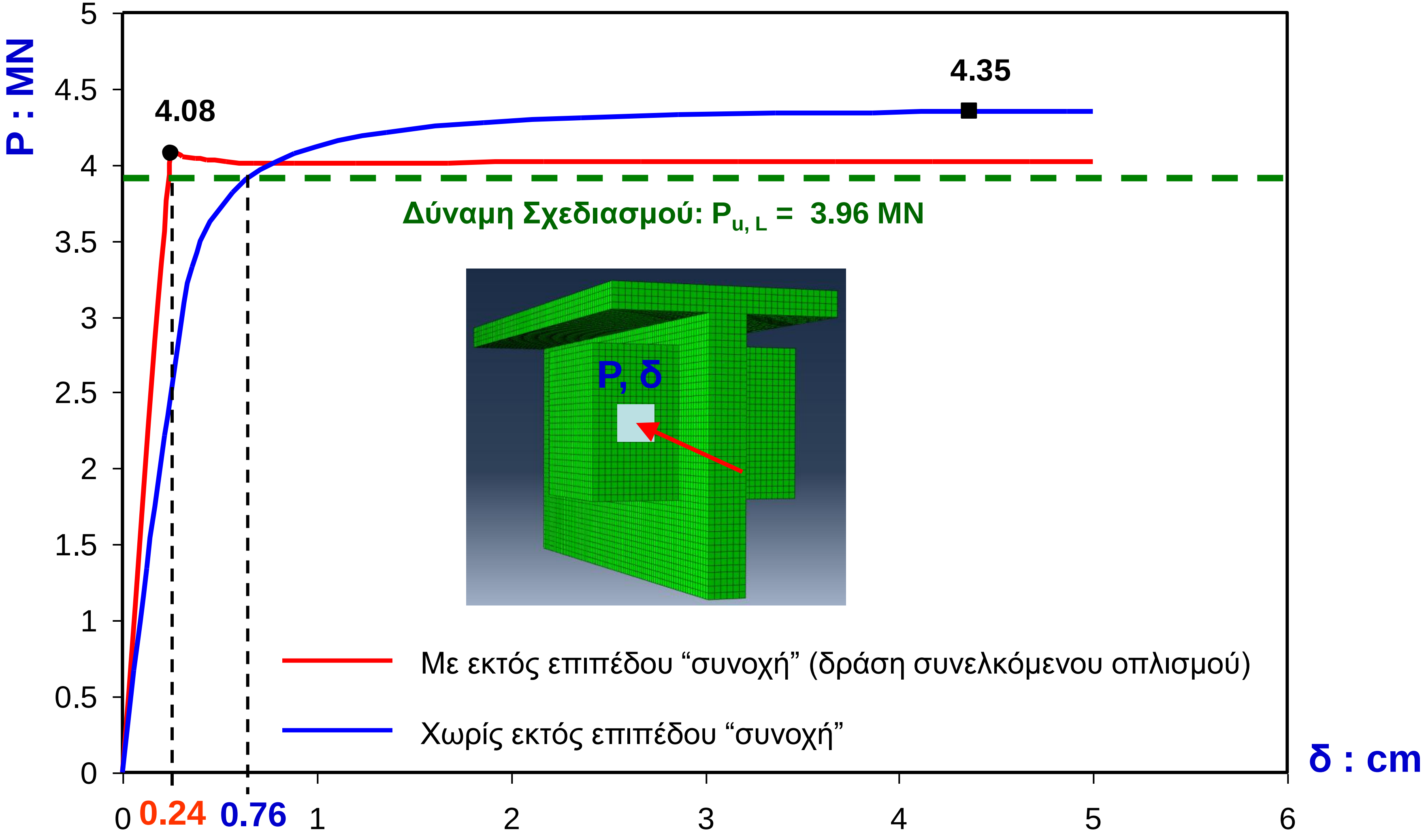
Ορθές τάσεις (επαφής) στη διεπιφάνεια



Διατμητικέςτάσεις (τyx) στη διεπιφάνεια

Έναρξη ολίσθησης για P=1.03 Pu,L

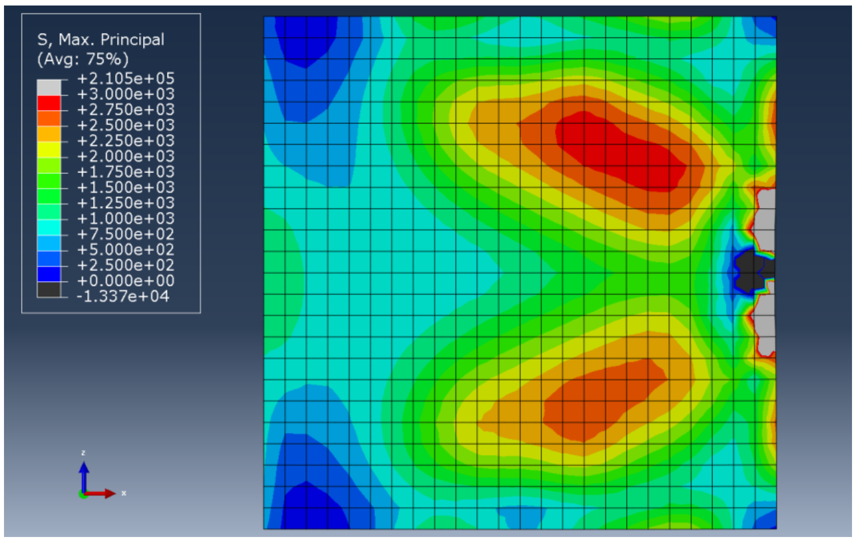
5.5.1.1 Έλεγχος σωμάτων αγκυρώσεως



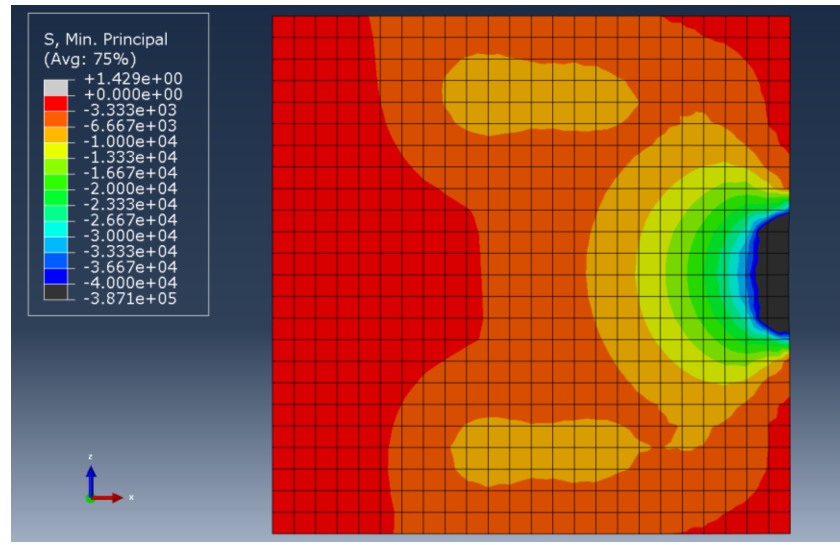
Καμπύλη δύναμης – μετακίνησης σώματος αγκύρωσης

5.5.1.1 Έλεγχος σωμάτων αγκυρώσεως (7/7)

Στάδιο Β: Επιβολή Διαμήκους Προεντάσεως



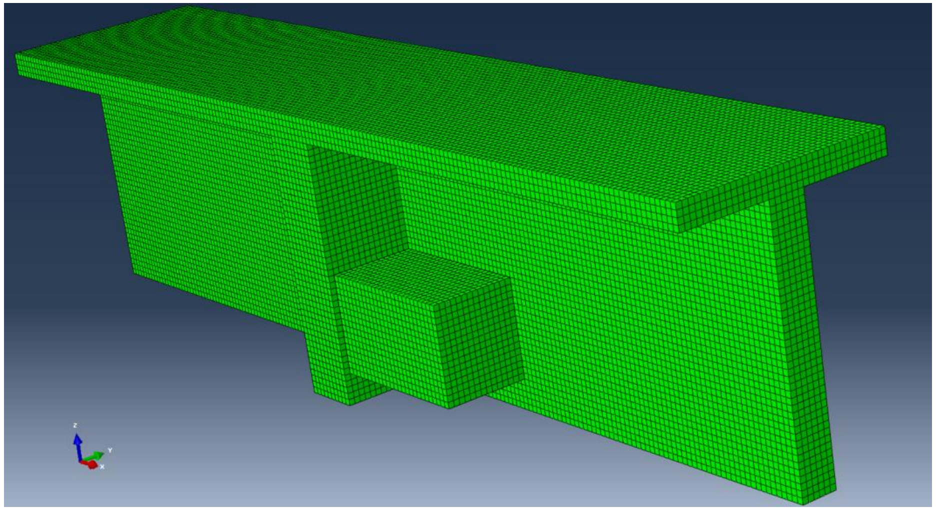
Μέγιστη κύρια τάση
[σ11 --- εφελκυσμός (+)]

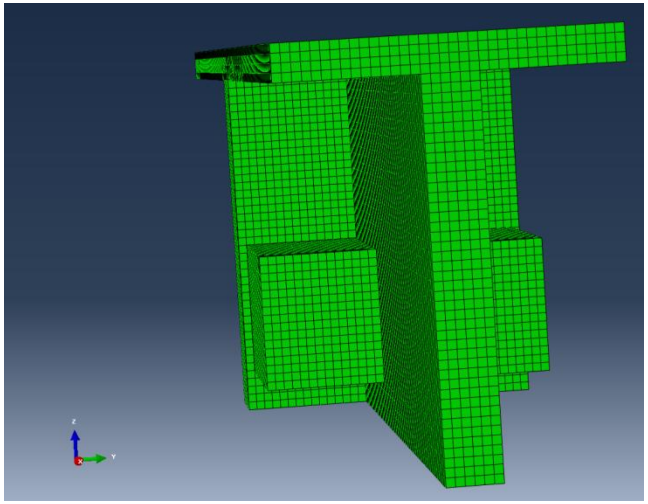


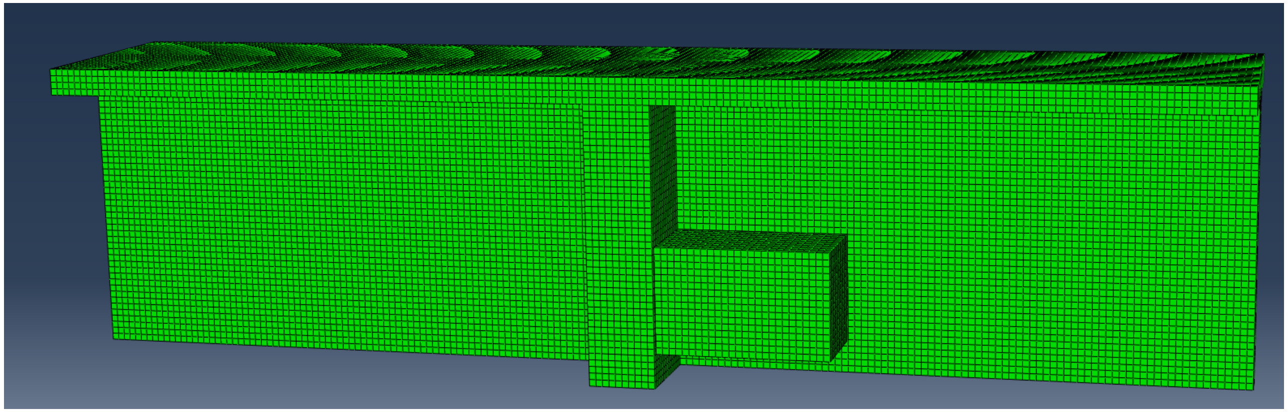
Ελάχιστη κύρια τάση
[σ33 --- Θλίψη (-)]

αποτελέσματα για P=1.03 Pu,L

5.5.1.2 Έλεγχος σωμάτων τανύσεως



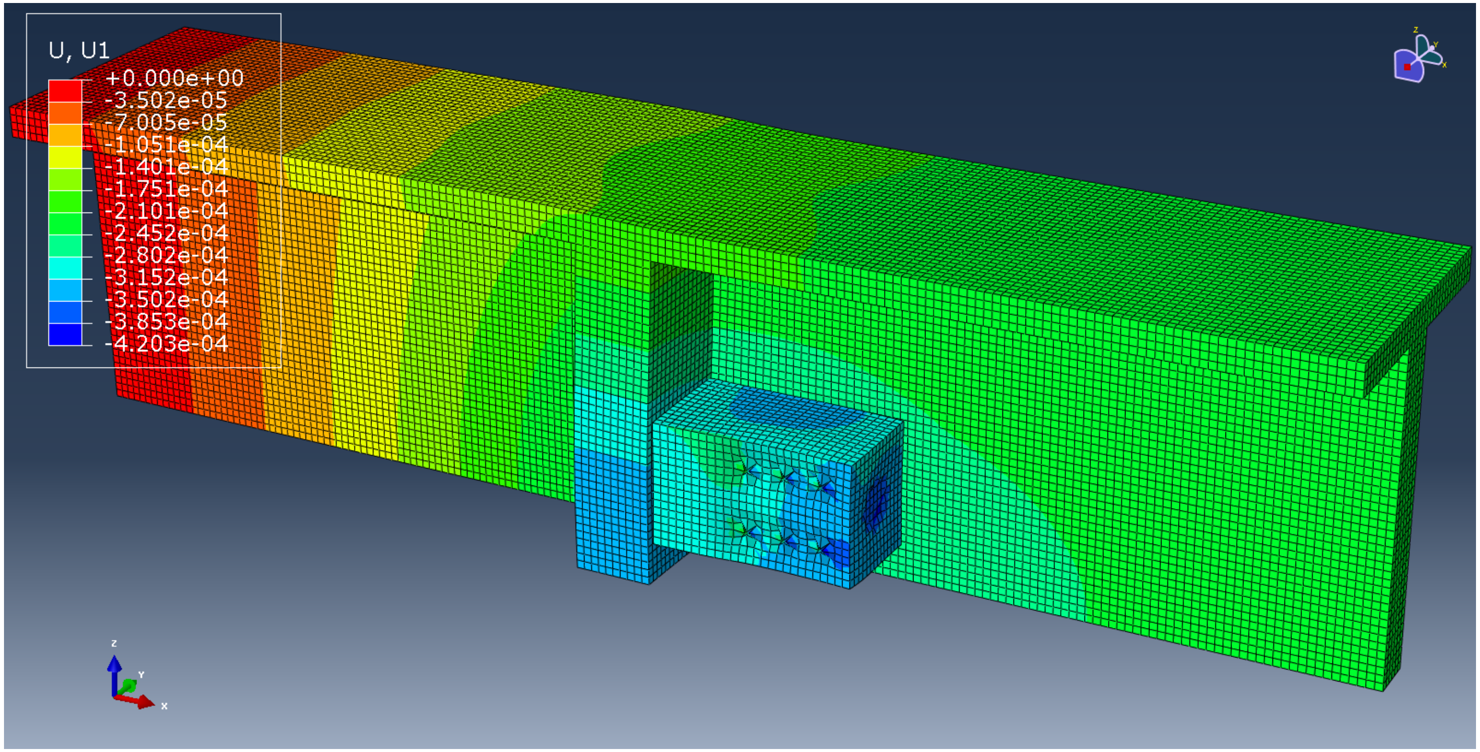




Πρόσθετο στοιχείο η επαφή με την διαδοκίδα

5.5.1.2 Έλεγχος σωμάτων τανύσεως (2/5)

Στάδιο Β: Επιβολή Διαμήκους Προεντάσεως



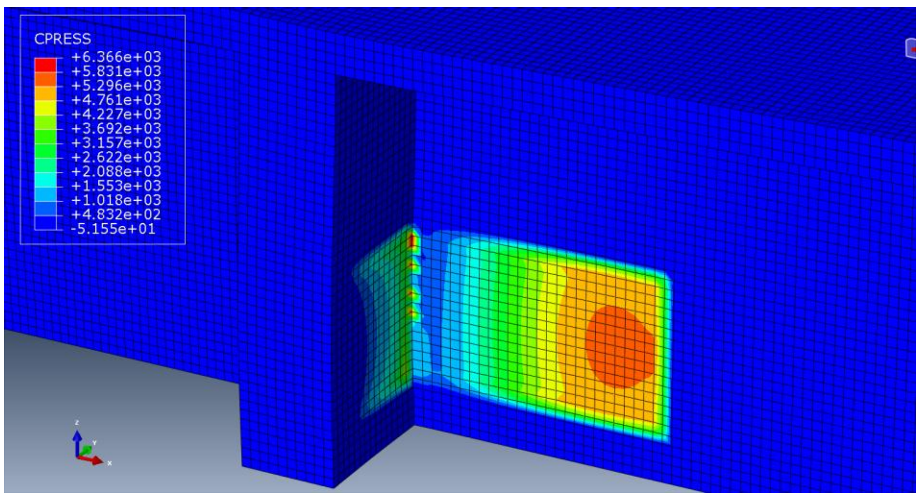
Ισουψείς Οριζόντιας μετακίνησης (u_x)

Παραμορφωμένος κάνναβος X 500

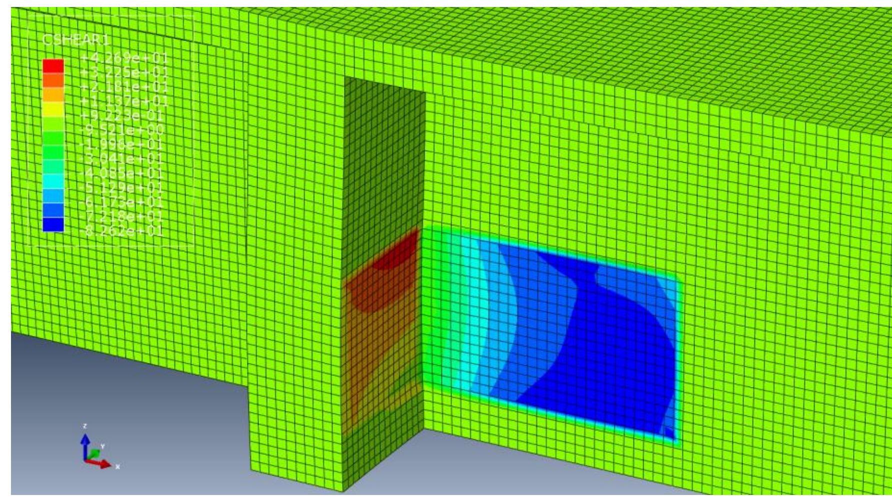
5.5.1.2 Έλεγχος σωμάτων τανύσεως (3/5)

Στάδιο Β: Επιβολή Διαμήκους Προεντάσεως

$$P = 0.20\ P_{u,L}$$



Ορθές τάσεις (επαφής) στη διεπιφάνεια

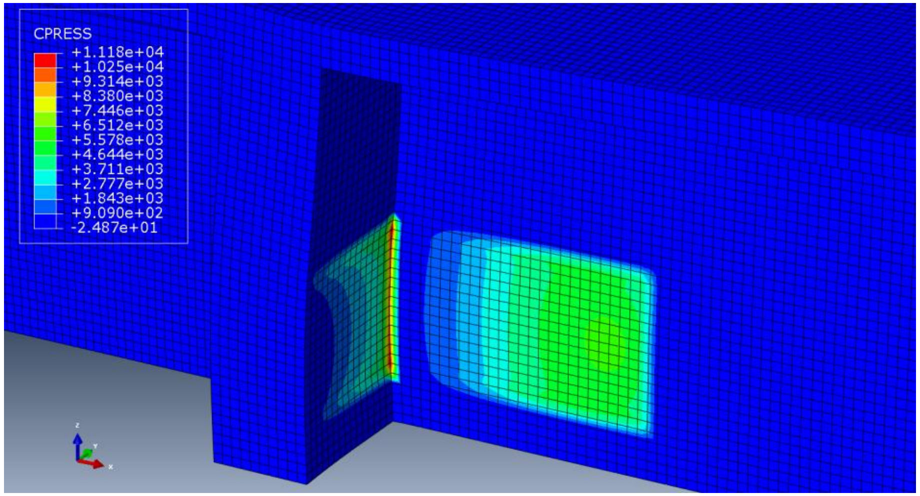


Διατμητικέςτάσεις (τυχ) στη διεπιφάνεια

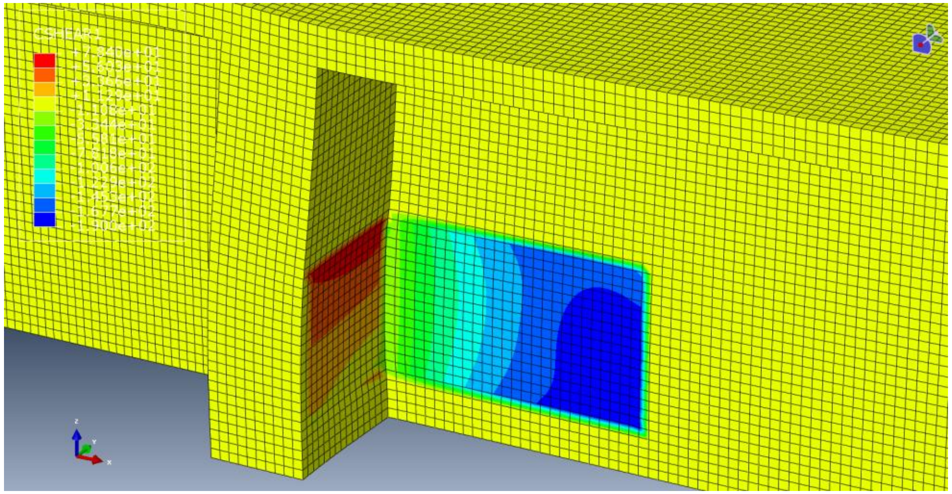
5.5.1.2 Έλεγχος σωμάτων τανύσεως (4/5)

Στάδιο Β: **Επιβολή Διαμήκους Προεντάσεως**

P=0.41 $P_{u,L}$



Ορθές τάσεις (επαφής) στη διεπιφάνεια



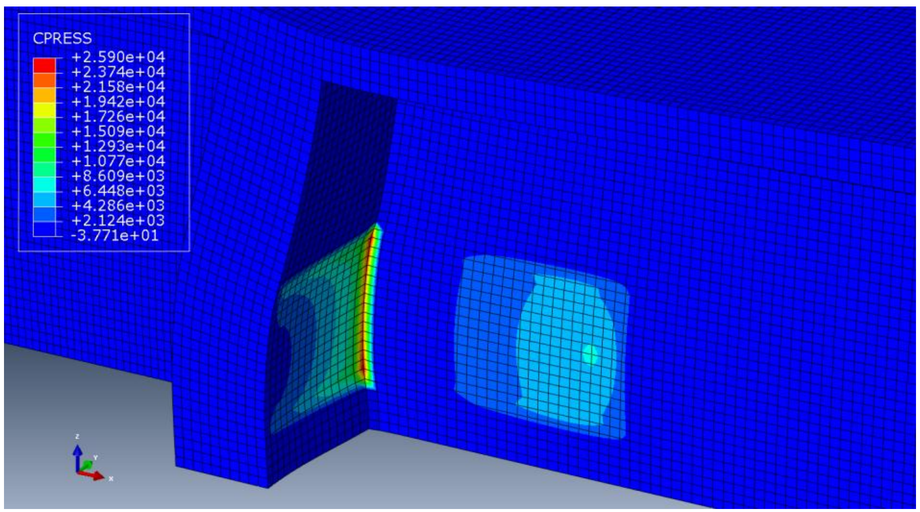
Διατμητικέςτάσεις (τυχ) στη διεπιφάνεια

Παραμορφωμένος κάνναβος X 500

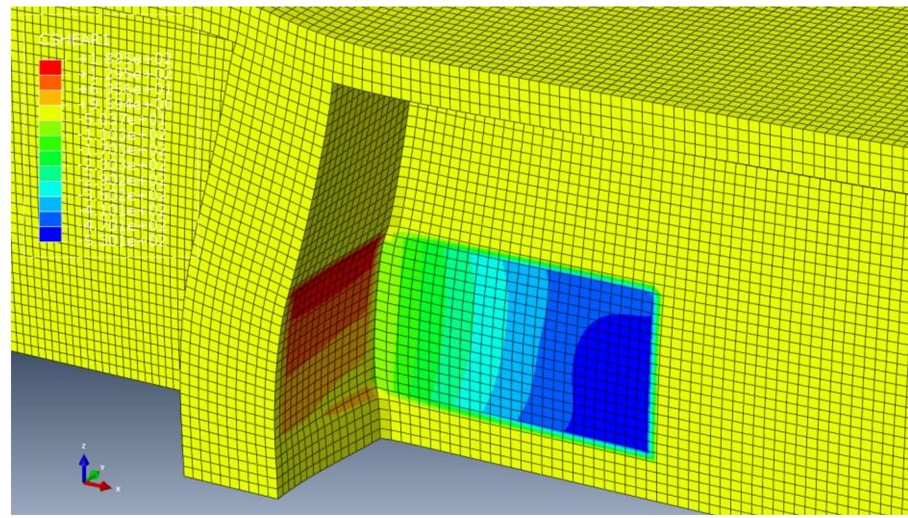
5.5.1.2 Έλεγχος σωμάτων τανύσεως (5/5)

Στάδιο Β: Επιβολή Διαμήκους Προεντάσεως

$$\mathbf{P=1.04\ P_{u,L}}$$



Ορθές τάσεις (επαφής) στη διεπιφάνεια



Διατμητικέςτάσεις (τυχ) στη διεπιφάνεια

Παραμορφωμένος κάνναβος X 500

6. Σύνοψη - Συμπεράσματα

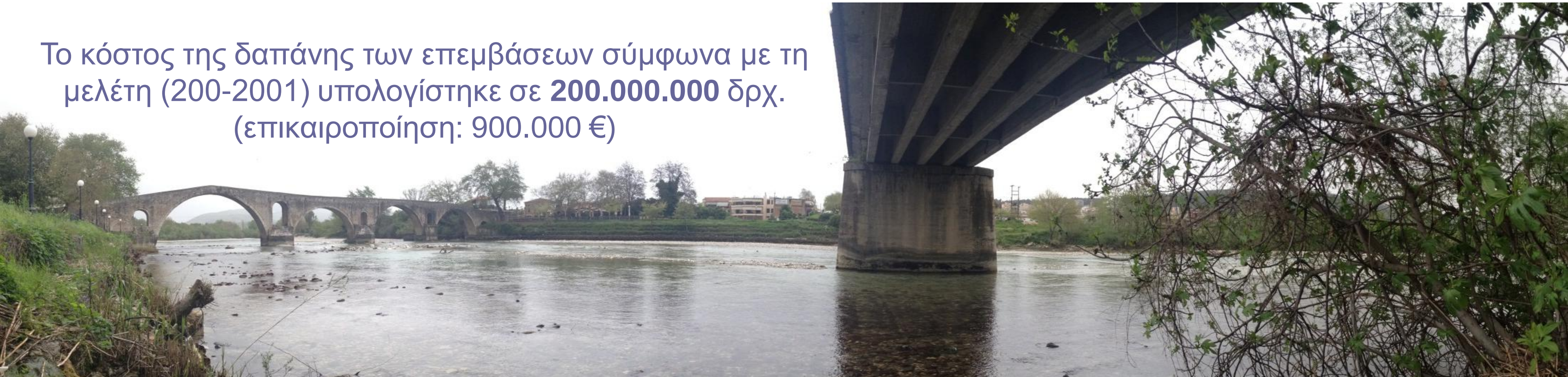
- Ο στόχος της ενισχύσεως- αναβαθμίσεως της γέφυρας μπορεί να επιτευχθεί ικανοποιητικά με την εφαρμογή εξωτερικής προέντασης

- Απαιτούνται βεβαίως και συμπληρωματικά μέτρα όπως αντικατάσταση εφεδράνων, αρμών καθώς και αποκατάσταση τοπικών φθορών

- Αναβάθμιση της ικανότητας της γέφυρας έναντι σεισμού θα απαιτούσε πρόσθετα μέτρα (εφέδρανα υψηλής αποσβέσεως, πλάκες συνεχείας, διατάξεις περιορισμού σεισμικών μετακινήσεων κτλ.)

- Τέλος επισημαίνεται η ανάγκη εξειδικευμένων κατασκευαστών για την εφαρμογή των προτεινόμενων μέτρων

Το κόστος της δαπάνης των επεμβάσεων σύμφωνα με τη μελέτη (200-2001) υπολογίστηκε σε **200.000.000** δρχ. (επικαιροποίηση: 900.000 €)



Επιθεώρηση καλωδιωτής γέφυρας Ευρίπου

Σ. Σταθόπουλος

Δρ. Πολ. Μηχανικός

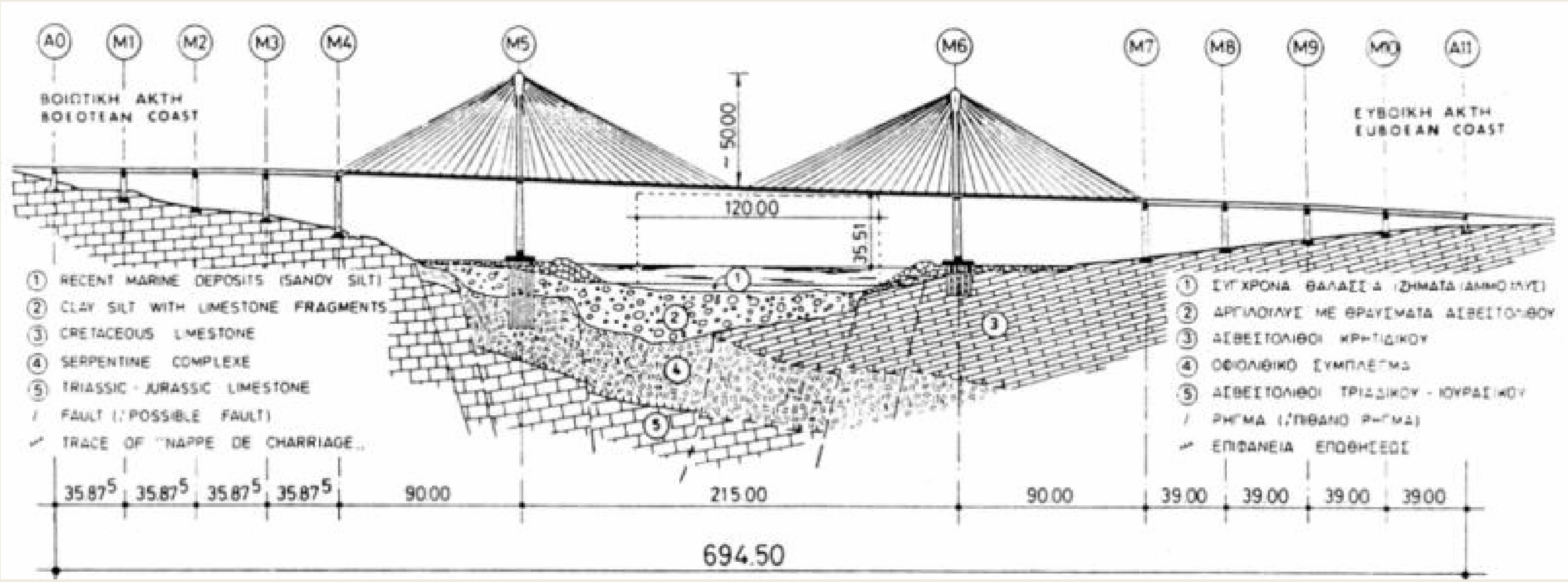
Εισαγωγή

- ~80 km βόρεια της Αθήνας
- Πρώτη οδική καλωδιωτή γέφυρα στην Ελλάδα
- Συνολικό μήκος~695 m
- Κεντρικό καλωδιωτό τμήμα 395 m
- Δύο γέφυρες πρόσβασης ~300 m
- Τρία ανοίγματα: 90 – 215 – 90 m

- Δύο πυλώνες: ~90 m ύψος
- Πιθανώς το λεπτότερο κατάστρωμα παγκοσμίως (l/h = 215 / 0.45≈ 475)
- Μελέτη ΔΟΜΗ Α.Ε. / Schlaich, Bergermann und Partner
- Έλεγχος: SETRA
- Κατασκευή μεταξύ 1987 και 1993
- Δόθηκε στην κυκλοφορία τον Ιούνιο του 1993

Γεωλογικές συνθήκες

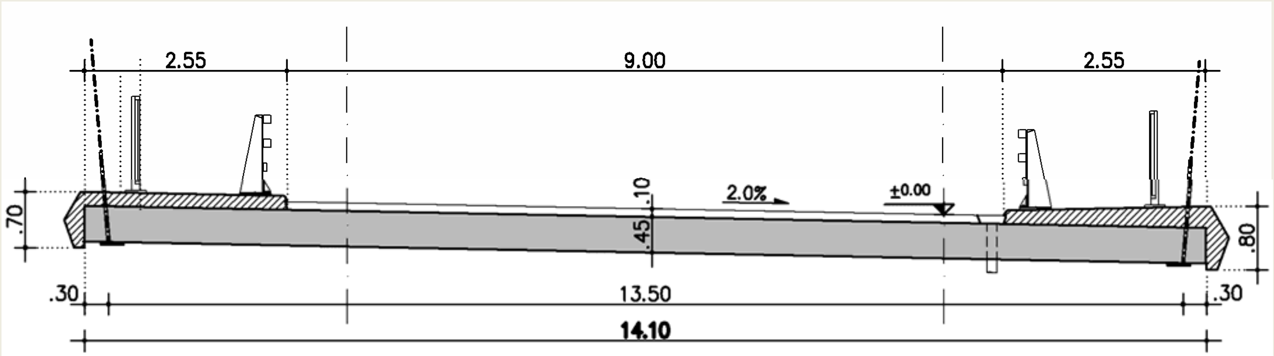
- Το βοιωτικό υπόβαθρο δομείται από παλαιότερους τριαδικούς ασβεστολίθους και δολομίτες, ενώ το ευβοϊκό από νεώτερους κρητιδικούς ασβεστολίθους.
- Ρήγματα διαφορετικού μεγέθους κατά μήκος του διαύλου με πιθανότητα ενεργοποίησης κατά τη διάρκεια ενός πολύ ισχυρού σεισμού
- Κατηγορία σχηματισμών Α (βραχώδες έδαφος) κατά EC8
- Ταχύτητα διατμητικών κυμάτων >750 m/s γενικά στο βράχο ή μεταξύ 500 ÷ 700 m/s στις αλλουβιακές αποθέσεις



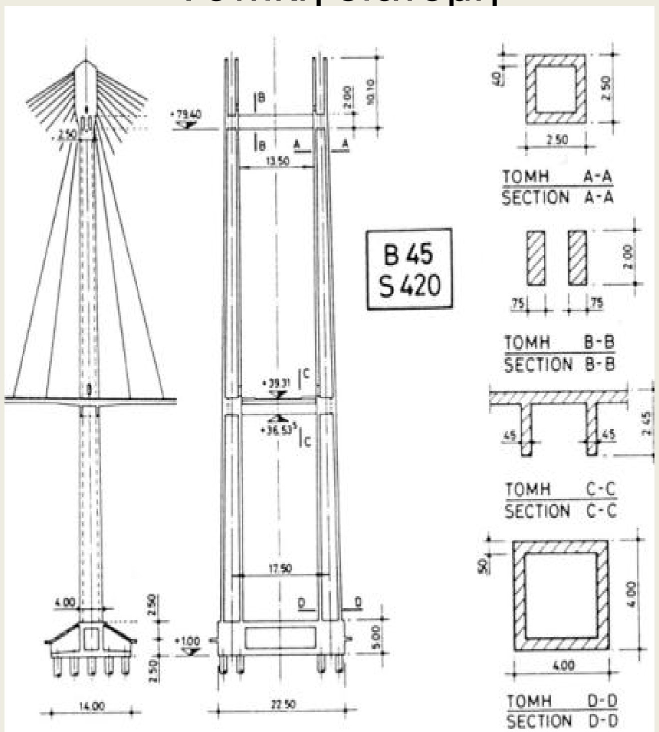
Κεντρική γέφυρα

- 3 ανοίγματα 90 – 215 – 90 m
- Ελεύθερη κίνηση και περιστροφή περί τον διαμήκη άξονα, πλήρης σύνδεση στην εγκάρσια διεύθυνση (βάθρα M4 και M7)
- Μονολιθική σύνδεση μεταξύ καταστρώματος και πυλώνων M5 και M6
- Ανάρτηση καταστρώματος από δύο σειρές αναρτήρων
- Συμπαγής πλάκα καταστρώματος σταθερού πάχους 0.45 m, εκτός της περιοχής των πυλώνων όπου το πάχος αυξάνεται σταδιακά σε 0.75 m
- Σκυρόδεμα B40, οπλισμός σκυροδέματος St 420 και χάλυβας προέντασης St 1670/1860
- Αναρτήρες τύπου VSL προστατευόμενοι έναντι διάβρωσης με τσιμεντένεμα (7 ÷ 20 Ø6΄΄, παράλληλα μαύρα συρματόσχοινα με εξωτερική βαφή μολύβου)
- Ελάχιστο φορτίο θραύσης αναρτήρων μεταξύ ~1870 και 5350 kN
- Πλαισιακοί πυλώνες με ορθογωνικά κοίλα υποστυλώματα μεταβλητής διατομής 4.00 · 4.00 · 0.50 έως 2.50 · 2.50 · 0.40 m

Κεντρική γέφυρα



Τυπική διατομή

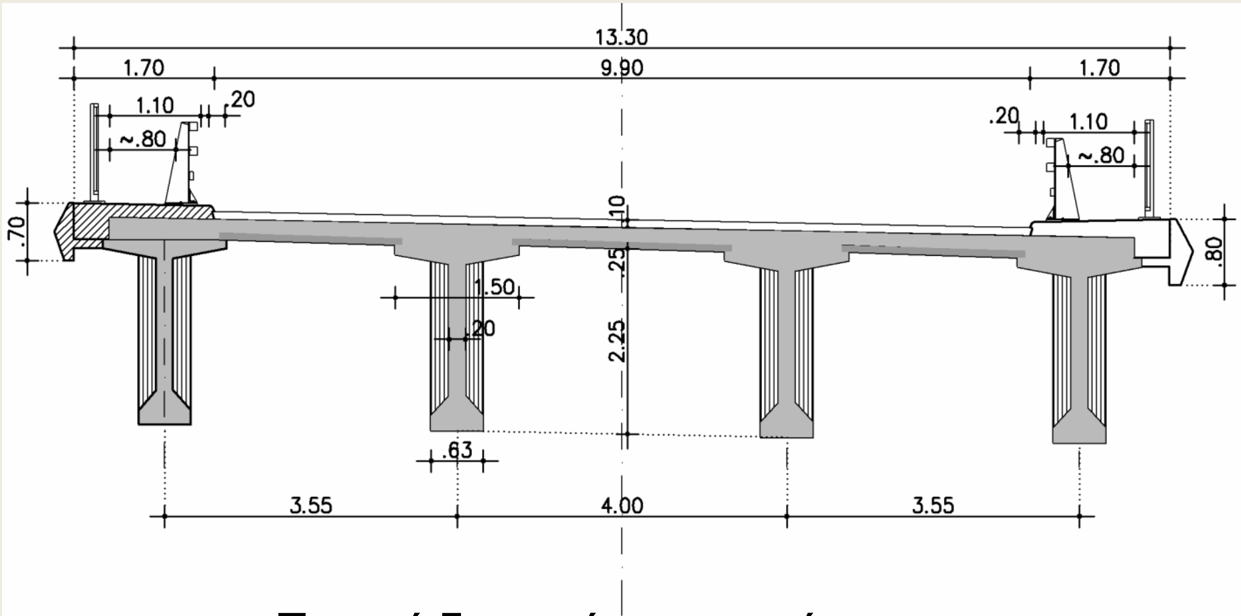


Γενική διάταξη και διατομές πυλώνων

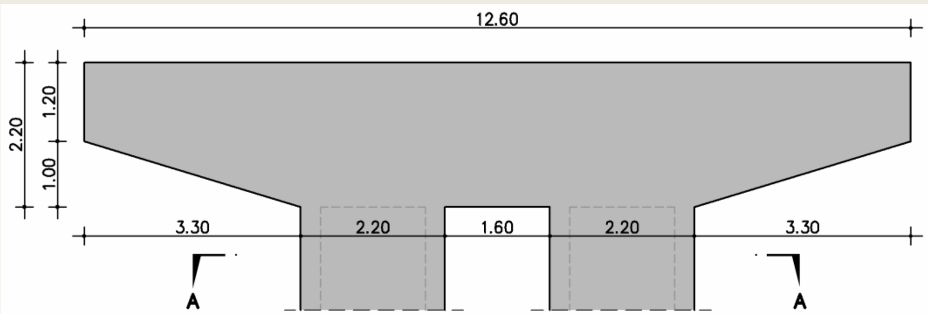
Γέφυρες πρόσβασης

- 4 ανοίγματα μήκους 35.875 m στη βοιωτική και 39.00 m στην ευβοϊκή ακτή
- Μόρφωση καταστρώματος με προκατασκευασμένες προεντεταμένες δοκούς, διατομής Ι, ύψους 2.25 m και μία επί τόπου εγκάρσια προεντεταμένη πλάκα σκυροδέματος πάχους 0.25 m (500 kN/m)
- Κύριες δοκοί μερικώς προεντεταμένες πριν την τοποθέτηση· ολοκλήρωση της προέντασης μετά τη σκυροδέτηση της πλάκας κυκλοφορίας
- Αμφιέρειστα ανοίγματα εδραζόμενα επί ελαστομεταλλικών εφεδράνων στα βάθρα, συνδεόμενα μεταξύ τους με πλάκα συνέχειας
- Πρόσθετοι σεισμικοί προσκρουστήρες διατεταγμένοι στην στέψη των βάθρων για την αποφυγή πτώσης του καταστρώματος
- Πλαισιωτά βάθρα με υποστυλώματα ορθογωνικής κοίλης διατομής 2.50 · 2.20 · 0.30 m και δοκούς συμπαγές ζύγωμα 2.20 · 2.50 m

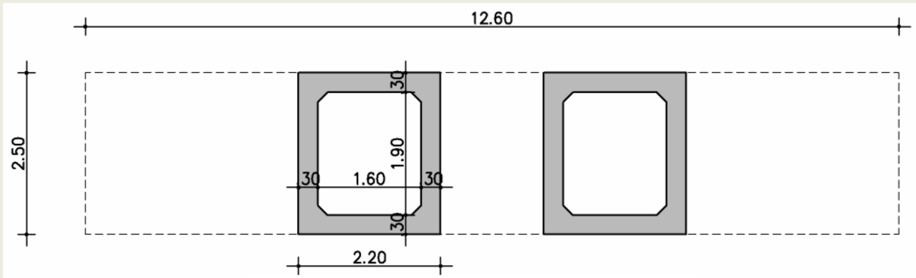
Γέφυρες πρόσβασης



Τυπική διατομή καταστρώματος



Εγκάρσια τομή βάθρων



Τομή Α-Α

Πρόγραμμα επιθεώρησης

- 1η επιθεώρηση της γέφυρας έπειτα από ~20 χρόνια συνεχούς λειτουργίας
- Το πρόγραμμα περιελάμβανε:
  - ❖ Γεωμετρικό έλεγχο του καταστρώματος, των βάθρων και των πυλώνων
  - ❖ Έλεγχο του σκυροδέματος και του χάλυβα οπλισμού
  - ❖ Έλεγχο της κατάστασης των αναρτήρων
  - ❖ Εκτίμηση των δυνάμεων των αναρτήρων
  - ❖ Εκτίμηση της ενεργού απόσβεσης των αναρτήρων
  - ❖ Έλεγχο όλων των φερόντων χαλυβδοστοιχείων
  - ❖ Έλεγχο εφεδράνων και αρμών συστολοδιαστολής
  - ❖ Έλεγχο όλων των στοιχείων της επιδομής (στεγάνωση, στηθαία ασφαλείας, ασφαλτοτάπητες, φρεάτια ομβρίων, αντικεραυνική προστασία κλπ.).

Αποτύπωση καταστρώματος

- Η αποτύπωση πραγματοποιήθηκε γεωδαιτικά κατά τη διάρκεια της νύχτας με τη γέφυρα κλειστή στην κυκλοφορία.

- **Αποτελέσματα:**
  - ❖ Γέφυρες πρόσβασης

    Καμία διαφοροποίηση ως προς τη μηδενική μέτρηση (20 χρόνια πριν)
  - ❖ Κατάστρωμα κεντρικής γέφυρας
    - Ομαλή γραμμή κάμψης χωρίς καμία τοπική ασυνέχεια, συμβατή προς τη θεωρητική
    - Εγκάρσια κλίση του σκυροδέματος ίση με τη θεωρητική (ισχυρή ένδειξη ότι τα δύο επίπεδα αναρτήρων λειτουργούν κανονικά)
    - Μέγιστη διαφορά μεταξύ αποτυπωθείσας και θεωρητικής ερυθράς ~**60 mm**

Έλεγχος σκυροδεμάτων και οπλισμών

- Ο έλεγχος του σκυροδέματος περιέλαβε:
  - ❖ Οπτική επιθεώρηση όλων των εμφανών επιφανειών του σκυροδέματος και δειγματοληπτική των αφανών
  - ❖ Έλεγχο ακεραιότητας σκυροδέματος μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων και υπερήχων, σε συγκεκριμένες κρίσιμες θέσεις του καταστρώματος π.χ. στην περιοχή αγκύρωσης των αναρτήρων
  - ❖ Έλεγχο της τοπικής αντοχής του καταστρώματος σε συγκεκριμένες κρίσιμες θέσεις
  - ❖ Έλεγχο του βάθους ενανθράκωσης του σκυροδέματος σε σημαντικό αριθμό θέσεων
  - ❖ Έλεγχο χλωριδίων σκυροδέματος σε σημαντικό αριθμό θέσεων της πλάκας
  - ❖ Μέτρηση δυναμικού χάλυβα σε χαρακτηριστικές θέσεις
  - ❖ Δειγματοληπτικό έλεγχο της επικάλυψης των οπλισμών
  - ❖ Έλεγχο αντοχής με κρουσίμετρο
  - ❖ Έλεγχο πυρήνων σκυροδέματος

Έλεγχος σκυροδεμάτων και οπλισμών

- **Οπτική επιθεώρηση** από εξειδικευμένους επιθεωρητές της Δανικής εταιρείας **Ramboll** και της ελληνικής **ΓΕΩΤΕΣΤ**

- Ταξινόμηση βλαβών σε 5 κατηγορίες:

  1: **Ασήμαντη βλάβη**. Δεν απαιτείται ενέργεια. Ανάγκη προσοχής κατά τη διάρκεια της επόμενης επιθεώρησης.

  2: **Ήπια βλάβη**. Επισκευή όταν βολεύει. Ομαδοποίηση με μεγάλες βλάβες.

  3: **Μέτρια βλάβη**. Επισκευή σύντομα.

  4: **Σοβαρή βλάβη**. Άμεση επισκευή.

  5: **Κρίσιμη βλάβη**. Επείγουσα επισκευή.

Έλεγχος σκυροδεμάτων και οπλισμών

Α/Α	Τύπος βλάβης σκυροδέματος	Κατηγορία
1	Ρωγμές μικρού εύρους (0.3 mm)	1 – 2
2	Ρωγμές μέτριου εύρους (0.3 ÷ 1.0 mm)	2
3	Ρωγμές μεγάλου εύρους (>1.0 mm)	2 – 3
4	Μικρό επιφανειακό πορώδες	1
5	Μέτριο επιφανειακό πορώδες	1 – 2
6	Μεγάλο επιφανειακό πορώδες	2 – 3
7	Μικρής έκτασης αποφλοιώσεις (<∅15)	1 – 2
8	Μέτριας έκτασης αποφλοιώσεις (<∅30)	2 – 3
9	Μεγάλης έκτασης αποφλοιώσεις (>∅30)	3 – 4
10	Εμφανής διαβρωμένος οπλισμός με τοπική αποφλοίωση	2 – 3
11	Εσωτερικές ασυνέχειες σκυροδέματος (κουφώματα)	3
12	Μικρή επικάλυψη οπλισμού	1 – 2
13	Μικρή επικάλυψη οπλισμού με εμφανή διαβρωμένο οπλισμό	2
14	Θρυμματισμοί σκυροδέματος μικρού μεγέθους	1 – 2
15	Θρυμματισμοί σκυροδέματος μεγάλου μεγέθους	3 – 4
16	Εμφάνιση αλάτων	1 – 2
17	Εμφάνιση υγρασίας	1 – 2
18	Εμφάνιση προϊόντων διάβρωσης	2
19	Αστοχίες παλιών επιφανειακών επισκευών σκυροδέματος	2
20	Στοιχεία με εμφανές βέλος κάμψης	3 – 4
21	Βλάβες – Ελλείψεις συστήματος αποστράγγισης της κατασκευής	3
22	Βλάβες (οποιουδήποτε τύπου) που συνδέονται με την ασφάλεια των χρηστών	4 – 5

Πίνακας 1: Περιγραφή και βαθμονόμηση βλαβών

Έλεγχος σκυροδεμάτων και οπλισμών

	Στοιχείο	Συνολικός αριθμός στοιχείων	Αριθμός στοιχείων ανά κατηγορία					
			Κατ. 0	Κατ. 1	Κατ. 2	Κατ. 3	Κατ. 4	Κατ. 5
Βοιωτική γέφυρα πρόσβασης	Ακρόβαθρο	1			1			
	Μεσόβαθρα	4				1	3	
	Κύριες δοκοί	19		4	11	3	1	
	Διαδοκίδες	8		2	6			
	Πρόπλακες	15			2	10	3	
	Σύνολο	**47**		**6**	**20**	**14**	**7**	**0**
Κεντρική γέφυρα	Πυλώνες	4			2	1	1	
	Δοκοί	8			6	2		
	Πλάκες συνέχειας	4			2	2		
	Κατάστρωμα	3				3		
	Ζώνη αναρτήρων	3			3			
	Πλάκες μεταξύ ζυγωμάτων	1			1			
	Σύνολο	**23**		**0**	**14**	**8**	**1**	**0**
Ευβοϊκή γέφυρα πρόσβασης	Ακρόβαθρο	1				1		
	Μεσόβαθρα	4			3		1	
	Κύριες δοκοί	16		1	10	5		
	Διαδοκίδες	8	2	3	2		1	
	Πρόπλακες	12			2	8	2	
	Σύνολο	**41**	**2**	**4**	**17**	**14**	**4**	**0**

Πίνακας 2: Αριθμός βλαβών ανά δομικό στοιχείο και δείκτης επικινδυνότητας

Έλεγχος σκυροδεμάτων και οπλισμών

Υπογέφυρα →	①	②	③
Αντοχή σκυροδέματος (MPa)	47 ÷ 64	~60	41 ÷ 62
Μέγιστο βάθος ενανθράκωσης (mm)	16	~18	~16
Μέση τιμή βάθους ενανθράκωσης (mm)	~10	~11	~9
Μέγιστη συγκέντρωση χλωριόντων	0.037%	<0.05%	0.045%
Ελάχιστη επικάλυψη οπλισμού (mm)	~15	~16	~15
Μέση επικάλυψη οπλισμού (mm)	~35	~40	~34

Πίνακας 3: Συνοπτικά αποτελέσματα μη καταστροφικών ελέγχων

①: βοιωτική γέφυρα πρόσβασης

②: κεντρική γέφυρα

③: ευβοϊκή γέφυρα πρόσβασης)

Χαρακτηριστικές βλάβες σκυροδέματος

Σχήμα 1: Ακρόβαθρο Α0 – Γενική άποψη και κατακόρυφη ρωγμή καθ’ όλο το ύψος

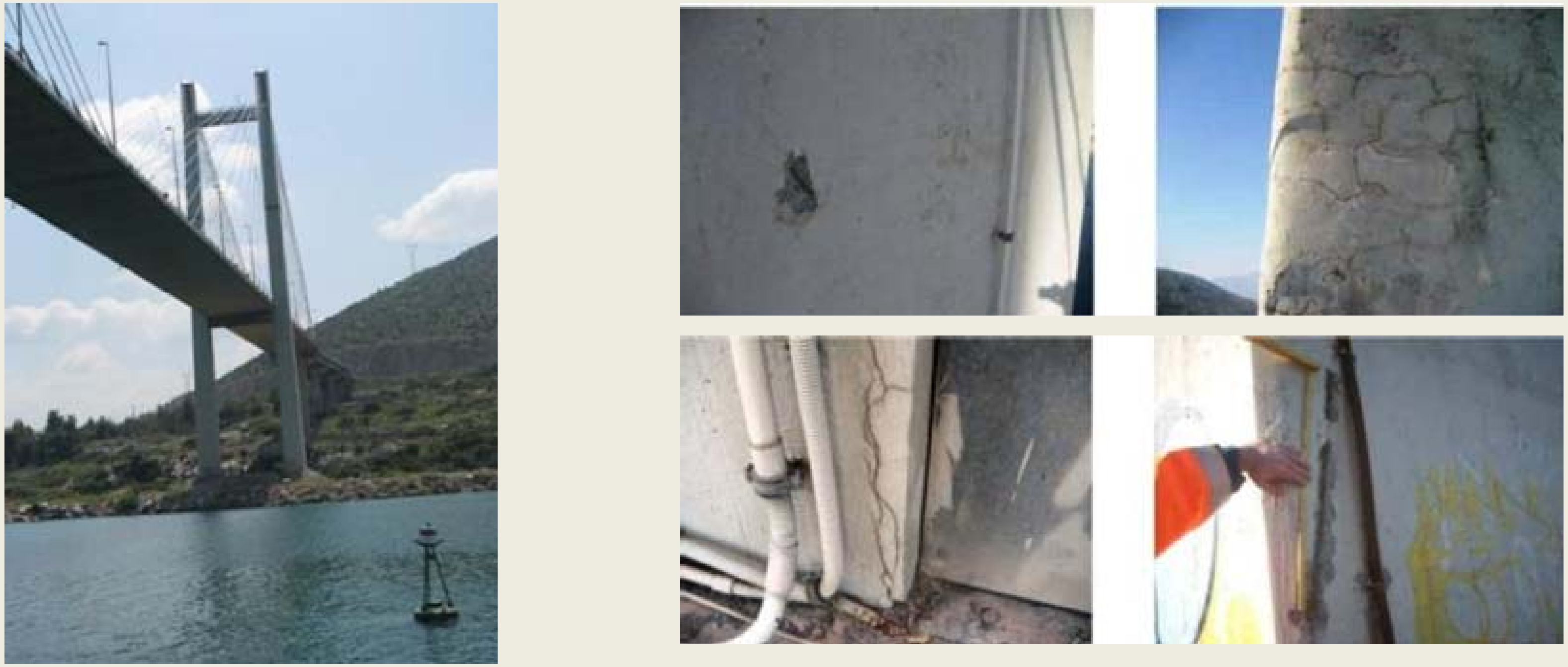
Χαρακτηριστικές βλάβες σκυροδέματος

Σχήμα 2: Τυπικό μεσόβαθρο γεφυρών πρόσβασης, αποφλοιώσεις σε περιοχή ~50 · 50 cm^2 κάτω από το εφέδρανο στο βάθρο Μ1 και αποφλοιώσεις και εμφανής οπλισμός στο κάτω τμήμα της δοκού στο βάθρο Μ3

Χαρακτηριστικές βλάβες σκυροδέματος

Σχήμα 3: Βάθρο Μ4 – Γενική άποψη και βλάβες σκυροδέματος στη βάση των αμφιαρθρωτών συνδέσμων

Χαρακτηριστικές βλάβες σκυροδέματος



Σχήμα 4 : Πυλώνας Μ5 – Γενική άποψη και βλάβες σκυροδέματος, π.χ. αποφλοίωση με διαβρωμένο οπλισμό στο υποστύλωμα, ρωγμές σε αρχικές επισκευές σκυροδέματος, αποφλοίωση στην περιοχή της ανθρωποθυρίδας του πυλώνα, εμφανής διαβρωμένος οπλισμός στη βάση του

Χαρακτηριστικές βλάβες σκυροδέματος

Σχήμα 5 : Τυπικό κατάστρωμα γεφυρών προσβάσεως· εμφανής διαβρωμένος οπλισμός στο κάτω πέλμα των δοκών καταστρώματος, διάβρωση σκυροδέματος στην περιοχή δίπλα των υδρορροών, πορώδες στο κάτω πέλμα της προκατασκευασμένης δοκού

Χαρακτηριστικές βλάβες σκυροδέματος

Σχήμα 6 : Πλάκα καταστρώματος κεντρικής γέφυρας· τριχοειδείς ρωγμές ~0.10mm, τοπικά μεγάλο πορώδες και αποφλοίωση στην κάτω επιφάνεια της πλάκας

Χαρακτηριστικές βλάβες σκυροδέματος

Σχήμα 7 : Βλάβες σε αρμό μεταξύ προπλακών και υγρασία στην περιοχή υδρορροής

Χαρακτηριστικές βλάβες σκυροδέματος

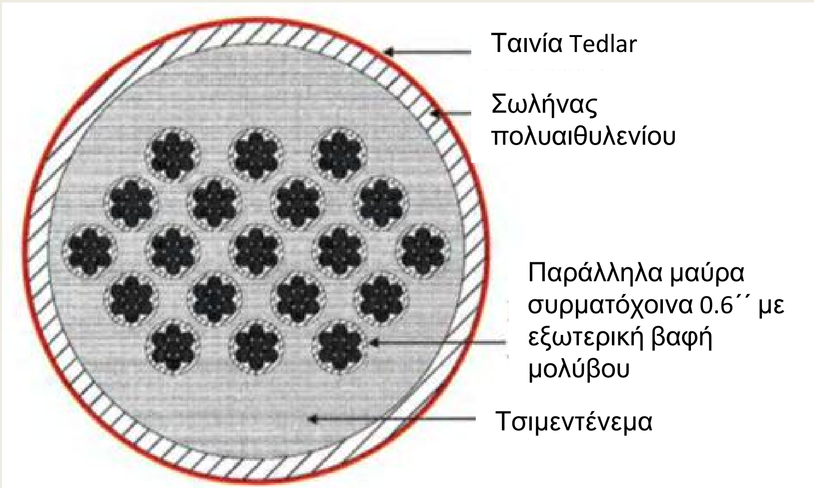
Σχήμα 8: Τριχοειδής ρωγμή και εμφανές βέλος κάμψης στις πρόπλακες

Χαρακτηριστικές βλάβες σκυροδέματος

Σχήμα 9: Θραύση σκυροδέματος στις ακμές των προπλακών και εμφανής οπλισμός προπλακών, αποτυχημένη επισκευή

Επιθεώρηση αναρτήρων

- Παλαιού τύπου αναρτήρες, παράλληλα μαύρα συρματόσχοινα διαμέτρου 0.6΄΄, St1670/1860 με εξωτερική βαφή μολύβου εντός σωλήνων σκληρού πολυαιθυλενίου με προστασία τσιμεντέματος
- Η επιθεώρηση των αναρτήρων (συνολικά 144) περιέλαβε:
  - ❖ την εξωτερική οπτική επιθεώρηση όλων των αναρτήρων
  - ❖ την εσωτερική οπτική επιθεώρηση της κάτω αγκύρωσης 60 αναρτήρων
  - ❖ την επιθεώρηση με υπερήχους της κάτω αγκύρωσης 60 αναρτήρων
  - ❖ την εσωτερική επιθεώρηση του ελευθέρου μήκους 60 αναρτήρων
  - ❖ την εσωτερική οπτική επιθεώρηση της άνω αγκύρωσης 60 αναρτήρων
  - ❖ την εκτίμηση της αντοχής 60 αναρτήρων
  - ❖ την εκτίμηση του συντελεστή απόσβεσης 6 αναρτήρων



Τυπική διατομή αναρτήρα

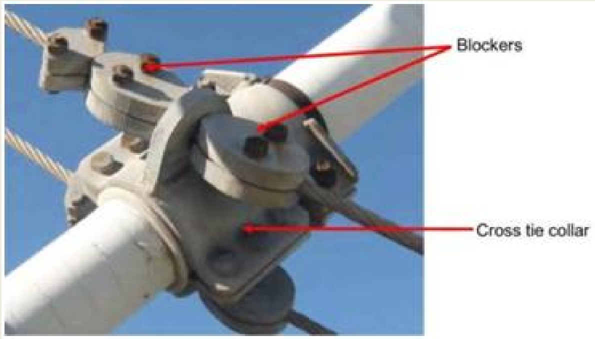
Επιθεώρηση αναρτήρων

- Ευρήματα:
  - ❖ Συστηματική βλάβη στην εξωτερική βαφή των σωλήνων προστασίας στο άνω τμήμα τους (~3.00 m), όπου δεν είχε τοποθετηθεί αρχικά ταινία προστασίας
  - ❖ Βλάβες μικρού μήκους (έως 50 cm) στην ταινία προστασίας των σωλήνων και μικρές μηχανικές βλάβες (π.χ. τρύπες από σφαίρες)
  - ❖ Ίχνη επιφανειακής οξείδωσης στις κεφαλές των συρματοσχοίνων στην περιοχή των κάτω αγκυρώσεων
  - ❖ Πολύ καλή κατάσταση του τσιμεντενέματος προστασίας
  - ❖ Μηχανικής φύσεως βλάβες στο νεοπρένιο προστασίας των κάτω κεφαλών των αναρτήρων (κοψίματα, τρύπες, σφικτήρες, κλπ).

Επιθεώρηση σταθεροποιητικών τενόντων

- Τένοντες 2 x 2 συρματοσχοίνων ∅16 και ∅20, ελαφρώς προεντεταμένοι ώστε να βρίσκονται μόνιμα υπό εφελκυσμό. Σε κάθε κόμβο, ήταν συνδεδεμένοι με τους αναρτήρες μέσω ενός ειδικού συνδέσμου, του οποίου το χαρακτηριστικό στοιχείο ήταν ένας ορειχάλκινος δακτύλιος με στρογγυλεμένα χείλη.

- Εξαιτίας της γεωμετρικής διάταξης των αναρτήρων και των τενόντων, παρουσιαζόταν γεωμετρικά εκτροπή των τελευταίων σε κάθε κόμβο, η οποία προκάλεσε μία εγκάρσια τοπική δύναμη μικρού μεγέθους, ικανή όμως να πιέσει τα συρματόσχοινα στους δακτυλίους· αυτή η πίεση αυξήθηκε συστηματικά από τη δράση των εγκάρσιων ανέμων και οδήγησε στην τοπική θραύση αρκετών συρμάτων των συρματοσχοίνων.



- Αν και το πρόβλημα δεν δημιουργούσε θέμα συνολικής θραύσης των συρματοσχοίνων, κρίθηκε εύλογη η προληπτική αντικατάστασή τους.

Χαρακτηριστικές βλάβες αναρτήρων

Σχήμα 10 : Κυματισμός σωλήνα αναρτήρων (όχι συρματοσχοίνων), πιθανώς λόγω χαλαρής ανάρτησης κατά την κατασκευή (αριστερά) και μικρή βλάβη ταινίας προστασίας (δεξιά)· το 44% των αναρτήρων παρουσίασαν τέτοιες μικρές βλάβες μήκους έως 50cm

Χαρακτηριστικές βλάβες αναρτήρων

Σχήμα 11 : Βλάβες στη βαφή προστασίας των αναρτήρων παρά τους πυλώνες· δεν είχε εφαρμοσθεί ειδική ταινία προστασίας (λόγω της αδυναμίας της μηχανής περιέλιξης) και αντικαταστάθηκε από βαφή, η οποία καταστράφηκε με τη πάροδο του χρόνου.

Χαρακτηριστικές βλάβες αναρτήρων

Σχήμα 12 : Βλάβες στους δύο αναρτήρες που εκτέθηκαν σε μικρή πυρκαγιά· η ταινία προστασίας έχει καταστραφεί πλήρως και έχει φθαρεί επιφανειακά ο σωλήνας πολυαιθυλενίου.

Χαρακτηριστικές βλάβες αναρτήρων

(α) (β) (γ) (δ)

Σχήμα 13 : Κάτω κεφαλή αναρτήρων

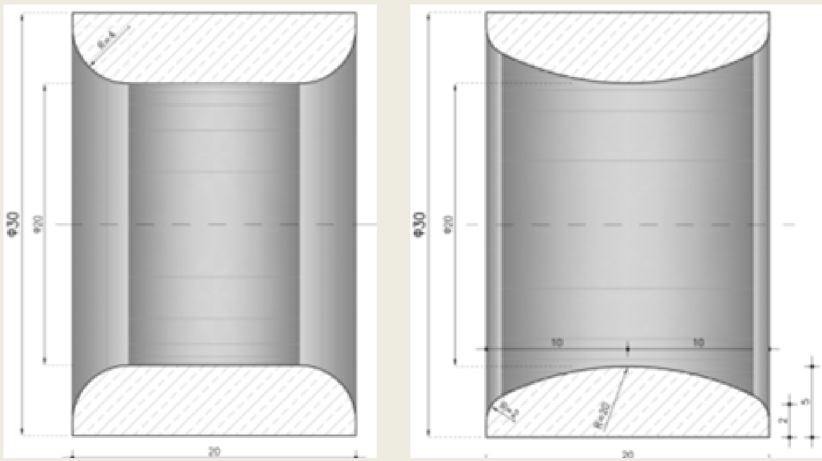
(α) έπειτα από το άνοιγμα της κεφαλής

(β) έπειτα από προσεκτική αφαίρεση του τσιμεντενέματος,

(γ) επανατοποθέτηση της επικάλυψης με ειδική έγχυση του κεριού και

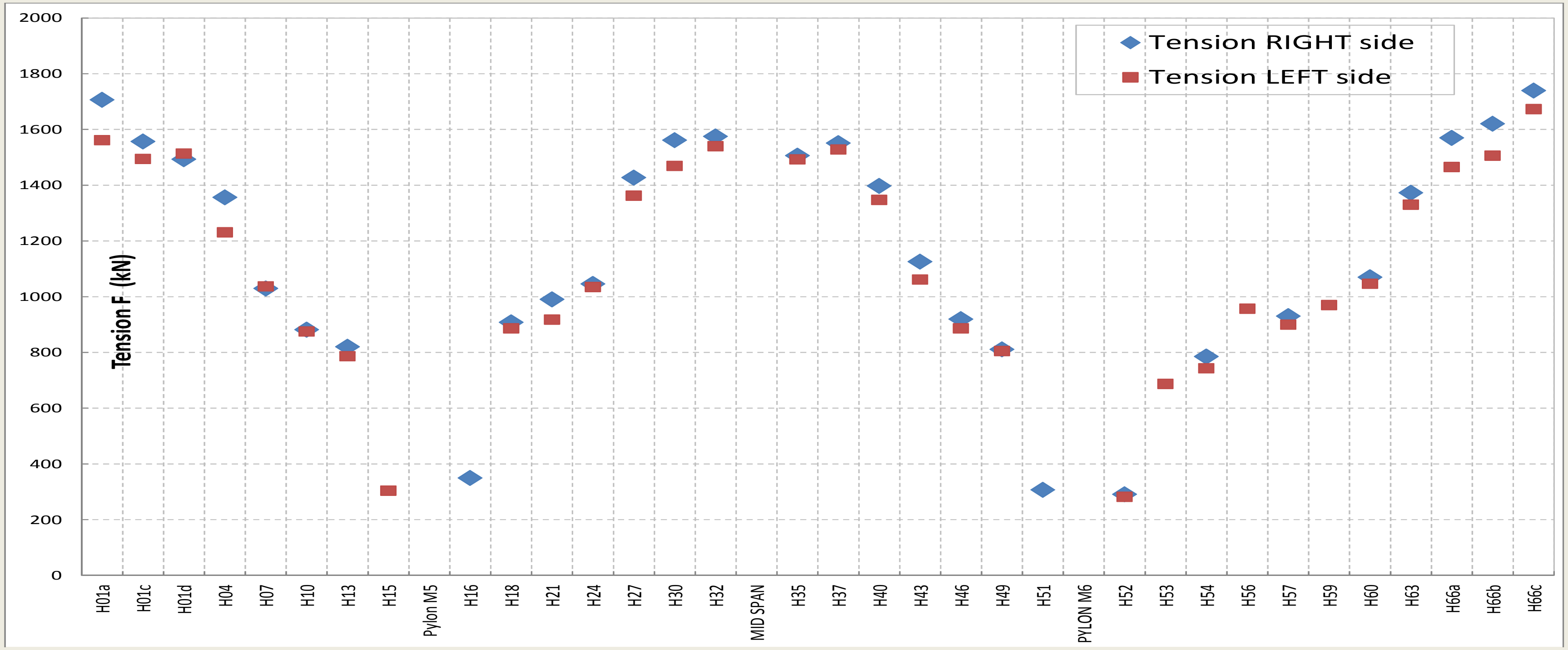
(δ) λεπτομέρεια συρματοσχοίνου και σφηνών

Χαρακτηριστικές βλάβες αναρτήρων



Σχήμα 15 : Ορειχάλκινος δακτύλιος. Παλαιά και νέα διάταξη.

Δυνάμεις αναρτήρων



Σχήμα 14 : Σύγκριση δυνάμεων αναρτήρων μεταξύ του αριστερού και του δεξιού επιπέδου ανάρτησης

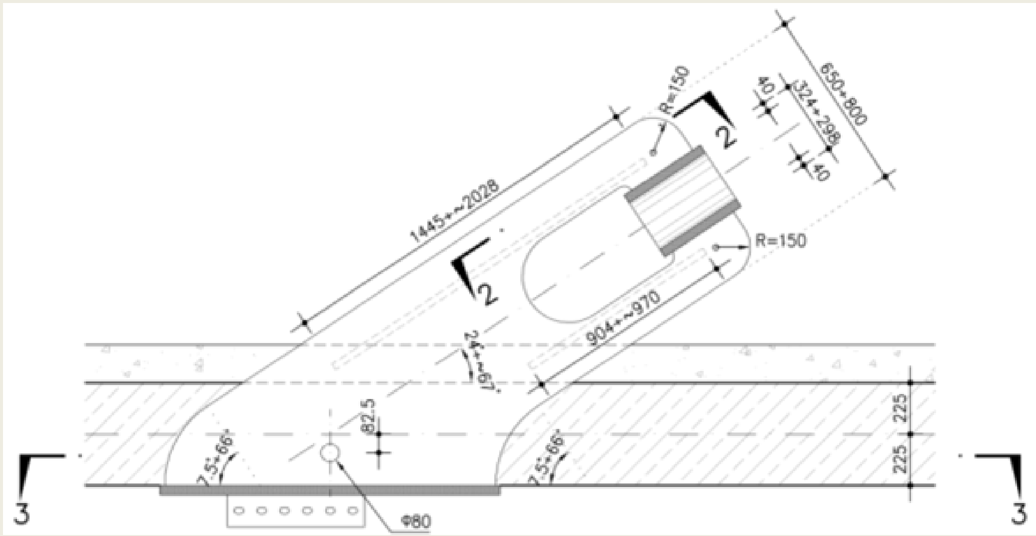
Έλεγχος φερόντων χαλυβδοστοιχείων

- Στο κατάστρωμα, στις αγκυρώσεις της κάτω κεφαλής των αναρτήρων
- Στις κεφαλές των πυλώνων Μ5 και Μ6, ανάμεσα στους δύο δίσκους κάθε κεφαλής
- Στην εσωτερική πλευρά των δίσκων στις κεφαλές των Μ5 και Μ6.
- Αμφιαρθρωτοί σύνδεσμοι καταστρώματος στα βάθρα Μ4, Μ7
- Διενεργηθέντες έλεγχοι
  - Πλήρης οπτικός έλεγχος (πρότυπο ΕΝ 970/2007)
  - Έλεγχος πάχους γαλβανίσματος (πρότυποISO 19840)
  - Έλεγχος συγκολλήσεων μέσω υπερήχων (πρότυπαΕΝ 1714/1998 και ΕΝ 10160/1997)
  - Έλεγχος σκυγκολλήσεων μέσω μαγνητικών πεδίων (πρότυπο ΕΝ 1290 / 1998)

Όλα τα παραπάνω χαλύβδινα στοιχεία βρέθηκαν σε πολύ καλή κατάσταση ως προς την κατάσταση των συγκολλήσεων, των ελασμάτων και το εναπομένον πάχος γαλβανίσματος. Τα λάθη, που ανιχνεύθηκαν, κυρίως στις ρίζες των συγκολλήσεων ήταν στα επιτρεπτά κανονιστικά όρια.

Χαρακτηριστικές βλάβες

Σχήμα 16: Αγκύρωση τυπικού αναρτήρα. Έλεγχος συγκόλλησης κεφαλής αγκύρωσης.



Σχήμα 17: Διαμήκης τομή τυπικής αγκύρωσης αναρτήρα

Άλλα στοιχεία της γέφυρας

- **Ελαστομεταλλικά εφέδρανα:** Δεν ανιχνεύθηκαν βλάβες· μερικές κατασκευαστικές κακοτεχνίες ανιχνεύθηκαν μόνο στη βάση τους.
- **Αρμοί συστολοδιαστολής:** Και οι τέσσερις αρμοί συστολοδιαστολής της γέφυρας παρουσίασαν βλάβες και ως εκ τούτου αντικαταστάθηκαν.
- **Υδρορροές:** Ήταν προβληματικές από την κατασκευή και γι’ αυτό προτάθηκε η αντικατάστασή τους.
- **Στεγάνωση καταστρώματος:** Πιθανές κάποιες τοπικές βλάβες. Για προληπτικούς λόγους, προτάθηκε η ανακατασκευή της κατά τη διάρκεια της επόμενης συντήρησης.
- **Σύστημα αντικεραυνικής προστασίας:** Παρουσίασε μερικές μικρές βλάβες λόγω του χρόνου, οι οποίες αποκαταστάθηκαν αμέσως.

Συμπεράσματα

- Στο σύνολό της η γέφυρα, έπειτα από 20 χρόνια συνεχούς λειτουργίας και έκθεσης στο θαλάσσιο περιβάλλον, δεν παρουσιάζει αξιοσημείωτες βλάβες.

- Η συμπεριφορά του καταστρώματος της κεντρικής γέφυρας αποδείχθηκε εξαιρετική· αυτό το κατάστρωμα, που προτάθηκε από τον καθ. J. Schlaich και έγινε αποδεκτό από τον ελεγκτή M. Virlogeux, θεωρήθηκε πρωτοπόρο για την εποχή του ως προς τη λειτουργική και τη στατική του συμπεριφορά.

- Μερικά μικρά προβλήματα, που εντοπίσθηκαν, όπως η θραύση συρμάτων στους σταθεροποιητικούς τένοντες και οι βλάβες στην επιφάνεια του σκυροδέματος κοντά στις υδρορροές, οφείλονται κυρίως σε αρχικά προβλήματα κατασκευής.

Συντελεστές

Υπεύθυνος Έργου	ΥΠ.ΑΝ.ΑΝ.Υ.ΜΕ.ΔΙ.
	Τμήμα Συντήρησης Αυτοκινητοδρόμων
Τεχνικός Σύμβουλος	ΔΟΜΗ Α.Ε., Αθήνα
Γενικός Επιθεωρητής	ΑΚΤΩΡ ΑΤΕ, Αθήνα
Ειδικοί Επιθεωρητές	FREYSSINET INTERNATIONAL & CIE και
	VINCI CONCESSIONS S.A. (αναρτήρες)
	ΓΕΩΤΕΣΤ ΑΕ (έλεγχος σκυροδέματος)
	ΤΟΠΟΜΕΤΡΙΑ ΕΠΕ (αποτύπωση καταστρώματος)
	ATOMDYNAMIC LTD (έλεγχος δομικού χάλυβα)

Προτάσεις

1. Υποχρεωτική οπτική επιθεώρηση κάθε έργου από Ανεξάρτητο Επιθεωρητή. Η γνωμάτευση του Επιθεωρητή δεσμεύει τον ΚτΕ και τον Ανάδοχο και η αποκατάσταση των τυχόν ελαττωμάτων είναι προαπαιτούμενο για την οριστική παραλαβή του έργου.
2. Αναζήτηση, καταγραφή και ψηφιοποίηση των υπαρχόντων φακέλλων γεφυρών.
3. Σύνταξη από το Κράτος γενικών οδηγιών επιθεώρησης και συντήρησης έργων.
4. Υποχρεωτική (και αμειβόμενη) σύνταξη από τον Μελετητή ειδικών οδηγιών επιθεώρησης και συντήρησης του έργου.

Θέματα προς συζήτηση

1. Προσόντα Επιθεωρητών έργων.
2. Φορείς Επιθεώρησης.
3. Διαδικασία ανάθεσης επιθεωρήσεων.
4. Χρονική διάρκεια συμβάσεων επιθεώρησης.
5. Τρόποι και περιεχόμενο αποζημίωσης εργασιών επιθεώρησης.
6. Ευθύνη Φορέων Επιθεώρησης.

ΕΠΕΣ

“Παθολογία - Ανθεκτικότητα Οπλισμένου Σκυροδέματος και Αποκατάσταση”

“Επιθεώρηση καλωδιωτής Γέφυρας Ευρίπου”

Σταθόπουλος Σταμάτης, Λεκίδης Βασίλης και Καρακώστας Χρήστος

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ

Εργασίες συντήρησης εκτελούνται όταν αναφερθούν στους αρμόδιους φορείς βλάβες σε μία γέφυρα. Αυτό γίνεται συνήθως όταν έχουν εμφανισθεί εκτεταμένες ζημίες-φθορές και ιδιαίτερα μετά από ένα ατύχημα, η σεισμό.

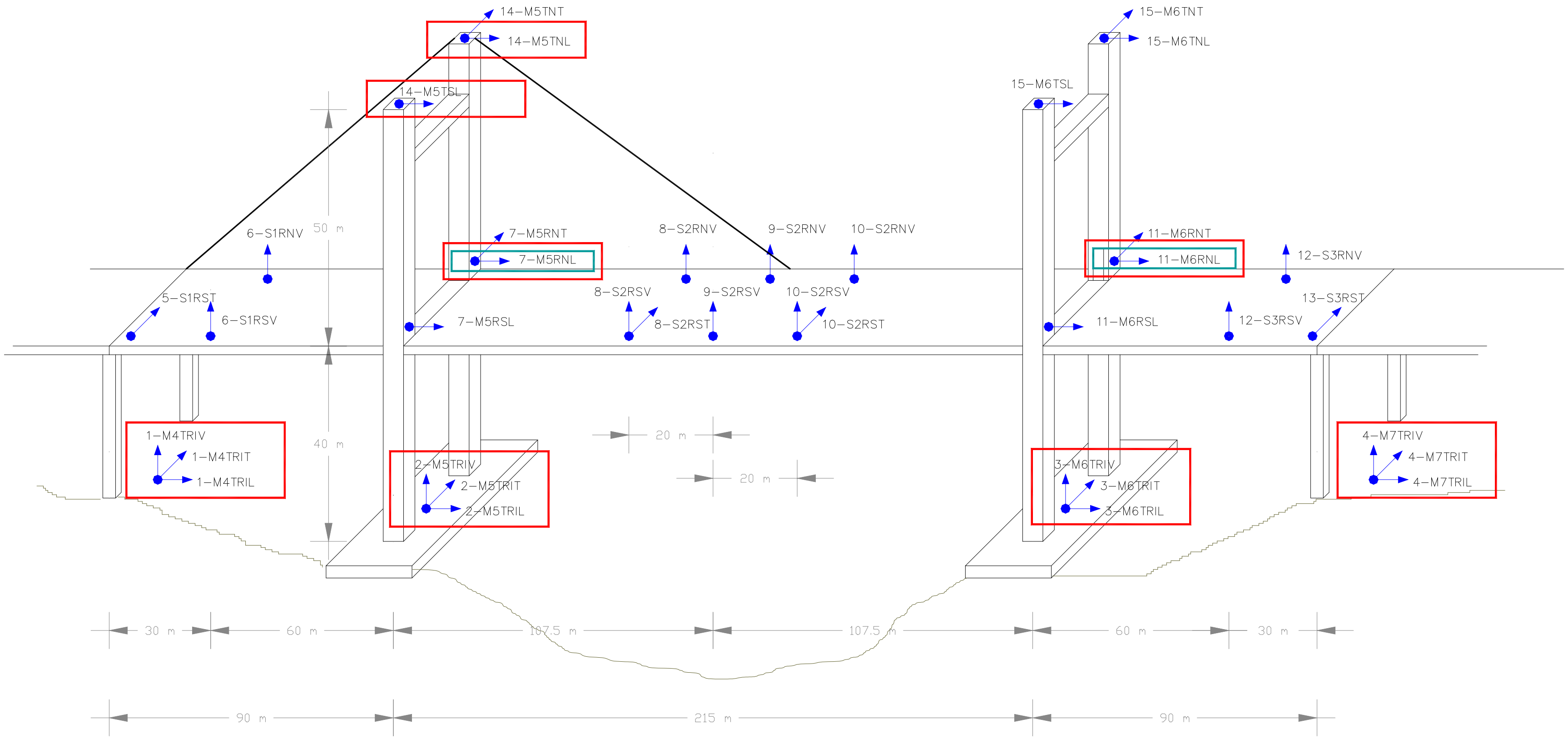
Τα περισσότερα Ευρωπαϊκά κράτη έχουν καθορίσει μεθοδολογίες ελέγχου σύμφωνα με τις οποίες γίνεται αποτίμηση της γενικής δομικής κατάστασης σε ειδικά έντυπα, μετά από συστηματικό οπτικό έλεγχο, παράλληλα με τις ενόργανες καταγραφές που αξιολογούνται από αρμόδιους επιστημονικούς φορείς. Έτσι είναι δυνατή η πρόληψη, σε αντίθεση με τη εκ των υστέρων αποκατάσταση που στοιχίζει πολύ περισσότερο. Είναι και στην Ελλάδα πλέον αναγκαία η καθιέρωση τόσο του οπτικού όσο και του ενόργανου ελέγχου, με σκοπό να αναγνωρίζονται οι μικρές βλάβες και φθορές πριν αυτές εξελιχθούν με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί μεγαλύτερο πρόβλημα.

