

ΕΝΗΜΕΡΩΤΙΚΗ ΗΜΕΡΙΔΑ

«Η Συντήρηση, κύριος παράγων στην διασφάλιση του κύκλου ζωής και της ποιότητας των γεφυρών»

Παραδείγματα Δομικής Αποκατάστασης
και Επισκευής Οδικών Γεφυρών



ΑΘΗΝΑ 24 ΦΕΒ 2016

Ι.Ν. Σιγάλας, Πολιτικός Μηχανικός - ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΣ ΟΤΜ Α.Ε.
Χ. Δ. Γιαννέλος, Πολιτικός Μηχανικός, Υπ. Διδ. ΕΜΠ

Εισαγωγή

Ο ρόλος του σύγχρονου μηχανικού ως «**Παθολόγου**»*

*Θ.Π.ΤΑΣΙΟΣ

ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ

«αλλοίωση» των χαρακτηριστικών των δομικών στοιχείων του δομήματος.
(γεωμετρικών, φυσικών, χημικών, μηχανικών)



μείωση Φέρουσας Ικανότητας της
κατασκευής

Φθορές

Αναμενόμενες με βάση την επιλογή της
ποιότητας της κατασκευής.

Θεωρούνται φυσιολογικές ανάλογα με το
βαθμό συντήρησης.

Βλάβες

λάθη σχεδιασμού,
κατασκευαστικές κακοτεχνίες,
υπερβάλλουσες δράσεις

Η προχωρημένη Φθορά μπορεί να οδηγήσει σε βλάβες

Παραδείγματα

Α. Γέφυρα ποταμού Αράχθου
στην Άρτα
(1959)



Β. Γέφυρα ποταμού Αξιού
(Νότιος Κλάδος) στη Θεσσαλονίκη
(1973)



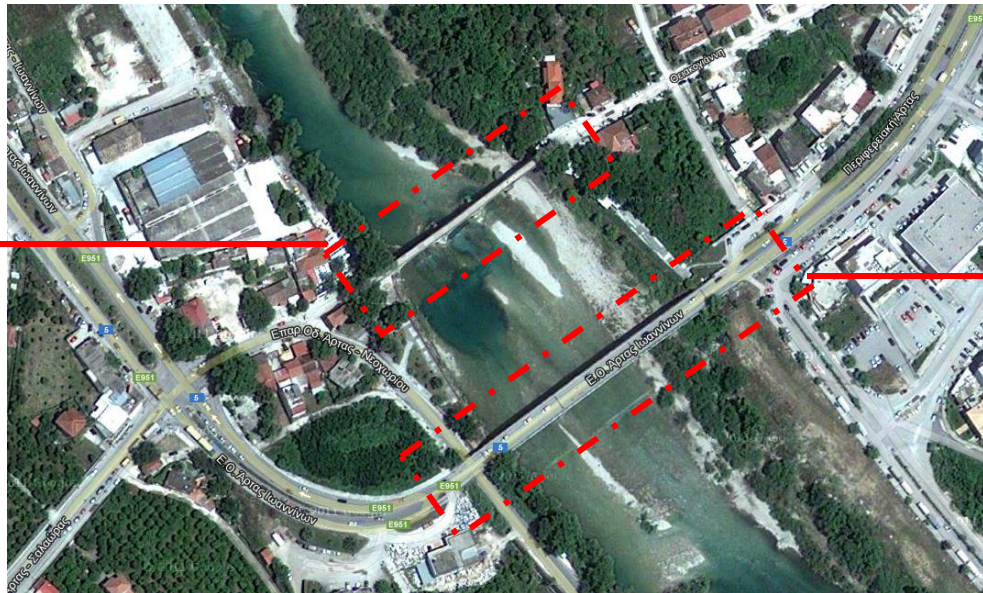
Γ. Πέτρινη Τοξωτή Γέφυρα Β. Κηφισού
στη θέση "Νερούτσου Μύλος"
(1791)



Α. Γέφυρα ποταμού Αράχθου στην Άρτα



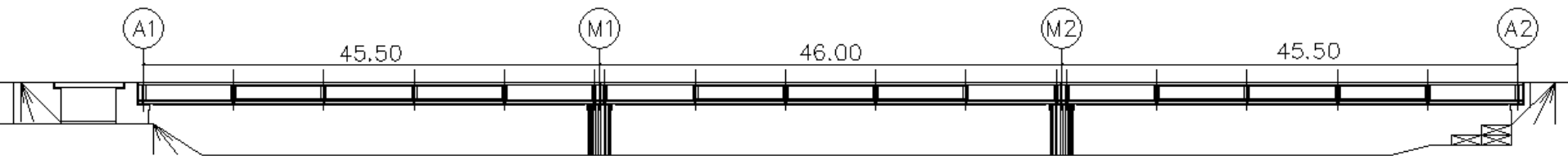
1.1 Θέση Γεφυρώσεως



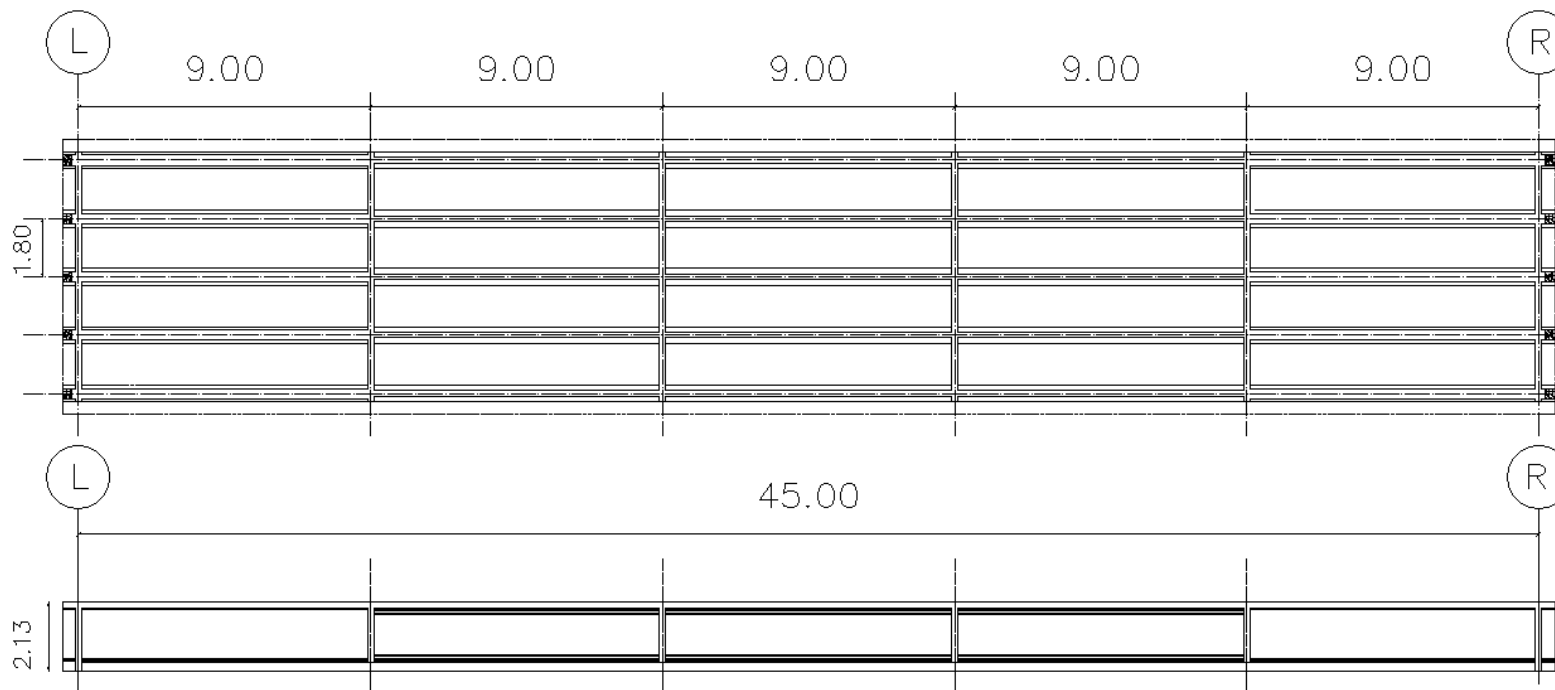
π. Άραχθος , επί της Ε.Ο. Ιωαννίνων – Άρτας , κατάντη του παλαιού λίθινου γεφυριού

1.2. Δομικό Σύστημα

(1/4)



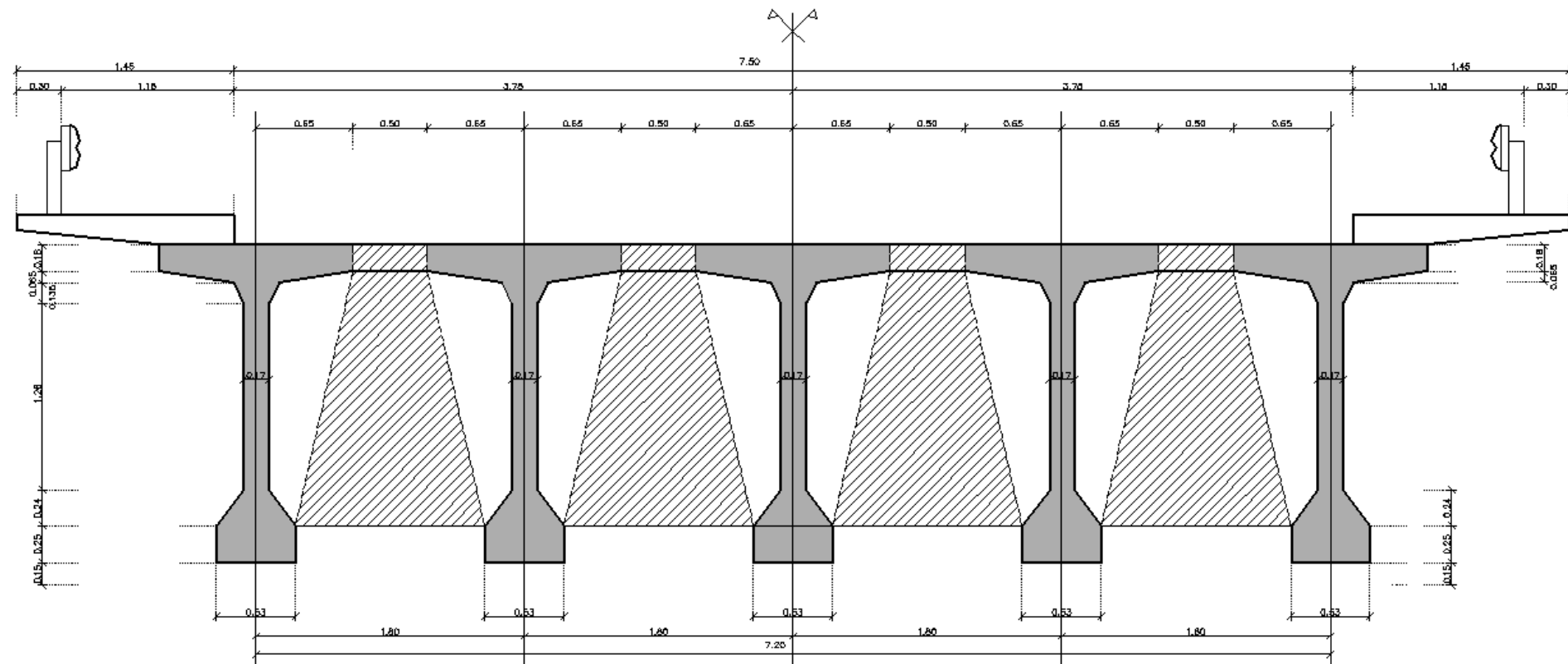
3 ανεξάρτητα ανοίγματα (45.50 +46.00 +45.50)



5 Προκ. Προε. Δοκοί ανά 1.80 m / $L_{\delta\sigma\kappa}=45.0$ m, $H_{\delta\sigma\kappa}=2.13$ m.