Το ΥΠΕΧΩΔΕ θα πρέπει να καθιερώσει προληπτικά προγράμματα συντήρησης για όλα τα σημαντικά έργα των Εθνικών Αυτοκινητοδρόμων

ΓΕΦΥΡΑ ΕΥΡΙΠΟΥ

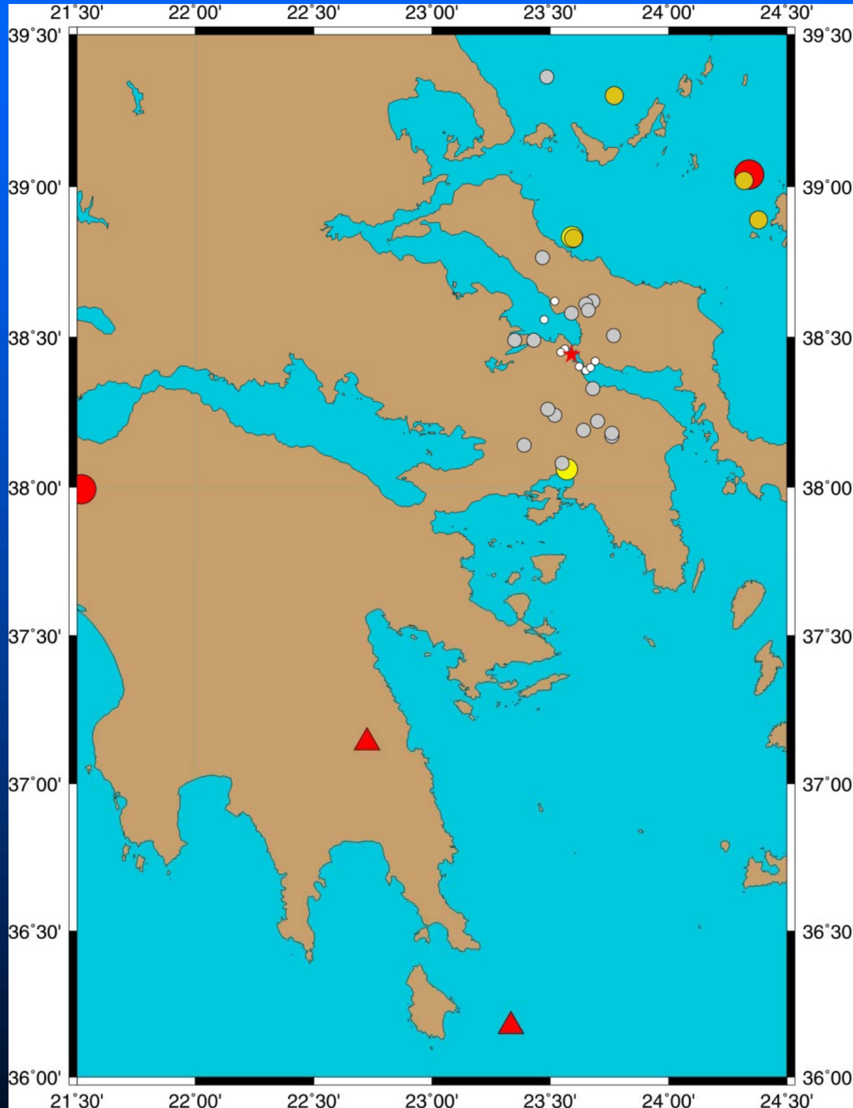

GRANITE-12

ΓΕΦΥΡΑ ΕΥΡΙΠΟΥ - ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΝΟΡΓΑΝΩΣΗΣ

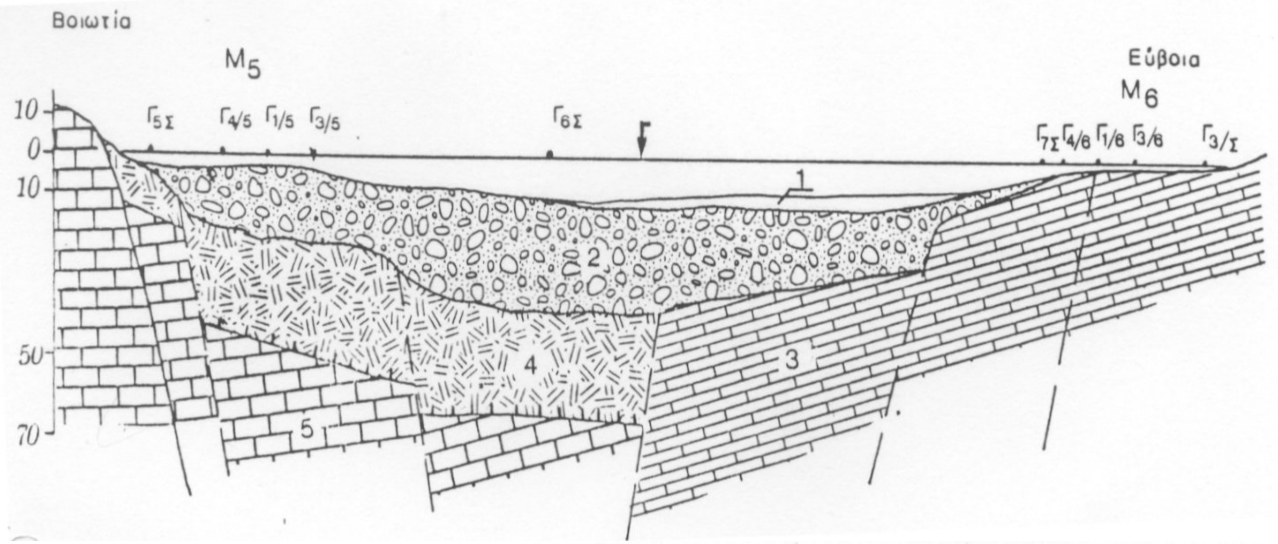


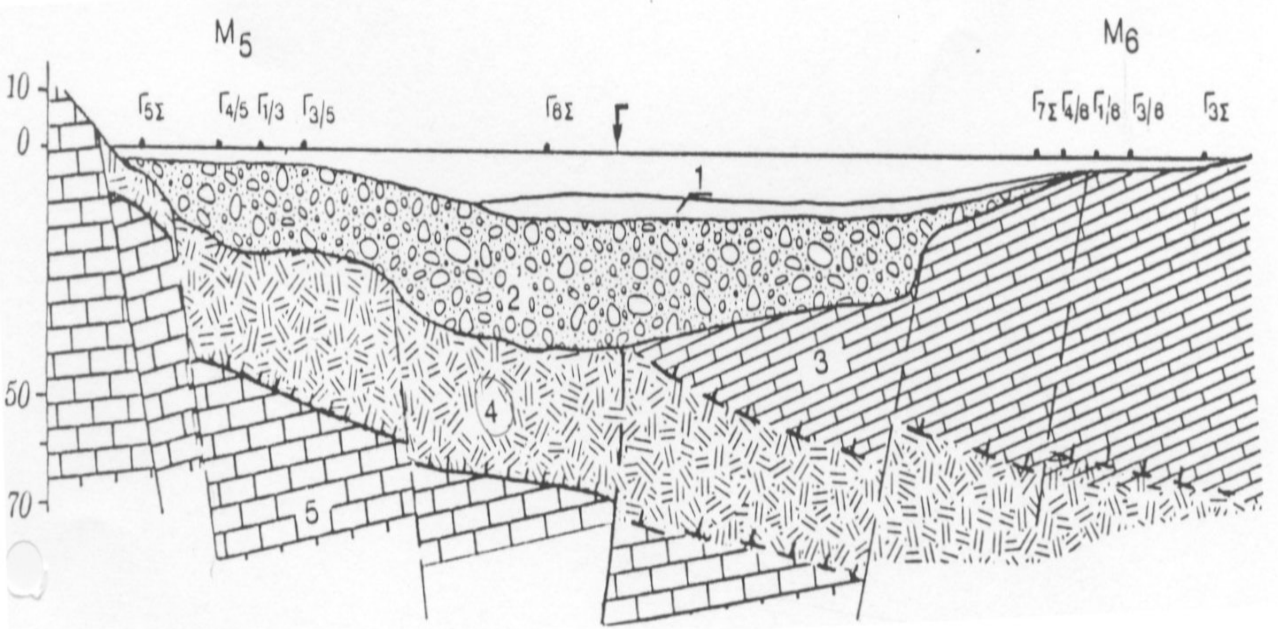
Σεισμοί που καταγράφηκαν από το δίκτυο της γέφυρας

Α/Α	ΕΤΟΣ	ΗΜΕΡΟ-ΜΗΝΙΑ	ΧΡΟΝΟΣ ΓΕΝΕΣΗΣ	ΓΕΩΓΡ. ΠΛΑΤΟΣ	ΓΕΩΓΡ. ΜΗΚΟΣ	ΒΑΘΟΣ h (km)	ΜΕΓΕΘΟΣ Μ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ (km)
1	1997	MAR 21	061708	39.30	23.77	8	5.0	97
2	1997	NOV 04	103032	38.14	23.39	24	4.4	40
3	1997	NOV 04	103247	38.33	23.68	5	4.3	17
4	1997	NOV 05	102754	38.24	23.52	26	4.5	26
5	1997	NOV 05	103153	38.26	23.49	20	4.4	24
6	1998	MAY 22	162222	38.49	23.43	19	4.3	15
7	1999	SEP 03	052934	38.49	23.35	33	4.6	20
8	1999	SEP 07	115651	38.06	23.57	14	5.9	43
9	1999	SEP 07	120514	38.17	23.76	12	4.8	37
10	1999	SEP 07	120815	38.18	23.76	39	4.2	36
11	1999	SEP 07	204455	38.08	23.55	8	4.9	43
12	1999	SEP 08	125500	38.19	23.64	29	4.5	31
13	1999	SEP 08	165408	38.22	23.70	26	4.5	29
14	1999	DEC 15	225458	38.62	23.52	24	3.9	15
15	2001	JUL 26	002139	39.04	24.34	7	6.4	93
16	2001	JUL 26	003457	39.02	24.32	5	5.3	90
17	2001	OCT 29	202148	38.89	24.38	26	5.3	84
18	2002	SEP 05	221951	38.72	24.53	30	5.2	87
19	2003	JUN 18	052501	38.62	23.68	21	4.9	19
20	2003	JUN 26	134557	38.61	23.65	19	4.6	17
21	2003	SEP 26	185404	38.59	23.66	24	4.4	15
22	2004	AUG 24	123850	38.58	23.59	22	4.4	15
23	2006	JAN 08	113454	36.174	23.334	76	6.9	254
24	2006	DEC 21	183258	39.361	23.486	6	4.8	102
25	2007	FEB 16	090349	-	-	-	-	-
26	2007	APR 01	181936	38.559	23.474	9	3.7	16
27	2007	AUG 14	060930	38.506	23.768	13	4.2	17
28	2008	JAN 06	051420	37.139	22.726	82	6.5	164
29	2008	MAY 31	121448	38.462	23.561	1	3.9	3
30	2008	JUN 01	012949	38.451	23.544	9	3.5	4
31	2008	JUN 08	122529	37.993	21.519	3	6.7	108
32	2008	OCT 14	020635	38.832	23.593	3	5.6	43
33	2008	OCT 14	020951	38.765	23.467	10	4.7	37
34	2008	OCT 14	021704	38.829	23.598	6	5.1	42
35	2008	OCT 27	142220	38.403	23.623	13	3.7	6
36	2008	OCT 28	110144	38.420	23.690	26	3.7	9
37	2008	OCT 28	110345	38.390	23.650	24	2.9	8
38	2008	OCT 28	191719	38.400	23.670	22	3.2	9



Προσεγγίσεις γεωλογικού μοντέλου α) ΓΕΩΜΗΧΑΝΙΚΗΣ Β) ΚΑΘ. Π. ΜΑΡΙΝΟΥ





1. ΘΑΛΛΑΣΙΑ ΙΖΗΜΑΤΑ

2. ΑΡΓΙΛΟΙΛΥΣ ΜΕ ΘΡΑΥΣΜΑΤΑ

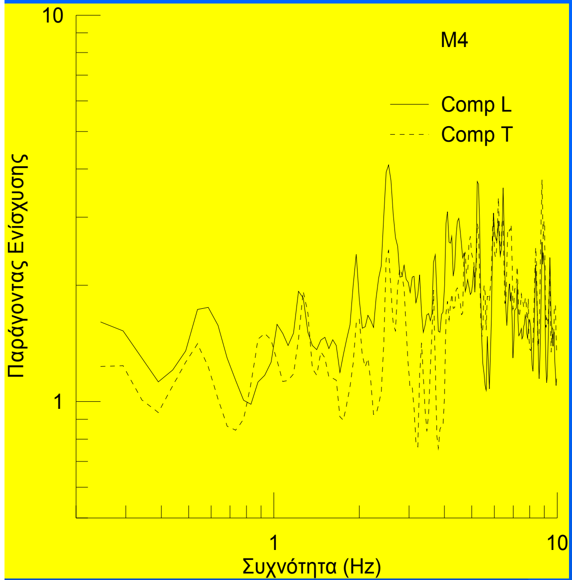
3. ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΙ κρητιδικού

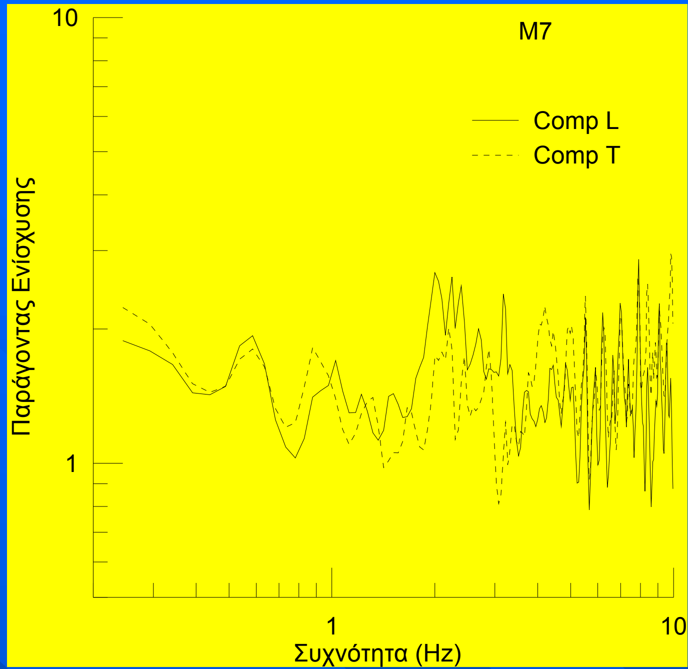
4.Οφιολιθικό σύμπλεγμα

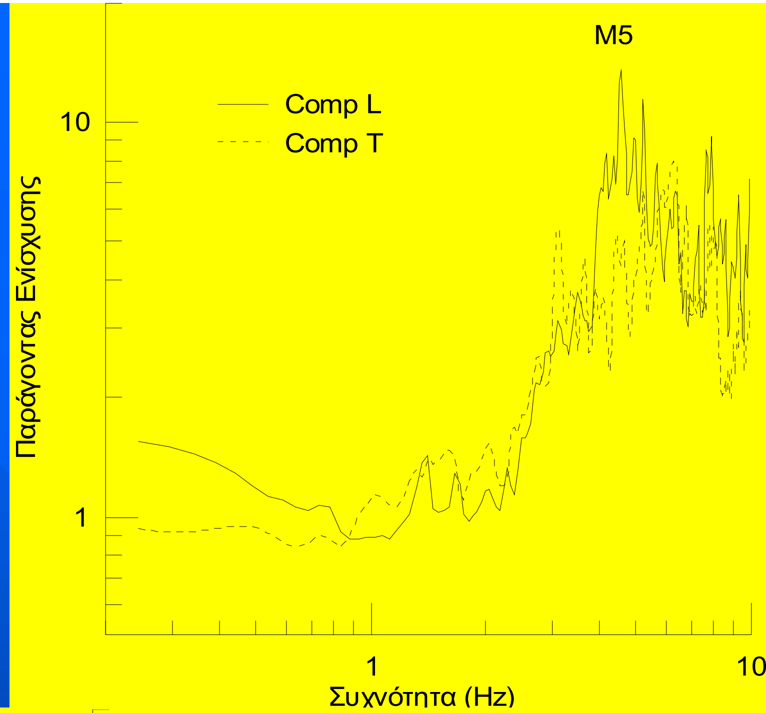
5. Ασβεστόλιθοι Τριαδικού

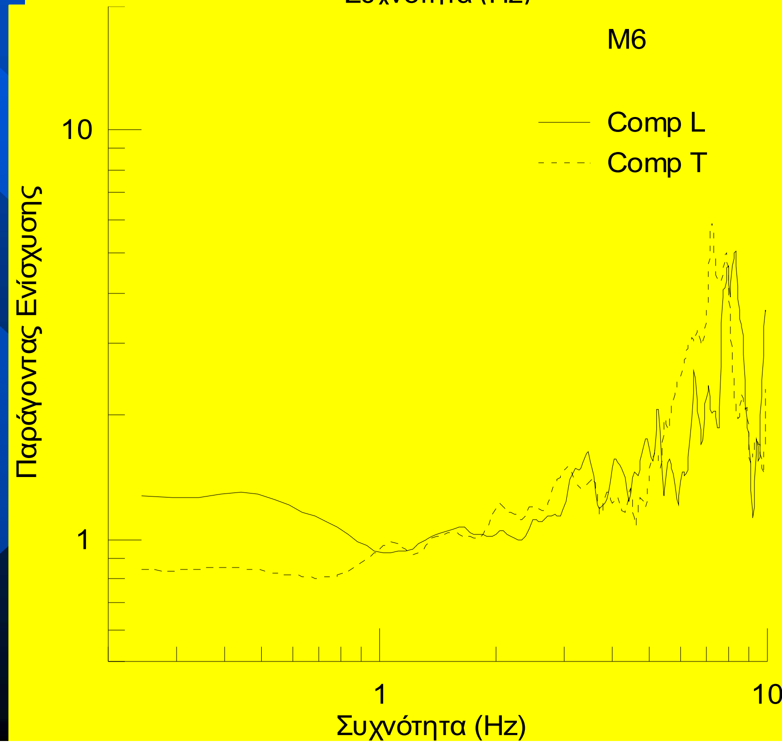
6. Μικρορήγματα

7.Επιφάνεια Επωθήσεως









Μέσοι φασματικοί λόγοι της οριζόντιας προς την κατακόρυφη συνιστώσα των σεισμών του Πίνακα και για τις δύο συνιστώσες για τα βάθρα M4, M5 (αριστερά) και για τα βάθρα M6, M7 (δεξιά)

ΥΨΗΛΟΤΕΡΕΣ ΤΙΜΕΣ ΣΤΗ ΒΟΙΩΤΙΚΗ ΑΚΤΗ

1. Στο βάθρο Μ4, το πλάτος ενίσχυσης της σεισμικής κίνησης
δεν υπερβαίνει το 4.0.
Αφορά συχνότητες μεγαλύτερες από 5Hz, ενώ κατά μέσο όρο στο εύρος αυτό των συχνοτήτων δεν υπερβαίνει το 3.0.

2. Στο βάθρο Μ5, ενίσχυση της σεισμικής κίνησης παρατηρείται για μεγαλύτερο εύρος συχνοτήτων (f > 3Hz) με σημαντικά μεγαλύτερα πλάτη
(> 5 κατά μέσο όρο), ενώ για την επιμήκη συνιστώσα
της εδαφικής κίνησης και για μία διακεκριμένη συχνότητα
(~4.5 Hz), το πλάτος ενίσχυσης υπερβαίνει το 10.0.

ΧΑΜΗΛΕΣ ΤΙΜΕΣ ΣΤΗΝ ΕΥΒΟΙΚΗ ΑΚΤΗ

Τα παραπάνω αποτελέσματα μας οδηγούν στα κατ' αρχήν συμπεράσματα ότι :

Α) η επιρροή της τοπικής γεωλογίας στη σεισμική κίνηση αφορά κυρίως το βάθρο Μ5 όπου παρατηρούνται οι μεγαλύτερες ενισχύσεις για μεγαλύτερο εύρος περιόδων, γεγονός που σχετίζεται ποιοτικά με τις υπάρχουσες γεωλογικές και γεωτεχνικές πληροφορίες.

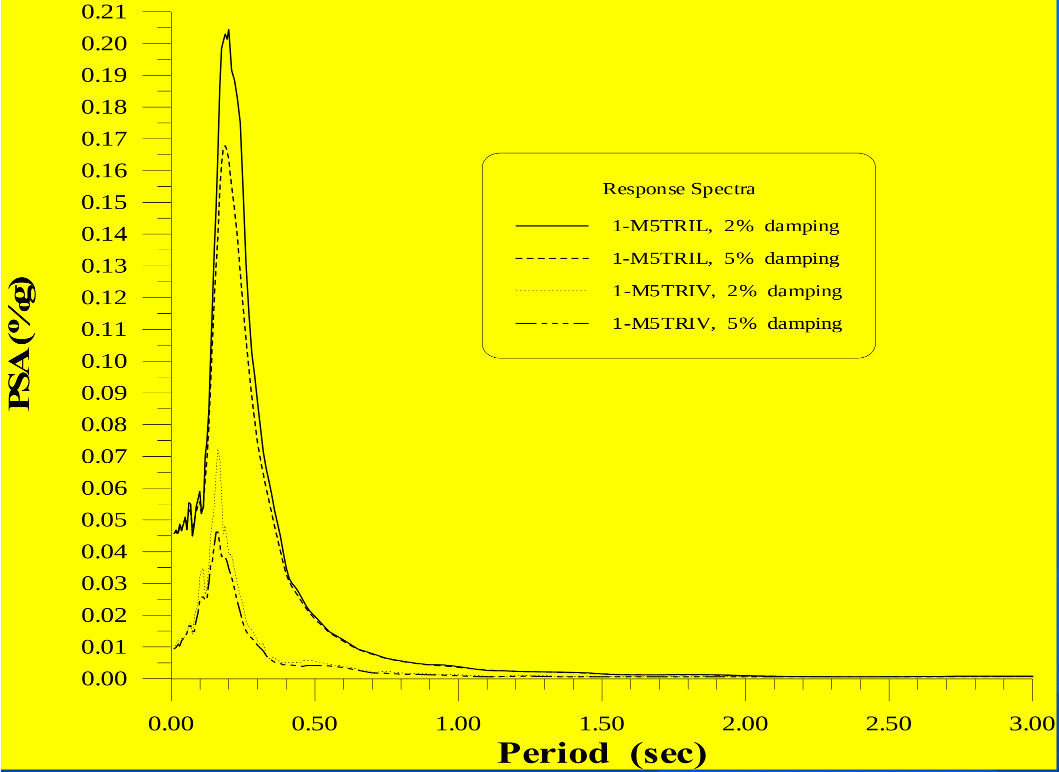
Β) Στο Βάθρο Μ7 της Ευβοϊκής ακτής παρατηρούνται οι μικρότερες μέγιστες εδαφικές επιταχύνσεις σε σύγκριση με τις αντίστοιχες στις άλλες θέσεις ανεξαρτήτως μεγέθους και επικεντρικής απόστασης του σεισμού.

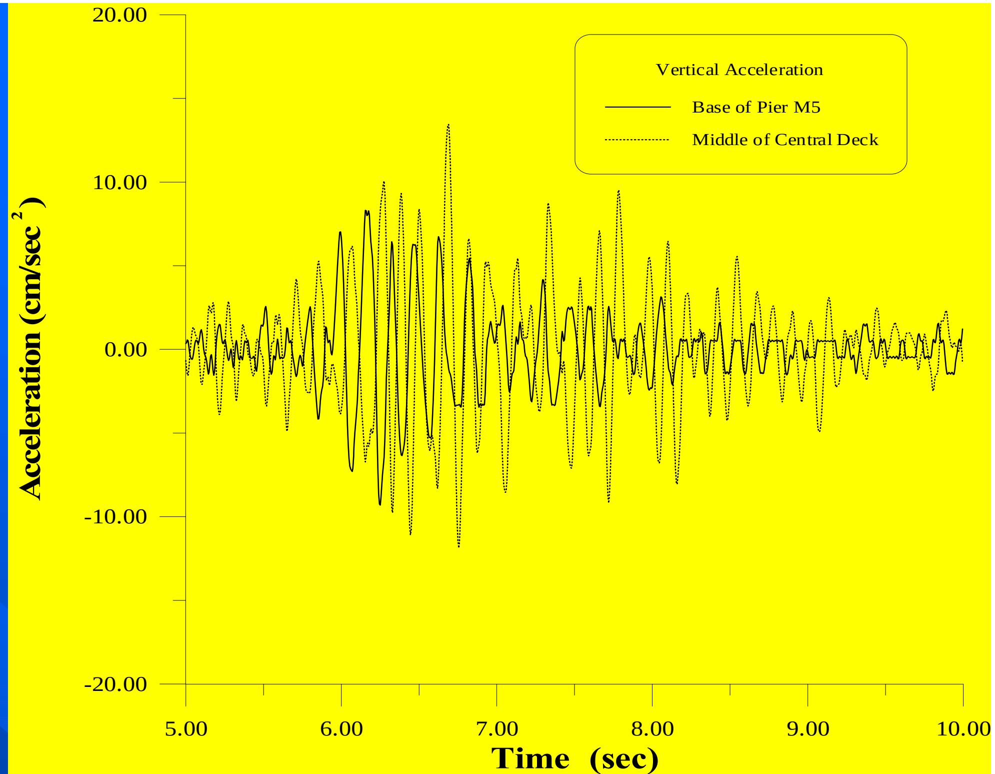
Γ) Έχουν παρατηρηθεί διαχρονικά έως και διπλάσιες τιμές στις οριζόντιες επιταχύνσεις των καταγραφών μεταξύ Βοιωτικής και Ευβοϊκής ακτής.

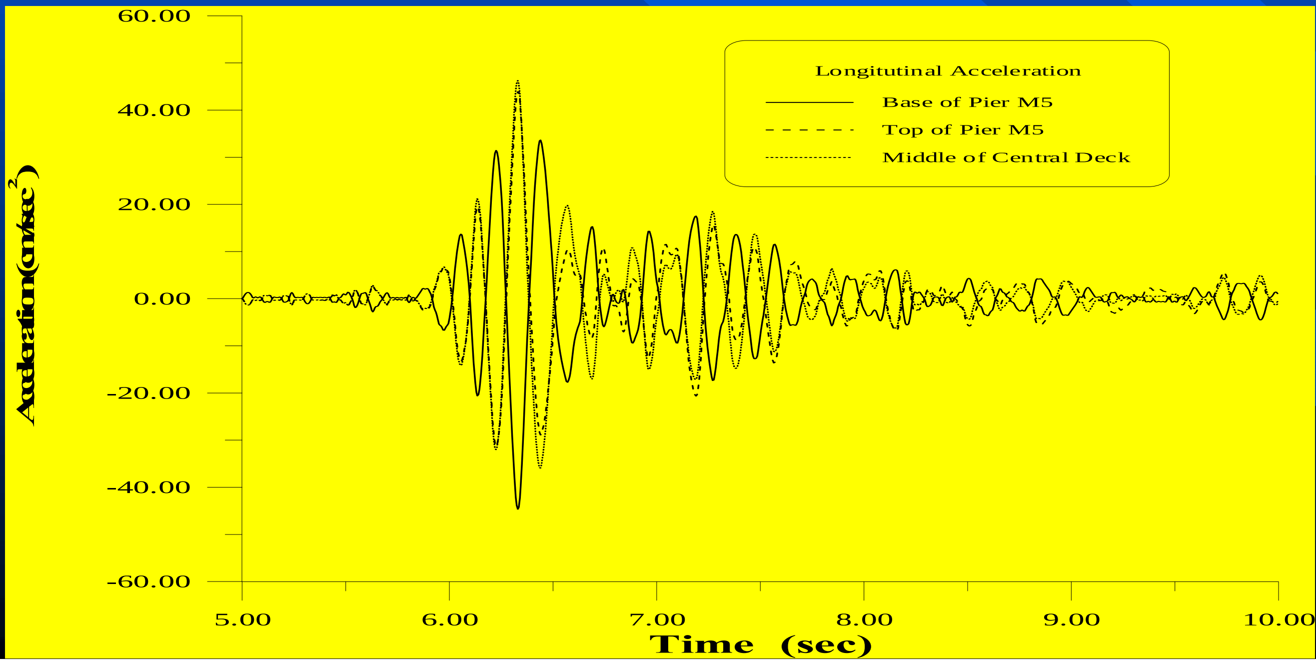
ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΡΥΦΑΙΩΝ ΤΙΜΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ

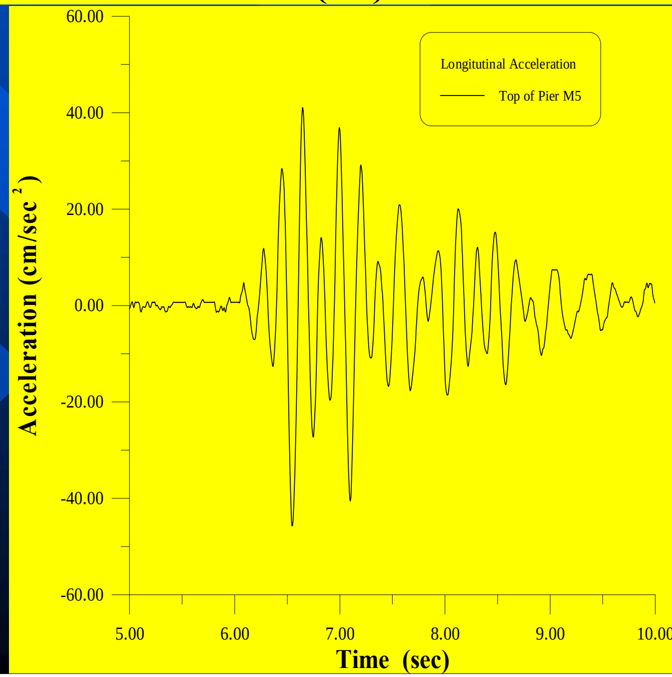
Δ) Επιταχύνσεις του καταστρώματος και της κορυφής του πυλώνα είναι πολύ κοντά στις μέγιστες οριζόντιες επιταχύνσεις της Βάσης του Πυλώνα.

	Station (1-M4) earthquake 22/5/98	Station (2-M5) earthquake 22/5/98	Station (3-M6) earthquake 22/5/98	Station (4-M7) earthquake 22/5/98
Longitud. recording	A=19.74 V=0.854	44.65 cm/sec2 1.585 cm/sec	12.58 cm/sec2 0.541cm/sec	9.44 cm/sec2 0.488 cm/sec
Transv. recording	A=14.73 V=0.484	35.35 1.099	19.94 0.652	7.19 0.436
Vertical recording	A=6.41 V=0.286	9.31 0.347	4.63 0.216	4.90 0.213


Response Spectra
1-M5TRIL, 2% damping
1-M5TRIL, 5% damping
1-M5TRIV, 2% damping
1-M5TRIV, 5% damping
PSA (%g)
Period (sec)


Vertical Acceleration
Base of Pier M5
Middle of Central Deck
Acceleration (cm/sec 2)
Time (sec)


Longitutinal Acceleration
Base of Pier M5
Top of Pier M5
Middle of Central Deck
Acceleration (cm/sec 2)
Time (sec)


Longitutinal Acceleration
Top of Pier M5
Acceleration (cm/sec 2)
Time (sec)

ΓΕΦΥΡΑ ΕΥΡΙΠΟΥ / ΣΕΙΣΜΟΣ 4/1997 (M_w=4.5, 50 km NA)

ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΜΕΝΕΣ ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

	2-output / Quasi Newton gradient-based		2-output / Υβριδικός γενετικός αλγόριθμος		4-output / Υβριδικός γενετικός αλγόριθμος	
Ιδιομορφή	Ιδιοπερίοδος (sec)	ζ (%)	Ιδιοπερίοδος (sec)	ζ (%)	Ιδιοπερίοδος (sec)	ζ (%)
1	-	-	1.1344 1.1172 *	0.9556	1.1644 1.1172 *	1.5015
2	-	-	-	-	0.3618	1.6149
3	0.2923	0.7151	0.2924	0.8194	0.2921	0.8960
4	0.2109	2.6941	0.2114	1.9659	-	-
5	0.1894	0.6642	0.1910	0.7439	0.1811	1.1464
6	0.1757	0.9914	0.1755	0.8410	0.1762	0.3351

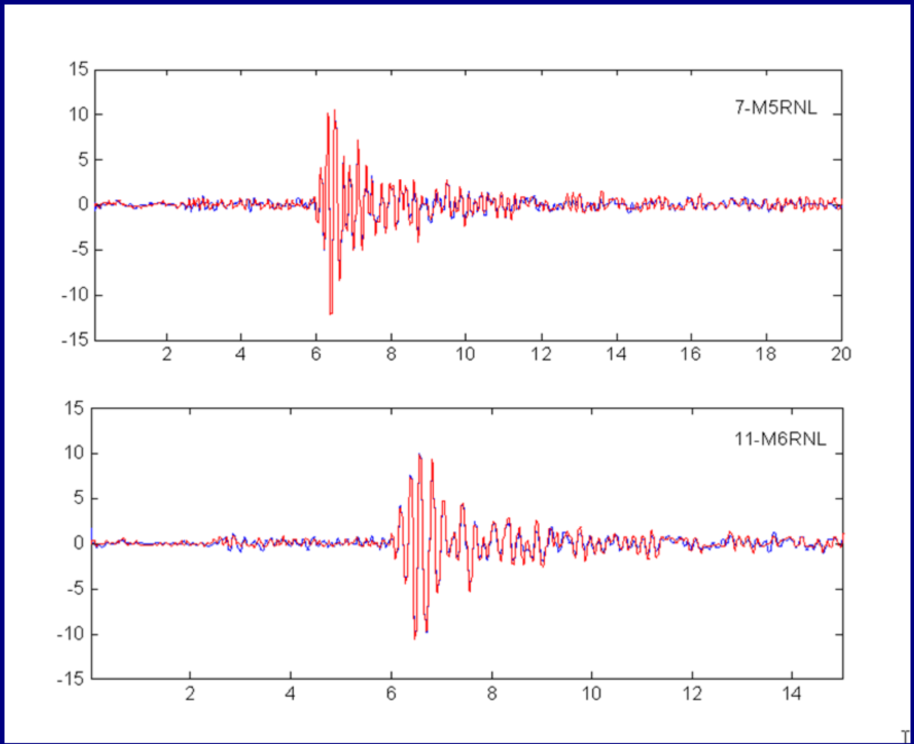
* : Αναλυτικό προσομοίωμα

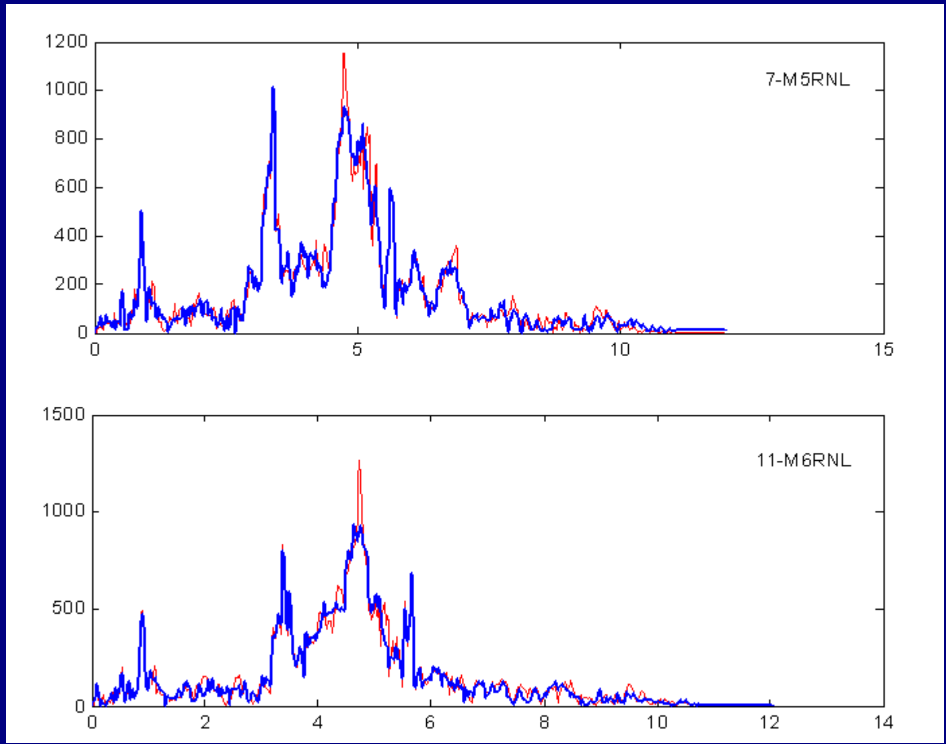
Gradient-based :
Αρχικές εκτιμήσεις παραμέτρων / Περιοχή συχνοτήτων για βελτιστοποίηση

Υβριδικός γενετικός αλγόριθμος :
Πεδίο διακύμανσης τιμών / Περιοχή συχνοτήτων για βελτιστοποίηση

ΓΕΦΥΡΑ ΕΥΡΙΠΟΥ – ΣΕΙΣΜΟΣ 4/1997 (M_w=4.5, 50 km NA)

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΩΝ – MODAL MODEL (ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ-ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ)





Πεδίο χρόνου

Πεδίο συχνοτήτων

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ -ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

1. **ΕΝΟΡΓΑΝΩΣΗ ΓΕΦΥΡΑΣ ΧΑΛΚΙΔΑΣ, ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ.**

2. Έχουν παρατηρηθεί διαχρονικά διπλάσιες έως και μεγαλύτερες τιμές στις οριζόντιες επιταχύνσεις των καταγραφών μεταξύ Βοιωτικής και Ευβοϊκής ακτής. Επίσης υπάρχουν σημαντικές διαφορές και στις κατακόρυφες επιταχύνσεις. Αντίστοιχες διαφοροποιήσεις καταγράφονται στις εδαφικές ταχύτητες , τόσο στην οριζόντια όσο και στην κατακόρυφο διεύθυνση. Είναι σημαντικό για την σεισμική συμπεριφορά της Γέφυρας, και για τις τυχόν επεμβάσεις που θα χρειασθεί να γίνουν στο μέλλον.

3. Από συμβάντα που εξετάσθηκαν από το 1997 έως το 2008, αντιστοιχούν σε διαφορετικού μεγέθους σεισμικές διεγέρσεις, διαφορετικής επικεντρικής απόστασης. Όσον αφορά την απόκριση του φορέα στα σεισμικά συμβάντα παρατηρούνται διαφοροποιήσεις στην ένταση του κραδασμού, οι οποίες προκαλούν μικρές μεταβολές στα ιδιομορφικά χαρακτηριστικά. Οι μεταβολές αυτές είναι μέσα στα αναμενόμενα όρια και δεν οφείλονται στην αλλαγή της δυσκαμψίας των δομικών στοιχείων. Τα χαρακτηριστικά δυσκαμψίας δεν υπέστησαν αλλοιώσεις κατά την παραπάνω μετρητική περίοδο.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ –ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ-ΣΥΝΕΧΕΙΑ

4. Υπάρχει επίδραση τοπικών εδαφικών συνθηκών για την σεισμική κίνηση στην περιοχή της Γέφυρας, και ιδιαίτερα στο βάθρο Μ5 που ανήκει στην βοιωτική ακτή, όπου η ενίσχυση του φασματικού λόγου είναι η μεγαλύτερη. Αυτό σημαίνει ότι η επιφανειακή κίνηση θα ενισχυθεί έναντι του βράχου σε περίπτωση ισχυρού σεισμού.

5. Από τα φάσματα απόκρισης των μικρού μεγέθους έως μέσου μεγέθους επιφανειακού σεισμούς, προκύπτει ότι στο εύρος των ιδιοπεριόδων που αντιστοιχούν στις πρώτες ιδιομορφές (2,76-2,28 sec) , οι φασματικές τιμές είναι πολύ μικρές, χαμηλότερες από την εδαφική επιτάχυνση. Αυτό όμως δεν συμβαίνει και με τις μετρήσεις, οι οποίες δείχνουν πολύ υψηλότερες τιμές και από τις εδαφικές επιταχύνσεις.

6. Έχουν γίνει αναλύσεις με μοντέλα ασύγχρονης διέγερσης με συνεργάτες ερευνητές (λαμβάνοντας υπόψη και τις μετρήσεις) και έδειξαν σημαντικές διαφορές στις καμπτικές ροπές των πυλώνων Μ5 και Μ6 από τα μοντέλα «σύγχρονης» διέγερσης . Το ασύγχρονο μοντέλο δίνει σε αρκετούς πυλώνες πιο ευμενή αποτελέσματα.

Επιστημονική Εταιρεία Ερευνών Σκυροδέματος (ΕΠΕΣ)

“Παθολογία - Ανθεκτικότητα Οπλισμένου Σκυροδέματος και Αποκατάσταση”

Θεσσαλονίκη -19 Απρ. 2013

Γέφυρα ποταμού Αξιού (Νότιος Κλάδος) στη Θεσσαλονίκη Παθολογία και πρόταση μέτρων αποκαταστάσεως

Π.Χ.ΠΛΑΪΝΗΣ, Ι.Ν. ΣΙΓΑΛΑΣ, Χ.Δ.ΓΙΑΝΝΕΛΟΣ

Περιεχόμενα

1. Περιγραφή Γέφυρας

2. Ιστορικό Προηγούμενων Επεμβάσεων

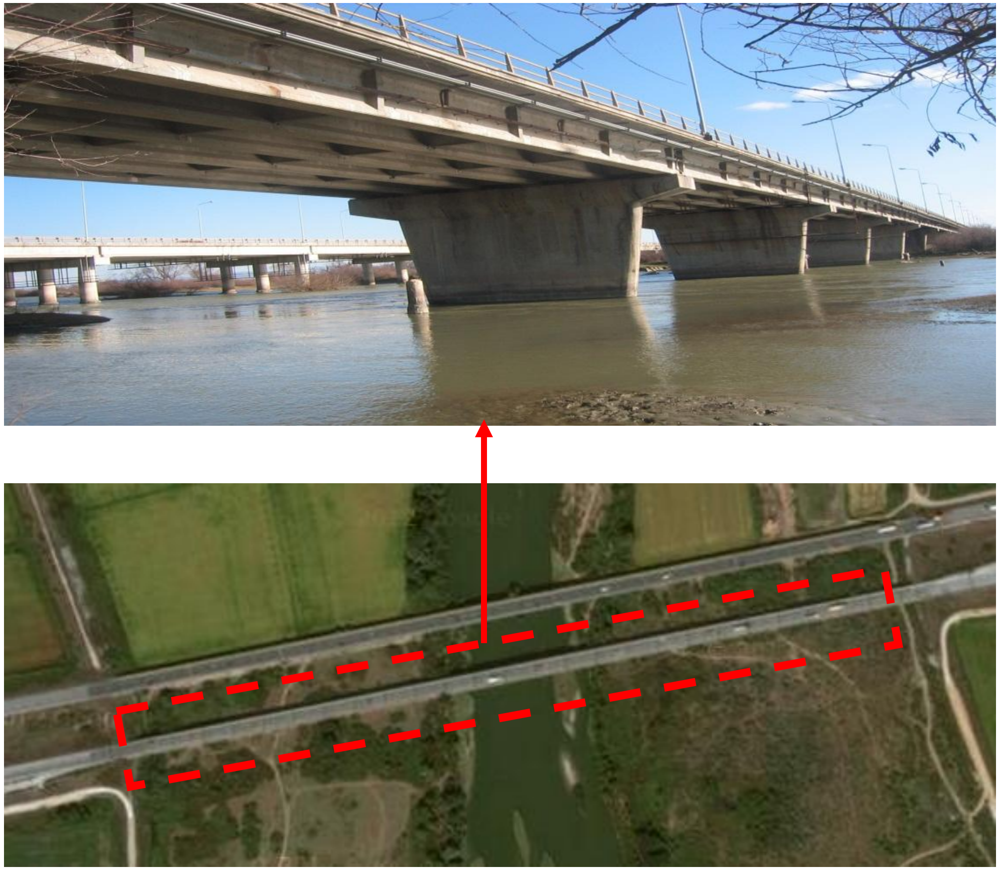
3. Παθολογία

4. Δέσμη Επεμβάσεων Επισκευής- Αναβάθμισης.

5. Φάσεις Μελέτης:
   - η λογική της επέμβασης
   - έλεγχος υφιστάμενου φορέα
   - ανασχεδιασμός - έλεγχος ενισχυμένου φορέα

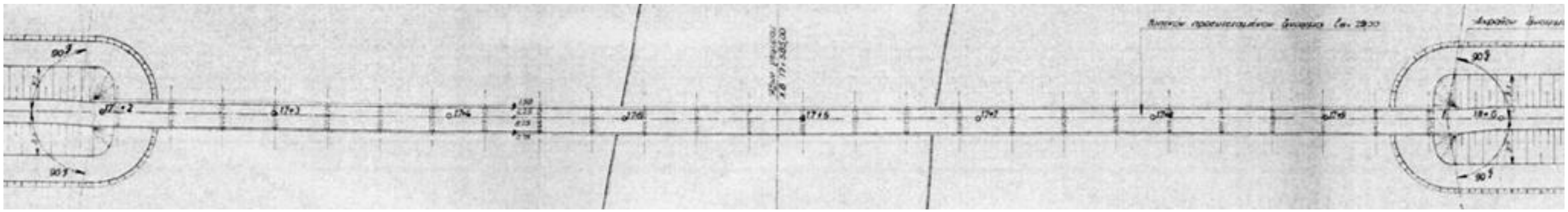
6. Σύνοψη - Συμπεράσματα

1.1 Θέση Γεφυρώσεως

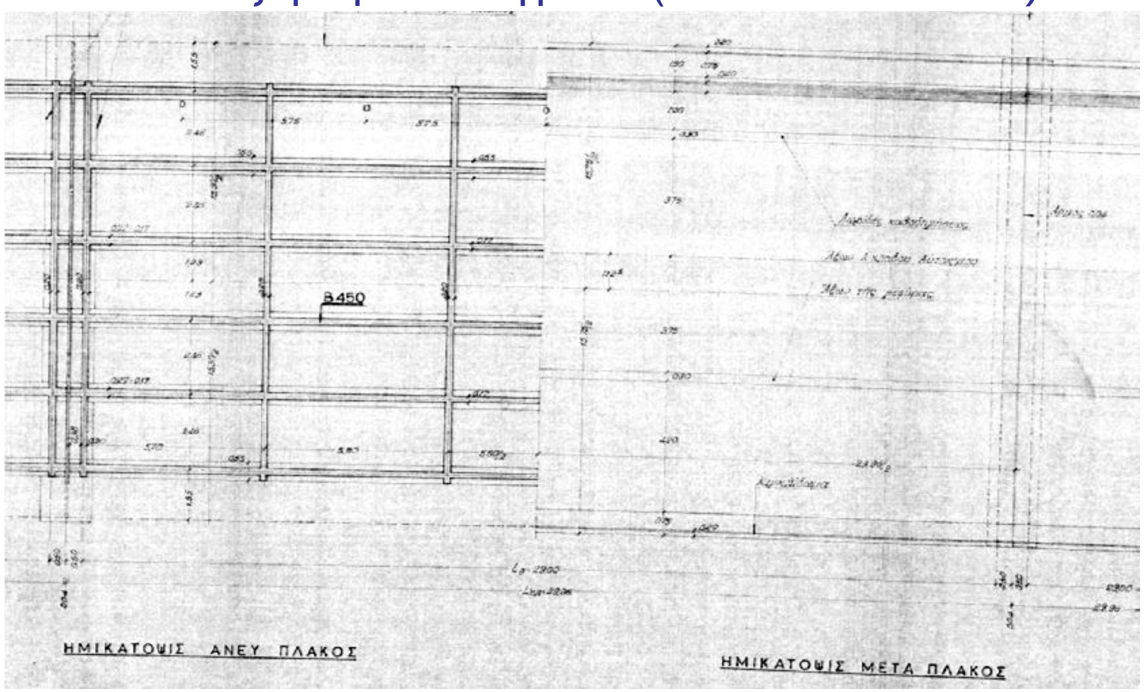


Αξιός ποταμός – Αυτοκινητόδρομος Π.Α.Θ.Ε. – Κλάδος προς Θεσσαλονίκη

1.2. Δομικό Σύστημα

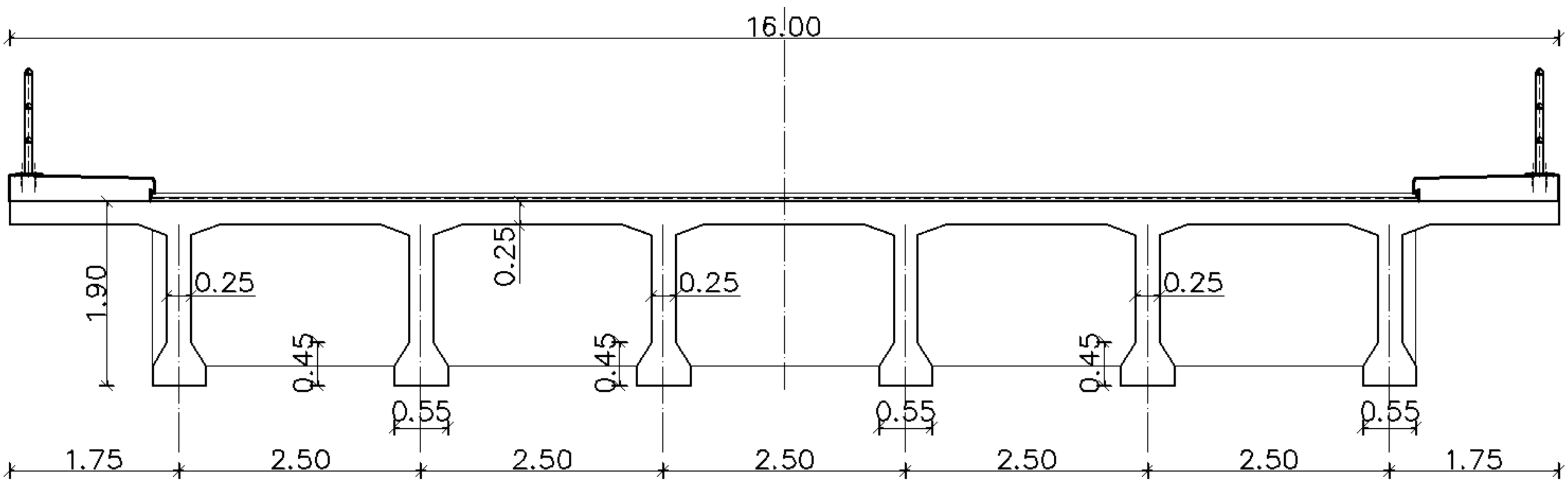


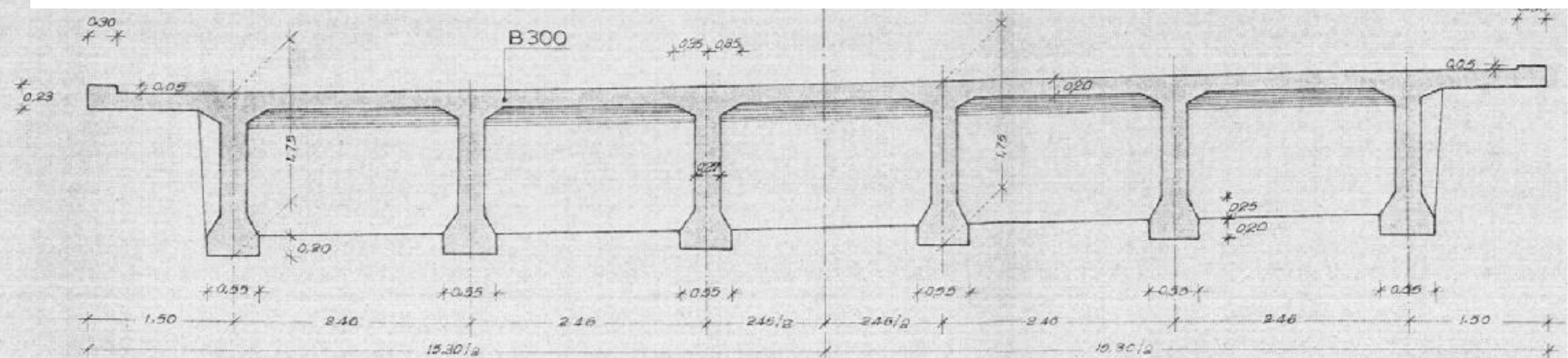
27 ανεξάρτητα ανοίγματα (15 + 25x30 + 15)



6 Προεντεταμένες Δοκοί ανά 2,50m / $L_{δοκ}$= 30m, $H_{δοκ}$=1.75m.

1.2. Δομικό Σύστημα





Εγκάρσια σύνδεση με έγχυτο σκυρόδεμα

Εγκάσια προένταση τόσο στις διαδοκίδες όσο και στην πλάκα καταστρώματος

1.2. Δομικό Σύστημα

Έδραση ανωδομής μέσω ελαστομεταλλικών εφεδράνων {4x(1+8+1)} , επί μεσοβάθρων τοιχοειδούς μορφής με κατάλληλα διαμορφωμένη δοκό εδράσεως.

1.2. Δομικό Σύστημα

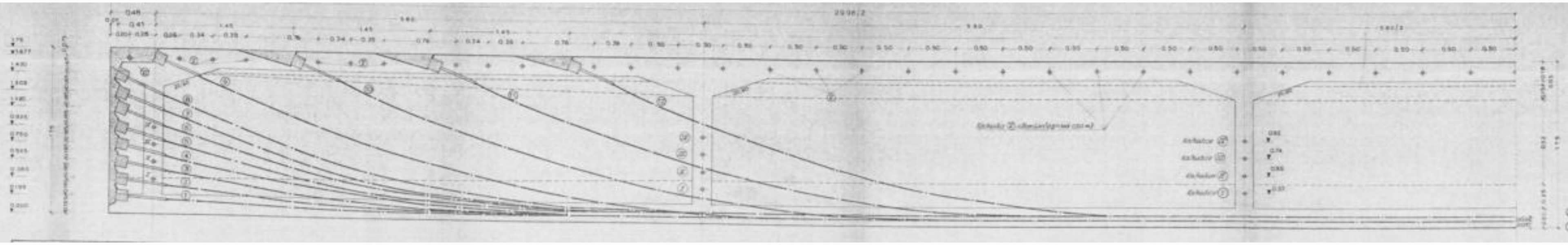
Η θεμελίωση έγινε επί προχύτων εμπηγνυομένων πασσάλων μήκους περί τα 15,0 έως 20,0m με αιχμή εδραζόμενη σε θύλακες αμμοχάλικων. (σύμφωνα με πληροφορίες)

1.3 Στοιχεία Αρχικής Μελέτης (1/5)

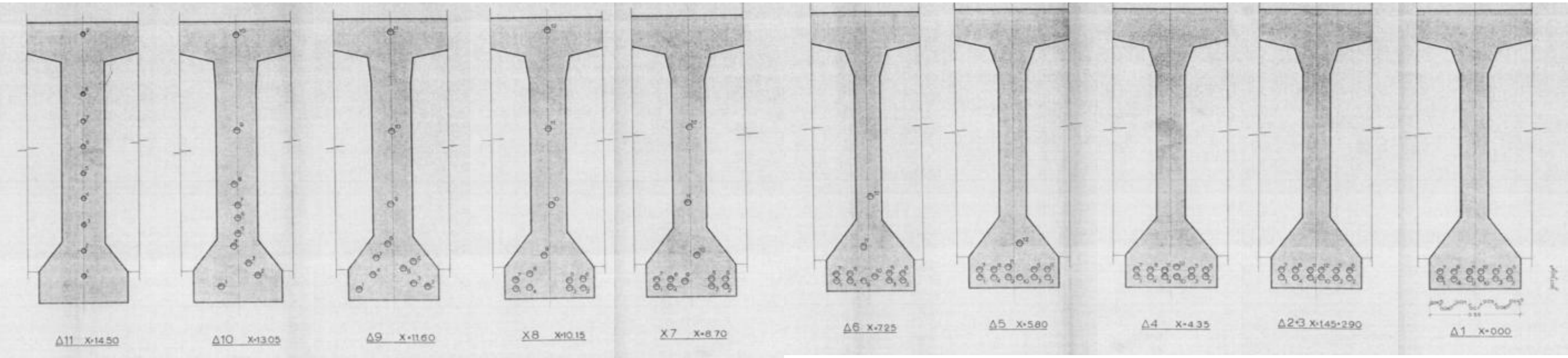
Μελέτη Γέφυρας από καθ. Κ. Αμπακούμκιν, (Δεκαετία 1960)

- Οι υπολογισμοί της αρχικής μελέτης δεν βρέθηκαν κατά την εκπόνηση της μελέτης ενίσχυσης.
- Τα σχέδια της αρχικής μελέτης βρέθηκαν μετά.
- Οι σχετικοί υπολογισμοί αναθεωρηθήκαν σύμφωνα με τα ακριβή στοιχεία της γεφύρας.

1.3 Στοιχεία Αρχικής Μελέτης (2/5)

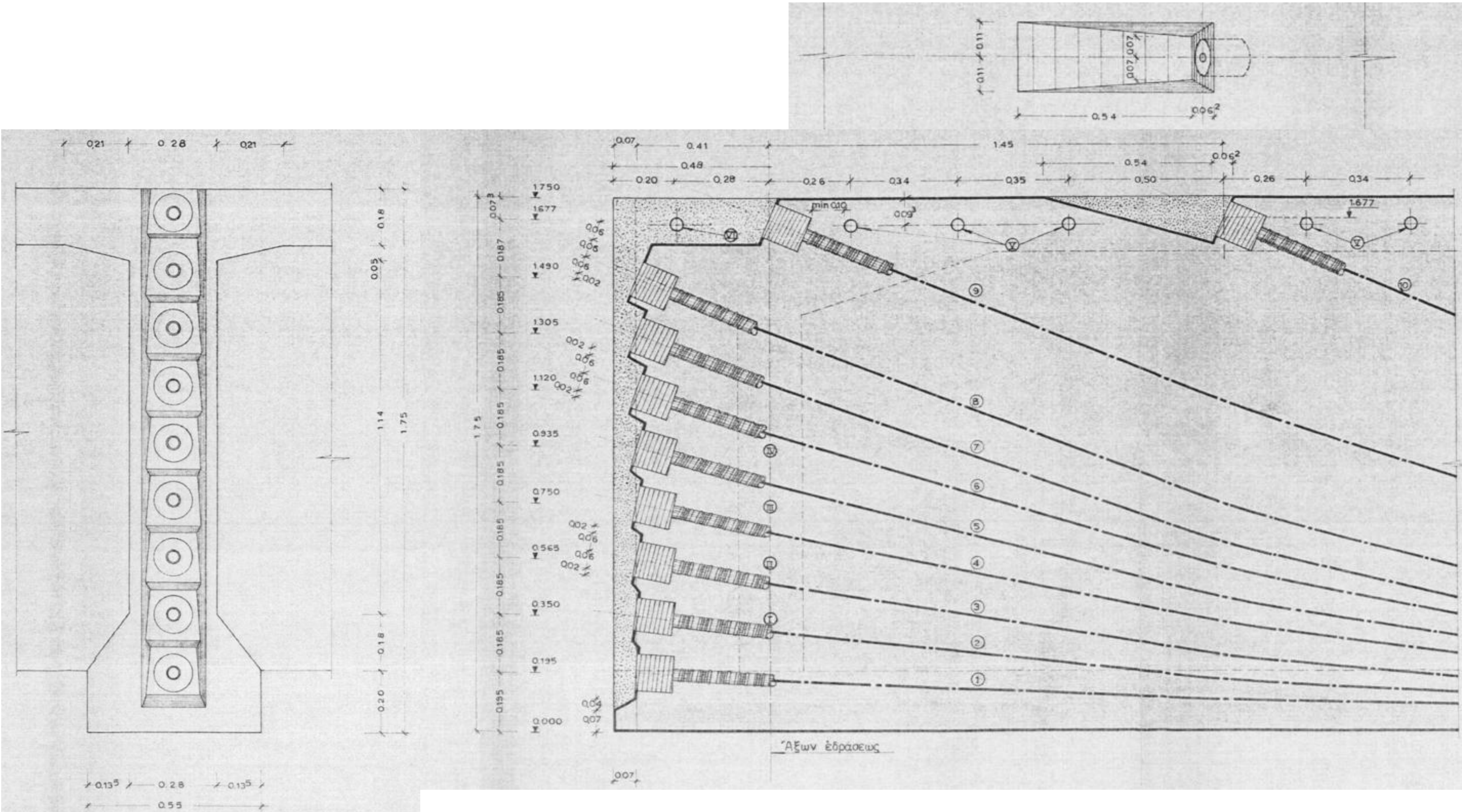


Προένταση των κυρίων δοκών: 12 τένοντες 12Φ7



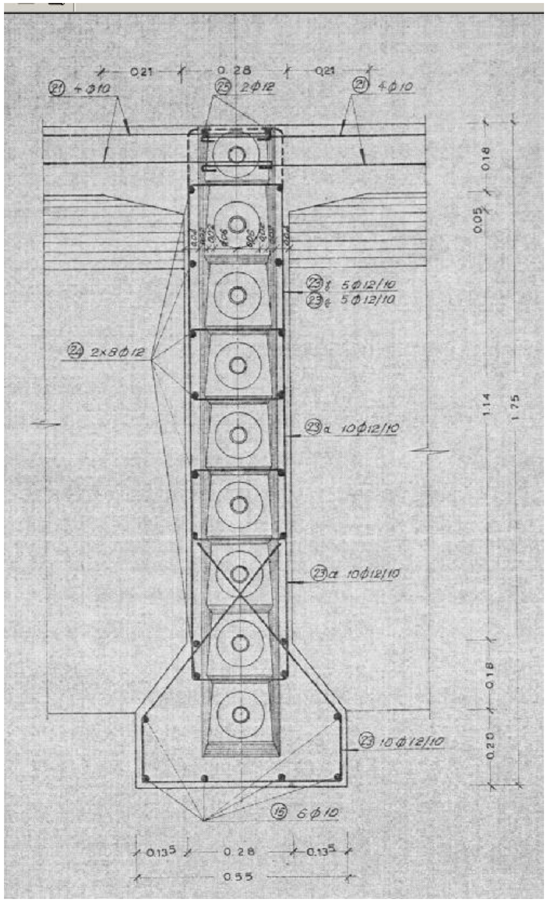
Ποιότητα χάλυβα προεντάσεως: St 1500/1700

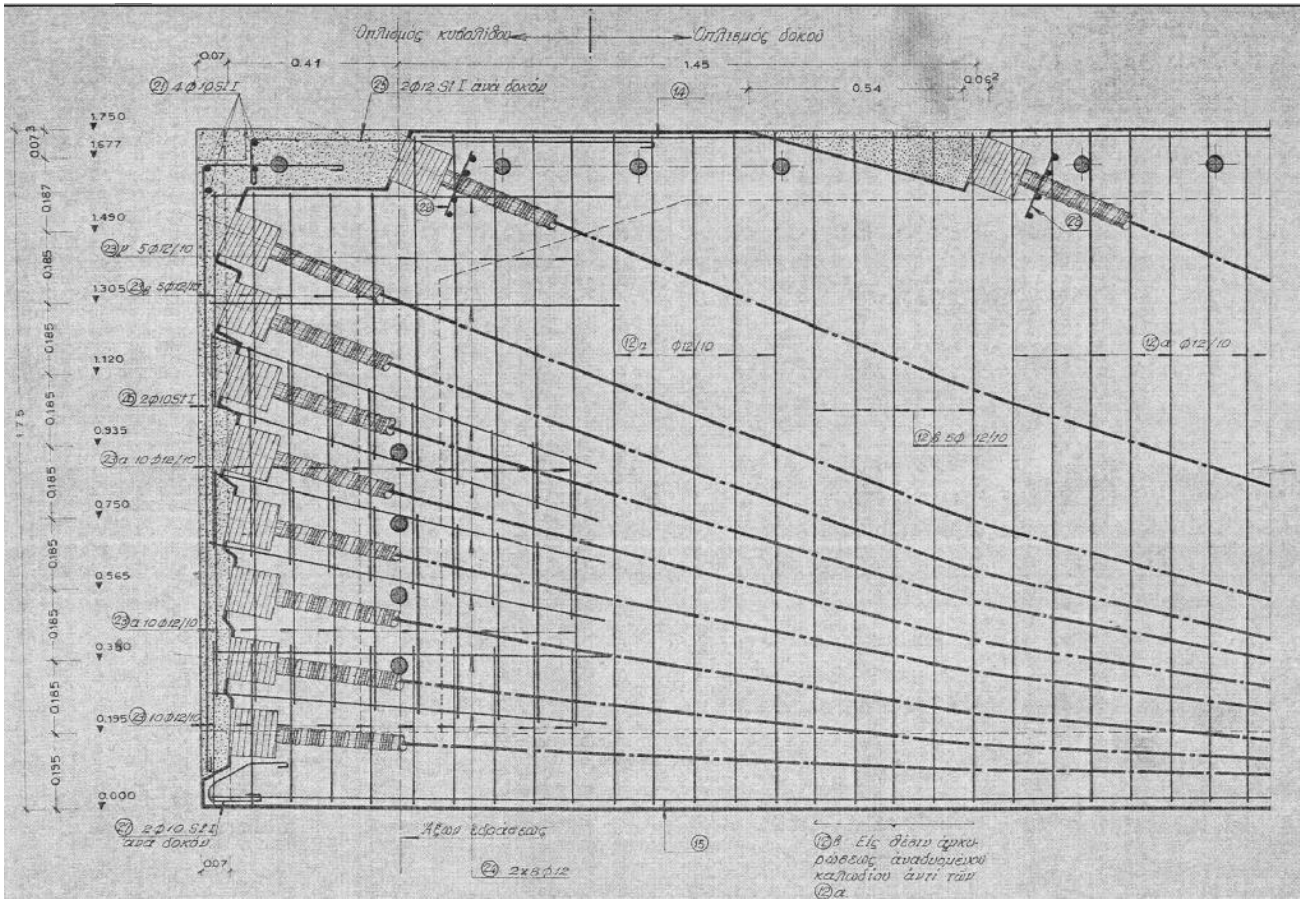
1.3 Στοιχεία Αρχικής Μελέτης



Μέτωπο αγκυρώσεως τενόντων

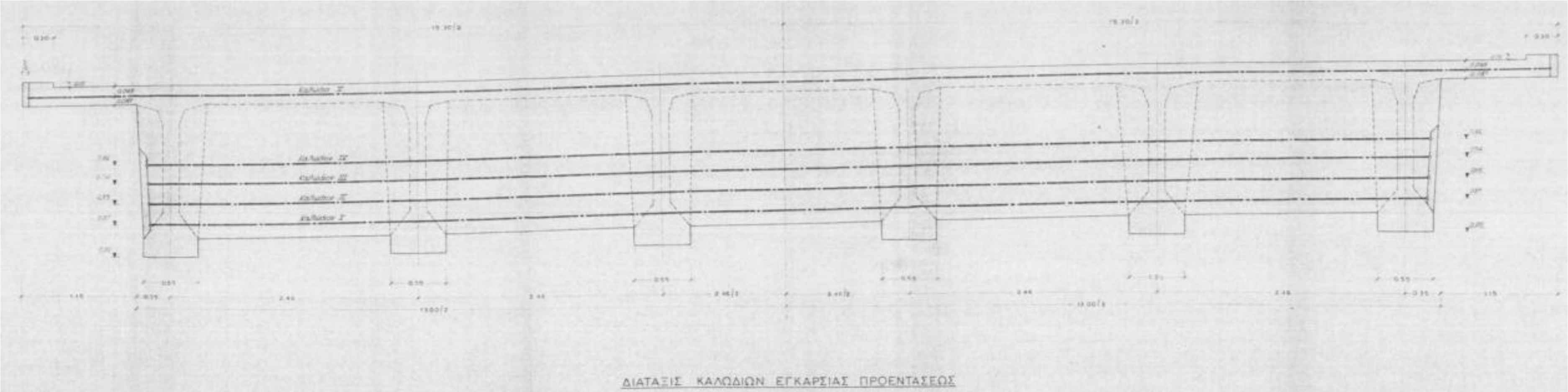
1.3 Στοιχεία Αρχικής Μελέτης

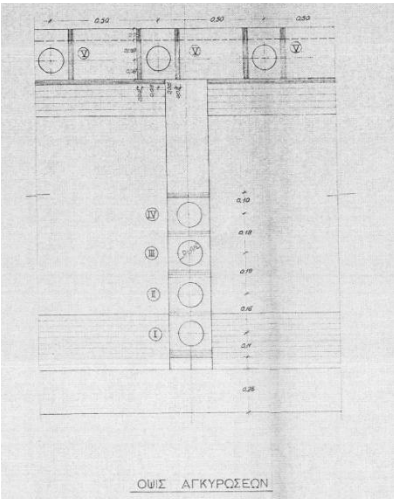


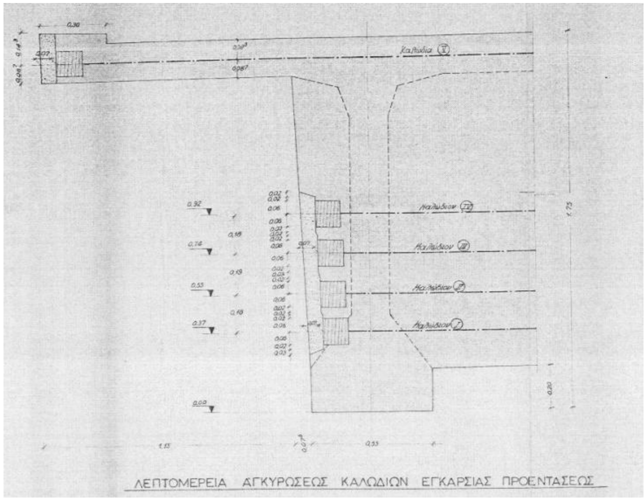


Μέτωπο αγκυρώσεως τενόντων - οπλισμοί

1.3 Στοιχεία Αρχικής Μελέτης







Διάταξη εγκάριας προεντάσεως

2. Ιστορικό Προηγούμενων Επεμβάσεων

Δεν υπάρχει καταγραφή προηγουμένων επεμβάσεων εκτός από τις διορθωτικές επεμβάσεις στα επιχώματα προσβάσεως για αντιστάθμιση υποχωρήσεων.

…είναι πολύ πιθανό να έχουν αναπτυχθεί και υποχωρήσεις των βάθρων λόγω του ότι οι πάσσαλοι θεμελιώσεων διέρχονται από συμπιεστούς σχηματισμούς αλλά και η στρώση στην οποία εδράζονται υπέρκειται ομοίως συμπιεστών σχηματισμών.

Σύμφωνα με πληροφορίες οι προβλεπόμενες κατά τη μελέτη καθιζήσεις ήταν σημαντικές της τάξεως των 20εκ. περίπου.

2. Ιστορικό Προηγούμενων Επεμβάσεων

2007 : Επιθεώρηση υφισταμένης καταστάσεως
ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΣ Ο.Τ.Μ.

2008 : Μελέτη Επισκευής
ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΣ Ο.Τ.Μ.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΜΕΛΕΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ

ΕΡΓΟ :	ΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΕΜΠΕΙΡΟΓΝΩΜΟΝΑ ΣΤΗ ΔΜΕΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ "ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ-ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ ΣΤΟΝ ΑΞΙΟ ΠΟΤΑΜΟ ΤΟΥ ΑΥΤΟΚ/ΜΟΥ ΠΑΘΕ"
ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ	Β ΦΑΣΗ
ΘΕΜΑ	ΓΕΦΥΡΑ ΝΟΤΙΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΑΚΡΑΙΩΝ ΔΟΚΩΝ
ΚΩΔ. ΤΕΥΧΟΥΣ	ΝΚ-Τ01

		ΟΜΑΔΑ ΜΕΛΕΤΗΣ
ΕΜΠΕΙΡΟ-ΓΝΩΜΟΝΑΣ	ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΣ Ο.Τ.Μ. Α.Ε. ΚΟΥΜΑΡΙΑΝΟΥ 6-8 & ΠΛΑΠΟΥΤΑ 11473 ΑΘΗΝΑ ΤΗΛ. 210 6617970 FAX. 210 8290602 Email: [illegible]	Π. ΠΑΪΝΗΣ : ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Ι.Ν. ΣΙΓΑΛΑΣ : ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Χ. ΠΑΝΝΕΛΟΣ : ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Γ. ΤΡΕΖΟΣ : ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΣΥΝΤΑΞΗ		ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ
Για τον ΕΜΠΕΙΡΟΓΝΩΜΟΝΑ		Ι.Ν.ΣΙΓΑΛΑΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2008	
Δ.Μ.Ε.Ο./γ	Ο ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	Γ. ΜΠΡΑΟΥΖΗ		
	Ο ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ Δ.Μ.Ε.Ο./γ	Α. ΜΑΡΟΥΔΑΣ		
ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ	Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ Δ.Μ.Ε.Ο./γ	Θ. ΠΑΝΟΥΤΣΟΠΟΥΛΟΣ		

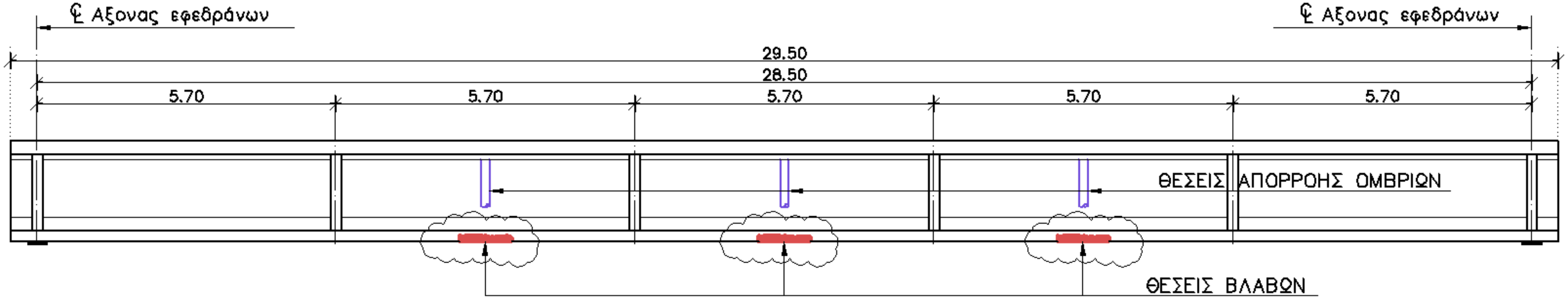
ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗ Σ.Δ.Ε.

ΕΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΠΟΦΑΣΗ

3. Παθολογία

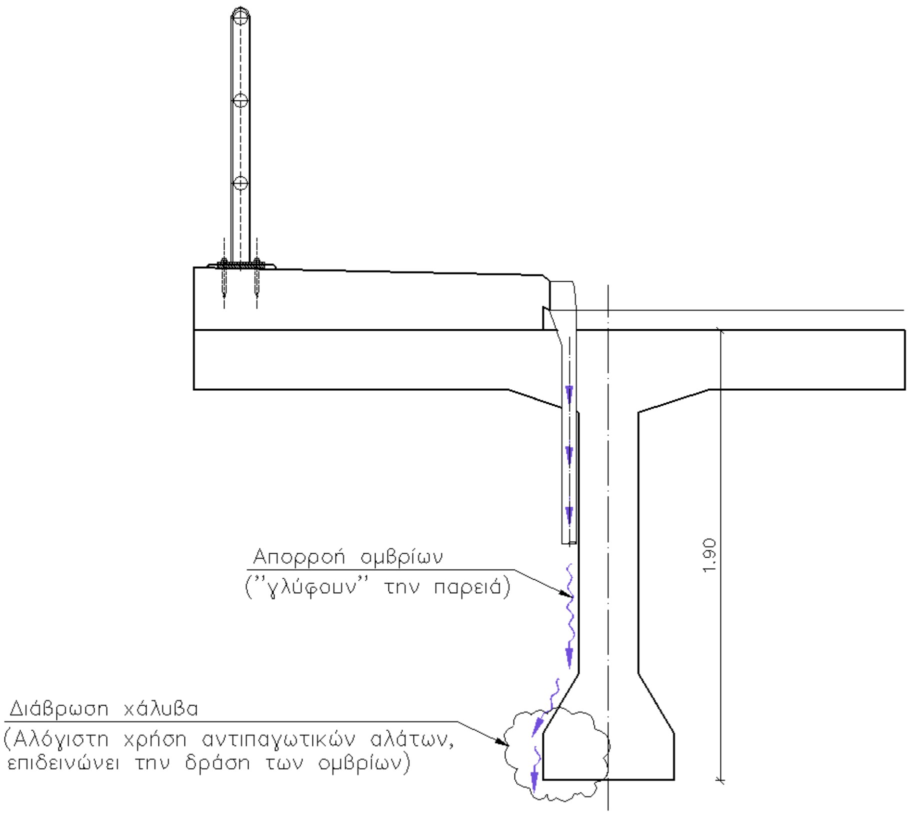
Θέσεις βλαβών στην ακραία δοκό

3. Παθολογία (2/8)



Οι Θέσεις βλαβών στα σημεία αποχετεύσεως καταστρώματος

3. Παθολογία



Πρόκληση φθοράς ακραίων δοκών

3. Παθολογία

Λεπτομέρειες βλάβης τενόντων ακραίας δοκού

(έντονη διάβρωση – θραύση συρμάτων)

3. Παθολογία

Η βλάβη είναι συστηματική…

3. Παθολογία

… σε όλο το μήκος της γέφυρας..... περί τα 780μ

3. Παθολογία

Φθορές στην δοκό εδράσεως και τον κορμό των μεσοβάθρων
(αποκάλυψη διαβρωμένου οπλισμού)

3. Παθολογία (8/8)

Κατάσταση εφεδράνων

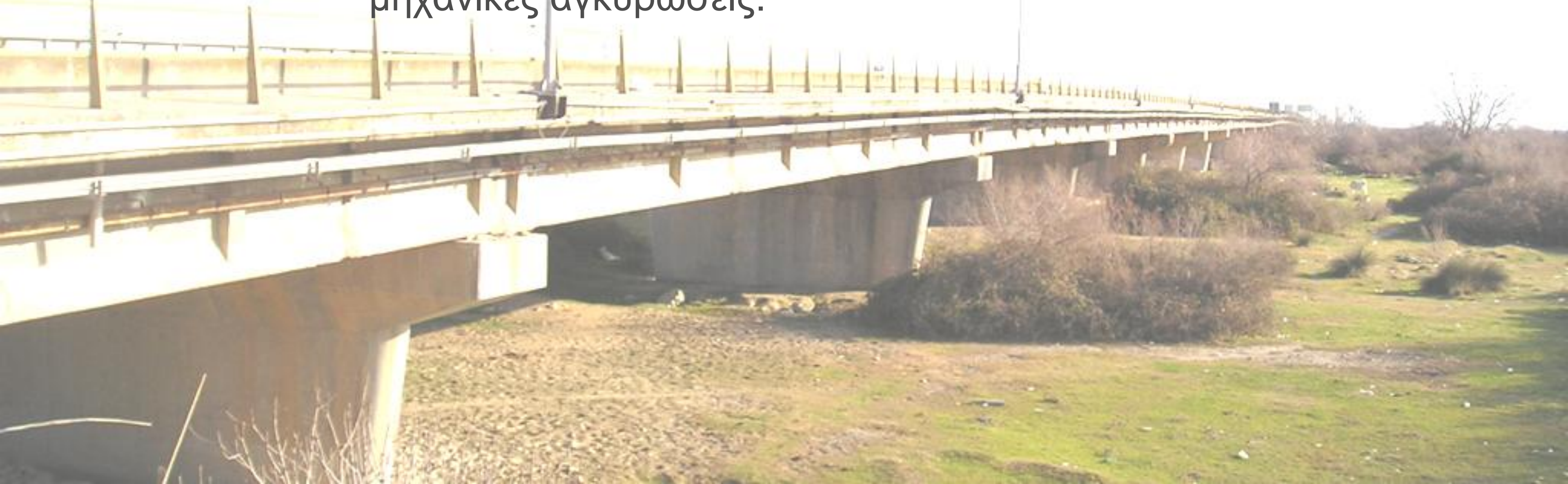
(παραμορφώσεις κυρίως λόγω άτεχνης τοποθέτησης)

4. Δέσμη επεμβάσεων επισκευής-αναβάθμισης

- **Κύριοι Στόχοι :** (α) αποκατάσταση της καμπτικής επάρκειας των ακραίων δοκών και αποφυγή ψαθυρής θραύσεως

  (β) βελτίωση των συνθηκών εδράσεως (αντικατάσταση εφεδράνων)

- **Μέθοδος :** Χρησιμοποίηση μη μεταλλικών οπλισμών (ελάσματα CFRP ελαφρώς προεντεταμένα) σε συνδυασμό με πιστοποιημένες μηχανικές αγκυρώσεις.



5.1. Η λογική της επεμβάσεως

Λόγω της **ευαισθησίας της θεμελιώσεως** επιδιώχθηκε **μέθοδος επισκευής χωρίς την προσθήκη νέων μαζών** (π.χ. σωμάτα αγκυρώσεως, πέλματα ενισχύσεως κτλ) προς **αποφυγή της επιβαρύνσης της θεμελιώσεως**.

Αποφασίστηκε να περιοριστεί η **επέμβαση μόνο στις ακραίες κατάντη δοκούς**, στις οποίες παρουσιάζεται και το πρόβλημα με κύριο στοιχείο επισκευής την **εφαρμογή μη μεταλλικών οπλισμών καταλλήλως αγκυρούμενων ελαφρώς προεντεταμένων**

Επισημαίνεται ότι παρά τη σημαντική κατά θέσεις βλάβη των ακραίων δοκών **δεν εντοπίσθηκε ανάπτυξη ρηγματώσεως** τόσο γενικώς όσο και ειδικότερα στις θέσεις της βλάβης (ενδεικτικό της σημαντικής αντοχής του σκυροδέματος).

5.2. Φάσεις Μελέτης

- **Μεθοδολογία εκτίμησης αρχικής αντοχής**

  Τα αρχικά σχέδια δεν ήταν διαθέσιμα στο στάδιο της μελέτης επισκευής (αποκτηθήκαν αργότερα).
  Για το λόγο αυτό έγινε προσπάθεια αναπαραγωγής της αρχικής μελέτης με στόχο απόκτηση πληροφοριών για την αρχική προένταση

- **Εκτίμηση υφιστάμενης κατάστασης**

  Έλεγχος τάσεων ΟΚΛ

- **Έλεγχος επάρκειας ενισχύσεων**

  Οριακή Κατάσταση Λειτουργίας

  Οριακή Κατάσταση Αστοχίας

  (Χρήση μεθόδων αντίστοιχων με τη μερική προένταση)

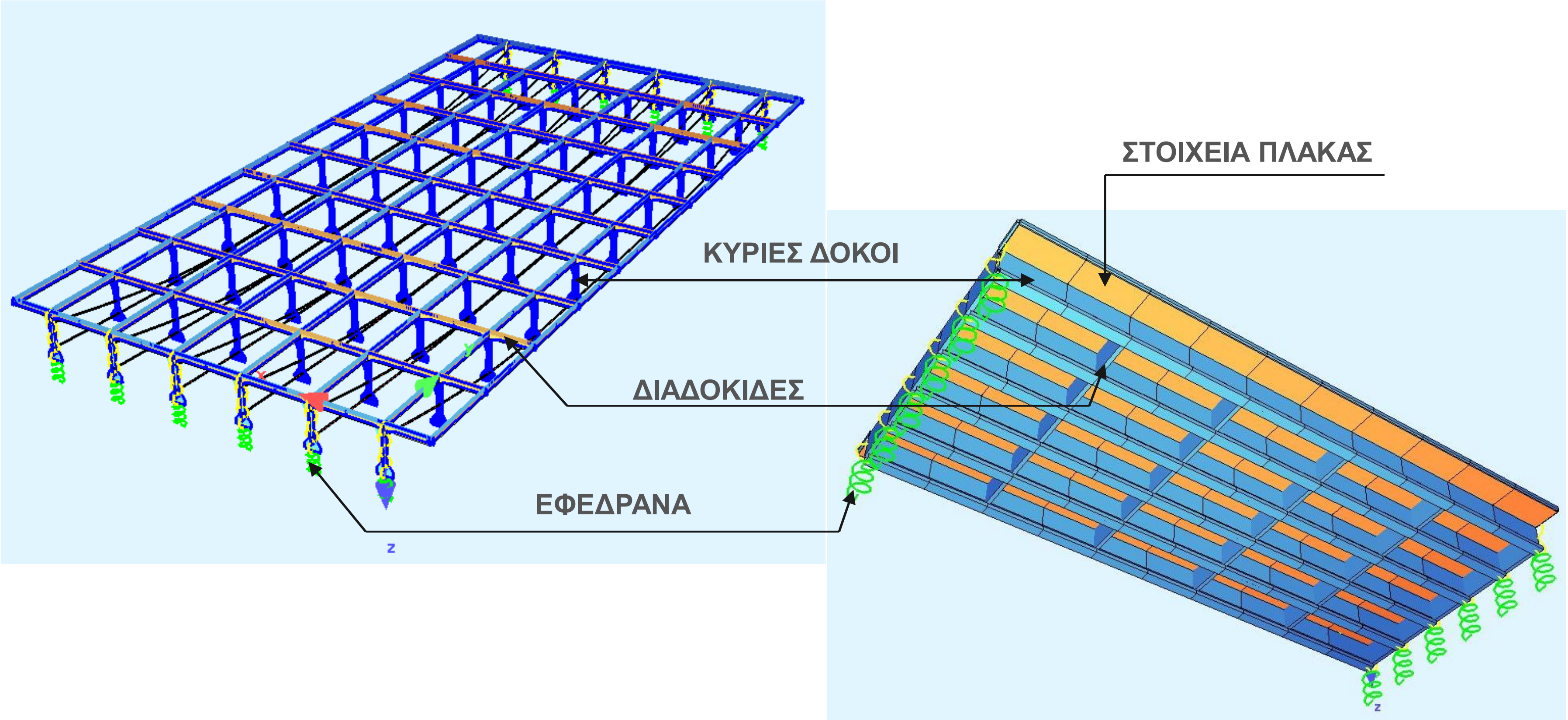
5.3. Παραδοχές Μελέτης
(υφιστάμενη κατάσταση)

- **Σκυρόδεμα** : **B45**
- **Χάλυβας Προεντάσεως** : **1500/1700**
- **Απομένουσα Προένταση** : **6 τένοντες Φ7' (από σύνολο 12 στην ακραία δοκό)**
- **Κινητά Φορτία** : **60 DIN1072, (ι) σε ακραία θέση, (ιι) εκτός ΛΕΑ**
- **Προένταση** : **Περιορισμένη**

5.4. Προσομοίωμα Υπολογισμού

Πρόγραμμα: SOFiSTiK

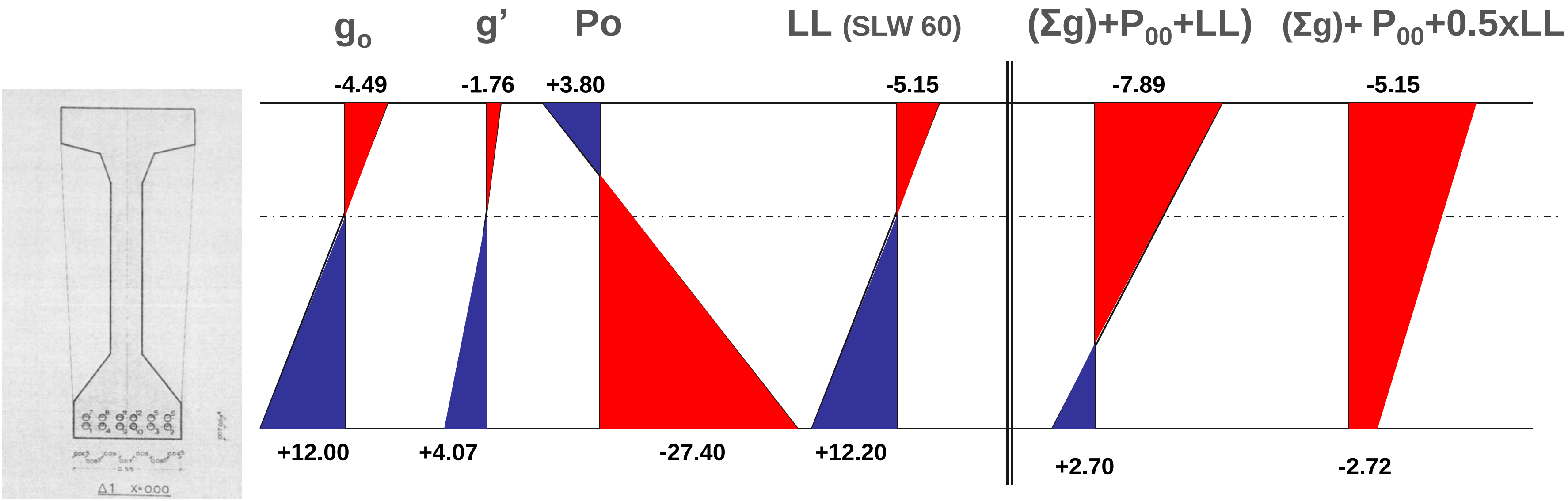
Εσχάρα ραβδωτών στοιχείων στο χώρο



Έλεγχος στο σύνολο του καταστρώματος (εσχάρα δοκών).