1.2. Δομικό Σύστημα

(2/4)



Εγκάρσια σύνδεση με έγχυτο σκυρόδεμα

Εγκάρσια προένταση τόσο στις διαδοκίδες όσο και στην πλάκα καταστρώματος

1.2. Δομικό Σύστημα

(3/4)



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

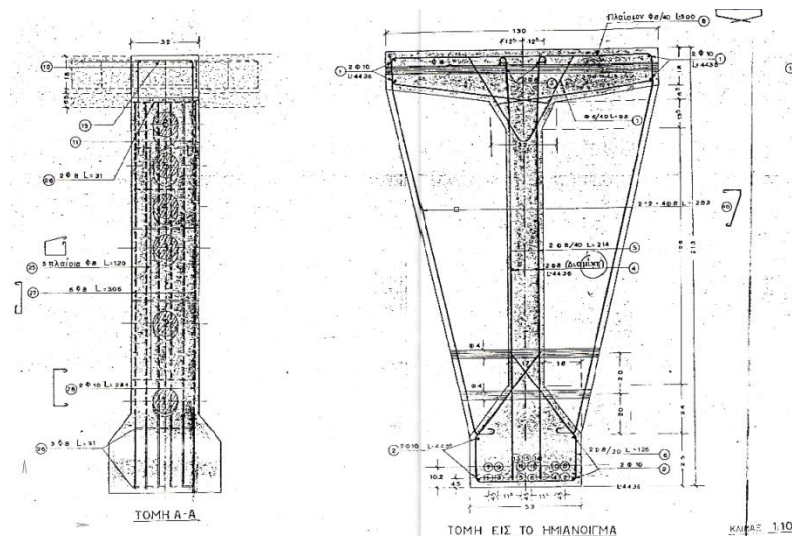
1.3 Στοιχεία Αρχικής Μελέτης

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

Προένταση των κυρίων δοκών : 15 τένοντες 12Φ7



δυνάμεις τανύσεως κατά τους τότε Γαλλικούς Κανονισμούς
σύστημα προεντάσεως **Freyssinet**

2. Ιστορικό Προηγούμενων Επεμβάσεων

- 1984 - Φθινόπωρο :** Διαπιστώνεται εκτεταμένη ρηγμάτωση του ασφαλτο-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 στις 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 ότι είναι μικρό ακόμα και σε θέσεις όπου το σκυρόδεμα αποπλένεται από τα νερά του καταστρώματος



2. Ιστορικό Προηγούμενων Επεμβάσεων

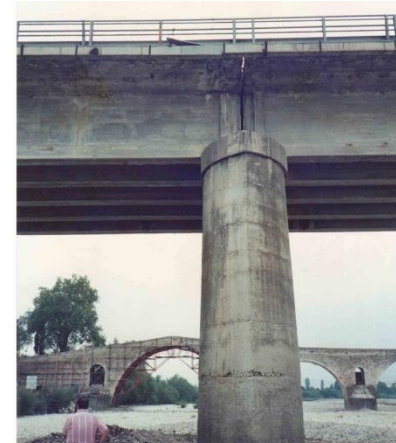
1990 – Άνοιξη : Επιθεώρηση, έρευνα και έλεγχος καταστάσεως της γέφυρας από το **Εργαστήριο Ωπλισμένου Σκυροδέματος Ε.Μ.Π.**

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



Σχ. 13: Απόθεση σκυροδέματος πάνω στο εφέδρανο

- 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 ΟΔΟΠΟΙΑΣ (Δ.Μ.Ε.Ο.)

ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ - ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΕΩΣ
ΓΕΦΥΡΑΣ Π. ΑΡΑΧΘΟΥ - ΑΡΤΑ

ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
(Β' ΕΚΔΟΣΗ)

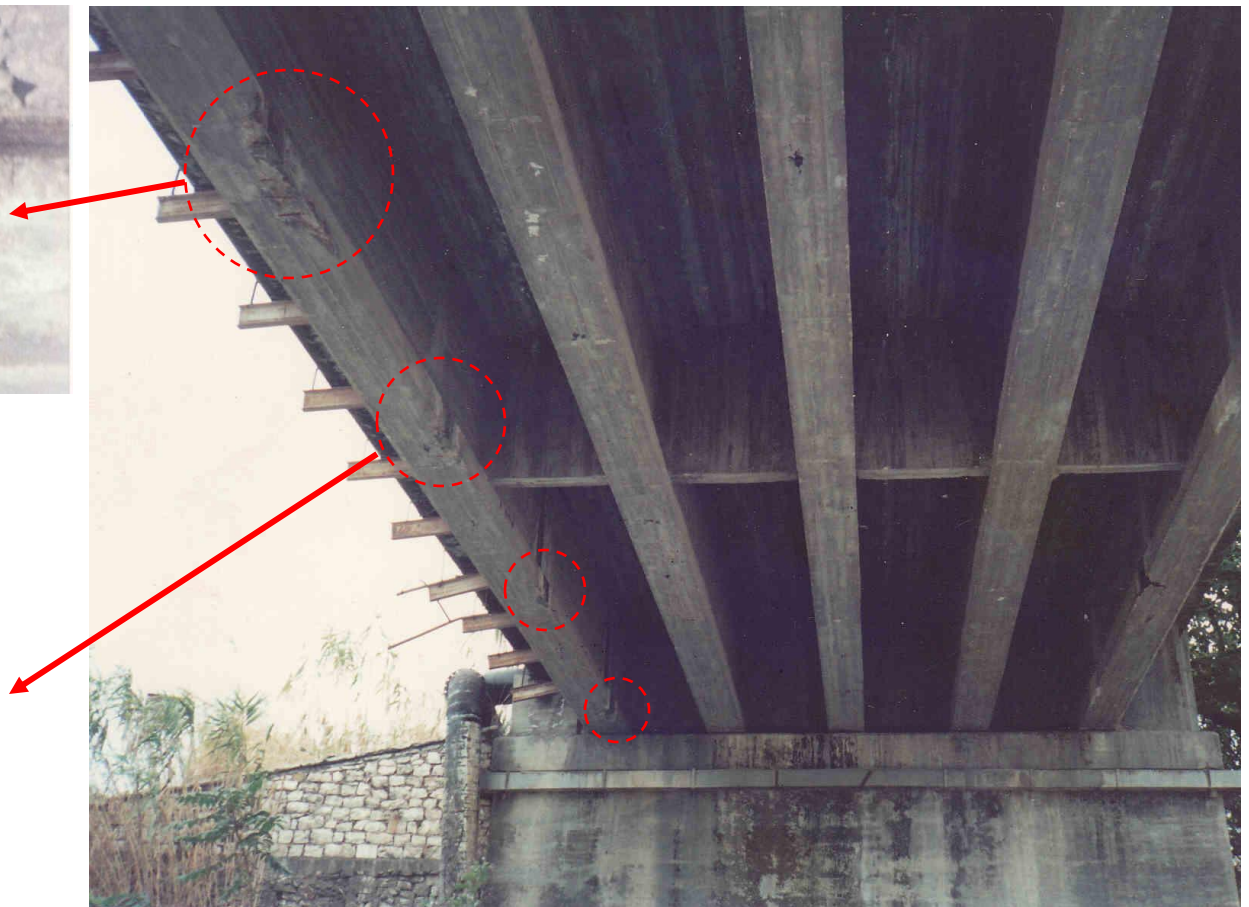
ΑΘΗΝΑ, ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2000

ΑΝΑΔΟΧΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

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

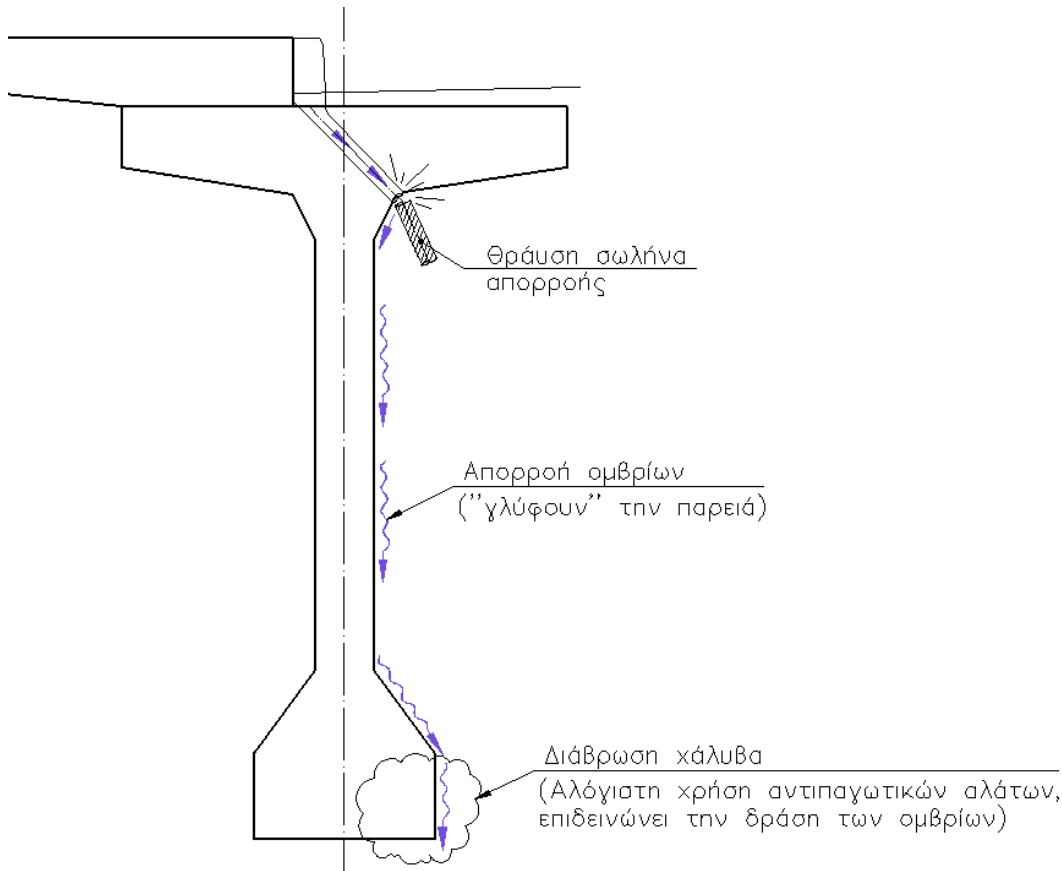
...από το 2001 έως σήμερα καμία ενέργεια δεν έχει πραγματοποιηθεί

3. Παθολογία



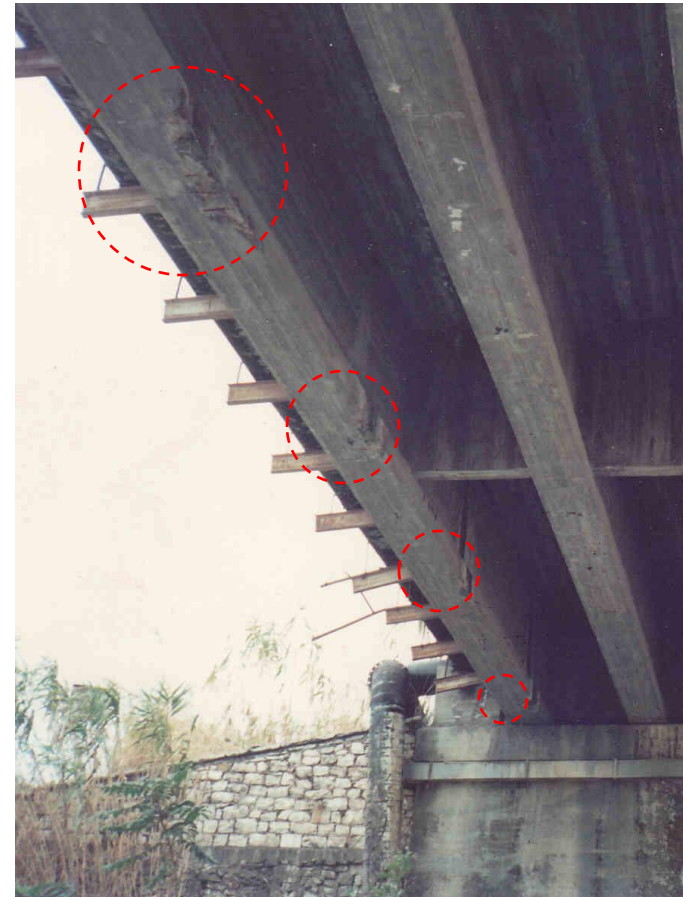
θέσεις βλαβών στην ακραία δοκό (φωτογραφίες Δεκ. 1990)