5.5 Εκτίμηση υφιστάμενης κατάστασης
(6 τένοντες στην ακραία δοκό)

Διαγράμματα τάσεων μεσαίας διατομής – Όχημα 60t στην άκρη



Δεν αναπτύσσεται εφελκυσμός στο κάτω πέλμα με τα μισά κινητά φορτία

Ομοίως δεν αναπτύσσεται εφελκυσμός στο κάτω πέλμα με το όχημα των 60t εκτός ΛΕΑ

Σημαντική ευνοϊκή δράση της πλάκας του καταστρώματος και των διαδοκίδων στην εγκάρσια συνεργασία των δοκών και της ανακατανομής της έντασης

5.6. Ενισχυμένος Φορέας (1/5)

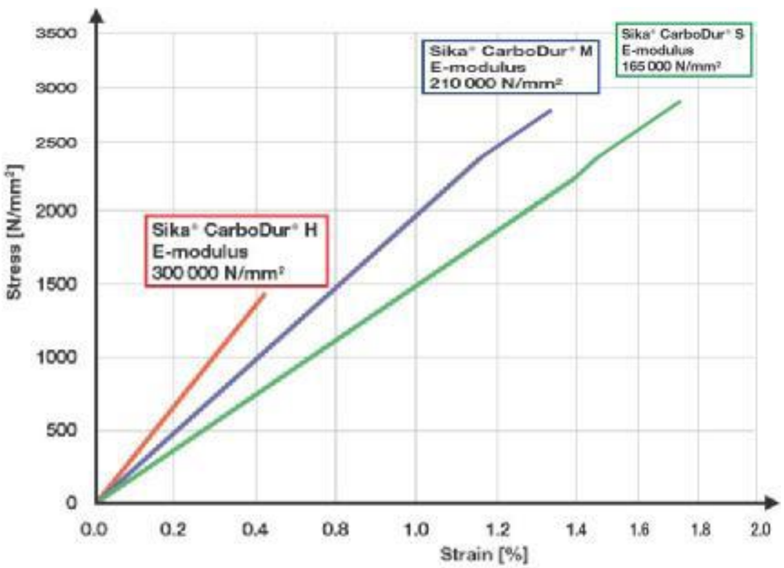
Ιδιότητες Ελασμάτων:

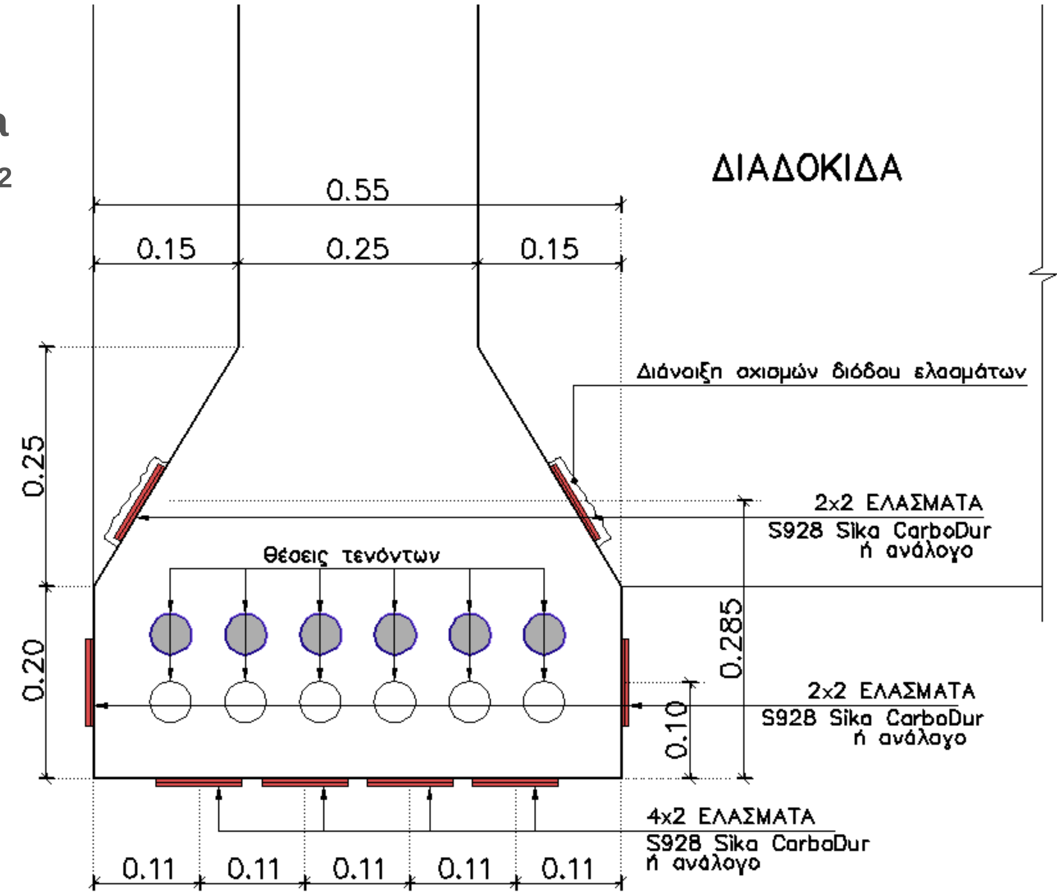
Μέτρο ελαστικότητας : **165.000 Mpa**

Αντοχή σε εφελκυσμό : **3.100 N/mm^2**

Παραμόρφωση Θραύσεως. **: > 1.7%**

Παραμόρφωση Σχεδιασμού**: > 0.85%**

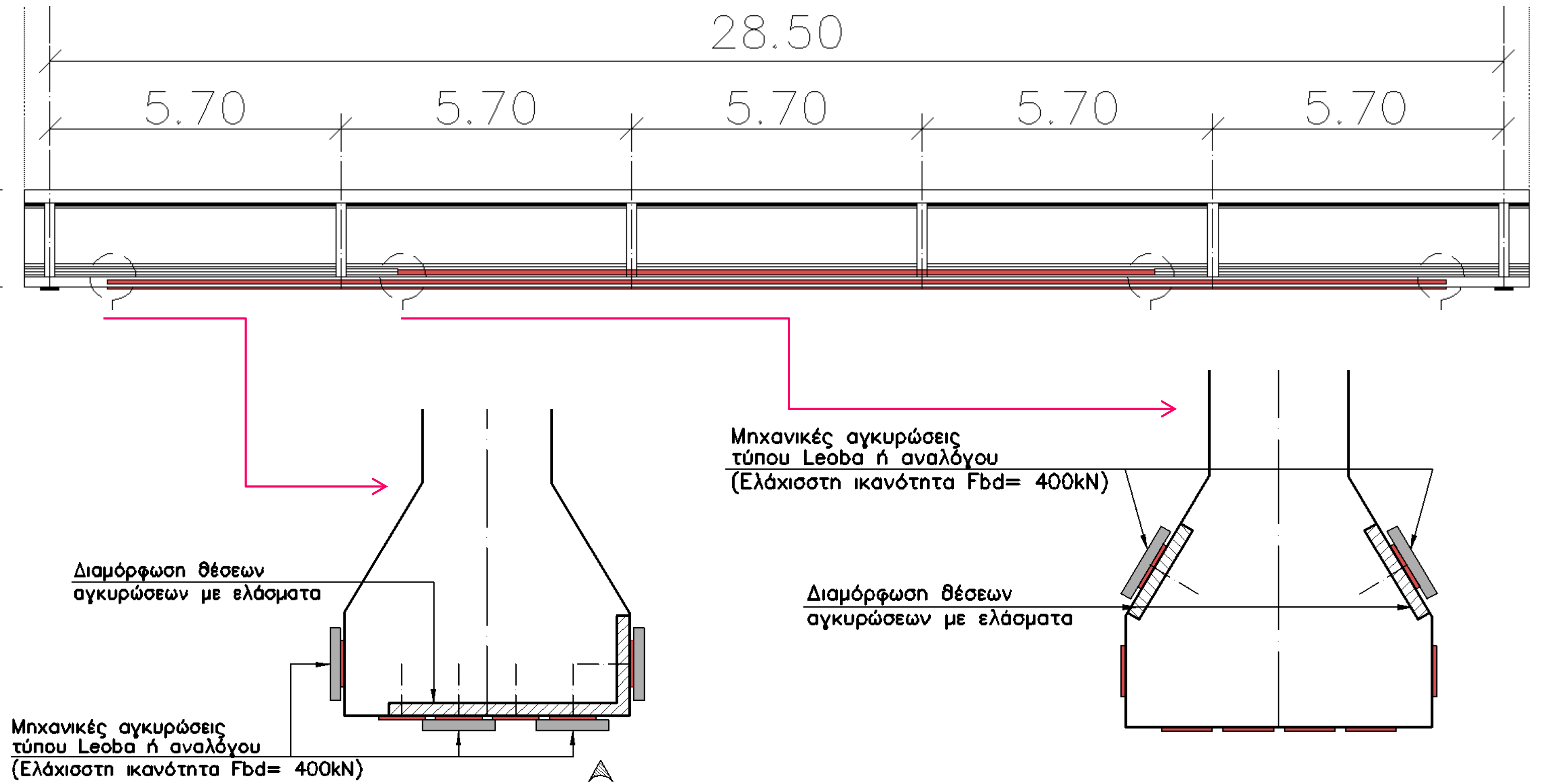




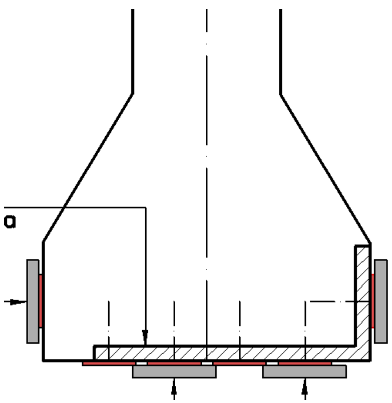
Τοποθέτηση ελασμάτων σε 8 θέσεις: **5.04cm2 / θέση, ΣΥΝΟΛΟ:40.32cm2**

Κρίσιμη παράμετρος: Η φέρουσα ικανότητα των αγκυρώσεων

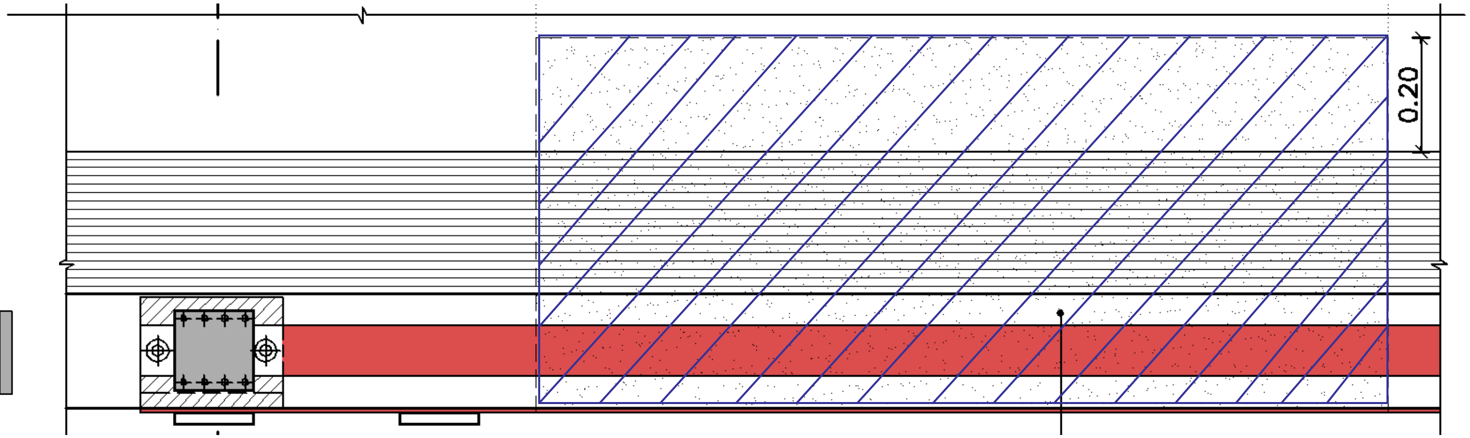
5.6. Ενισχυμένος Φορέας



5.6. Ενισχυμένος Φορέας (3/5)

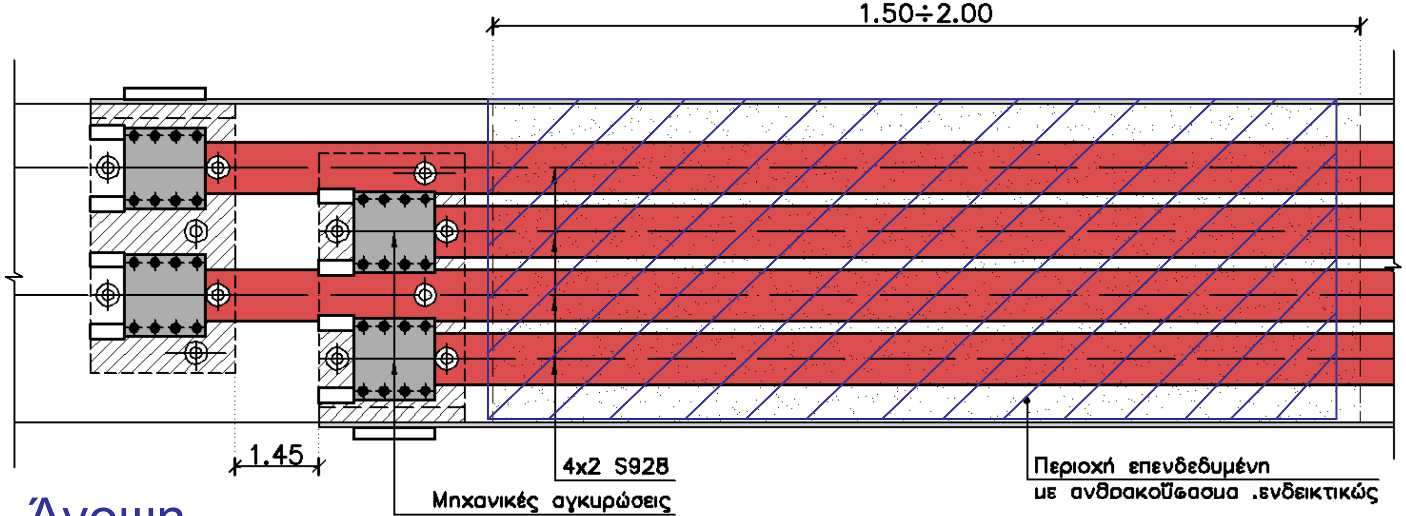


Τομή



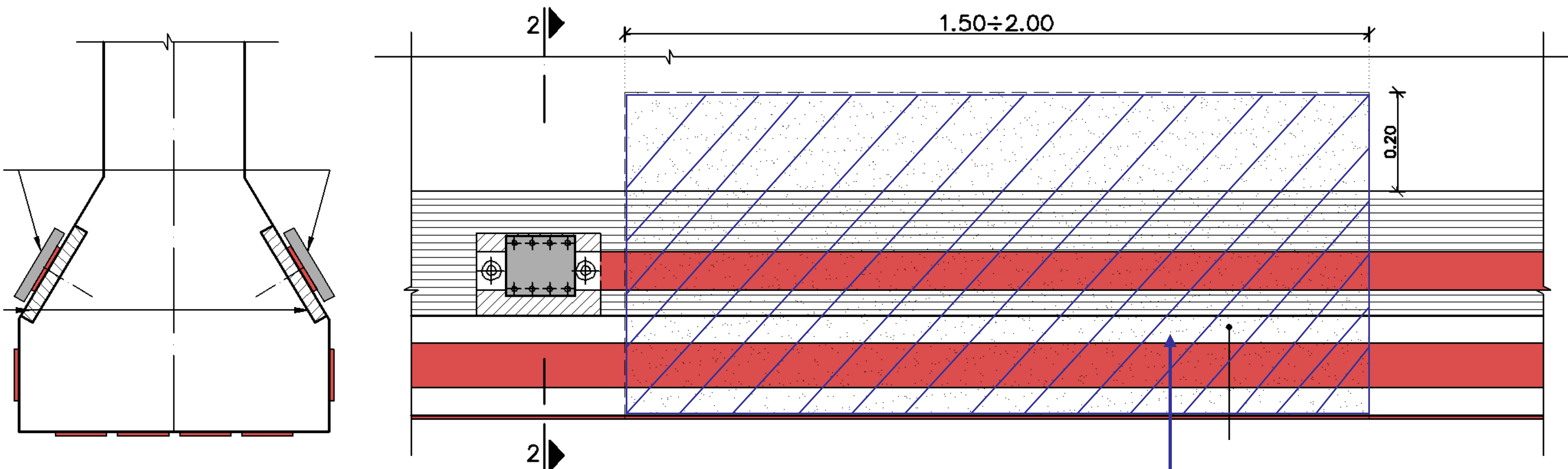
Πλάγια όψη

ΑΚΡΑΙΑ ΘΕΣΗ
ΑΚΓΥΡΩΣΕΩΣ



Άνοψη

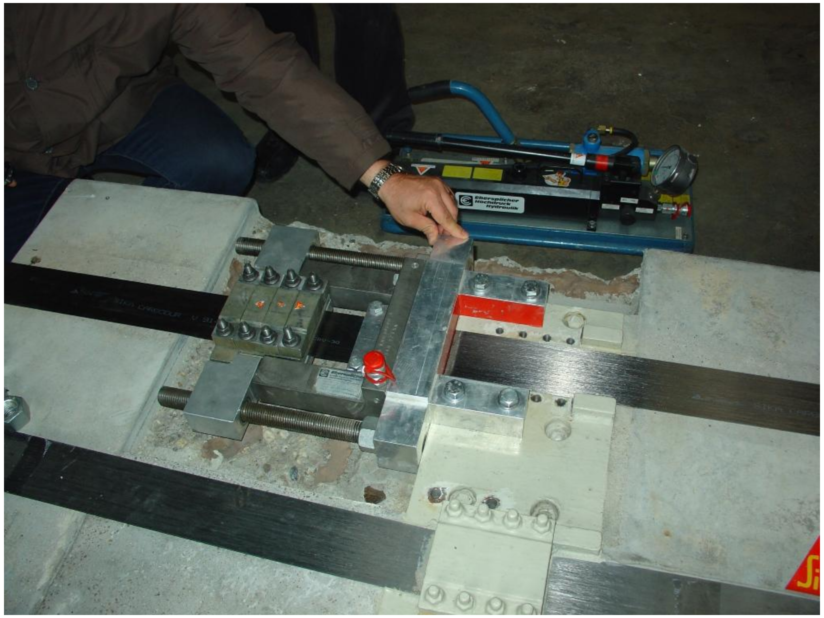
5.6. Ενισχυμένος Φορέας

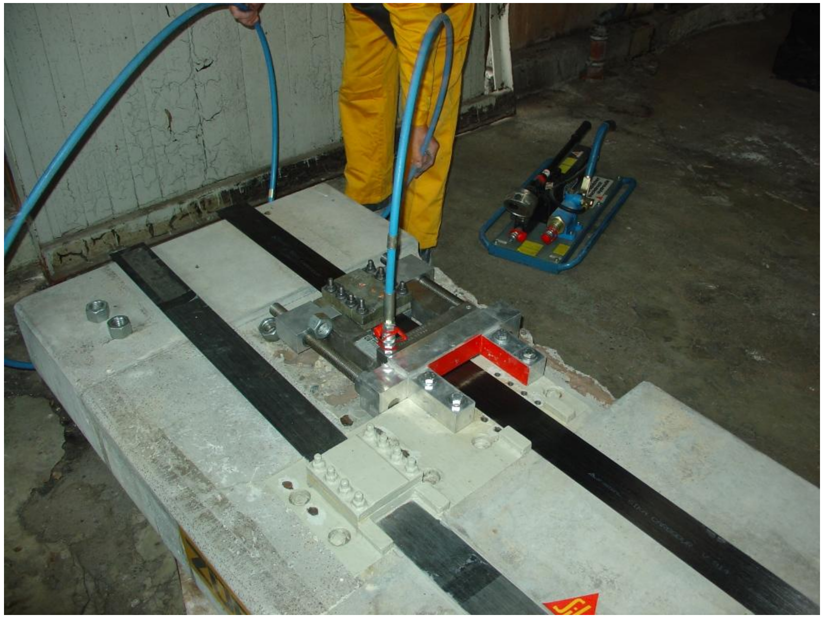


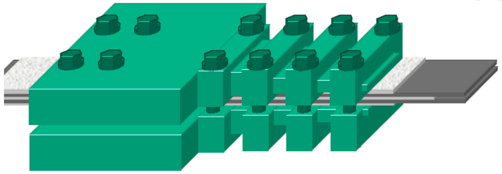
Επένδυση των τμημάτων του κάτω πέλματος της δοκού με ύφασμα από ίνες άνθρακα (τύπου Sika WRAP-30c/60 ή ανάλογο) κατάλληλου προσανατολισμού.

ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΘΕΣΗ ΑΓΚΥΡΩΣΕΩΣ

5.6. Ενισχυμένος Φορέας (5/5)





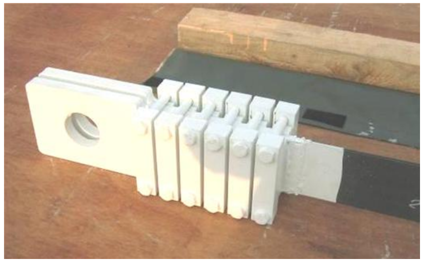


Παραδοχή Μελέτης (Υπόθεση Εργασίας)

ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΓΚΥΡΩΣΕΩΝ

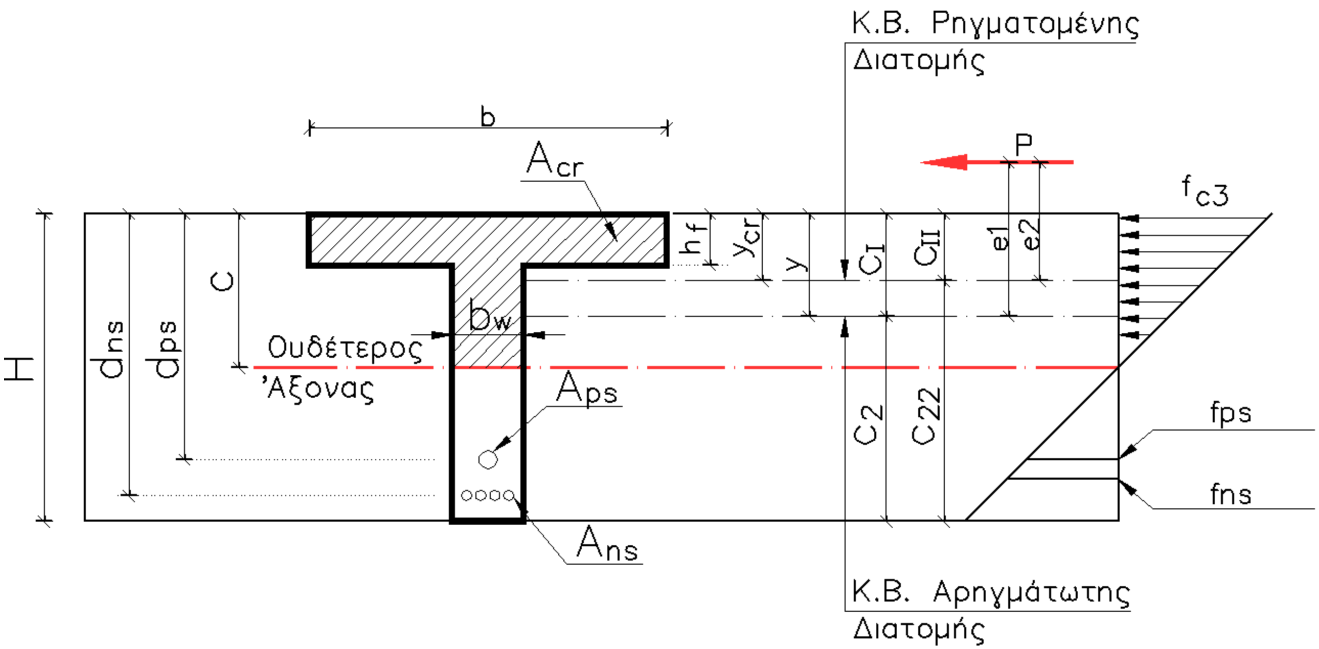
Research by

Leonhardt, Andrä and Partners + Sika Dtld. GmbH



Ικανότητα αγκυρώσεως : 200 kN Λειτουργία, 400 kN Αστοχία (Σχεδιασμός)

5.6.1. Έλεγχος επάρκειας ενισχύσεων ΟΚΛ (1/2)



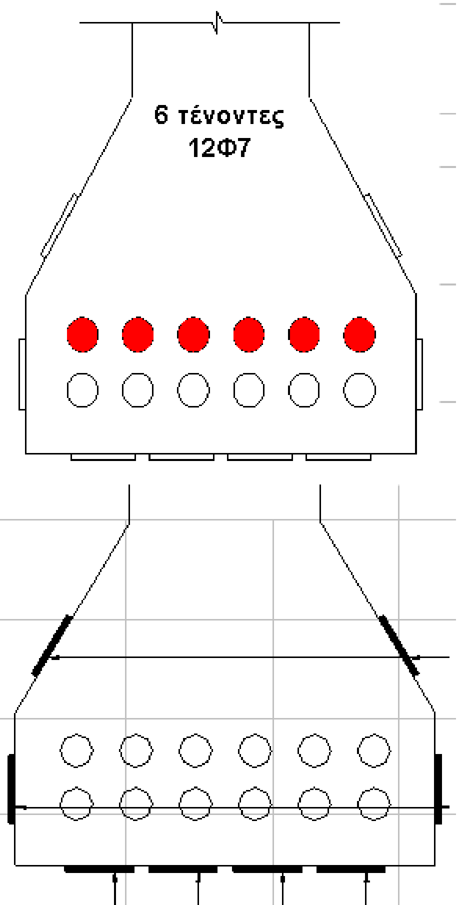
Θέση ουδετέρου άξονα ρηγματωμένης διατομής

υπό το σύνολο των φορτίων λειτουργίας.

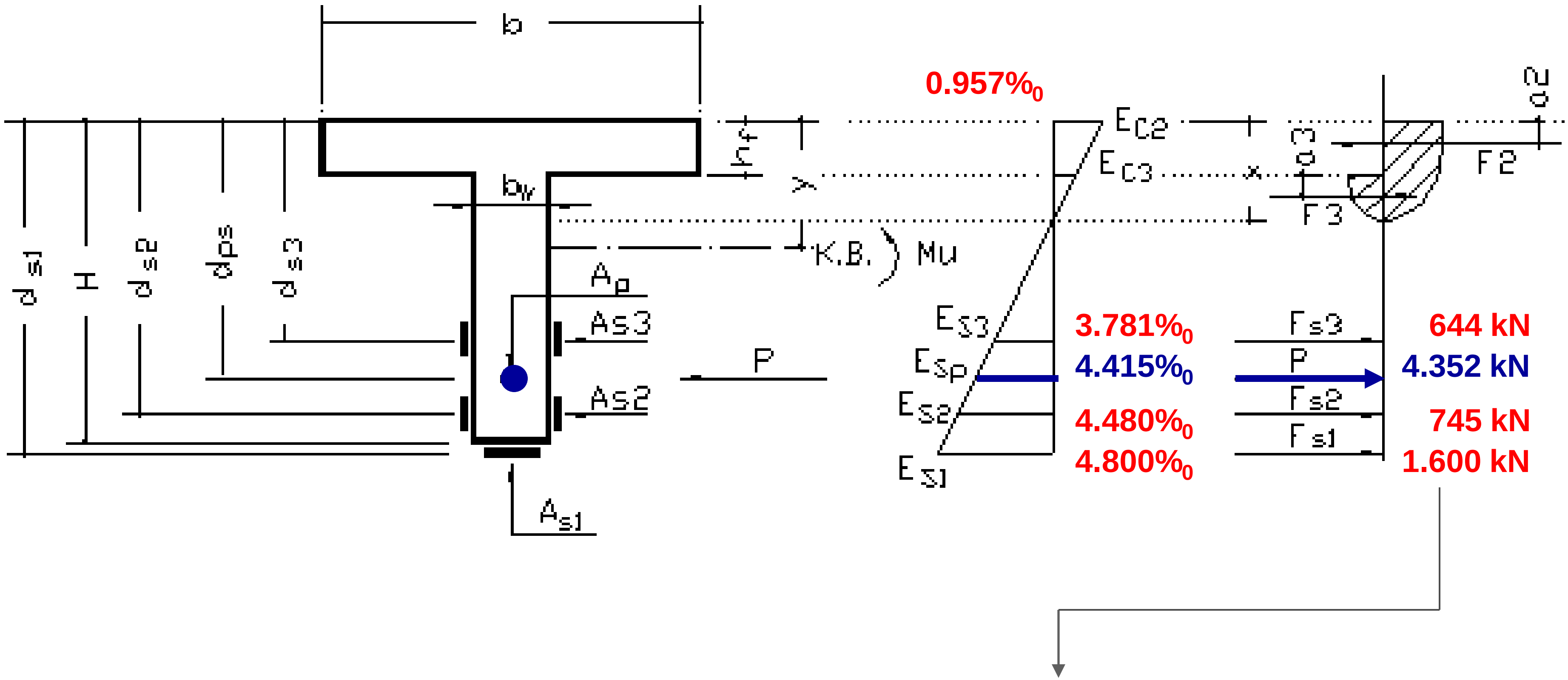
C / H = 0.215

5.6.1. Έλεγχος επάρκειας ενισχύσεων ΟΚΛ (2/2)

	Ms=6943 kNm	6 τένοντες 12Φ7 Ap= **27.72** cm2	
Προένταση	Αρχική τάση τενόντων (Mpa)	**1176**	
	Πρόσθετη τάση τενόντων (Mpa)	**195**	
	Συνολική τάση τενόντων (Mpa)	**1371**	**=87.3%x1570**
FRP	μέση τάση (Mpa) (στο Κ.Β.)	**168**	
	παραμόρφωση (στο Κ.Β.)	**0.10%**	
	τάση (Mpa) (ακράια στρώση)	**181**	
	παραμόρφωση (ακράια στρώση)	**0.110%**	
	Δύναμη Αγκύρωσης (kN) (ακράια στρώση)	**91.30**	**< *200 kN***



5.6.2. Έλεγχος επάρκειας ενισχύσεων ΟΚΑ (1/2)



Απαιτούμενη δύναμη αγκυρώσεως: Fanc=1.600/4=400 (=Fanc$_u$)

Ροπή αντοχής ενισχυμένης διατομής: M_{Rd}=**10.510** kN

5.5.2. Έλεγχος επάρκειας ενισχύσεων ΟΚΑ (2/2)

			Ο Κ Λ	Ο Κ Α (DIN 4227)	Ο Κ Α (DIN FB102)	Υπάρχουσα Προένταση: 6 Τένοντες12Φ7		
Κλάση/θέση ΚΙΝΗΤΟΥ	Mg	Mq	$M=M_g+M_q$	$M_{DIN}=1.75(Mg+Mq)$	$M_{FB}=1.35Mg+1.50Mq$	$M_{Rd}=$	10510	kNm
	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	M_{Rd}/M	M_{Rd}/M_{DIN}	M_{Rd}/M_{FB}
SLW 60 (Άκρη)	3688	3255	**6943**	**12150.0**	**9861.0**	**1.51**	**87%**	**107%**
SLW 60 (Εκτός ΛΕΑ)	3688	2425	**6113**	**10697.8**	**8616.3**	**1.72**	**98%**	**122%**

ΥΠΟΜΝΗΜΑ	
$M_{Rd}=$	Ροπή αντοχής ενισχυμένης διατομής
$M_{DIN}=$	Οριακή Ροπή με ενιαίο Σ.Α.=1.75
$M_{FB}=$	Οριακή Ροπή με $\gamma_g=1.35$ και $\gamma_q=1.50$

Διαθέσιμος συντελεστής ασφάλειας ακραίας δοκού: ν=1.51

6. Σύνοψη - Συμπεράσματα

- Θεωρείται ότι με την εφαρμογή των ελαφρώς προεντεταμένων ελασμάτων και τις άλλες επεμβάσεις (αλλαγή εφεδράνων, σφράγιση ρωγμών, αντιδιαβρωτικές βαφές) αντιμετωπίζεται επιτυχώς η κατασκευή της γέφυρας.

- Επισημαίνεται όμως ότι είναι υποχρεωτικό η εφαρμογή να γίνει μόνο από ειδικούς κατασκευαστές με εμπειρία σε αντίστοιχες επεμβάσεις

- Το εκτιμώμενο κατά τη μελέτη κόστος των επεμβάσεων είναι της τάξεως των 2.500.000 € (2009)

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΗΜΕΡΙΔΑ ΤΗΣ **ΕΠΕΣ-ΤΕΕ** (Τμήμα Κεντρ. Μακεδονίας)
με συνδιοργανωτή
Την IABSE

ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΒΛΑΒΩΝ ΓΕΦΥΡΑΣ ΓΑΛΛΙΚΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ

ΣΤΗ Χ.Θ. 30+500 ΤΗΣ Ν.Ε.Ο. ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ-ΚΙΛΚΙΣ

ΥΠΟ

Γ. Γρ. Πενέλης
Ομ. Καθηγητής Α.Π.Θ.

Γρ. Γ. Πενέλης
Δρ. Πολιτ. Μηχ-κος Α.Π.Θ.

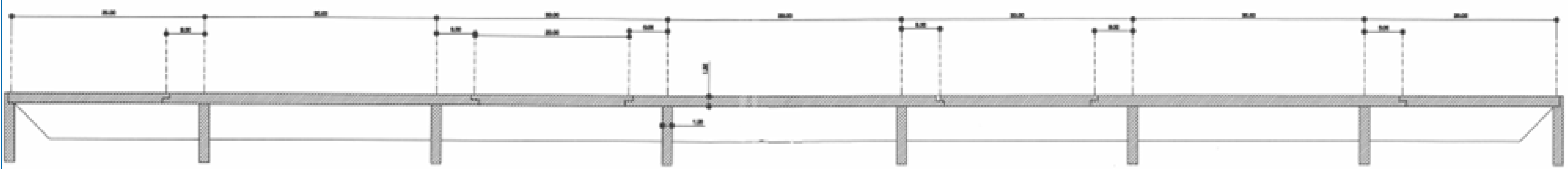
Κ. Πασχαλίδης
Δρ. Πολιτ. Μηχ-κος Α.Π.Θ.

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2013

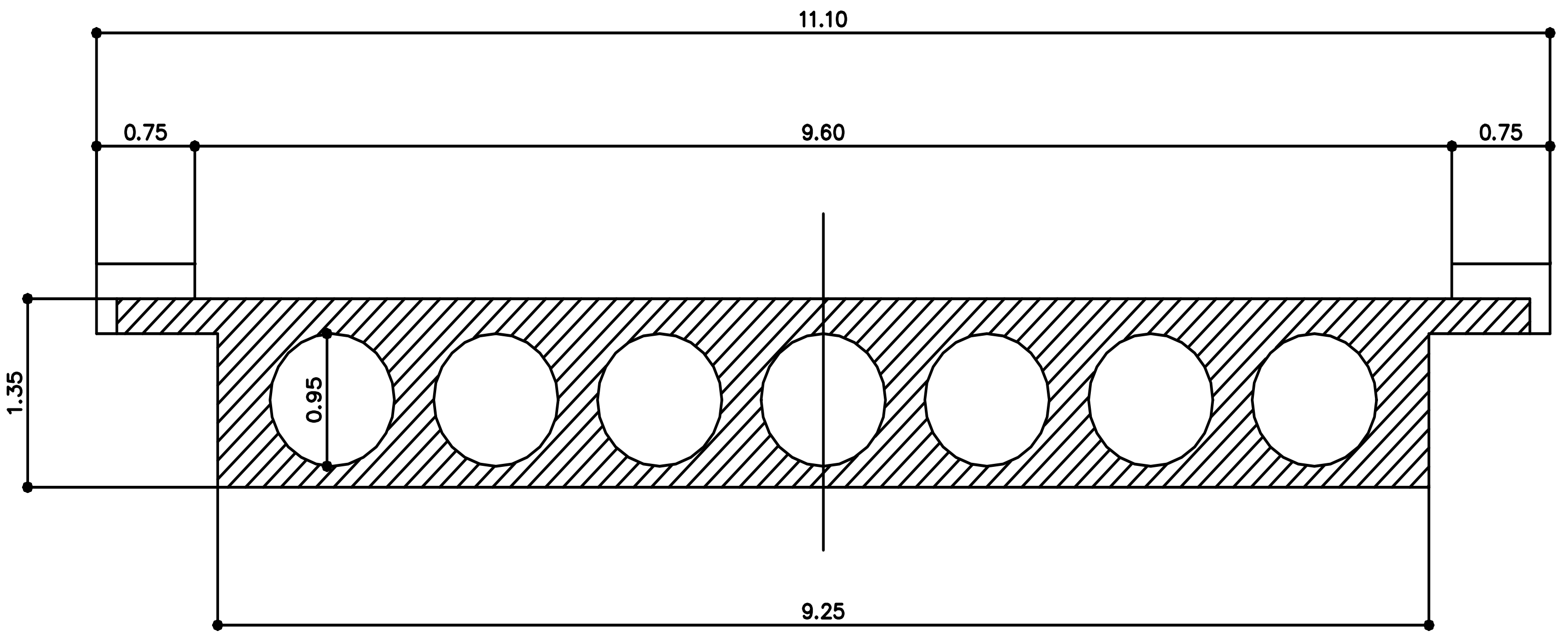
1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

• **Θέση** :	Χ.Θ. 30+500 της Ν.Ε.Ο. ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ-ΚΙΛΚΙΣ Γαλλικός Ποταμός
• **Μήκος** :	200 μ.
• **Διατομή καταστρώματος** :	πλακοδοκός με διάκενα διατομής 9.25x13.5 m
• **Στατικό σύστημα καταστρώματος** :	GERBER με τρία αμφιπροέχοντα ανοίγματα και τέσσερα αμφιέρειστα (ήτοι 7 ανοίγματα 25.0+5x30.0+25.0 m)

ΓΕΦΥΡΑ ΓΑΛΛΙΚΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΘΝΙΚΗ ΟΔΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΙΛΚΙΣ
ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ



ΓΕΦΥΡΑ ΓΑΛΛΙΚΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΘΝΙΚΗ ΟΔΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΙΛΚΙΣ
ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΤΟ ΑΝΟΙΓΜΑ



- **Υλικό καταστρώματος :** Σκυρόδεμα B300
  Χαλαροί οπλισμοί STI & STIII R (420/500) Οπλισμοί προέντασης 1450/1600

- **Σύστημα προέντασης καταστρώματος :** Αμφιπροέχοντα: 16 τένοντες B+B 1210 από 12 σύρματα Φ12.2 (14.028 cm^2) ανά τένοντα σε όλο το μήκος +28 τένοντες B+B300 από 3 σύρματα Φ/12.2
  (14 τένοντες ανά στήριξη)

- **Χαλαρός οπλισμός καταστρώματος :** Κατά μήκος: Φ18/15 άνω και Φ12/20 κάτω
  Εγκάρσια: Φ12/20 άνω και Φ16/20 κάτω

- **Μεσόβαθρα :** 6 μεσόβαθρα αποτελούμενα από 3 υποστυλώματα – φρεατοπασσάλους το καθένα, διαμέτρου Φ120 cm που επεκτείνονται σε βάθος 20.0 m. Τα τρία υποστυλώματα συνδέονται με κεφαλοδοκό Ο/Σ διατομής 1.20x1.00 m επί της οποίας υπάρχουν ελαστομερή εφέδρανα

- **Ακρόβαθρα :** Θεμελιώνεται το καθένα σε 3 φρεατοπασσάλους Φ120 cm όπως και τα μεσόβαθρα (Β300, S400)

- **Χρονολογία Κατασκευής :** 1985

2. ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΤΗΣ ΒΛΑΒΗΣ

- Κατά τη διεξαγωγή περιοδικού ελέγχου από την Υπηρεσία διαπιστώθηκε:

  α) **Μεγάλο βέλος κάμψης** στον πρόβολο που προβάλλει από το μεσόβαθρο Μ4, και

  β) Έντονη ρηγμάτωση στη στήριξη της πλακογέφυρας πάνω από τον μεσόβαθρο Μ4

- Μετά από αυτοψία (28-01-02) και πραγματογνωμοσύνη που πραγματοποιήθηκε από τον ομιλούντα και τους συναδέλφους καθ. Τέγο και κ. Λεονταρίδη κατ΄ εντολή της Υπηρεσίας αποφασίσθηκε:

  α) Η άμεση διακοπή της κυκλοφορίας

  β) Η προσωρινή υποστύλωση του άκρου του προβόλου που αστόχησε, και

  γ) Η σύνταξη μελέτης αποκατάστασης

- Ακολούθησε η σύνταξη της μελέτης αποκατάστασης από την Γ.&Γ. ΠΕΝΕΛΗΣ Α.Ε. και η εκτέλεση από την «ΘΕΜΕΛΙΟΔΟΜΗ Α.Ε.» των εργασιών αποκατάστασης:
- Η συνταχθείσα μελέτη περιέλαβε:
  - Αποτύπωση υφιστάμενης κατάστασης – Έλεγχοι επί τόπου και στο εργαστήριο
  - Έλεγχο αρχικής στατικής μελέτης
  - Εκτίμηση κατάστασης - προτάσεις ενίσχυσης
  - Στατικούς υπολογισμούς νέου στατικού συστήματος
  - Επαναδιαστασιολόγηση
  - Δοκιμαστικές φορτίσεις μετά την αποκατάσταση

3. ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ – ΕΛΕΓΧΟΙ ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΚΑΙ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

3.1 Κατασκευαστική αποτύπωση

- Τοπογραφική αποτύπωση του φορέα και της κοίτης
- Αποτύπωση και φωτογράφηση της παθολογίας
- Δειγματοληπτικός έλεγχος της γεωμετρίας βάθρων και εφεδράνων
- Έλεγχο διάταξης τενόντων
- Έλεγχο διάταξης χαλαρών οπλισμών

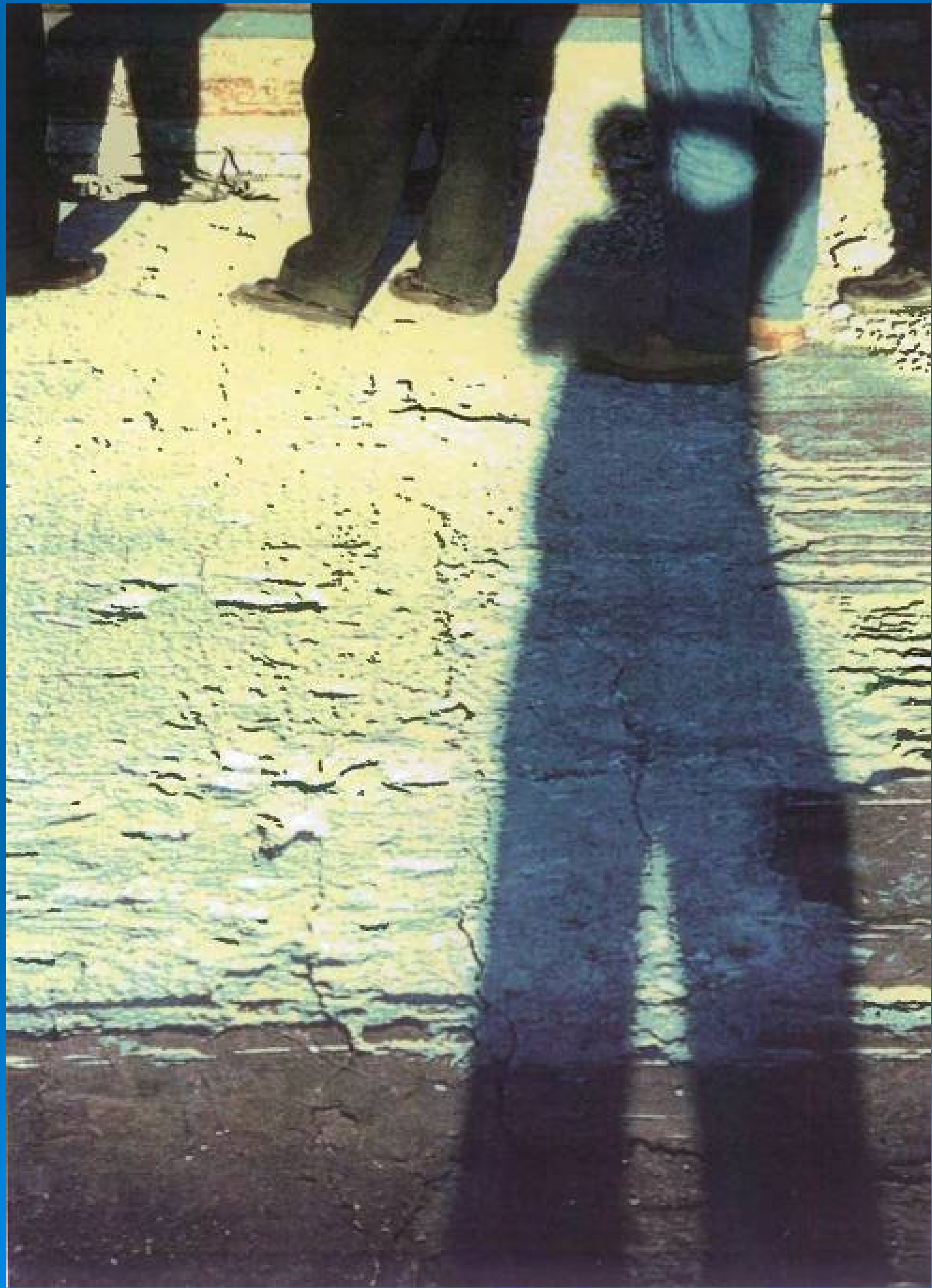
• Από τις επί τόπου μετρήσεις προέκυψε ότι τα σχέδια εφαρμογής τηρήθηκαν με ακρίβεια από πλευράς γεωμετρίας

- Έγιναν δοκιμαστικές τομές στις στηρίξεις
  - Στο βάθρο (Μ4): 8 (όσες οι νευρώσεις)
  - Σε όλα τα άλλα μεσόβαθρα από μία στην ακραία νεύρωση
  - Στο κάτω μέρος της ακραίας νεύρωσης στο μέσο του ανοίγματος Μ3 – Μ4
- Από τις τομές αυτές προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα:

Όλοι οι οπλισμοί, προέντασης και χαλαροί ήταν τοποθετημένοι σύμφωνα με τα σχέδια της αρχικής μελέτης και σε αριθμό και ποσότητα σύμφωνα με αυτήν.

3.2 Παθολογία

- Στη στήριξη του προβόλου πάνω από το μεσόβαθρο Μ4 εντοπίσθηκαν οι εξής βλάβες:
  - Παρουσιάσθηκαν 3-4 ρηγματώσεις που ξεκινούσαν από την άνω επιφάνεια του καταστρώματος εύρους **5 ÷ 6 mm η κάθε μία** απλωμένες σε ένα μήκος 1.50 περίπου μέτρων κατά μήκος πάνω από το βάθρο που συνέκλιναν με μορφή βεντάλιας στα εφέδρανα αποσβενώμενες στα 2/3 περίπου του ύψους της διτομής από την άνω επιφάνεια.



– Το άκρο του προβόλου μήκους 5.0 m παρουσίαζε βέλος 12.0εκ. απόλυτα συμβατό με την στροφή από τα προαναφερθέντα ρήγματα.

– Στις τομές πάνω στο μεσόβαθρο Μ4 οι χάλυβες προεντάσεως **βρέθηκαν με πλημμελή ενεμάτωση** (50% οι σωλήνες άδειοι).

– Οι ράβδοι των καλωδίων προέντασης παρουσίαζαν γενική οξείδωση βάθους 1.5 mm και τοπικά διακρυσταλική που διαπιστώθηκε από τομές στο εργαστήριο.


MG 4

- Εντοπίσθηκε πλήρης διακοπή 17 ράβδων από το σύνολο των 234 ράβδων Φ12.2 mm της διατομής. Στις ράβδους που εντοπίσθηκε η διακοπή η απομάκρυνση των χειλέων κυμάνθηκε από 40 mm έως 140 mm ένδειξη μη επαρκούς ενεμάτωσης σε μεγάλο μήκος. Δεν αποκλείσθηκε η ύπαρξη διακοπής και άλλων ράβδων στην κάτω παρειά των καλωδίων που δεν ήταν εύκολα επισκέψιμες.

- Σε καμία άλλη τομή πάνω στα λοιπά μεσόβαθρα δεν παρουσιάστηκε κακοτεχνία ελλιπούς ενεμάτωσης και διακοπής της συνέχειας των ράβδων στα καλώδια προέντασης.

- Οι χαλαροί οπλισμοί σε όλες τις στηρίξεις βρέθηκαν σε πολύ καλή κατάσταση από πλευράς οξείδωσης.

(2)

Τ.Θ. 212 ΘΕΡΜΗ, 570 01 ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
ΤΗΛ. (031) 469.100, FAX (031) 469.211
E-mail: themelio@themeliodomi.gr
http://www.themeliodomi.gr

ΘΕΜΕΛΙΟΔΟΜΗ Α.Ε.

ΤΟΜΕΑΣ
ΕΙΔΙΚΩΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Ημ/νία / Date:

Θέμα / Subject:

4. ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ M.G.4 (ΜΕΣΟΝ)

Τένοντες : 2 × 19Φ12 κ' 1 × 3Ø12
Κατάσταση καλωδίων: Παρουσιάζουν εικόνα οξείδωσης – Λιπαρότητα Σπειρώματα
Ενεμάτωση : Όχι (Ελλειπής)
Κομμένα καλώδια : 4 Ø12 (Αποστάσεις παρειών = 4,0/12,0/13,5/14,5cm)
Κατάσταση χαλαρού οπλισμού : Καλή

5. ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ M.G.4 (ΑΚΡΟ)

Τένοντες : 2 × 19Φ12 κ' 3 × 3Ø12
Κατάσταση καλωδίων : Παρουσιάζουν εικόνα οξείδωσης
Ενεμάτωση : Όχι (Ελλειπής)
Κομμένα καλώδια : 2Ø12 (Αποστάσεις παρειών ≈ 14,0cm)
Κατάσταση χαλαρού οπλισμού : Καλή

6. ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ M.G.5 (ΑΚΡΟ)

Τένοντες : 2 × 19Φ12 κ' 3 × 3Ø12
Κατάσταση καλωδίων : Καλή
Ενεμάτωση : Ναι – Στο μισό της διατομής των τενόντων
Κομμένα καλώδια : 1 Ø12 (Απόσταση παρειών ≈ 4,0cm)
Κατάσταση χαλαρού οπλισμού : Καλή

7. ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ M.G.6 (ΑΚΡΟ)

Τένοντες : 2 × 12Φ12 κ' 2 × 3Ø12
Κατάσταση καλωδίων : Καλή
Ενεμάτωση : Ναι
Κομμένα καλώδια : Όχι
Κατάσταση χαλαρού οπλισμού : Καλή

(2) 23

ΘΕΜΕΛΙΟΔΟΜΗ Α.Ε.
ΑΝΩΝΥΜΟΣ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ
ΘΕΡΜΗ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ - 570 01 - Τ.Θ. 212
ΤΗΛ.(031) 468.100 - FAX:(031) 468.211, 468.219

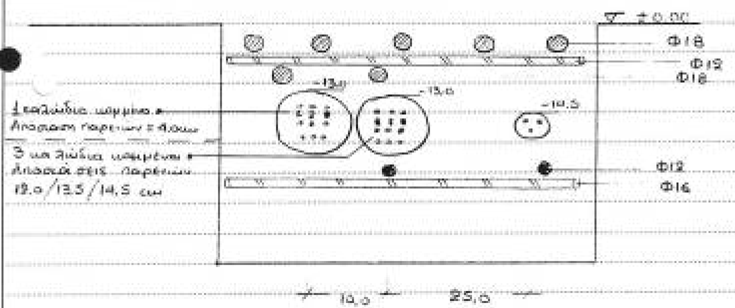
memo

ΠΡΟΣ / TO:	ΑΠΟ / FROM:
ΗΜΕΡ. / DATE:	ΘΕΜΑ / SUBJECT:

ΜΗΝΥΜΑ / MESSAGE:

$\boxed{\text{ΜΕΣΟΝ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ64}}$

Διαστάσεις [illegible] σε κάτοψη : 1,00 x 1,00 μ



ΑΠΑΝΤΗΣΗ / REPLY:

(3)29

ΘΕΜΕΛΙΟΔΟΜΗ Α.Ε.
ΑΝΩΝΥΜΟΣ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ
ΘΕΡΜΗ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ - 570 01 - Τ.Θ. 212
ΤΗΛ.(031) 469.100 - FAX:(031) 469.211, 469.219

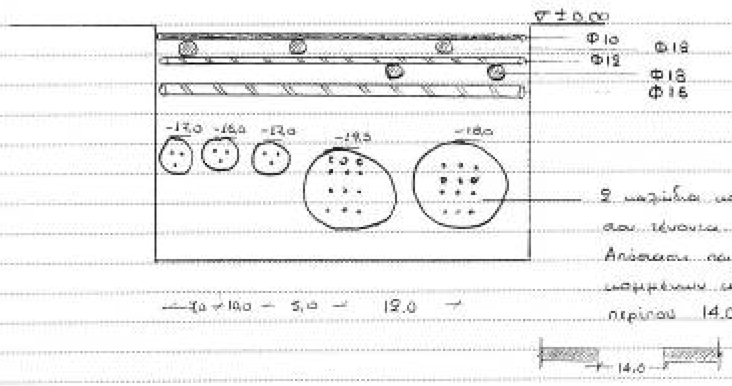
memo

ΠΡΟΣ / TO:	ΑΠΟ / FROM:
ΗΜΕΡ. / DATE:	ΘΕΜΑ / SUBJECT:

ΜΗΝΥΜΑ / MESSAGE:

ΑΚΡΟ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ ΜΓ4

[illegible] : 0,90×0,90 [illegible]



8 [illegible] [illegible]

[illegible] [illegible]

Απόσταση [illegible]

[illegible] [illegible]

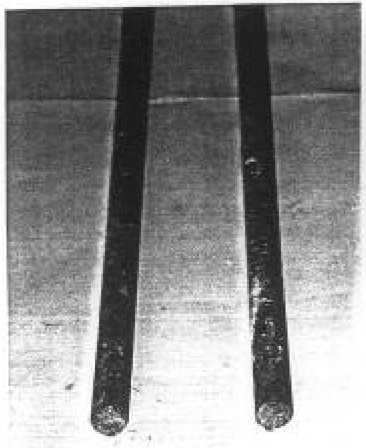
περίπου 14.0cm

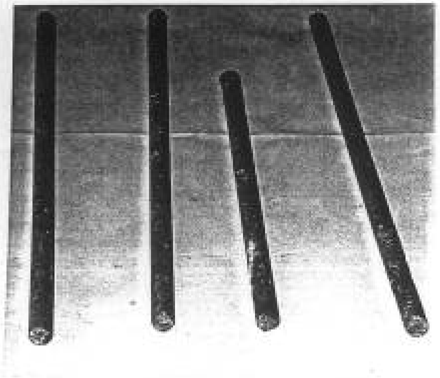
ΑΠΑΝΤΗΣΗ / REPLY:

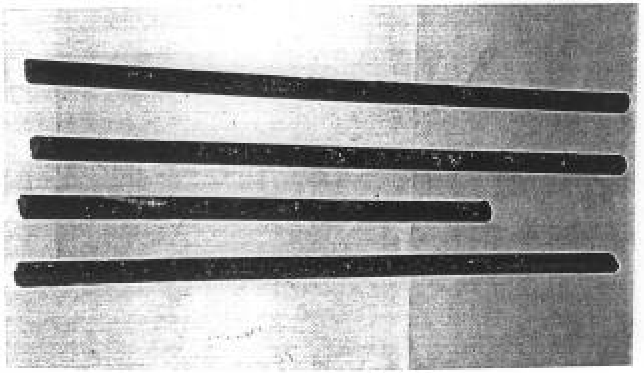
ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΧΑΛΥΒΑ ΓΕΦΥΡΑΣ ΓΑΛΛΙΚΟΥ ΠΡΟΣ ΚΙΛΚΙΣ

No.	Διάμετρος	Φορτίο Διαρροής	Φορτίο Θραύσης	**Τάση Διαρροής**	**Τάση Θραύσης**	Επιμήκυνση θραύσης	Παραμόρφωση θραύσης
	mm	KNt	KNt	**MPa**	**Mpa**	mm	%
1	8.1	88.29	92.70	1713	1799	-	-
2	7.9	86.33	88.29	1761	1801	4.2	10.5
3	7.9	86.33	88.29	1761	1801	4.6	11.7
4	8.0	87.31	88.88	1737	1768	4.6	12.1
Μέσος Όρος				**1743**	**1792**		**11.43**

ΡΑΒΔΟΙ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ







4. ΣΤΑΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΡΧΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Από τον λεπτομερή έλεγχο της αρχικής στατικής μελέτης και των σχεδίων που την συνόδευαν προέκυψε ότι δεν περιείχε σφάλματα ή παραλείψεις. Εξάλλου η μη παρουσίαση άλλης βλάβης πέραν της εντοπισθείσας παραπάνω, στα 15 χρόνια λειτουργίας, ήταν μία επί πλέον επιβεβαιωτική παράμετρος για του λόγου του αληθές.

5. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ – ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

5.1 Εκτίμηση Κατάστασης

- Η βλάβη οφείλονταν στην κακή ενεμάτωση των καλωδίων προέντασης στην στήριξη του μεσόβαθρου Μ4, γεγονός που οδήγησε σε οξείδωση και απομείωση του εμβαδού των διατομών των ράβδων των καλωδίων προέντασης.

- Η αμφιπροέχοντα δοκός στη στήριξη της Μ4 είχε φθάσει στην οριακή κατάσταση αστοχίας για τα μόνιμα φορτία και κατ΄ ελάχιστα για δύο άξονες των 20 t. τριαξονικού φορτηγού δοθέντος ότι μέχρι τη διακοπή της κυκλοφορίας είχε διελεύσεις φορτηγών λατομείων.

- Ήταν άγνωστη η κατάσταση των κεφαλών προεντάσεως που κατέληγαν στην άρθρωση GERBER.

- Η βλάβη αν και τοπική εγκυμονούσε κινδύνους άμεσης κατάρρευσης λόγω ισοστατικού στατικού φορέα και της εκδήλωσής της σε στηρίζον μέλος.

5.2 Πρόταση αποκατάστασης

Με βάση τα παραπάνω κρίθηκε ως πλέον ασφαλής και με το μικρότερο δυνατό κόστος το παρακάτω σχήμα αποκατάστασης

- Πλήρωση και συγκόλληση όλων των ρηγματώσεων με ενέσεις εποξειδικών ρητινών.
- Κατασκευή ενός μεσόβαθρου όμοιου με τα υπόλοιπα στη θέση της άρθρωσης μεταξύ μεσόβαθρων Μ4 και Μ3 με θεμελίωση επί 35 μικροπασσάλων (5x7) Φ250 mm μήκους 10.0 m και κεφαλοδέσμου διαστάσεων 4.5x9.75x1.20 m.
- Κατάλληλη **υπερύψωση** του άκρου του προβόλου με γρύλους εδραζόμενους επί της κεφαλοδοκού του νέου μεσοβάθρου. Η συνολική δύναμη καταναγκασμού ίση προς 2.350 KN, ίση με την αντίδραση στην άρθρωση του αμφιέριστου τιμήματος λόγω ιδίου.

- Τοποθέτηση νέων ελατομερών εφεδράνων.
- Καθαίρεση του ασφαλτικού τάπητος του αμφιπροέχοντος τμήματος Μ4-Μ5.
- Επικόλληση στην άνω επιφάνεια της πλακογέφυρας στη στήριξη Μ4 που έπαθε βλάβη FRPs (40 ανθρακοελάσματα Carbodure S 100/1.2mm).
- Ανακατασκευή του ασφαλτικού τάπητα.
- Τοποθέτηση συστήματος παρακολούθησης των βλαβών του συγκεκριμένου αμφιπροέχοντος φορέα.
- Δοκιμαστική φόρτιση της γέφυρας μετά την επισκευή.

6. ΝΕΑ ΑΝΑΛΥΣΗ – ΕΠΑΝΑΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΤΑΘΕΝΤΟΣ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ

6.1 Κατάστρωμα

- Είναι προφανές ότι το στατικό σύστημα του αμφιπροέχοντος κρίσιμου ανοίγματος Μ5 – Μ4 με την τοποθέτηση του νέου βάθρου μετατράπηκε σε υπερστατικό. Το υπερστατικό αυτό σύστημα εκτός από τα κανονικά φορτία της γέφυρας υφίσταται την καταπόνηση από την επιβολή του καταναγκασμού ανύψωσης στη θέση του νέου βάθρου.
- Η επιλογή της υπερύψωσης και συνεπώς της αντίδρασης στην άκρη του προβόλου έγινε έτσι ώστε να πληρούνται οι παρακάτω απαιτήσεις:

– Η επέμβαση με ανθρακοελάσματα να μη ξεπερνά σε αντοχή το 30% – 50% της απομένουσας αντοχής της διατομής.

– Η καταπόνηση στο μέσο του ανοίγματος της κρίσιμης αμφιπροέχουσας να μη παρουσιάζει υπερβάσεις.

– Η καταπόνηση στην κάτω ίνα της κρίσιμης στήριξης Μ4 για μόνιμα + καταναγκασμό σε ανύψωση + απομείνασα προένταση να μην οδηγεί σε ρηγμάτωση της κάτω ίνας της πλακογέφυρας στην στήριξη.

– Κατά την φόρτιση με ωφέλιμα του ανοίγματος της κρίσιμης αμφιπροέχουσας να μην παρουσιάζεται απώλεια επαφής πλακογέφυρας και εφεδράνων στο νέο μεσόβαθρο.

- Η παραπάνω επιλογή έγινε μετά από σειρά υπολογιστικών δοκιμών.
  - Αντίδραση γρύλων υπερύψωσης : Α = 2.350 kN
  - Υπερύψωση : Δz = 21 mm
- Η οριακή αντοχή της διατομής της πλακογέφυρας στην κρίσιμη θέση Μ4 εκτιμήθηκε ίση προς:

Η περιβάλλουσα των ροπών στο νέο στατικό σύστημα δίνει στη θέση Μ4:

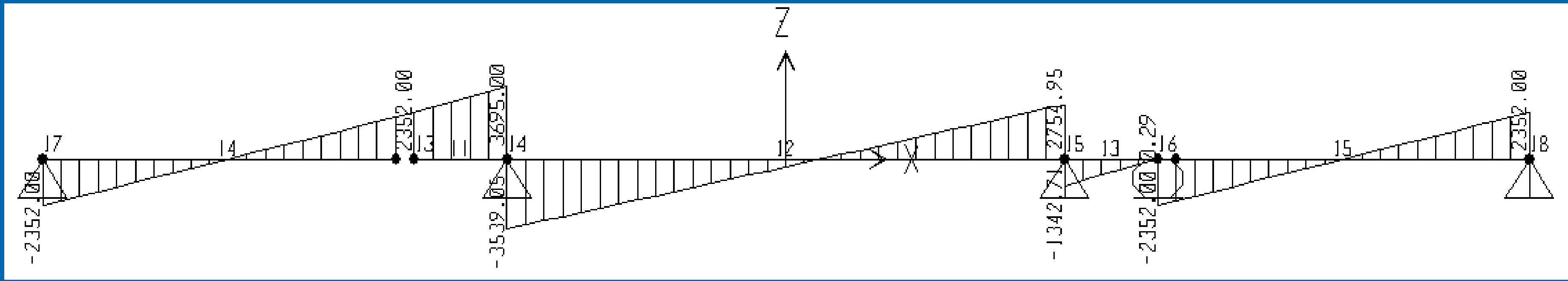
Η ροπή που πρέπει να παραλάβουν τα ανθρακοελάσματα ισούται προς:

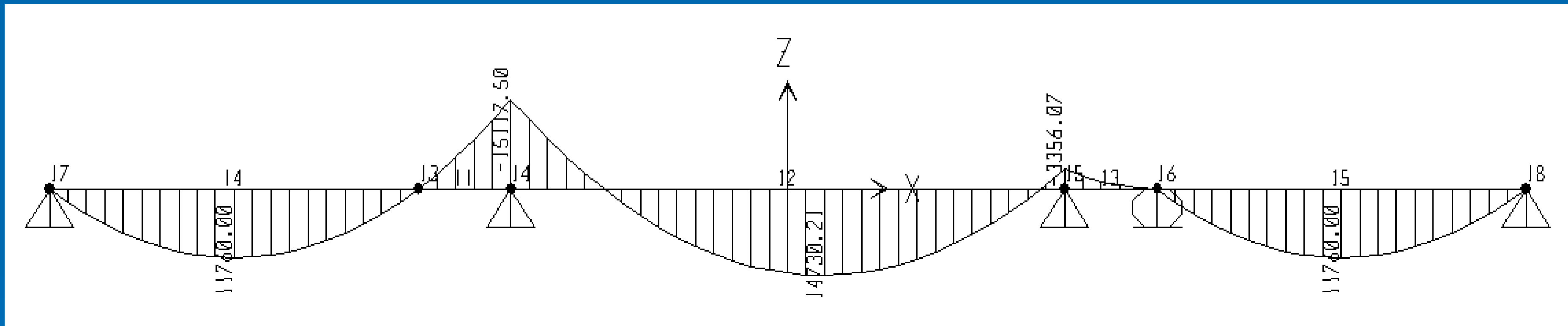
$$\Delta M = 20.590 - 17.583 = 3.007 \text{ kNm}$$

39 τεμάχια ανθρακοελάσματα διατομής 100/1.2 mm

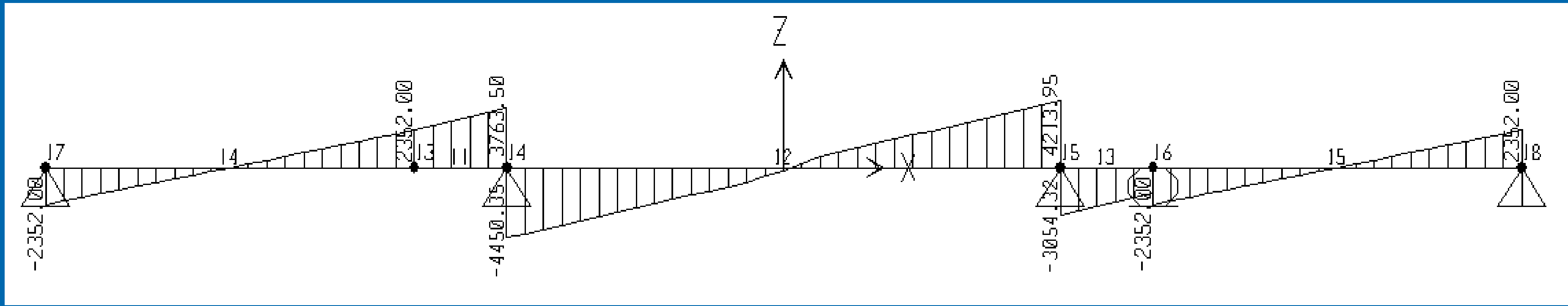
- Ακολούθησαν όλοι οι έλεγχοι των κρίσιμων διατομών, ήτοι:
  - ορθές τάσεις σε κατάσταση λειτουργίας
  - ρηγμάτωση
  - αστοχία από κάμψη
  - διατμητικές τάσεις σε κατάσταση λειτουργίας
  - αστοχία από διάτμηση
- Έγινε εκτίμηση αναμενόμενης μεγίστης θερμοκρασίας κατά το θέρος στην επιφάνεια των ανθρακοελασμάτων

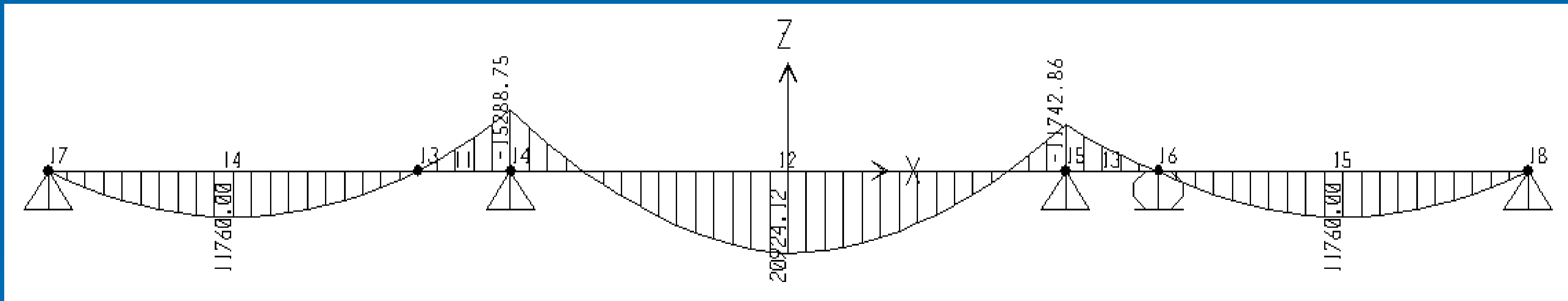
$t \leq 59^0$





Διαγράμματα V-M για μόνιμα φορτία και υπερύψωση στο νέο βάθρο.

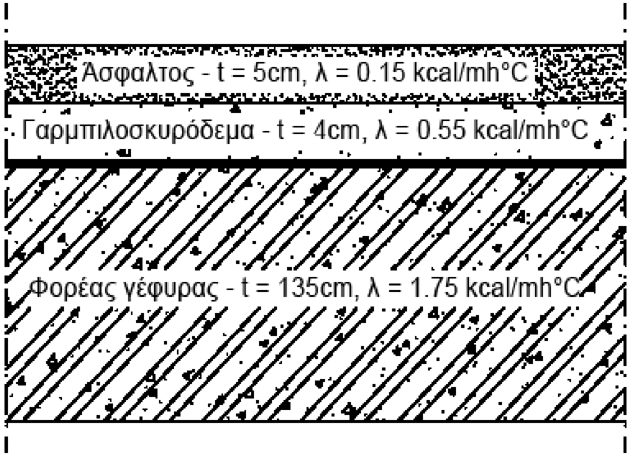




Διαγράμματα V-M για τον προηγούμενο συνδυασμό και ωφέλιμα στο άνοιγμα $M_3 - M_4$

9. Υπολογισμός θερμικής προστασίας ανθρακοελασμάτων.

Λόγω της ευαισθησίας των εποξικών ρητινών συγκόλλησης των ανθρακοελασμάτων στις υψηλές θερμοκρασίες, έγινε υπολογισμός της θερμικής ροής της διατομής του καταστρώματος στη θέση της στήριξης.



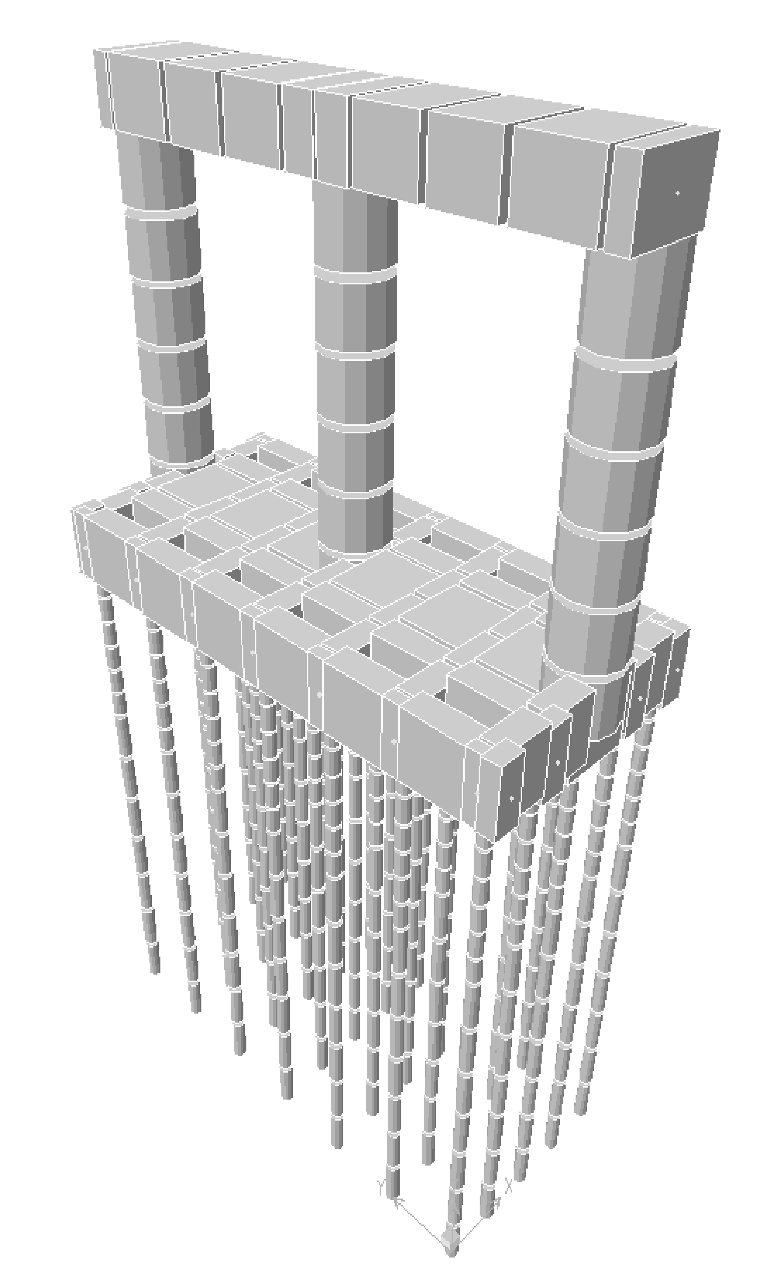
Ως εξωτερικές συνθήκες κάνουμε δεκτές θερμοκρασία ασφαλτοτάπητα 75°C και θερμοκρασία περιβάλλοντος υπό σκιά (κάτω ίνα φορέα) 35°C.

	t - m	k - kcal/mh°C	Λ=t/k	θ °C
Αέρας άνω			0.150	75.1
Άσφαλτος	0.05	0.15	0.333	64.3
Γαρμπιλοσκυρόδεμα	0.04	0.55	0.073	**62.0**
Σκυρόδεμα	1.35	1.75	0.771	36.9
Αέρας κάτω			0.060	35.0
θ_o = 80 °C	Δθ = 45 °C	ΣΛ	1.387	
θ_u = 35 °C		q = Δθ/ΣΛ	32.433	

Η τελική θερμοκρασία των 62 °C γίνεται οριακά αποδεκτή, συνυπολογίζοντας τον αυξημένο συντελεστή ασφαλείας που χρησιμοποιήθηκε στους υπολογισμούς.

6.2 Νέο μεσόβαθρο

- Το νέο μεσόβαθρο διαστασιολογήθηκε ως ενιαίος χωρικός φορέας αποτελούμενος από:
  - την δοκό έδρασης των εδράνων
  - τους στύλους
  - την κεφαλοδοκό
  - τους μικροπασσάλους
- Τα γεωτεχνικά στοιχεία για τις ελατηριακές σταθερές εδάφους λήφθηκαν από την αρχική γεωτεχνική μελέτη.



7. ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ - ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

7.1 Δοκιμαστικές φορτίσεις πριν την επικόλληση των ανθρακοελασμάτων

- Η μετρήσεις αυτές αναφέρονται στην διαδικασία ανύψωσης της γέφυρας στη θέση του νέου βάθρου.

Η ανύψωση έγινε ανά 5.00 mm με παράλληλη καταγραφή της αντίδρασης των γρύλων και της μεταβολής των βελών σε διάφορες χαρακτηριστικές θέσεις. Από αυτή τη διαδικασία προέκυψαν τα εξής:

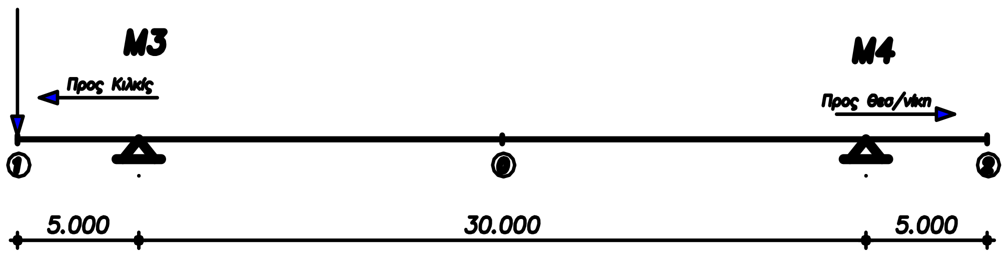
- Το στατικό σύστημα λειτουργεί γραμμικά παρά την αστοχία της στήριξης Μ4.
- Το μέτρο ελαστικότητας προσδιορίστηκε σε:

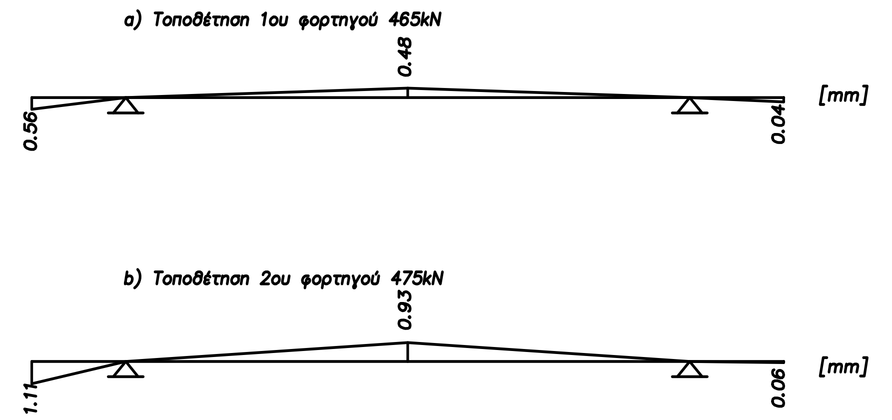
E=22 GPa

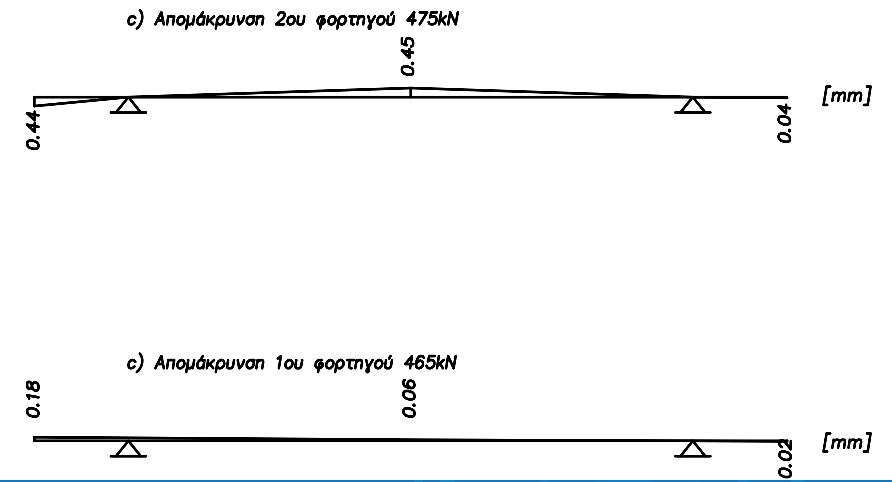
7.2 Δοκιμαστικές φορτίσεις μετά την ολοκλήρωση της επέμβασης

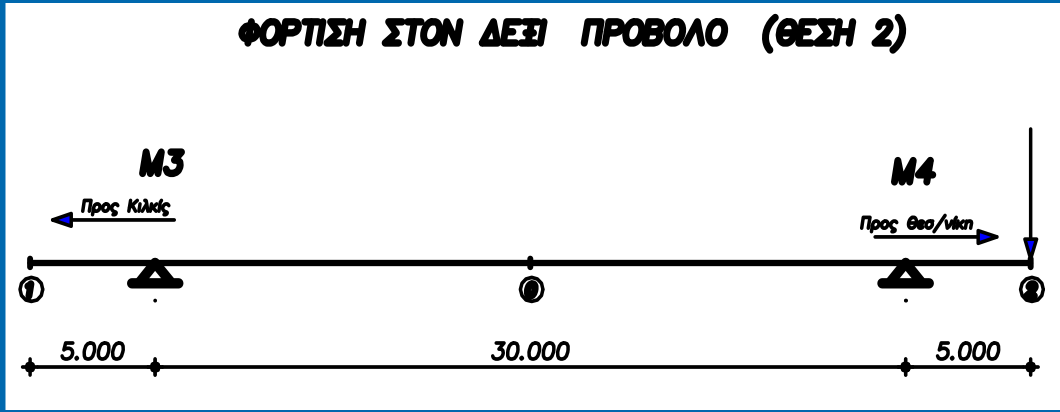
- Το αμφιπροέχον κρίσιμο τμήμα της γέφυρας φορτίσθηκε με δύο τριαξονικά φορτηγά γεμάτα με αδρανή.
  - Πρώτο : 465 KN
  - Δεύτερο : 475 KN
- Τα φορτία αυτά τοποθετήθηκαν διαδοχικά στο μέσον και στα άκρα της αμφιπροέχουσας το καθένα μόνο του και τα δύο μαζί.
- Για τις φορτίσεις αυτές καταγράφηκαν βέλη και καμπύλες φόρτισης - αποφόρτισης

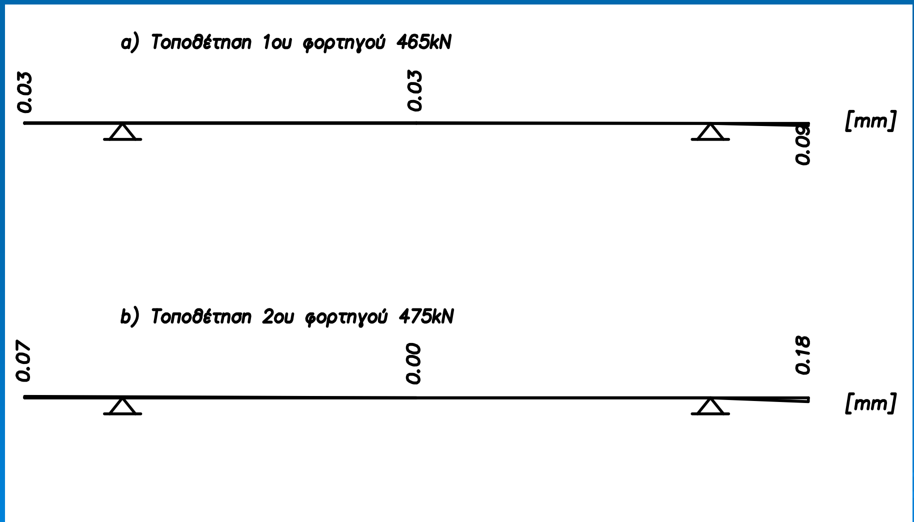
ΦΟΡΤΙΣΗ ΣΤΟΝ ΑΡΙΣΤΕΡΟ ΠΡΟΒΟΛΟ (ΘΕΣΗ 1)

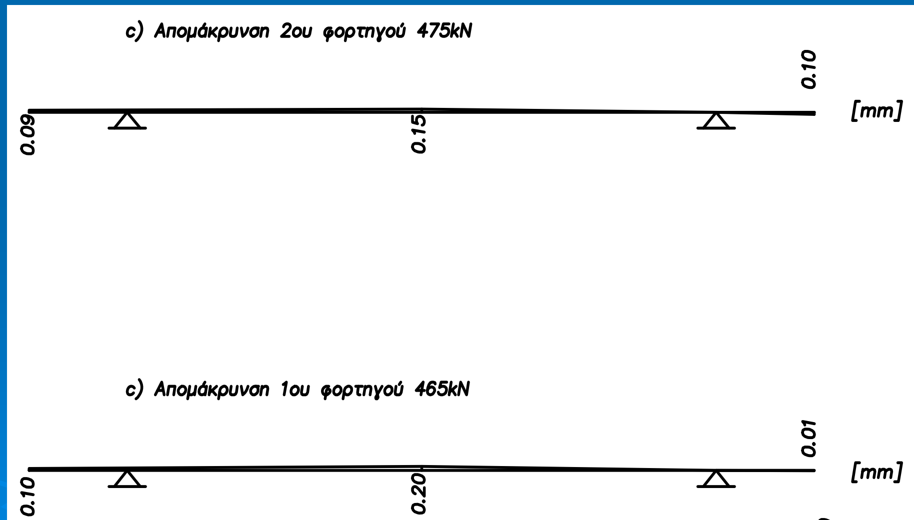


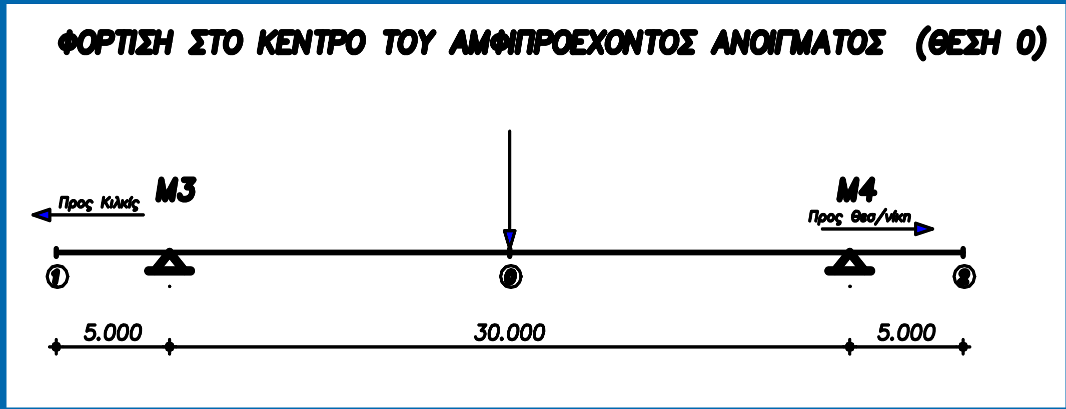


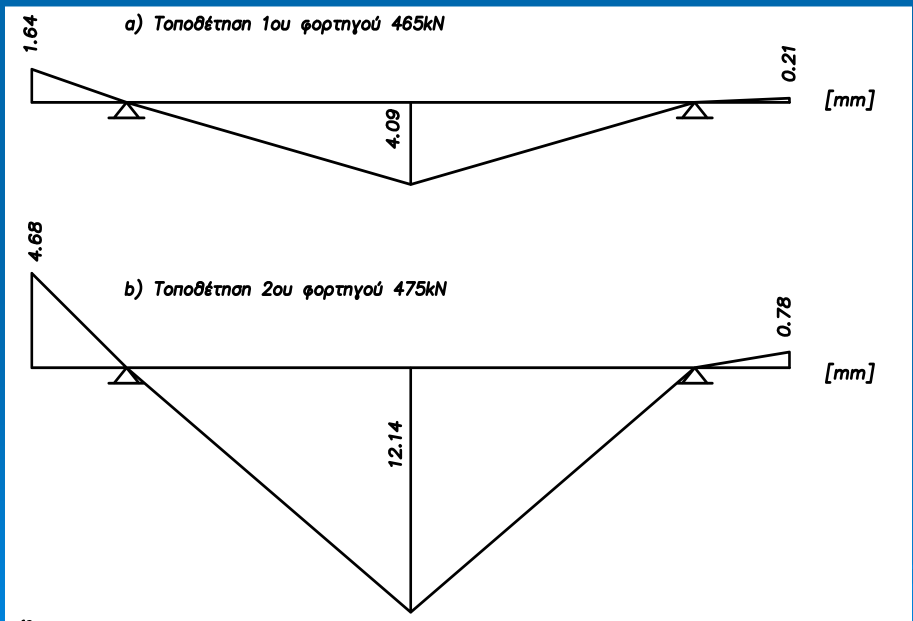


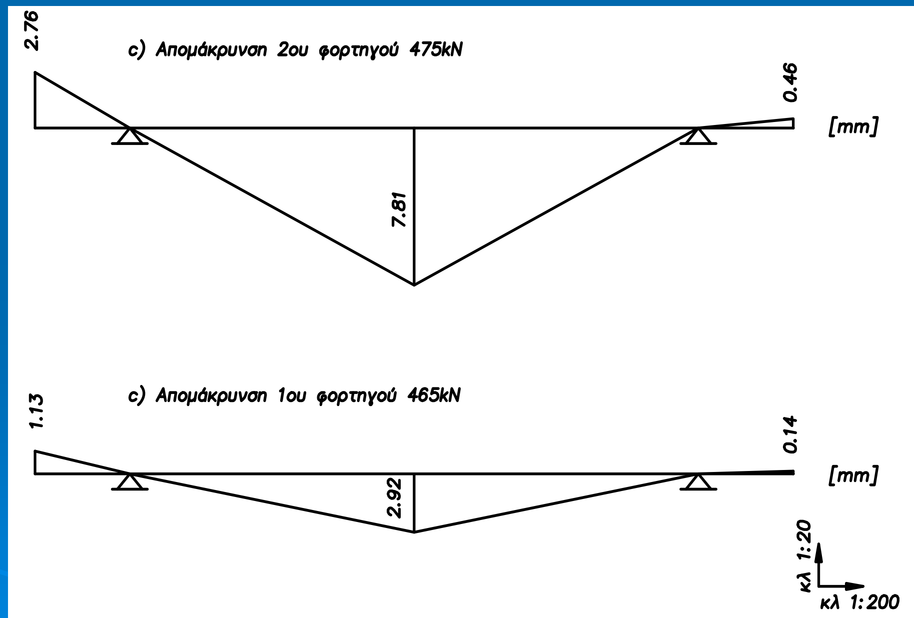

ΦΟΡΤΙΣΗ ΣΤΟΝ ΔΕΞΙ ΠΡΟΒΟΛΟ (ΘΕΣΗ 2)
M3
Προς Κιλκίς
M4
Προς Θεσ/νίκη
5.000
30.000
5.000

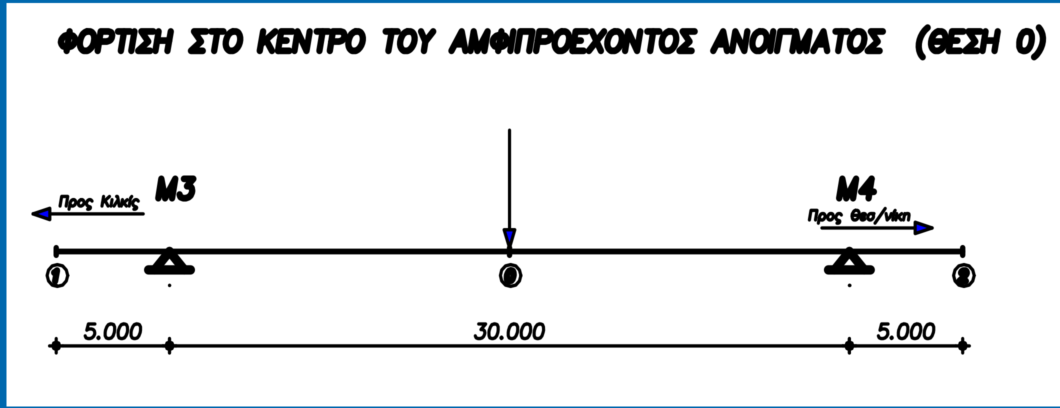

a) Τοποθέτηση 1ου φορτηγού 465kN
0.03
0.03
0.09
[mm]
b) Τοποθέτηση 2ου φορτηγού 475kN
0.07
0.00
0.18
[mm]

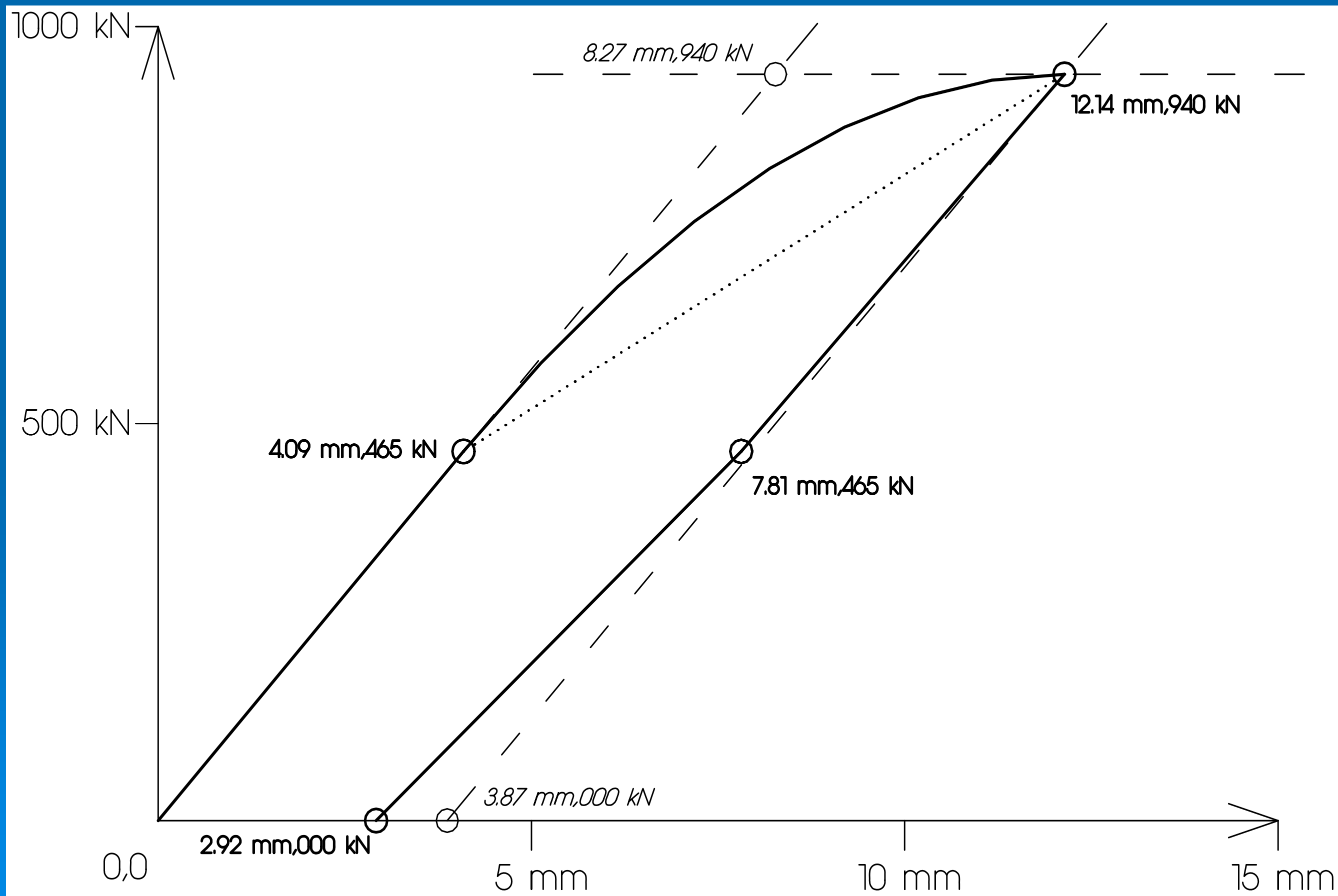

c) Απομάκρυνση 2ου φορτηγού 475kN
0.10
0.09
0.15
[mm]
c) Απομάκρυνση 1ου φορτηγού 465kN
0.01
0.10
0.20
[mm]


ΦΟΡΤΙΣΗ ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΟΥ ΑΜΦΙΠΡΟΕΧΟΝΤΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ (ΘΕΣΗ 0)
Προς Κιλκίς
M3
M4
Προς Θεσ/νίκη
5.000
30.000
5.000


a) Τοποθέτηση 1ου φορτηγού 465kN
1.64
0.21
4.09
[mm]
b) Τοποθέτηση 2ου φορτηγού 475kN
4.68
0.78
12.14
[mm]

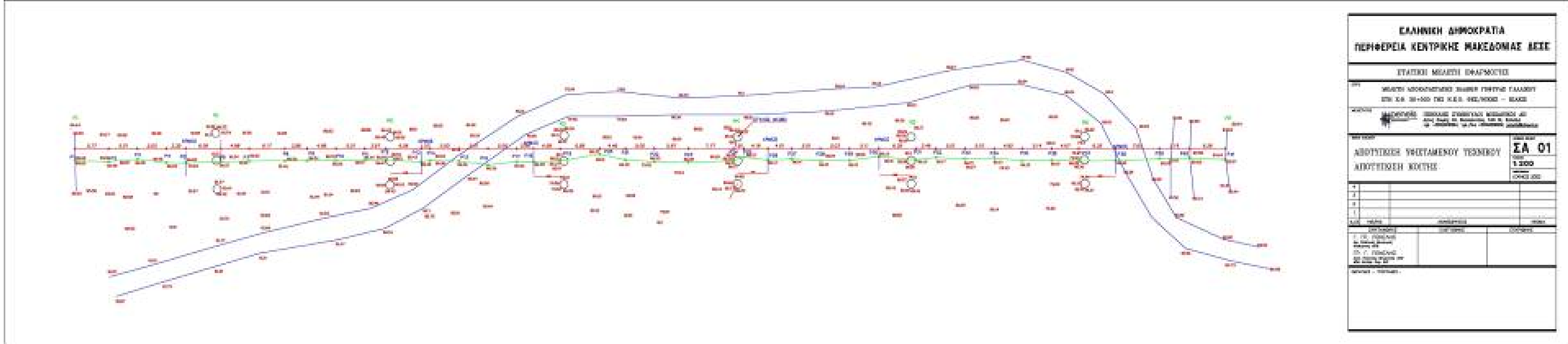

c) Απομάκρυνση 2ου φορτηγού 475kN
2.76
0.46
7.81
[mm]
c) Απομάκρυνση 1ου φορτηγού 465kN
1.13
0.14
2.92
[mm]
κλ 1:20
κλ 1:200

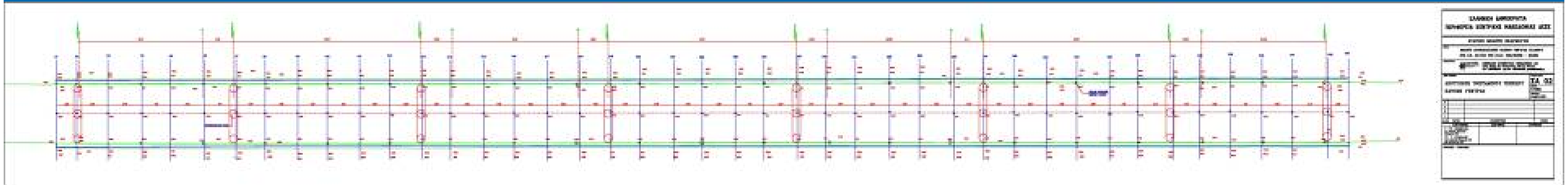

ΦΟΡΤΙΣΗ ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΟΥ ΑΜΦΙΠΡΟΕΧΟΝΤΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ (ΘΕΣΗ 0)
Προς Κιλκίς
M3
M4
Προς Θεσ/νίκη
5.000
30.000
5.000

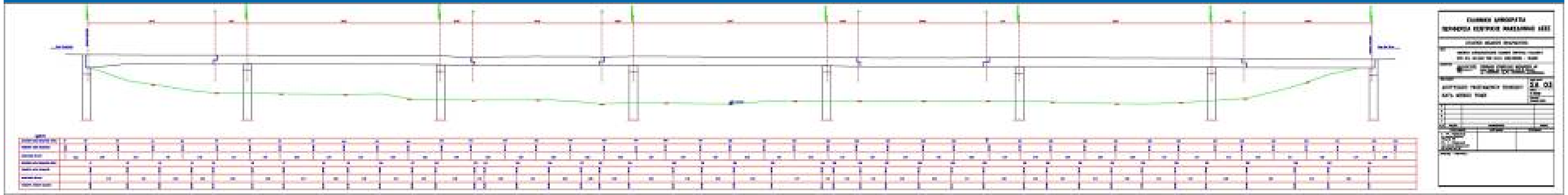

1000 kN
500 kN
0,0
5 mm
10 mm
15 mm
8.27 mm,940 kN
12.14 mm,940 kN
4.09 mm,465 kN
7.81 mm,465 kN
3.87 mm,000 kN
2.92 mm,000 kN

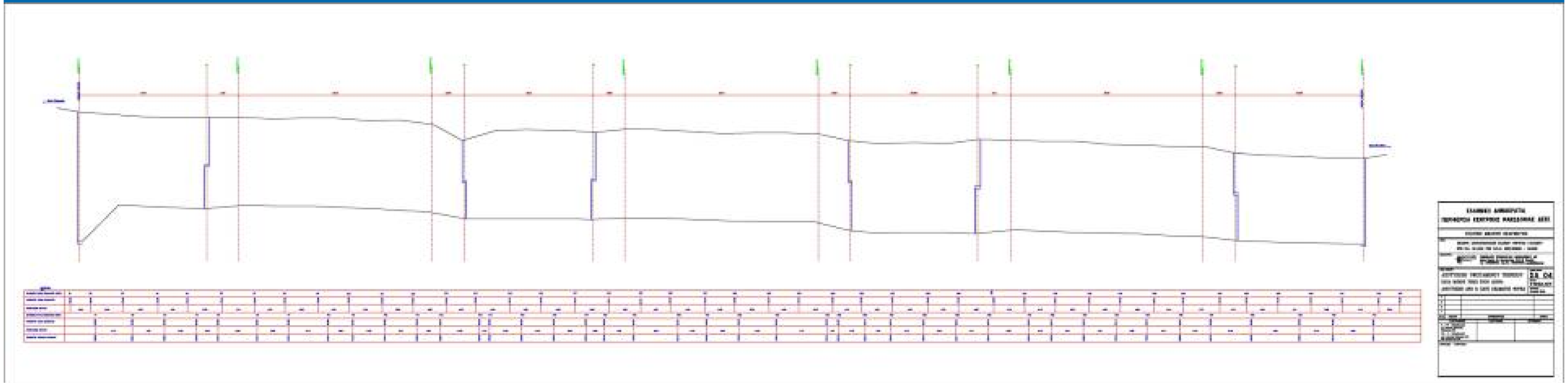
Η παρατηρηθείσα παραμένουσα παραμόρφωση των (2.91 mm) είναι κατά DIN 1045/1959 και B.S./CP110/1972/§ 9.6 κάτω του επιτρεπόμενου ορίου. (25% του βέλους για τη δοκιμαστική φόρτιση).

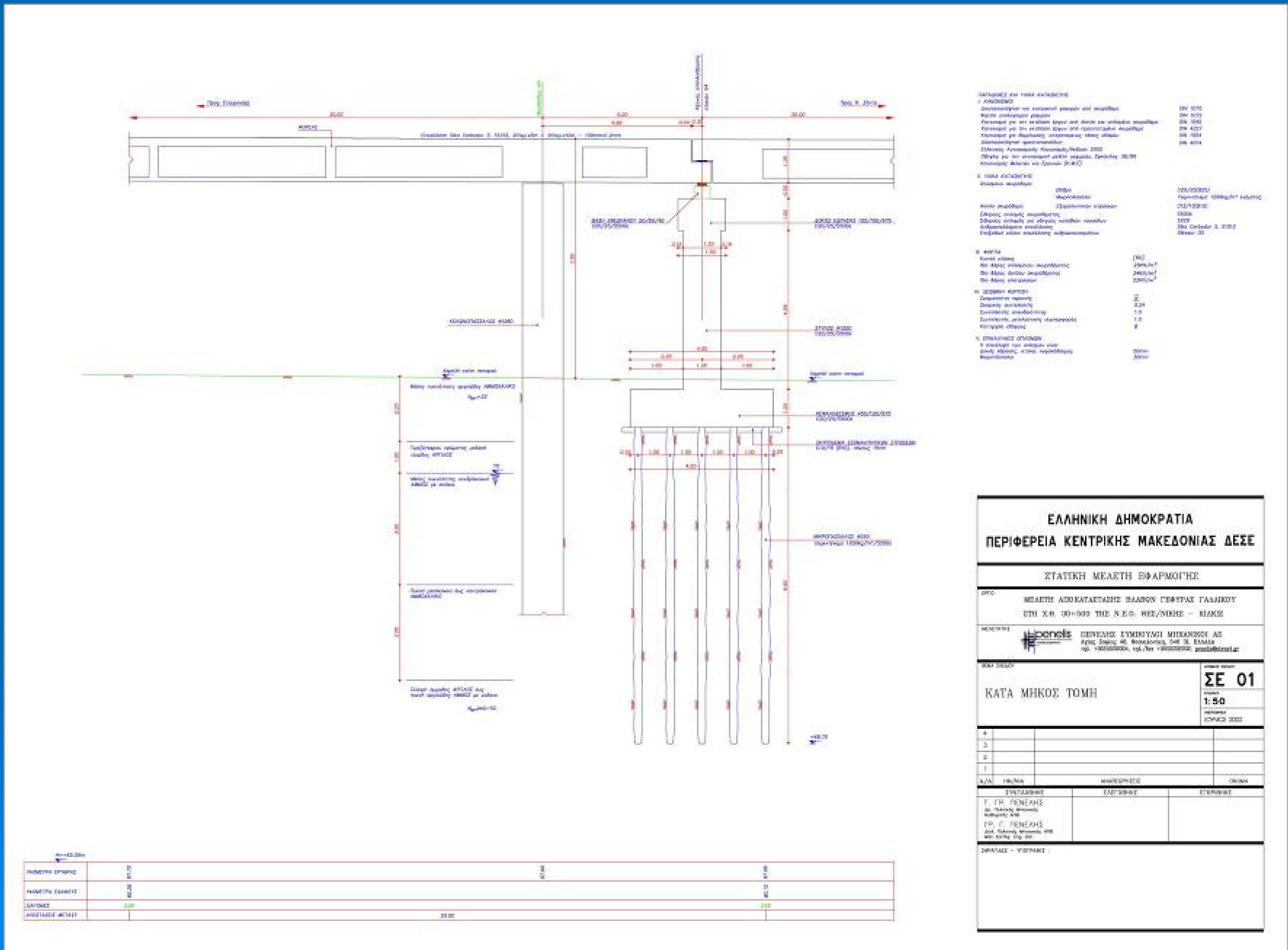
- Συνεπώς, η επέμβαση κρίθηκε επιτυχής και η γέφυρα βρίσκεται έκτοτε σε λειτουργία χωρίς να ανακύψει νέο πρόβλημα.

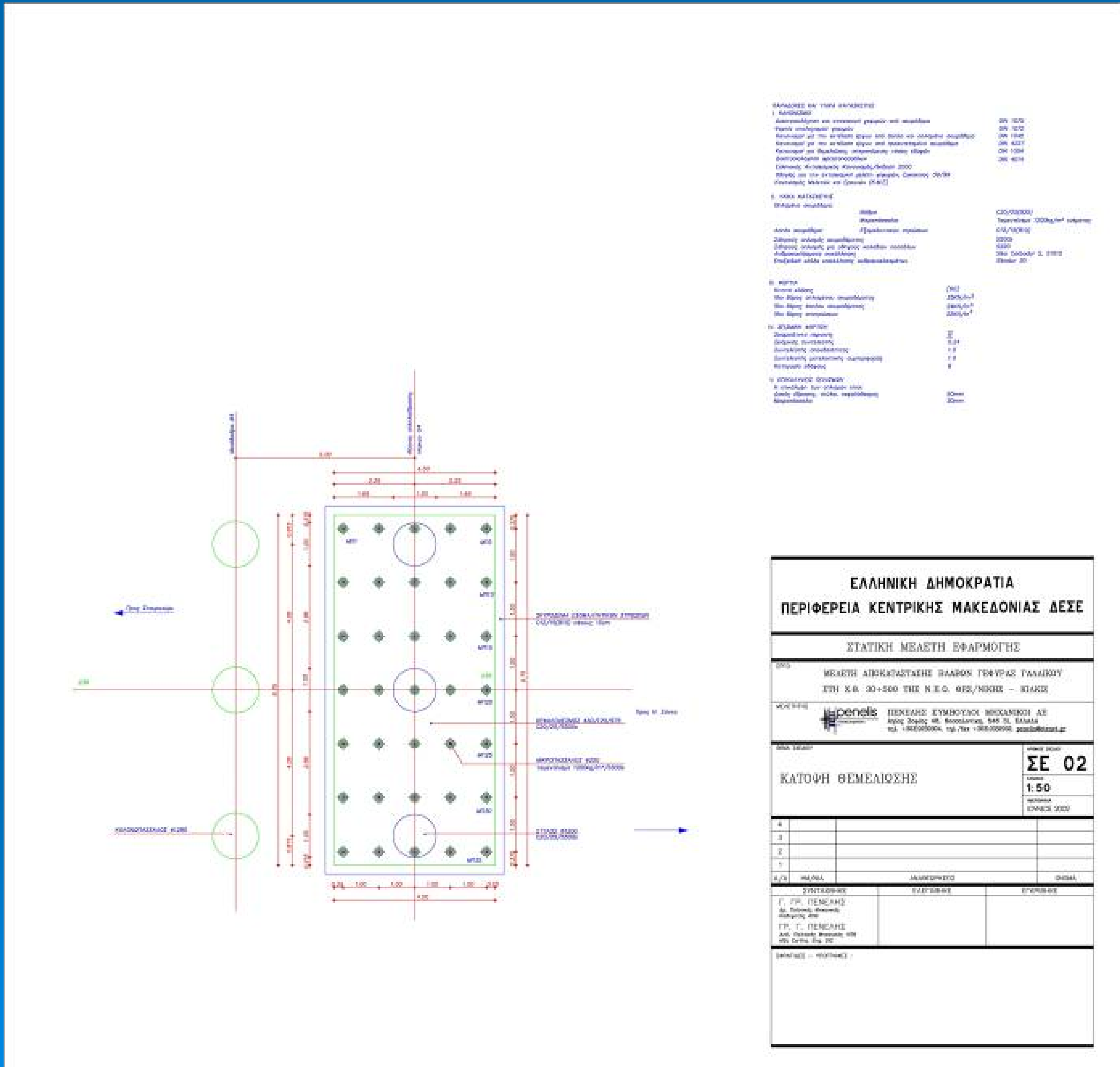

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΑ 01

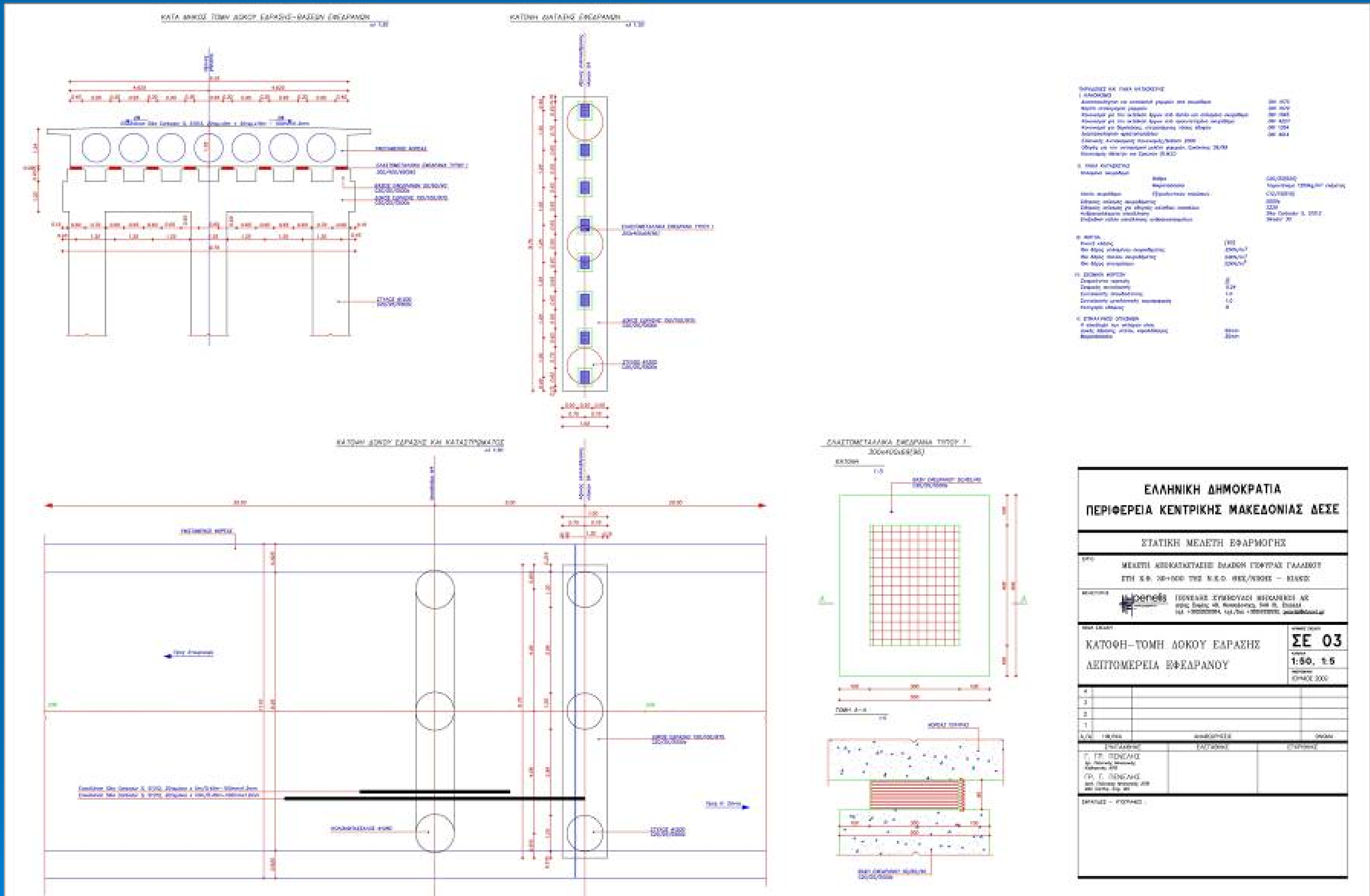


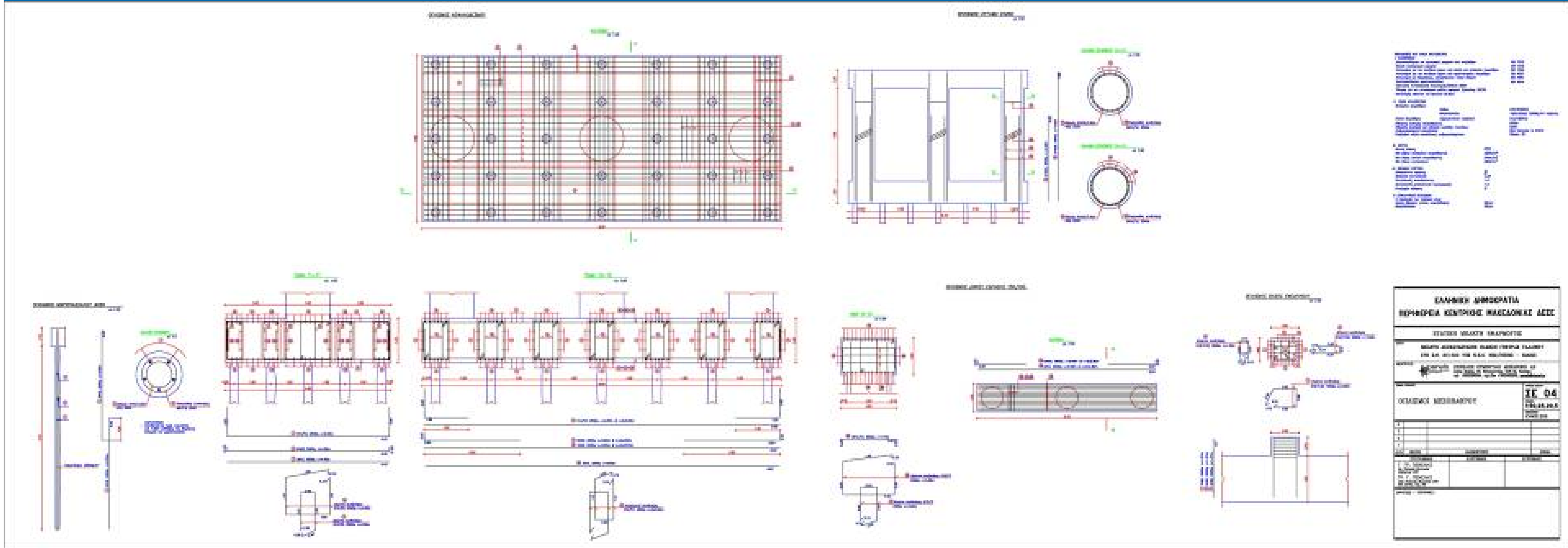





ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΔΕΣΕ
ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ
ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΒΛΑΒΩΝ ΓΕΦΥΡΑΣ ΓΑΛΛΙΚΟΥ
ΣΤΗ Χ.Θ. 30+500 ΤΗΣ Ν.Ε.Ο. ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ – ΚΙΛΚΙΣ
ΠΕΝΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΑΕ
ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΜΗ
ΣΕ 01
1:50
Γ. ΓΡ. ΠΕΝΕΛΗΣ
ΓΡ. Γ. ΠΕΝΕΛΗΣ


ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΔΕΣΕ
ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ
ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΒΛΑΒΩΝ ΓΕΦΥΡΑΣ ΓΑΛΛΙΚΟΥ
ΣΤΗ Χ.Θ. 30+500 ΤΗΣ Ν.Ε.Ο. ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ – ΚΙΛΚΙΣ
ΠΕΝΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΑΕ
ΚΑΤΟΨΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ
ΣΕ 02
1:50
Γ. ΓΡ. ΠΕΝΕΛΗΣ
ΓΡ. Γ. ΠΕΝΕΛΗΣ


ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΔΕΣΕ
ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ
ΚΑΤΟΨΗ–ΤΟΜΗ ΔΟΚΟΥ ΕΔΡΑΣΗΣ
ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΕΦΕΔΡΑΝΟΥ
ΣΕ 03
1:50, 1:5


ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΣΕ 04

Bridges waterproofing:

Use of SBS membranes
Importance of adherence to prevent blistering
Mechanized installation

Paul GUINARD
Director for Civils of SOPREMA Group
Civil graduate Engineer (Ecole Spéciale des Travaux Publics – Paris)
pguinard@soprema.fr

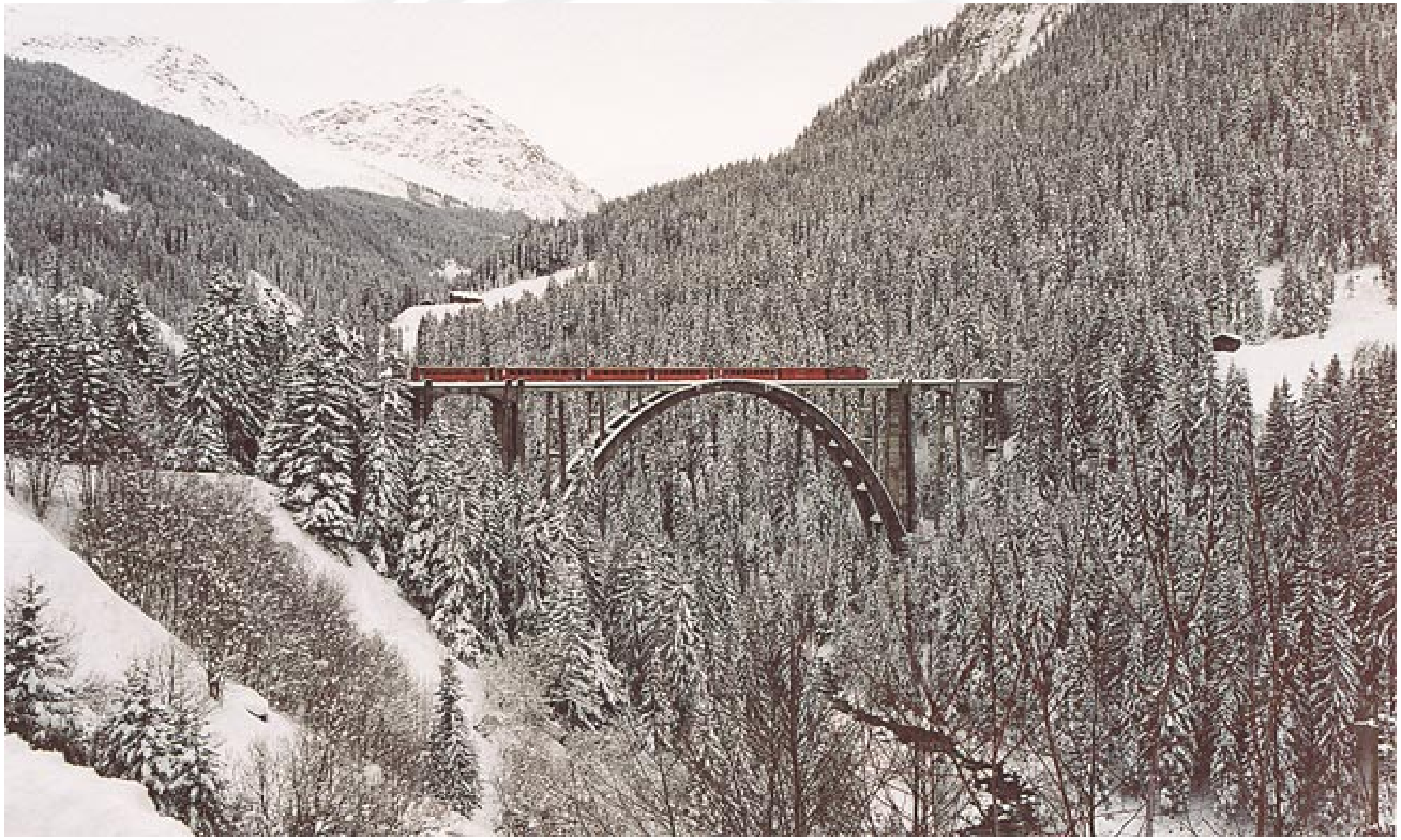
- Why do we waterproof a bridge ?
- What is blistering ?
- How to prevent blistering ?
  - SBS membranes
  - Mechanized installation

- Answer n°1 - To protect people living under bridges

Bridges waterproofing
Why do we waterproof a bridge ?

- Answer n°2 - To avoid the flooding of the road under the bridge

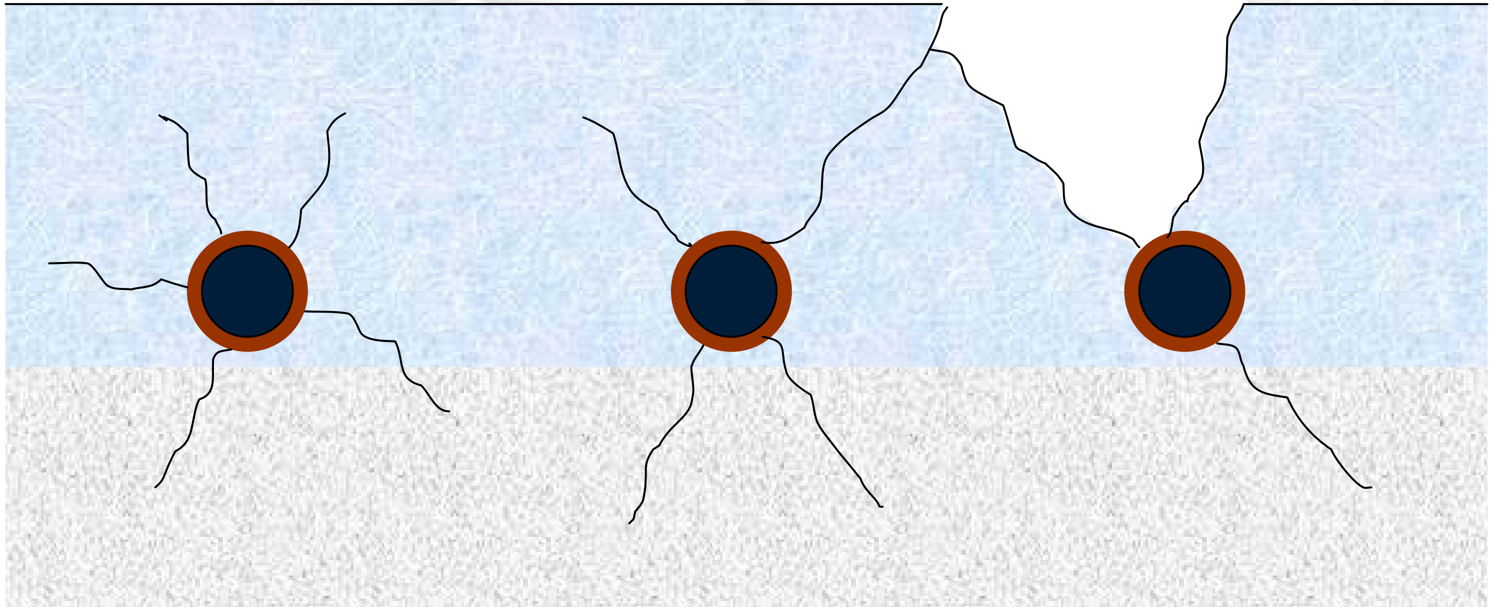
- Answer n°3 - To ensure the longevity of the bridge



Bridges waterproofing
Why do we waterproof a bridge ?

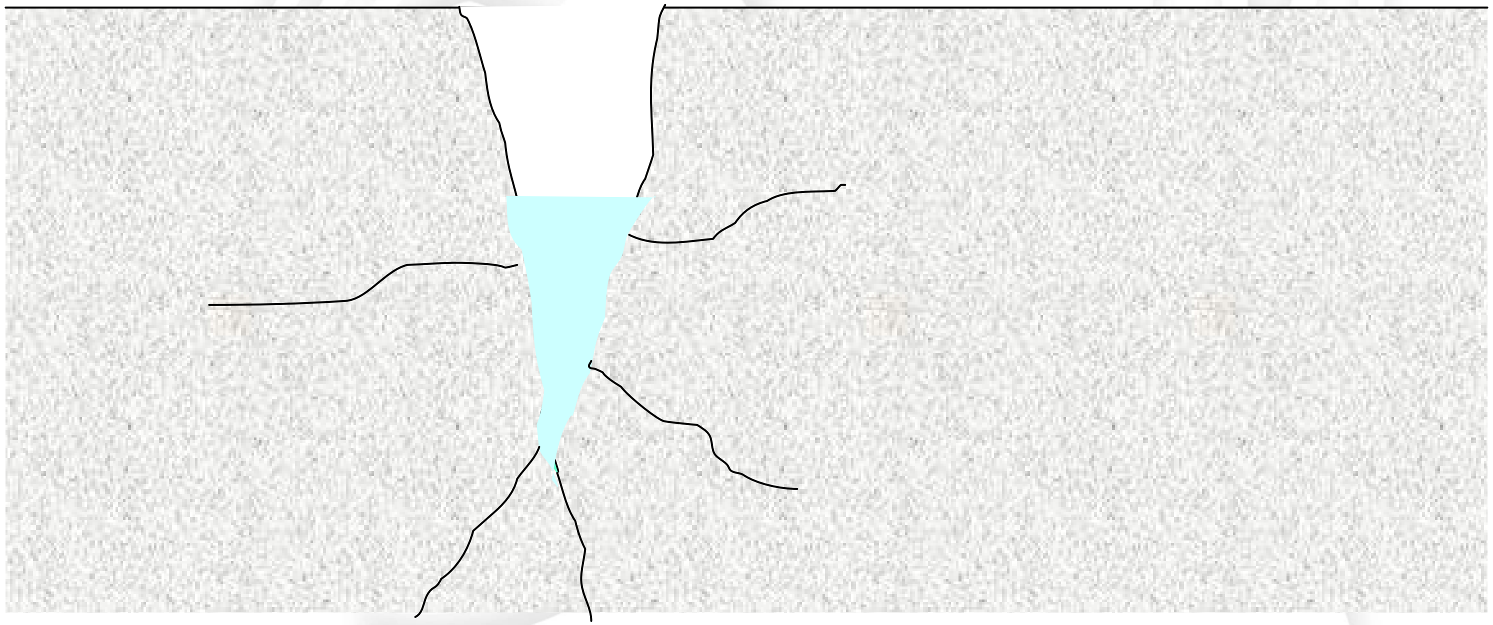
- The main causes of concrete deteriorations
  - Steel bar corrosion due to concrete carbonation
  - Frost
  - Alkali reaction

- Steel bar corrosion due to concrete carbonation

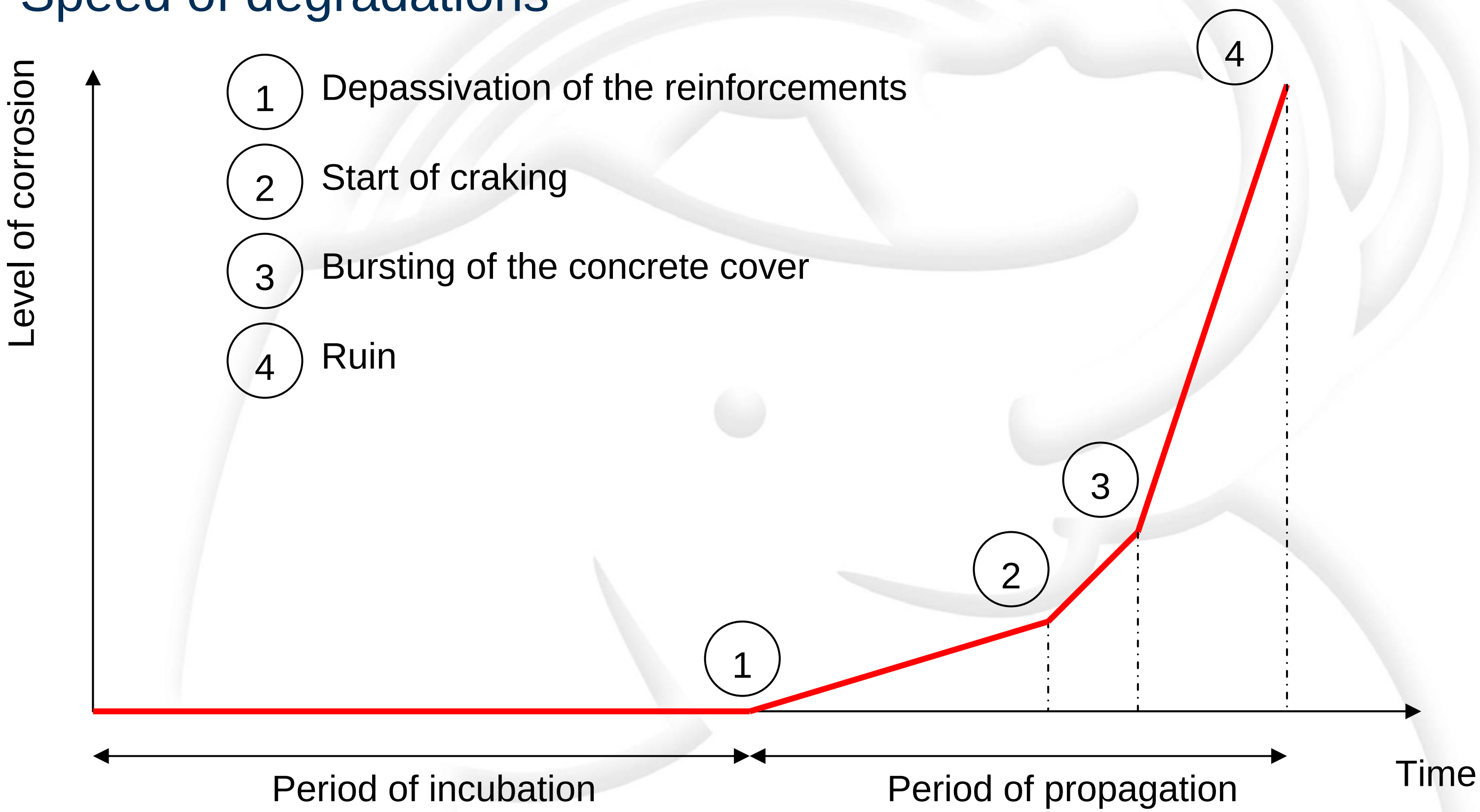


- Steel bar corrosion due to concrete carbonation

- Frost

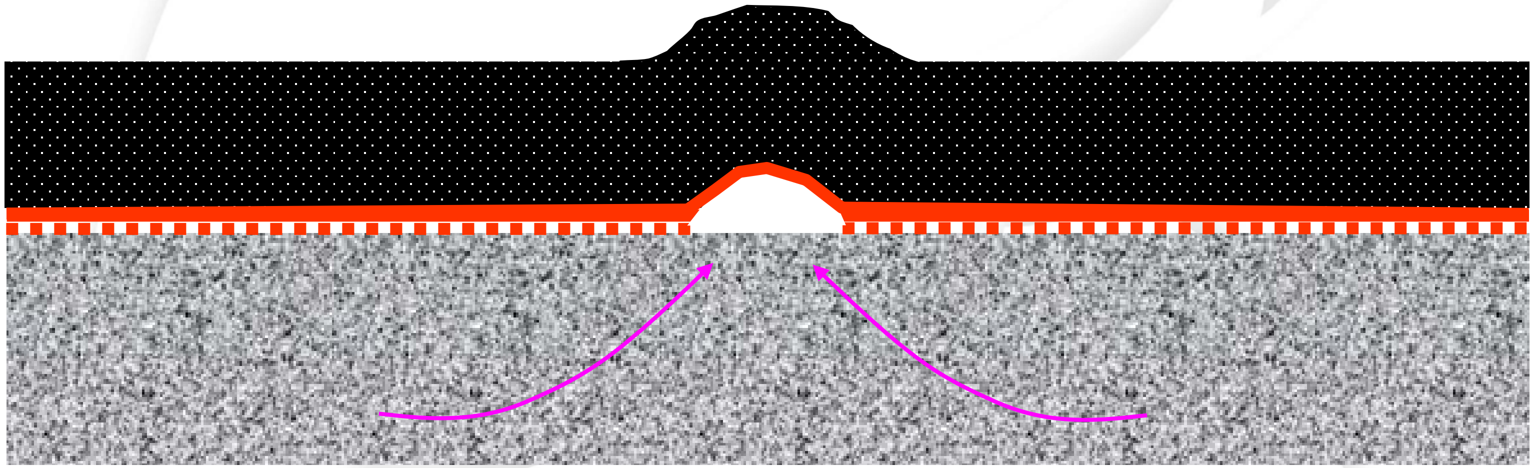


Speed of degradations



Bridges waterproofing
What is blistering ?

- Causes of blistering



Bridges waterproofing
What is blistering ?

- Consequences of blistering

0 month

6 months

- Blistering prevention
  - High level of adherence
    - Substrate preparation
    - Specific SBS membranes
    - Excellent welding
    - Marouflage (taping)
  - Weight of asphalt on the membrane

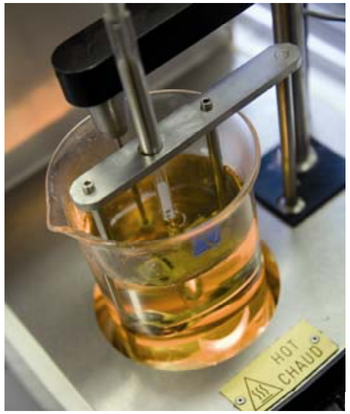
APP (Atactic Poplypropylene) Bitumen

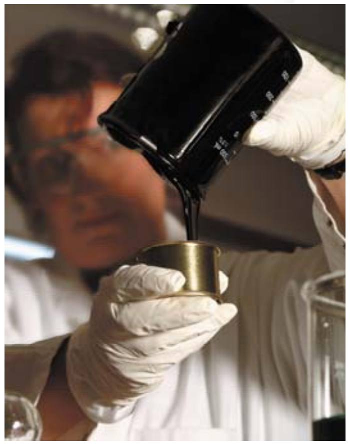
- Plasticity
- Low cold flexibility
- Bad ageing evolution when solicited

SBS (Stirene-Butadiene-stirene) bitumen

- Elasticity
- Good weldability
- Very good cold flexibility
- Good elastic elongation after ageing

Bridges waterproofing
SBS membranes



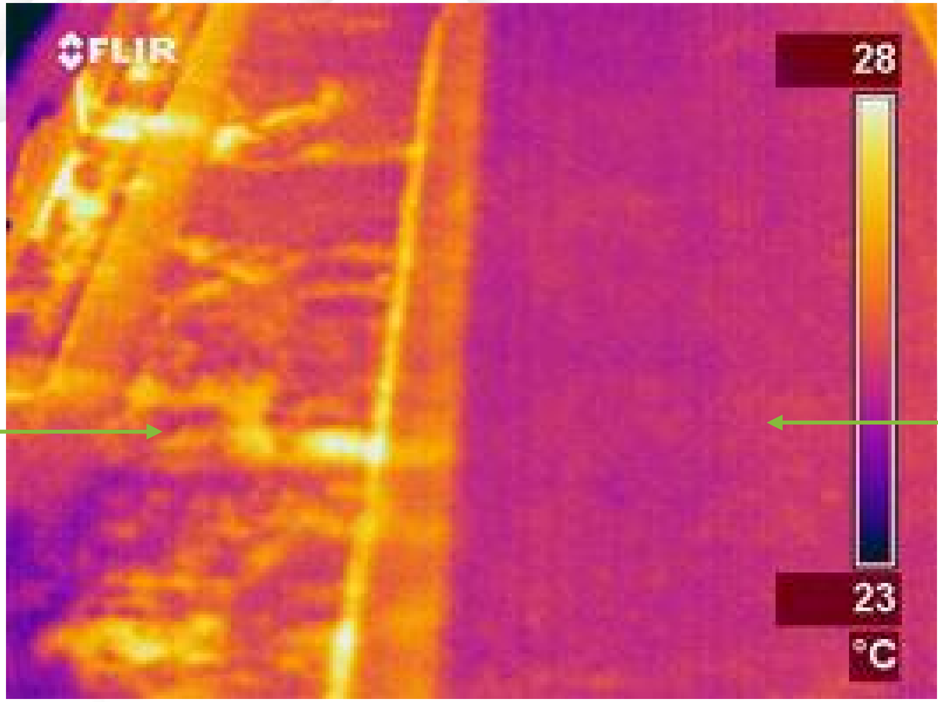


	SBS	APP
RB softering temperature (°C)	110 - 125	140 - 150
Cold flexibility (°C)	-30	-10
Brittleness (Fraas) (°C)	-60	-20
Elastic limit at 23°C (%)	100	5
Penetrability at 25°C (mm)	4,5	4,0
Elongation at rupture (%)	3 000	1 000

Bridges waterproofing
Mechanized installation

- Control by thermography

  - Manually applied



  - Mechanically applied

- 3 or 4 % of your budget may change :
  - Life duration of bridge
  - Cost of maintenance

⇒Use your budget correctly with :
good materials
good installation system

THANK YOU FOR ATTENTION

Paul GUINARD
Director for Civils of SOPREMA Group
Civil graduate Engineer (Ecole Spéciale des Travaux Publics – Paris)
pguinard@soprema.fr

Μεθοδολογία για την Επιθεώρηση και Αποκατάσταση Βλαβών σε Τεχνικά Έργα Οδοποιίας από Σκυρόδεμα

Εφαρμογή σε Γέφυρες των Ελληνικών Αυτοκινητοδρόμων

Παναγιωτάκος Τηλέμαχος, Κόλιας Βασίλειος

DENCO
ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Α.Ε.

Έργα Παραχώρησης - Αυτοκινητόδρομοι

- Είναι μέρος του προγράμματος ανάπτυξης των υποδομών το οποίο ξεκίνησε από το ελληνικό κράτος με σκοπό τη δημιουργία έργων υποδομής σύγχρονων προτύπων.
- Χρηματοδοτούνται εν μέρει από το Ελληνικό Δημόσιο και την Ευρωπαϊκή Ένωση, από τα έσοδα των διοδίων, και κυρίως από ιδιωτικές επενδύσεις ελληνικών και ευρωπαϊκών κοινοπραξιών με μεγάλη εμπειρία στην κατασκευή των έργων υποδομής.
- Πέντε Έργων Παραχώρησης τα περισσότερα από τα οποία αποτελούν μέρος του Διευρωπαϊκού Δικτύου Οδικών Μεταφορών.

Έργα Παραχώρησης - Αντικείμενο

ΑΥΤΟΚ. ΑΙΓΑΙΟΥ

- Κόστος Έργου: 1,3 δις €
- Συνολικό Μήκος: ≈ 235 km
- Υφιστ. Γέφυρες: ≈ 250
  - Μήκος Υφ. Τμ. ≈ 200km

ΝΕΑ ΟΔΟΣ - ΠΑΘΕ

- Κόστος Έργου: 200 εκ €
- Συνολικό Μήκος: ≈ 172 km
- Υφιστ. Γέφυρες: ≈ 40
  - Μήκος Υφ. Τμ. ≈ 151km

ΟΛΥΜΠΙΑ ΟΔΟΣ

- Κόστος Έργου: 2,8 δις €
- Συνολικό Μήκος: ≈ 366 km
- Υφιστ. Γέφυρες: ≈ 130
  - Μήκος Υφ. Τμ. : 63+18 = 81km

Έργα Παραχώρησης – Υφιστάμενες Γέφυρες

Υφιστάμενες Γέφυρες: 500

- Ανοίγματος > 6m (Γέφυρες, Άνω/Κάτω Διαβάσεις)
- Οπλισμένο/Προεντεταμένο Σκυρόδεμα (20 – 50έτη)

Υφιστάμενα Τεχνικά: 1500

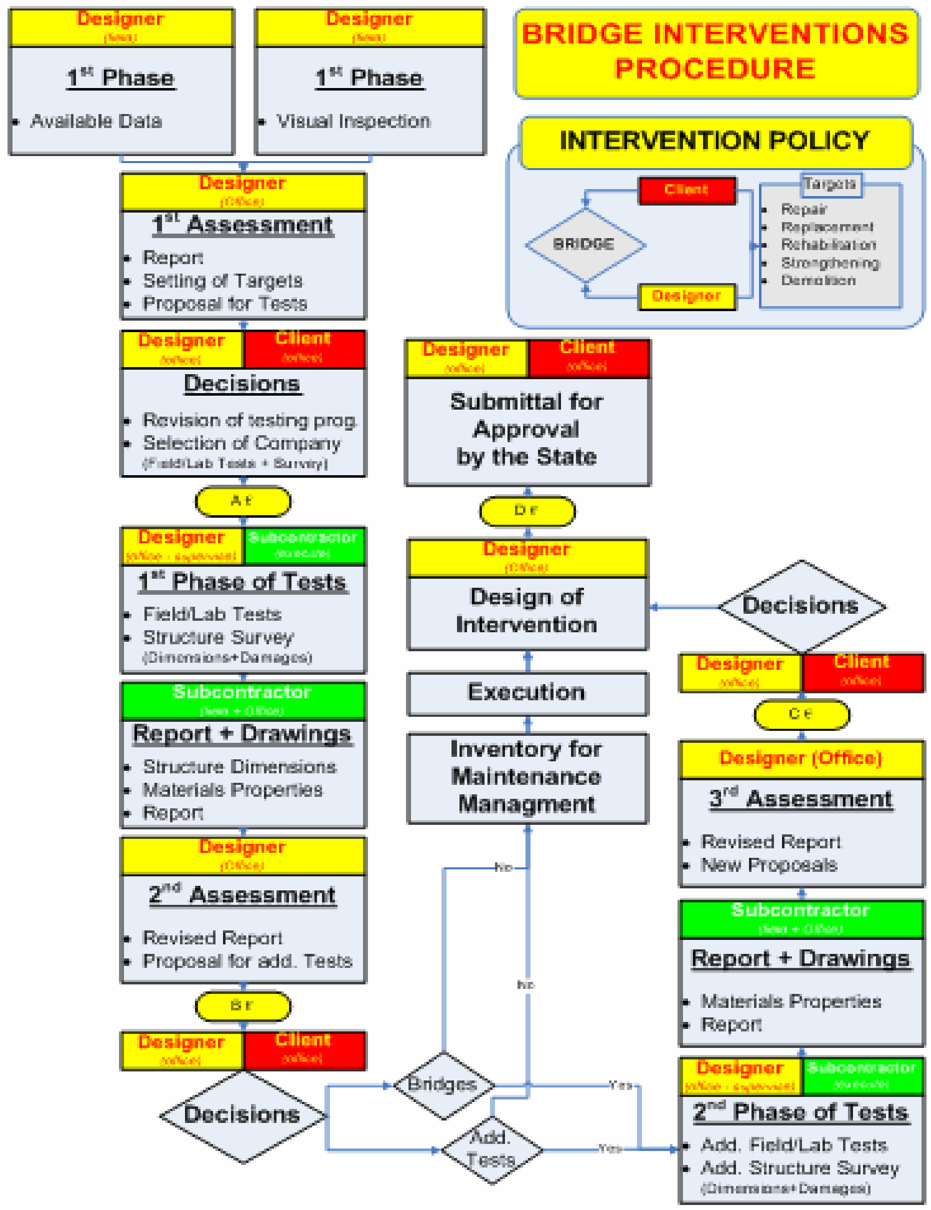
- Ανοίγματος < 6m (Οχετοί, Διαβάσεις Πεζών, Τοίχοι κλπ).
- Οπλισμένο Σκυρόδεμα (20 – 50έτη)

Συμβατική Υποχρέωση: ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

- όλες οι δραστηριότητες που αποσκοπούν στη διατήρηση ή την επιστροφή της κατασκευής σε μια κατάσταση η οποία ικανοποιεί καθορισμένη Στάθμη Επιτελεστικότητας.

Υφιστάμενες Γέφυρες - Διαδικασία Επεμβάσεων

- **1ο Βήμα**
  - Συγκέντρωση Διαθέσιμων Στοιχείων
  - Οπτική Επιθεώρηση
- **2ο Βήμα**
  - Εκτέλεση Δοκιμών (+Ανθεκτικότητα)
  - Επανάληψη Σχεδιασμού
  - Λεπτομερής Επιθεώρηση
- **3ο Βήμα**
  - Αποφάσεις/Σχεδιασμός Επεμβάσεων
- **4ο Βήμα**
  - Υλοποίηση Επεμβάσεων
- **5ο Βήμα**
  - Συντήρηση/Πρόγραμμα Διαχείρισης



Οπτική Επιθεώρηση

1ο Στάδιο (Γενική)

- Προσδιορισμός τύπου γέφυρας – Στατικό Σύστημα
- Γενική εικόνα βλαβών
- Εκτίμηση Κατάστασης

2ο Στάδιο (Λεπτομερής)

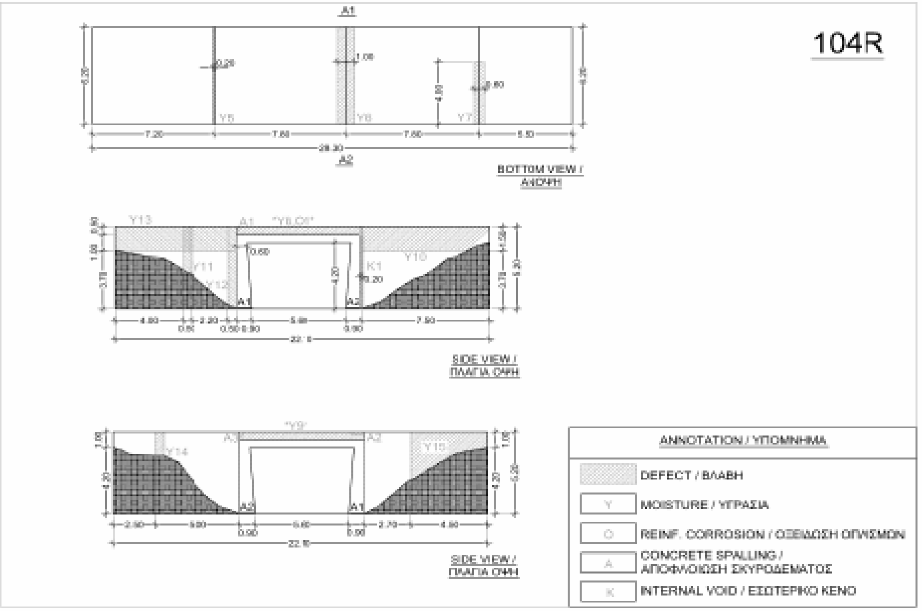
- Καταγραφή Βλαβών:
    - Ρωγμές
    - Αποφλοιώσεις σκυροδέματος
    - Διαβρώσεις οπλισμού
    - Υγρασίες
    - Κενά σκυροδέματος κλπ
- Ποσοτικοποίηση Μεγεθών – Τεκμηρίωση
- Καταγραφή κατάστασης στηθαίων ασφαλείας, οδοστρώματος κλπ

Οπτική Επιθεώρηση – Κάτω Διαβάσεις

Οπτική Επιθεώρηση – Άνω Διαβάσεις

Οπτική Επιθεώρηση - Γέφυρες

Οπτική Επιθεώρηση - Καταγραφή



2. List of Damages / Λίστα Βλαβών

TYPE OF DEFECT ΕΙΔΟΣ ΒΛΑΒΗΣ		MEASUREMENT UNIT ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	NAME ΟΝΟΜΑΣΙΑ	PHOTO No ΑΡ. ΦΩΤΟ	QUANTITY ΠΟΣΟΤΗΤΑ	TOTAL ΣΥΝΟΛΟ
CRACKS / ΡΩΓΜΕΣ	Crack 0,30mm Ρωγμές 0,30mm	m / μμ	P1	6	4.20	4.20
MOISTURE / ΥΓΡΑΣΙΑ		m^2	Y1		1.60	83.31
			Y2	6	2.52	
			Y3	7	2.10	
			Y4	9	25.20	
			Y5	13	1.24	
			Y6	14	6.20	
			Y7	15	2.40	
			Y8	18	6.00	
			Y9	28	6.00	
			Y10	20	10.80	
			Y11	24	1.50	
			Y12	25	2.60	
			Y13	23	5.40	
			Y14	31	0.75	
			Y15	30	9.00	
REINF. CORROSION ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΟΠΛΙΣΜΩΝ		m / μμ	O1	18	4.00	4.00
CONCRETE SPALLING ΑΠΟΦΛ. ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ		$m^2 x t = m^3$	A1	21	0.002	0.014
			A2	29	0.004	
			A3	27	0.008	
CONCRETE CAVITIES ΚΕΝΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ		m^2	ΚΣ1	4, 5	7.80	21.14
			ΚΣ2	3	3.60	
			ΚΣ3	8	0.60	
			ΚΣ4	10	0.50	
			ΚΣ5	11	0.84	
			ΚΣ6	12	7.80	
INTERNAL VOIDS ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΚΕΝΑ		m^2	K1		0.94	0.94

Photo 12. Damage: concrete cavity ΚΣ6
Φωτ. 12. Βλάβη: κενό σκυροδέματος ΚΣ6

Photo 25. Damage: moisture Y12
Φωτ. 25. Βλάβη: υγρασία Y12

Ανθεκτικότητα

- **Βάθος Ενανθράκωσης**
- **Περιεκτικότητα σκυροδέματος σε χλωριόντα**
- **Διάβρωση Οπλισμών**
  - Μέτρηση Διαφοράς Δυναμικού…
- **Ποιότητα Σκυροδέματος**
  - Πυρηνοληψία, Κρουσίμετρο, Υπέρηχοι, Εξόλκευση ήλου…

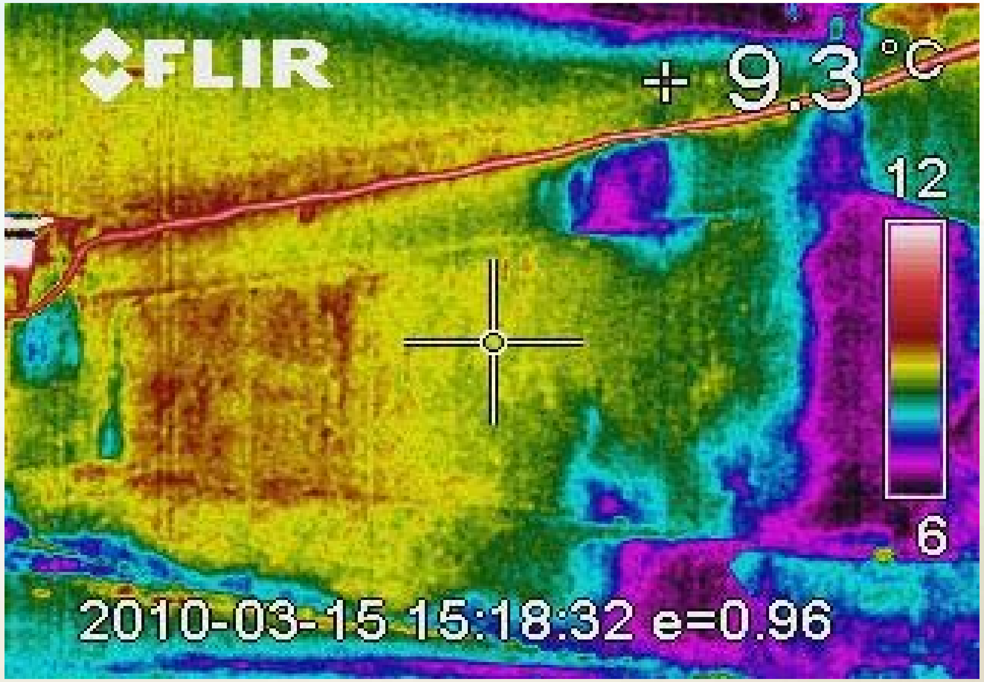
Ανθεκτικότητα - Διαφορά ηλεκτρικού δυναμικού

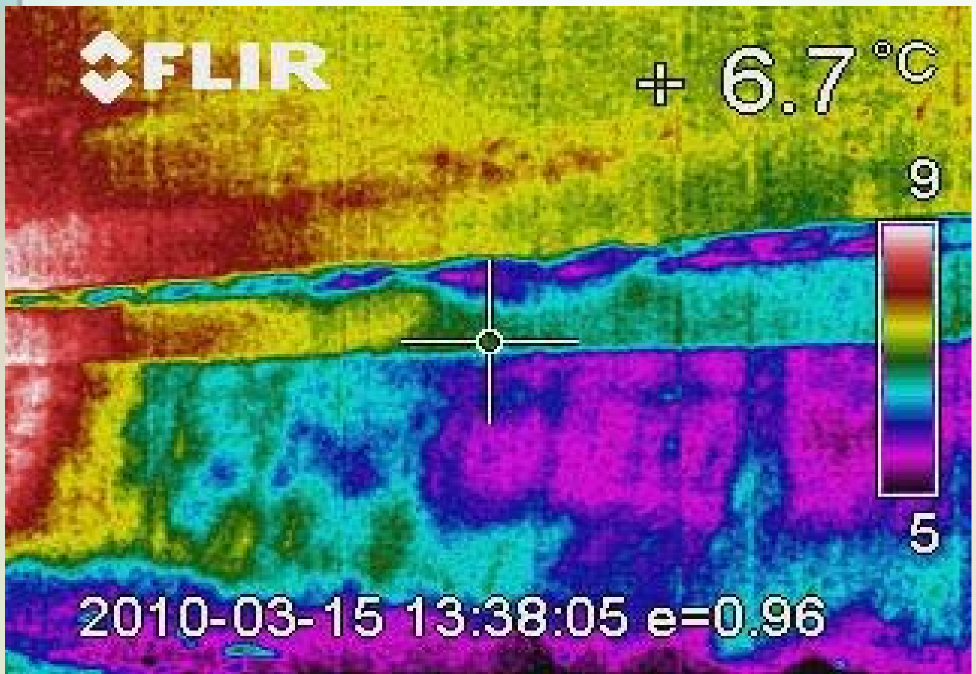
Ανθεκτικότητα - Κρουσιμέτρηση

Ανθεκτικότητα - Εξόλκευση ήλου / Υπέρηχοι

Ανθεκτικότητα - Πυρηνοληψία / Pull off

Ηλεκτρομαγνητική & Υπέρυθρη Σάρωση





Ανθεκτικότητα – Αποκαλύψεις

Συχνότητα & Αίτια Εμφάνισης Βλαβών

- Κακοτεχνίες Κατασκευής
  - Έλλειψη επικάλυψης
  - Κακοί αρμοί σκυροδέτησης
- Χαμηλή Ποιότητα Σκυροδέματος
- Ενανθράκωση
- Ακατάλληλο Σύστημα Αποστράγγισης

EN1504

ΕΤΕΠ

Βιβλιογραφία

Προμηθευτές

Οδηγίες Επισκευής Βλαβών

Υγρασία σε Υφιστάμενα Τεχνικά

- **Εμφάνιση**
  - Αρμοί στο κατάστρωμα ή στα ακρόβαθρα / Ρωγμές
- **Αίτια**
  - Ανεπαρκής αποστράγγιση του οδοστρώματος
  - Ανεπαρκής σφράγιση αρμών
  - Ανεπαρκής στεγάνωση επιφανειών
- **Τρόποι Αντιμετώπισης**
  - Αποκατάσταση ικανού συστήματος αποστράγγισης/σφράγισης
  - Εφαρμογή EN1504-9 (Αρχή P2)
    - Υδρόφοβος Εμποτισμός, Βαφή, Μόνωση, Ηλεκτροχημική Αφύγρανση
  - Υδρόφιλα Πολυμερή που σχηματίζουν κρυστάλλους στη μάζα του σκυροδέματος (Crystalline Hydrophilic Polymers - ACI 212.3R-10)

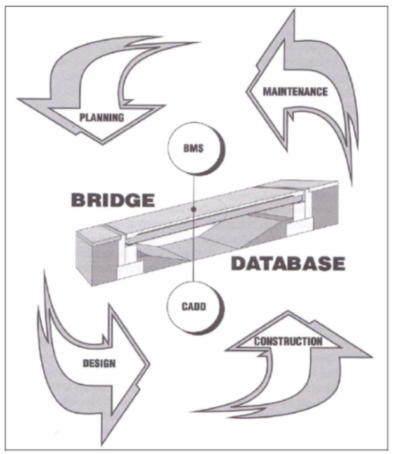
Διαχείριση Υφιστάμενων Γεφυρών

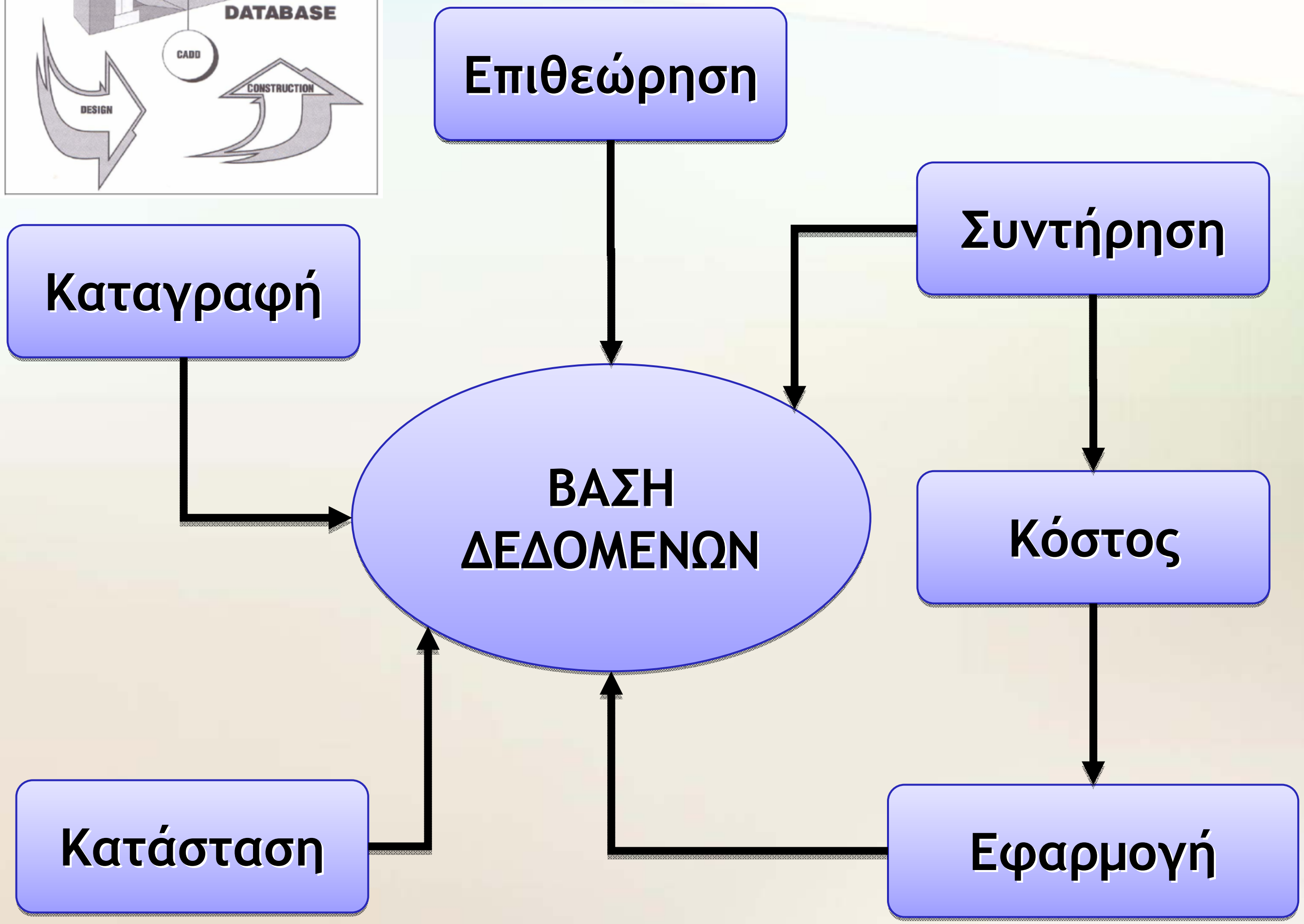
e-BRIDGE

1. Καταγραφή
- Σύστημα FHWA η παρόμοιο
- Τακτικές Επιθεωρήσεις
- Επισκευές Ενίσχυση

2. Επεξεργασία Στοιχείων
- Βαθμονόμηση
- Σχέδιο Συντήρησης-Κόστος

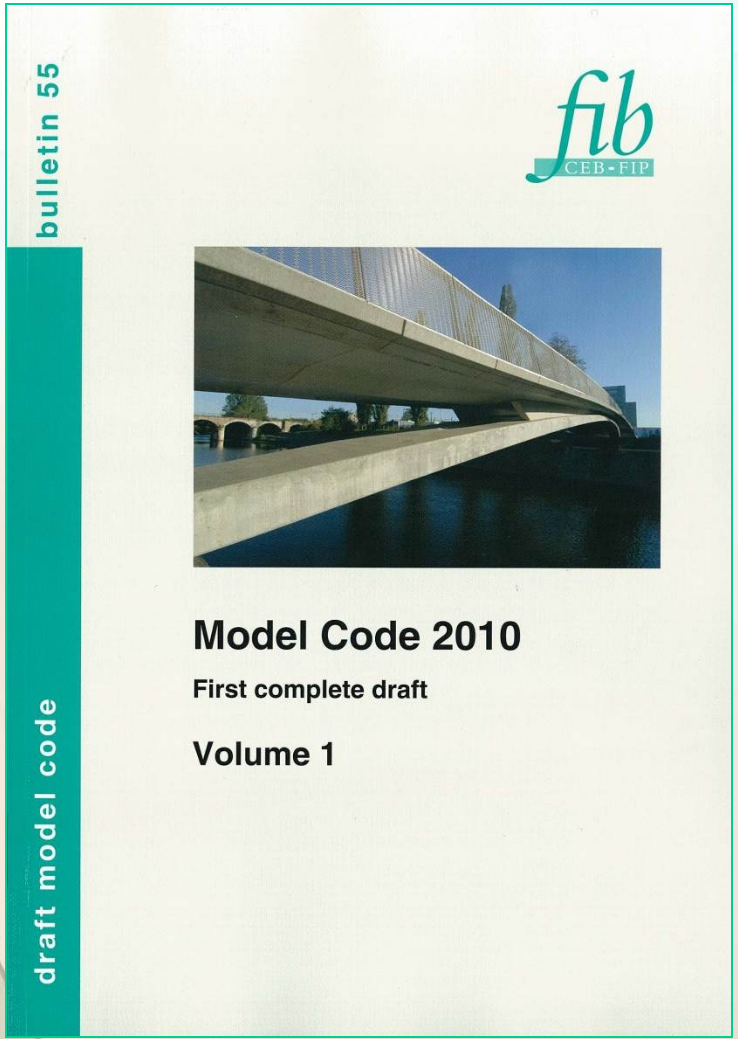
3. IT System
- Υπολογιστικό Νέφος
- Πρόσβαση μέσω Διαδικτύου
- Γραφικό Περιβάλλον
- PC / Tablet / Smartphone
- Google Earth / Autodesk

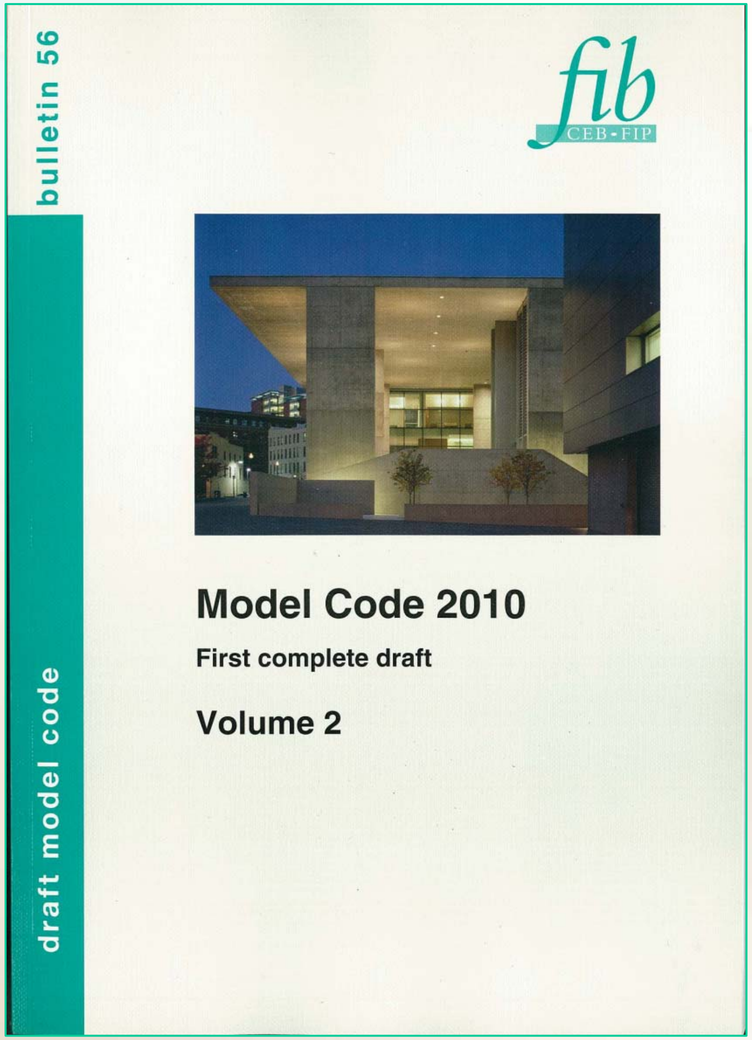




FIB MODEL CODE 2010

- Εισαγωγή του χρόνου (ηλικίας) ως παράμετρος σχεδιασμού.
- Σχεδιασμός με βάση την επιτελεστικότητα.





- <u>Κεφάλαιο 3:</u> Βασικές Αρχές Σχεδιασμού:
  - Σχεδιασμός & Αποτίμηση με βάση την Επιτελεστικότητα για:
    - Λειτουργικότητα (π.χ. περιορισμός βελών)
    - Αντοχή (π.χ. επίτευξη παραμορφωσιμότητας-πλαστιμότητας)
    - Βιωσιμότητα (π.χ. αισθητική, κοινωνικές επιδράσεις)
  - Απαιτήσεις για Λειτουργικότητα και Αντοχή για:
    - Οριακές καταστάσεις Λειτουργικότητας, Αστοχίας, Ευρωστία (αποφυγή αστοχίας υπό ευρύτερο πεδίο δράσεων)
    - Χρόνος Ζωής Κατασκευής
    - Αξιοπιστία (π.χ. αισθητική, κοινωνικές επιδράσεις)
  - Απαιτήσεις για Φιλικότητα προς το περιβάλλον
    - Επιδράσεις στο Περιβάλλον & Κοινωνία
    - Απαιτήσεις Αισθητικής
  - Διαχείριση Κύκλου Ζωής (life cycle management)
    - Πρόγραμμα Ποιότητας στο Σχεδιασμό, στην Κατασκευή, στην Συντήρηση και στην Απόσυρση.

- <u>Κεφάλαιο 4:</u> Αρχές Σχεδιασμού Κατασκευών:
  - Καταστάσεις Σχεδιασμού:
    - Παραμένουσες: συνήθης καταπόνηση της κατασκευής
    - Παροδικές: προσωρινή καταπόνηση της κατασκευής
    - Τυχηματικές: ακραία καταπόνηση της κατασκευής
    - Σεισμικές: σεισμική καταπόνηση της κατασκευής
  - Στρατηγικές Σχεδιασμού:
    - Επάρκεια έναντι της Δράσης
    - Αποφυγή της Δράσης
    - Αποφυγή Κατάρρευσης
  - Έλεγχος Οριακών Καταστάσεων με εφαρμογή:
    - Πιθανοτικής προσέγγισης (ιδίως για υφιστάμενα δομήματα)
    - Μερικών Συντελεστών (στις δράσεις και στα υλικά)
    - Συνολικής Αντοχής (ιδίως για μη γραμμική ανάλυση)
    - Κανόνων Υποχρεωτικής Εφαρμογής (π.χ. λεπτομέρειες όπλισης)
    - Αποφυγή της ίδιας της Δράσης

- <u>Κεφάλαιο 5:</u> Υλικά:
  - Σκυρόδεμα:
    - Ιδιότητες που σχετίζονται με την ανθεκτικότητα που ποσοτικοποιούνται
      - Βάθος ενανθράκωσης
      - Διείσδυση χλωριόντων
      - Ψύξη-Απόψυξη
      - Χημική αντίδραση αδρανών (Alkali-Aggregate Reaction)
      - Προσβολή από οξέα
      - Απόπλυση
  - Χάλυβας χαλαρού οπλισμού
  - Χάλυβας προέντασης
  - Σύστημα Προέντασης
  - Οπλισμός από FRP
  - Ίνες - Ινοπλισμένο σκυρόδεμα

- **<u>Κεφάλαιο 6:</u> Χαρακτηριστικά Διεπιφάνειας:**
  - **Συνάφεια χάλυβα οπλισμού με σκυρόδεμα**
  - **Συνάφεια οπλισμού FRP με σκυρόδεμα**
  - **Σύνδεση σκυροδέματος σε σκυρόδεμα**
  - **Σύνδεση σκυροδέματος σε μορφοχάλυβα & χάλυβα οπλισμού σε σκυρόδεμα**

- **<u>Κεφάλαιο 7:</u> Σχεδιασμός Κατασκευών**
  - **Έλεγχοι για Οριακή Κατάσταση Αστοχίας**
    - **Στατικά Φορτία**
    - **Μη-Στατικά Φορτία (κόπωση, πρόσκρουση-έκρηξη, σεισμός)**
      - **Σεισμός με ελέγχους <u>παραμορφώσεων</u> στα πλάστιμα στοιχεία**
    - **Ακραίες Θερμικές Δράσεις (Φωτιά)**
  - **Έλεγχοι για Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας**

- Κεφάλαιο 7: Σχεδιασμός Κατασκευών (συνέχεια)
  - Έλεγχοι για Οριακή Κατάσταση Ανθεκτικότητας
  - Έλεγχοι για Ευρωστία (Robustness)
  - Έλεγχοι για Φιλικότητα προς το περιβάλλον (Sustainability)
  - Έλεγχοι με χρήση μαθηματικών προσομοιωμάτων
  - Έλεγχοι με χρήση δοκιμών
  - Κατασκευαστικές διαμορφώσεις
- Κεφάλαιο 8: Κατασκευή
- Κεφάλαιο 9: Συντήρηση
  - Απαιτήσεις για τη «διατήρηση» ικανοποίησης συγκεκριμένου επιπέδου επιτελεστικότητας.
- Κεφάλαιο 10: Απόσυρση Κατασκευών

Μεθοδολογία για την Επιθεώρηση και Αποκατάσταση Βλαβών σε Τεχνικά Έργα Οδοποιίας από Σκυρόδεμα

Εφαρμογή σε Γέφυρες των Ελληνικών Αυτοκινητοδρόμων

ΕΥΧΑΡΙΣΤΟΥΜΕ !!!

Παναγιωτάκος Τηλέμαχος, Κόλιας Βασίλειος

DENCO
ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Α.Ε.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΕΡΕΥΝΩΝ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ
ΗΜΕΡΙΔΑ : "ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ - ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ"

ΚΑΘΟΔΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΑΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΤΡΑΠΕΖΗΣ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΤΣΙΜΙΣΚΗ 2 & ΚΑΤΟΥΝΗ, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

ΔΡ. ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ ΠΕΝΕΛΗΣ

penelis
consulting engineers S.A.

<u>ΟΜΑΔΑ ΜΕΛΕΤΗΣ:</u>
Δρ.Γεώργιος Πενέλης, Καθηγητής ΑΠΘ
Δρ.Γρηγόρης Πενέλης, Πολιτικός Μηχανικός ΑΠΘ
Αλεξ. Τουρκαντώνης, Πολιτικός Μηχανικός
<u>ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ:</u>
Δρ.Γεώργιος Μπατής, Καθηγητής ΕΜΠ
<u>ΑΝΑΔΟΧΟΣ:</u>ΑΡΧΙΤΕΧ

penelis
consulting engineers S.A.

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

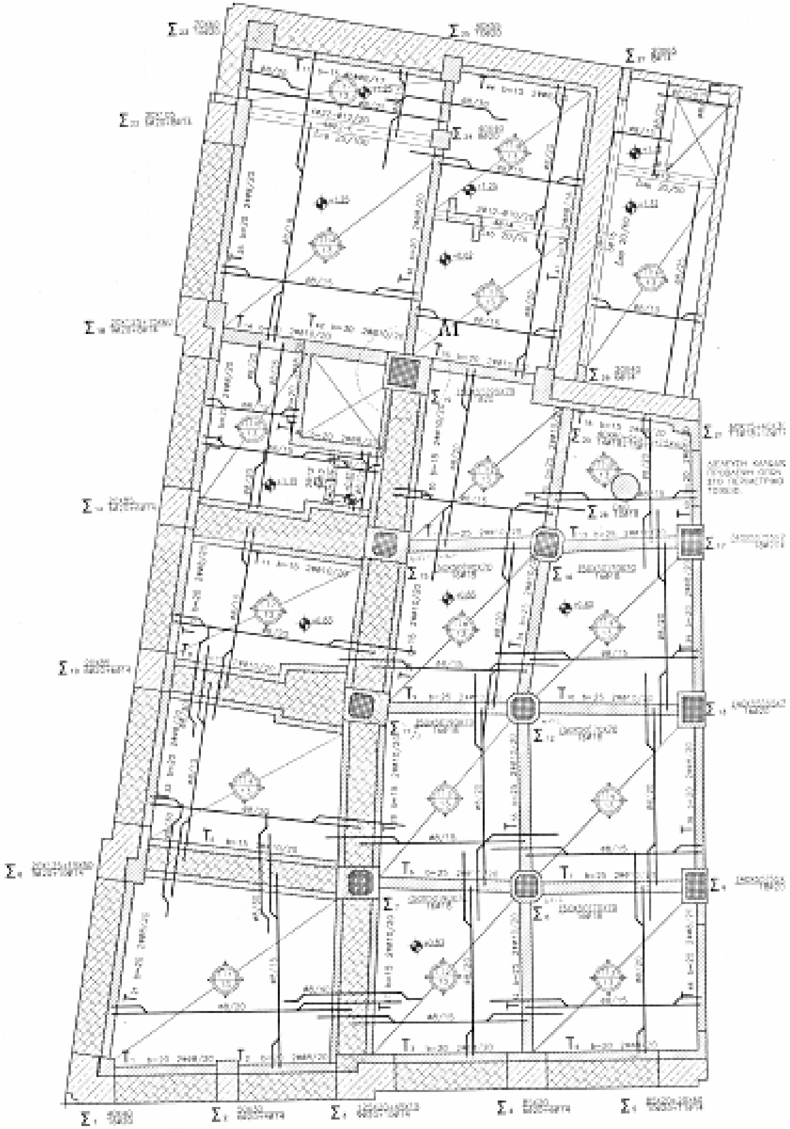
penelis consulting engineers S.A.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

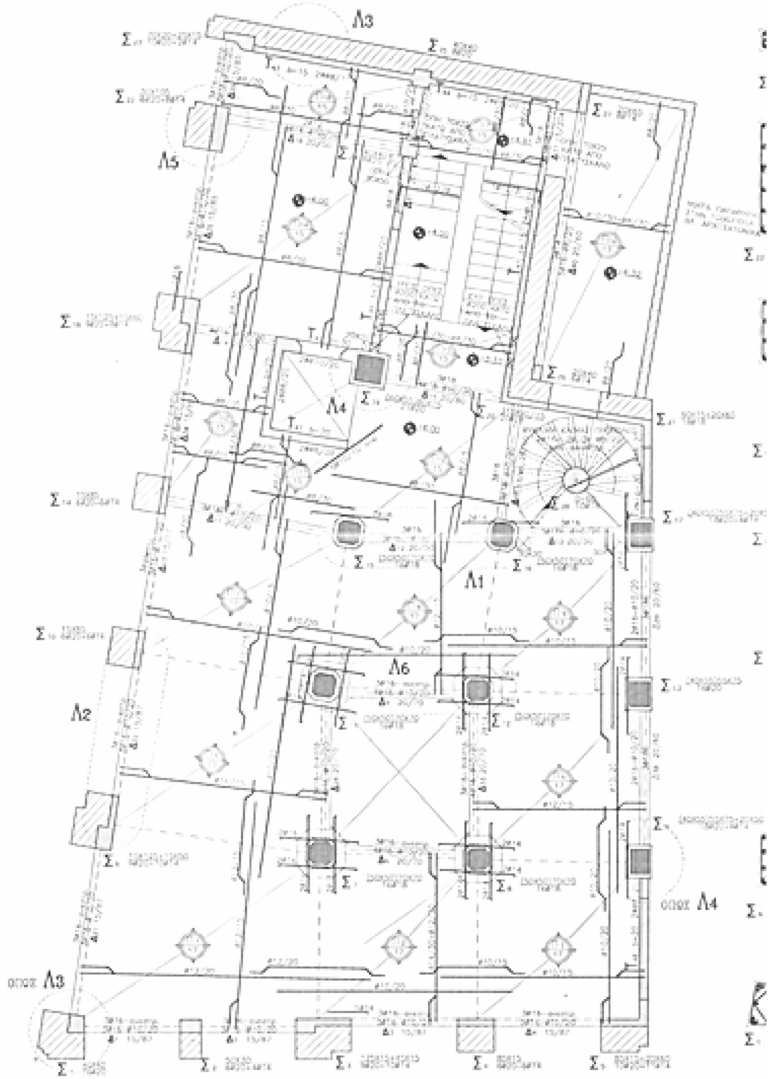
penelis consulting engineers S.A.