3. Παθολογία



Πρόκληση φθοράς ακραίων δοκών εσωτερικά

Έντονη διάβρωση χάλυβα προεντάσεως



θέσεις βλαβών στην ακραία δοκό (φωτογραφίες Δεκ. 1990)

3. Παθολογία

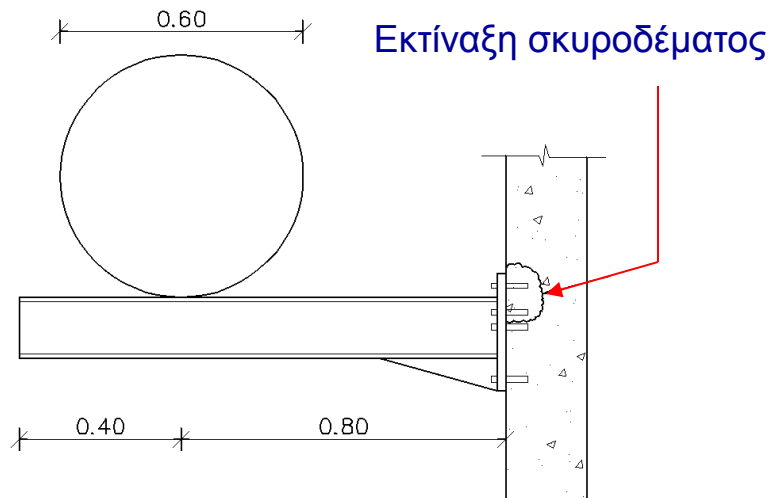


Θέσεις βλαβών στην ακραία δοκό (φωτογραφίες Μαρ. 2013)

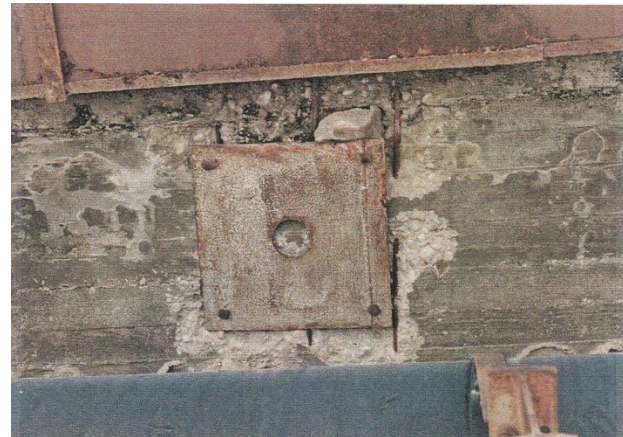
3. Παθολογία

ΑΥΘΑΙΡΕΤΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

1) Στερέωση αγωγού υδρέυσεως



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:

- **ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ** της αρχικής προεντάσεως
- **ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ** της αντοχής (φορτία 30/30 DIN 1072)

➤ Μέθοδος:

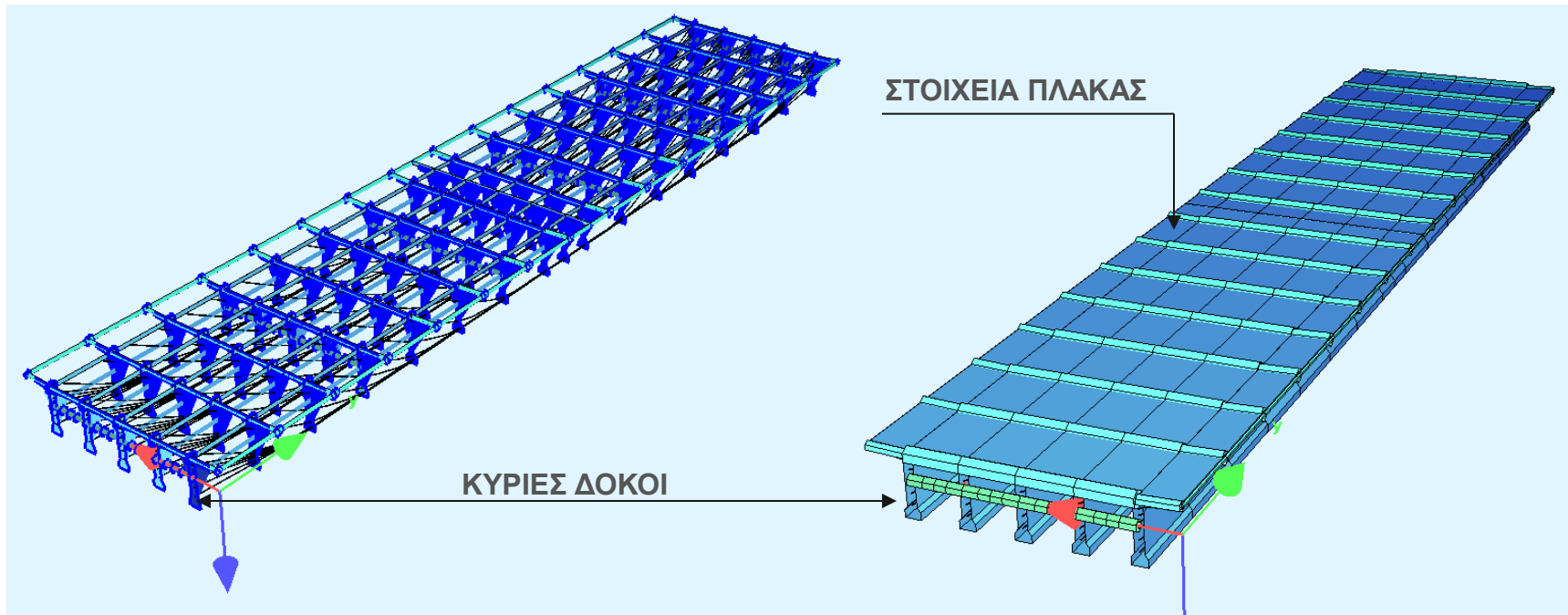
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ



5.2. Προσομοίωμα Υπολογισμού

Πρόγραμμα: SOFiSTiK

Εσχάρα ραβδωτών στοιχείων στο χώρο



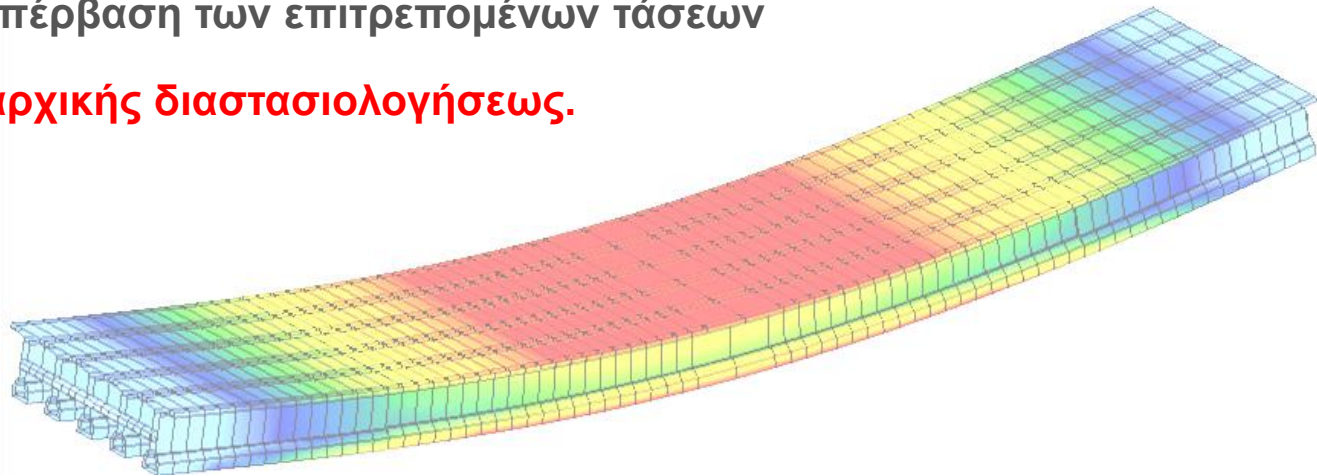
Τα στοιχεία πλάκας μετέχουν μόνο στη μεταφορά των κατακόρυφων φορτίων

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**

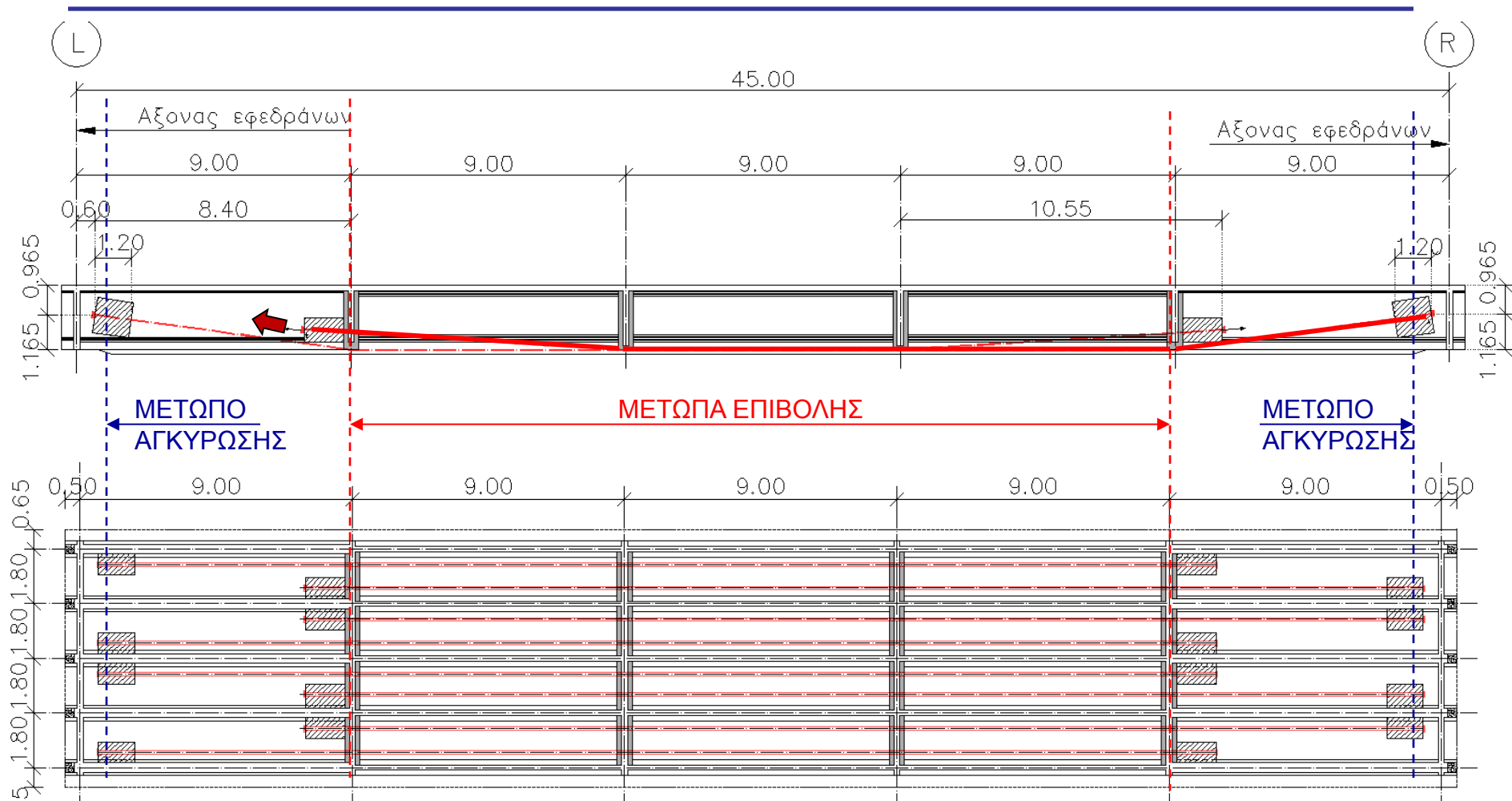
Υπέρβαση επιτρεπόμενων τάσεων με το σύνολο της προεντάσεως