- Πρόκειται για ένα γωνιακό κτίριο
- Διαστάσεις κάτοψης: 13.9m*24.1m
- Αποτελείται από υπόγειο, ισόγειο, και πέντε ορόφους εκ των οποίων ο πρώτος είναι πατάρι ενώ ο πέμπτος είναι ρετιρέ
- Έχει κατασκευασθεί με σκελετό από οπλισμένο σκυρόδεμα το 1927
- πραγματοποιήθηκαν επεμβάσεις ενίσχυσης της φέρουσας κατασκευής το 1996
- Η ενίσχυση του κτιρίου πραγματοποιήθηκε με μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος

ΣΧΕΔΙΑ: ΟΡΟΦΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ-ΙΣΟΓΕΙΟΥ



ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ – ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΣΥΝΔΕΤΗΡΙΩΝ ΔΟΚΩΝ ΚΑΙ ΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΟ



ΠΡΟΒΛΗΜΑ

penelis
consulting engineers S.A.

- Σεπτέμβριο (2004) επισημάνθηκαν στους στύλους του ισογείου από τους εργαζόμενους στο κατάστημα της Τράπεζας Πειραιώς τριχοειδή ρήγματα, κατακόρυφα.
- Κινητοποιήθηκε η Τεχνική Υπηρεσία της Πειραιώς REALESTATE
- Στα μέσα του μηνός Οκτωβρίου 2004 πραγματοποιήσαμε την πρώτη αυτοψία στο κτίριο
- Η πρώτη μας εκτίμηση ήταν ότι το αίτιο ηταν η συνέχιση της οξείδωσης των διαμήκων οπλισμών των στύλων της αρχικής κατασκευής του 1927 και μετά την ενίσχυση με αποτέλεσμα τη σταδιακή διόγκωση τους και την εκδήλωση των ρηγμάτων

penelis consulting engineers S.A.

ΡΡΗΓΜΑΤΩΣΕΙΣ

penelis
consulting engineers S.A.


6


47

Εισηγηθήκαμε προφορικώς τα ακόλουθα:
(α) οι ρηγματώσεις δεν εγκυμονούν κανένα άμεσο κίνδυνο για τη φέρουσα ικανότητα σε φορτία βαρύτητας και σεισμό στο κτίριο.
(β) διερευνητικές τομές μέχρι τους οπλισμούς του αρχικού Φ.Ο. στις θέσεις των ρηγμάτων
(γ) Να γίνουν μετρήσεις ηλεκτρικού δυναμικού για ποσοτική επαλήθευση των οπτικών ευρημάτων στις τομές που θα γίνονταν.
(δ) Να γίνουν μετρήσεις PH και χλωριόντων στο σκυρόδεμα που περιβάλει τους οπλισμούς.
(ε) Να γίνει αποτύπωση των ρηγματώσεων σε όλα τα κατακόρυφα στοιχεία.
(στ) Να επικολληθούν μάρτυρες παρακολούθησης της εξέλιξης των ρηγμάτων.

penelis consulting engineers S.A.

<u>Σημειώνουμε ότι η ρηγμάτωση μπορεί να έχει προκληθεί από τρία πιθανά αίτια:</u>

(α) Στατικοί λόγοι

Υπερφόρτωση των υποστυλωμάτων με μεγάλα αξονικά φορτία. Η ύπαρξη ρηγματώσεων όχι μόνο στο ισόγειο αλλά ακόμη και στον 4ο και με προσεγγιστικούς υπολογισμούς των φορτίων
ανά στύλο φάνηκε **ότι η περίπτωση πρέπει να αποκλεισθεί.**

(β) Συστολή ξήρανσης (Drying Shrinkage)

Την ίδια εικόνα ρηγμάτωσης θα παρουσίαζαν τα υποστυλώματα εάν δεν είχε
προηγηθεί καλή διαβροχή του υφισταμένου υποστυλώματος πριν από την σκυροδέτηση του μανδύα. Ένα τέτοιο φαινόμενο θα
εκδηλώνονταν μερικές μέρες μετά το ξεκαλούπωμα.

penelis consulting engineers S.A.

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

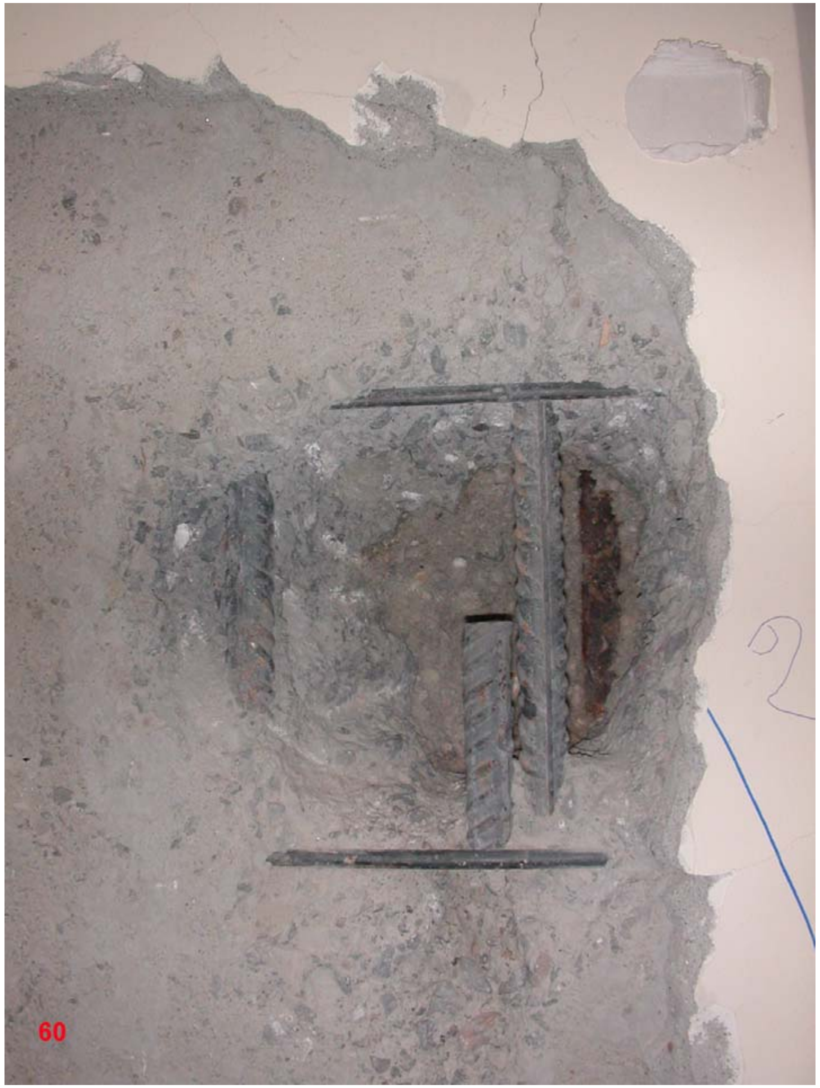
penelis
consulting engineers S.A.


11


16/12/04
24


1
55


4
58


60


62


63

65

66

penelis
consulting engineers S.A.

penelis
consulting engineers S.A.

Πίνακας 1: Υποστυλώματα του κτιρίου που εμφάνισαν ρηγματώσεις

Επίπεδο	**Υποστύλωμα**
Ισόγειο	Σ15, Σ11, Σ12, Σ7, Σ8
$1^{ος}$ όροφος	Σ11, Σ12, Σ7, Σ8
$2^{ος}$ όροφος	Σ19, Σ15, Σ11, Σ12, Σ7, Σ8
$3^{ος}$ όροφος	Σ19, Σ15, Σ11, Σ12, Σ7, Σ8
$4^{ος}$ όροφος	Σ19, Σ16, Σ15, Σ11, Σ12, Σ7, Σ8

- Δεν υφίστανται ρηγματώσεις σε δοκούς.
- επικολλήθηκαν μάρτυρες (τζαμάκια) σε 33 χαρακτηριστικές θέσεις στις 27/10/2004. Στο μεσολαβήσαν διάστημα μέχρι 16/12/2004 δεν παρατηρήθηκε καμία εξέλιξη των ρηγματώσεων,

penelis
consulting engineers S.A.

Πίνακας 2: Τοποθεσία και παραπομπή σε φωτογραφική απεικόνιση τομών

τομή	**τοποθεσία**	**Αρ. Φωτογραφίας μαρκαρισμένης τομής**	**Αρ. Φωτογραφίας ανοιγμένης τομής**
τομή 1	Σ15 $3^{\text{ου}}$ ορόφου	-	55
τομή 2	Σ15 ισόγειο	49	60
τομή 3	Σ12 $3^{\text{ου}}$ ορόφου	22	54
τομή 4	Σ8 $2^{\text{ου}}$ ορόφου	37	58
τομή 5	Σ12 $2^{\text{ου}}$ ορόφου	33	-

Πρέπει να σημειωθεί ότι σε όλες τις τομές διαπιστώθηκε έντονη διάβρωση του εσωτερικού οπλισμού, ενώ αντίθετα ο οπλισμός του μανδύα ενίσχυσης παρέμεινε ανενεργός, γεγονός που αναμενόταν και επιβεβαίωσε την αρχική διάγνωση.

Πίνακας 3: Δυναμικό διάβρωσης υποστυλωμάτων του κτιρίου της Τράπεζας Πειραιώς

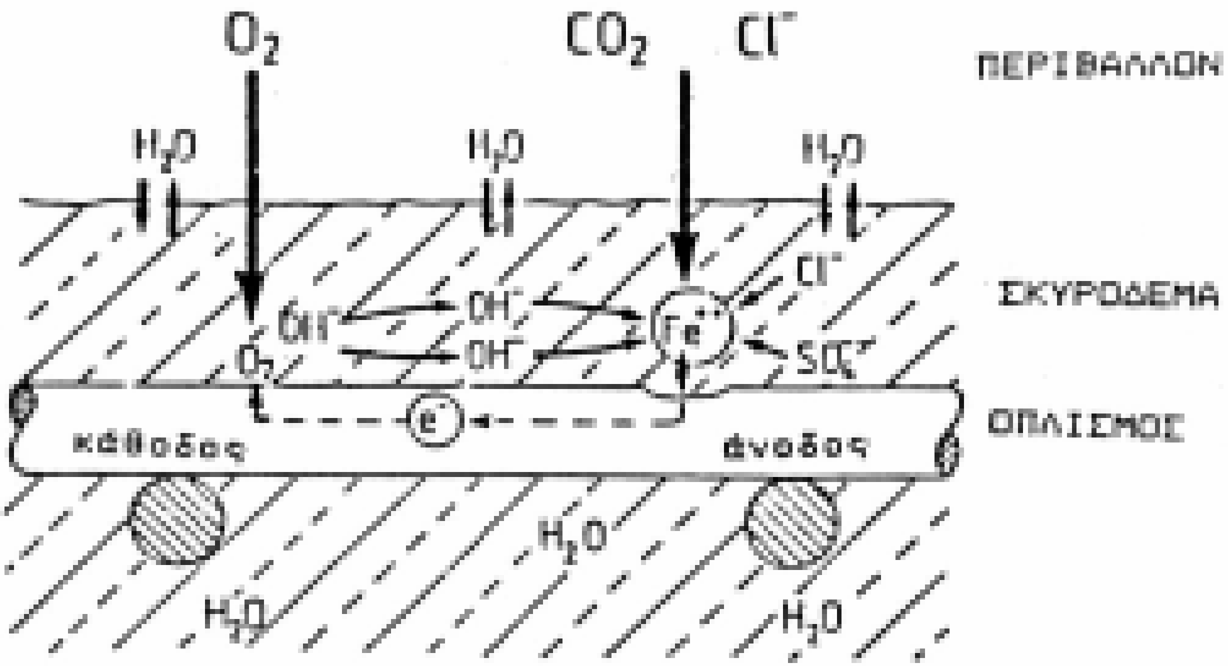
α/α	Υποστύλωμα	Δυναμικό Διάβρωσης (mV)
1	Σ15 εσωτερικά	-260
2	Σ15 εξωτερικά	-315
3	Σ8 εσωτερικά	-263
4	Σ8 εξωτερικά	-250
5	Σ15 εσωτερικά	-359
6	Σ15 εξωτερικά	-235
7	Σ12 εσωτερικά	-275
8	Σ12 εξωτερικά	-160

V,–250 mV ο οπλισμός ευρίσκεται στην παθητική περιοχή μικρή πιθανότητα διάβρωσης.

–250mV<V<–350 mV ο οπλισμός δεν ευρίσκεται στην παθητική κατάσταση 50% πιθανότητα διάβρωσης.

–350 mV<V ο οπλισμός ευρίσκεται στην ενεργή περιοχή 95% πιθανότητα διάβρωσης.

penelis consulting engineers S.A.



Σχήμα 1: Σχηματισμός γαλβανικού στοιχείου στον σιδηροπλισμό σκυροδέματος, με αποτέλεσμα την διάβρωση του οπλισμού (κατά Evans)

Θέση	Αντίδραση	Προϋποθέσεις
Ανοδος	$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$	Ενανθράκωση / Cl^-
Κάθοδος	½ $2O2 + H2O + 2\varepsilon- \rightarrow 2OH-$	Παρουσία O_2/H_2O
Ανοδος – Κάθοδος	$Fe^{2+} + 2OH- \rightarrow Fe(OH)$	Αγωγιμότητα Σκυροδέματος
Ανοδος – Κάθοδος	$Fe(OH)_2 + \ldots O_2 \rightarrow \ldots FeOOH$	Παρουσία Νερού

Πίνακας 4: Ερμηνεία τιμών ηλεκτρικής αντίστασης.

Ειδική ηλεκτρική αντίσταση P (kΩ cm)	*Ερμηνεία*
ρ>20 kΩ cm	Χαμηλός ρυθμός διάβρωσης
10<ρ<20 kΩ cm	Χαμηλός ως μέτριος ρυθμός διάβρωσης
5<ρ<10 kΩ cm	Υψηλός ρυθμός διάβρωσης
ρ<5 kΩ cm	Πολύ υψηλός ρυθμός διάβρωσης

Η μέτρηση της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης του σκυροδέματος έγινε σύμφωνα με την μέθοδο Wenner (μέθοδος τεσσάρων σημείων). Στον πίνακα 4 δίνεται η ερμηνεία των τιμών της ηλεκτρικής αντίστασης.

penelis consulting engineers S.A.

Πίνακας 5: Τιμές ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης του σκυροδέματος στο νέο και το παλαιό σκυρόδεμα.

α/α	Υποστήλωμα	**Ειδική Ηλεκτρική αντίσταση kΩ cm**
1	Σ15 εσωτερικά	-
2	Σ15 εξωτερικά	15
3	Σ8 εσωτερικά	-
4	Σ8 εξωτερικά	16
5	Σ15 εσωτερικά	-
6	Σ15 εξωτερικά	15
7	Σ12 εσωτερικά	8
8	Σ12 εξωτερικά	25

Από τις μετρήσεις της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης παρατηρείται διαφορά μεταξύ του νέου (σκυρόδεμα αποκατάστασης) και του παλαιού σκυροδέματος (υπάρχων). Η διαφορά αυτή αποτελεί ένδειξη της ύπαρξης μάκρο - στοιχείων στην κατασκευή.

penelis consulting engineers S.A.

- Το βάθος ενανθράκωσης των σκυροδεμάτων προσδιορίστηκε με ψεκασμό δοκιμίων σκυροδέματος σε διάλυμα δείκτη φαινολοφθαλεΐνης σύμφωνα με το πρότυπο ***RILEM CP-18***. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η αλλαγή του χρώματος του δείκτη πραγματοποιείται για pH=9.
- Ενανθράκωση παρατηρείται εσωτερικά των υποστυλωμάτων δηλαδή στο παλαιό σκυρόδεμα.
- Αντίθετα οι καινούργιοι οπλισμοί στους μανδύες ευρίσκονται σε μη ενανθρακωμένο σκυρόδεμα.

penelis
consulting engineers S.A.

- Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης των χλωριόντων στη μάζα των σκυροδεμάτων πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με το πρότυπο *BRE 13/77* στο εργαστήριο Φυσικοχημείας και Εφαρμοσμένης Ηλεκτροχημείας της Σχολής Χημικών Μηχανικών (Ε.Μ.Π.).
- Οι τιμές των χλωριόντων που μετρήθηκαν στις τέσσερις από τις έξι περιπτώσεις θεωρούνται χαμηλές κάτω του κρίσιμου ορίου << 9 kg/m3 σκυροδέματος.

Πίνακας 6: Μετρήσεις συνολικών χλωριόντων

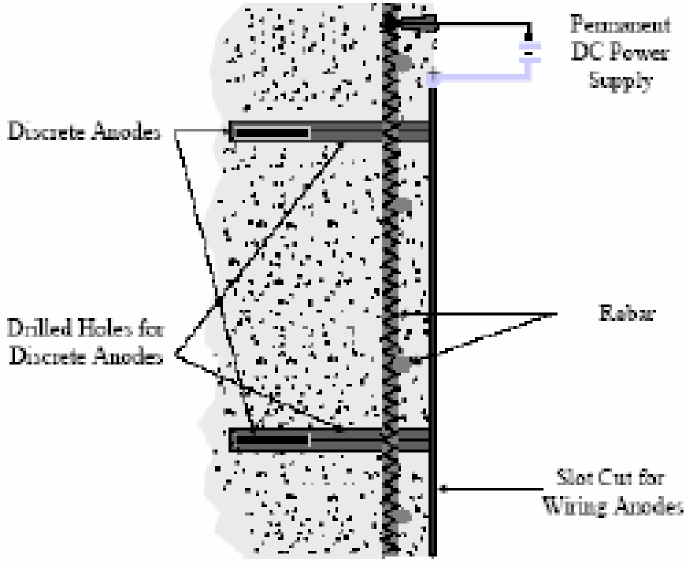
α/α	Τοποθεσία	Περιεκτικότητα σε χλωριόντα (kg/m^3 Ο.Σ.)
1	Σ12 (εσωτερικά)	4,608
2	Σ12 (εξωτερικά)	3,809

ΕΠΕΜΒΑΣΗ

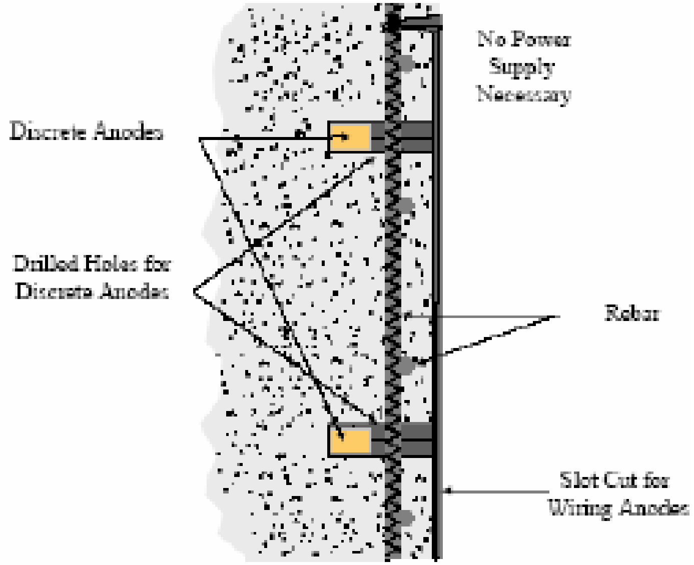
- Αδύνατη η αποκατάσταση των παλαιών οπλισμών, λόγω της ύπαρξης μανδύα
- Σύστημα καθοδικής προστασίας
  α) εξωτερικής ηλεκτρικής πηγής (ICCP impressed current cathodic protection)
  β) γαλβανικά συστήματα καθοδικής προστασίας με θυσιαζόμενα στοιχεία

Και στις δυο κατηγορίες συστημάτων η άνοδος που χρησιμοποιείται μπορεί να τοποθετηθεί με δύο τρόπους:

- Διανεμημένη, δηλαδή σε μορφή πλέγματος μέσα σε μία νέα στρώση στην επιφάνεια του σκυροδέματος
- Με το σύστημα διακριτών ανόδων οι οποίες τοποθετούνται σε τρύπες που ανοίγονται



Σχήμα 2α



Σχήμα 2β

Σχήμα 2: Σύστημα διακριτών ανόδων α) σε σύστημα καθοδικής προστασίας με εξωτερική πηγή τροφοδοσίας ενέργειας β) σε γαλβανικό σύστημα καθοδικής προστασίας

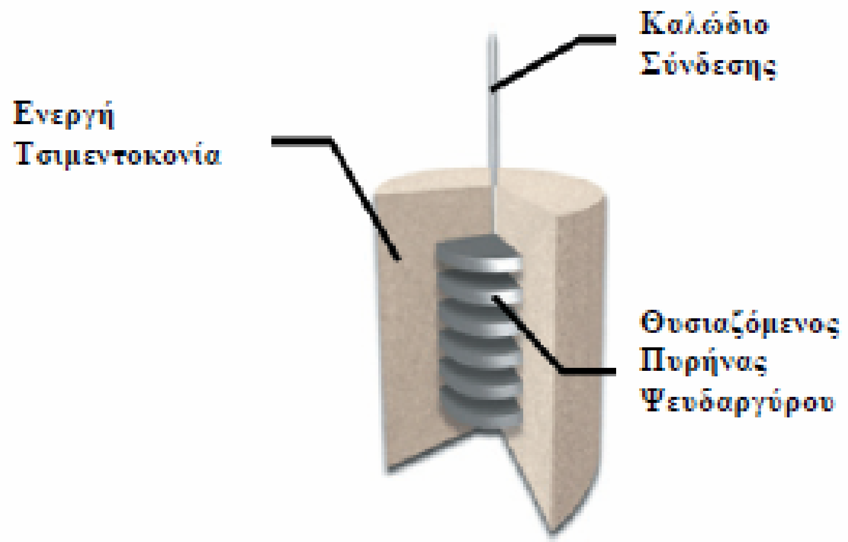
A) ICCP

Εγκαθίσταται μία μόνιμη άνοδος στην κατασκευή, και εφόσον συνδεθεί ο θετικός πόλος της εξωτερικής πηγής με την άνοδο και ο αρνητικός με τον χαλύβδινο οπλισμό, το σύστημα τίθεται σε λειτουργία. Με βάση τα βιομηχανικά δεδομένα το σύστημα μπορεί να θεωρηθεί ως 100% επιτυχές όταν η πολικότητα του οπλισμού μετά την απενεργοποίηση του συστήματος πληροί το κριτήριο πολικότητας των 100mV. Ωστόσο, το σύστημα πρέπει να παραμείνει ενεργοποιημένο καθ' όλη τη διάρκεια ζωής της κατασκευής προκειμένου να παρέχεται προστασία διάβρωσης. Τα συστήματα αυτής της κατηγορίας απαιτούν συντήρηση.

Β) γαλβανικά συστήματα
Γαλβανική προστασία επιτυγχάνεται όταν συνδέονται δυο ανόμοια μέταλλα. Το μέταλλο με την μεγαλύτερη τάση για διάβρωση διαβρώνεται και κατά τη διάρκεια διάβρωσης του μετάλλου που ουσιαστικά «θυσιάζεται» παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα το οποίο προστατεύει τελικά τον οπλισμό. Συνήθη μέταλλα που χρησιμοποιούνται σε αυτά τα συστήματα είναι από ψευδάργυρο, αλουμίνιο, μαγνήσιο. Αυτή η κατηγορία συστημάτων καθοδικής προστασίας απαιτεί πολύ λιγότερο έλεγχο και συντήρηση από την προαναφερθείσα.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Επιλέχθηκε ένα γαλβανικό σύστημα διαβρωτικής προστασίας με διακριτές ανόδους τύπου Galvashield CC



Σχήμα 3: Άνοδος Vector Galvashield CC

penelis
consulting engineers S.A.

Πίνακας 7: Τεχνικά χαρακτηριστικά ανόδων τύπου Galvashield CC

Τύπος ανόδου	Περιγραφή	Διάμετρος x μήκος	Ελάχιστη διάσταση διατορήματος διάμετρος x βάθος
Galvashield CC65	Μονάδα για κανονική πυκνότητα χάλυβα	46 x 62 mm	50 x 95 mm
Galvashield CC100	Μονάδα για υψηλότερη πυκνότητα χάλυβα	46 x 100 mm	50 x 130 mm
Galvashield CC135	Μονάδα για διασταυρούμενο οπλισμό	29 x 135 mm	32 x 165 mm

ΣΕΙΡΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Προετοιμασία

1. Αρχικά πρέπει να γίνουν συμπληρωματικές μετρήσεις για την διαπίστωση της ηλεκτρικής συνέχειας του οπλισμού. Εφόσον διαπιστωθεί διακοπή της συνέχειας του οπλισμού θα διεξαχθούν συγκολλήσεις μεταξύ των οπλισμών ούτως ώστε να αποκατασταθεί η συνέχεια.
2. Να προσδιοριστεί ο κάναβος του υπάρχοντα οπλισμού και να σημειωθεί ιδιαίτερα στις περιοχές όπου πρόκειται να τοποθετηθούν οι άνοδοι.
3. Στη συνέχεια πρέπει να προσδιοριστούν και να μαρκαριστούν τα σημεία που θα τοποθετηθούν οι άνοδοι. Όταν αυτό είναι εφικτό, οι άνοδοι πρέπει να εγκαθίστανται σε μία ελάχιστη απόσταση 100mm από τον κάναβο του οπλισμού.

Προετοιμασία

Η μέγιστη απόσταση μεταξύ των ανόδων είναι συνάρτηση του εμβαδού επιφάνειας του χάλυβα και δίδεται στον πίνακα 8 για άνοδο τύπου Galvashield CC65. Στον ίδιο πίνακα δίνεται ένας προσεγγιστικός αριθμός ανόδων ανά τετραγωνικό μέτρο σκυροδέματος ανάλογα με το εμβαδόν επιφάνειας χάλυβα.

Πίνακας 8: Τύπος ανόδου: **Galvashield CC65**

Εμβαδό επιφάνειας χάλυβα ανά m² σκυροδέματος	Διάσταση κανάβου	Αριθμός ανόδων ανά m² σκυροδέματος
≤ 0.4	600 mm	3
0.41 - 0.54	500 mm	4
0.55 - 0.67	450 mm	5
0.68 - 0.80	400 mm	6
0.81 - 0.94	380 mm	7
0.95 - 1.07	355 mm	8
1.08 - 1.2	335 mm	9

penelis consulting engineers S.A.

Προετοιμασία

4. Προσδιορισμός και σημείωση των θέσεων όπου θα γίνει η σύνδεση με τις ράβδους. Στην περίπτωση που οι άνοδοι εγκατασταθούν σε σειρά απαιτούνται δύο συνδέσεις με τον οπλισμό για ένα μέγιστο αριθμό ανόδων δέκα ανά σειρά.

5. Σε κάθε θέση πρέπει να ανοιχτεί διατόρημα διαμέτρου 50mm από την επιφάνεια του σκυροδέματος έως την επάνω επιφάνεια της ράβδου, προκειμένου διευκολυνθεί η ηλεκτρική σύνδεση με τον οπλισμό. Για να επιτευχθεί ηλεκτρική σύνδεση απαιτείται το άνοιγμα οπής βάθους 5-7mm μέσα στη ράβδο οπλισμού στις θέσεις που αποφασίστηκε ότι θα γίνει η σύνδεση ανόδου–οπλισμού χρησιμοποιώντας τρυπανιδιαμέτρου 3.5mm.

Προετοιμασία

6. Διατορήματα στα σημεία πού προσδιορίστηκε ότι θα τοποθετηθούν οι άνοδοι. Οι διαστάσεις κάθε διατορήματος είναι συνάρτηση του τύπου ανόδου που επιλέχτηκε.

7. Στην περίπτωση που οι άνοδοι εγκατασταθούν σε σειρά, είναι απαραίτητο να δημιουργηθεί μία συνεχής οπή ελάχιστου πλάτους 4mm και βάθους 15mm στην επιφάνεια του σκυροδέματος μεταξύ των διατορημάτων που θα χρησιμοποιηθούν για την εγκατάσταση των ανόδων και των αυτών που δημιουργήθηκαν στο στάδιο 4 για την σύνδεση με τον οπλισμό.

8. Από τα διατορήματα πρέπει να απομακρυνθεί κάθε είδους άχρηστο υλικό (σκόνη κλπ.)

Εγκατάσταση

1. Οι άνοδοι πρέπει να βραχούν το λιγότερο για 10 λεπτά και για χρονικό διάστημα όχι μεγαλύτερο από 20 λεπτά σε μικρό όγκο νερού και να μετακινηθούν από το νερό άμεσα πριν την εγκατάσταση.
2. Στη συνέχεια αφαιρείται όσο νερό έχει απομείνει από τις πρωτύτερα βρεγμένες και καθαρισμένες τρύπες όπου θα τοποθετηθούν οι άνοδοι, και τα 2/3 κάθε τρύπας γεμίζονται με το κατάλληλο κονίαμα.
3. Ακολουθεί η τοποθέτηση των ανόδων στις εν λόγω τρύπες με τέτοιο τρόπο, ώστε να εξαναγκαστεί το κονίαμα να γεμίσει το δακτυλιοειδές κενό από κάτω μέχρι πάνω.

Εγκατάσταση

4. Σε κάθε διατόρημα που δημιουργήθηκε στο βήμα 4 της προετοιμασίας, για την ηλεκτρική σύνδεση με τον οπλισμό, τοποθετείται το παρεχόμενο καλώδιο σύνδεσης χρησιμοποιώντας το κατάλληλο ανοξείδωτο χαλύβδινο στοιχείο σύνδεσης διαμέτρου 3.2mm που επίσης παρέχεται, το οποίο και καρφώνεται στο σημείο σύνδεσης.

5. Η σωστή σύνδεση και η συνέχεια των οπλισμών πρέπει να εξακριβωθεί με τη βοήθεια ενός πολυμέτρου. Η μέγιστη αντίσταση μεταξύ των σημείων μέτρησης πρέπει να είναι λιγότερο από 1 ohm.

6. Ακολουθεί η μόνωση της σύνδεσης αυτής με το κατάλληλο υλικό που παρέχεται από την εταιρεία παραγωγής των ανόδων.

Εγκατάσταση

7. Ολοκληρώνονται οι συνδέσεις των καλωδίων μεταξύ των ανόδων και του οπλισμού

8. Μετά την ολοκλήρωση της σύνδεσης όλων των ανόδων σε σειρά πρέπει να ελεγχθεί η συνέχεια μεταξύ των ανόδων και των σημείων σύνδεσης με τους οπλισμούς. Τιμές αντίστασης μικρότερες η ίσες με 1 ohm είναι αποδεκτές.

9. Κατόπιν γεμίζεται το πάνω μέρος των διατορημάτων με το ειδικά κατασκευασμένο κονίαμα με ελάχιστη επικάλυψη 25mm, και τέλος αφαιρείται η ποσότητα που προεξέχει από την επιφάνεια του σκυροδέματος.

10. Όλες οι καλωδιώσεις πρέπει να «θαφτούν» μέσα στις ανοιγμένες εγκοπές

Λεπτομέρεια σύνδεσης ανοδίων με οπλισμό

Υποστύλωμα Σ16

Υποστύλωμα Σ7

Υποστύλωμα Σ16

Παθολογία-Ανθεκτικότητα Οπλισμένου Σκυροδέματος και Αποκατάσταση

19^{η} Απριλίου 2013 - Θεσσαλονίκη

Αποκατάσταση και προστασία κατασκευών μειωμένης ανθεκτικότητας με χρήση σύνθετων υλικών

Μιχάλης Ι. Καραντζίκης, MSc Πολιτικός Μηχανικός

Τεχνολογία FRP (Σύνθετα Υλικά)

- Fiber Reinforced Polymers – Ινοπλισμένα Πολυμερή
- Υψηλή αντοχή (500-2500MPa)
- Μικρό βάρος (της τάξης 1.0Kg/m2)

- Μικρός πάχος (1-6mm)
- **Ανθεκτικότητα**
- Δεν αλλάζει η δυσκαμψία
- Ευκολία εφαρμογής
- Ελάχιστη όχληση
- Μικρό ενεργειακό αποτύπωμα

Σύνθετα Υλικά Ινών Άνθρακα

CFRP (Carbon)

Uni-directional carbon fabric

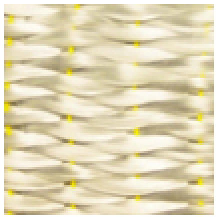
±45° Bi-directional carbon fabric

Laminate Strips

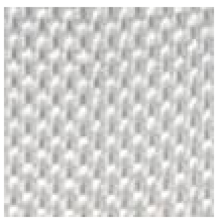
Pre-impregnated carbon plates

Σύνθετα Υλικά Ινών Υάλου

GFRP (Glass)



Uni-directional glass fabric



0°/90° Bi-directional glass fabric

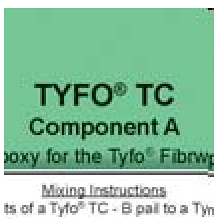
±45° Bi-directional glass fabric

Μήτρες – Εποξειδικών Ρητινών

Epoxies Resins - Χρήση

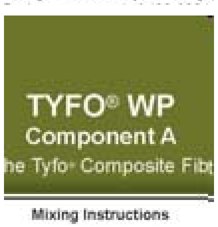
για εμποτισμό υφασμάτων

για *εξομάλυνσης επιφάνειας*



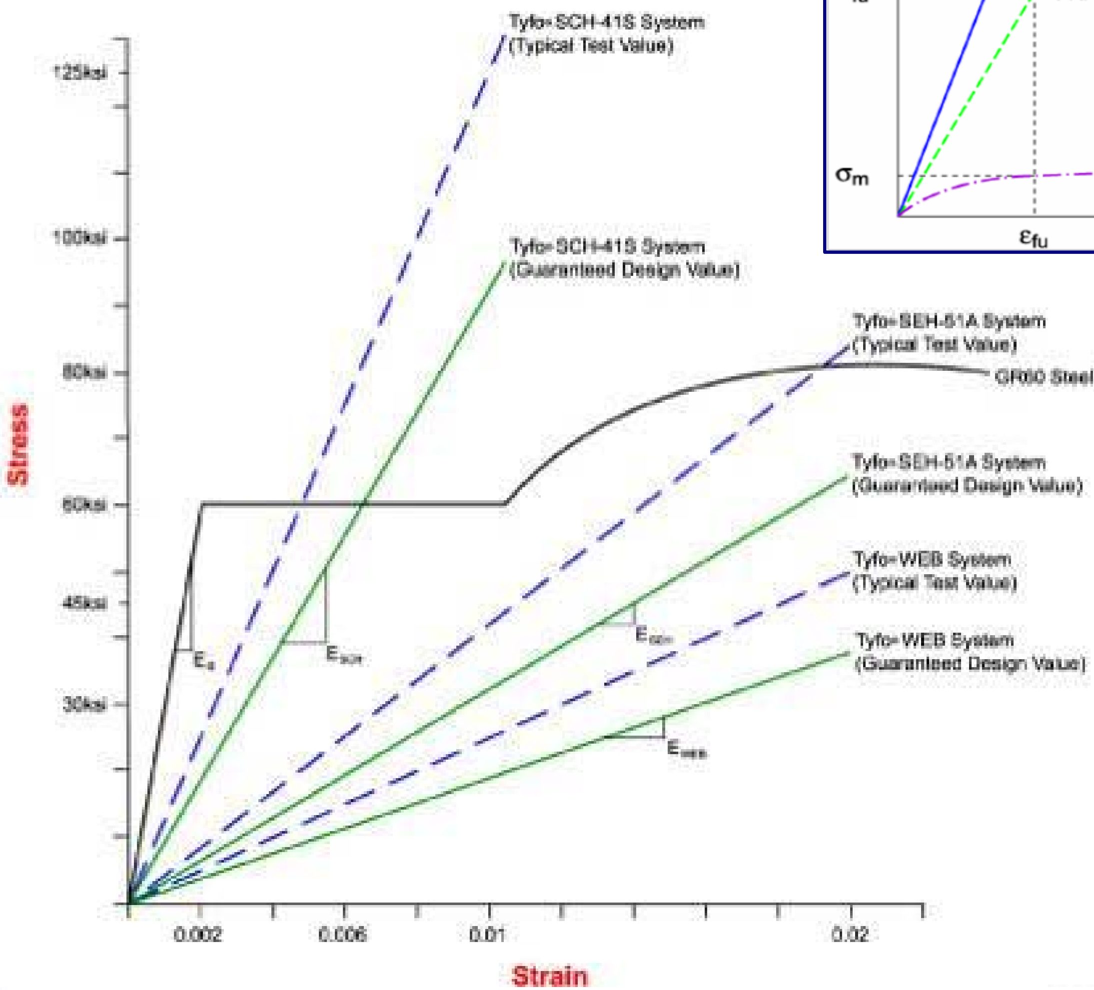
για τοποθέτηση ανθρακοελασμάτων

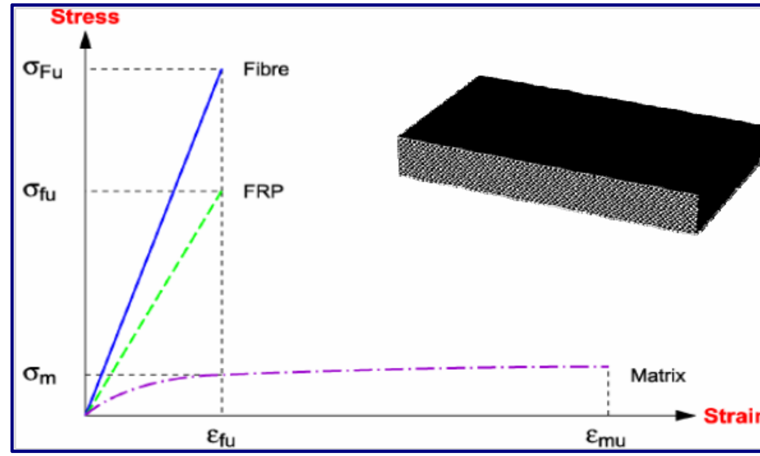
για εφαρμογές μέσα σε νερό



για επικόλληση σε υγρές επιφάνειες

Τεχνικά Χαρακτηριστικά Σύνθετων Υλικών



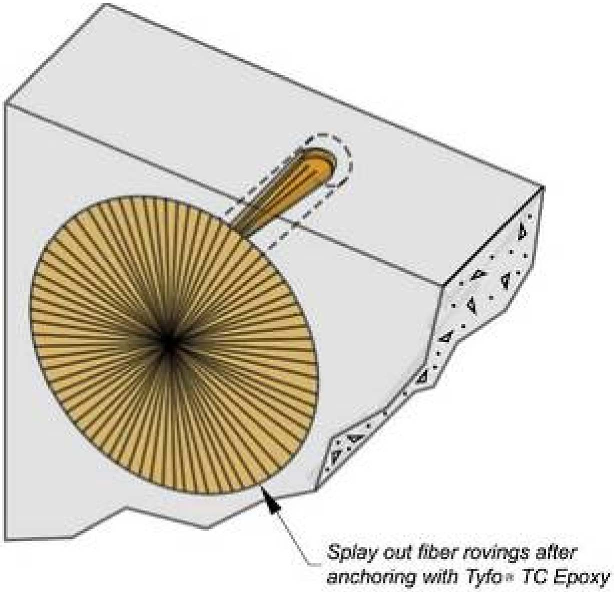


Ειδικά Συστήματα Αγκύρωσης

Συμβατά Αγκύρια Ινών

Uni-directional glass roving for improved end details & force transfer

Uni-directional carbon roving for improved end details & force transfer



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Τεστ Ανθεκτικότητας FRP

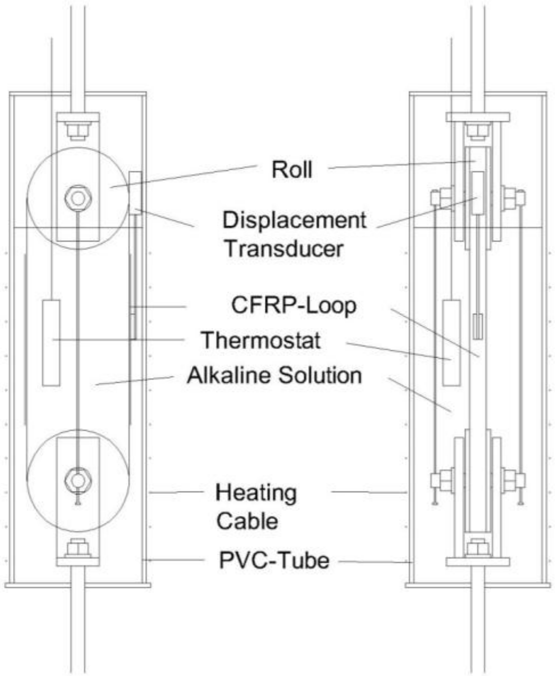
Material Durability Testing

20,000hrs test / 100 Yrs service life

Exposures Tested:

- *Salt & Fresh Water*
- *Alkali*
- *UV Radiation*
- *Dry heat*
- *Freeze/thaw*
- *Cold weather*

Τεστ ανθεκτικότητας FRP υπό φόρτιση σε διάλυμα pH 13,7 & 40°C για 2000 ώρες



Institute for Building Materials, University of Braunschweig, Germany, 2012

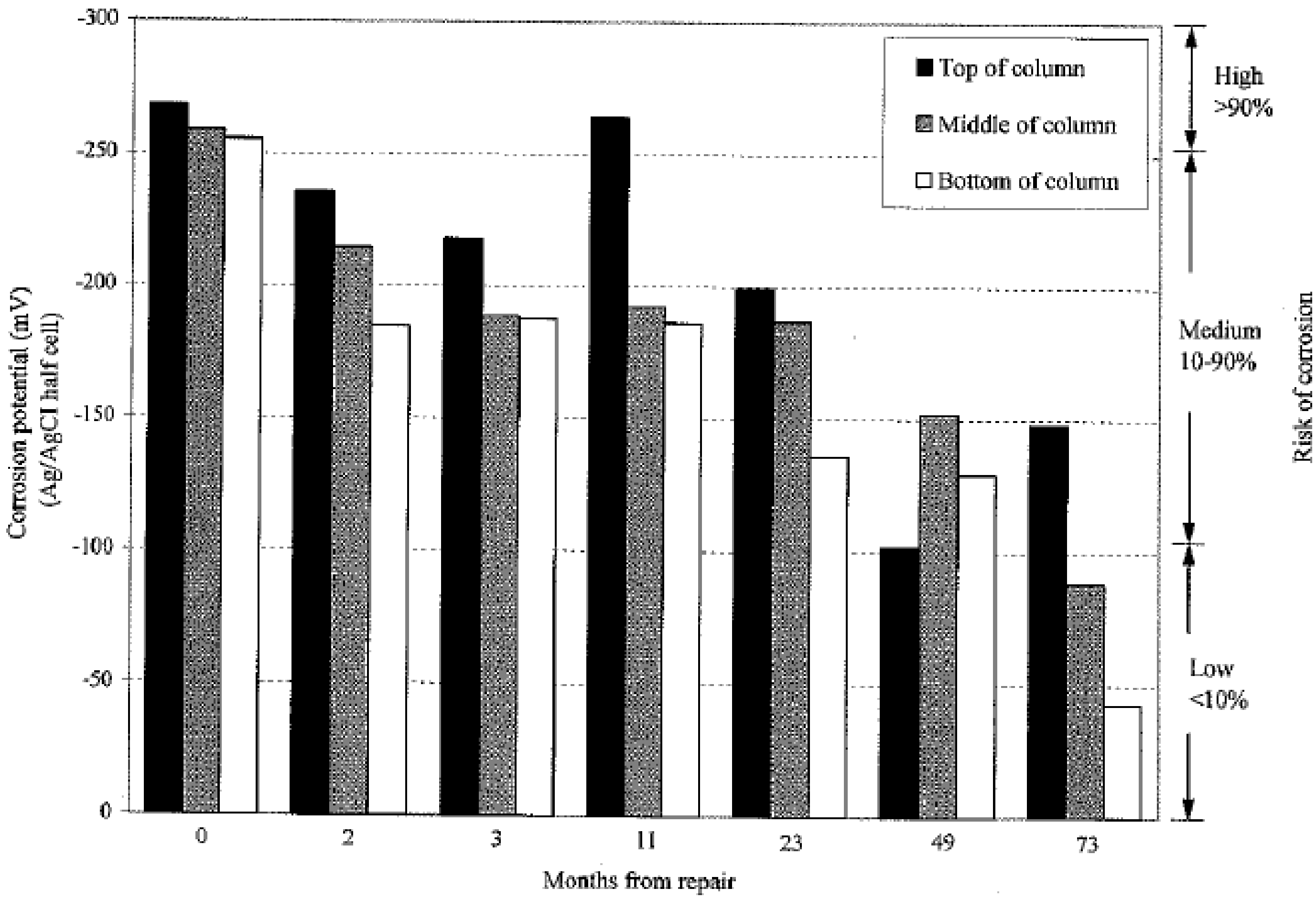
Ανθεκτικότητα FRP στο πεδίο

AEROSPACE REPORT NO.
ATR-2005(7796)-1

The Application of Qualification Testing, Field Testing, and Accelerated Testing for Estimating Long-Term Durability of Composite Materials for Caltrans Applications

25 February 2005

Προστασία οπλισμένου σκυροδέματος με FRP



Field and laboratory performance of bridge columns repaired with glass FRP sheets, University of Toronto, 1996-2002

Προστασία οπλισμένου σκυροδέματος με FRP

Specimen RC6 wrapped over the top 33 in.

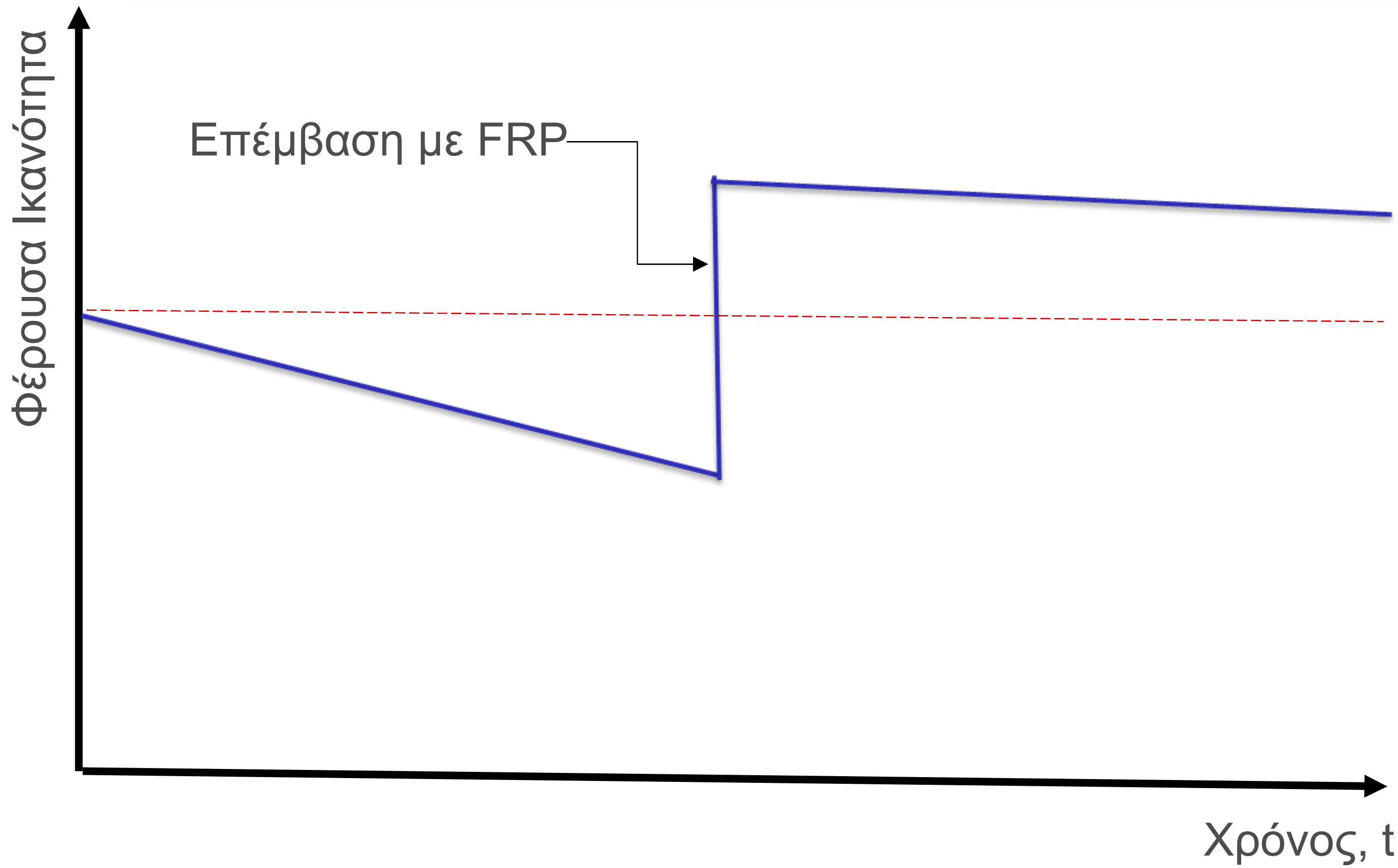
Specimen RC6 after removal of wrap

Specimen RC8 with no wrap.

Texas Department of Transportation, Austin, 2006

Επέμβαση με Σύνθετα Υλικά

1. **Προστασία – αυξημένη ανθεκτικότητα**
2. **Αύξηση φέρουσας ικανότητας – στατική ενίσχυση**



Προετοιμασία εφαρμογής

Εμποτισμός Υφασμάτων

Εφαρμογή Σύνθετων Υλικών

Ποιοτικός έλεγχος

- FRP coupons testing
- Pull-off bond testing

Ενίσχυση πλακών 100 ετών

Κτίρια

Μειωμένη φέρουσα ικανότητα
Αποκατάσταση και ενίσχυση

Λονδίνο, 2011

Προστασία και σεισμική ενίσχυση

Κτίρια

Παραθαλάσσιο περιβάλλον

Έντονες οξειδώσεις

Κύπρος, 2009

Αποκατάσταση διατηρητέου κτιρίου

Κτίρια

Κύπρος, 2012

Αποκατάσταση νέας ημιτελούς κατασκευής

Κτίρια

Χαμηλή ποιότητα σκυροδέματος
Διακοπή κατασκευής για 15 χρόνια
Οξείδωση οπλισμών
Αποκατάσταση και στατική ενίσχυση

Τζέντα, 2009

Αποκατάσταση γέφυρας μορφής τόξου

Γέφυρες

Κολοράντο, ΗΠΑ, 2003

Γέφυρες

Αποκατάσταση και αναβάθμιση γέφυρας

Επισκευή βλαβών

Αποκατάσταση και ενίσχυση κυρίων δοκών για νέα οδικά φορτία

Εύηνος Ποταμός, 2005

Προστασία βάθρων – αλκαλοπυριτική αντ.

Γέφυρες

Εφαρμογή FRP 1997

Αυτοψία 2011

Βάθρα χωρίς FRP με έντονες ρωγμές

Εξετάζεται καθαίρεση

Σμύρνη, 1997

Αποκατάσταση και προστασία υπ/των

Βιομηχανικές Κατασκευές

Μεταλλικά υποστυλώματα σε χημικό εργοστάσιο

Αγγλία, 2011

Αποκατάσταση βάσεων δεξαμενών

Βιομηχανικές Κατασκευές

Καλιφόρνια, 2008

Αποκατάσταση Σιλό σε παραθαλάσσιο περ.


Διπλανά σιλό όπου, πριν από 10 χρόνια, έγινε εφαρμογή μόνο κονιαμάτων, χρίζουν πάλι επισκευής και αποκατάστασης

Μήλος, 2008

Βιομηχανικές Κατασκευές

Αποκατάσταση και προστασία καμινάδων

Προηγούμενη επέμβαση με μεταλλικά κολάρα (οξείδωση και ανεπαρκής περίσφιγξη) αντικαταστάθηκε με FRP

Τέξας, ΗΠΑ, 1997

Αποκατάσταση και προστασία καμινάδων

Δύο καμινάδες ύψους 100 m
Κατασκευής 1980
Έντονη ενανθράκωση σκυροδέματος και οξείδωση οπλισμών
Αποκατάσταση φέρουσας ικανότητας και προστασία

Μισούρι, ΗΠΑ, 2010

Αποκατάσταση και προστασία καμινάδων

Κατακόρυφες στρώσεις για καμπτική ενίσχυση

Στρώσεις περίσφιγξης πλήρους κάλυψης για προστασία

Μισούρι, ΗΠΑ, 2010

Αποκατάσταση δεξαμενής λυμάτων

ΗΠΑ, 2011

Αποκατάσταση δεξαμενής λυμάτων

ΗΠΑ, 2011

Ειδικές Κατασκευές

Πύργος τηλεπικοινωνιών

Επιφανειακή διάβρωση

Επικινδυνότητα

Κάλυψη με FRP

Τορόντο, Καναδάς, 2010

Εκτεταμένη έρευνα για αγωγούς

Υδραυλικά έργα - Αγωγοί

Δοκιμές πλήρους κλίμακας

20.000 ώρες δοκιμών ανθεκτικότητας

Έγκριση Συστήματος

Αγωγοί σκυροδέματος μεγάλης διαμέτρου

Υδραυλικά έργα - Αγωγοί

Αγωγοί PCCP
Προεντεταμένο σκυρόδεμα
Εσωτερική εφαρμογή FRP

Αγωγός σε Θερμοηλεκτρικό Εργοστάσιο

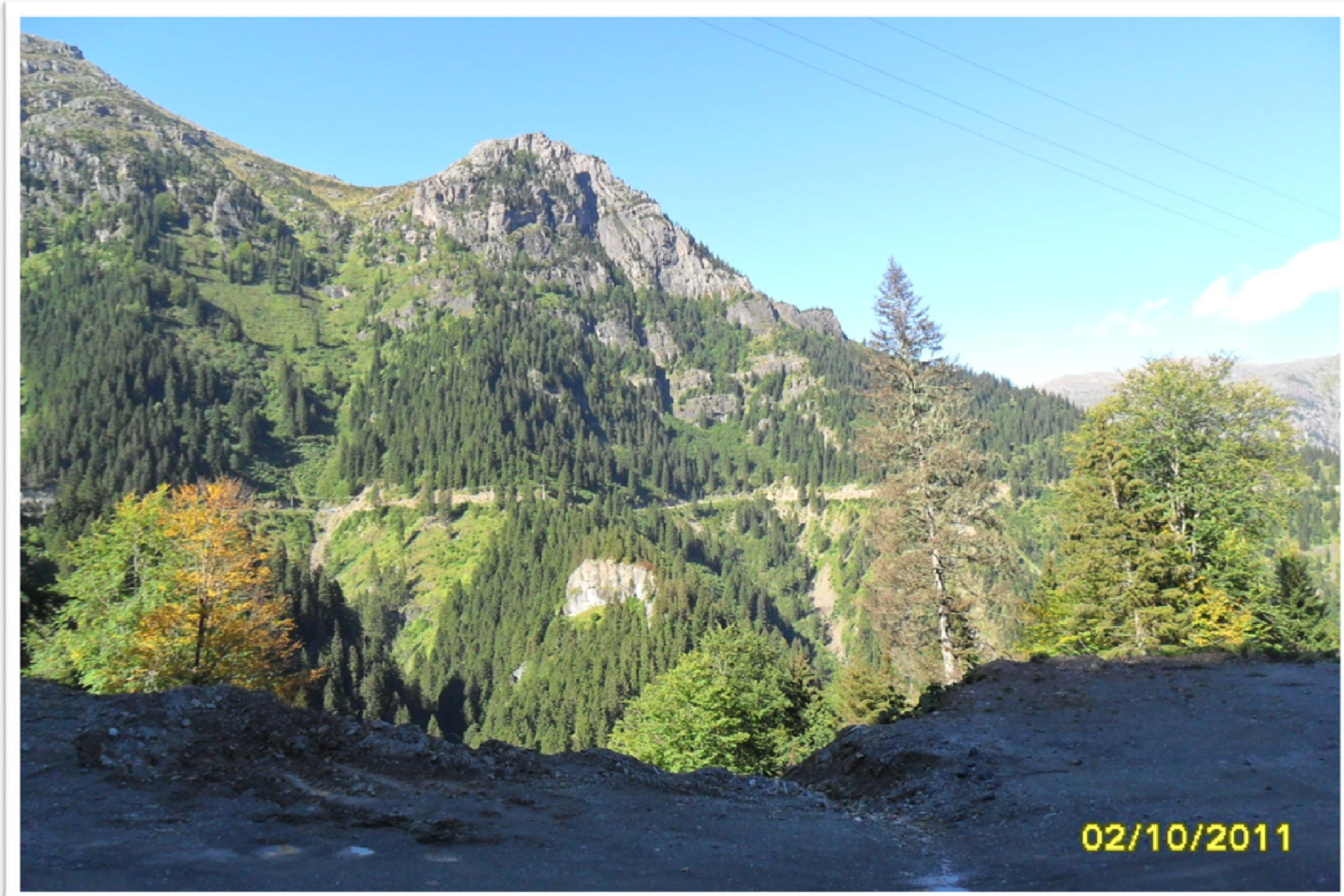
Υδραυλικά έργα - Αγωγοί

"Constellation Energy" Power Plant

Benefit:
Exterior strengthening of critical pipeline much easier than replacement given pipeline location in plant.

Σήραγγα μεταφοράς ύδατος σε ΥΗΕ

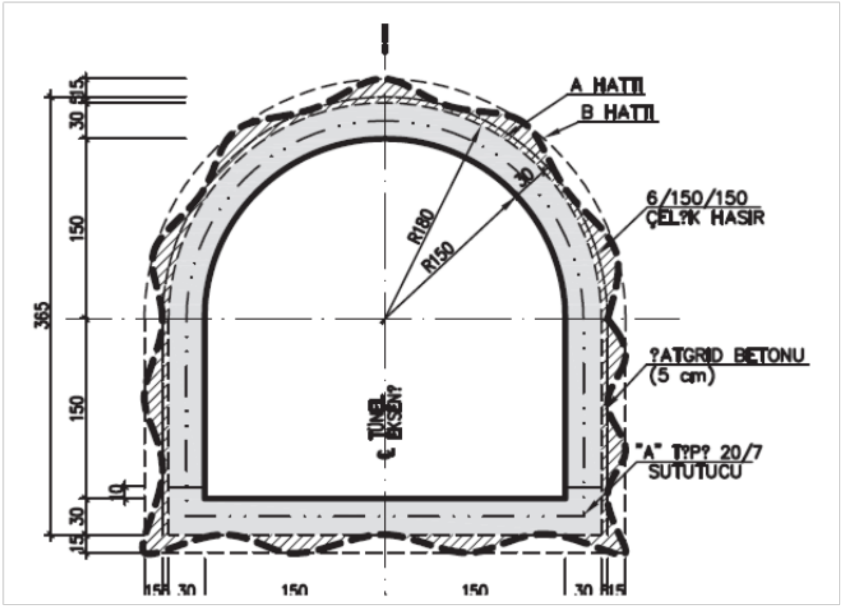
Υδραυλικά έργα - Αγωγοί



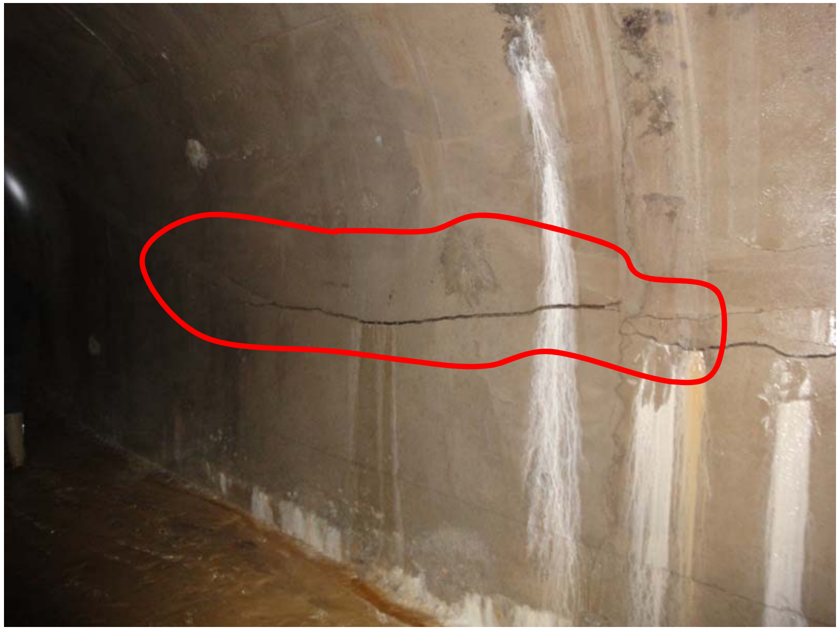
Τραπεζούντα, 2011

Αποκατάσταση και ενίσχυση σήραγγας

Υδραυλικά έργα - Αγωγοί



Water tunnel in a hydroelectric plant that carries water to the turbines at high pressure (10-20 bars).



Αποκατάσταση και ενίσχυση σήραγγας

Αποκατάσταση και ενίσχυση σήραγγας

Υδραυλικά έργα - Αγωγοί

Αποκατάσταση και ενίσχυση σήραγγας

Υδραυλικά έργα - Αγωγοί

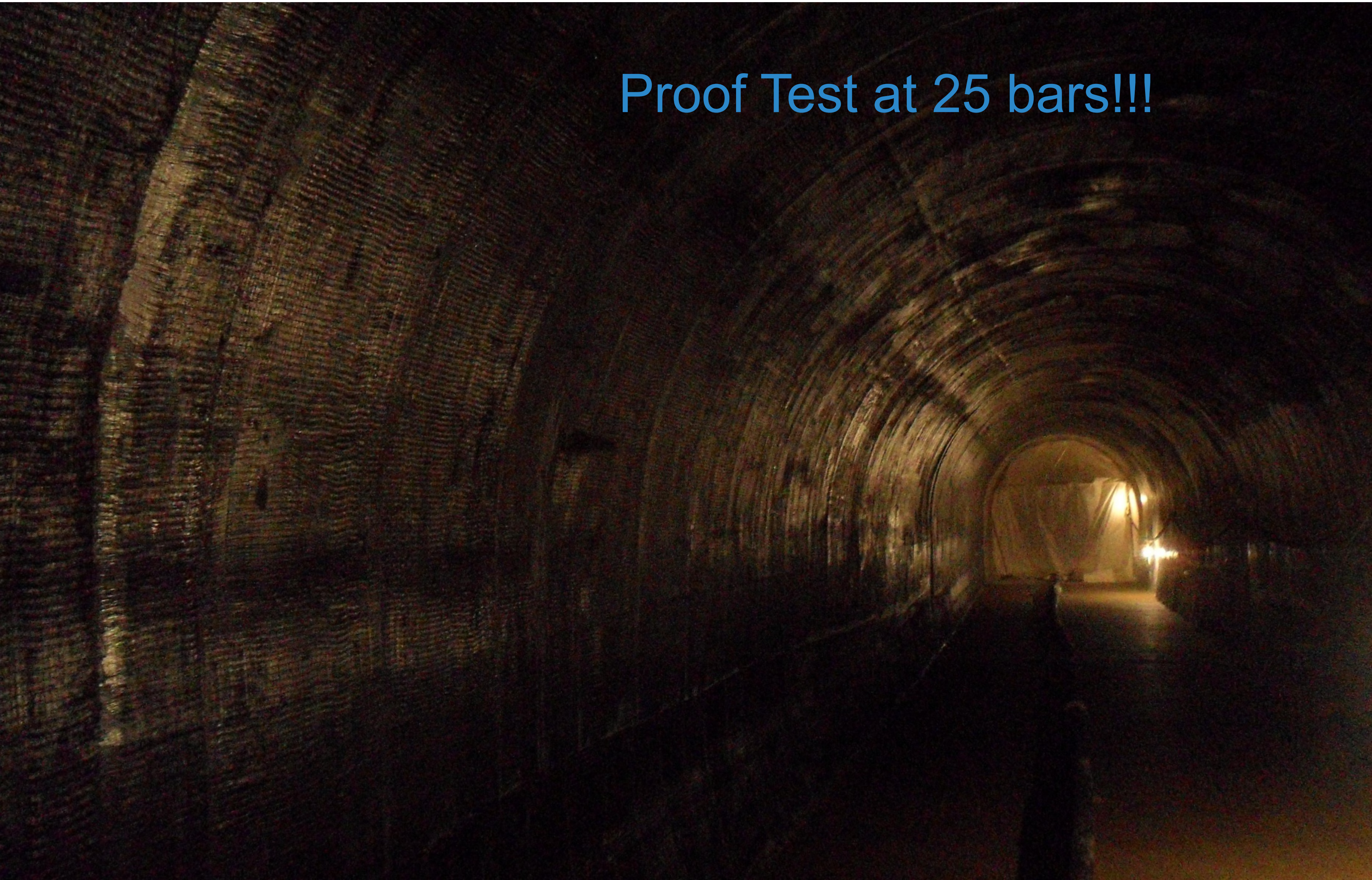
Cement grouting and cracks injection. Strengthening of tunnel concrete lining with FRP.

FYFE
Tyfo® FIBRWRAP® Systems

Υδραυλικά έργα - Αγωγοί

Αποκατάσταση και ενίσχυση σήραγγας

Αποκατάσταση και ενίσχυση σήραγγας



Παραθαλάσσιες κατασκευές

Παραθαλάσσιο περιβάλλον

- Αποκατάσταση και προστασία δομικών στοιχείων σε έντονα διαβρωτικό περιβάλλον

Αυτοψία μετά από 10 χρόνια

Καλιφόρνια, ΗΠΑ,1998

Αποκατάσταση και προστασία δοκών προβλήτας

Παραθαλάσσιο περιβάλλον

Αποκατάσταση και προστασία δοκών προβλήτας

Παραθαλάσσιο περιβάλλον

Αποκατάσταση και προστασία δοκών προβλήτας

Παραθαλάσσιο περιβάλλον

Αποκατάσταση και προστασία βάθρων προβλήτας

Παραθαλάσσιο περιβάλλον

Καναδάς,2009

Αποκατάσταση και προστασία βάθρων προβλήτας

Παραθαλάσσιο περιβάλλον

Κατασκευής 1930

Επισκευή με κονιάματα το 1985

Το 2005 πλήρης ανακατασκευή και προστασία με FRP

Αποκατάσταση και προστασία βάθρων προβλήτας

Παραθαλάσσιο περιβάλλον

Αποκατάσταση και προστασία πασάλων προβλήτας

Παραθαλάσσιο περιβάλλον

- Έντονη διάβρωση και οξείδωση
- Αποκατάσταση, ενίσχυση και προστασία

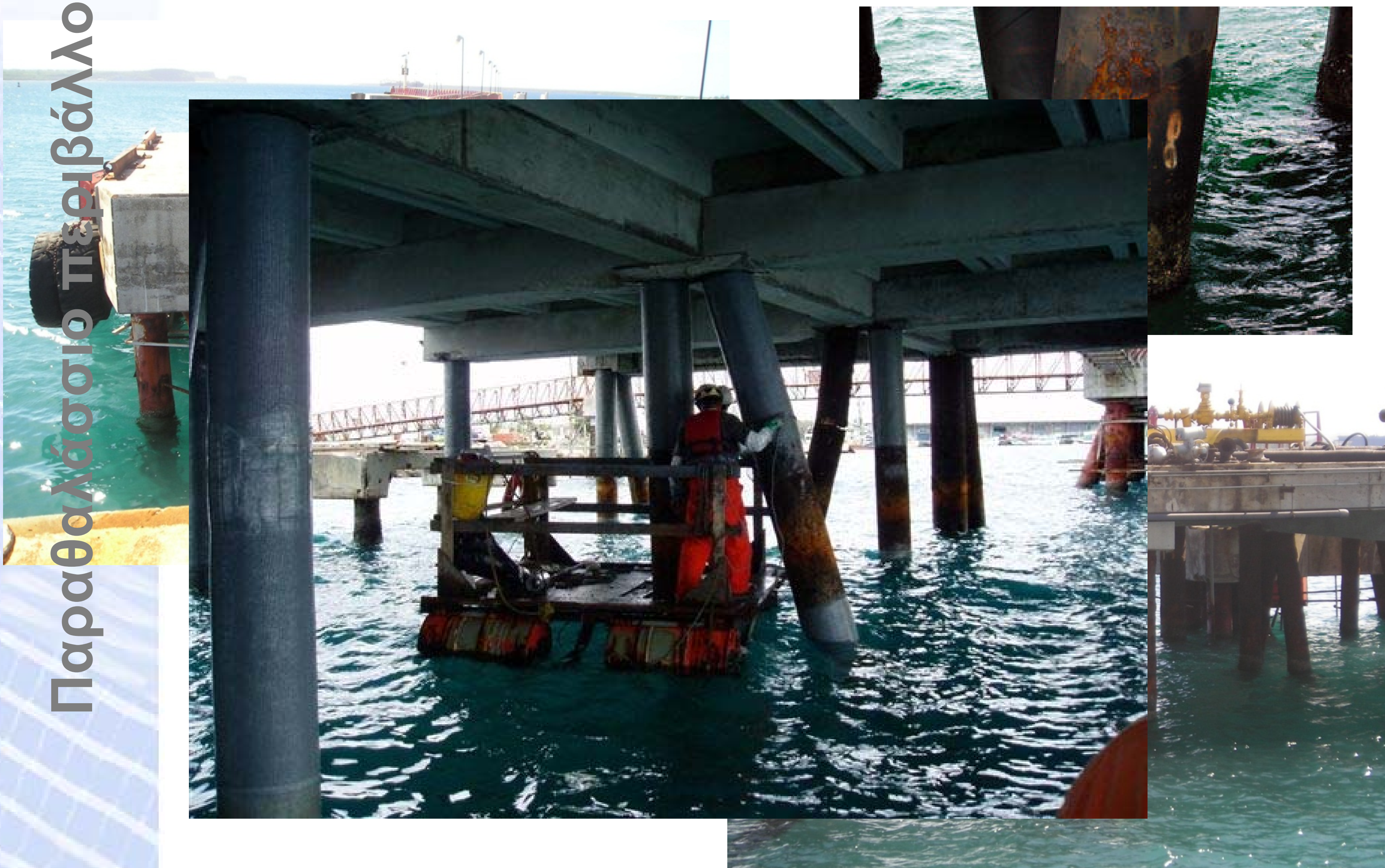
Καλιφόρνια, ΗΠΑ,2005

Παραθαλάσσιο περιβάλλον

Προστασία μεταλλικών πασάλων

Προστασία μεταλλικών πασάλων

Παραθαλάσσιο περιβάλλον

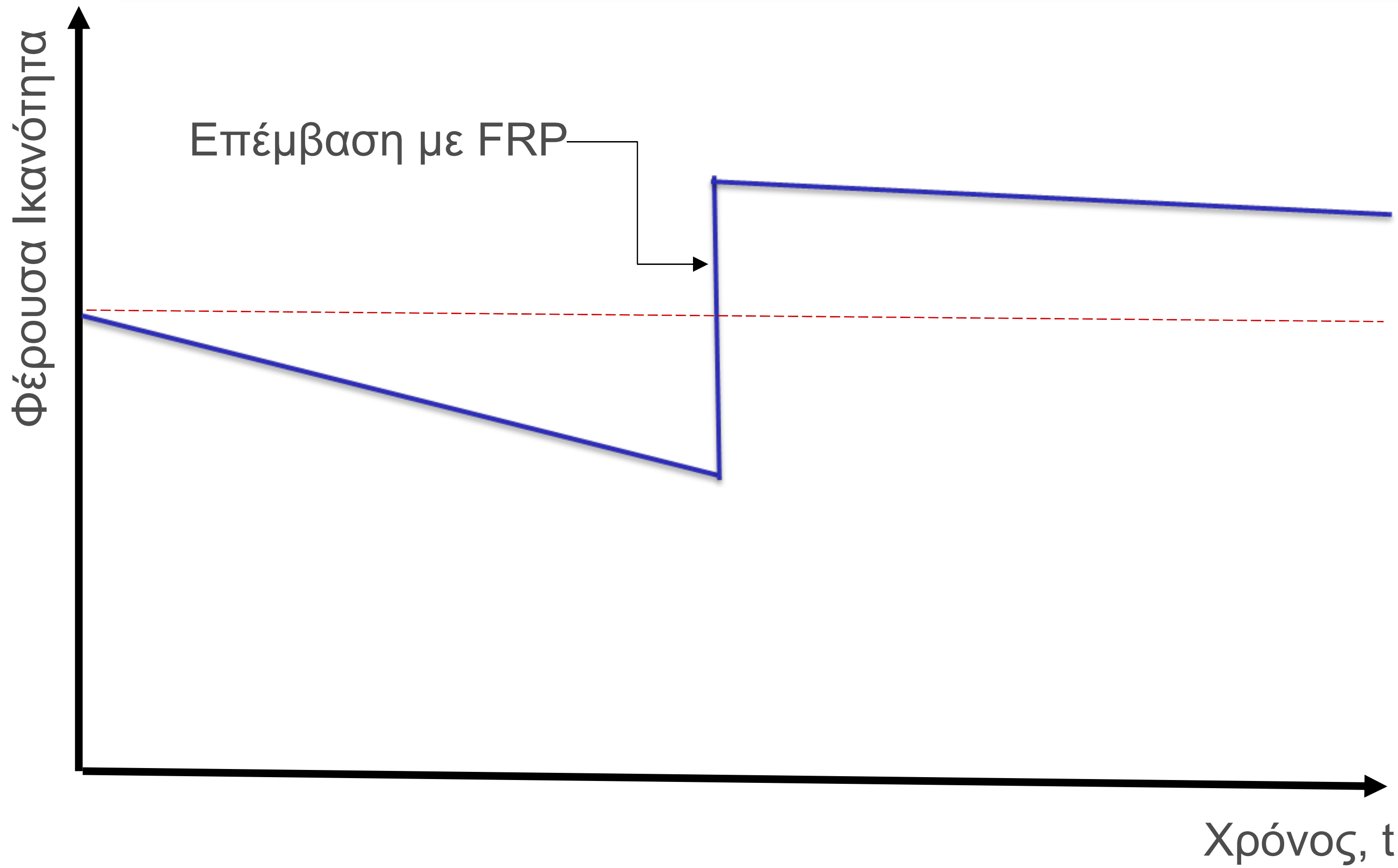


Υποθαλάσσια αποκατάσταση και προστασία

Underwater Applications

Επέμβαση με Σύνθετα Υλικά

1. Προστασία – αυξημένη ανθεκτικότητα
2. Αύξηση φέρουσας ικανότητας – στατική ενίσχυση



Ευχαριστώ για την προσοχή σας

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ ΕΡΕΥΝΩΝ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ
“Ε.Π.Ε.Σ.”

Θέμα Ημερίδας:
“*Παθολογία - Ανθεκτικότητα Οπλισμένου Σκυροδέματος και Αποκατάσταση*”

Θέμα Ανακοίνωσης:
“*Παθολογία του Οπλισμένου Σκυροδέματος σε συγκρότημα κτηρίων – Επίδραση του προσανατολισμού των κτηρίων*”

Θωμάς Σαλονικιός
Δρ Πολιτικός Μηχανικός
Κύριος Ερευνητής Ο.Α.Σ.Π.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Image © 2013 DigitalGlobe
© 2013 Google
Ampelokipoi
Kalochori
Thessaloniki
Asvest
Chalastra
Egnatia Odos
A2
Iamarinas xaris
Triandria
Οδός Κονδυλάκη
ΑΡΣΑΚΕΙ
Pylaia
ΟΙΚΟΠΕΔΟ ΙΤΣΑΚ
Panor
Kalamaria
UPPER ROAD TO AIRPORT "YOUR EXIT
ITSAK
COSMOS MALL
SEA ROAD TO AIRPORT "YOUR EXIT"
IKEA
EO16
Kolpos Thessalonikis
Thermi
EO67
Livadaki
Ag. Triada
Perea
Aggelochori
Neo Risio
Tagarad
A25
Trilofos
Kardia
Nea Michaniona
Image © 2013 DigitalGlobe
Image © 2013 TerraMetrics
© 2013 Google
USGS
Google ea

Βλάβες σε υποστυλώματα, δοκούς και κόμβους στοιχείων Ο/Σ

ΣΥΜΒΟΛΑ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ

Σ.Β.ΑΜΤ. — ΣΤΥΛΟΣ. ΒΛΑΒΗ.*ΑΡΧΗ ΜΕΣΗ ΤΕΛΟΣ*
Βλάβη σε υποστύλωμα στη θέση αρχής ή μέσης ή τέλους ή ταυτόχρονα σε περισσότερες θέσεις

Σ.ΕΒ.ΑΜΤ. — ΣΤΥΛΟΣ. ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΒΛΑΒΗ*ΑΡΧΗ ΜΕΣΗ ΤΕΛΟΣ*
Βλάβη σε υποστύλωμα με παλαιότερη επιφανειακή επέμβαση στη θέση αρχής ή μέσης ή τέλους ή ταυτόχρονα σε περισσότερες θέσεις

Σ.Ε.ΑΜΤ. — ΣΤΥΛΟΣ. ΕΠΕΜΒΑΣΗ*ΑΡΧΗ ΜΕΣΗ ΤΕΛΟΣ*
Υποστύλωμα με παλαιότερη επιφανειακή επέμβαση (ενδεχόμενη βλάβη) στη θέση αρχής ή μέσης ή τέλους ή ταυτόχρονα σε περισσότερες θέσεις

Σήμανση παθολογίας στύλων

Δ.Β.ΑΜΤ. — ΔΟΚΟΣ. ΒΛΑΒΗ. *ΑΡΧΗ ΜΕΣΗ ΤΕΛΟΣ*
Βλάβη σε δοκό στη θέση αρχής ή μέσης ή τέλους ή ταυτόχρονα σε περισσότερες θέσεις

Δ.ΕΒ.ΑΜΤ — ΔΟΚΟΣ. ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΒΛΑΒΗ.*ΑΡΧΗ ΜΕΣΗ ΤΕΛΟΣ*
Βλάβη σε δοκό με παλαιότερη επιφανειακή επέμβαση στη θέση αρχής ή μέσης ή τέλους ή ταυτόχρονα σε περισσότερες θέσεις

Δ.Ε.ΑΜΤ. — ΔΟΚΟΣ. ΕΠΕΜΒΑΣΗ.*ΑΡΧΗ ΜΕΣΗ ΤΕΛΟΣ*
Δοκός με παλαιότερη επιφανειακή επέμβαση (ενδεχόμενη βλάβη) στη θέση αρχής ή μέσης ή τέλους ή ταυτόχρονα σε περισσότερες θέσεις

Σήμανση παθολογίας δοκών

Σήμανση παθολογίας κόμβων

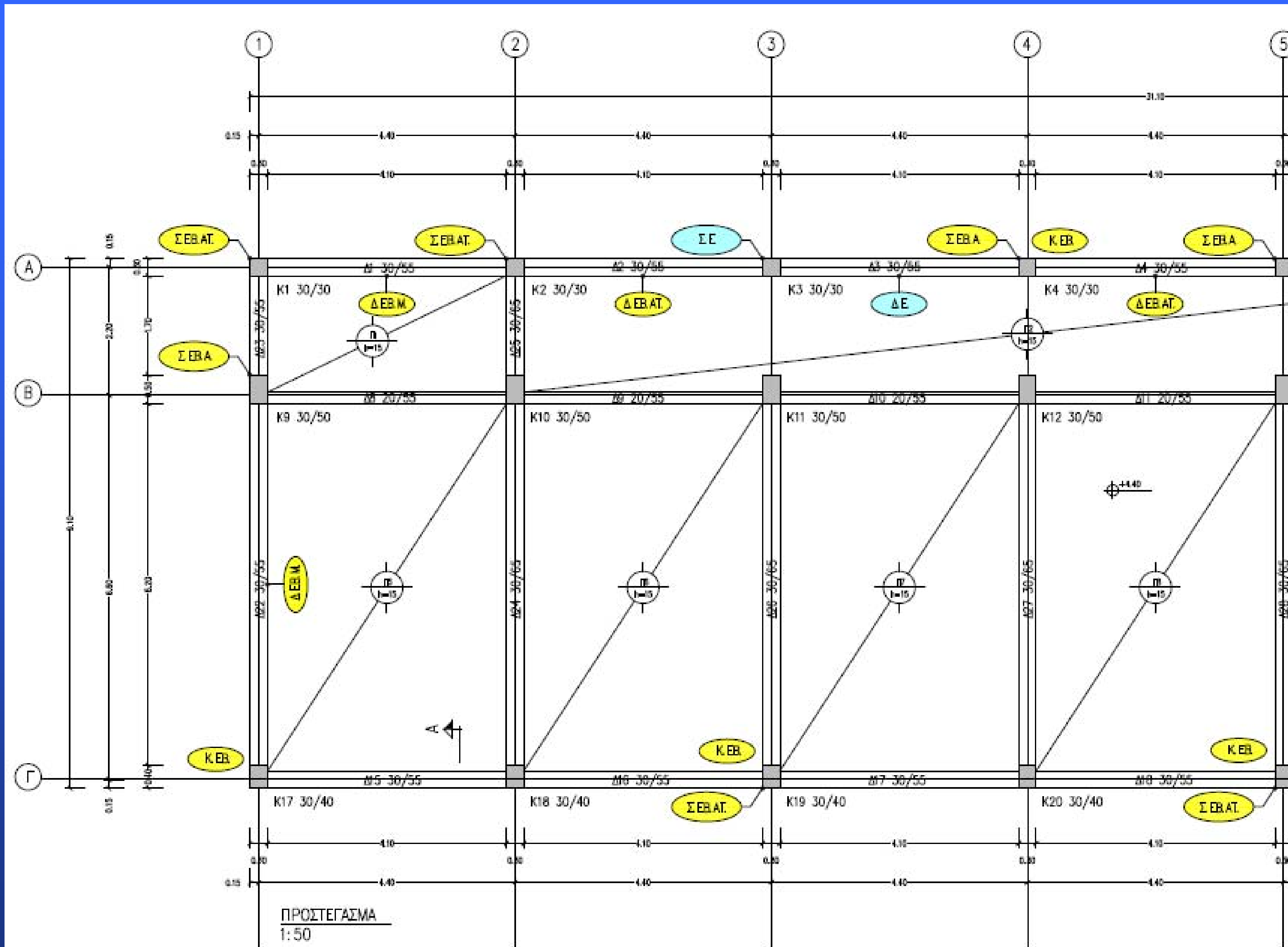
Κ.Β. — ΚΟΜΒΟΣ. ΒΛΑΒΗ.
Βλάβη σε κόμβο

Κ.ΕΒ. — ΚΟΜΒΟΣ. ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΒΛΑΒΗ.
Βλάβη σε κόμβο με παλαιότερη επιφανειακή επέμβαση

Κ.Ε. — ΚΟΜΒΟΣ. ΕΠΕΜΒΑΣΗ.
Κόμβος με παλαιότερη επιφανειακή επέμβαση (ενδεχόμενη βλάβη)