Υψηλές εφελκυστικές τάσεις ($\sim 5.00\text{MPa}$) με απώλεια τενόντων

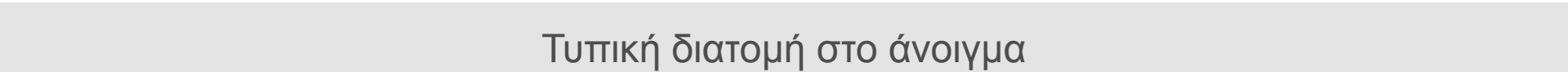
...ωστόσο δεν παρατηρούνται ρωγμές

διαπιστώνεται και λογιστικώς η ανάγκη ενισχύσεως

5.4. Ενισχυμένος Φορέας

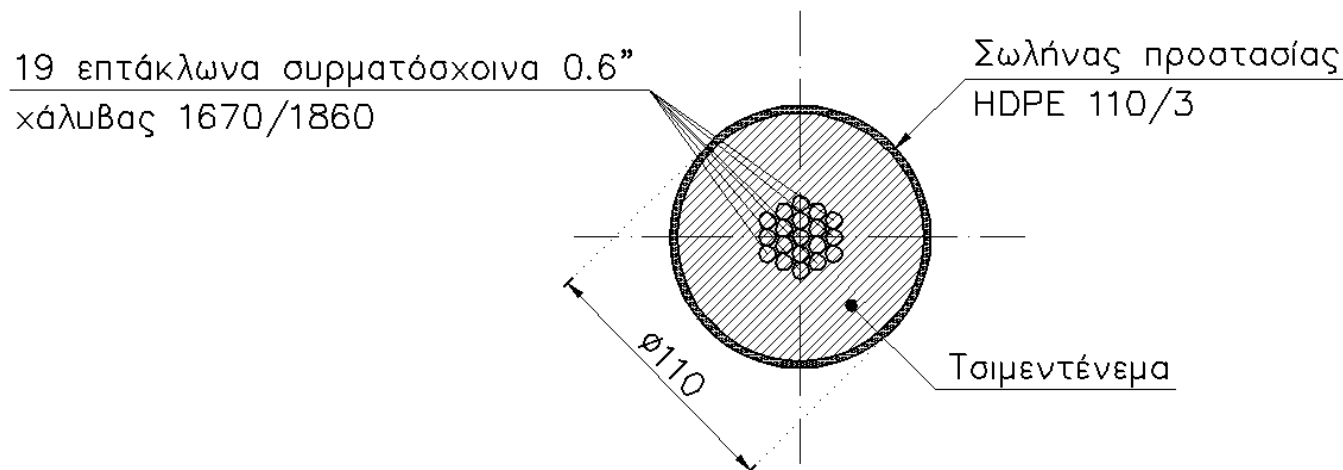


εξωτερική προέκταση + ενίσχυση κάτω πέλματος δοκών & διαδοκίδων



Τυπική διατομή στο άνοιγμα

5.4. Ενισχυμένος Φορέας



Τένοντες Εξωτερικής Προεντάσεως : 19 7-κλινα συρματόσχοινα, $A_p=1,5\text{cm}^2$

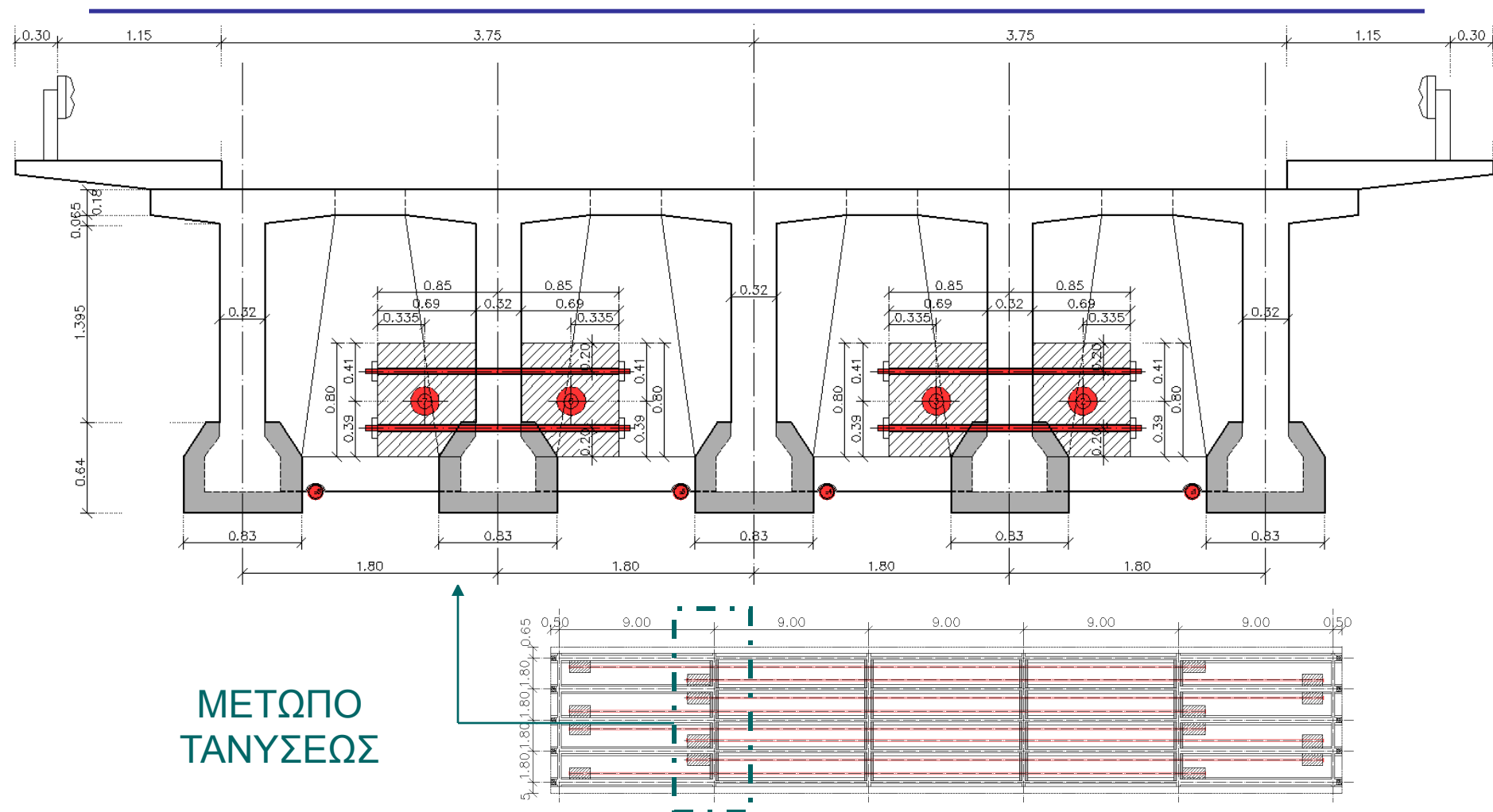
Ποιότητα Χάλυβα : PST 1670/1860

Δύναμη Τανύσεως : $P=3300\text{ kN/τεν}$

Τάση Τανύσεως : $\sigma_{p0}=1160\text{ Mpa (70\% } f_{p,0,01k})$

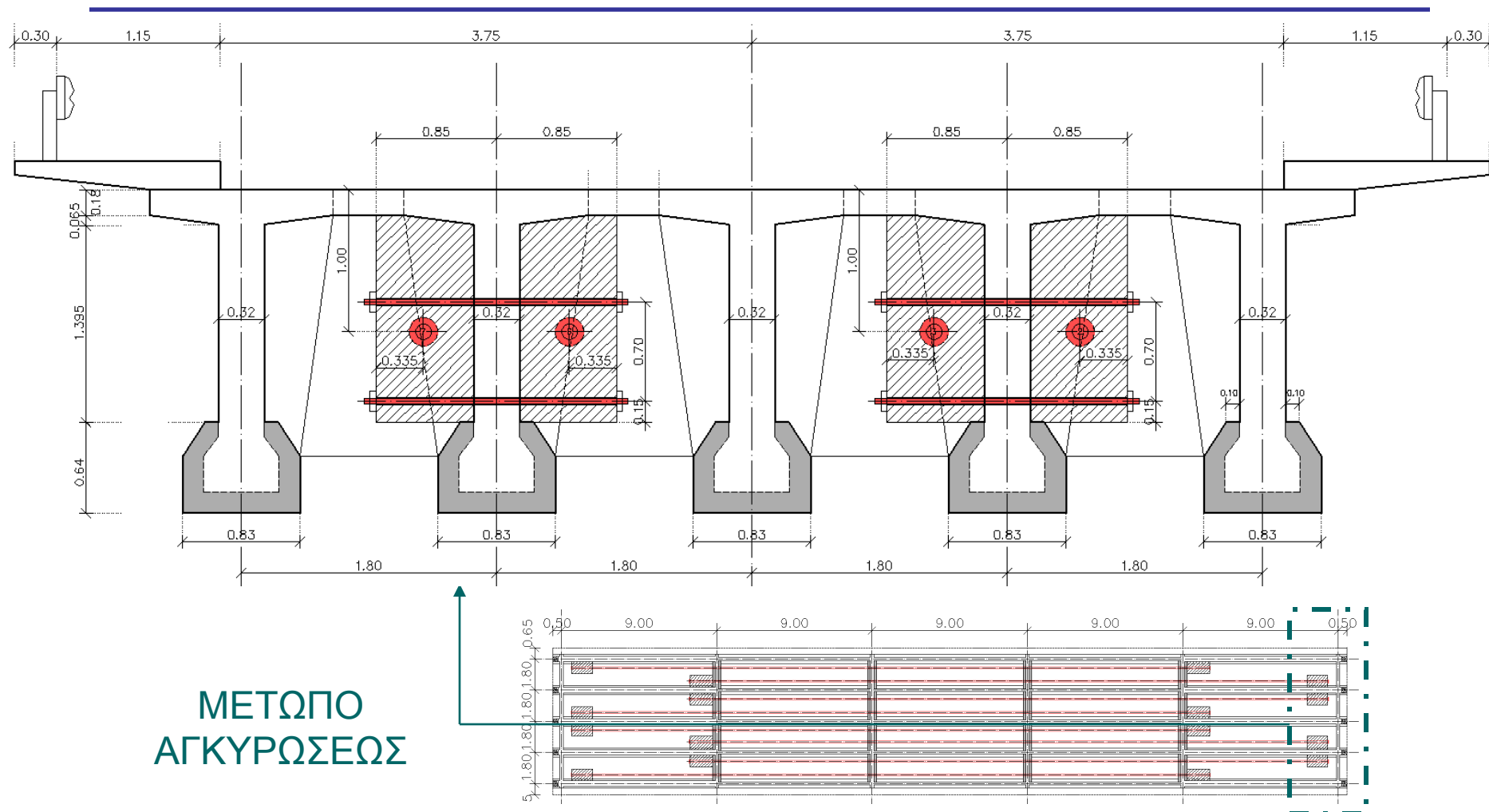
8 τένοντες εξωτερικής προεντάσεως \Rightarrow πρόσθετη δύναμη 26.400 kN

5.4. Ενισχυμένος Φορέας



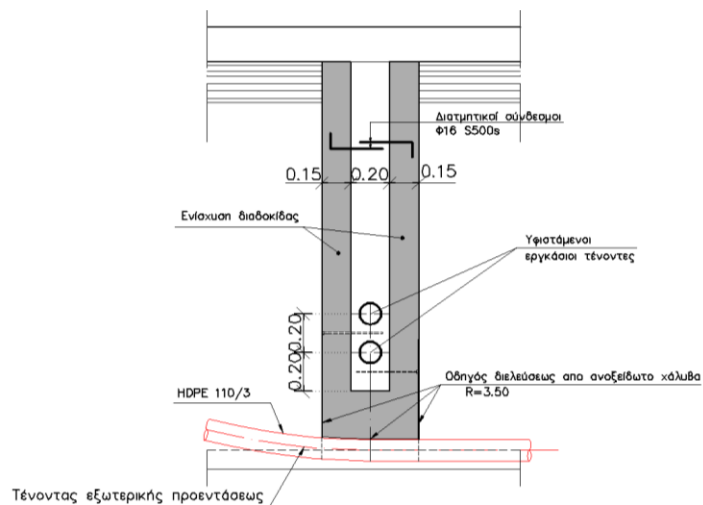
Νέο σκυρόδεμα ειδικής συνθέσεως (περιορισμός συστ. ξηρ, μικρή υδροπερατότητα)

5.4. Ενισχυμένος Φορέας

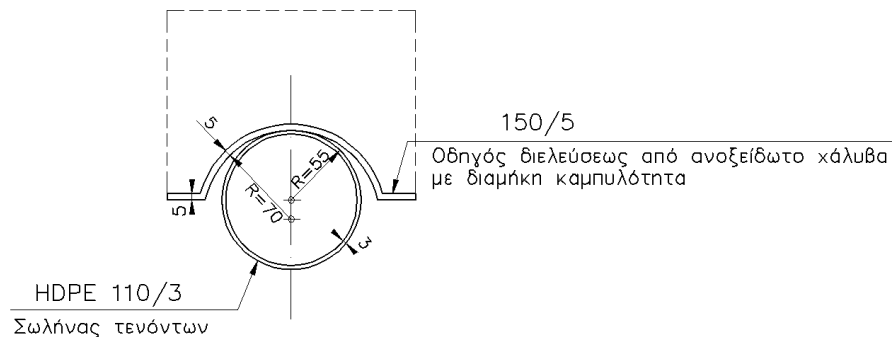
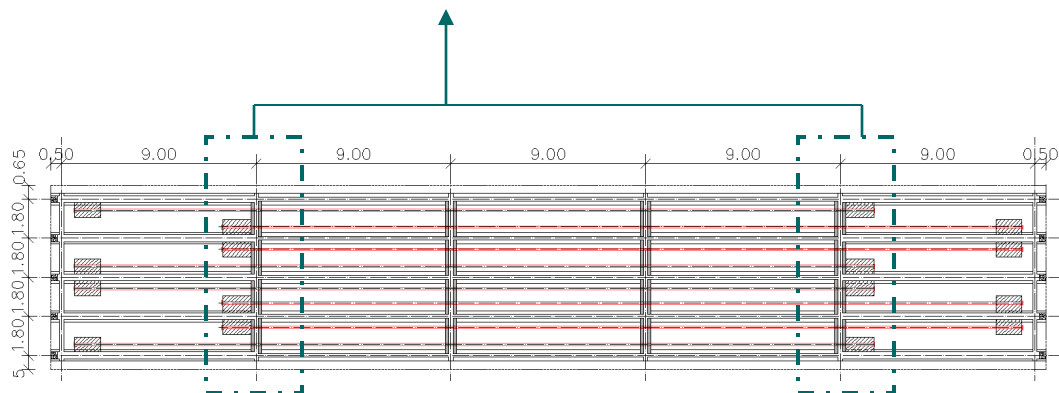


Διαμόρφωση τραχείας επιφάνειας παλαιού σκυροδέματος (αμμοβολή, ελαφρά αερόσφυρα)

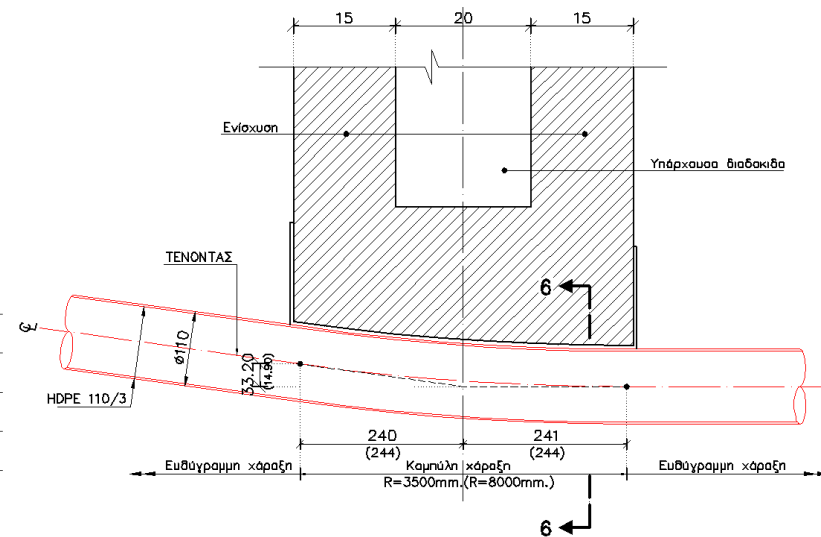
5.4. Ενισχυμένος Φορέας



ΟΔΗΓΟΣ ΔΙΕΛΥΣΕΩΣ



ΤΟΜΗ 6-6



ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΟΔΗΓΟΥ ΔΙΕΛΥΣΕΩΣ

5.4. Ενισχυμένος Φορέας

Διαγράμματα τάσεων μεσαίας διατομής – Όχημα 30/30

Επιβολή εξωτερικής προέντασης

Οριακή κατάσταση λειτουργίας

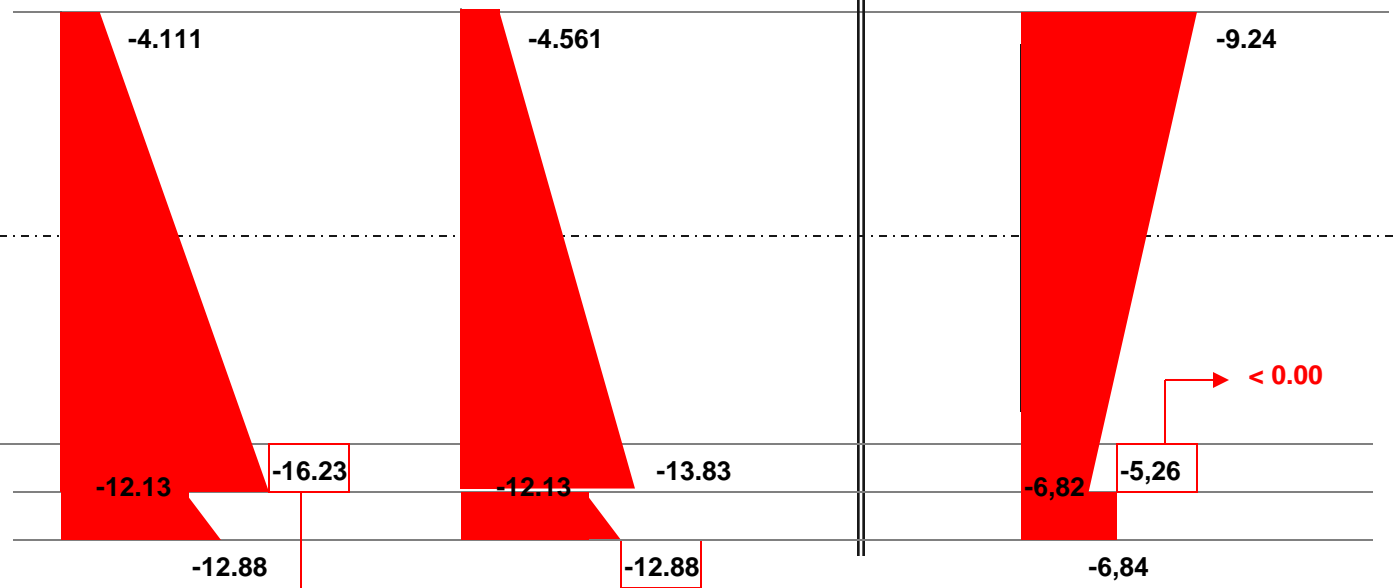
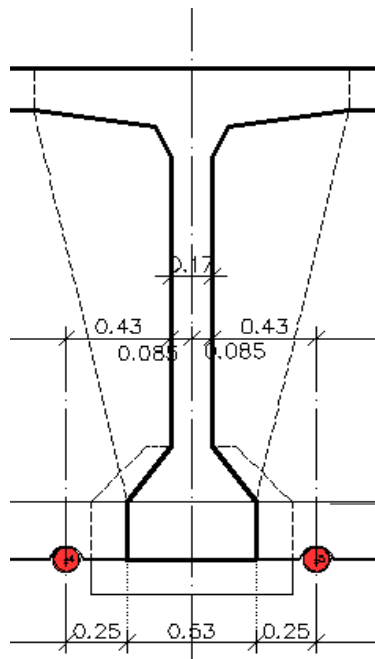
(A)

(B)