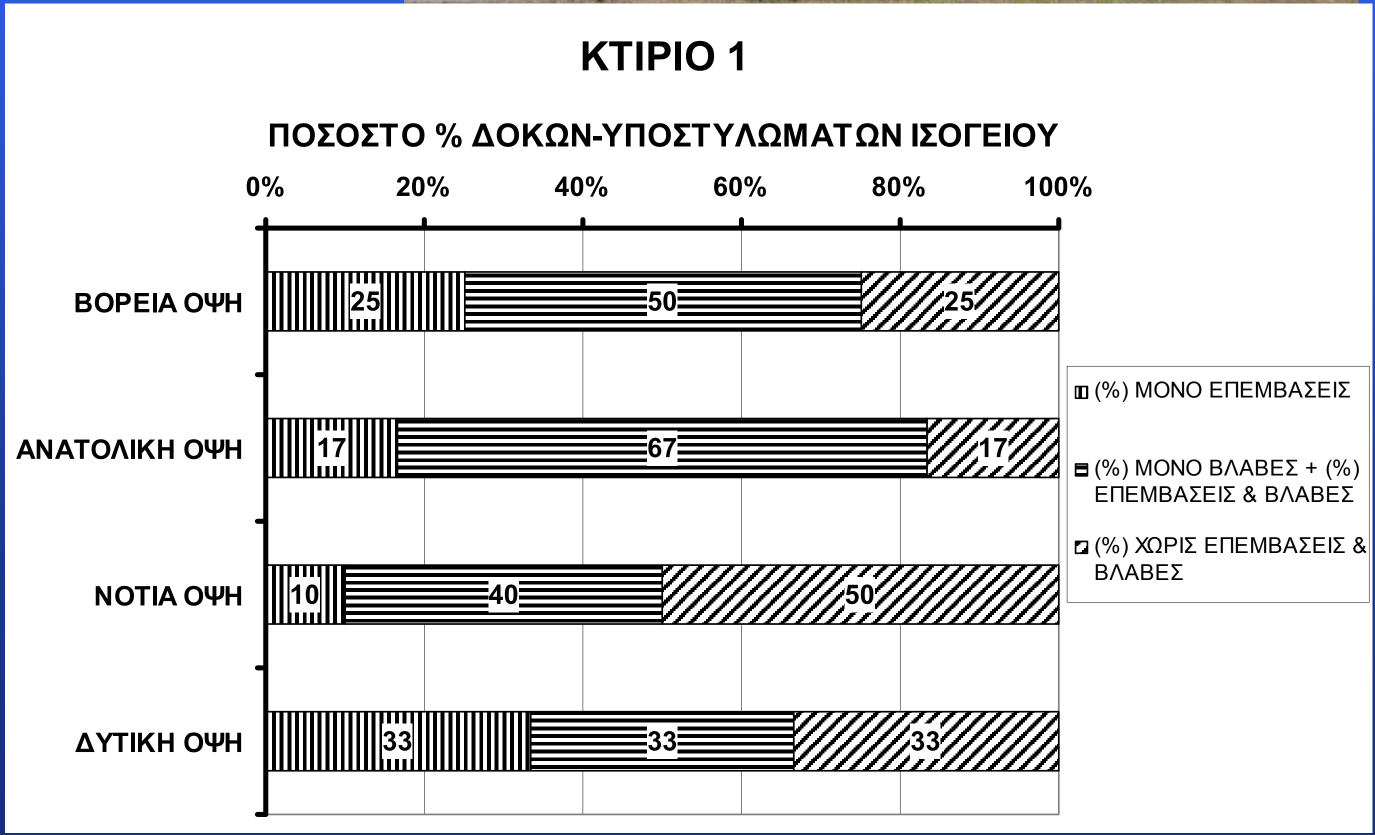
Σήμανση παθολογίας πλακών

Π.Β. — ΠΛΑΚΑ. ΒΛΑΒΗ.
Βλάβη σε πλάκα

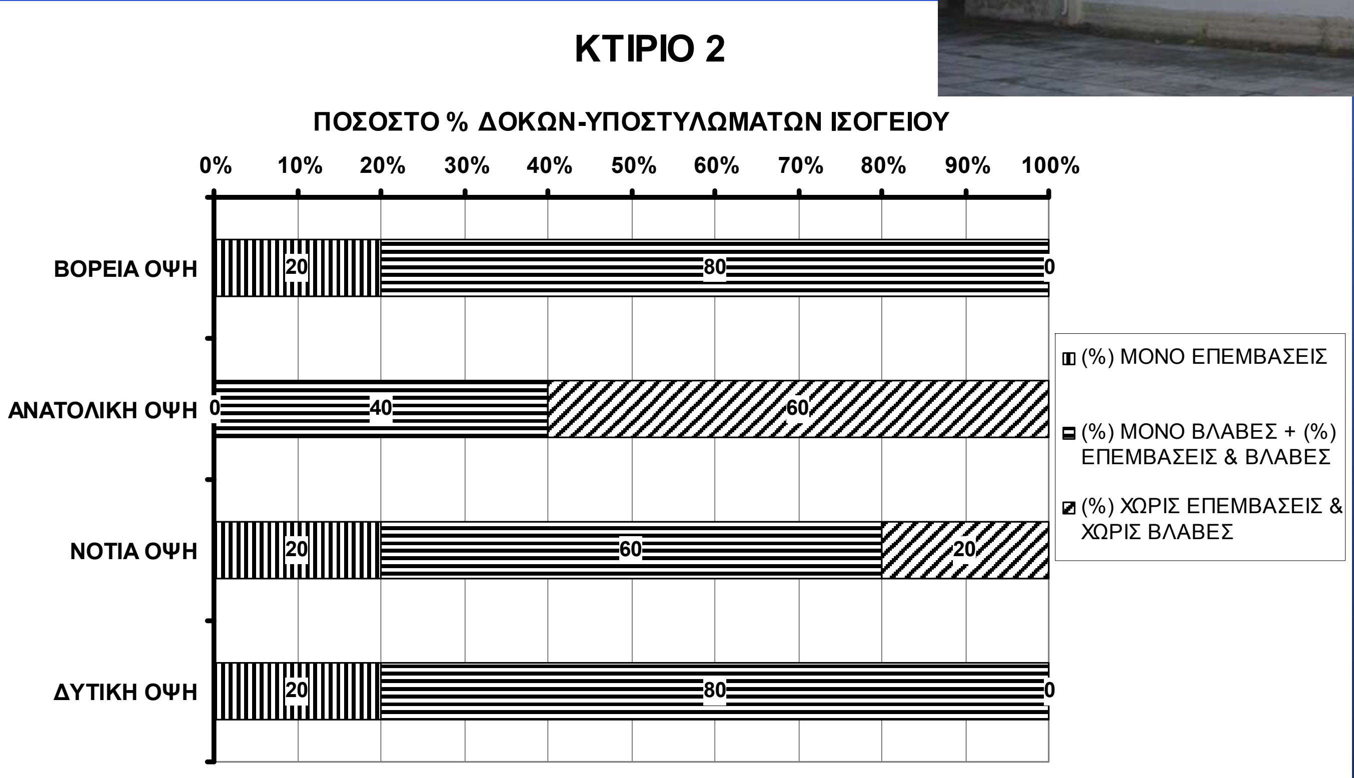


Δείγμα αποτύπωσης παθολογίας σε τμήμα της κάτοψης κτιρίου

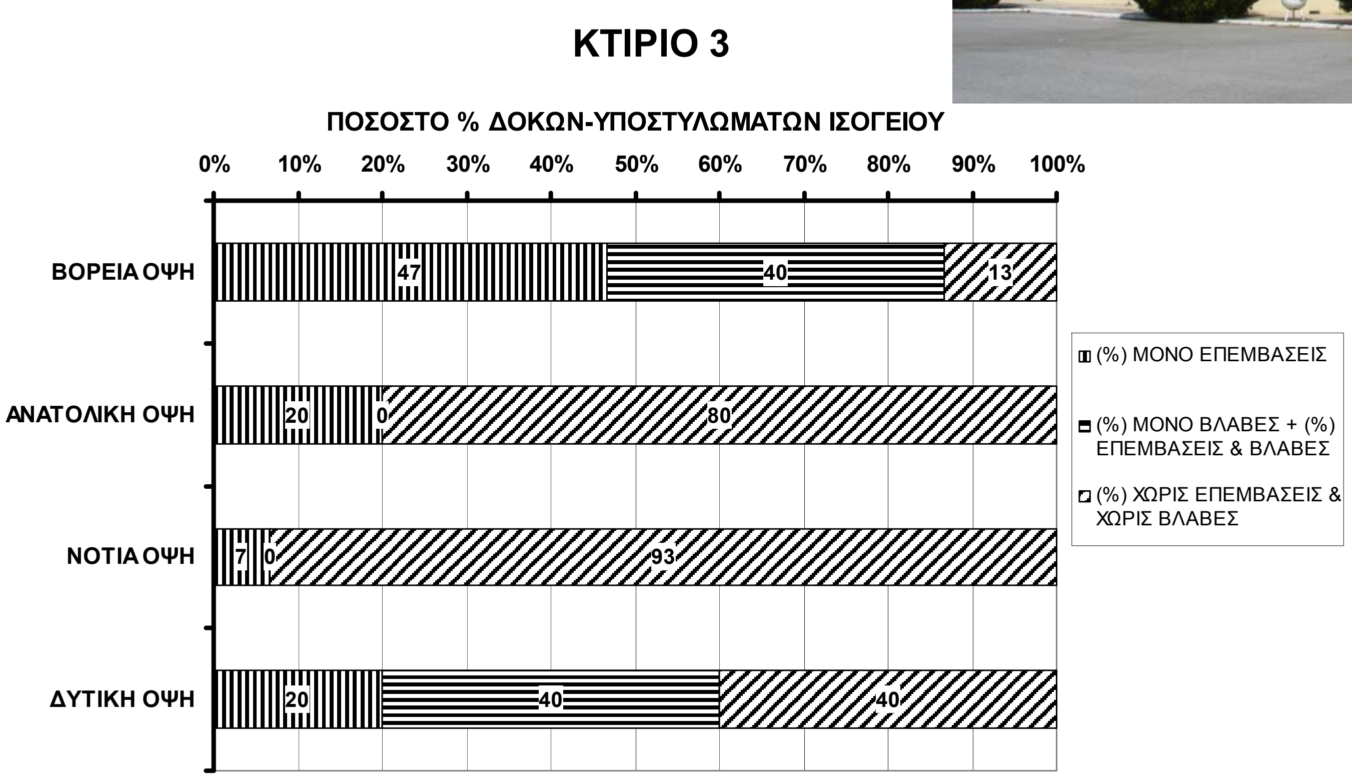
Ποσοστό δομικών στοιχείων του ισογείου του κτιρίου με “επεμβάσεις”, “με βλάβες + επεμβάσεις με βλάβες” και “χωρίς επεμβάσεις + χωρίς βλάβες”

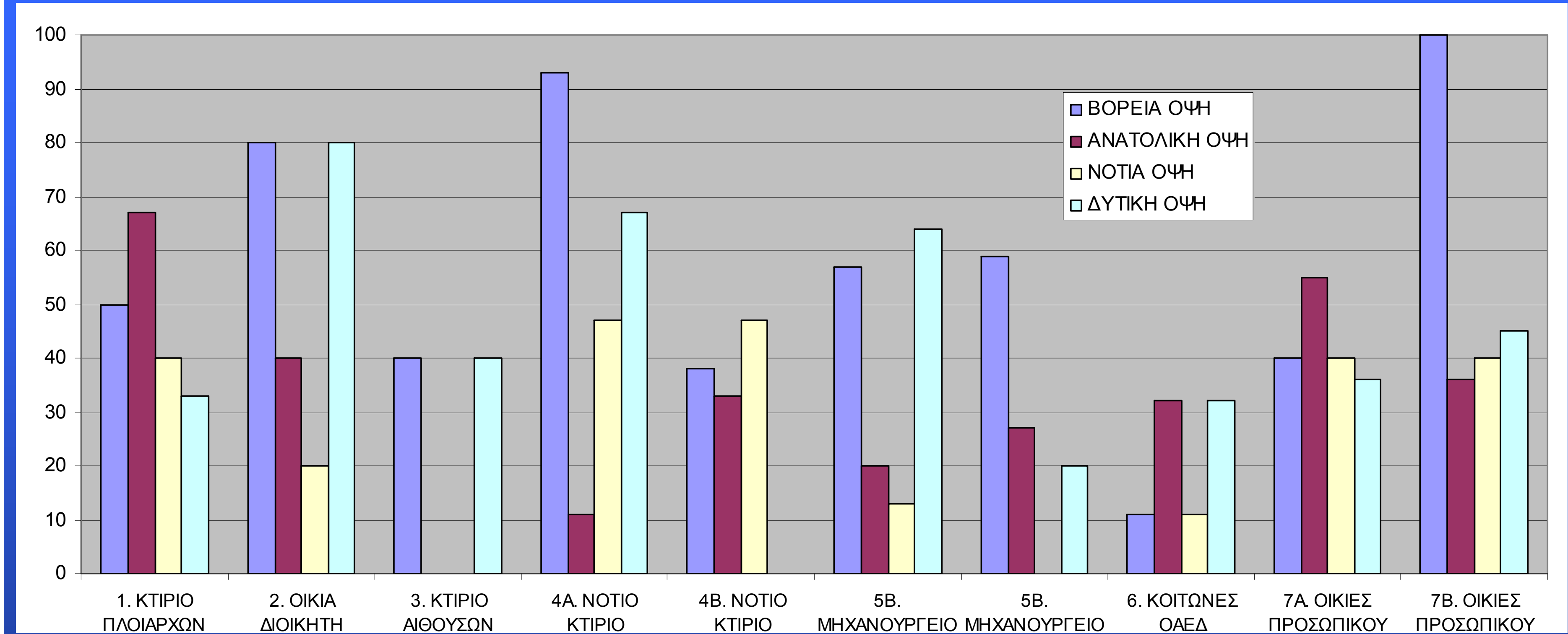


Ποσοστό δομικών στοιχείων του ισογείου του κτιρίου με “επεμβάσεις”, “με βλάβες + επεμβάσεις με βλάβες” και “χωρίς επεμβάσεις + χωρίς βλάβες”

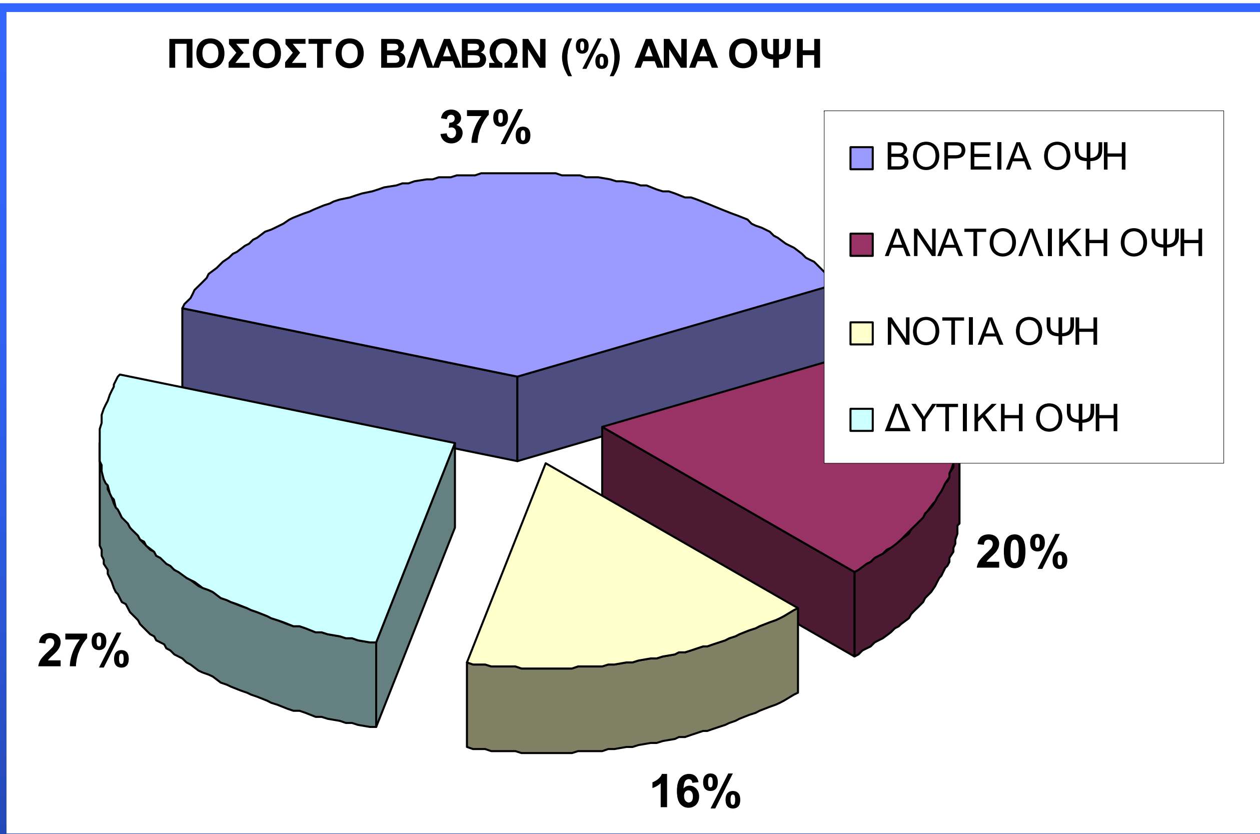


Ποσοστό δομικών στοιχείων του ισογείου του κτιρίου με “επεμβάσεις”, “με βλάβες + επεμβάσεις με βλάβες” και “χωρίς επεμβάσεις + χωρίς βλάβες”

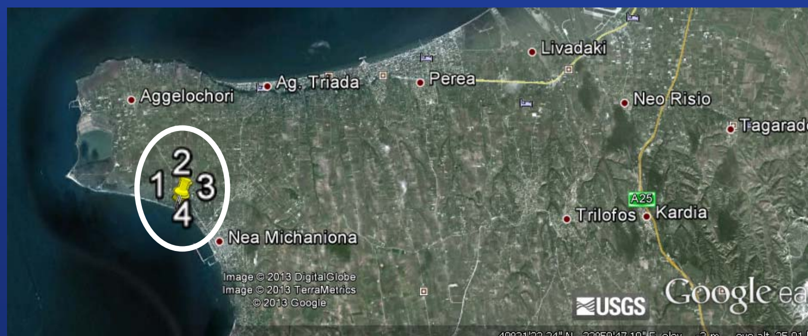




Ποσοστά των δομικών στοιχείων του ισογείου με “βλάβες και με επεμβάσεις + βλάβες” ανά όψη για κάθε κτίριο



Ποσοστά των δομικών στοιχείων του ισογείου με “βλάβες και με επεμβάσεις + βλάβες” για τα κτίρια που θεωρήθηκαν



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ ΕΡΕΥΝΩΝ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ
“Ε.Π.Ε.Σ.”

Θέμα Ημερίδας:
“*Παθολογία - Ανθεκτικότητα Οπλισμένου Σκυροδέματος και Αποκατάσταση*”

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ

Θέμα Ανακοίνωσης:
“*Παθολογία του Οπλισμένου Σκυροδέματος σε συγκρότημα κτηρίων – Επίδραση του προσανατολισμού των κτηρίων*”

Θωμάς Σαλονικιός
Δρ Πολιτικός Μηχανικός
Κύριος Ερευνητής Ο.Α.Σ.Π.

Επιλογή εποξειδικών συστημάτων για εφαρμογή σε σήραγγες από Οπλισμένο Σκυρόδεμα

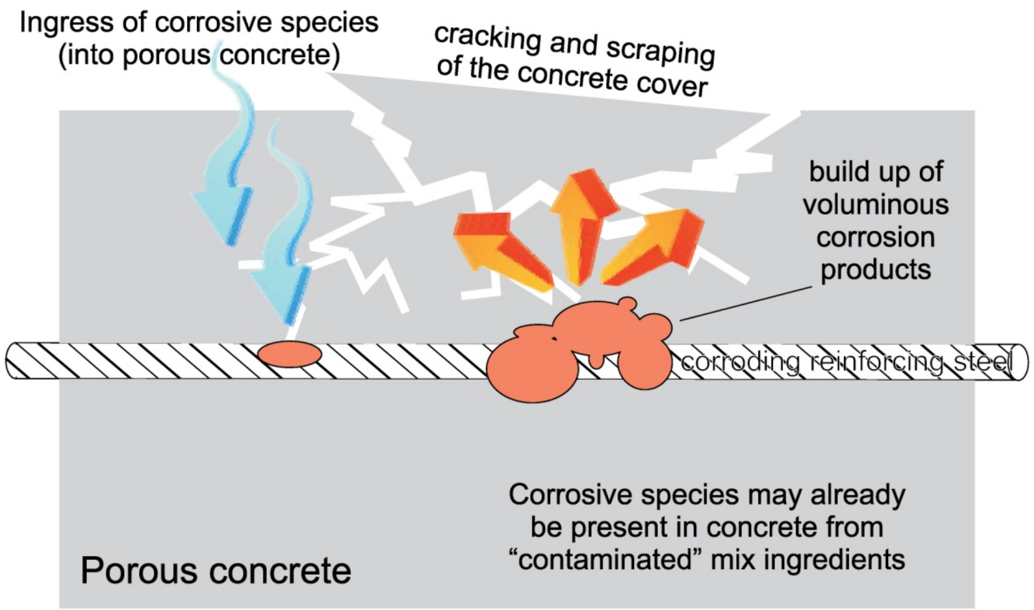
Δημήτρης ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ
Πολιτικός Μηχανικός

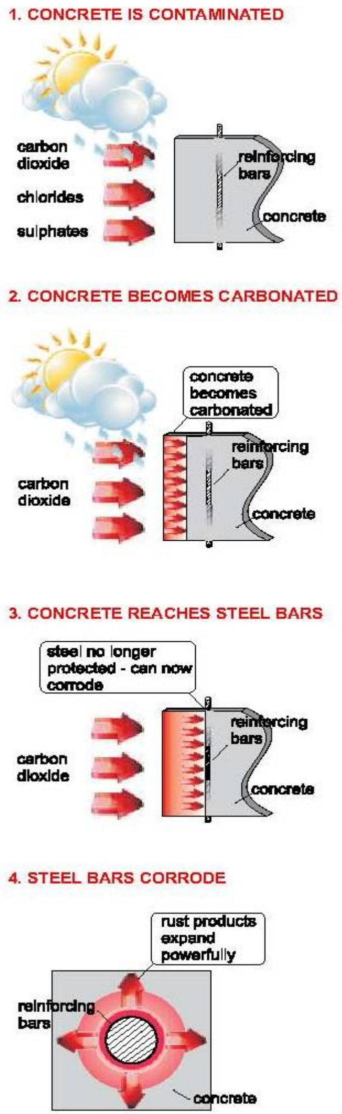
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΒΑΦΗΣ ΤΩΝ ΣΗΡΑΓΓΩΝ
- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΒΑΦΗΣ ΤΩΝ ΣΗΡΑΓΓΩΝ
- ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ
- ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
- ΤΡΟΠΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ
- VIDEO

ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΒΑΦΗΣ ΤΩΝ ΣΗΡΑΓΓΩΝ

1. ΕΝΑΝΘΡΑΚΩΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ (CARBONATION)





ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΒΑΦΗΣ ΤΩΝ ΣΗΡΑΓΓΩΝ

2. ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΜΕ ΥΨΗΛΗ ΠΙΕΣΗ ΓΙΑ ΜΑΚΡΥ ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ

Rotating brush in use

Rear view of the rotating brush

Cleaning with clear water

ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΒΑΦΗΣ ΤΩΝ ΣΗΡΑΓΓΩΝ

3. **ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ / ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ – ΑΥΞΗΣΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΟΔΗΓΩΝ / ΜΕΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ**

Comparison: Bright tunnel / Dark tunnel

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΒΑΦΗΣ ΤΩΝ ΣΗΡΑΓΓΩΝ

ΦΥΣΗ ΒΑΦΗΣ	ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
Εποξειδική με διαλύτες	2	•Καλή πρόσφυση •Πολύ καλή διείσδυση στο υπόστρωμα •Υψηλές χημικές και μηχανικές αντοχές •Αντιρρυπαντική	•Ευαίσθητη στην UV ακτινοβολία •Υψηλή περιεκτικότητα σε οργανικούς διαλύτες (VOC)
Εποξειδική χωρίς διαλύτες	2	•Απουσία διαλυτών (VOC) •Καλή πρόσφυση •Μεγάλος πάχος ανά στρώση •Άριστες χημικές και μηχανικές αντοχές •Αντιρρυπαντική	•Ευαίσθητη στην UV ακτινοβολία •Ευαίσθητη σε υψηλή υγρασία και χαμηλή θερμοκρασία κατά την εφαρμογή
Εποξειδική υδατικής διασποράς	2	•Απουσία διαλυτών (VOC) •Φιλική προς το περιβάλλον •Καλή πρόσφυση •Υψηλές χημικές και μηχανικές αντοχές •Τοποθετείται σε ελαφρώς υγρά υποστρώματα	•Ευαίσθητη στην UV ακτινοβολία •Δυσκολία στην ξήρανση σε συνθήκες υψηλής υγρασίας •Χαμηλή αντιρρυπαντική ικανότητα
Πολυουρεθανική με διαλύτες	2	•Υψηλή αντίσταση στην UV ακτινοβολία •Εμφάνιση •Υψηλές χημικές και μηχανικές αντοχές •Αντιρρυπαντική	•Υψηλή περιεκτικότητα σε οργανικούς διαλύτες (VOC) •Ευαίσθητη στην υγρασία κατά την εφαρμογή
Πολυουρεθανική χωρίς διαλύτες	2	•Απουσία διαλυτών (VOC) •Ευκαμψία •Μεγάλος πάχος ανά στρώση •Υψηλές χημικές και μηχανικές αντοχές	•Ευαίσθητη στην υγρασία κατά την εφαρμογή •Τάση υποκιτρινισμού •Παρουσία ισοκυανικού οξέως
Ακρυλική υδατικής διασποράς	1	•Μονοσυστατική •Απουσία διαλυτών (VOC) •Φιλική προς το περιβάλλον	•Μικρό πάχος ανά στρώση •Χαμηλές χημικές και μηχανικές αντοχές •Χαμηλή αντοχή στο πλύσιμο και χαμηλή αντιρρυπαντική ικανότητα
Μεθακρυλική	2	•Δυνατότητα ταχείας εφαρμογής σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας και υψηλής υγρασίας •Υψηλή αντίσταση στην UV ακτινοβολία •Απουσία διαλυτών (VOC)	•Έντονη μυρωδιά •Χαμηλή αντιρρυπαντική ικανότητα

ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

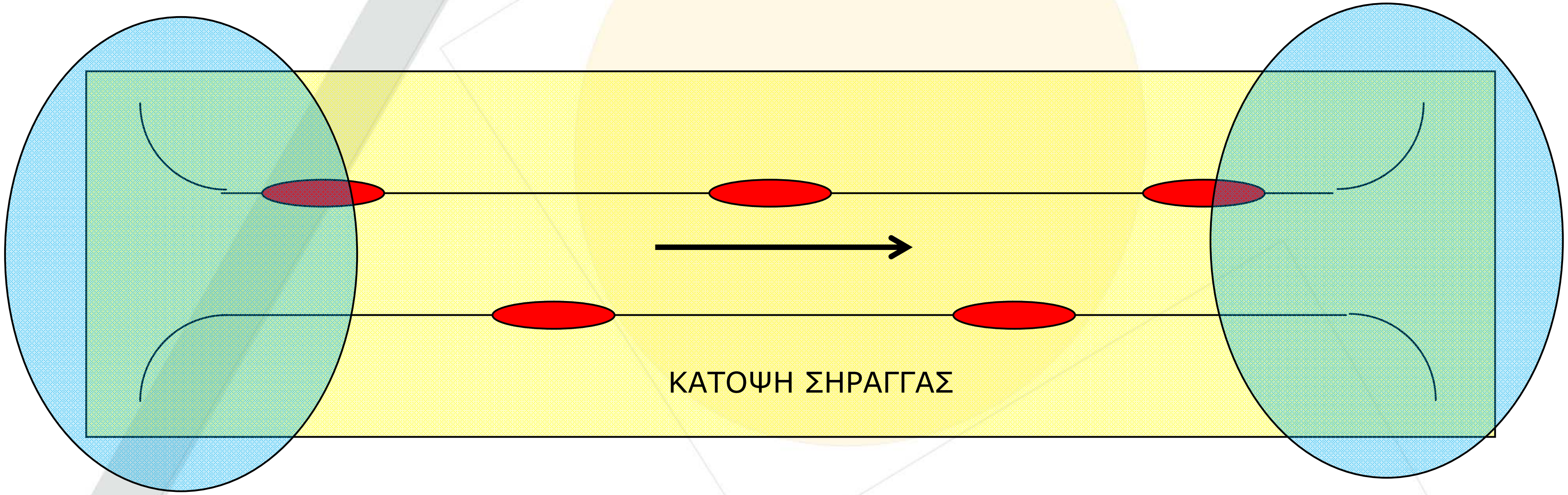
ΕΠΟΞΕΙΔΙΚΗ ΒΑΦΗ ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ ΔΥΟ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ SERITAL (CE – EN1504-2)

Πλεονεκτήματα

- **Μέγιστη χημική αντοχή**
- **Εύκολος καθαρισμός με νερό υψηλής πίεσης**
- **Εξαιρετική πρόσφυση**
- **Υψηλή στεγανότητα σε καυσαέρια και χλωρίδια**
- **Ιδιότητες αυτόσβεσης**
- **Άριστη διαπερατότητα υδρατμών**
- **Εφαρμογή ΜΕ υγρασία**
- **Εφαρμογή ΧΩΡΙΣ αστάρι**
- **Εύκολες επισκευές**
- **Πλύσιμο εξοπλισμού με νερό**
- **Αναλογία ανάμιξης 1:1**

ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

- **ΜΗ ΣΥΡΡΙΚΝΟΥΜΕΝΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΕΙΔΕΣ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΤΑΧΕΙΑΣ ΠΗΞΗΣ – DOMOREPAIR**
- **ΕΠΟΞΕΙΔΙΚΗ ΒΑΦΗ ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ SERITAL**
- **ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΙΚΗ ΒΑΦΗ UV ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ SERITAL PT**



ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ - ΔΩΔΩΝΗ

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ - ΔΩΔΩΝΗ

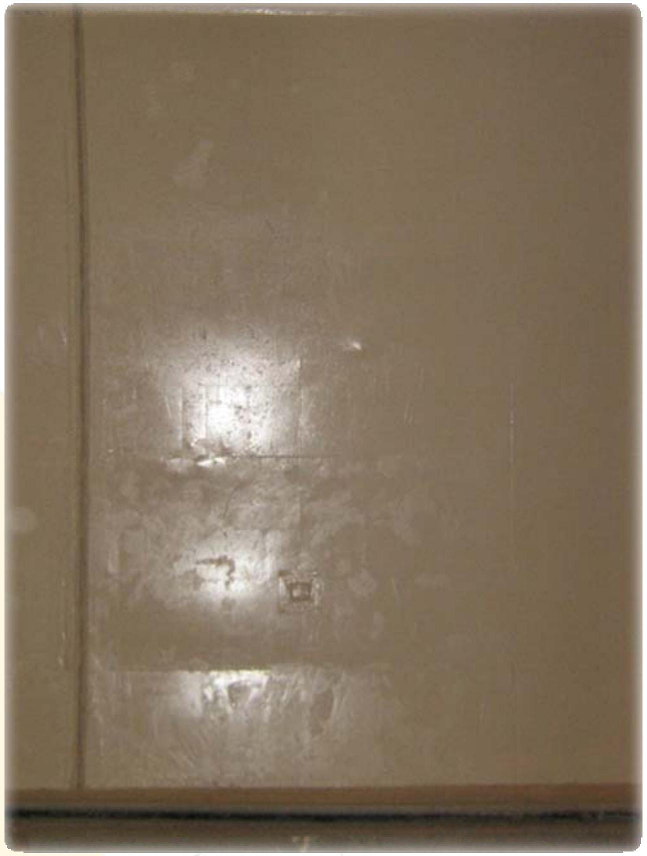
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ - ΔΩΔΩΝΗ

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ - ΔΩΔΩΝΗ

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ - ΔΩΔΩΝΗ

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ - ΕΛΜΠΑΣΑΝ

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ - ΕΛΜΠΑΣΑΝ



ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ - ΕΛΜΠΑΣΑΝ

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ - ΕΛΜΠΑΣΑΝ

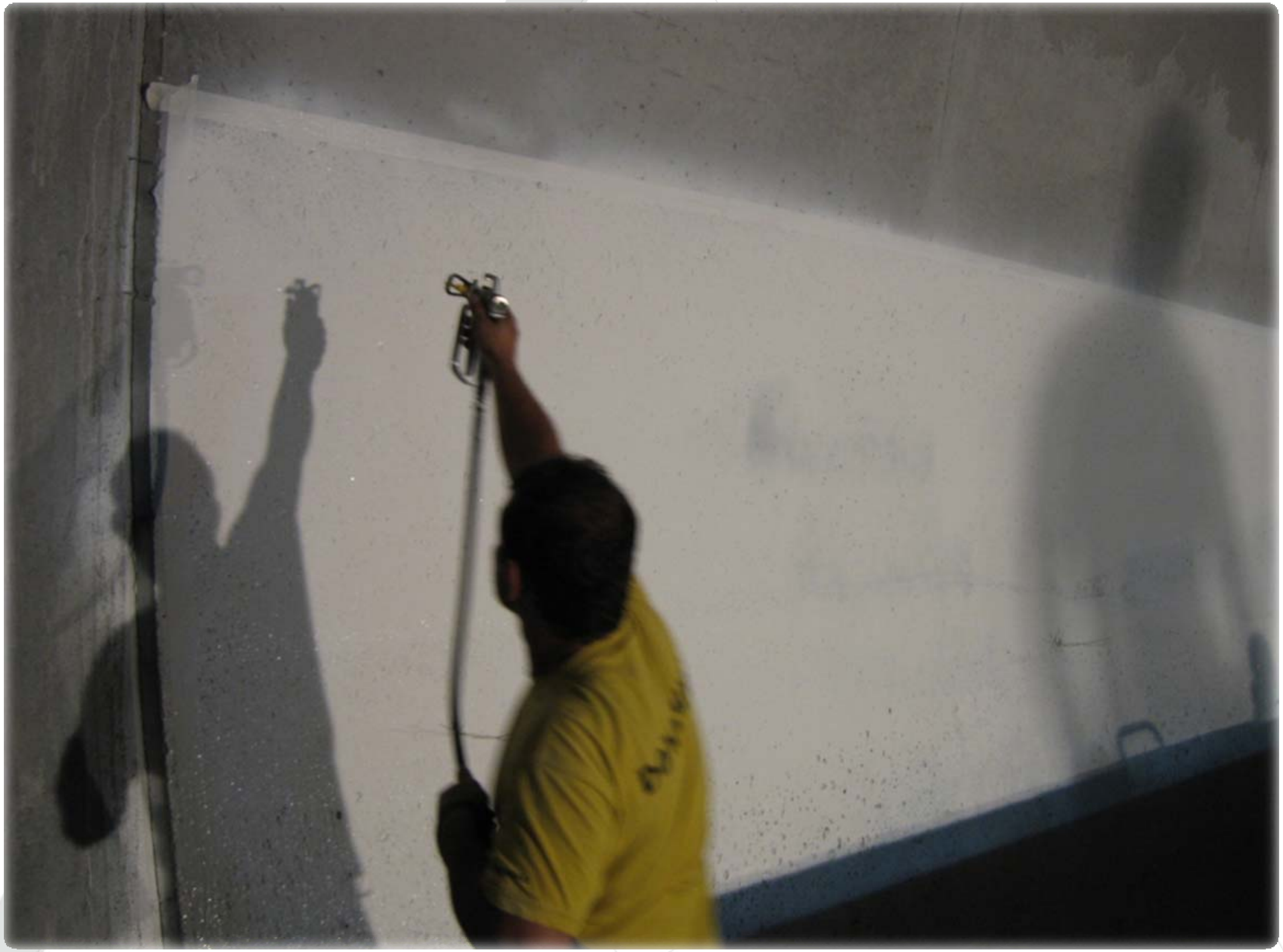
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ - ΕΛΜΠΑΣΑΝ

ΤΡΟΠΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

- ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΑ ΜΕ ΡΟΛΟ
- ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΑ ΜΕ ΠΙΣΤΟΛΙ AIRLESS
- ΕΠΙ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΑ ΜΕ ΠΙΣΤΟΛΙΑ AIRLESS
- ΜΗΧΑΝΟΚΙΝΗΤΟ ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΟΝΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
- ΜΗΧΑΝΟΚΙΝΗΤΟ ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΩΝ

ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΑ ΜΕ ΡΟΛΟ

ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΑ ΜΕ ΠΙΣΤΟΛΙ AIRLESS



ΕΠΙ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΑ ΜΕ ΠΙΣΤΟΛΙΑ AIRLESS

ΜΗΧΑΝΟΚΙΝΗΤΟ ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΟΝΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

ΜΗΧΑΝΟΚΙΝΗΤΟ ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΩΝ

ΜΗΧΑΝΟΚΙΝΗΤΟ ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΩΝ - ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

1. ΜΕΙΩΣΗ ΧΡΟΝΟΥ ΚΑΤΆ 80%
2. ΑΥΞΗΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΒΑΦΗΣ
3. ΣΤΑΘΕΡΟ ΚΟΣΤΟΣ
4. ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΛΥΣΗ ΣΕ ΕΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΣΗΡΑΓΓΕΣ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504:
ΕΝΑ ΠΡΟΤΥΠΟ ΓΙΑ ΑΝΘΕΚΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

ΓΙΩΡΓΟΣ ΚΑΡΥΔΗΣ

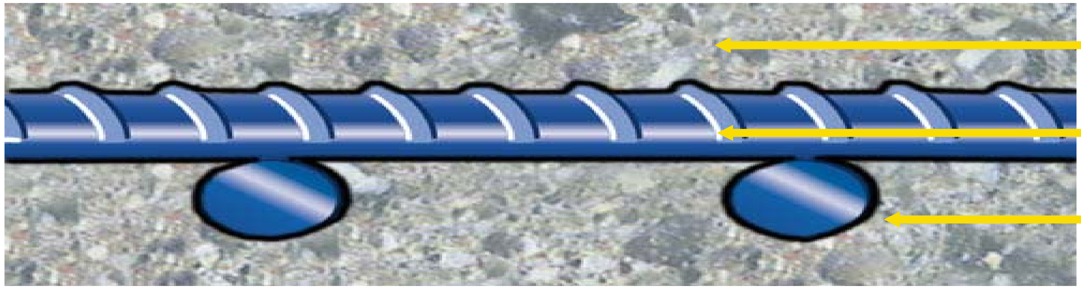
ΗΜΕΡΙΔΑ – 19 ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2013
ΘΕΜΑ: ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ – ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
Τ.Ε.Ε. – ΤΜΗΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ

ΒΛΑΒΕΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

ΕΠΙΠΕΔΑ ΒΛΑΒΗΣ
ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

ΕΠΙΠΕΔΑ ΒΛΑΒΗΣ
ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ



Σκυρόδεμα pH 12.5-13.5

Χαλύβδινη Ράβδος

Παθητική Προστασία
(Οξείδια του Σιδήρου)

Χημικό και Ηλεκτροχημικό Φαινόμενο

Άνοδος: $\mathbf{Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-}$

Κάθοδος: $\mathbf{½0_2 + H_20 + 2e^- \rightarrow 2(OH)^-}$

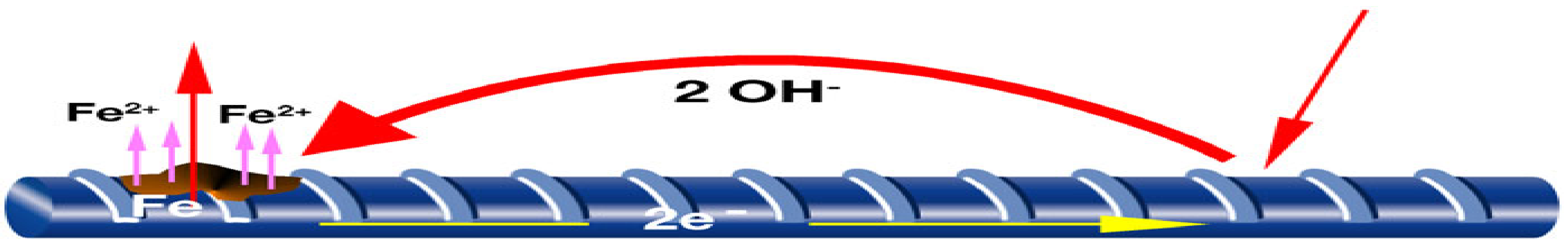
$\mathbf{Fe^{2+} + 2(OH)^- \rightarrow Fe\ (OH)_2}$

$\mathbf{Fe(OH)_2}$ **+ Οξυγόνο** $\mathbf{\rightarrow FeO}$ **ή** $\mathbf{Fe_3O_4}$ **Προϊόντα Διαβρώσεως "Σκουριά"**

- Το νερό των πόρων του σκυροδέματος δρα ως ηλεκτρολύτης
- Η ράβδος του χάλυβα προσφέρει την ηλεκτρική σύνδεση

$Fe\ (OH)_2$ Υδροξείδια του σιδήρου

$H_2O + {}^1/_2\ O_2$



Άνοδος **Κάθοδος**

ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΛΟΤ ΕΝ 1504

ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΕΣ

Προϊόντα και Συστήματα

για την Προστασία και Επισκευή

Κατασκευών Σκυροδέματος

1 Ιανουαρίου 2009 **21 Ιουλίου 2010** **20 Σεπτεμβρίου 2010**

2006-11-11 ICS:91.080.40;01.040.91

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504.01

2η Έκδοση

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΠΡΟΤΥΠΟ
HELLENIC STANDARD
ΕΛΟΤ

Προϊόντα και συστήματα για την προστασία και επισκευή δομημάτων από σκυρόδεμα - Ορισμοί, απαιτήσεις, έλεγχος ποιότητας και αξιολόγηση της συμμόρφωσης - Μέρος 1: Ορισμοί

Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity - Part 1: Definitions

Κλάση Τιμολόγησης: 3

© ΕΛΟΤ ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗΣ Α.Ε. Αχαρνών 313 • 11145 Αθήνα

15343

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ

ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ Αρ. Φύλλου 1100

21 Ιουλίου 2010

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

Αριθμ. οικ. 8136/390 (1)

Προϊόντα και συστήματα για την προστασία και επισκευή δομημάτων από σκυρόδεμα - ορισμοί, απαιτήσεις, έλεγχος ποιότητας και αξιολόγηση της συμμόρφωσης.

ΟΙ ΥΠΟΥΡΓΟΙ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ, ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ - ΥΠΟΔΟΜΩΝ, ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ

σιωτικής Πολιτικής και μετονομασία του σε Υπουργείο Οικονομίας, Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας, κλπ.».

5. Το Π.Δ. 189/2009 (ΦΕΚ 221/Α/5.11.2009) «Καθορισμός και ανακατανομή αρμοδιοτήτων των Υπουργείων».

6. Την υπ' αριθ. ΔΠ/Φ6.12/οικ.16745/2-12-2009 (ΦΕΚ 512/τ.ΥΟΔΔ/7-12-2009) κοινή απόφαση του Πρωθυπουργού και της Υπουργού Οικονομίας, Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας για το διορισμό του Αλέξανδρου Φούρλα στη θέση του Γενικού Γραμματέα Βιομηχανίας του Υπουργείου Οικονομίας, Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας.

7. Την υπ' αριθ. Δ16α/08/541/Α.Φ/16-11-2009 (ΦΕΚ484/τ.ΥΟΔΔ/16-11-2009) κοινή απόφαση του Πρωθυπουργού και Υπουργού Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων για το διορισμό του Ιωάννη Οικονομίδη στη θέση του Γενικού Γραμματέα Δημοσίων Έργων του Υπουργείου Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων.

8. Τις διατάξεις του Ν. 372/76 (ΦΕΚ 166/Α) «περί συστάσεως και λειτουργίας του Ελληνικού Οργανισμού Τυποποίησης ΕΛΟΤ» όπως αυτός τροποποιήθηκε με το άρθρο 22 του Ν. 1682/1987 (ΦΕΚ 14/Α) και του άρθρου 9 του Ν. 2642/98 (ΦΕΚ 216/Α), καθώς και τις διατάξεις του Π.Δ. 155/97 (ΦΕΚ 131/Α) «Σύσταση και καταστατικό της ανώνυμης εταιρίας Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης Α.Ε.».

ΕΓΚΥΚΛΙΟΣ 18

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΔΙΚΤΥΩΝ/Γ.Γ.Δ.Ε. /Γ.Δ.Π.Δ.Ε.
Δ/ΝΣΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΑΡΧΩΝ & ΚΑΝΟΝΩΝ ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ & ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ (ΔΙΠΑΔ)
Ταχ.Δ/νση : Σεβαστουπόλεως 1 & Φειδιππίδου ΑΜΠΕΛΟΚΗΠΟΙ
Ταχ.Κώδικας : 11526 ΑΘΗΝΑ
Πληροφορίες : Μ.ΔΡΙΒΑ
Τηλέφωνο : 210 7710242
FAX : 210 7710216
e-mail : ested1@otenet.gr

ΑΘΗΝΑ, 20-9-2010

Αρ.Πρωτ. : ΔΙΠΑΔ/623
ΣΧΕΤ : ΔΙΠΑΔ/347, 402,514,533

ΠΡΟΣ :

α) Όλες τις Κεντρικές Δ/νσεις & ανεξάρτητα Τμήματα της ΓΓΔΕ/ΥΠΟΜΕΔΙ
β) Όλες τις Κεντρικές Δ/νσεις & ανεξάρτητα Τμήματα της ΓΓΣΔΕ/ΥΠΟΜΕΔΙ
γ) ΕΥΔΕ της ΓΓΔΕ και ΓΓΣΔΕ
δ) Σώμα Επιθεωρητών Δημοσίων Έργων Βαρβάκη 12 ΑΘΗΝΑ 114 74

ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΛΟΤ ΕΝ 1504

ΛΟΓΟΙ ΑΠΑΙΤΗΣΗΣ ΣΗΜΑΝΣΗΣ CE

Νέος Κανονισμός - 305/2011/ΕΕ

Υλικά Δόμησης για τις Κατασκευές

"**C**onform to **E**ssential requirements"

"**C**onformité **E**uropéenne"

Όλα τα προϊόντα με σήμανση CE πρέπει να πληρούν τις ακόλουθες απαιτήσεις:

1. **Μηχανικές αντοχές και σταθερότητας**
2. **Πυρασφάλεια**
3. **Υγιεινή και ασφάλεια του περιβάλλοντος**
4. **Ασφάλεια για το χρήστη**
5. **Ηχοπροστασία**
6. **Ενεργειακή οικονομία και θερμομόνωση**

ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΛΟΤ ΕΝ 1504
ΛΟΓΟΙ ΑΠΑΙΤΗΣΗΣ ΣΗΜΑΝΗΣΗΣ CE

1. **ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ**
   Τα προϊόντα που **δεν συμμορφώνονται** με τη σήμανση CE,
   δεν επιτρέπεται να παράγονται / διακινούνται στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

   > CE αποτελεί «Διαβατήριο»

2. **ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΑΓΟΡΑΣ**
   Προϊόντα από χώρες δίχως σήμανση CE, θα πρέπει πρώτα να εγκριθούν σύμφωνα με τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα EN, ακολουθώντας τις ευρωπαϊκές οδηγίες συμμόρφωσης.

3. **ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΧΡΗΣΤΩΝ ΤΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΥ ΚΛΑΔΟΥ**
   Προσδιορισμός των ελάχιστων απαιτήσεων για προστασία των καταναλωτών από τη χρήση χημικών υλικών στον κατασκευαστικό κλάδο.

ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΛΟΤ ΕΝ 1504
ΔΗΛΩΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ ΣΗΜΑΝΣΗΣ - CE

CE

AnyCo Ltd, PO Box 21, B-1050

03

01234-CPD-00234

EN 1504-3

Concrete repair product for structural repair CC mortar (based on hydraulic cement)

Compressive strength: class R 3

Chloride ion content: ≤ 0,05 %

Adhesive Bond: ≥ 1,5 MPa

Carbonation resistance: Passes

Elastic modulus: 21 GPA

Thermal compatibility part 1: ≥ 1,5 MPa

Capillary absorption: ≤ 0,5 kg · m^{-2} · $h^{-0,5}$

Dangerous substances: comply with 5.4

Reaction to fire: Euroclass E

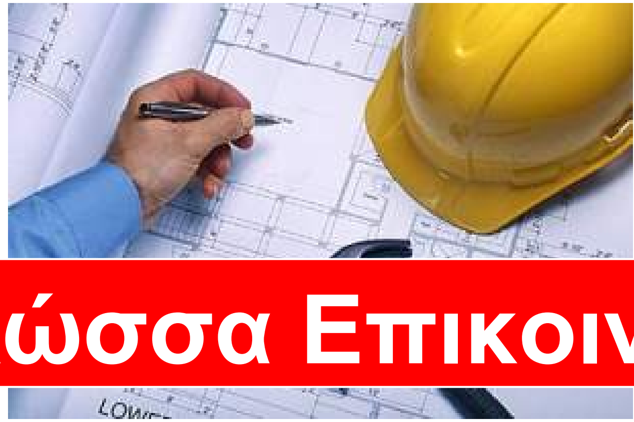
- Σύμβολο CE
- Αριθμός ταυτοποίησης του φορέα πιστοποίησης

- Όνομα ή χαρακτηριστικός κωδικός του παραγωγού
- Έτος προσάρτησης του συμβόλου CE
- Αριθμός πιστοποίησης όμοιος με του θεωρημένου πιστοποιητικού

- Αριθμός του Ευρωπαϊκού Προτύπου
- Περιγραφή προϊόντος

- Πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά που υπόκεινται σε περιορισμούς

ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΛΟΤ ΕΝ 1504
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ…



Κοινή Γλώσσα Επικοινωνίας !

ΠΑΡΑΓΩΓΟΥΣ ΥΛΙΚΩΝ

- Νόμιμη τοποθέτηση προϊόντων στην Ευρωπαϊκή αγορά
- Συμμόρφωση των προϊόντων με κανονιστικές απαιτήσεις
- Υψηλός Ποιοτικός Έλεγχος (QC)
- Προστιθέμενη «Αξία» στα προϊόντα
- Αύξηση κόστους παραγωγής
  - Αύξηση εργαστηριακών δοκιμών
  - Αύξηση δοκιμών Ποιοτικού Ελέγχου
  - Πιστοποιητικά/Βεβαιώσεις από Εγκεκριμένους Οργανισμούς

ΜΕΛΕΤΗΤΕΣ

- Εξασφάλιση της ελάχιστης ποιότητας και συμμόρφωσης των προϊόντων
- Ευκολία επιλογής κατάλληλου προϊόντος για την αντίστοιχη εφαρμογή
- Διαφάνεια μελέτης

ΤΕΛΙΚΟΥΣ ΧΡΗΣΤΕΣ ΕΦΑΡΜΟΣΤΕΣ

- Εξασφάλιση της ελάχιστης ποιότητας και συμμόρφωσης των προϊόντων
- Ευκολία επιλογής κατάλληλου προϊόντος για την αντίστοιχη εφαρμογή
- Ευδιάκριτες πληροφορίες σχετικά με το προϊόν
- Τα προϊόντα και συστήματα είναι πλέον συγκρινόμενα

  (π.χ. Κλάση επισκευαστικών κονιαμάτων R4)

ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΛΟΤ ΕΝ 1504

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1º **Ορισμοί**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2º **Συστήματα επιφανειακής προστασίας σκυροδέματος**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3º **Επισκευή φερόντων και μη φερόντων στοιχείων**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4º **Δομική συγκόλληση**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5º **Ενέματα σκυροδέματος**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6º **Αγκύρωση χαλύβδινου οπλισμού**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7º **Αντιδιαβρωτική προστασία οπλισμού**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8º **Έλεγχος ποιότητας και αξιολόγηση της συμμόρφωσης**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9º **Γενικές αρχές για τη χρήση προϊόντων και συστημάτων**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10º **Επί τόπου εφαρμογή προϊόντων και συστημάτων και έλεγχος ποιότητας εργασιών**

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9
ΘΕΜΕΛΙΩΔΗ ΒΗΜΑΤΑ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Διερεύνηση

Διάγνωση

Στόχευση

Επιλογή

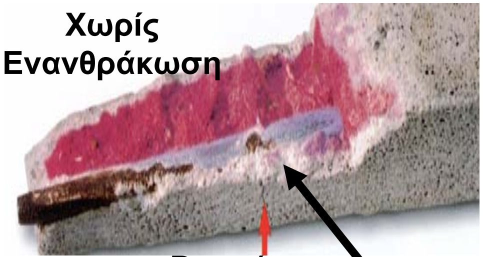
Εφαρμογή

1. **Αποτίμηση Υφιστάμενης Καταστάσεως**
2. **Προσδιορισμός Αιτιών Φθοράς και Βλαβών**
3. **Στόχευση Επιπέδου Επεμβάσεων**
4. **Επιλογή Γενικών Αρχών Επισκευής και Προστασίας**
5. **Επιλογή Μεθόδου Εφαρμογής**
6. **Προσδιορισμός Ιδιοτήτων Προϊόντων – Συστημάτων**
7. **Καθορισμός Απαιτήσεων Συντήρησης**

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΦΘΟΡΑΣ ΚΑΙ ΒΛΑΒΩΝ

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ, ΜΗ-ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

Βυσσινί
Χωρίς Ενανθράκωση



Ρωγμή

Ενανθρακωμένο - Χωρίς Αλλαγή Χρώματος: pH < 9

ΕΝΑΝΘΡΑΚΩΣΗ

Προσδιορισμός εναπομένουσας παθητικής προστασίας χαλύβδινου οπλισμού, από το βαθμό και το βάθος της ενανθράκωσης.
Διάλυμα Φαινολοφθαλεΐνης
Εργαστηριακή Δομική σύμφωνα με ASTM D 4262-05

ΧΛΩΡΙΟΝΤΑ

Προσδιορισμός ποσοστού και βάθος παρουσίας χλωριότων (αδέσμευτων) με διαλύματα νιτρικού αργύρου ή εργαστηριακές δοκιμές σύμφωνα με το AASHTO T 260.

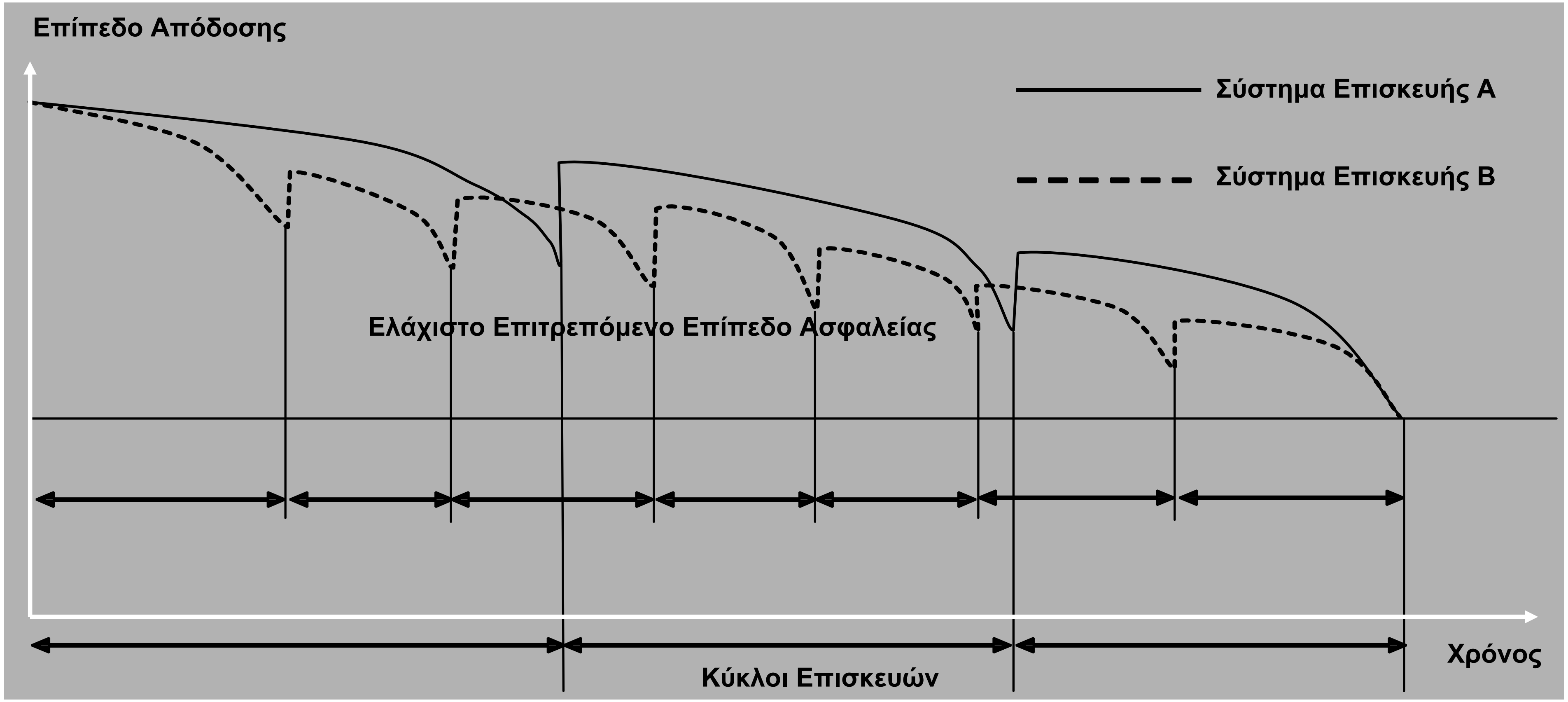
ΕΝΕΡΓΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ

Έλεγχος ενεργής ή μη ενεργής διάβρωσης με μετρήσεις ημι-δυναμικού ενός ηλεκτροδίου αναφοράς χαλκού / θειικού χαλκού, σύμφωνα με το πρότυπου ASTM C 876 – TRL Guide AG9.

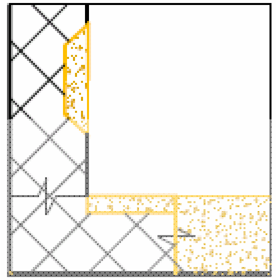
ΡΥΘΜΟΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ

Υπολογισμός ρεύματος διάβρωσης i_{cor}, δηλαδή ρυθμού απώλεια ενεργής διατομής χαλύβδινου οπλισμού σε ετήσια βάση.

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9
ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΩΝ



ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9
ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ

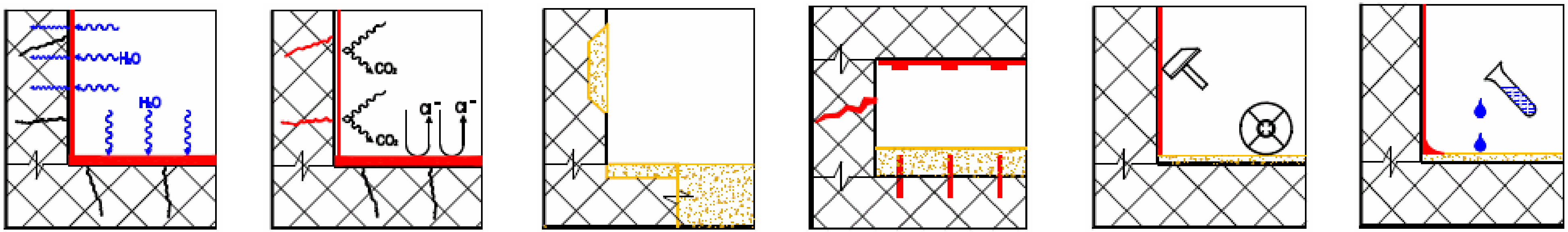


Γενικές Αρχές και Μέθοδοι Εφαρμογής σχετικές με τις Αστοχίες Σκυροδέματος

Αρ. Αρχής	Ορισμός Γενικής Αρχής	Μέθοδοι Εφαρμογής	Κεφάλαια σχετικά με το ΕΛΟΤ ΕΝ 1504
3η	**Αποκατάσταση Σκυροδέματος** Αποκατάσταση του αυθεντικού σκυροδέματος σύμφωνα με τις αρχικές προδιαγραφές της γεωμετρίας των διατομών και της λειτουργίας του. Αποκατάσταση του σκυροδέματος της κατασκευής με τμηματική αντικατάσταση.	1. Εφαρμογή κονιάματος με μυστρί 2. Έγχυση κονιάματος ή σκυροδέματος σε καλούπι 3. Εκτόξευση – ψεκασμός σκυροδέματος ή κονιάματος 4. Αντικατάσταση δομικού στοιχείου	1. Κεφάλαιο 3ο 2. Κεφάλαιο 3ο 3. Κεφάλαιο 3ο 4. - Εκτός -

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9

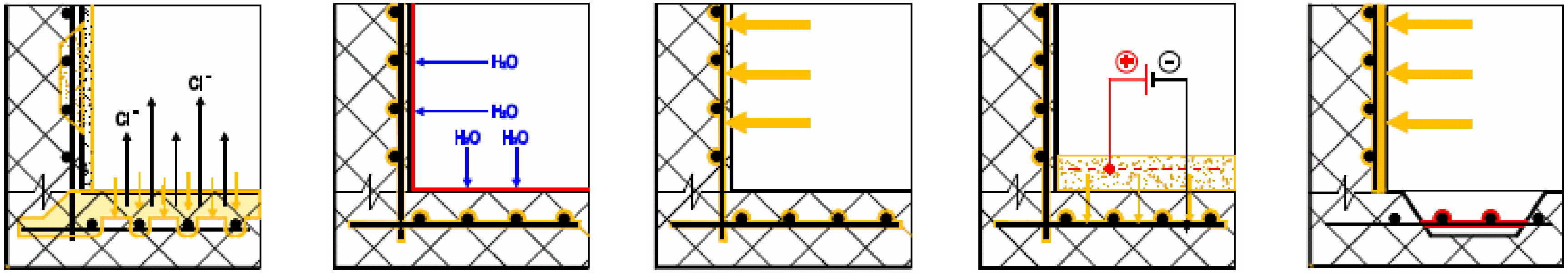
ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΣΜΟΥ



Φθορές & Βλάβες Σκυροδέματος

1η Αρχή	**Προστασία έναντι Διείσδυσης**
2η Αρχή	**Έλεγχος Υγρασίας**
3η Αρχή	**Αποκατάσταση Σκυροδέματος**
4η Αρχή	**Δομητική Ενίσχυση**
5η Αρχή	**Αύξηση Φυσικής Αντίστασης**
6η Αρχή	**Αντοχή σε Χημικά**

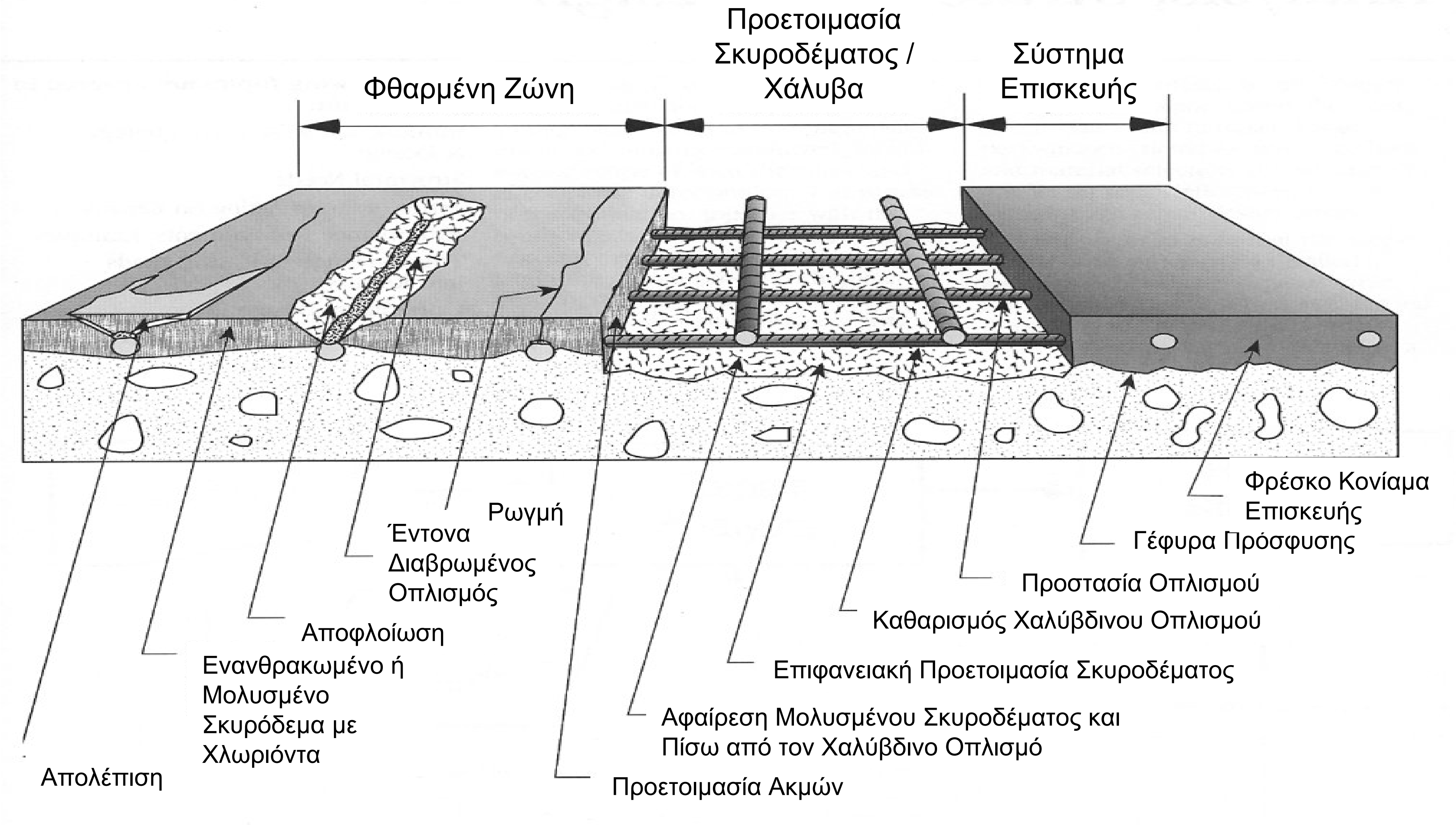
ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9
ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΣΜΟΥ



Διάβρωση Χαλύβδινου Οπλισμού

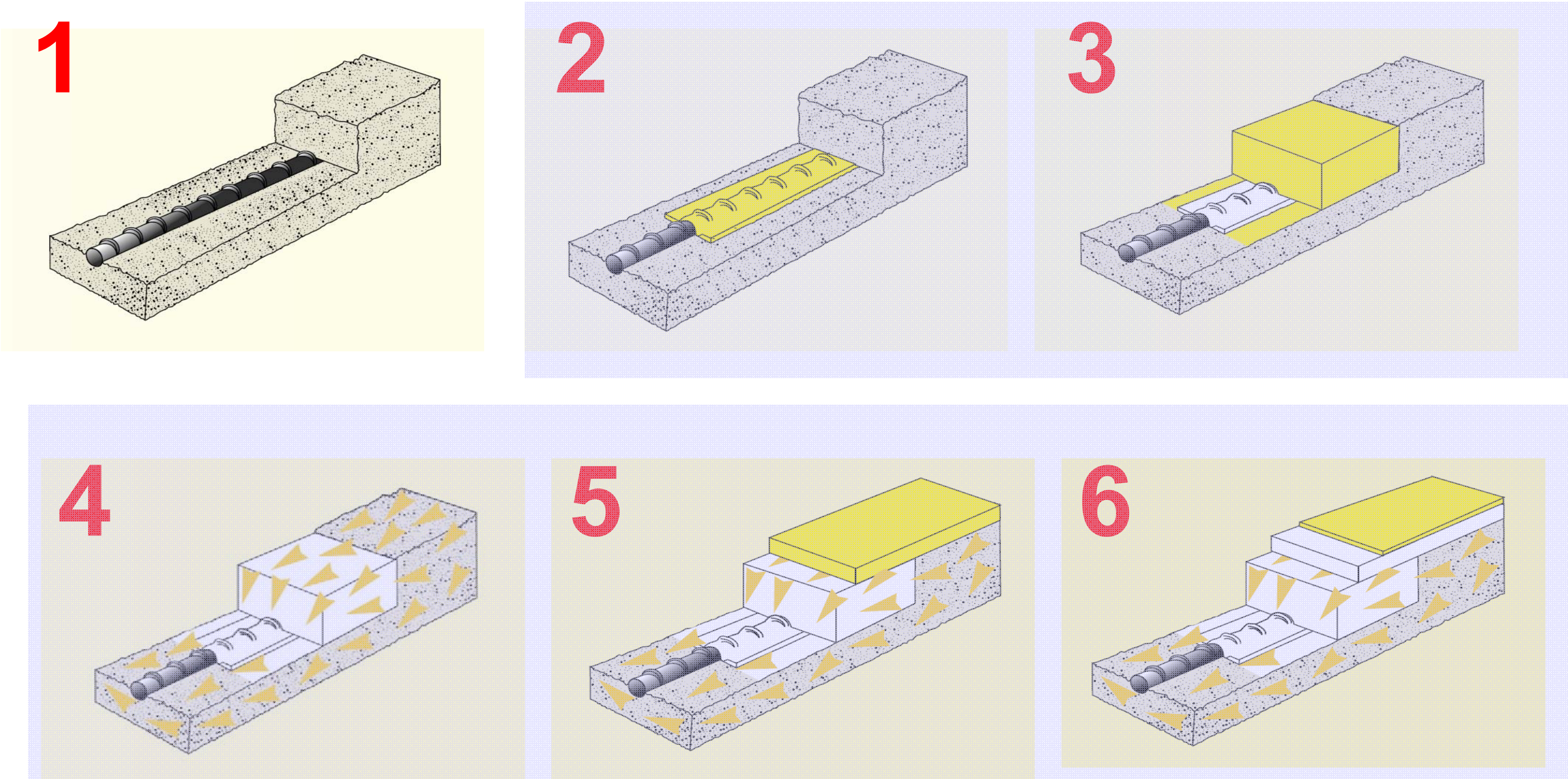
$7^{η}$ Αρχή	**Διατήρηση ή Επαναφορά Παθητικότητας**
$8^{η}$ Αρχή	**Αύξηση Αντίστασης**
$9^{η}$ Αρχή	**Έλεγχος Καθοδικής Ζώνης**
$10^{η}$ Αρχή	**Καθοδική Προστασία**
$11^{η}$ Αρχή	**Έλεγχος Ανοδικής Ζώνης**

ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ
ΣΤΑΔΙΑ ΒΛΑΒΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ



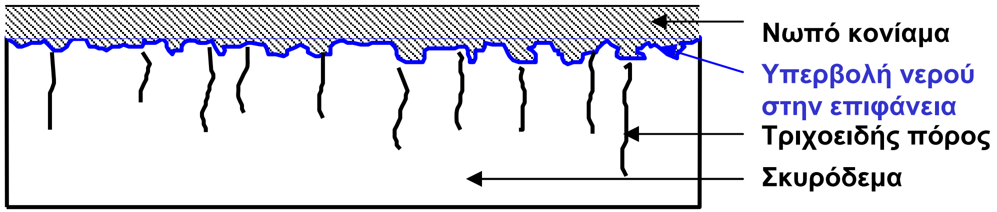
ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 10

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟ & ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

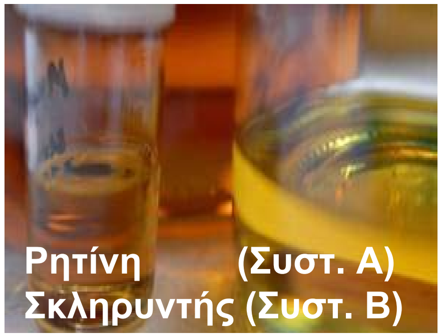



Προετοιμασία Υποστρώματος

- Απομάκρυνση σαθρού και χαλαρά προσκολλημένου σκυροδέματος
- Καθαρισμός διαβρωμένου οπλισμού; βαθμός Sa2 1/2
- Δημιουργία περιμετρικής απότμησης
  - Ελάχιστο βάθος 10mm
- Διαβροχή σκυροδέματος και ξυλότυπου
  - προσοχή στα λιμνάζοντα νερά !!!



ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 1
ΟΡΙΣΜΟΙ – ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΛΙΚΩΝ



CC: HYDRAULIC MORTARS AND HYDRAULIC CONCRETES

Κονιάματα και σκυροδέματα βασισμένα σε υδραυλικές κονίες, οι οποίες όταν αναμιγνύονται με διαβαθμισμένα αδρανή που ίσως περιέχουν και πρόσμικτα / πρόσθετα, όταν αναμιχθούν με νερό, πήζουν / σκληραίνουν με αντίδραση ενυδάτωσης.

PCC: POLYMER HYDRAULIC CEMENT MORTARS AND CONCRETES

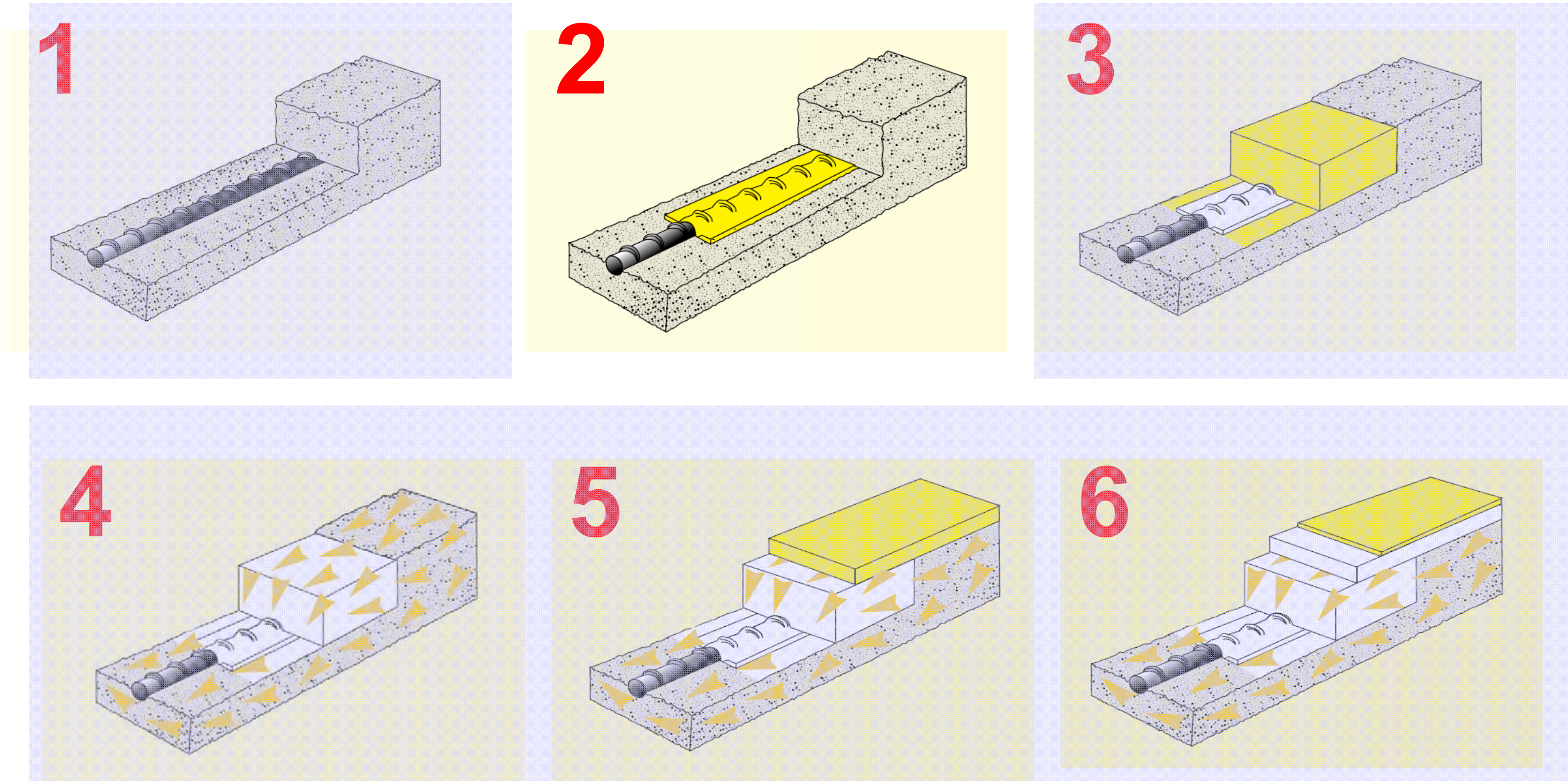
Υδραυλικά κονιάματα ή σκυροδέματα τροποποιημένα με προσθήκες πολυμερών, τα οποία όταν αναμιχθούν σε ικανοποιητική ποσότητα προσδίνουν ιδιαίτερες ιδιότητες.
*Τα πολυμερή που χρησιμοποιούνται είναι κυρίως ακρυλικά υδατικής διασποράς, SBR, εποξειδικά, κα.

PC: POLYMER MORTARS AND POLYMER CONCRETES

Μίγματα με συνδετικές ουσίες πολυμερών και διαβαθμισμένων αδρανών (χαλαζιακά), τα οποία πήζουν / σκληραίνουν με αντίδραση πολυμερισμού.

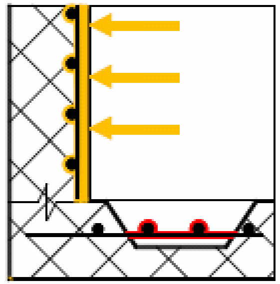
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ



ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9

11^{Η} ΑΡΧΗ – ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΟΔΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

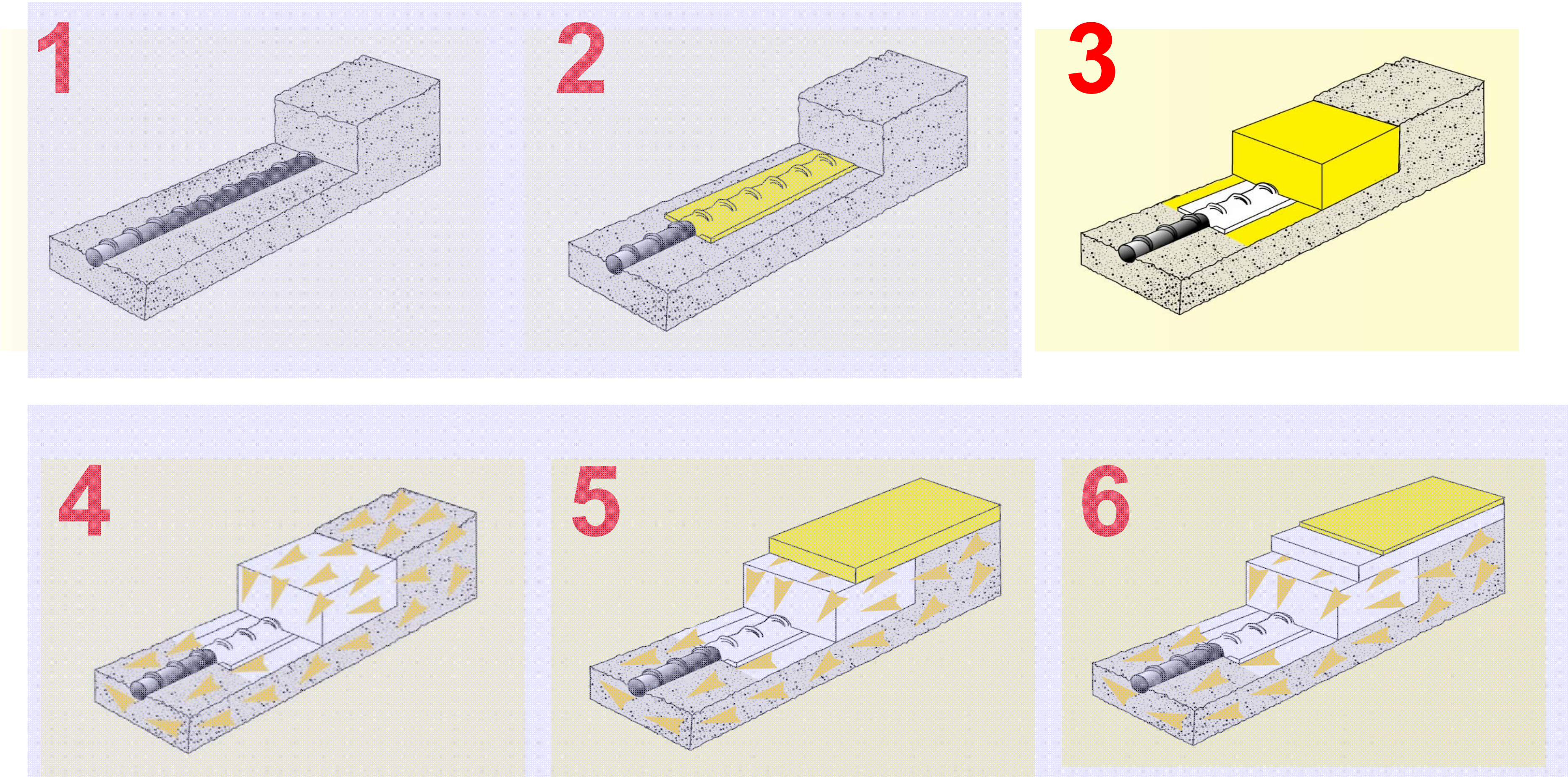


Γενικές Αρχές και Μέθοδοι Εφαρμογής σχετικές με τη Διάβρωση του Χαλύβδινου Οπλισμού

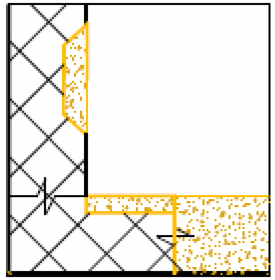
Αρ. Αρχής	Ορισμός Γενικής Αρχής	Μέθοδοι Εφαρμογής	Κεφάλαια σχετικά με το ΕΛΟΤ ΕΝ 1504
11η	**Έλεγχος Ανοδικής Ζώνης** Δημιουργία συνθηκών υπό τις οποίες οι πιθανές περιοχές ανόδου του χαλύβδινου οπλισμού δεν μπορούν να λάβουν μέρος στην αντίδραση της διάβρωσης.	1. Επάλειψη του χαλύβδινου οπλισμού με προστατευτικές επιστρώσεις που περιέχουν ενεργά συστατικά 2. Επάλειψη του χαλύβδινου οπλισμού με σφραγιστικές επιστρώσεις 3. Εφαρμογή αναστολέα διάβρωσης στη μάζα ή στην επιφάνεια του σκυροδέματος	1. Κεφάλαιο 7ο 2. Κεφάλαιο 7ο 3. - Εκτός -

ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ



ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9
3Η ΑΡΧΗ – ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ



Γενικές Αρχές και Μέθοδοι Εφαρμογής σχετικές με τις Αστοχίες Σκυροδέματος

Αρ. Αρχής	Ορισμός Γενικής Αρχής	Μέθοδοι Εφαρμογής	Κεφάλαια σχετικά με το ΕΛΟΤ ΕΝ 1504
3η	**Αποκατάσταση Σκυροδέματος** Αποκατάσταση του αυθεντικού σκυροδέματος σύμφωνα με τις αρχικές προδιαγραφές της γεωμετρίας των διατομών και της λειτουργίας του. Αποκατάσταση του σκυροδέματος της κατασκευής με τμηματική αντικατάσταση.	1. Εφαρμογή κονιάματος με μυστρί 2. Έγχυση κονιάματος ή σκυροδέματος σε καλούπι 3. Εκτόξευση – ψεκασμός σκυροδέματος ή κονιάματος 4. Αντικατάσταση δομικού στοιχείου	1. Κεφάλαιο 3ο 2. Κεφάλαιο 3ο 3. Κεφάλαιο 3ο 4. - Εκτός -

ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΟΣ ΜΕ ΜΥΣΤΡΙ

Θιξοτροπικά, μη-συρρικνούμενα, ενός συστατικού, τσιμεντοειδούς βάσης επισκευαστικά κονιάματα, τροποποιημένα με πολυμερή, για αποκατάσταση βλαβών σκυροδέματος σε κατακόρυφα στοιχεία και οροφές με μυστρί.

ΕΓΧΥΣΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΟΣ ΣΕ ΚΑΛΟΥΠΙ

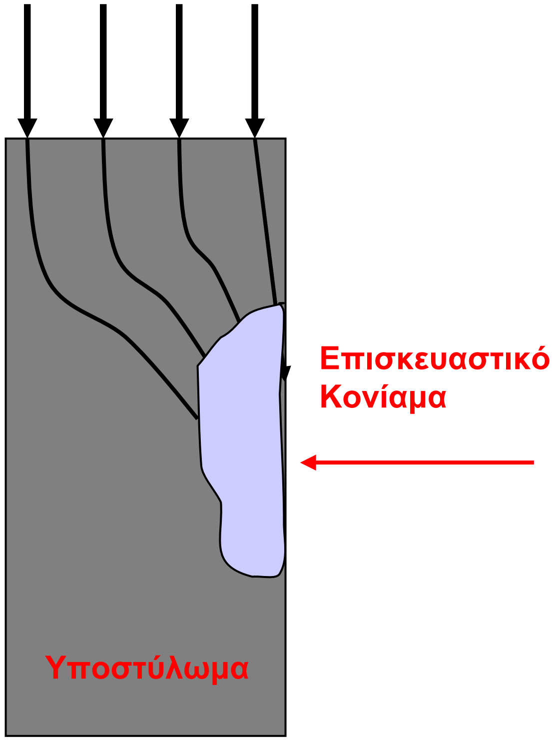
Έγχυτα, μη συρρικνούμενα, ενός συστατικού, τσιμεντοειδούς βάσης επισκευαστικά κονιάματα, τροποποιημένα με πολυμερή, που παρουσιάζουν υψηλή ρευστότητα για εφαρμογή σε δάπεδα και καλούπια.

ΨΕΚΑΣΜΟΣ / ΕΚΤΟΞΕΥΣΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΟΣ

Έτοιμα επισκευαστικά κονιάματα, ενός συστατικού που εφαρμόζονται με αντλίες ψεκασμού / εκτόξευσης, τόσο με ξηρή όσο και υγρή διαδικασία.

ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 3

ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΦΕΡΟΝΤΩΝ ΚΑΙ ΜΗ-ΦΕΡΟΝΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ



ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΤΙΚΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ

Item	Requirement			
	Structural		Non-Structural	
	Class R4	Class R3	Class R2	Class R1
Compressive Strength	≥ 45 MPa	≥ 25 MPa	≥ 15 MPa	≥ 10 MPa
Chloride Ion Content	≤ 0,05%		≤ 0,05%	
Adhesive Bond	≥ 2,0 MPa	≥ 1,5 MPa	≥ 0,8 MPa	
Restrained shrinkage Expansion	Max average crack width <0.05mm No crack width >0.1mm No delamination			No requirement
	≥ 2,0 MPa	≥ 1,5 MPa	≥ 0,8 MPa	
Carbonation Resistance (not required if coated)	$d_K \le$ Control concrete C(0,45)			Not required
Elastic Modulus	≥ 20 GPa	≥ 15 GPa	Not required	

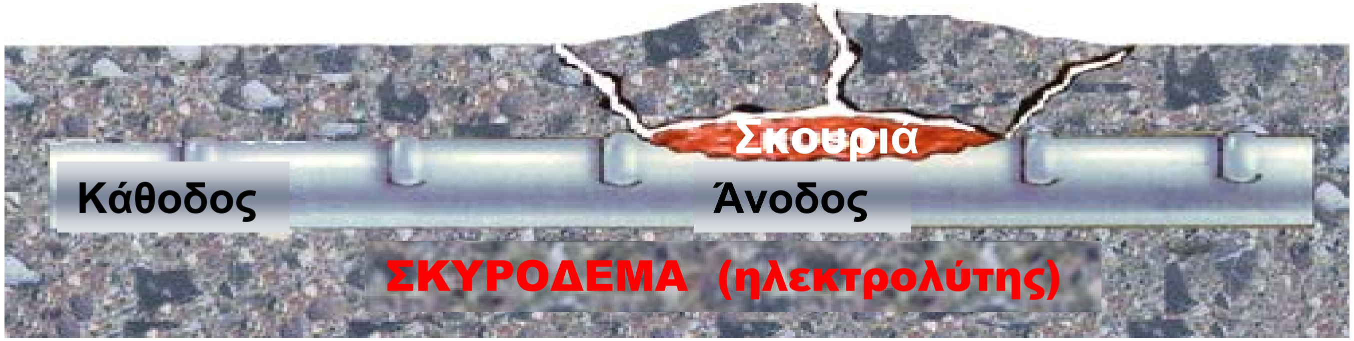
Notes:

= For structural strengthening Principle 4 (orange box)

- All intended uses (white box)

ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΡΧΟΥΣΑΣ ΑΝΟΔΟΥ
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΑΝΟΔΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΠΙΣΚΕΥΗ

Δράση γαλβανικού στοιχείου διάβρωσης

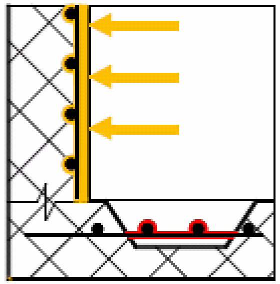


Διάβρωση στην άνοδο (+ve)

Χαλύβδινος οπλισμός δεν διαβρώνεται στην κάθοδο (-ve)
Σχηματισμός ανοδικών περιοχών σε γειτνίαση της επισκευής (+ve)

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9

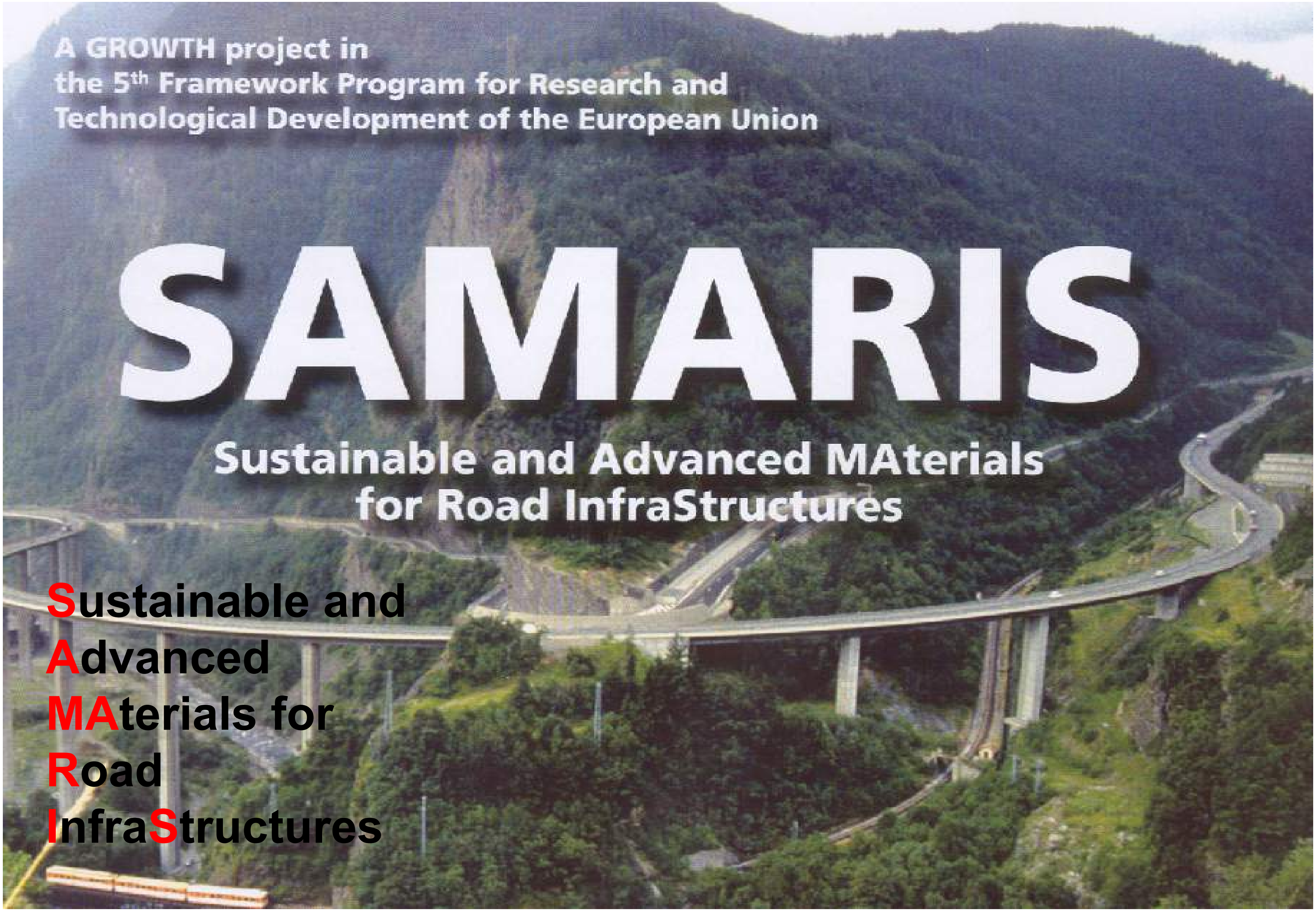
ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΟΔΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ–ΑΝΑΣΤΟΛΕΑΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ



Γενικές Αρχές και Μέθοδοι Εφαρμογής σχετικές με τη Διάβρωση του Χαλύβδινου Οπλισμού

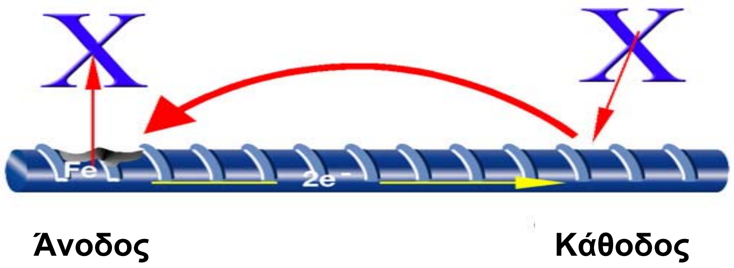
Αρ. Αρχής	Ορισμός Γενικής Αρχής	Μέθοδοι Εφαρμογής	Κεφάλαια σχετικά με το ΕΛΟΤ ΕΝ 1504
11η	**Έλεγχος Ανοδικής Ζώνης** Δημιουργία συνθηκών υπό τις οποίες οι πιθανές περιοχές ανόδου του σιδηροπλισμού δεν μπορούν να λάβουν μέρος στην αντίδραση της διάβρωσης.	1. Επάλειψη του σιδηροπλισμού με προστατευτικές επιστρώσεις που περιέχουν ενεργά συστατικά 2. Επάλειψη του σιδηροπλισμού με σφραγιστικές επιστρώσεις 3. Εφαρμογή αναστολέα διάβρωσης στη μάζα ή στην επιφάνεια του σκυροδέματος	1. Κεφάλαιο 7ο 2. Κεφάλαιο 7ο 3. - Εκτός - *

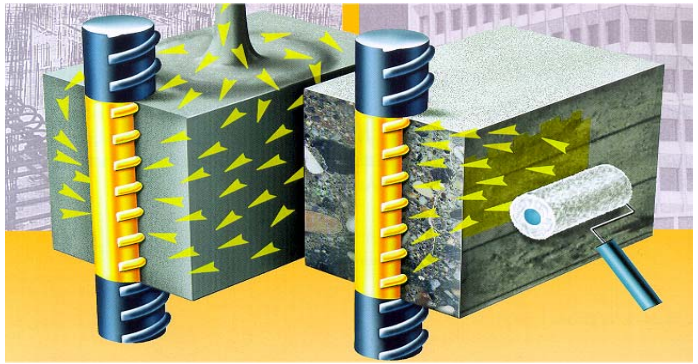
Εκτός Προδιαγραφών ΕΝ 1504

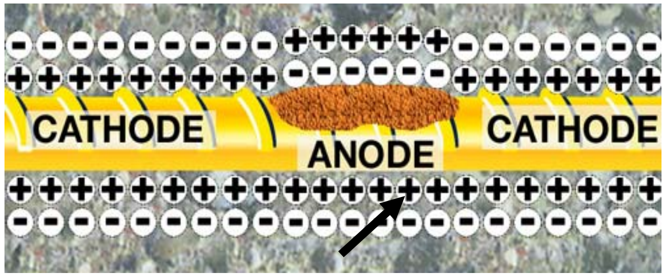

A GROWTH project in
the 5th Framework Program for Research and
Technological Development of the European Union
SAMARIS
Sustainable and Advanced MAterials
for Road InfraStructures
Sustainable and
Advanced
MAterials for
Road
InfraStructures

ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9

ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΑΣΤΟΛΕΑ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ







Διεισδυτικός αναστολέας

Διεισδύει στο σκυρόδεμα σε δύο μορφές υγρή & αέρια

- Υγρή φάση - κινείται μέσω διαφορά συγκεντρώσεων σύμφωνα με τις αρχές κίνησης των υγρών (όπως χλωριόντα)
- Αέρια φάση - διαχέεται στο σκυρόδεμα όπως τα αέρια (όπως διοξείδιο του άνθρακα)

Πολυλειτουργικός τύπος

- Εμποδίζει τη δημιουργία ηλεκτρολυτικής δράσης
- Δημιουργία στρώσης (με προσρόφηση)

  Δημιουργία προστατευτικής στρώσης στην επιφάνεια του οπλισμού (ανοδική και καθοδική θέση)
- Δεσμεύει χλωριόντα

Ενεργός αναστολέας

- Αντιδρά επιφανειακά με το χαλύβδινο οπλισμό (φυσικά και χημικά)

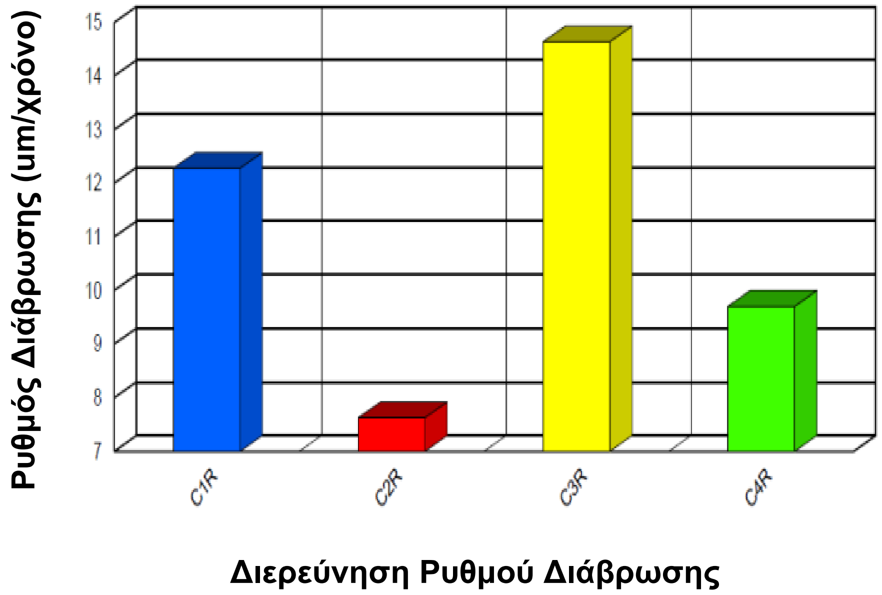
Προσέλκυση αναστολέα από τον χαλύβδινο οπλισμό

- Μόρια του αναστολέα προσκολλώνται φυσικά στην επιφάνεια του χαλύβδινου οπλισμού από αρνητική ή θετική έλξη

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ – SAMARIS
ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΝΑΣΤΟΛΕΩΝ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ

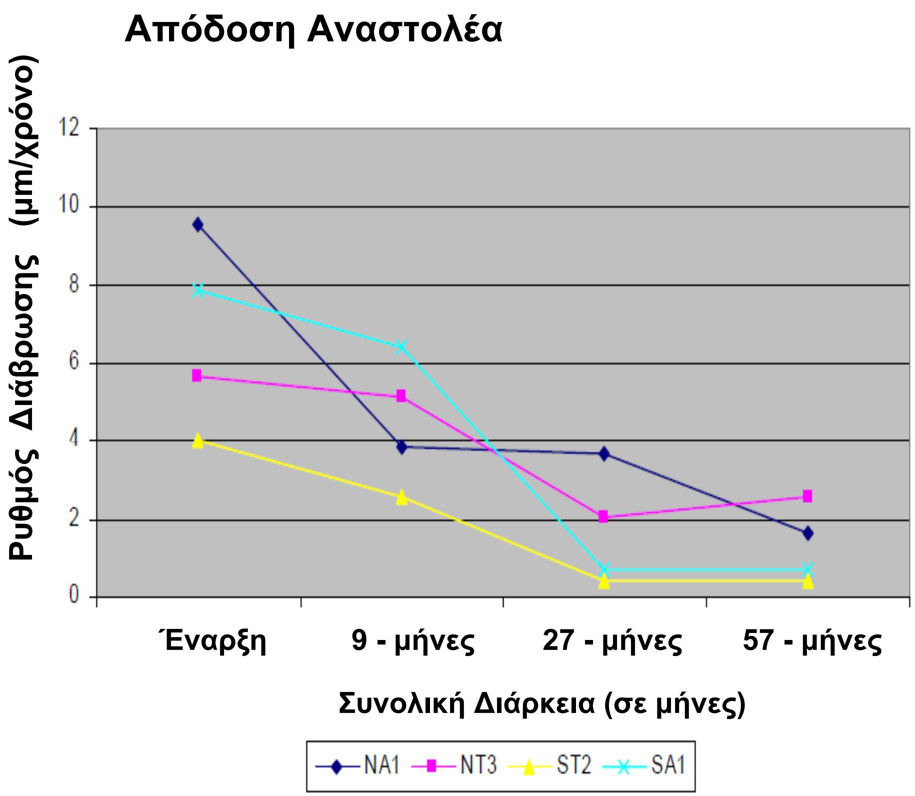
Δοκιμές Πεδίου

Γέφυρα Kingsway – Βρετανία



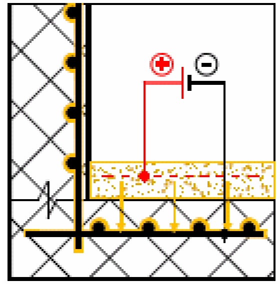
C3R **Σημείο Αναφοράς**
C1R **Στεγανοποίηση**
C4R **Μόνο Αναστολέας Διάβρωσης**
C2R **Στεγανοποίηση + Αναστολέας**

Γέφυρα Fleed Flood – Βρετανία



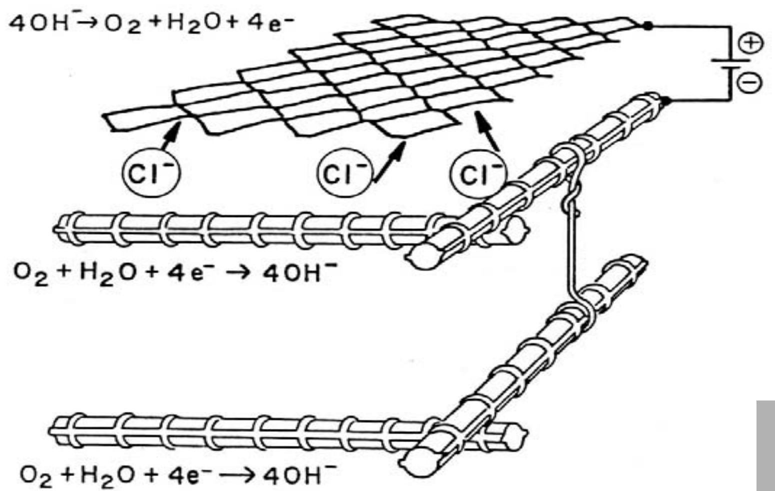
Ρυθμός Διάβρωσης Αναστολέα
Παρακείμενα της Επισκευής

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9
ΚΑΘΟΔΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ



Γενικές Αρχές και Μέθοδοι Εφαρμογής σχετικές με τη Διάβρωση του Χαλύβδινου Οπλισμού

Αρ. Αρχής	Ορισμός Γενικής Αρχής	Μέθοδος Εφαρμογής	Κεφάλαια σχετικά με το ΕΛΟΤ ΕΝ 1504
10η	Καθοδική Προστασία	1. Εφαρμογή ηλεκτρικού ρεύματος	1. - Εκτός -

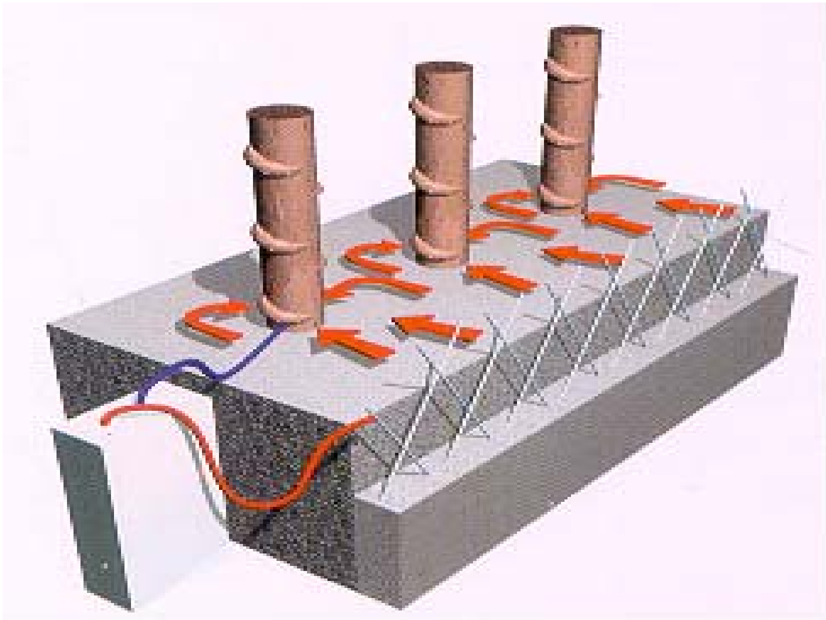


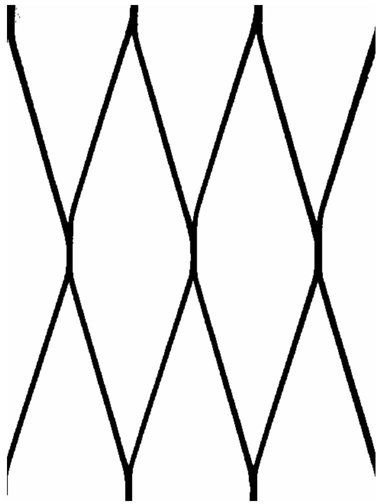
Εφαρμογή δυναμικού αντίθετου του δυναμικού διάβρωσης, ώστε ο χαλύβδινος οπλισμός να γίνει κάθοδος ενός ηλεκτρολυτικού κελιού

Εκτός Προδιαγραφών ΕΝ 1504

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9
ΚΑΘΟΔΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Καθοδική Προστασία με Συνεχές Ρεύμα





- Εγκατάσταση ανοδικού στοιχείου
  (πλέγμα, ράβδοι, ελάσματα, διακριτά ανόδια, επιστρώσεις, βαφές)
- Λειτουργία εξωτερικής πηγής συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος
- Η άνοδος συνδέεται με το θετικό πόλο
- Ο οπλισμός συνδέεται με τον αρνητικό πόλο

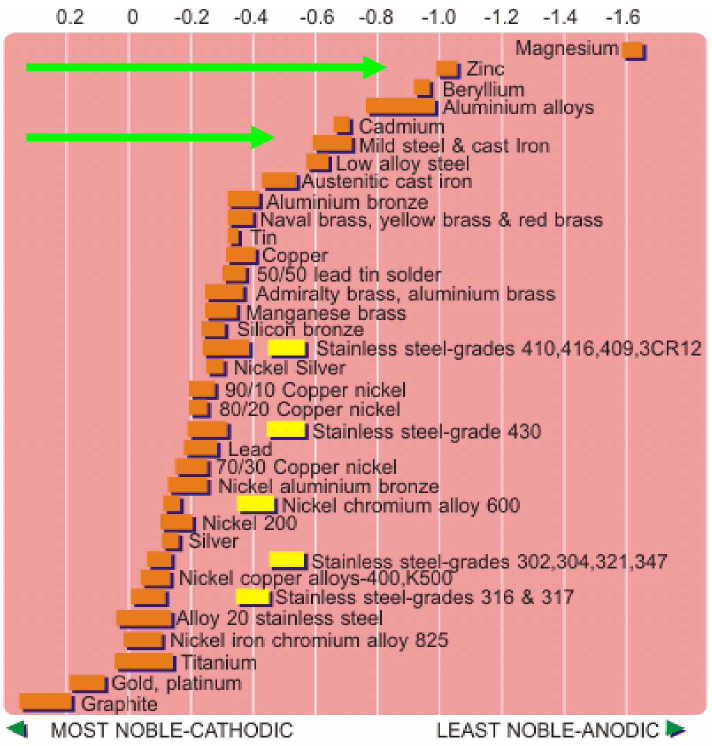
ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9

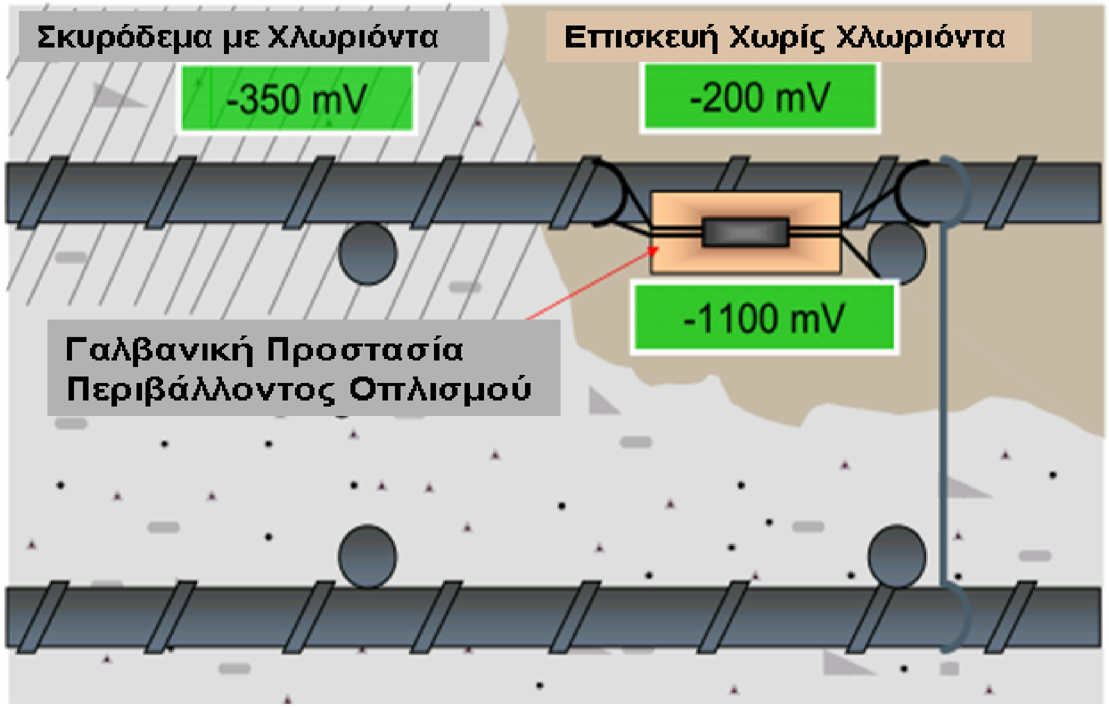
ΚΑΘΟΔΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Γαλβανική - Καθοδική Προστασία

Εφαρμογή δυναμικού αντίθετου του δυναμικού διάβρωσης,

ώστε ο χαλύβδινος οπλισμός να γίνει κάθοδος ενός ηλεκτρολυτικού κελιού

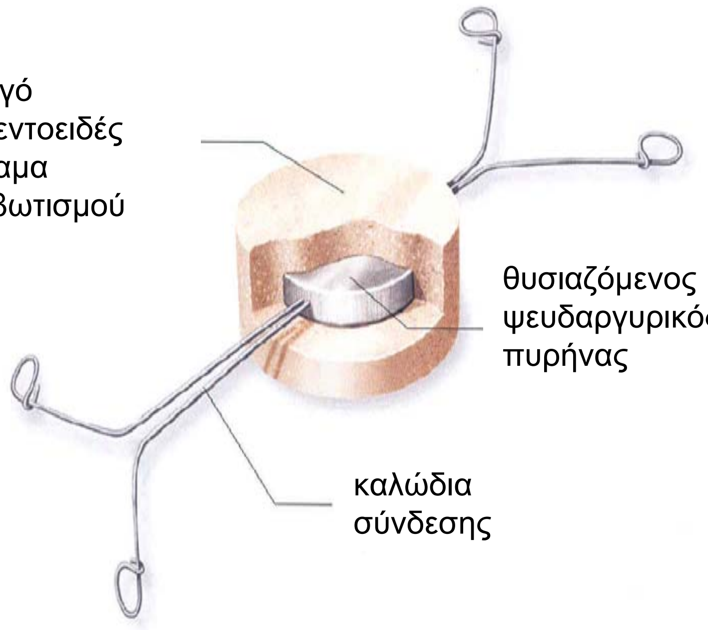


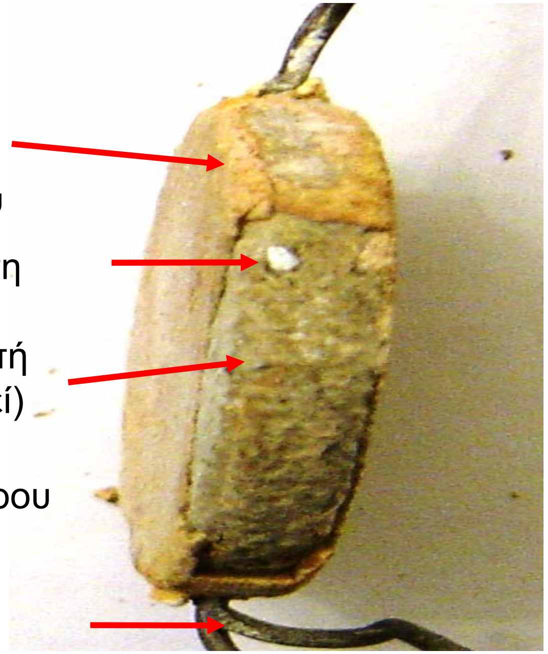


ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9
ΚΑΘΟΔΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Γαλβανική Προστασία με Θυσιζόμενα Ανόδια

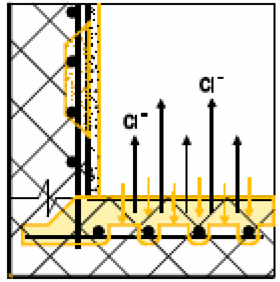
- **Εγκιβωτιζόμενα θυσιαζόμενα ανόδια**
- **Δεν απαιτείται και δεν καταναλώνεται ηλεκτρικό ρεύμα**





ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9

7Η ΑΡΧΗ – ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ Ή ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ ΠΑΘΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ



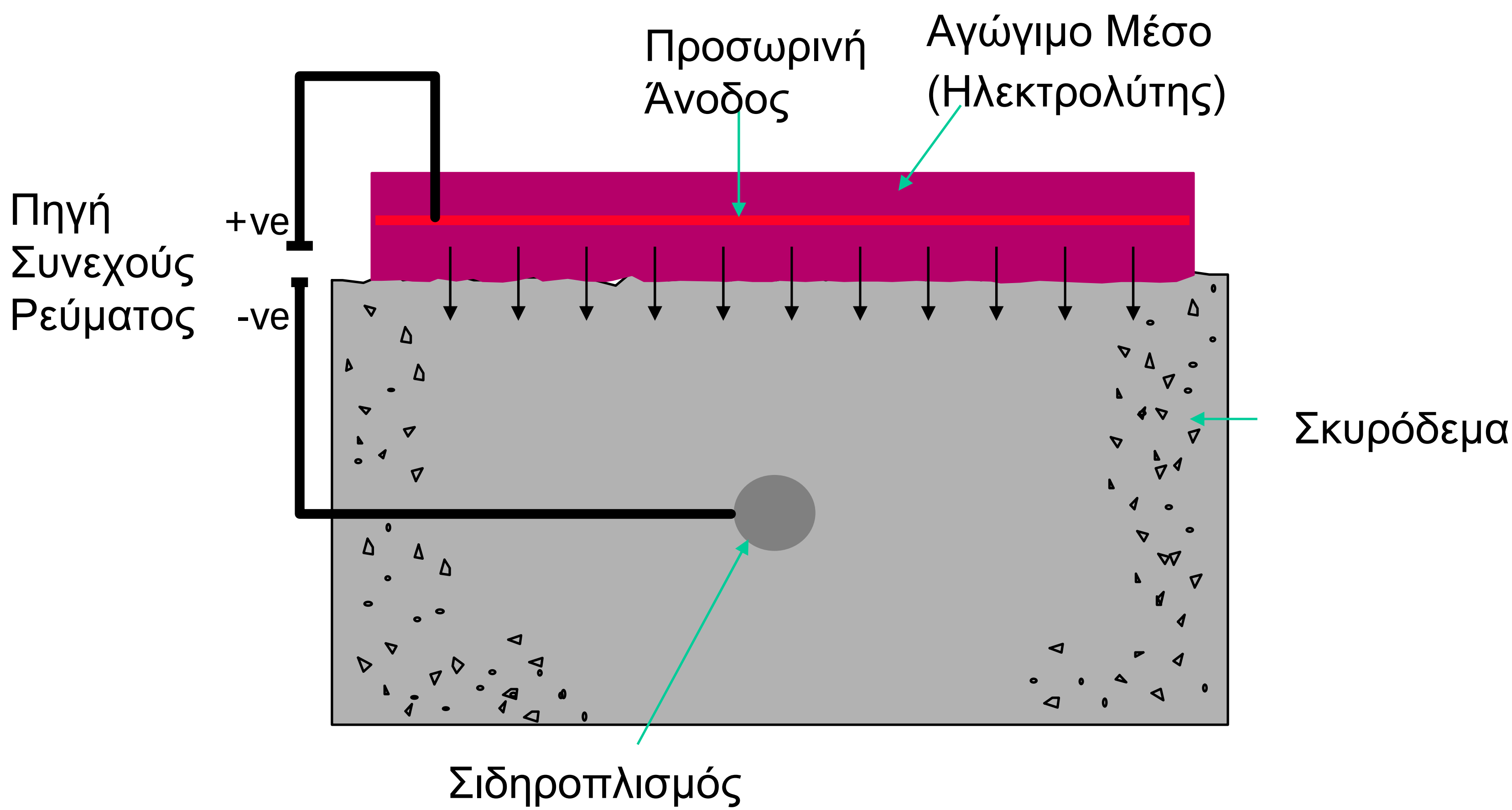
Γενικές Αρχές και Μέθοδοι Εφαρμογής σχετικές με τη Διάβρωση του Χαλύβδινου Οπλισμού

Αρ. Αρχής	Ορισμός Γενικής Αρχής	Μέθοδοι Εφαρμογής	Κεφάλαια σχετικά με το ΕΛΟΤ ΕΝ 1504
7η	**Διατήρηση ή Επαναφορά Παθητικότητας**	1. Αύξηση της επικάλυψης του σιδηροπλισμού με επιπρόσθετες τσιμεντοειδούς βάσης κονιάματα ή σκυρόδεμα	1. Κεφάλαιο 2ο & 3ο
	Δημιουργώντας χημικές συνθήκες στις οποίες η επιφάνεια του σιδηροπλισμού διατηρείται ή επανέρχεται σε παθητικά επίπεδο	2. Αντικατάσταση μολυσμένου ενανθρακωμένου σκυροδέματος	2. Κεφάλαιο 3ο
		3. Ηλεκτροχημική επαναλκαλοποίηση ενανθρακωμένου σκυροδέματος	3. - Εκτός -
		4. Επαναλκαλοποίηση ενανθρακωμένου σκυροδέματος με διάχυση	4. - Εκτός -
		5. Ηλεκτροχημική αφαίρεση χλωριόντων	5. - Εκτός -

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9

7Η ΑΡΧΗ – ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ Ή ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ ΠΑΘΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

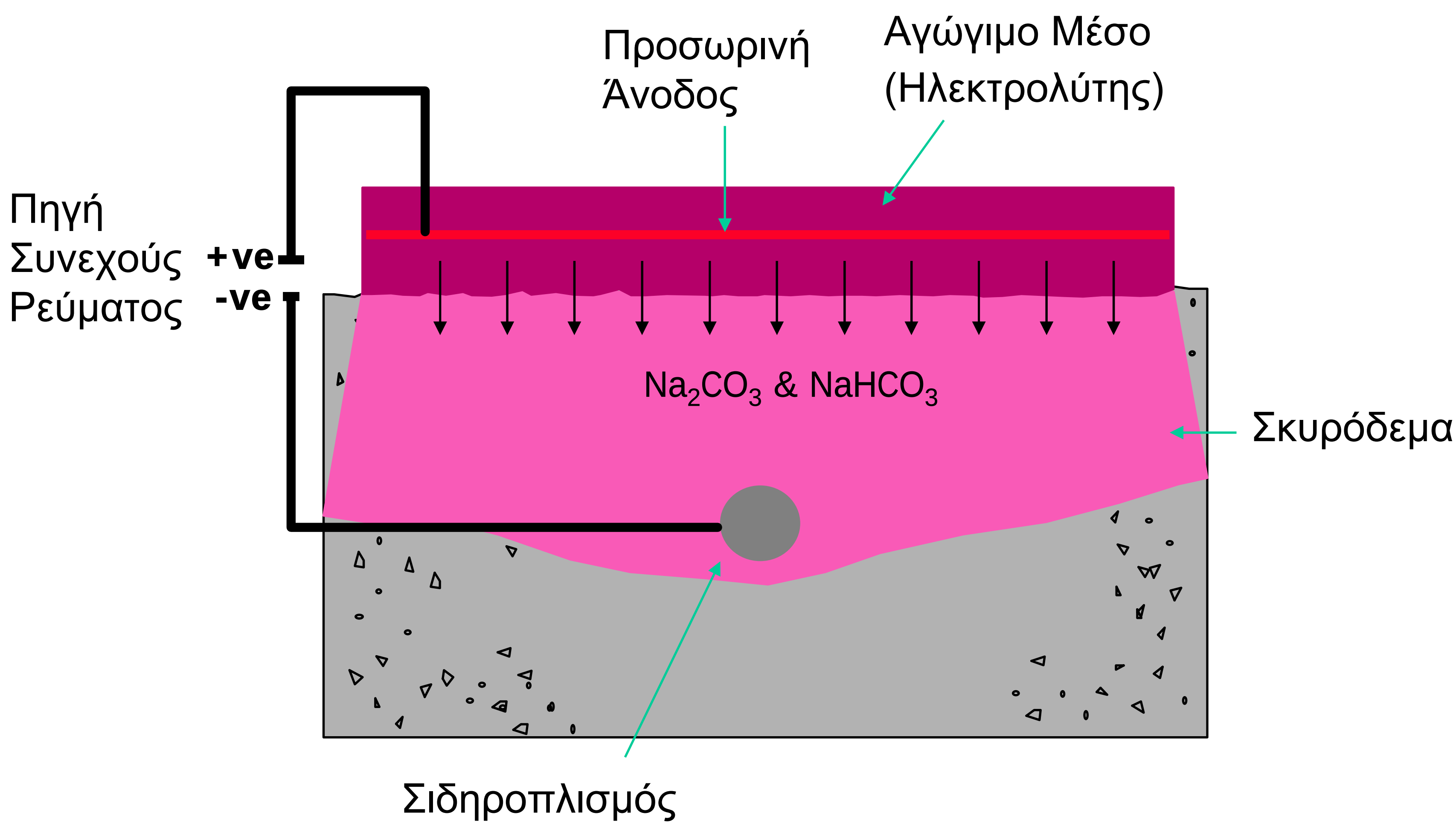
Επαναλκαλοποίηση Σκυροδέματος



ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9

7^{Η} ΑΡΧΗ – ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ Ή ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ ΠΑΘΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

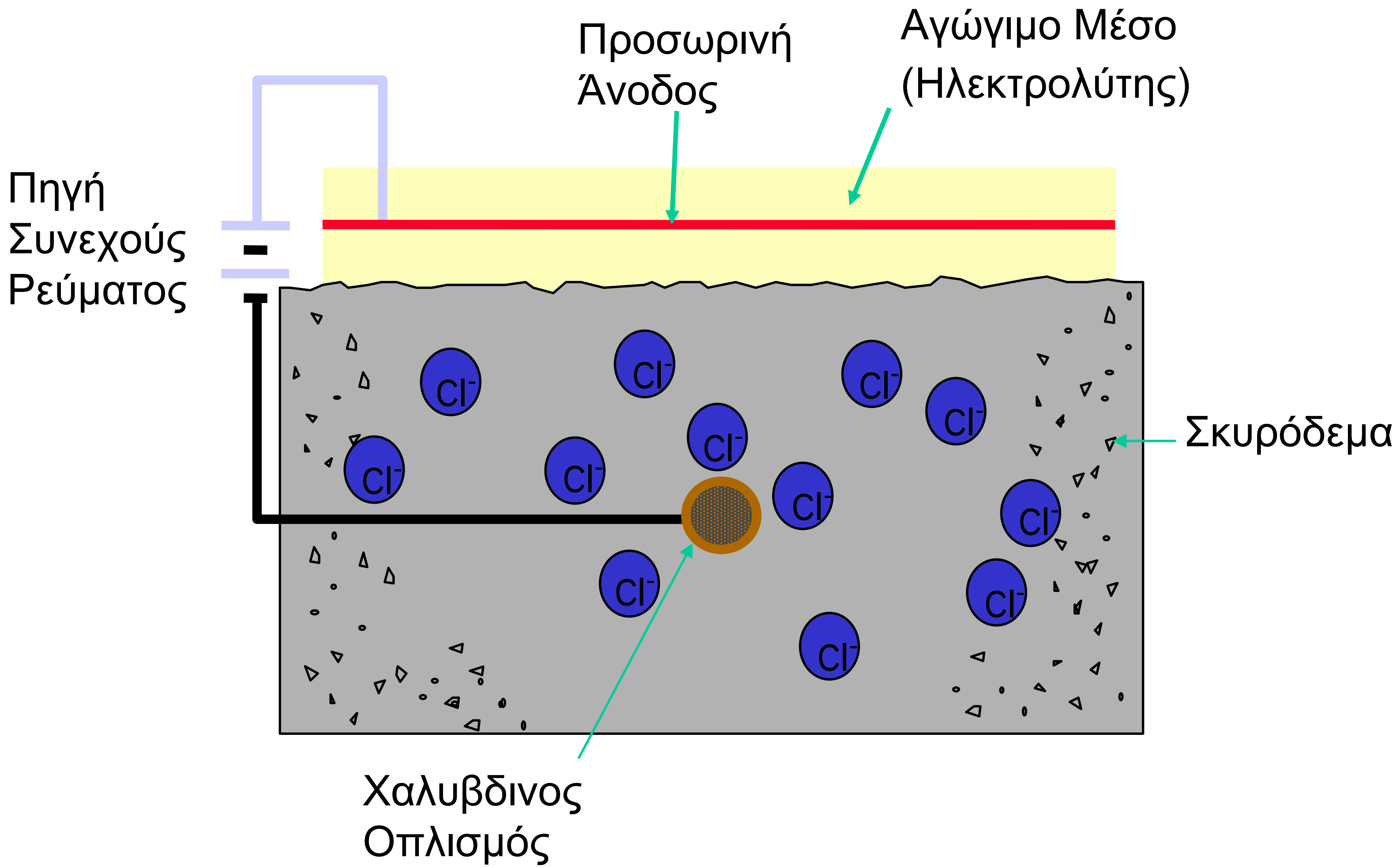
Επαναλκαλοποίηση Σκυροδέματος



ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9

7Η ΑΡΧΗ – ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ Ή ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ ΠΑΘΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

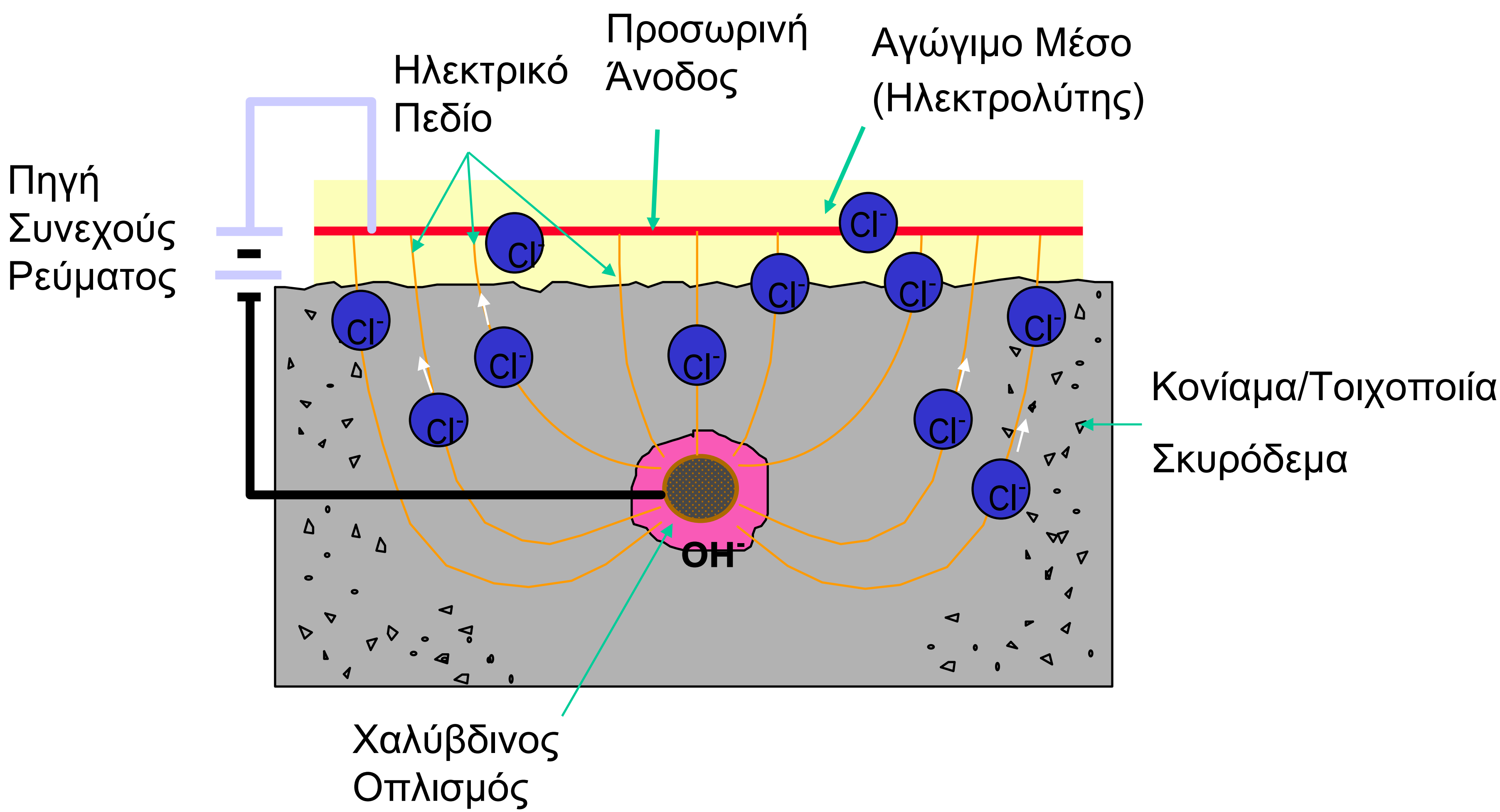
Ηλεκτροχημική Αφαίρεση Χλωριόντων



ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9

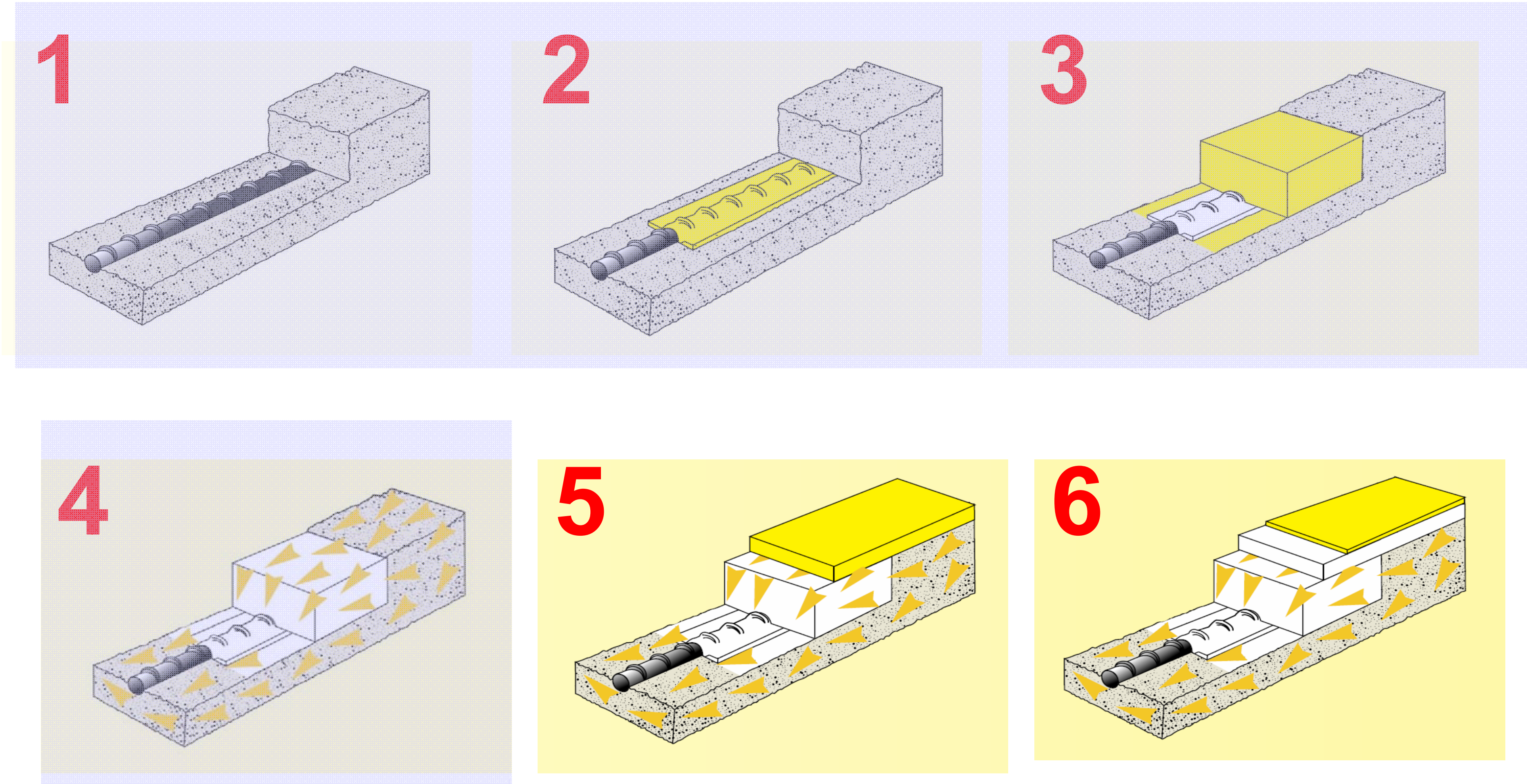
7Η ΑΡΧΗ – ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ Ή ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ ΠΑΘΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Ηλεκτροχημική Αφαίρεση Χλωριόντων



ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

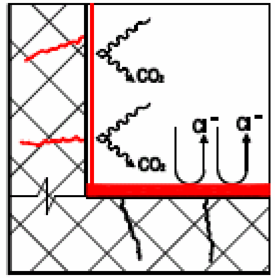


ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 2

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9

1Η ΑΡΧΗ – ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΝΑΝΤΙ ΔΙΕΙΣΔΥΣΕΩΝ

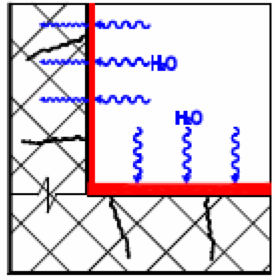


Γενικές Αρχές και Μέθοδοι Εφαρμογής σχετικές με τις Αστοχίες Σκυροδέματος

Αρ. Αρχής	Ορισμός Γενικής Αρχής	Μέθοδοι Εφαρμογής	Κεφάλαια σχετικά με το ΕΛΟΤ ΕΝ 1504
1η	**Προστασία έναντι Διεισδύσεων** Μειώνοντας ή προλαμβάνοντας τη διείσδυση επιβλαβών ουσιών, π.χ. νερό, άλλα υγρά, υδρατμούς, αέρια, χημικούς ή βιολογικούς διαβρωτικούς παράγοντες	1. Υδροφοβικός εμποτισμός 2. Εμποτισμός 3. Βαφή - επίστρωση 4. Επιφανειακή αντιμετώπιση ρωγμών 5. Πλήρωση ρωγμών 6. Μετατροπή ρωγμής σε μηχανισμό αρμού 7. Ανέγερση εξωτερικών πανέλων/πλαγιοκαλύψεων 8. Εφαρμογή μεμβρανών	1. Κεφάλαιο 2ο 2. Κεφάλαιο 2ο 3. Κεφάλαιο 2ο 4. - Εκτός - 5. Κεφάλαιο 5ο 6. - Εκτός - 7. - Εκτός - 8. - Εκτός -

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9

2Η ΑΡΧΗ – ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

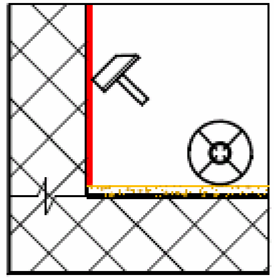


Γενικές Αρχές και Μέθοδοι Εφαρμογής σχετικές με τις Αστοχίες Σκυροδέματος

Αρ. Αρχής	Ορισμός Γενικής Αρχής	Μέθοδοι Εφαρμογής	Κεφάλαια σχετικά με το ΕΛΟΤ ΕΝ 1504
2η	**Έλεγχος Υγρασίας** Ρυθμίζοντας και διατηρώντας την περιεχόμενη υγρασία του σκυροδέματος μέσα σε ένα προδιαγεγραμμένο πεδίο τιμών	1. Υδροφοβικός Εμποτισμός 2. Εμποτισμός 3. Βαφή – επίστρωση 4. Ανέγερση εξωτερικών πανέλων / πλαγιοκαλύψεων 5. Ηλεκτροχημική αντιμετώπιση	1. Κεφάλαιο 2ο 2. Κεφάλαιο 2ο 3. Κεφάλαιο 2ο 4. - Εκτός - 5. - Εκτός -

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9

5Η ΑΡΧΗ – ΑΥΞΗΣΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

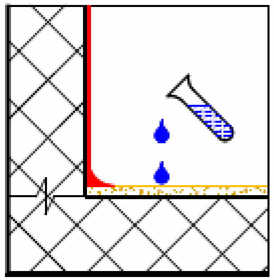


Γενικές Αρχές και Μέθοδοι Εφαρμογής σχετικές με τις Αστοχίες Σκυροδέματος

Αρ. Αρχής	Ορισμός Γενικής Αρχής	Μέθοδοι Εφαρμογής	Κεφάλαια σχετικά με το ΕΛΟΤ ΕΝ 1504
5η	**Φυσική Αντίσταση** Αύξηση ανθεκτικότητας σε φυσικές βλάβες ή μηχανικές καταπονήσεις	1. Προστατευτικές Βαφές ή Επιστρώσεις 2. Εμποτισμός 3. Προσθήκη κονιάματος ή σκυροδέματος (όπως Μεθόδους 3.1, 3.2, 3.3)	1. Κεφάλαιο 2ο 2. Κεφάλαιο 2ο 3. Κεφάλαιο 3ο

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9

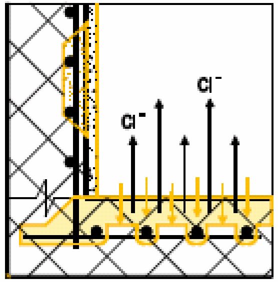
6Η ΑΡΧΗ – ΑΥΞΗΣΗ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΧΗΜΙΚΑ



Γενικές Αρχές και Μέθοδοι Εφαρμογής σχετικές με τις Αστοχίες Σκυροδέματος

Αρ. Αρχής	Ορισμός Γενικής Αρχής	Μέθοδοι Εφαρμογής	Κεφάλαια σχετικά με το ΕΛΟΤ ΕΝ 1504
6η	**Αντοχή σε Χημικά** Αύξηση της ανθεκτικότητας του σκυροδέματος σε επιθέσεις χημικών	1. Προστατευτικές Βαφές ή Επιστρώσεις 2. Εμποτισμός 3. Προσθήκη κονιάματος ή σκυροδέματος (όπως Μεθόδους 3.1, 3.2, 3.3)	1. Κεφάλαιο 2^{o} 2. Κεφάλαιο 2^{o} 3. Κεφάλαιο 3^{o}

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9
7Η ΑΡΧΗ – ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ Ή ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ ΠΑΘΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

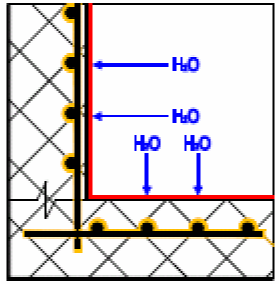


Γενικές Αρχές και Μέθοδοι Εφαρμογής σχετικές με τη Διάβρωση του Χαλύβδινου Οπλισμού

Αρ. Αρχής	Ορισμός Γενικής Αρχής	Μέθοδοι Εφαρμογής	Κεφάλαια σχετικά με το ΕΛΟΤ ΕΝ 1504
7η	**Διατήρηση ή Επαναφορά Παθητικότητας**	1. Αύξηση της επικάλυψης του σιδηροπλισμού με επιπρόσθετες τσιμεντοειδούς βάσης κονιάματα ή σκυρόδεμα	1. Κεφάλαιο 2^{o} & 3^{o}
	Δημιουργώντας χημικές συνθήκες στις οποίες η επιφάνεια του σιδηροπλισμού διατηρείται ή επανέρχεται σε παθητικά επίπεδο	2. Αντικατάσταση μολυσμένου ενανθρακωμένου σκυροδέματος	2. Κεφάλαιο 3^{o}
		3. Ηλεκτροχημική επαναλκαλοποίηση ενανθρακωμένου σκυροδέματος	3. - Εκτός -
		4. Επαναλκαλοποίηση ενανθρακωμένου σκυροδέματος με διάχυση	4. - Εκτός -
		5. Ηλεκτροχημική αφαίρεση χλωριόντων	5. - Εκτός -

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9

8Η ΑΡΧΗ – ΑΥΞΗΣΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

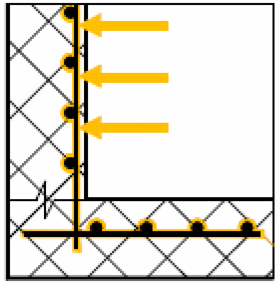


Γενικές Αρχές και Μέθοδοι Εφαρμογής σχετικές με τη Διάβρωση του Χαλύβδινου Οπλισμού

Αρ. Αρχής	Ορισμός Γενικής Αρχής	Μέθοδοι Εφαρμογής	Κεφάλαια σχετικά με το ΕΛΟΤ ΕΝ 1504
8η	**Αύξηση Αντίστασης** Αύξηση της ηλεκτρικής αντίστασης του σκυροδέματος	1. Υδροφοβικός Εμποτισμός 2. Εμποτισμός 3. Βαφή – επίστρωση	1. Κεφάλαιο 2ο 2. Κεφάλαιο 2ο 3. Κεφάλαιο 2ο

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9

9Η ΑΡΧΗ – ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΘΟΔΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ



Γενικές Αρχές και Μέθοδοι Εφαρμογής σχετικές με τη Διάβρωση του Χαλύβδινου Οπλισμού

Αρ. Αρχής	Ορισμός Γενικής Αρχής	Μέθοδος Εφαρμογής	Κεφάλαιο σχετικά με το ΕΛΟΤ ΕΝ 1504
9η	**Έλεγχος Καθοδικής Ζώνης** Δημιουργώντας συνθήκες στις οποίες πιθανές καθοδικές περιοχές του χαλύβδινου οπλισμού δεν δίνατε να οδηγήσουν σε ανοδικές αντιδράσεις	1. Περιορισμός του ποσοστού οξυγόνου (στη κάθοδο) με εμποτισμό ή προστατευτικές επιστρώσεις	1. - Εκτός -

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 2
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Αρχή 1 (ΠΔ) Προστασίας έναντι Διεισδύσεων

1.1 Υδροφοβικός Εμποτισμός (Υ)
1.2 Εμποτισμός (Ε)
1.3 Βαφή / Επίστρωση (Β/Ε)

Αρχή 2 (ΕΥ) Έλεγχος Υγρασίας

2.1 Υδροφοβικός Εμποτισμός (Υ)
2.2 Εμποτισμός (Ε)
2.3 Βαφή / Επίστρωση (Β/Ε)

Αρχή 5 (ΦΑ) Φυσική Αντίσταση

5.1 Βαφή / Επίστρωση (Β/Ε)
5.2 Εμποτισμός (Ε)

Αρχή 6 (ΑΧ) Αντοχή σε Χημικά

6.1 Βαφή / Επίστρωση (Β/Ε)

Αρχή 7 (ΔΕΑ) Διατήρηση ή Επαναφορά Ανθεκτικότητας

7.1 Επίστρωση (Β/Ε)

Αρχή 8 (ΑΑ) Αύξηση Αντίστασης Σκυροδέματος

8.1 Υδροφοβικός Εμποτισμός (Υ)
8.2 Εμποτισμός (Ε)
8.3 Βαφή / Επίστρωση (Β/Ε)

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 2
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Υδροφοβικός Εμποτισμός

Δημιουργία επιφανειακού υδροφοβισμού. Οι πόροι και τα τριχοειδή εμποτίζονται εσωτερικά, αλλά χωρίς την πλήρωσή τους. Δεν σχηματίζεται υμένας στην επιφάνεια του σκυροδέματος και δεν αλλοιώνεται η εξωτερική του εμφάνιση.

- Τα ενεργά συστατικά είναι για παράδειγμα σιλάνες ή σιλοξάνες

Εμποτισμός

Κατεργασία σκυροδέματος ώστε να μειωθεί το επιφανειακό πορώδες και να ενισχυθεί η επιφάνεια. Οι πόροι και τα τριχοειδή είναι μερικώς ή ολοκληρωτικά πλήρης.

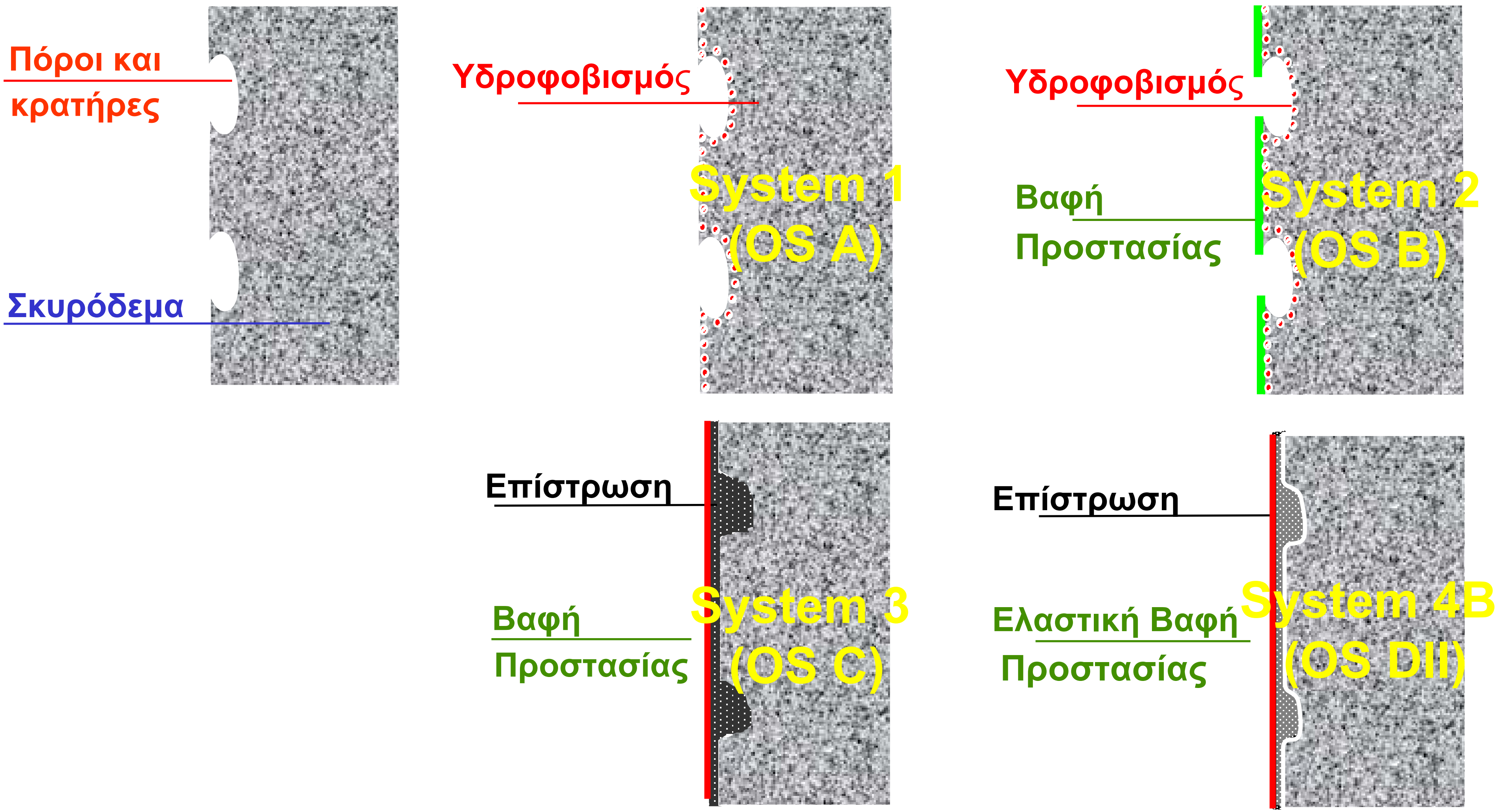
- Οι συνδετικές ουσίες είναι κυρίως οργανικά πολυμερή.

Βαφές / Επιστρώσεις

Κατεργασία ώστε να δημιουργηθεί μια συνεχής προστατευτική στρώση στην επιφάνεια του σκυροδέματος.

- Τυπικό πάχος κυμαίνεται από 0,1 mm έως 5,0 mm.
- Οι συνδετικές ουσίες είναι κυρίως πολυμερή οργανικής προελεύσεως, οργανικά πολυμερή με τσιμέντο ως πληρωτικά ή τσιμεντοειδή τροποποιημένα με πολυμερή.

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 2
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ



ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 2
ΥΔΡΟΦΟΒΙΚΟΣ ΕΜΠΟΤΙΣΜΟΣ

Σχηματική αναπαράσταση του υδροφοβικού εμποτισμού

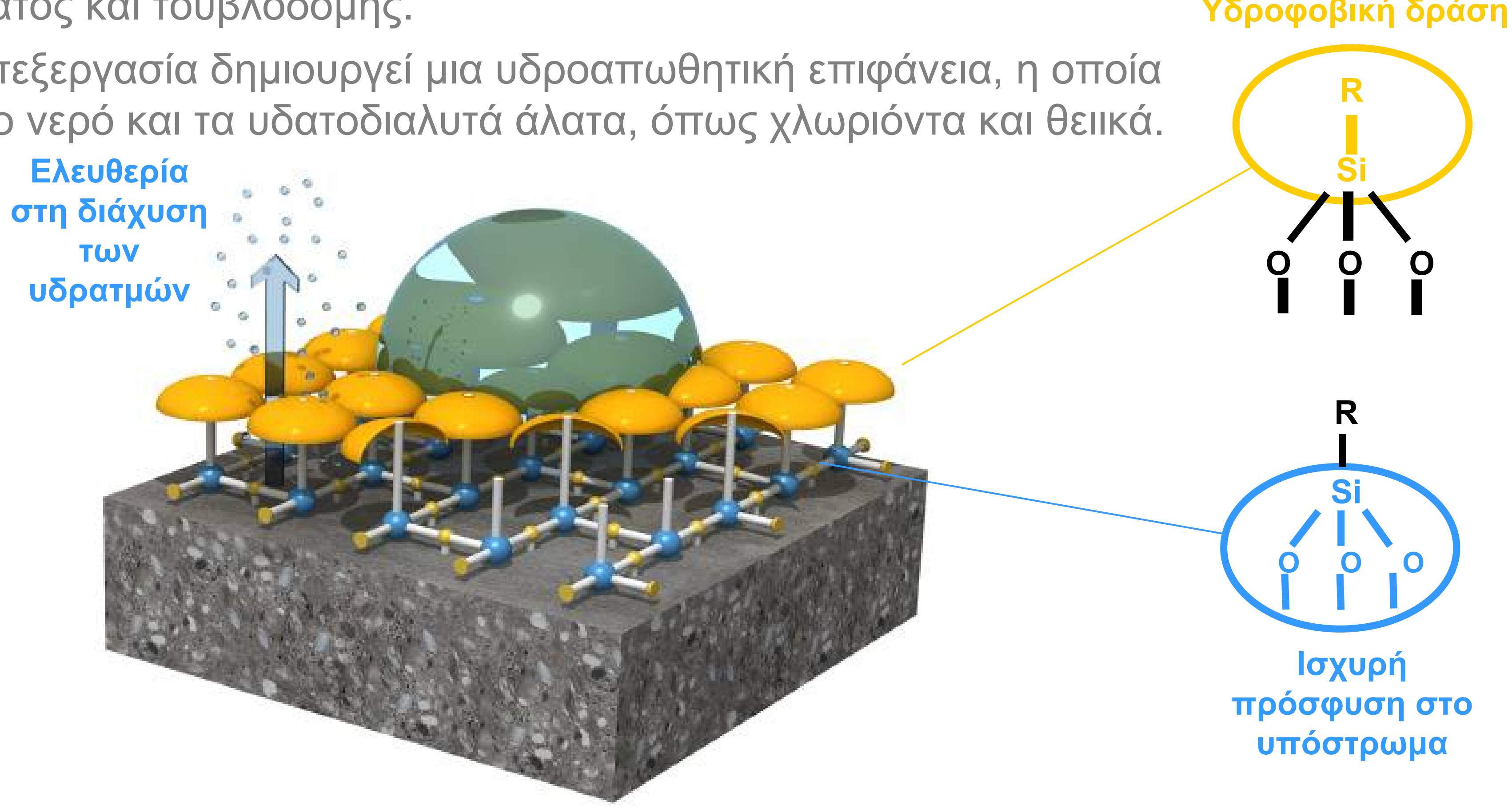
- **Μειώνει τη δεκτικότητα σε μολυσματικές ουσίες/ρύπους**
- **Ελαττώνει τη διείσδυση του νερού**
- **Ελαττώνει τη διείσδυση ρύπων στους πόρους (δηλ. χλωριόντα, θειικά, κ.α.)**
- **Ελαττώνει το ρυθμό εξέλιξης της διάβρωσης του χαλύβδινου οπλισμού**
- **Βελτιώνει την αντίσταση σε κύκλους πήξης/τήξης και σε παγολυτικά άλατα**
- **Αναστέλλει την περαιτέρω εξέλιξη της φθοράς από την αλκαλοπυριτική αντίδραση (ASR)**
- **Δεν επηρεάζει αρνητικά την διαπερατότητα σε υδρατμούς**

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 2
ΥΔΡΟΦΟΒΙΚΟΣ ΕΜΠΟΤΙΣΜΟΣ

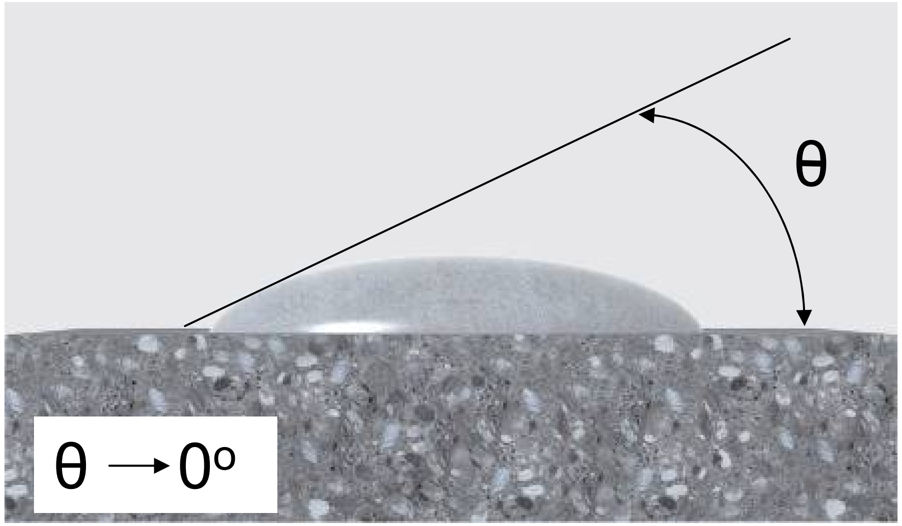
Πλέγμα Ρητινών Πυριτίου

Η προστασία με υδροφοβικό εμποτισμό μεταβάλει την επιφανειακή τάση των ορυκτών υποστρωμάτων συμπεριλαμβανομένων του σκυροδέματος, επιχρίσματος και τουβλοδομής.

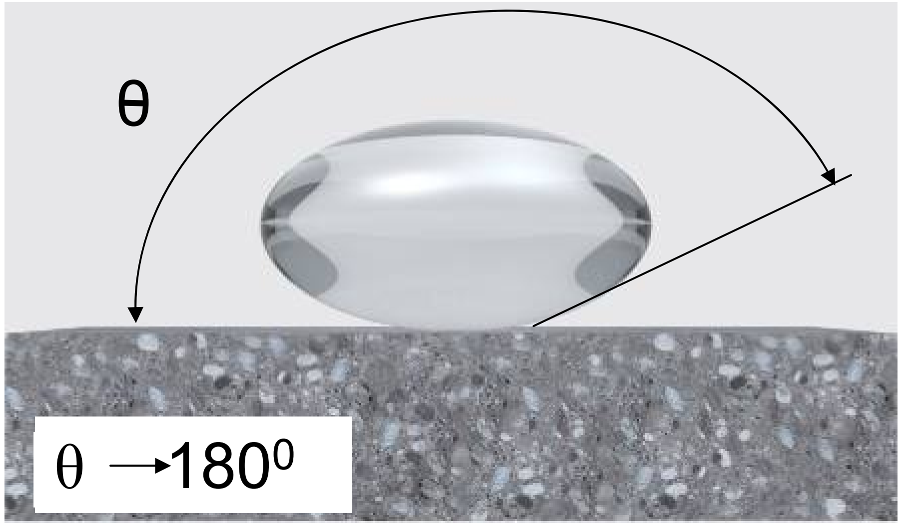
Αυτή η επεξεργασία δημιουργεί μια υδροαπωθητική επιφάνεια, η οποία απωθεί το νερό και τα υδατοδιαλυτά άλατα, όπως χλωριόντα και θειικά.



ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 2
ΥΔΡΟΦΟΒΙΚΟΣ ΕΜΠΟΤΙΣΜΟΣ



Το υπόστρωμα απορροφά το νερό!



Το υπόστρωμα απωθεί το νερό!

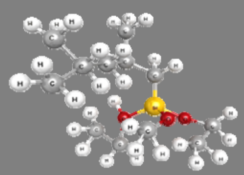
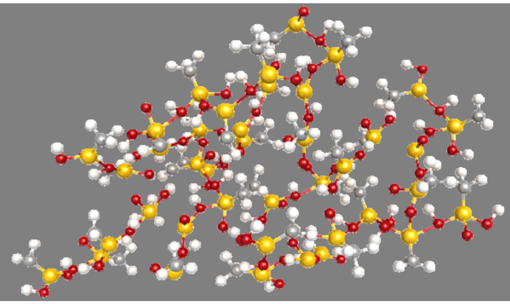
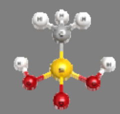
Μη επεξεργασμένη Επιφάνεια:

- Η επιφανειακή τάση είναι υψηλότερη από αυτή του νερού σε υγρή μορφή.
- Οι δυνάμεις προσέλκυσης από την επιφάνεια στο νερό είναι μεγαλύτερες από τις εσωτερικές δυνάμεις στο μόριο του νερού.

Επεξεργασμένη Επιφάνεια:

- Η επιφανειακή τάση μειώνεται λόγω του υδροφοβικού εμποτισμού.
- Οι εσωτερικές δυνάμεις στο μόριο του νερού είναι επομένως πολύ μεγαλύτερες από τις δυνάμεις προσέλκυσης από την επιφάνεια.

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 2
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΔΡΟΦΟΒΙΚΟΥ ΕΜΠΟΤΙΣΜΟΥ

Τεχνολογία Υλικών		
Σιλάνης	**Σιλοξάνης**	**Σιλικόνης**
Μικρό μόριο (Μέγεθος ~0.4 -1.5 nm)	**Μέτριο με μεγάλο μόριο (Μέγεθος ~3 -30 nm)**	**Μικρό μόριο (Μέγεθος ~0.3 -0.6 nm)**
		
Χωρίς Πολικότητα	**Χωρίς Πολικότητα**	**Με Πολικότητα**
Υψηλή Διεισδυτικότητα	**Μέτρια Διεισδυτικότητα**	**Χαμηλή Διεισδυτικότητα**
(λόγω του μικρού μεγέθους του σωματιδίου και της Μη-Πολικότητας του μορίου)	(λόγω του μεγάλου μεγέθους του σωματιδίου και την Μη-Πολικότητας του μορίου)	(λόγω της Πολικότητας του μορίου)

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 2
ΥΔΡΟΦΟΒΙΚΟΣ ΕΜΠΟΤΙΣΜΟΣ – ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΙΛΑΝΙΟΥ

Απαιτεί υψηλή περιεκτικότητα ενεργών συστατικών, λόγω της χαμηλής μοριακής μάζα της χημικής τους σύνθεσης και της υψηλής πτητικότητάς που παρουσιάζει

Πλεονεκτήματα:

☺ Υψηλή διεισδυτικότητα

☺ Σταθερότητα σε αλκαλικό περιβάλλον

Μειονεκτήματα:

☹ Υψηλή πτητικότητα

☹ Απώλειες υλικού στην εφαρμογή (υγρή μορφή), ειδικά με έντονους ανέμους

Κατηγορίες:

➢ Υγρά - Διαλύτου: Συμπύκνωση από 20 έως 100%

➢ Υγρά - Νερού: Συμπύκνωση από 20 έως 50%

➢ Κρέμες: Συμπύκνωση από 25 έως 80%

THE HIGHWAYS AGENCY

SCOTTISH EXECUTIVE DEVELOPMENT DEPARTMENT

WELSH ASSEMBLY GOVERNMENT
LLYWODRAETH CYNULLIAD CYMRU

THE DEPARTMENT FOR REGIONAL DEVELOPMENT
NORTHERN IRELAND

The Impregnation of Reinforced and Prestressed Concrete Highway Structures Using Hydrophobic Pore-Lining Impregnants

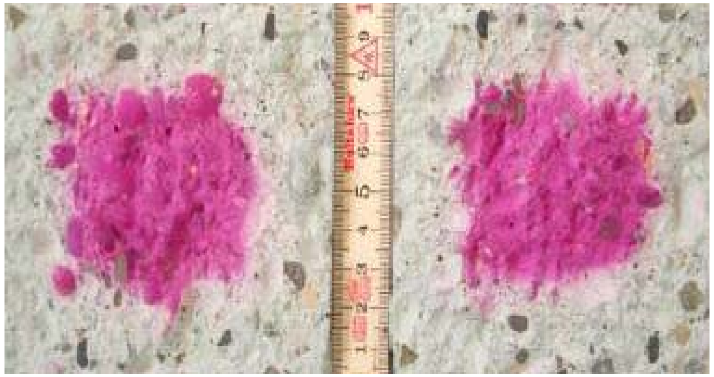
9.1 Impregnation using monomeric alkyl (isobutyl)-trialkoxy silane is known from research evidence to be highly effective for at least 15 years provided it is applied correctly. Longer service lives are anticipated. However it is considered advisable, until further experience is gained, to assume that re-application will be necessary after about 20 years.

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 2

ΥΔΡΟΦΟΒΙΚΟΣ ΕΜΠΟΤΙΣΜΟΣ

Κριτήρια για Ανθεκτικούς Υδροφοβισμούς

Βάθος Διείσδυσης σύμφωνα με ΕΝ 1504-2



Ρηχή Διεισδυτικότητα
(Κλάση Ι: < 10 mm)

Βαθιά Διεισδυτικότητα
(Κλάση ΙΙ: ≥ 10 mm)

Όσο βαθύτερη η διείσδυση, τόσο μεγαλύτερη η ανθεκτικότητα της προστατευτικής δράσης!

Διότι ο υδροφοβικός εμποτισμός ΔΕΝ είναι:

- Ευάλωτος σε φθορά από τη βροχή
- Εκτεθειμένος σε μηχανικές βλάβες
- Εκτεθειμένος σε υπεριώδεις ακτινοβολίες

ενώ συγχρόνως παρουσιάζει και:

- Υψηλή πρόσφυση επάνω και μέσα στο υπόστρωμα

Κριτήρια Υδροφοβικού Εμποτισμού:

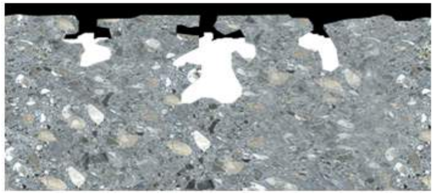
- Μειώνει την απορρόφηση σε νερό / χλωριόντα
- Ανθίσταται σε αλκαλικό περιβάλλον
- Ρυθμός στεγνώματος
- Υψηλή αντίσταση σε κύκλους πήξης – τήξης (*)

* Για ειδικά προτεινόμενες χρήσεις

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 2

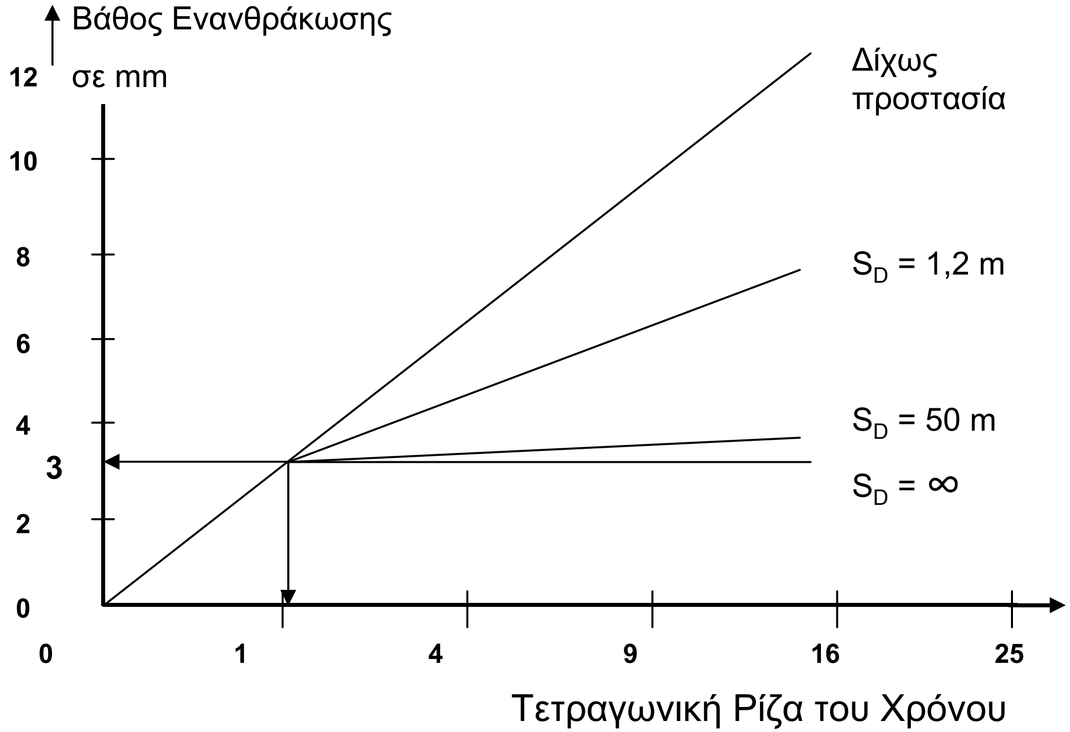
ΒΑΦΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Κριτήρια Απόδοσης έναντι Ενανθράκωσης



Απαιτήσεις αντίστασης έναντι διάχυσης CO_2 ώστε μια βαφή να θεωρείται αποτελεσματική για προστασία έναντι της ενανθράκωσης [1]

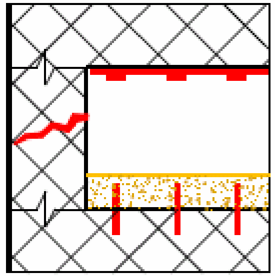
Γενικές Αρχές 1, 2 & 8 **Βαφές – Πίνακας 1 από ΕΝ 1504-2 -** **(Μέθοδοι Εφαρμογής 1.3, 2.3, 8.3)**		
EN 1062-6	Διαπερατότητα σε CO_2	S_D > 50 m
EN ISO 7783	Διαπερατότητα στους Υδρατμούς	S_D < 5 m (περατότητα)
EN 1062-3	Απορρόφηση Τριχοειδών & Υδατοδιαπερατότητα	w < 0,1 kg/m².h^{0,5}
EN 1542	Πρόσφυση	> 0,8 MPa - ελαστικό > 1 MPa - μη ελαστικό



[1] Engelfried R, State of art of concrete refurbishment measures within Europe – ICRI USA, Nov.1996

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 9

4Η ΑΡΧΗ - ΔΟΜΗΤΙΚΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗ

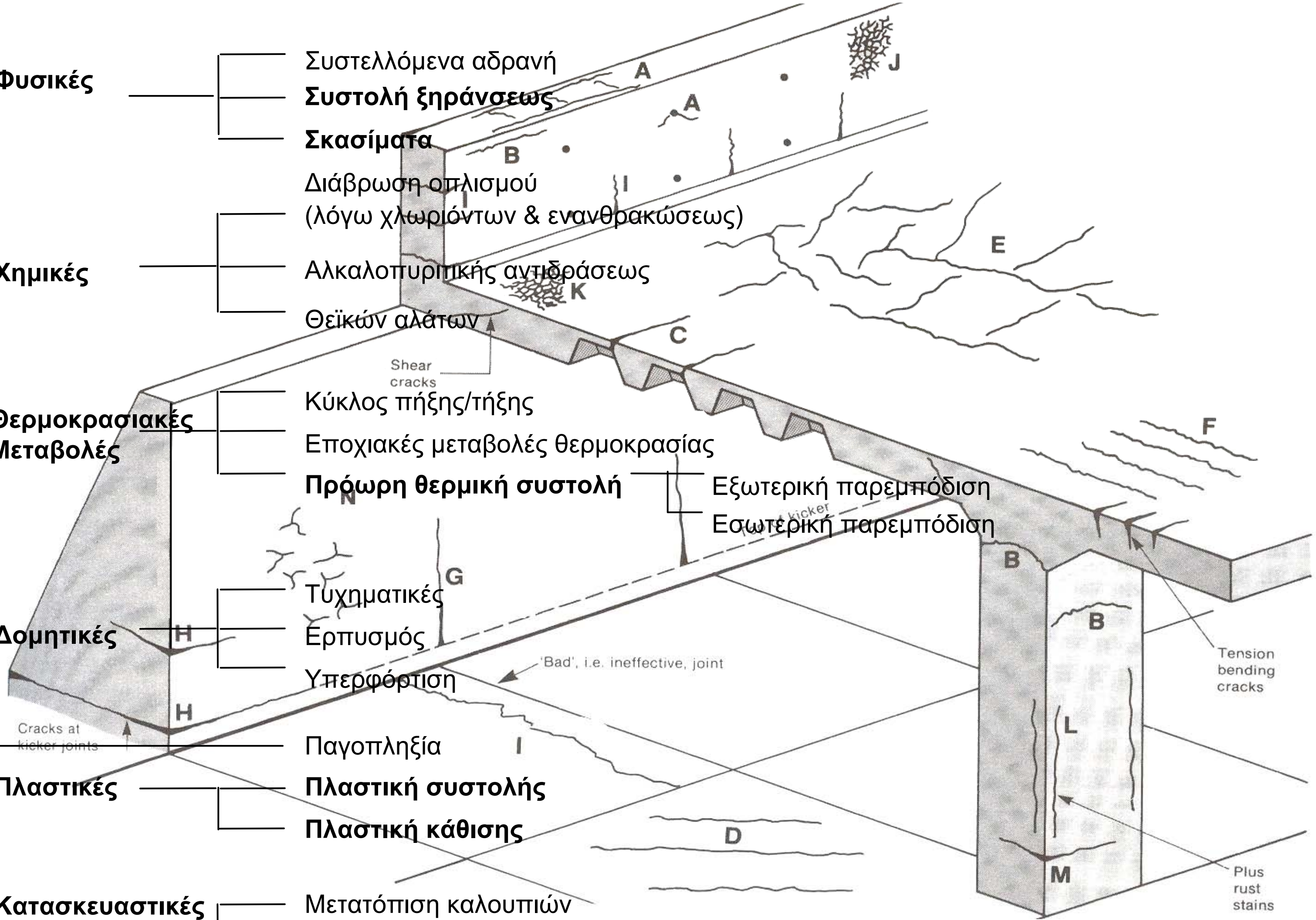


Γενικές Αρχές και Μέθοδοι Εφαρμογής σχετικές με τις Αστοχίες Σκυροδέματος

Αρ. Αρχής	Ορισμός Γενικής Αρχής	Μέθοδοι Εφαρμογής	Κεφάλαια σχετικά με το ΕΛΟΤ ΕΝ 1504
4η	**Δομητική Ενίσχυση** Αναβάθμιση ή επαναφορά της φέρουσας ικανότητας δομικού μέλους κατασκευών Ω.Σ.	1. Προσθήκη ή αντικατάσταση εγκιβωτισμένου ή εξωτερικά επικολλούμενου σιδηροπλισμού 2. Προσθήκη οπλισμού σε προδιαμορφωμένες οπές ή οπές που θα διατρηθούν για το σκοπό αυτό 3. Επικόλληση ελασμάτων/υφασμάτων 4. Προσθήκη κονιάματος ή σκυροδέματος 5. Ενεματώσεις σε ρωγμές, κοιλότητες 6. Πλήρωση ρωγμών, διάκενων ή κοιλοτήτων 7. Τάνυση	1. - Εκτός - 2. Κεφάλαιο 6ο 3. Κεφάλαιο 4ο 4. Κεφάλαια 3ο & 4ο 5. Κεφάλαιο 5ο 6. Κεφάλαιο 5ο 7. - Εκτός -

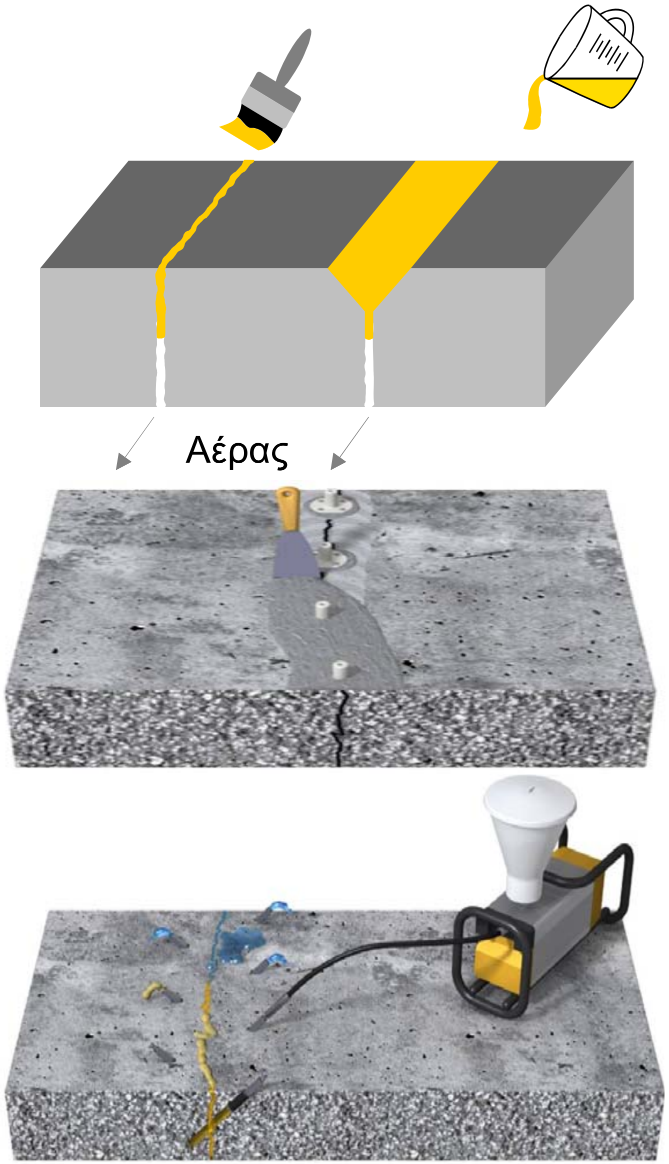
ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΡΩΓΜΩΝ
ΑΙΤΙΑ ΚΑΙ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

- **ΤΥΠΟΙ ΡΩΓΜΩΝ**
  - **Μετά Σκλήρυνσης**
    - **Φυσικές**
      - Συστελλόμενα αδρανή
      - **Συστολή ξηράνσεως**
      - **Σκασίματα**
    - **Χημικές**
      - Διάβρωση οπλισμού (λόγω χλωριόντων & ενανθρακώσεως)
      - Αλκαλοπυριτικής αντιδράσεως
      - Θεϊκών αλάτων
    - **Θερμοκρασιακές Μεταβολές**
      - Κύκλος πήξης/τήξης
      - Εποχιακές μεταβολές θερμοκρασίας
      - **Πρόωρη θερμική συστολή**
        - Εξωτερική παρεμπόδιση
        - Εσωτερική παρεμπόδιση
    - **Δομητικές**
      - Τυχηματικές
      - Ερπυσμός
      - Υπερφόρτιση
  - **Πριν Σκλήρυνσης**
    - Παγοπληξία
    - **Πλαστικές**
      - **Πλαστική συστολής**
      - **Πλαστική κάθισης**
    - **Κατασκευαστικές Μετακινήσεις**
      - Μετατόπιση καλουπιών
      - Καθίζησης



Αναφορά:
Concrete Society - Technical Report No. 22

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 5
ΕΝΕΜΑΤΑ ΣΕ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ



Τα ενέματα στο σκυρόδεμα χρησιμοποιούνται ως μέθοδος, για τις ακόλουθες Γενικές Αρχές (σύμφωνα με το ΕΝ 1504-9):

1η Αρχή: Προστασία έναντι Διεισδύσεων

Μέθοδος 1.4 Πλήρωση ρωγμών

4η Αρχή: Δομητική Ενίσχυση

Μέθοδος 4.5 Ενεματώσεις σε ρωγμές, κοιλότητες ή σχισμές

Μέθοδος 4.6 Πλήρωση ρωγμών, κοιλοτήτων ή σχισμών

Τα ενέματα χρησιμοποιούνται ώστε να αποφευχθούν οι δυσάρεστες συνέπειες από τυχόν διάκενα (φωλιές), σχισμές και ρωγμές στο σκυρόδεμα.

- Να αποφευχθούν διεισδύσεις διαβρωτικών ουσιών οι οποίες ίσως να προκαλέσουν διάβρωση στο χαλύβδινο οπλισμό.
- Να διασφαλιστεί η αδιαπερατότητα και κατά συνέπεια η στεγανότητα.
- Να αποκαταστήσουν τη μονολιθικότητα της κατασκευής με συγκόλληση επιμέρους τμημάτων (δομητική ενίσχυση).