$G_{tot} + P_{00} + P_{ex}$

$G_{tot} + P'_{00} + P_{ex}$

$G_{tot} + P_{00} + P_{ex} + LL$



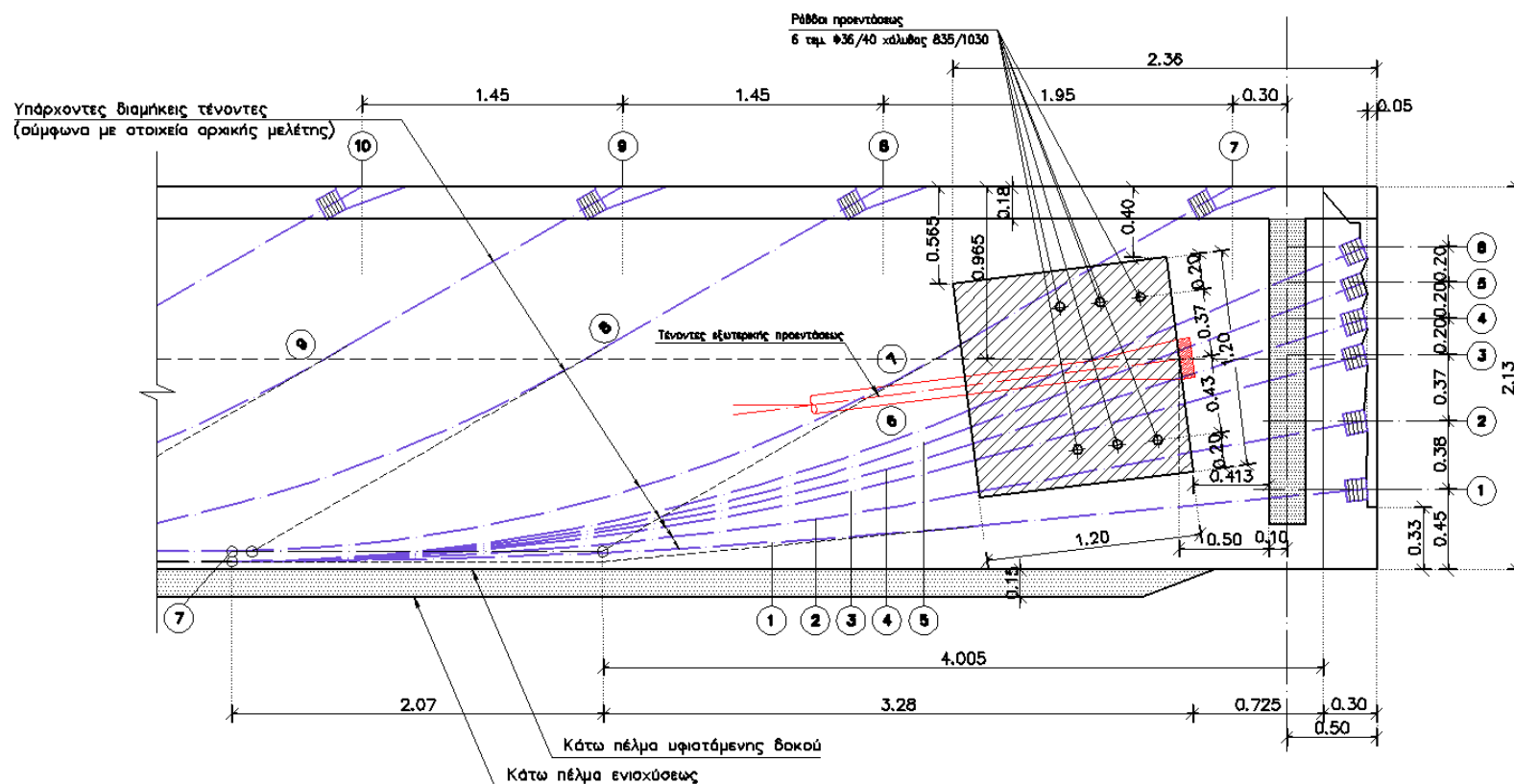
P_{ex} : Εξωτερική προένταση

P_{00} : Αρχική προένταση

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

G_{tot} : Συμπεριλαμβάνονται τα I.B. των ενισχύσεων και των σωμάτων αγκυρώσεως

5.4. Ενισχυμένος Φορέας

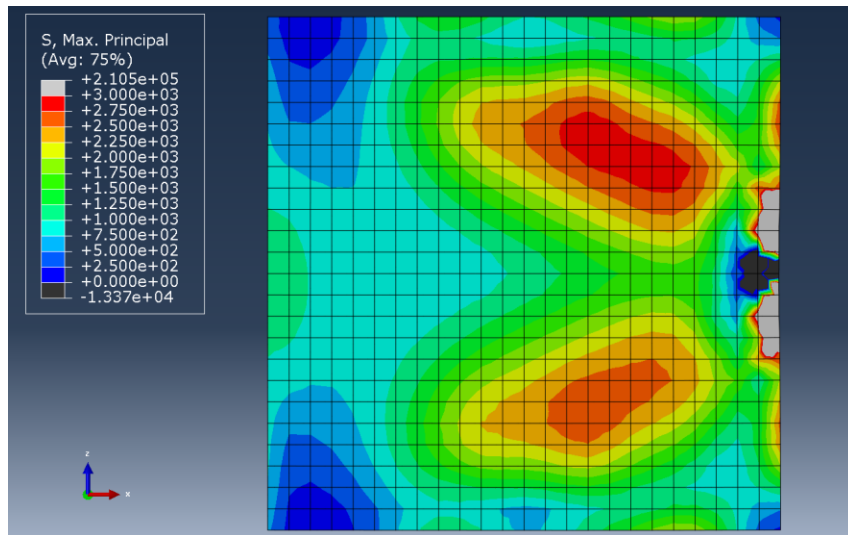


όψη προεντάσεως στο μέτωπο αγκυρώσεως

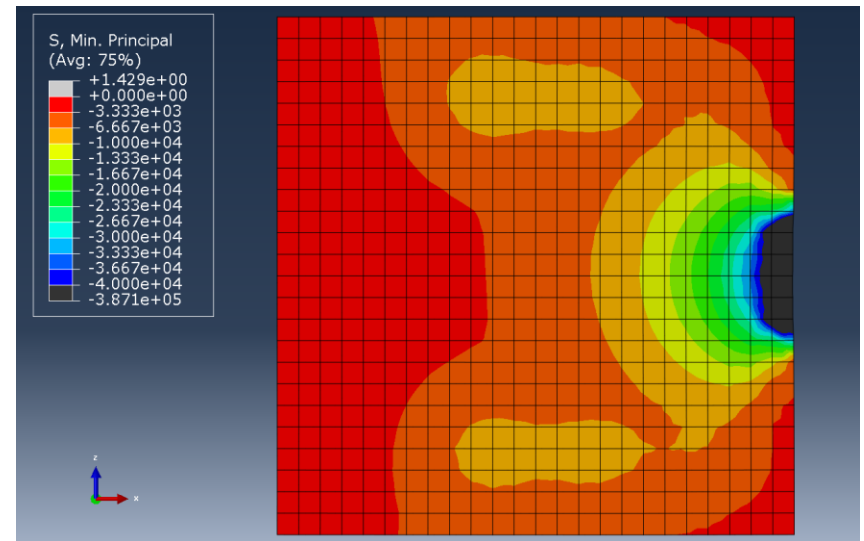
Σύνδεση με αρχικό φορέα μέσω ράβδων προεντάσεως $\Phi 36$ (835/1030)

5.5.1 Έλεγχος σωμάτων αγκυρώσεως

Στάδιο Β: Επιβολή Διαμήκους Προεντάσεως



Μέγιστη κύρια τάση
[σ_{11} --- εφελκυσμός (+)]



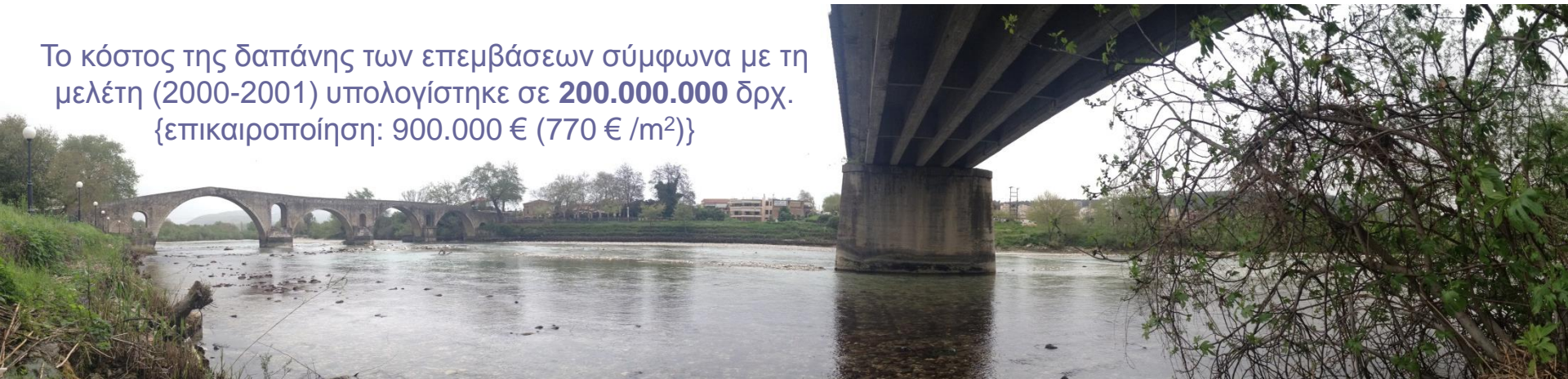
Ελάχιστη κύρια τάση
[σ_{33} --- Θλίψη (-)]

αποτελέσματα για $P=1.03 P_{u,L}$

6. Σύνοψη – Συμπεράσματα (Α)

- Βασικό αίτιο της σημαντικής βλάβης >>> Η κακή απορροή καταστρώματος
- 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.)

Το κόστος της δαπάνης των επεμβάσεων σύμφωνα με τη μελέτη (2000-2001) υπολογίστηκε σε **200.000.000** δρχ.
{επικαιροποίηση: 900.000 € (770 €/m^2)}



Β. Γέφυρα ποταμού Αξιού (Νότιος Κλάδος) στη Θεσσαλονίκη



1.1 Θέση Γεφυρώσεως

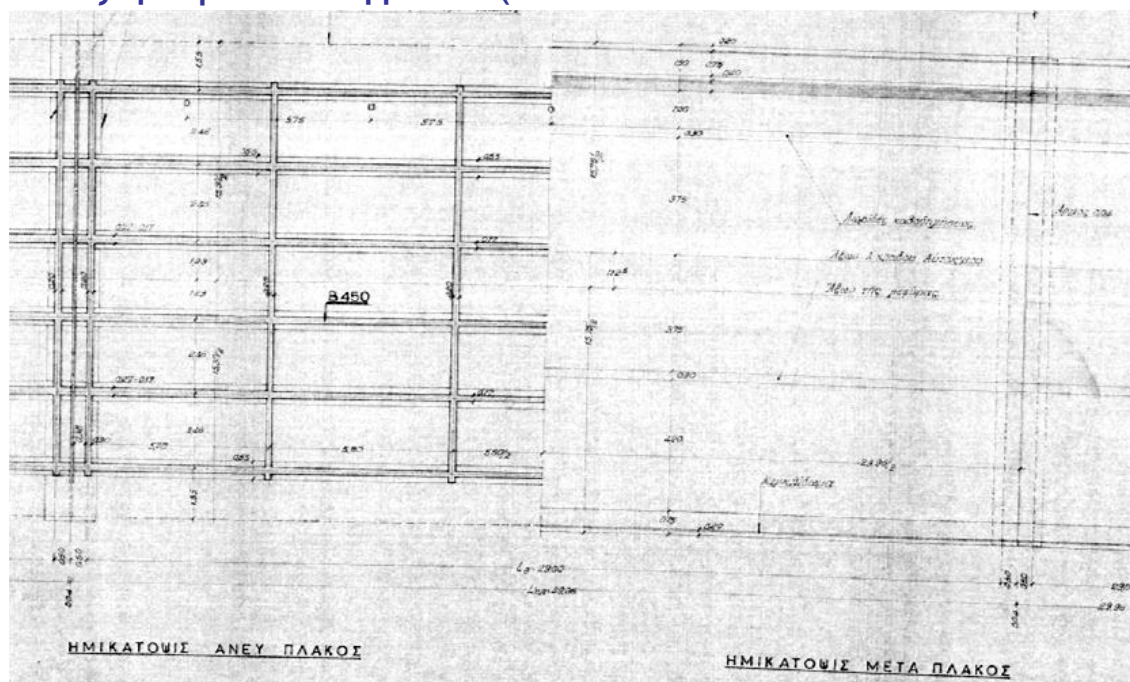


Αξιός ποταμός – Αυτοκινητόδρομος Π.Α.Θ.Ε. – Κλάδος προς Θεσσαλονίκη

1.2. Δομικό Σύστημα



27 ανεξάρτητα ανοίγματα (15.00m + 25x30.00m + 15.00m)



6 Προεντεταμένες Δοκοί ανά 2,50m / $L_{\delta\sigma\kappa}= 29.00\text{m}$, $H_{\delta\sigma\kappa}=1.75\text{m}$.

Technical drawing of a bridge cross-section showing a five-span continuous beam structure. The total width is 16.00m. The spans are 1.75m, 2.50m, 2.50m, 2.50m, 2.50m, and 1.75m. The drawing includes dimensions for the deck width (1.90m), girder spacing (0.25m, 0.45m, 0.55m), and the location of the centerline (16.00m).



Technical drawing of a bridge cross-section showing a five-span continuous beam structure. The total width is 16.00m. The spans are 1.75m, 2.50m, 2.50m, 2.50m, 2.50m, and 1.75m. The drawing includes dimensions for the deck width (1.90m), girder spacing (0.25m, 0.45m, 0.55m), and the location of the centerline (16.00m).

1.2. Δομικό Σύστημα



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

1.2. Δομικό Σύστημα



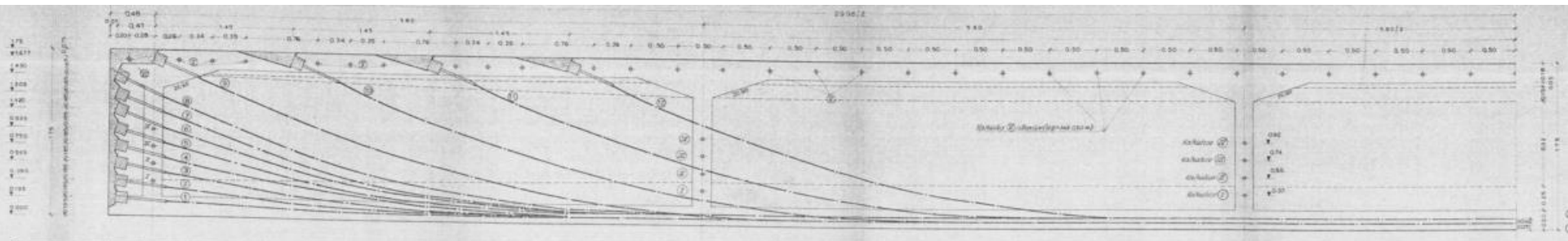
Η θεμελίωση έγινε επί προχύτων εμπεγνυομένων πασσάλων μήκους περί τα 15,0m έως 20,0m με αιχμή εδραζόμενη σε θύλακες αμμοχάλικων.
(σύμφωνα με πληροφορίες)

1.3 Στοιχεία Αρχικής Μελέτης

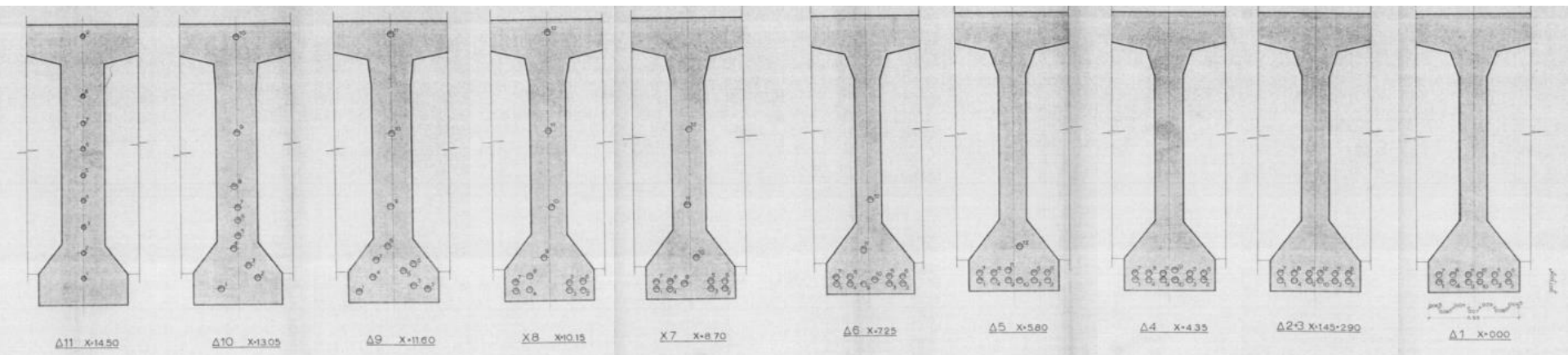
Μελέτη Γέφυρας από καθ. Κ. Αρπακούμκιν, (Τέλη Δεκαετίας 1960)

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

1.3 Στοιχεία Αρχικής Μελέτης



Προένταση των κυρίων δοκών: 12 τένοντες 12Φ7



Ποιότητα χάλυβα προεντάσεως: St 1500/1700

Technical drawing of a vertical structural member, likely a chimney or stack, showing a cross-section and elevation view.

Dimensions and Annotations:

- Top Section:**
 - Width: 0.21
 - Height: 0.16
 - Reinforcement: $2 \phi 12$
- Middle Section:**
 - Height: 1.14
 - Reinforcement: $10 \phi 12/10$
- Bottom Section:**
 - Height: 0.16
 - Width: 0.55
 - Reinforcement: $6 \phi 10$
- Cross-section Details:**
 - Central Channel Width: 0.28
 - Channel Height: 0.21
 - Channel Lining: $2 \times 5 \phi 12$
 - Outer Wall Thickness: 0.135
 - Reinforcement: $5 \phi 12/10$



2. Ιστορικό Προηγούμενων Επεμβάσεων

Δεν υπάρχει καταγραφή προηγούμενων επεμβάσεων

εκτός από τις διορθωτικές επεμβάσεις στα επιχώματα προσβάσεως για αντιστάθμιση υποχωρήσεων.

Είναι πολύ πιθανό να έχουν αναπτυχθεί 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 Αποκατάστασης
ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΣ Ο.Τ.Μ.

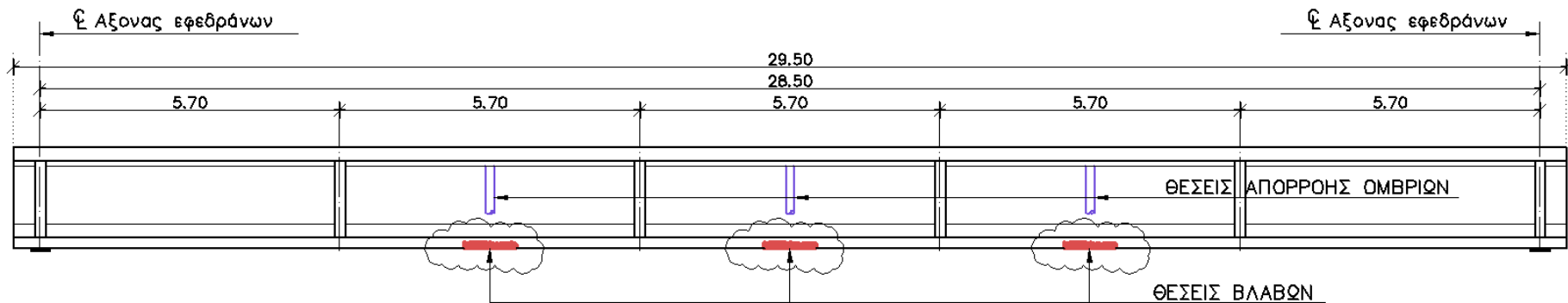
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ Π.Ε.Χ.Ω.Δ.Ε. ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΜΕΛΕΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΟΔΟΠΟΙΑΣ				
ΕΡΓΟ : ΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΕΜΠΕΙΡΟΓΝΩΜΟΝΑ ΣΤΗ ΔΜΕΘ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ "ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ-ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ ΣΤΟΝ ΑΞΙΟ ΠΟΤΑΜΟ ΤΟΥ ΑΥΤΟΚ/ΜΟΥ ΠΛΑΘΕ"				
ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ	Β Φ Α Σ Η			
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 & ΠΑΛΠΟΥΤΑ 11479 ΑΘΗΝΑ ΤΗΛ. 210 0617970 FAX 210 8220602 Email: psl@kalliergos.gr		Π. ΠΛΩΝΗΣ : ΠΟΛ. ΜΕΛΟΜΕΤΡΟΣ Ι.Ν. ΣΓΑΛΛΑΣ : ΠΟΛ. ΜΕΛΟΜΕΤΡΟΣ Χ. ΠΑΝΗΛΕΩΣ : ΠΟΛ. ΜΕΛΟΜΕΤΡΟΣ Γ. ΤΡΕΒΟΣ : ΠΟΛ. ΜΕΛΟΜΕΤΡΟΣ	
ΣΥΝΤΑΞΗ		ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ
Γκ. Γεν. ΕΜΠΕΙΡΟΓΝΩΜΟΝΑ		Ι.Ν. ΣΓΑΛΛΑΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2008	
Δ.Μ.Ε.Ο./γ	Ο ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	Γ. ΜΠΡΑΟΥΣΗ		
	Ο ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΟΣ 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



Όλες οι θέσεις βλαβών σε σημεία αποχετεύσεως καταστρώματος

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 σπλισμού)

3. Παθολογία



Κατάσταση εφεδράνων

(παραμορφώσεις κυρίως λόγω άτεχνης τοποθέτησης)

4.1. Δέσμη επεμβάσεων επισκευής-αναβάθμισης

- Κύριοι Στόχοι : (α) **ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ** της καμπτικής επάρκειας των ακραίων δοκών (αποφυγή ψαθυρής θραύσεως)
(β) βελτίωση των συνθηκών εδράσεως (αντικατάσταση εφεδράνων)
- Μέθοδος : Χρησιμοποίηση **ΜΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΟΠΛΙΣΜΩΝ** (ελάσματα CFRP ελαφρώς προεντεταμένα) σε συνδυασμό με πιστοποιημένες μηχανικές αγκυρώσεις.



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).

4.2. Η λογική της επεμβάσεως

ευαισθησία της θεμελιώσεως



μέθοδος επισκευής χωρίς την προσθήκη νέων μαζών
(π.χ. σωμάτια αγκυρώσεως, πέλματα ενισχύσεως κτλ)



αποφυγή της επιβαρύνσεως της θεμελιώσεως.



επέμβαση μόνο στις ακραίες κατόντη δοκούς

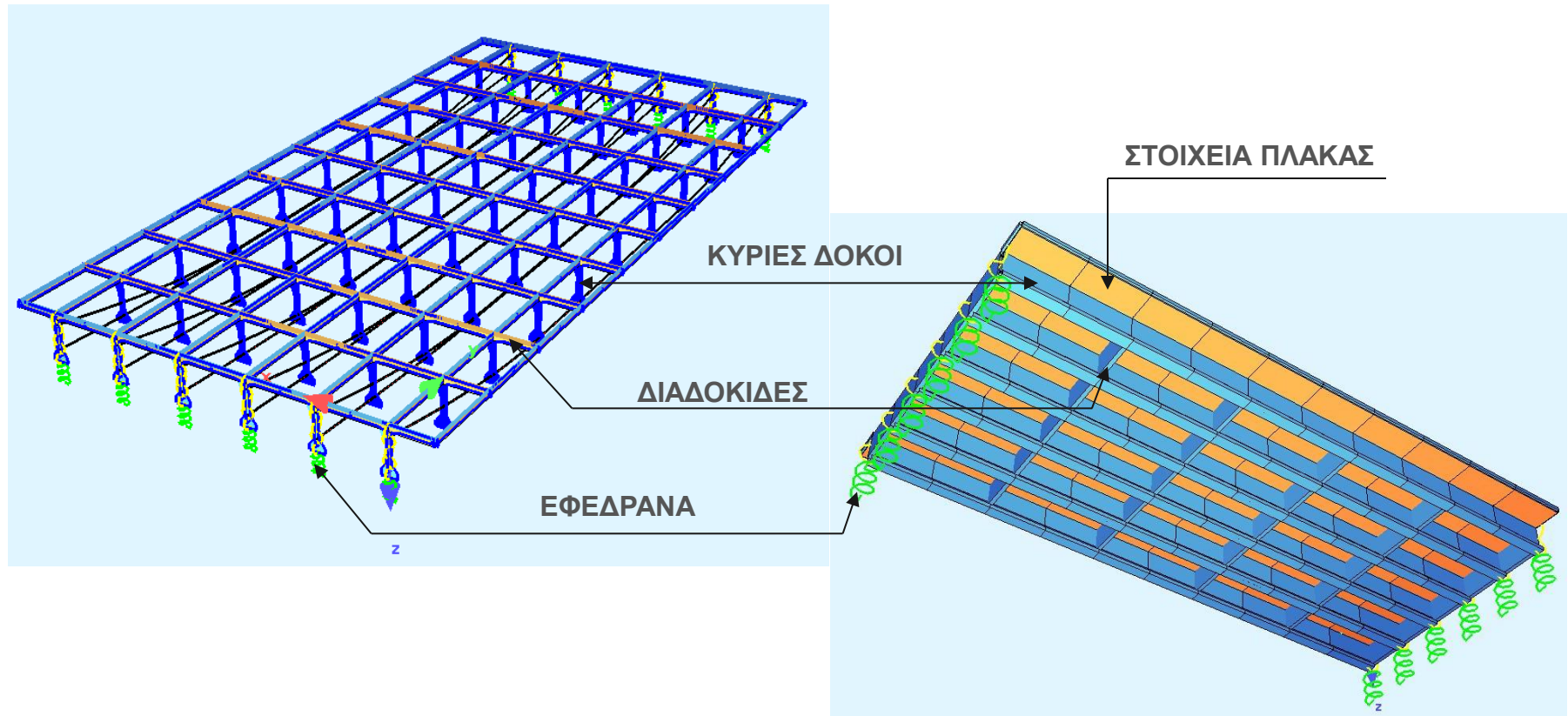


εφαρμογή μη μεταλλικών οπλισμών
(καταλλήλως αγκυρούμενων ελαφρώς προεντεταμένων)

5.4. Προσομοίωμα Υπολογισμού

Πρόγραμμα: SOFiSTiK

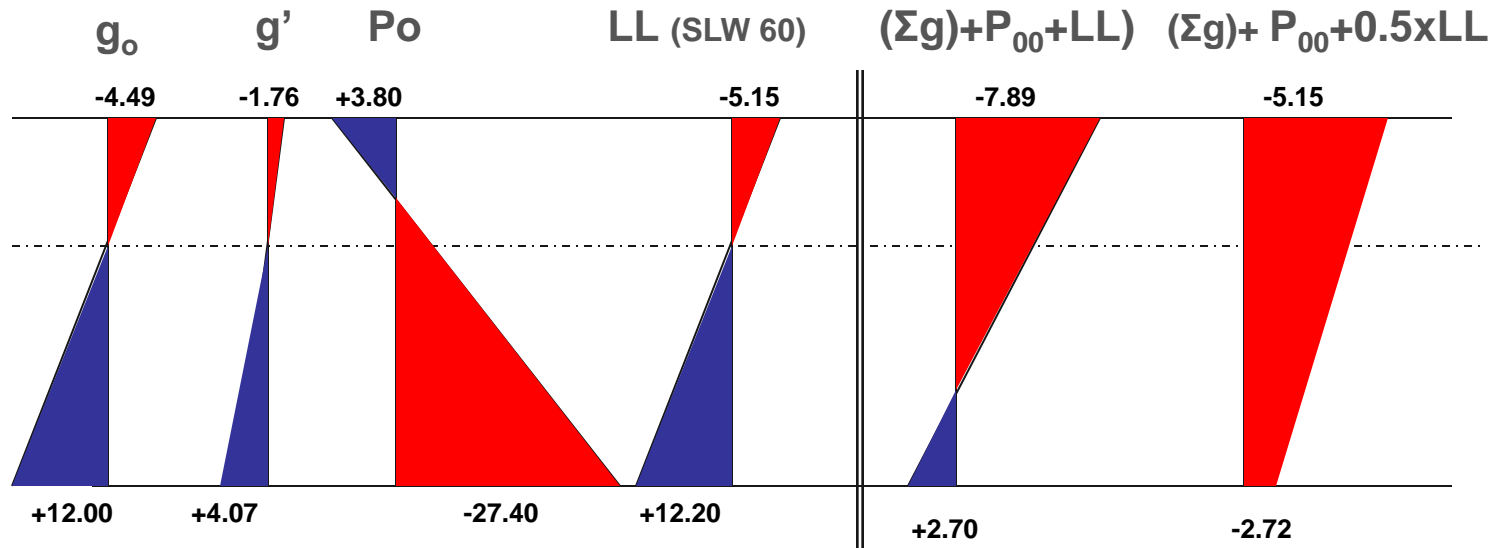
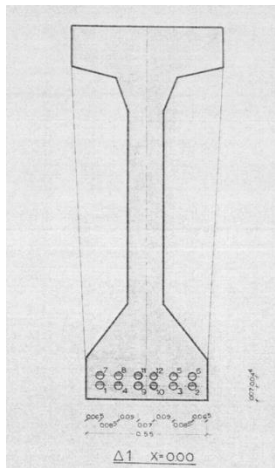
Εσχάρα ραβδωτών στοιχείων στο χώρο



Έλεγχος στο σύνολο του καταστρώματος (εσχάρα δοκών).