ΕΛΟΤ EN 1504 – 5

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΝΕΜΑΤΩΝ – ΟΡΙΣΜΟΙ

3.1
injection products
injection products as defined in 3.2.5 of EN 1504-1:1998 can be classified in three categories, according to the intended use

3.1.1
injection products for force transmitting filling of cracks, voids and interstices in concrete (F)
products able to bond to the concrete surface and transmit forces across them

NOTE Products for injection for force transmitting filling of cracks, voids and interstices can also be used for saturation without receiving a force transmitting bond.

Unless otherwise stated, injection products are intended for filling of cracks, voids and interstices, so that in the following, only the wording injection products for filling of cracks is used

3.1.2
injection products for ductile filling of cracks, voids and interstices in concrete (D)
flexible products which are able to accommodate subsequent movement

3.1.3
injection products for swelling fitted filling of cracks, voids and interstices in concrete (S)
products which are able, in the reacted state, to swell repeatedly by water adsorption, where the water molecules are bonded to the molecules of the injection product

NOTE This category of products, referred to as gels, are only used for waterproofing purposes for cracks and voids in damp, wet and water - flow conditions.

Table 1.a — Injection products for force transmitting filling of cracks(F) - performance characteristics

Performance characteristics Methods 1.4, 4.5 and 4.6	Intended use
BASIC CHARACTERISTICS	
Adhesion by tensile bond strength (H, P)	■
Adhesion by slant shear strength (H, P)	□
Volumetric shrinkage (P)	■
Bleeding (H)	■
Volume change (H)	■
Glass transition temperature (P)	□
Chloride content (H)	□

Table 1.b — Injection products for ductile filling of cracks (D) - performance characteristics

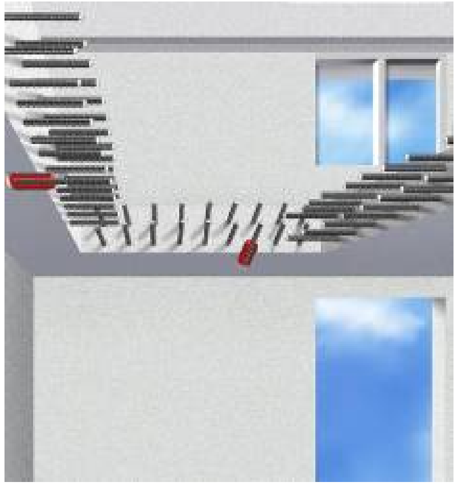
Performance characteristics Method 1.4	Intended use
BASIC CHARACTERISTICS	
Adhesion and elongation capacity of ductile injection products (P)	■
Watertightness (P)	□
Glass transition temperature (P)	□

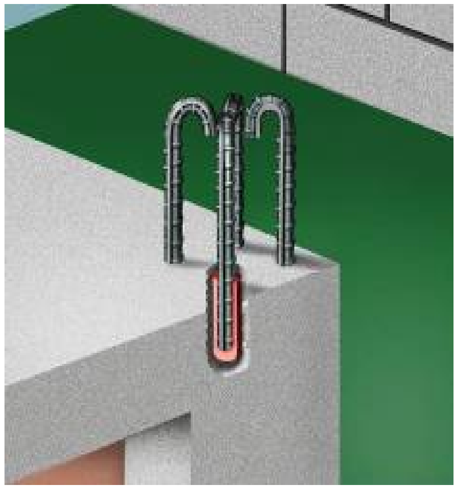
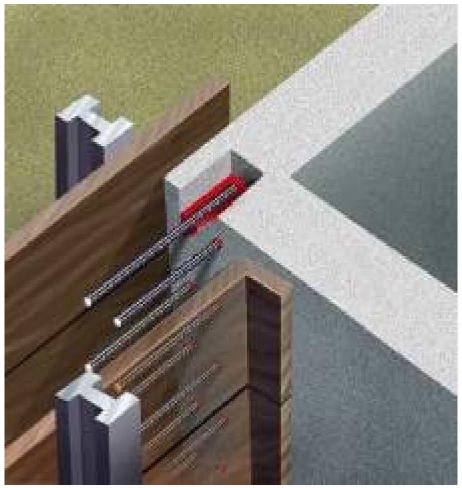
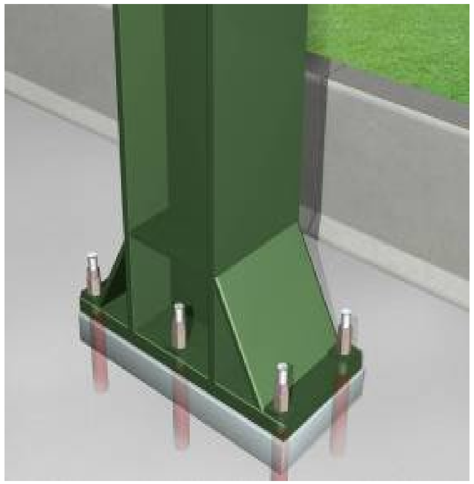
Table 1.c — Injection products for swelling fitted filling of cracks (S) - performance characteristics

Performance characteristics Method 1.4	Intended use
BASIC CHARACTERISTICS	
Watertightness (P)	■
Corrosion behaviour (P)	□

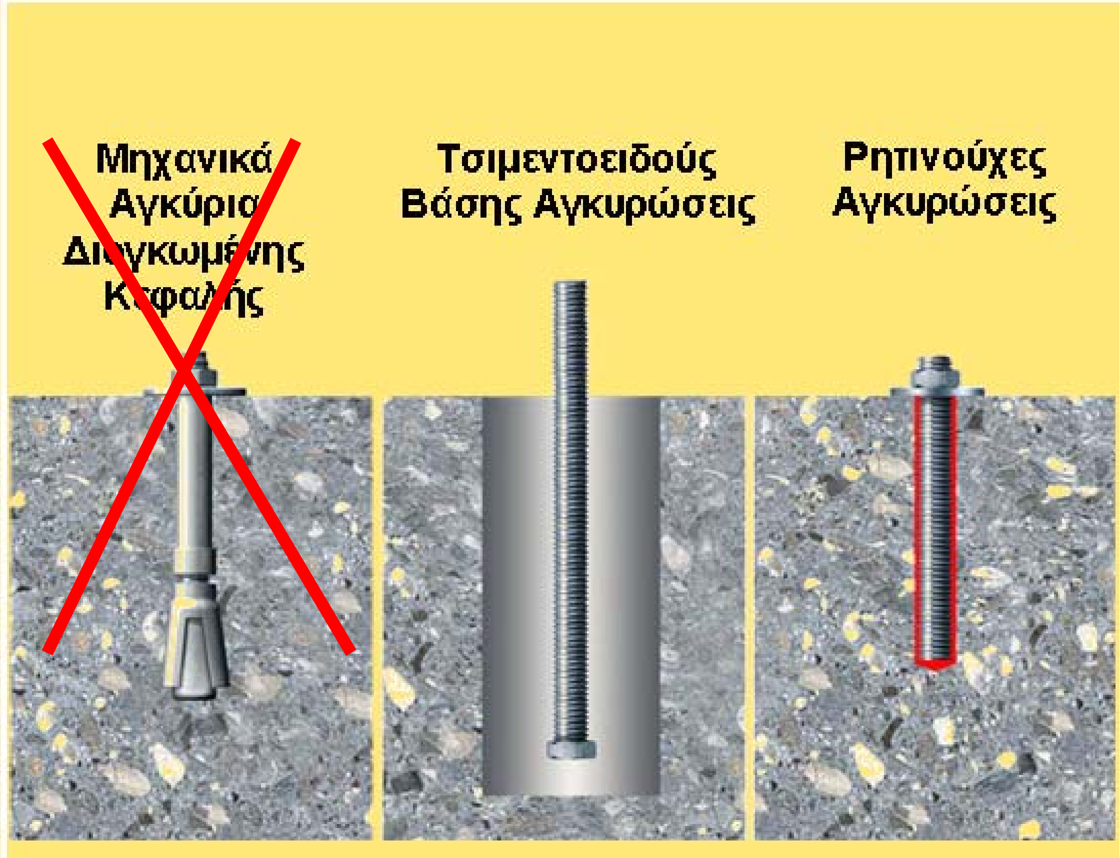
ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 6

ΑΓΚΥΡΩΣΕΙΣ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ


ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 6
ΑΓΚΥΡΩΣΕΙΣ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ



ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΠΟΔΟΣΗΣ
ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

Ο ερπυσμός υπό εφελκύστηκες τάσεις καθώς και η θερμοκρασία υαλώδους μετάπτωσης αποτελούν σημαντικά κριτήρια ελέγχου, μόνο για τα πολυμερή.

Table 1 — Performance characteristics of anchoring products for all intended uses

Property	Repair principles
	Structural strengthening Installing rebar with anchoring product
Pull-out	∎
Creep under tensile load [a]	∎
Glass transition temperature [a]	∎
Chloride ion content	∎

[a] For polymers only.

∎ For all intended uses.

ΕΛΟΤ ΕΝ 1504 – 4
ΔΟΜΙΚΕΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ

ΕΠΙΚΟΛΛΗΣΗ ΕΛΑΣΜΑΤΩΝ

Η επικόλληση εξωτερικών μεταλλικών ελασμάτων (beton plaque) ή άλλων κατάλληλων υλικών (δηλ. Ινωπλισμένα Πολυμερή) στην επιφάνεια μιας κατασκευής σκυροδέματος για λόγους δομητικής ενίσχυσης, συμπεριλαμβανομένων σε αυτές τις εφαρμογές και την επικόλληση μεταξύ ελασμάτων.

ΕΠΙΚΟΛΛΗΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Η επικόλληση σκληρυμένου σκυροδέματος σε σκληρυμένο σκυρόδεμα, τυπικά σχετιζόμενο με τη χρήση προκατασκευασμένων μελών για επισκευές και ενισχύσεις.

ΓΕΦΥΡΑ ΠΡΟΣΦΥΣΗΣ

Η χύτευση νέου σκυροδέματος / κονιάματος επάνω σε σκληρυμένο σκυρόδεμα απαιτεί γέφυρα πρόσφυσης (συγκολλητικός αρμός), σχηματίζοντας μέρος της συνολικής κατασκευής με σύνθετη πλέον λειτουργία.

Table 1 — Performance characteristics for all and certain intended uses

Performance characteristic	Principle of repair 4 Structural strengthening (Note 7)	
	Repair method 4.3 Bonded plate reinforcement (Note 1)	Repair method 4.4 Bonded mortar or concrete (Note 2)
1. Suitability for application:		
a) to vertical surfaces & soffits	□	□
b) to top horizontal surfaces	□	□
c) by injection	□	□
2. Suitability for application and curing under the following special environmental conditions:		
a) low or high temperature (Note 3)	□	□
b) wet substrate		■
3. Adhesion:		
a) plate to plate	■	
b) plate to concrete	■	
c) corrosion protected steel to corrosion protected steel (Note 4)	□	
d) corrosion protected steel to concrete (Note 4)	□	
e) hardened concrete to hardened concrete		■
f) fresh concrete to hardened concrete (Note 5)		■
4. Durability of composite system:		
a) thermal cycling	■	■
b) moisture cycling	■	■
5. Material characteristics for the designer:		
a) open time (note 5) (note 6)	■	■
b) workable life (note 6)	■	■
c) modulus of elasticity in compression	■	■
d) modulus of elasticity in flexure	□	□
e) compressive strength	□	■
f) shear strength	■	■
g) glass transition temperature	■	■
h) coefficient of thermal expansion	■	■
i) shrinkage	■	■

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

Η παρουσία υγρασίας στο υπόστρωμα αποτελεί σημαντικό κριτήριο ελέγχου, για τις εφαρμογές όπου η ρητίνη συγκόλλησης θα εφαρμοστεί με νωπό κονίαμα ή σκυρόδεμα, ως γέφυρα πρόσφυσης.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ

BUILDING TRUST

Αποκαταστάσεις σε κατασκευές Οπλισμένου Σκυροδέματος Υλικά & Τεχνικές εφαρμογής

Παναγιώτα Κοπατσάρη

isomat
building quality

ΥΛΙΚΑ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Προστασία των οπλισμών

- Τσιμεντοειδή κονιάματα αντιδιαβρωτικής προστασίας
- Εποξειδικά υλικά δύο συστατικών ως αντιδιαβρωτική προστασία
- Αναστολείς διάβρωσης

CE

2032

ISOMAT S.A.
17th km Thessaloniki – Ag. Athanasios
P.O. BOX 1043, 570 03 Ag Athanasios, Greece

10

2032-CPD-10.11

EN 1504-3

Concrete repair product for structural repair CC mortar (based on hydraulic cement)

Compressive strength: class R4
Chloride ion content: ≤ 0,05%
Adhesive Bond: ≥ 2,0 MPa
Carbonation resistance: Passes
Elastic modulus: 21,7 GPa
Thermal compatibility part 1: ≥ 2,0 MPa
Capillary absorption: ≤ $0{,}5 \cdot kg \cdot m^{-2} \cdot h^{-0{,}5}$
Dangerous substances: comply with 5.4
Reaction to fire: Euroclass A1

EN 1504

Η εφαρμογή της αντιδιαβρωτικής προστασίας γίνεται με επάλειψη των υλικών επάνω στον οπλισμό.
Ενώ η προστασία του οπλισμού με αναστολέα διάβρωσης γίνεται με την εφαρμογή του υλικού επάνω στο σκυρόδεμα ή το επισκευαστικό τσιμεντοκονίαμα που έχει χρησιμοποιηθεί.
Συνήθως απαιτούνται δυο στρώσεις. Τα υλικά αυτά προσφύονται άριστα στον οπλισμό, το σκυρόδεμα και τα επισκευαστικά υλικά.

*** Όλα τα προϊόντα που χρησιμοποιούνται για επισκευή & προστασία οπλισμένου σκυροδέματος θα πρέπει να φέρουν σήμανση CE σύμφωνα με το πρότυπο EN 1504

ΥΛΙΚΑ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Αποκατάσταση Σκυροδέματος – Επαναφορά δομικού στοιχείου στην αρχική γεωμετρία

- Χυτά, μη συρρικνούμενα τσιμεντοκονιάματα υψηλών αντοχών

- Τσιμεντοειδή επισκευαστικά κονιάματα:

  - Ινοπλισμένα, επισκευαστικά τσιμεντοκονιάματα

  - Ινοπλισμένα, επισκευαστικά τσιμεντοκονιάματα γρήγορης πήξης

  - Ινοπλισμένα, επισκευαστικά τσιμεντοκονιάματα με αναστολείς διάβρωσης

Εφαρμογή των χυτών κονιαμάτων γίνεται αφού διαμορφωθεί κάποιο καλούπι. Ενώ η εφαρμογή των ινοπλισμένων, επισκευαστικών κονιαμάτων γίνεται με μυστρί για το γέμισμα φωλιών ή με εκτόξευση του κονιάματος για μεγαλύτερες επιφάνειες. Τα κονιάματα αυτά πρέπει να διαθέτουν μηδενική συρρίκνωση και μηχανικές αντοχές μεγαλύτερες από αυτές του σκυροδέματος.

ΥΛΙΚΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Πλήρωση ρωγμών σκυροδέματος – Αποκατάσταση της μονολιθικότητας

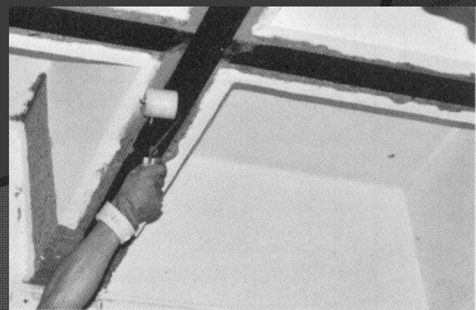
- Εποξειδικές ρητίνες επισκευής και αποκατάστασης ρηγματώσεων:

  - Εποξειδικές πάστες 2 συστατικών

  - Ενέσιμες εποξειδικές ρητίνες 2 συστατικών

Εφαρμογή εποξειδικών ρητινών με τη μέθοδο των ρητινενέσεων.
Σφράγιση ρωγμών με εποξειδικές πάστες

Άυξηση της φέρουσας ικανότητας ενός δομικού στοιχείου



- Ανθρακουφάσματα & Ανθρακοελάσματα

Επικόλληση ανθρακοελασμάτων & ανθρακουφασμάτων σε συνδυασμό με εποξειδικές ρητίνες.

ΥΛΙΚΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Άυξηση ανθεκτικότητας σκυροδέματος

- Υδροφοβικοί εμποτισμοί
- Εποξειδικοί εμποτισμοί & εποξειδικές βαφές
- Τσιμεντοειδούς βάσης επιστρώσεις
- Συστήματα βαφών - Επιχρίσματα

Εφαρμογή υδροφοβικών εμποτισμών - στεγανωτικών υλικών για την μείωση της απορρόφησης νερού.

Βαφές και εμποτισμοί για την αύξηση της ανθεκτικότητας σε φυσικές βλάβες & μηχανικές καταπονήσεις.

Βαφές για αύξηση της αντοχής σε χημικές προσβολές

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ ΕΡΓΑ

1) Επισκευή & ενίσχυση 6όροφης φοιτητικής εστίας

Πρόβλημα

Εκτεταμένες βλάβες και φθορές του σκυροδέματος, λόγω ενανθράκωσης.
Πλήθος ρωγμών και διαβρώσεις στον χαλύβδινο οπλισμό.
Γενικότερη υποβάθμιση της κατασκευής και απώλεια της λειτουργικότητας της.

isomat
building quality

Αποκατάσταση

Τα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος επισκευάστηκαν με επαλειφόμενα τσιμεντοκονίατα αντιδιαβρωτικής προστασίας.

Οι ρωγμές στα δοκάρια και τα υποστυλώματα επισκευάστηκαν με εποξειδικές ρητίνες, που εφαρμόστηκαν με τη μέθοδο των ρητινενέσεων.

Τα υποστυλώματα ενισχύθηκαν σε περίσφιγξη με ανθρακουφάσματα. Μετά το τέλος των εργασιών επισκευής και ενίσχυσης η κατασκευή προστατεύτηκε με υδαταπωθητικά επιχρίσματα.

2) Επισκευή & ενίσχυση 3όροφης κατοικίας

Πρόβλημα

Η κατοικία έμεινε αρκετά χρόνια χωρίς προστασία με συνέπεια τα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος να παρουσιάζουν αρκετές φθορές και σταδιακή αποσύνθεση. Ο οπλισμός είχε αποκαλυφθεί σε πολλά σημεία και είχε διαβρώθει. Το κτίριο έπρεπε να επισκευαστεί. Παράλληλα οι δοκοί, τα υποστυλώματα και οι πλάκες έπρεπε να ενισχυθούν με στόχο την άυξηση των αντοχών τους.

Αποκατάσταση

Όλα τα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος επισκευάστηκαν με υψηλής αντοχής επισκευαστικά κονιαμάτα. Δύο μεγάλες πλάκες στο 1ο και 2ο όροφο ενισχύθηκαν σε κάμψη με επικόλληση ανθρακοελασμάτων σε 2 κατευθύνσεις. Οι δοκοί ενισχύθηκαν σε κάμψη και διάτμηση. Τα υποστυλώματα του 1ου και 2ου ορόφου ενισχύθηκαν σε περίσφιξη με ανθρακουφάσματα.

3) Επισκευή & ενίσχυση κατοικίας

Πρόβλημα

Κατασκευή εκτεθειμένη για χρόνια στις περιβαλλοντολογικές επιδράσεις, με αποτέλεσμα η άνω και κάτω πλευρα της πλάκας σκυροδέματος να έχουν αποσαρθρωθεί και οι οπλισμοί να έχουν διαβρωθεί. Λόγω της διάβρωσης των οπλισμών ελαττώθηκε η διατομή των ράβδων, με συνέπεια να δημιουργούνται και προβλήματα φέρουσας ικανότητας.

Αποκατάσταση

Τόσο η πάνω, όσο και η κάτω πλευρά της πλάκας καθαρίστηκαν καλά με μηχανικό τρόπο και υδροβολή. Όλα τα σαθρά τμήματα του σκυροδέματος έπρεπε να απομακρυνθούν. Ακολούθησε έπαλειψη αντιδιαβρωτικής προστασίας σε δύο στρώσεις. Η αποκατάσταση του σκυροδέματος έγινε με υψηλών αντοχών ινοπλισμένο τσιμεντοκονίαμα από την κάτω επιφάνεια και από την επάνω επιφάνεια εφαρμόστηκε χυτό μη συρρικνούμενο τσιμεντοκονίαμα. Η κάτω επιφάνεια της πλάκας επιχρίστηκε με υδαταπωθητικό επίχρισμα , ενώ από επάνω έγινε η διαμόρφωση των δαπέδων για να δοθεί σε χρήση η κατοικία.

4) Αποκατάσταση γέφυρας

Πρόβλημα

Χρόνια διάβρωση οπλισμού του σκυροδέματος σε γέφυρα που βρίσκεται σε θαλάσσιο περιβάλλον. Η παρουσία χλωριδίων, θειικού άλατος, οξυγόνου και άλλων επιβλαβών στοιχείων προκάλεσε βλάβες στο σκυρόδεμα και τον οπλισμό. Απαιτήθηκε επισκευή και ενίσχυση της κατασκευής, καθώς αυξήθηκε η κυκλοφορία στη γέφυρα.

Αποκατάσταση

Αρχικά έγινε αμμοβολή προκειμένου να καθαριστεί ο οπλισμός από διάβρωση, σαθρά υλικά κλπ. Εφαρμόστηκε αντιδιαβρωτική προστασία στους οπλισμούς. Το σκυρόδεμα επισκευάστηκε με υψηλών αντοχών τσιμεντοκονιαματα. Η κατασκευή ενισχύθηκε σε κάμψη και διάτμηση με ανθρακοελάσματα.

5) Επισκευή και ενίσχυση αποβάθρας εργοστασίου

Πρόβλημα

Έντονα προβλήματα ανθεκτικότητας λόγω του θαλάσιου περιβάλλοντος. Υπήρχε υψηλό ποσοστό διάβρωσης του οπλισμού προκαλούμενο από χλωριόντα του θαλάσσιου νερού. Είχε προκληθεί γενικευμένη ρηγμάτωση του σκυροδέματος.

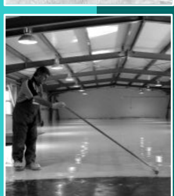
Αποκατάσταση

Το αρχικό στάδιο ήταν να γίνει καλός καθαρισμός του διαβρωμένου οπλισμού. Ακολούθησε εφαρμόγή αντιδιαβρωτικής προστασίας με τσιμεντοειδές επαλειφόμενο υλικό. Η αποκατάσταση του σκυροδέματος έγινε με τη χρήση χυτού μη συρρικνούμενου κονιάματος. Και η ενίσχυση με ανθρακουφάσματα και ανθρακοελάσματα.

Σας ευχαριστώ για
την προσοχή σας!





SINTECNO – SINMAST HELLAS ABETE




με αξιοπιστία, από το 1978
μια Εταιρεία ταγμένη στο πλευρό σας

SINTECNO Hellas ABETE Αναξαγόρα 4 (παροδ. Ηφαίστου), Τ.Θ. 202,
ΤΚ 19 400, ΚΟΡΩΠΙ ΑΤΤΙΚΗΣ - Τηλ. +30 210 6026020 / Fax. +30 210 6024568,
e-mail: sintecno@otenet.gr / http:// www.sintecno.gr

SINTECNO Hellas ABETE

δομικά υλικά & χημικά προϊόντα, για κάθε ανάγκη της Σύγχρονης Κατασκευής

SINTECNO – SINMAST HELLAS ABETE




ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ ΕΠΙΣΚΕΥΩΝ

ΕΠΟΞΕΙΔΙΚΑ ΕΝΕΣΙΜΑ / ΑΓΚΥΡΩΤΙΚΑ

ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΜΕ FRPs

ΕΠΟΞΕΙΔΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ




Sintecno

ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΣΗ


INTERNATIONAL CONCRETE REPAIR INSTITUTE

Sintecno

ΠΡΟΗΓΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ – ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ – ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ – ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ / ΜΕΤΑΛΛΩΝ & ΑΛΛΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Σήμανση CE




Πιστοποίηση CE

Έλεγχος Προϊόντων & Διαδικασίας Παραγωγής

Certificate Nr. 1305-CPD-1125

Sintecno

Προϊόντα & Συστήματα για την Προστασία και την Επισκευή Κατασκευών Σκυροδέματος

EN 1504-2 : 2004 | EN 1504-3 : 2004 | EN 1504-4 : 2004

EN 1504-5 : 2004 | EN 1504-6 : 2006




Sintecno

ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΟΠΛ. ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

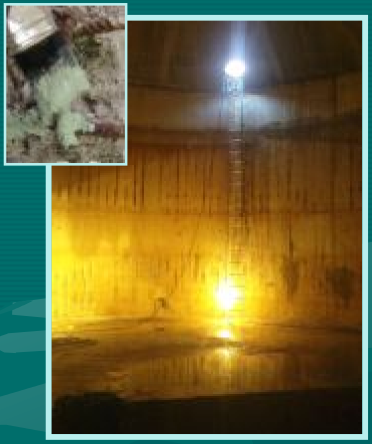
INTERNATIONAL CONCRETE REPAIR INSTITUTE

Αποκαταστάσεις βλαβών & Συστήματα Προστασίας Κατασκευών Οπλ. Σκυροδέματος

Sintecno

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΣΚΕΥΩΝ

- Συστήματα Αναστολέων Διάβρωσης
- Έτοιμα Πολυμερικα Κονιάματα Επισκευής & Αποκατάστασης, τσιμεντοειδούς βάσης
- Ρητίνες Επισκευής και Αποκατάστασης τριχοειδών ρωγμών & μικρο-ρηγματώσεων



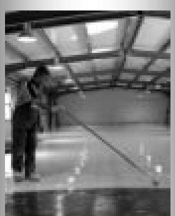
Sintecno









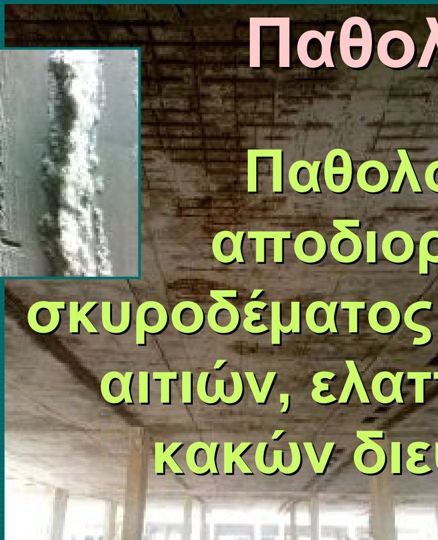


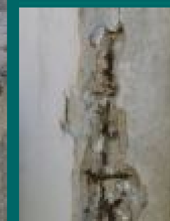
i. Αναστολείς Διάβρωσης & Συστήματα Επισκευής Σκυροδέματος

EN 1504-3 : 2004

Sintecno

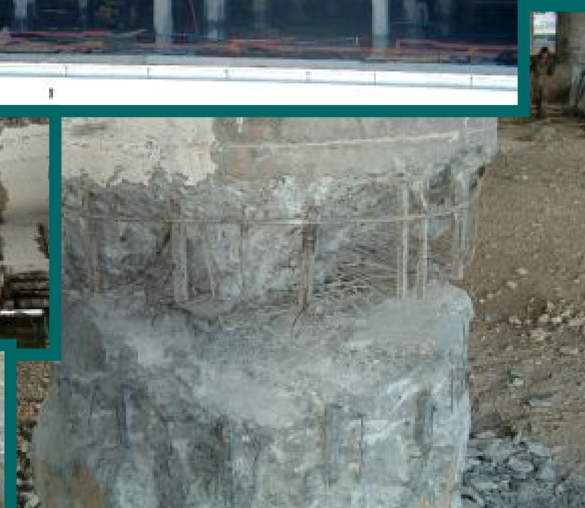
Παθολογία Οπλισμένου Σκυροδέματος



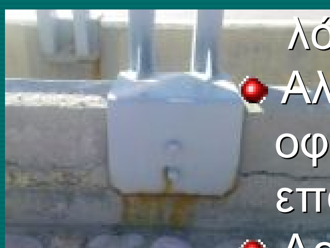

Παθολογία και αποδιοργάνωση σκυροδέματος λόγω φυσικών αιτιών, ελαττωμάτων και κακών διευθετήσεων


- Ανεπάρκεια ζώνης επικάλυψης οπλισμών
- Ατέλειες σκυροδέτησης (φαινόμενα απόμιξης)
- Μηχανική φθορά (π.χ. υψηλή φόρτιση – βαριά χρήση ή αλλαγή λειτουργίας, τριβές, καθιζήσεις, δολιοφθορά, κλπ.)
- Χημική προσβολή (θείωση)
- Ανεπάρκεια μέτρων πρόληψης και εξασφάλισης (συστήματα στεγανοποίησης και προστασίας)
- Φυσικά αίτια (π.χ. παγοπληξία, σεισμική δράση, αλατώσεις, παγολυτικά άλατα, συστολο-διαστολές – εκτονώσεις που οφείλονται σε εναλλαγές καιρικών συνθηκών κλπ.)

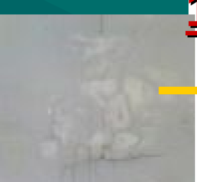




Παθολογία Οπλισμένου Σκυροδέματος

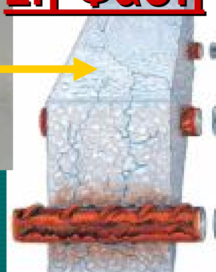
Βλάβη σκυροδέματος λόγω διάβρωσης σιδηρών οπλισμών



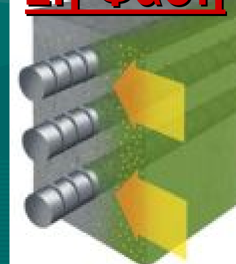
- Φαινόμενο ενανθράκωσης(*) λόγω αντίδρασης CO_2 με $Ca(OH)_2$
- Αλληλοεπιδράσεις που οφείλονται σε δίκτυα τοπικών επαγωγικών ρευμάτων
- Δράσεις εξωγενών παραγόντων διάβρωσης (π.χ. όμβρια ύδατα, χλωρίδια, θειικά άλατα κ.α.)



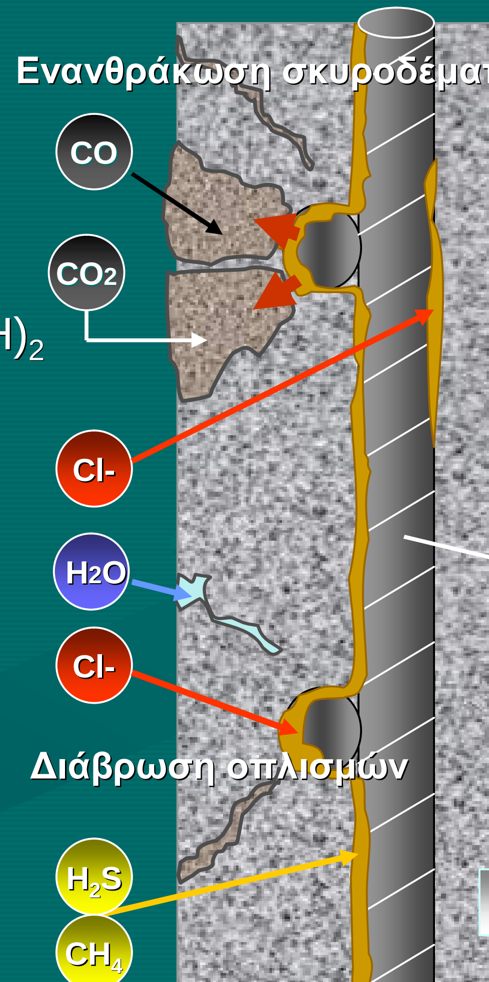
1η Φάση

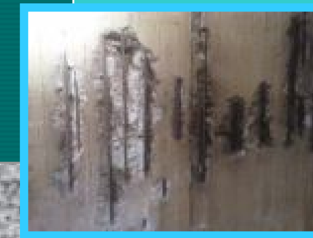


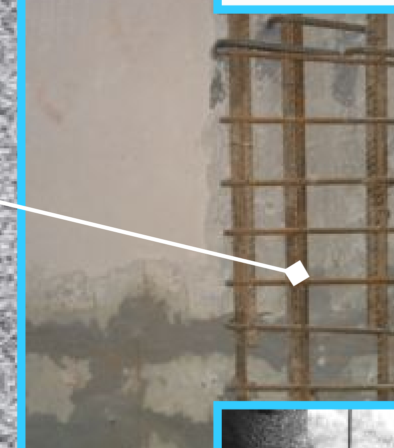
2η Φάση



3η Φάση







(*) άλατα ανθρακικού ασβεστίου

Sintecno

Προετοιμασία Επιφάνειας Σκυροδέματος

Καθαρισμός με μηχανικά μέσα

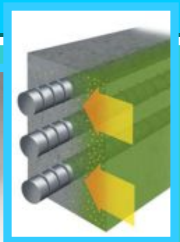
- Μέθοδος Υδροβολής
- Μέθοδος Αμμοβολής
- Συνδυασμένη Κατάσταση
- Χειρωνακτικά / Σφυρο-κάλεμο

- Απομάκρυνση λιπαρών ουσιών, υπολειμμάτων αποκαλουπωτικών λαδιών και χαλαρών στοιχείων σκυροδέματος μειωμένων αντοχών
- Απομάκρυνση επιφανειακής οξείδωσης από αποκαλυμμένους οπλισμούς (Sa 2½ κατά SIS / EN ISO 12944-4)
- Απελευθέρωση πορώδους από κατάλοιπα – ρύπους – συσσωματώσεις αλατώσεων και ουσιών που παραμένουν στην υπάρχουσα κατάσταση.

Sintecno

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Σύστημα VHDRS - Επισκευαστικών με μόρια διαχεόμενου Αναστολέα Διάβρωσης MuCis



Εργασίες Επισκευών

1) Αφαίρεση σαθρών / Προετοιμασία επιφανειών και καθαρισμός.

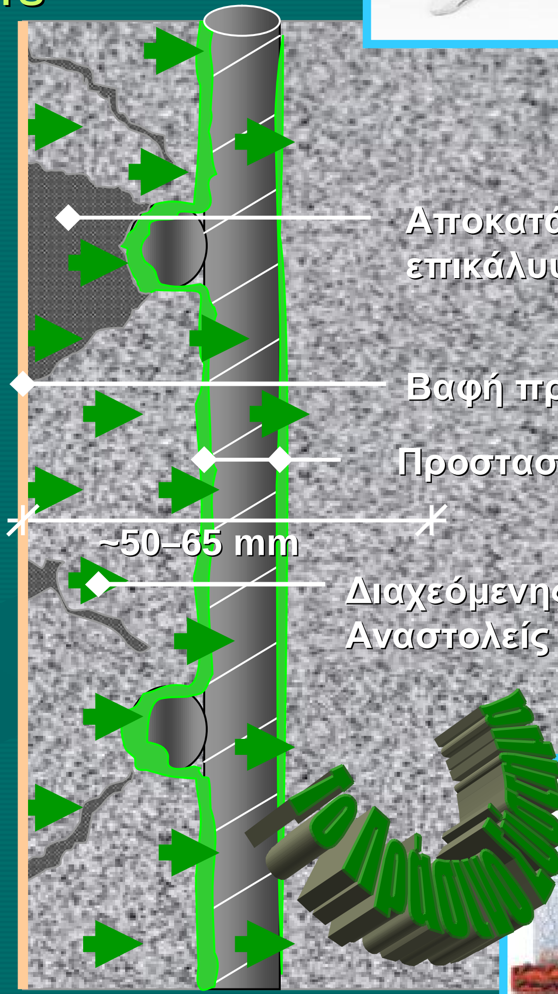
2) Προστασία αποκαλυμμένων οπλισμών.

3) Εφαρμογή Αναστολέα Διάβρωσης με δυνατότητα εμποτισμού του σκυροδέματος (μέτρα προστασίας οπλισμών, αποκαλυμμένων και μη / Πρόληψη).

4) Αναμονή 1-2 ημερών και κατόπιν ελαφρύ ξέπλυμα της επιφάνειας με νερό.

5) Στρώση επισκευαστικού κονιάματος αποκατάστασης βλαβών και γεωμετρίας στοιχείου σκυροδέματος. Αποκατάσταση ρηγματώσεων. EN 1504-3 & -5 / CE

6) Χρόνος ωρίμανσης μετά το πέρας των επισκευών.



Εάν ακολουθήσει βαφή

EN 1504-2 / CE

7) Μετά την ωρίμανση των επισκευών. Αστάρωμα των όψεων με Tecnofix AC 250.

8) Επιφανειακή προστασία με έγχρωμη μεθ-ακρυλική βαφή Tecnoriv AC 100 μέρος συστήματος VHDRS, σύστημα βασισμένο στην Τεχνολογία των Αναστολέων διάβρωσης διαχεόμενης μορφής

Sintecno

ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ

Σύστημα VHDRS - Επισκευαστικών με μόρια διαχεόμενου Αναστολέα Διάβρωσης MuCis®

EN 1504-3 & -7 / CE

Έτοιμα Κονιάματα 2-συστατικών

- Χαρακτηριστικά
- **Ινοπλισμένα κονιάματα με πολυμερή & γαλακτώματα συνθετ. ρητινών**
- **Διαχεόμενος Αναστολέας Διάβρωσης (επαφής & αέριο διάχυσης)**

ΒΗΜΑΤΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ:

1. Προστασία αποκαλυμμένων Οπλισμών – Κονίαμα Αντιδιαβρωτικής Προστασίας

- **Επάλειψη: MuCis® Steel Protection bic**


2. Πτητικό υγρό, για προστασία μη αποκαλυμμένων Οπλισμών

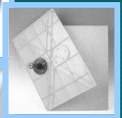
- **Επί του σκυροδέματος: MuCis® mia 200**


3. Ενίσχυση Πρόσφυσης (κυρίως σε στρώσεις πάχους > 20 mm)

- **Επάλειψη: MuCis® Microbeton BS-38 bic**

4. Επισκευαστική Στρώση επικάλυψης οπλισμών

- **3-20 mm MuCis® Microbeton BS-38 bic**
- **10-50 mm MuCis® Microbeton BS-39 bic**

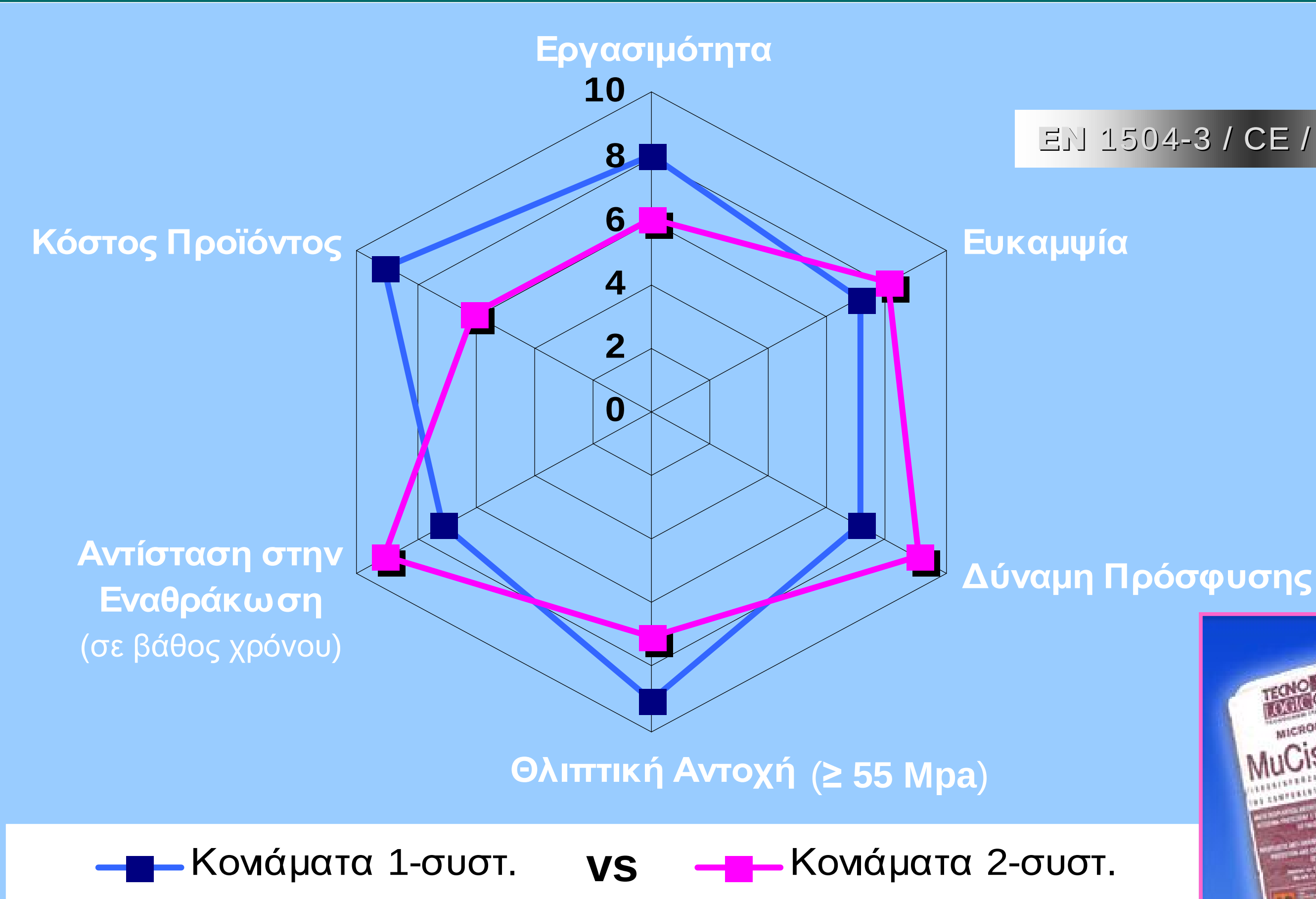




Sintecno

ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ

Όλα τα 2-συστατικών Κονιάματα Επισκευών της γκάμας εμπεριέχουν διαχεόμενα μόρια Αναστολέα Διάβρωσης *(Corrosion Inhibitors / Contact & Vapor action). Η ιδιότητα αυτή διασφαλίζει την εφαρμογή ενάντια στα φαινόμενα ενανθράκωσης και διάβρωσης, σε πολύ μεγάλο βάθος χρόνου (ενδεικτικά, για παράδειγμα για το* ***MuCis® BS-39****,* ***στα 25 έτη έκθεσης*** *ο βαθμός επίδρασης [* ***φαινόμενο ενανθράκωσης*** *] που αναμένεται* ***δεν ξεπερνά καν τα ≤ 0,2 mm σε βάθος, δηλαδή ούτε καν τα 2/10 του χιλιοστού!!!***

EN 1504-3 / CE / Class R4



Συγκριτικός Πίνακας Κονιαμάτων

Sintecno

ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ

❖ Συστήματα Αποκατάσταση Βλαβών Σκυροδέματος

1

Απομάκρυνση όλων των σαθρών – χαλαρών στοιχείων από την περιοχή των επεμβάσεων Τρίψιμο των αποκαλυμμένων οπλισμών με συρματόβουρτσα ή καλύτερα με αμμοβολή.

EN 1504-7 / CE / Type Z.A.1

2

Προστασία των προετοιμασμένων πλέον στοιχείων σιδηροπλισμών με τσιμεντοειδούς βάσης κονίαμα αντιδιαβρωτικής προστασίας 2-συστ. **MuCis® STEEL PROTECTION bi-comp.**

EN 1504-3 / CE / Class R3 & R4

3

Επικάλυψη των στοιχείων των προστατευμένων ήδη οπλισμών με κονιάματα αποκατάστασης γεωμετρίας στοιχείων και επισκευής βλαβών όπως τα **MuCis® BS-38 bi-comp.** (αριάνι) & **MuCis® BS-39 bi-comp.** (γέμισμα)

4

Τελική εμφάνιση μετά την ολοκλήρωση των διαδικασιών επισκευής και αποκατάστασης βλαβών με τα προϊόντα της σειράς **MuCis®**

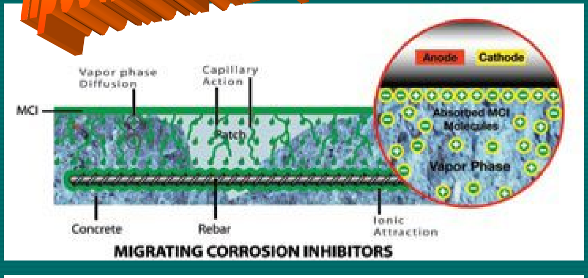
Sintecno

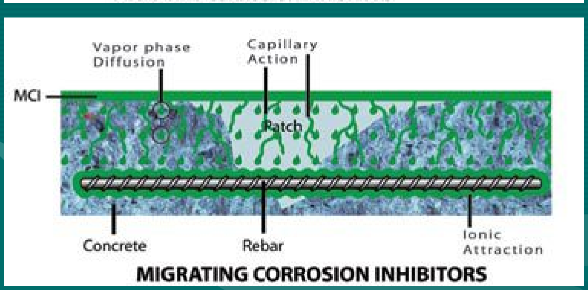
Εξειδικευμένα Συστήματα &Τεχνολογίες

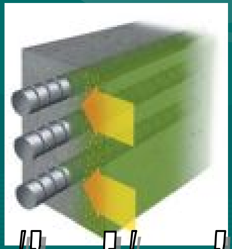
για Προστασία Οπλισμών σε Κατασκευές Οπλισμένου Σκυροδέματος

ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Προστασία Οπλισμών από Οξείδωση

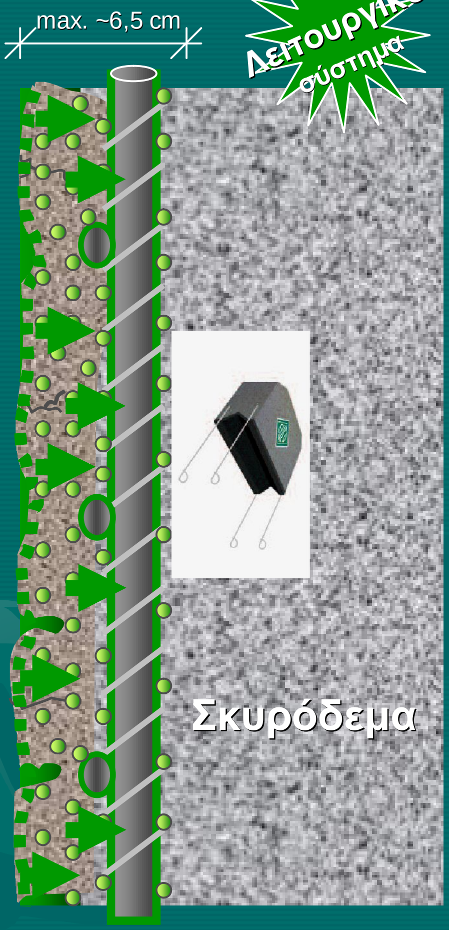






Σχεδόν διπλασιάζει τη διάρκεια ζωής των Οπλισμών

Λειτουργικό σύστημα



1 ή 2 x ~0,150 kg/m^2

ΕΙΔΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

MuCis® mia 200

ΥΓΡΟΣ ΑΝΑΣΤΟΛΕΑΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΓΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΗ ΑΠΟΚΑΛΥΜΜΕΝΩΝ ΣΙΔΗΡΩΝ ΟΠΛΙΣΜΩΝ

Πολυλειτουργικό προϊόν εμποτισμού Σκυροδέματος σε υπάρχουσες & νέες κατασκευές

- Διεισδυτικό προϊόν, υψηλής πτητικότητας, Αναστολέας Διάβρωσης για προστασία Οπλισμών έναντι οξείδωσης
- Για αναβάθμιση δείκτη (pH) οπλισμών και αντιμετώπιση φαινομένων τοπικής διαφοράς δυναμικού
- Υγρό που περιέχει μόρια Αναστολέα επαφής με υψηλή δυνατότητα διασποράς και αέριο διάχυσης
- Υψηλή αντίσταση σε διαβρωτικούς παράγοντες & δυσμένεια περιβάλλοντος

Sintecno

Εξειδικευμένα Συστήματα &Τεχνολογίες

για Προστασία Οπλισμών σε Κατασκευές Οπλισμένου Σκυροδέματος

ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

ΕΙΔΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Sinmast® AC 10

2-ΣΥΣΤ. ΑΣΤΑΡΙ ΦΩΣΦΑΤΙΚΟΥ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΥ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΠΟΚΑΛΥΜΜΕΝΩΝ ΟΠΛΙΣΜΩΝ

Υψηλής δομής, αστάρι φιλοσοφίας zinc-rich, με δυνατότητα ανάπτυξης στρώσης προστασίας κατά της οξείδωσης

- Εφαρμογή κατόπιν μηχανικής προετοιμασίας της επιφάνειας αναφοράς
- Για προστασία από διάβρωση σιδηρούχων μεταλλικών επιφανειών και στοιχείων δομικού χάλυβα (σιδηροπλισμοί κατηγορίας S500, πλέγματα # Daring, κιγκλιδώματα, χειρολισθήρες κλπ.)
- Προστασία μεταλλικών στοιχείων ενίσχυσης μεθοδολογίας κλωβού, beton-plaque, jacketing κ.α.

Sintecno

ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ

Σύστημα Επισκευαστικών Κονιαμάτων

Έτοιμα Κονιάματα 2-Συστατικών

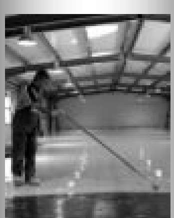
Sintecno











ii. Εποξειδικά Επισκευής & Αποκατάστασης Ρηγματώσεων

EN 1504-5 : 2004

Sintecno

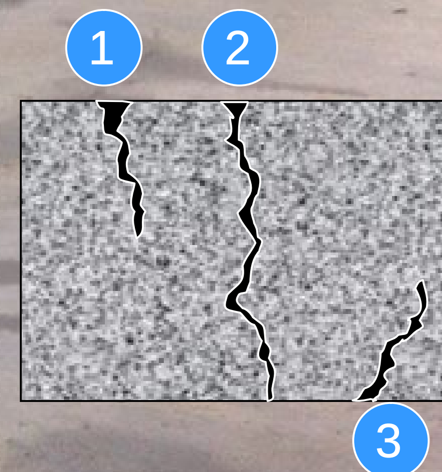
ΡΗΤΙΝΕΣ ΕΠΙΣΚΕΥΩΝ

❖ Εποξειδικές Ρητίνες – Αποκατάσταση ρηγματώσεων

Προσδιορισμός – Εκτίμηση - Παράμετροι προς Εξέταση

Συνθήκες Εφαρμογής – Κατάσταση Υποστρώματος

- ✓ Ξηρό, υγρό, με ή χωρίς φαινόμενα διείσδυσης υδάτων



Κατάσταση Ρηγμάτωσης

- ✓ Αδρανής, ενεργή ή μη, με ή χωρίς παρουσία νερού, με ή χωρίς προβλήματα συνοχής

Επιφάνεια προς επέμβαση – Προσδιορισμός ρωγμής

- ✓ Εξωτερική ή εσωτερική, άνω ή κάτω ζώνη στοιχείου

Μορφή - Διαστάσεις / Αναλογίες

- ✓ Πλάτος και βάθος, διαμπερής ή μη

Sintecno

ΡΗΤΙΝΕΣ ΕΠΙΣΚΕΥΩΝ

❖ Εποξειδικές Ρητίνες – Αποκατάσταση ρηγματώσεων

EN 1504-5 / CE

1

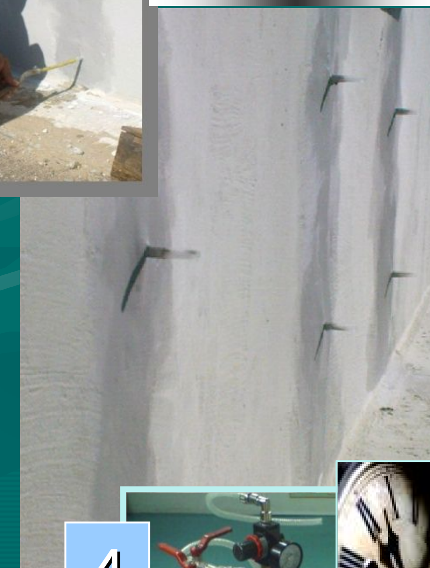
Τοποθέτηση πλαστικών ακροφυσίων SINTECNO INJECTION NIPPLES σε αποστάσεις ανά 15-20 cm περίπου, κατά μήκος της ρωγμής. Στερέωσή τους σημειακά με εποξειδική πάστα 2-συστ. SINMAST P103

2

Επιφανειακό στοκάρισμα της ρηγμάτωσης με εποξειδική πάστα 2-συστ. SINMAST P103

3

Ολοκλήρωση εργασιών στοκαρίσματος και επιφανειακής αντιμετώπισης. Ακολουθεί η διαδικασία προσαρμογής αλφαδολάστιχων σε κάθε ακροφύσιο και η εφαρμογή ρητινενέματος σειράς SINMAST (J) ή (S2)



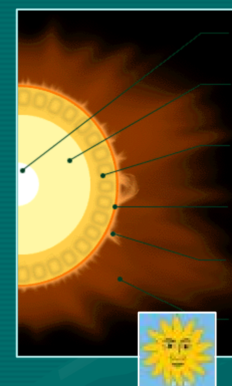
4

ΡΗΤΙΝΕΣ ΕΠΙΣΚΕΥΩΝ

❖ Εποξειδικές Ρητίνες – Αποκατάσταση ρηγματώσεων

Sinmast J20 & S2L, J24, J158
Sinpast J/A

Ενέσιμες, λεπτόρρευστες, εποξειδικές ρητίνες, 2-συστ., για αποκαταστάσεις ρηγματώσεων -μονολιθικότητας σκυροδέματος



EN 1504-5 / CE

Τύποι ενδεδειγμένοι ειδικά για υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος (θερινή περίοδος)

Εύρος Ρηγμάτωσης :

- ✓ **Sinmast J158** : ≤ 0,4 mm
- ✓ **Sinmast J24** : 0,1-1,0 mm
- ✓ **Sinmast J20, J20L, S2 ή S2L** : 1,0–3,0 mm
- ✓ **Sinpast J/A** : ≥ 3,0 mm
- ✓ **Microbeton BS-40 Injection*** : > 4,0 mm

• Χρόνος εργασιμότητας ≥ 50 λεπτά / +25^{o} C

Sintecno

* Λεπτόκοκκο κονίαμα τσιμεντοειδούς βάσης, 1-συστ. *(μέγιστη κοκκομετρία 0,3 mm)*

ΡΗΤΙΝΕΣ ΕΠΙΣΚΕΥΩΝ

❖ Εποξειδικές Ρητίνες – Αποκατάσταση ρηγματώσεων

Sinmast J158, J12, J26 & S2
Sinpast J/A

Ενέσιμες, λεπτόρρευστες, εποξειδικές ρητίνες, 2-συστ., για αποκαταστάσεις ρηγματώσεων - μονολιθικότητας σκυροδέματος

EN 1504-5 / CE

Τύποι ενδεδειγμένοι ειδικά για χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος (χειμερινή περίοδος)

Εύρος Ρηγμάτωσης :

- ✓ **Sinmast J158** : ≤ 0,4 mm (μικρο-τριχοειδή)
- ✓ **Sinmast J26** : 0,1–1,0 mm
- ✓ **Sinmast J12 & S2** : 1,0–3,0 mm
- ✓ **Sinpast J/A** : ≥ 3,0 mm
- ✓ **Microbeton BS-40 Injection*** : > 4,0 mm

- Χρόνος εργασιμότητας 25-35 λεπτά / +25° C

Sintecno

* Λεπτόκοκκο κονίαμα τσιμεντοειδούς βάσης, 1-συστ. *(μέγιστη κοκκομετρία 0,3 mm)*

ΡΗΤΙΝΕΣ ΕΠΙΣΚΕΥΩΝ

EN 1504-5 / CE

❖ Εποξειδικές Ρητίνες – Αποκατάσταση ρηγματώσεων

SINMAST J158

SINMAST J24

SINMAST J26

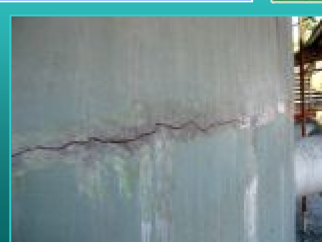
SINMAST J20

SINMAST J12

SINMAST S2L

SINMAST S2

SINPAST J/A

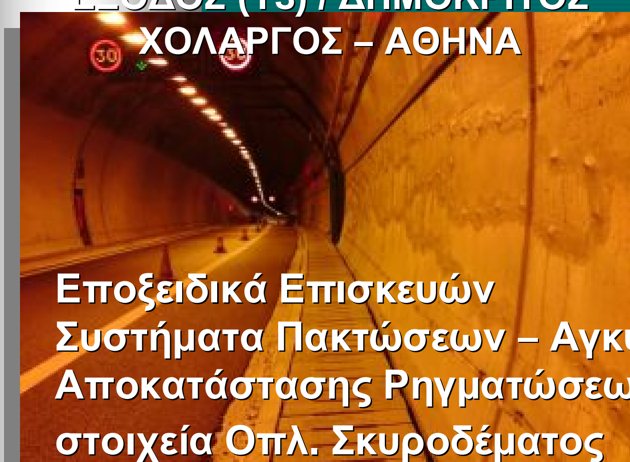


ΠΡΟΗΓΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ – ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ – ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ / ΜΕΤΑΛΛΩΝ & ΛΟΙΠΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΡΗΤΙΝΕΣ ΕΠΙΣΚΕΥΩΝ – ΑΓΚΥΡΩΣΕΩΝ

ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ / ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΕΡΓΑ κ.α.

“ΑΤΤΙΚΗ ΟΔΟΣ”
ΕΞΟΔΟΣ (Υ3) / ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ
ΧΟΛΑΡΓΟΣ – ΑΘΗΝΑ



“ΗΣΑΠ / ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΙ”
ΓΡΑΜΜΗ ΒΙΚΤΩΡΙΑ - ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ / ΑΘΗΝΑ

“ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ”
ΗΛΙΟΥΠΟΛΗ / ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗ / ΕΛΛΗΝΙΚΟ

Εποξειδικά Επισκευών
Συστήματα Πακτώσεων – Αγκυρώσεων /
Αποκατάστασης Ρηγματώσεων σε
στοιχεία Οπλ. Σκυροδέματος

on Job-site

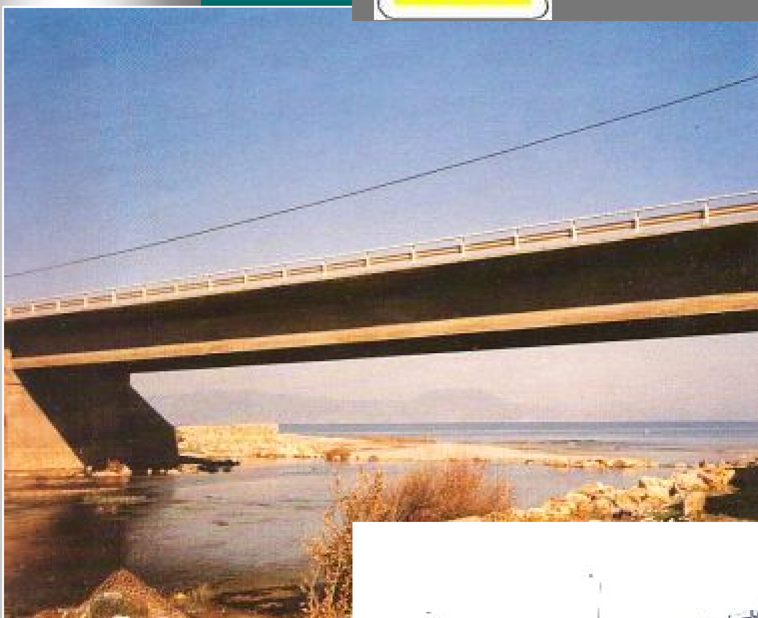
Sintecno

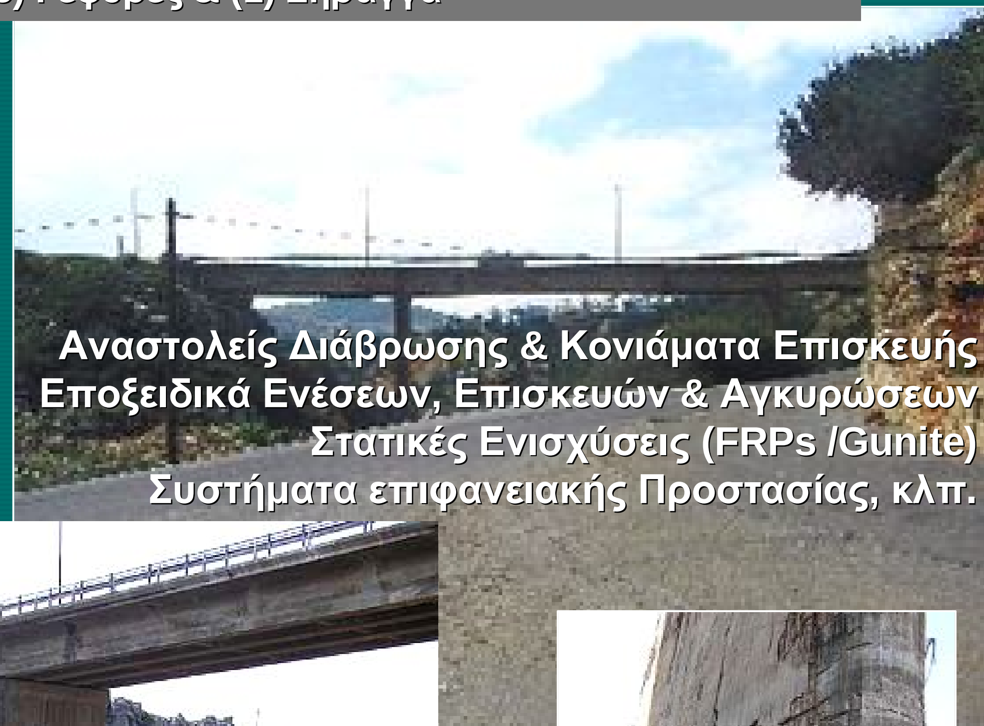
Συστήματα Αποκατάστασης & Προστασίας

“ΚΡΗΤΗ / ΒΟΡΕΙΟΣ ΟΔΙΚΟΣ ΑΞΟΝΑΣ Β.Ο.Α.Κ. “

Οδική Διαδρομή ~300 χλμ.

(5) Γέφυρες & (1) Σήραγγα





Αναστολείς Διάβρωσης & Κονιάματα Επισκευής
Εποξειδικά Ενέσεων, Επισκευών & Αγκυρώσεων
Στατικές Ενισχύσεις (FRPs /Gunite)
Συστήματα επιφανειακής Προστασίας, κλπ.

on Job-site

Sintecno

SINTECNO Hellas ABETE

ΠΡΟΗΓΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ – ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ – ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ / ΜΕΤΑΛΛΩΝ & ΑΛΛΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ









iii. Συστήματα Προστασίας Κατασκευών Σκυροδέματος

EN 1504-2 : 2004

Sintecno

ΔΥΣΜΕΝΕΙΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ / ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ

H_2O

Cl^-

CO_2

H_2S

CO

CH_4

Περιβαλλοντολογικές Επιδράσεις
Ατμοσφαιρική Έκθεση - Διαβρωτικοί Παράγοντες

C1	C2	C3	C4	C5 I & M
Αγροτική Περιοχή Ανάπτυξης	Οικιστική Περιοχή Ανάπτυξης	Αστική Περιοχή δίπλα στη Θάλασσα	Βιομηχανική Ζώνη Ανάπτυξης	Βιομηχανική Περιοχή δίπλα στη Θάλασσα
(Αγροτική Κατοικία)	*(Επαρχιακή Πόλη – Κωμόπολη)*	*(Αστικά Κέντρα)*	*(Μονάδες Παραγωγής Ενέργειας)*	*(Διυλιστήριο Πετρελαίων κ.α.)*

Ζώνες Έκθεσης

Sintecno

ΒΑΦΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Απαιτήσεις για Συστήματα Προστασίας σκυροδέματος έναντι έκθεσης σε Ατμοσφαιρικές Συνθήκες

- ✓ Φράγμα CO_2, CO, Cl, S, κλπ.
- ✓ Σύστημα αδιαπέρατο
- ✓ Δυνατότητα διαπνοής H_2O
- ✓ Γεφύρωση ρηγματώσεων
- ✓ Χημική αντοχή στις ατμοσφαιρικές επιδράσεις
- ✓ Αντοχή σε παγολυτικά άλατα
- ✓ Αντοχή σε κύκλους παγετού
- ✓ Αισθητική Εμφάνιση
- ✓ Ανεξίτηλες αποχρώσεις
- ✓ Αντοχή στην γήρανση

Πορώδεις Επιφάνειες

Sintecno

ΒΑΦΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

❖ Βαφές Προστασίας Σκυροδέματος – Υδροαπωθητικός Εμποτισμός

WP-55 S /WP 55/CLS – WP 55/LP

Σκυρόδεμα – Επιχρίσματα, Σοβάδες – Πέτρες, Επενδύσεις

EN 1504-2 / CE / ZA.1a

- ✓ 1-Συστατικού, με διαλύτες
- ✓ Εμποτισμός τεχνολογίας σιλανίων /σιλοξάνης
- ✓ Για απορροφητικά υποστρώματα
- ✓ Συμβατό με CaO και ασβεστούχες ενώσεις

Chemstop WB 6 – WB 11

Σκυρόδεμα, Κονιάματα – Τουβλοδομές

- ✓ 1-Συστατικού, υδατικής βάσης
- ✓ Μη σιλικονούχο – Πολυμερές Πυρίτιο
- ✓ Μειώνει την ανάπτυξη άλγης, λειχήνων
- ✓ Φιλικό προς το περιβάλλον και το χρήστη

Sintecno

ΒΑΦΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

❖ Έγχρωμες Βαφές Προστασίας Όψεων Κτηρίων

EN 1504-2 / CE / ZA.1d

Tecnoriv AC 100

- ✓ Ακρυλικής βάσης, 1-συστ., με διαλύτες
- ✓ Έγχρωμο
- ✓ Υψηλή προστασία έναντι ενανθράκωσης & διάβρωσης

Tecnoriv AC 50

- ✓ Ακρυλικής βάσης, 1-συστ., υδατοδιαλυτή
- ✓ Οικονομική για εσωτερική και εξωτερική χρήση
- ✓ Φιλική στο χρήστη – Υψηλής απόδοσης

Tammolastic & Goldenlastic

- ✓ Ακρυλικής βάσης, 1-συστ., υδατοδιαλυτή
- ✓ Ελαστικοποιημένη βαφή υψηλών απαιτήσεων
- ✓ Δυνατότητα γεφύρωσης τριχοειδών ρηγματώσεων (≤ 0.9 mm)
- ✓ Κατάλληλο σε χαμηλές θερμοκρασίες

Sintecno

ΒΑΦΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

❖ Ορισμένα Συστήματα Προστασίας Όψεων Κτηρίων

1

Αδιαβροχοποίηση επιφανειών

WP-55 S *

* Όταν δεν ακολουθεί βαφή

S

Σκυρόδεμα

2

Σκυρόδεμα

W

Αστάρι

Tecnofix AC 150

Βαφή Προστασίας

Tecnoriv AC 50

EN 1504-2 / CE / ZA.1d

3

Αστάρι

H/P Primer ή

Goldenprimer WB

Βαφή Προστασίας

Tammolastic

Σκυρόδεμα

W

4

S

Σκυρόδεμα

Αστάρι

Tecnofix AC 250

Βαφή Προστασίας

Tecnoriv AC 100

Sintecno

Συστήματα & Τεχνολογίες

για Προστασία Όψεων Κατασκευών από Οπλισμένο Σκυρόδεμα

ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Πόροι και κρατήρες

Σκυρόδεμα

1

EN 1504-2 / CE / ZA.1d

CO

CO_2

Cl-

H_2O

Αδιαβροχοποίηση επιφανειών

WP-55 /CLS

ή

WP-55 S *

* Όταν δεν ακολουθεί βαφή

EN 1504-2 / CE / ZA.1a

H_2O

Σκυρόδεμα

2

~0,1-0,3 lt/m^2

WP-55 /CLS

Διεισδυτικό Αστάρι και Αδιαβροχοποίηση επιφάνειας σκυροδέματος

Έγχρωμη Βαφή Προστασίας

S TECNORIV AC 100

2 ή 3 x ~0,180 kg/m^2

3

VHDRS

Σύστημα Προστασίας έναντι Ενανθράκωσης

ΓΗΠΕΔΟ “ΤΟΥΜΠΑΣ” / ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

Sintecno

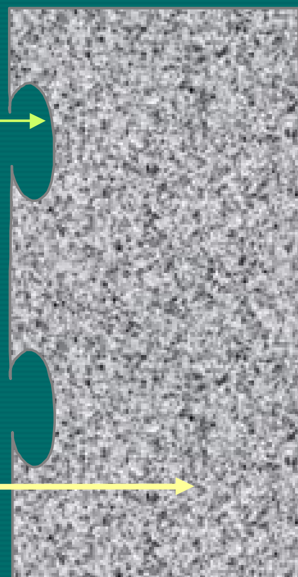
Συστήματα & Τεχνολογίες

για Προστασία Όψεων Κατασκευών από Οπλισμένο Σκυρόδεμα

ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Πόροι και κρατήρες

Σκυρόδεμα



1

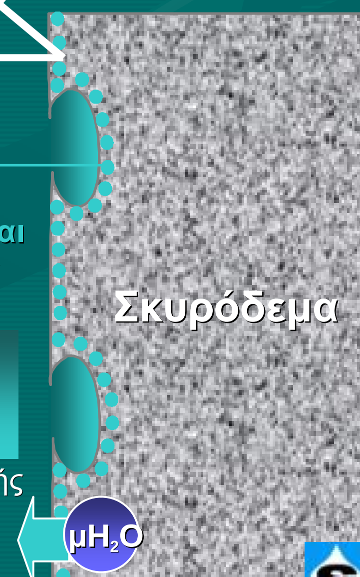
~0,1-0,4 kg/m^2

CO

CO_2

Cl^-

H_2O



Υδρο-απωθητική

άχρωμη προστασία με προϊόν που βασίζεται στην Τεχνολογία των Σιλανίων

Νέο προϊόν

TECNOSILANO 6000 *

* Επιδέχεται ακολουθία βαφής

2

Καινοτόμο σύστημα

EN 1504-2 / CE / ZA.1a

Υψηλής δομής Φράγμα έναντι Προστασίας

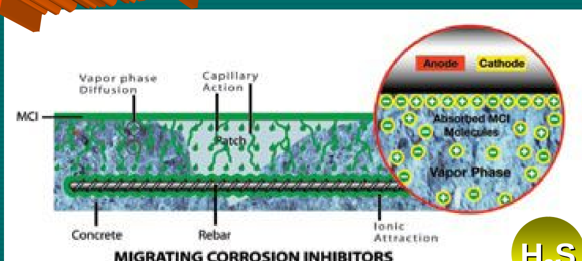
Νέα Συστήματα &Τεχνολογίες

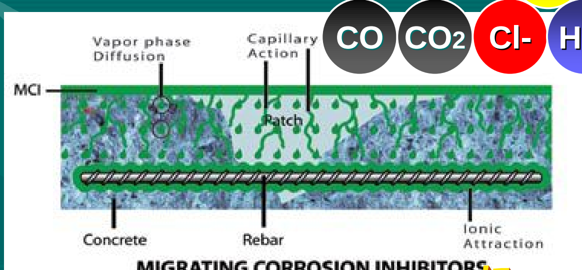
για Προστασία Όψεων Κατασκευών από Οπλισμένο Σκυρόδεμα

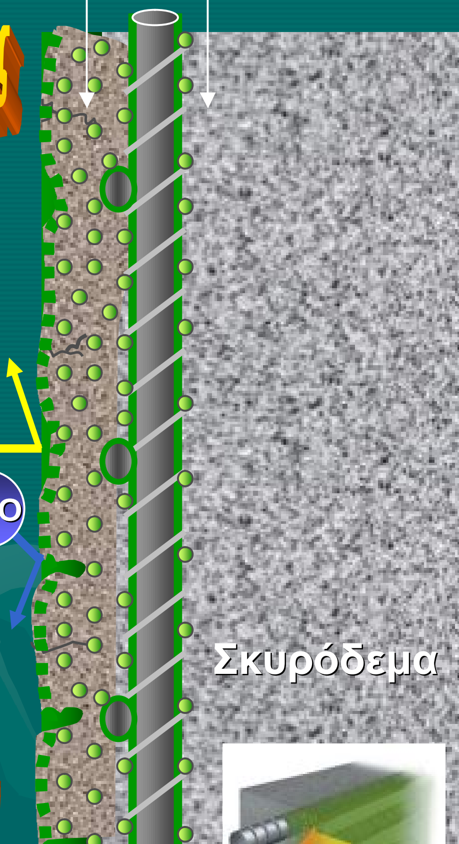
ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Καινοτόμο σύστημα

Προστασία Σκυροδέματος έναντι Ενανθράκωσης



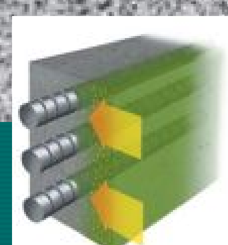




Προστασία Οπλισμών από Οξείδωση

~0,25-0,45 kg/m²

EN 1504-2 / CE / ZA.1a



ΕΙΔΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

MuCis® mia 210/pH

ΑΝΑΣΤΟΛΕΑΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ & ΥΔΡΟΦΟΒΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

Πολυλειτουργικό προϊόν εμποτισμού Σκυροδέματος σε υπάρχουσες & νέες κατασκευές

- Διεισδυτικό προϊόν με δύο ιδιότητες ταυτόχρονα / Περιέχει Αναστολέα Διάβρωσης για προστασία Οπλισμών έναντι οξείδωσης και προστατεύει την επιφάνεια του Σκυροδέματος από το φαινόμενο της Ενανθράκωσης
- Για αναβάθμιση δείκτη (pH) οπλισμών
- Περιέχει μόρια υγρού Αναστολέα επαφής με υψηλή δυνατότητα διασποράς και αέριο διάχυσης
- Υψηλή αντίσταση σε δυσμένεια περιβάλλοντος

Sintecno

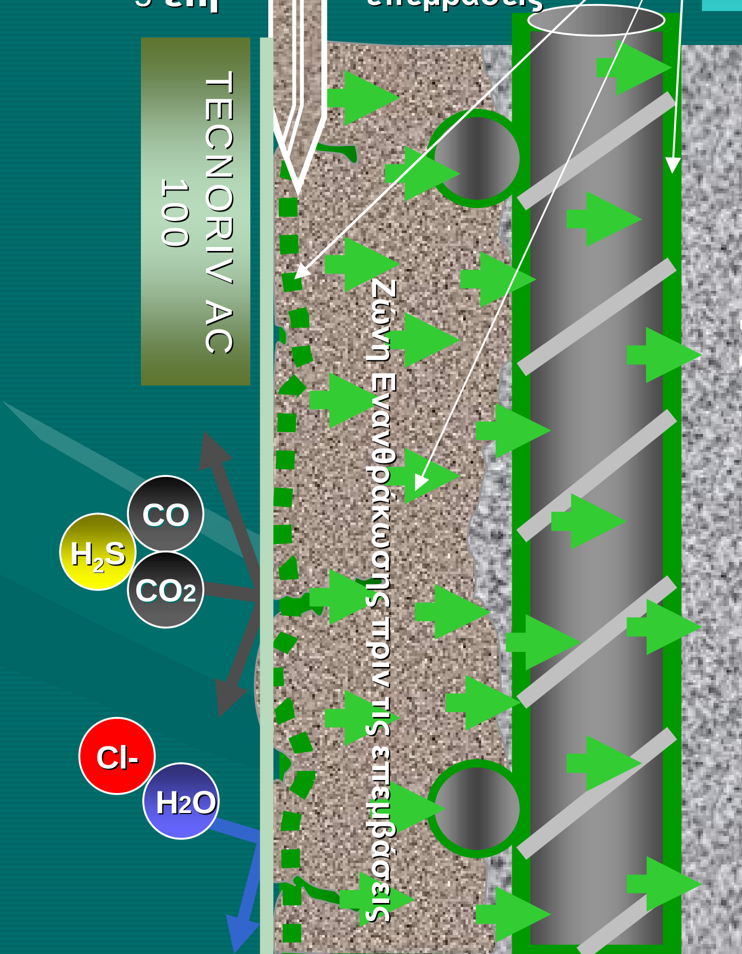
Νέα Συστήματα &Τεχνολογίες

για Προστασία Όψεων Κατασκευών από Οπλισμένο Σκυρόδεμα

ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

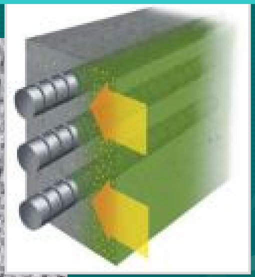
VHDRS

Καινοτόμο σύστημα

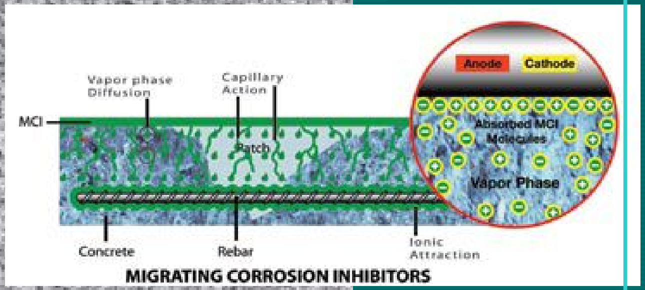


MuCis® mia 210/ pH

Φράγμα Ενανθράκωσης + Αναστολή Διάβρωσης



EN 1504-2 / CE / ZA.1a & .1d



- ✓ Υψηλός βαθμός διείσδυσης
- ✓ Διάχυση μορίων
- ✓ Υδροφοβισμός Επιφανείας
- ✓ Αναστολή Διάβρωσης Οπλισμών
- ✓ Καθοδική & Ανοδική Προστασία
- ✓ Υψηλή αντίσταση σε δυσμένειες περιβάλλοντος και διαβρωτικούς παράγοντες
- ✓ Φράγμα Ενανθράκωσης
- ✓ Διαπνοή & διάχυση υδρατμών
- ✓ Αντίσταση σε παγολυτικά άλατα
- ✓ Χρωματικές επιλογές RAL

MuCis® ANTICORR 210 system

Sintecno

ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Συστήματα &Τεχνολογίες

για Προστασία Όψεων Κατασκευών από Οπλισμένο Σκυρόδεμα

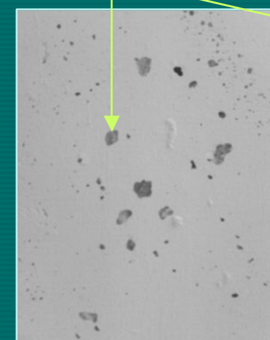
Σύστημα VHDRS - Κονιαμάτων με μόρια διαχεόμενου Αναστολέα Διάβρωσης MuCis*

ΠΡΟΒΛΗΜΑ : *Υποστρώματα εμφανών κυρίως σκυροδεμάτων ή επιφανειών που απαιτούν φινίρισμα και σφράγιση πορώδους, αποκατάσταση απολεπίσεων, αστοχιών σκυροδέτησης (π.χ. κυψελίδες) ή εξομάλυνση σε στρώσεις πολύ λεπτού πάχους ανάπτυξης.*

ΛΥΣΗ : *Εφαρμογή στρώσης διευθέτησης και αποκατάστασης υποστρώματος –φινιρίσματος – για πάχη ανάπτυξης από 1 mm έως 4 mm, με λεπτόκοκκο προϊόν τσιμεντοειδούς βάσης* ***MuCis BS-38 Finish****, 2- συστατικών, που εμπεριέχει επίσης μόρια* ***MCI*** *(Migrating Corrosion Inhibitors - διαχεόμενης μορφής αναστολέας διάβρωσης).*

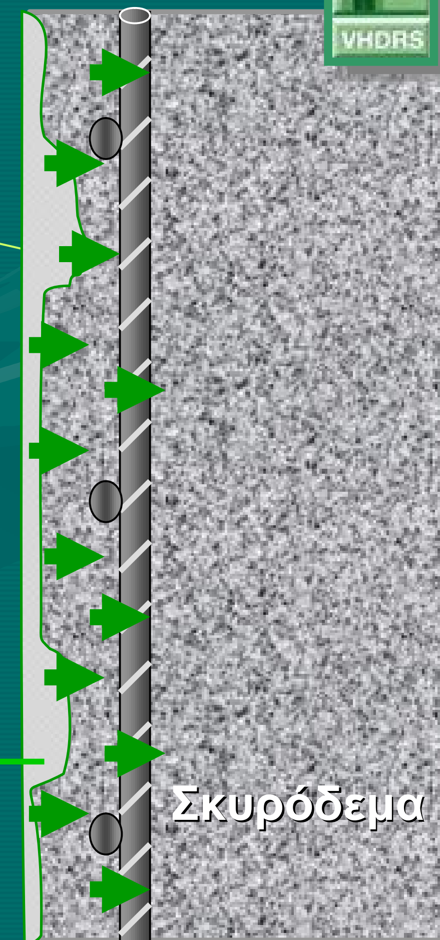
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ : *Φινίρισμα – Σφράγιση πορώδους και προστασία έναντι ανάπτυξης ανθρακικών αλάτων, επιτυγχάνοντας παράλληλα μακρόχρονη προστασία οπλισμών, έναντι έκθεσης σε διαβρωτικούς παράγοντες και δυσμένεια περιβάλλοντος γενικότερα.*

πόροι & κρατήρες



Λεπτόκοκκο Κονίαμα Φινιρίσματος

MuCis BS-38 Finish



~2,0 kg/m²/mm

EN 1504-3 / CE / Class R2

* **MuCis** = **Mu**ltiple **C**orrosion **I**nhibiting **S**ynergies

Συστήματα & Τεχνολογίες

ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

για Προστασία Όψεων Κατασκευών από Οπλισμένο Σκυρόδεμα

Ο βέλτιστος βαθμός εξωτερικής προστασίας σε μια κατασκευή που βρίσκεται σε δυσμενές περιβάλλον (έκθεση σε CO_2, χλωρίδια, θειικά άλατα κ.α.), επιτυγχάνεται κυρίως, με σύστημα βαφής υψηλών προδιαγραφών σε συνδυασμό με κονίαμα φινιρίσματος και σφράγισης πορώδους.

MuCis BS-38 Finish
EN 1504-3 / CE / Class R2

1 Κονίαμα φινιρίσματος
ή

Tecnoraso CT 10
EN 1504-3 / CE / Class R3

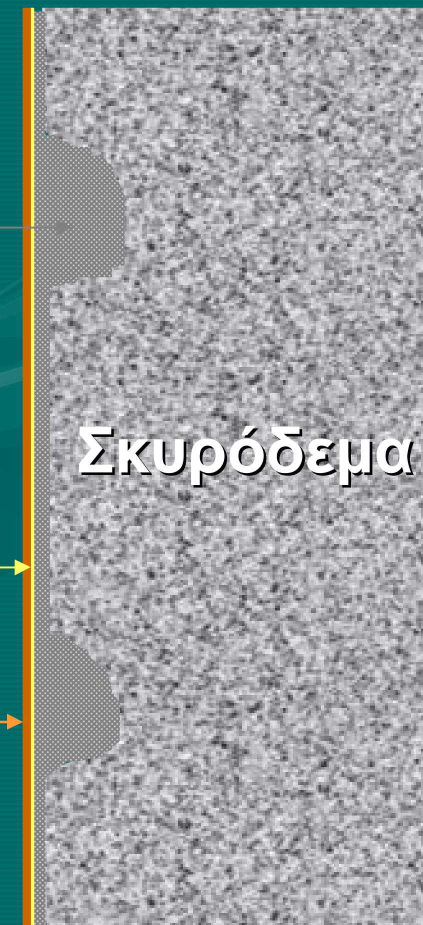
Tecnofix AC 250

2 **Αστάρι** 1 x ~0,100 kg/m²

3 **Βαφή επιφαν. προστασίας**

Tecnoriv AC 100
EN 1504-2 / CE / ZA.1d

2 ή 3 x ~0,180 kg/m²



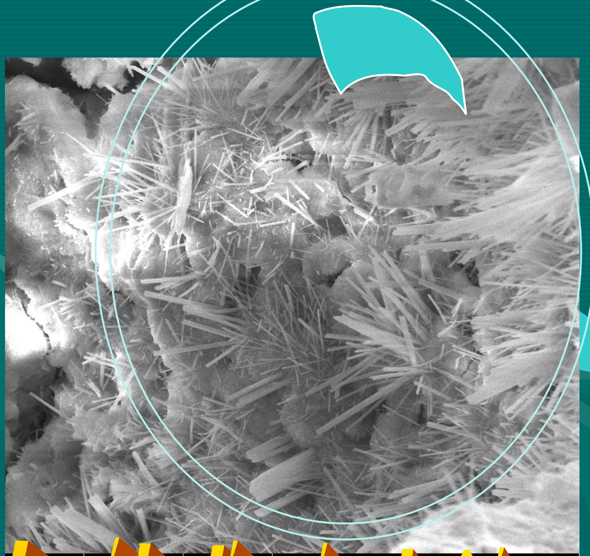
Sintecno

Νέα Συστήματα &Τεχνολογίες

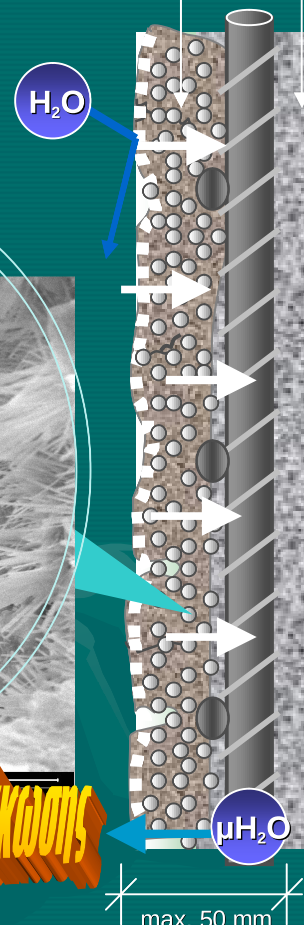
για Προστασία Όψεων Κατασκευών από Οπλισμένο Σκυρόδεμα

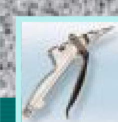
ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Ιδανική προστασία για παλαιές και νέες κατασκευές σκυροδέματος, υπόγεια, στοιχεία προκατασκευών, φορέων και στοιχείων στήριξης γεφυρών, πύργων ψύξης κ.α.



Προστασία Σκυροδέματος έναντι Ενανθράκωσης





~2,5-3,0 m²/ lt

Καινοτόμο σύστημα

ΕΙΔΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

CRYS®- teco TENSIOS

ΥΓΡΟΣ ΕΜΠΟΤΙΣΜΟΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΝΕΡΓΩΝ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ

Υδατικής βάσης, Ενεργός Εμποτισμός ως Φράγμα Προστασίας / Στεγανοποίηση Υποστρωμάτων και Κατασκευών από Σκυρόδεμα

- Διεισδύει στο σκυρόδεμα σε βάθος, αντιδρά χημικά με το υπόστρωμα και δημιουργεί κρυσταλλικής δομής φράγμα προστασίας (crystal growth barrier)
- Υψηλή διαπνοή & διάχυση υδρατμών
- Παρατείνει σημαντικά τη διάρκεια ζωής της Κατασκευής / Υψηλή αντίσταση σε δυσμένειες περιβάλλοντος

Sintecno

Ευχαριστώ
για την Προσοχή Σας

Η οικονομική υποστήριξη της ημερίδας ήταν ευγενική χορηγία των εταιριών

conic - DOMISSIMA - isomat building quality - Sintecno

προς τις οποίες εκφράζονται ευχαριστίες