5.5 Εκτίμηση υφιστάμενης κατάστασης ΟΚΛ (6 τένοντες στην ακραία δοκό)

Διαγράμματα τάσεων μεσαίας διατομής – Όχημα 60t στην άκρη



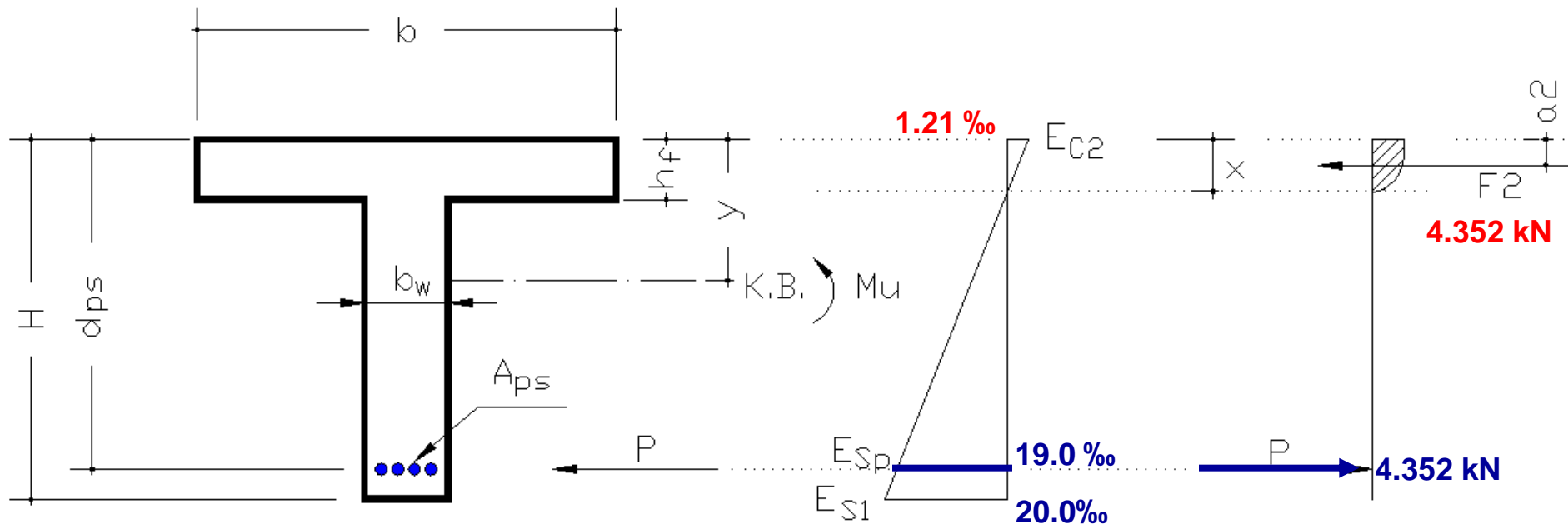
Δεν αναπτύσσεται εφελκυσμός στο κάτω πέλμα με τα μισά κινητά φορτία

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

5.5 Εκτίμηση υφιστάμενης κατάστασης ΟΚΑ (6 τένοντες στην ακραία δοκό)

Ροπή αντοχής υπάρχουσας διατομής: $M_{Rd}=6.533$ kNm



Συντελεστής Ασφαλείας: $\Sigma.A \approx 0.94$ (αντί 1.75)

5.6. Ενισχυμένος Φορέας

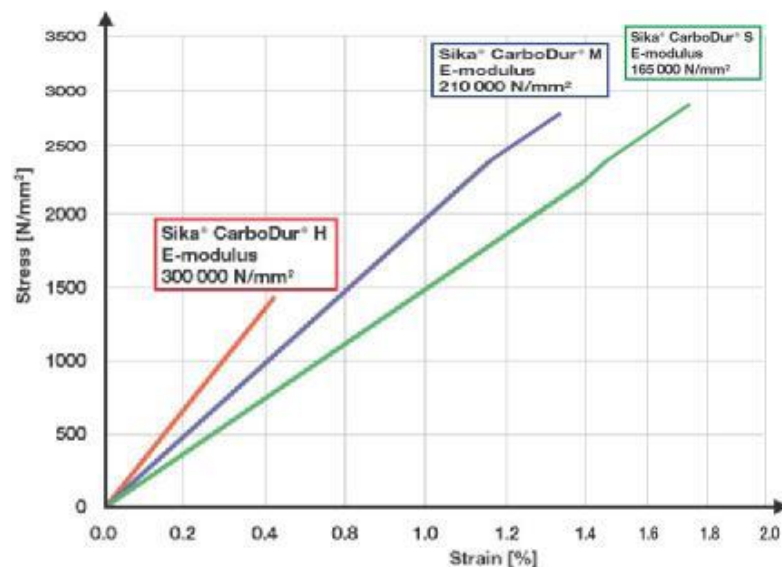
Ιδιότητες Ελασμάτων:

Μέτρο ελαστικότητας : **165.000 Mpa**

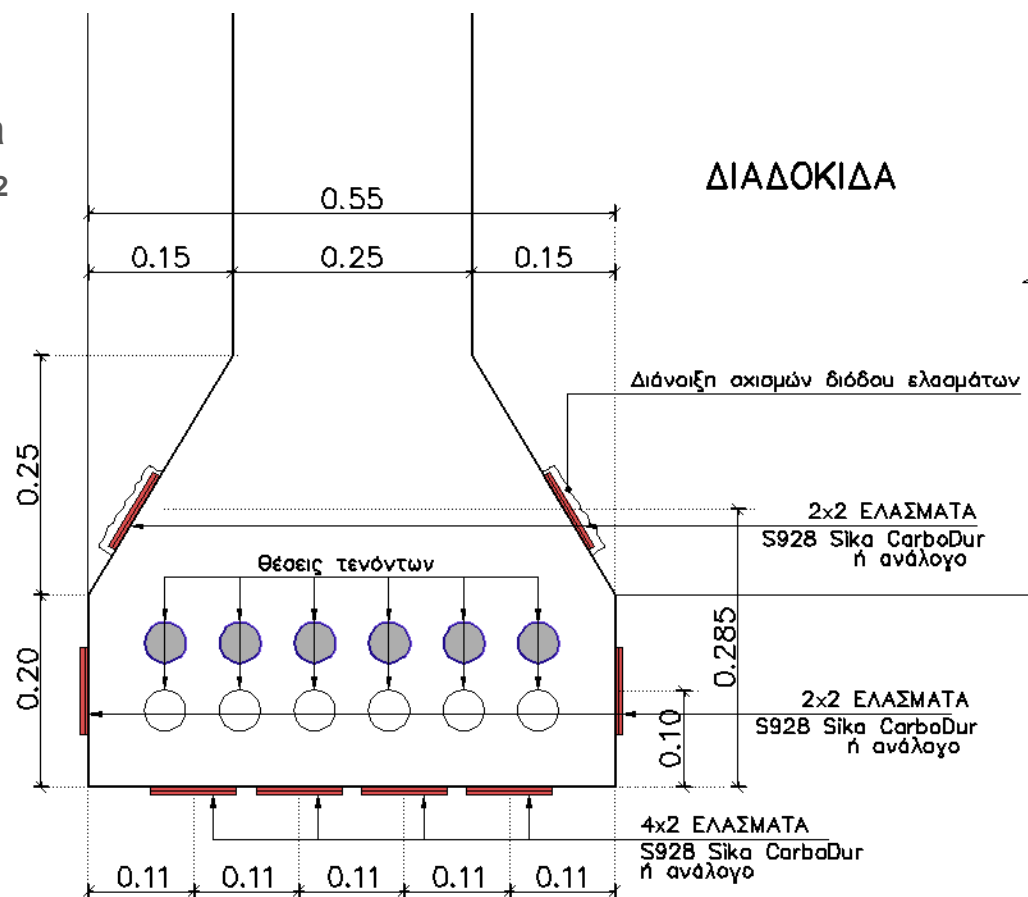
Αντοχή σε εφελκυσμό : **3.100 N/mm²**

Παραμόρφωση Θραύσεως. : **> 1.7%**

Παραμόρφωση Σχεδιασμού: **> 0.85%**

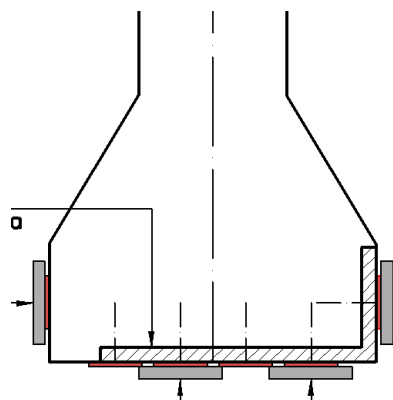


Τοποθέτηση ελασμάτων σε 8 θέσεις: 5.04cm² / θέση, ΣΥΝΟΛΟ:40.32cm²

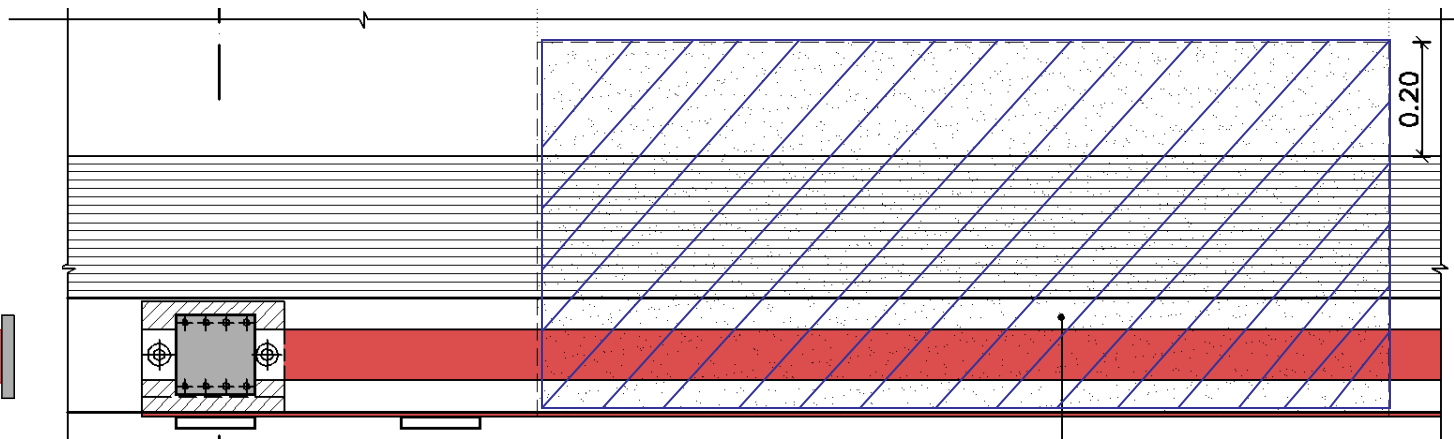


Κρίσιμη παράμετρος: **Η φέρουσα ικανότητα των αγκυρώσεων**

5.6. Ενισχυμένος Φορέας

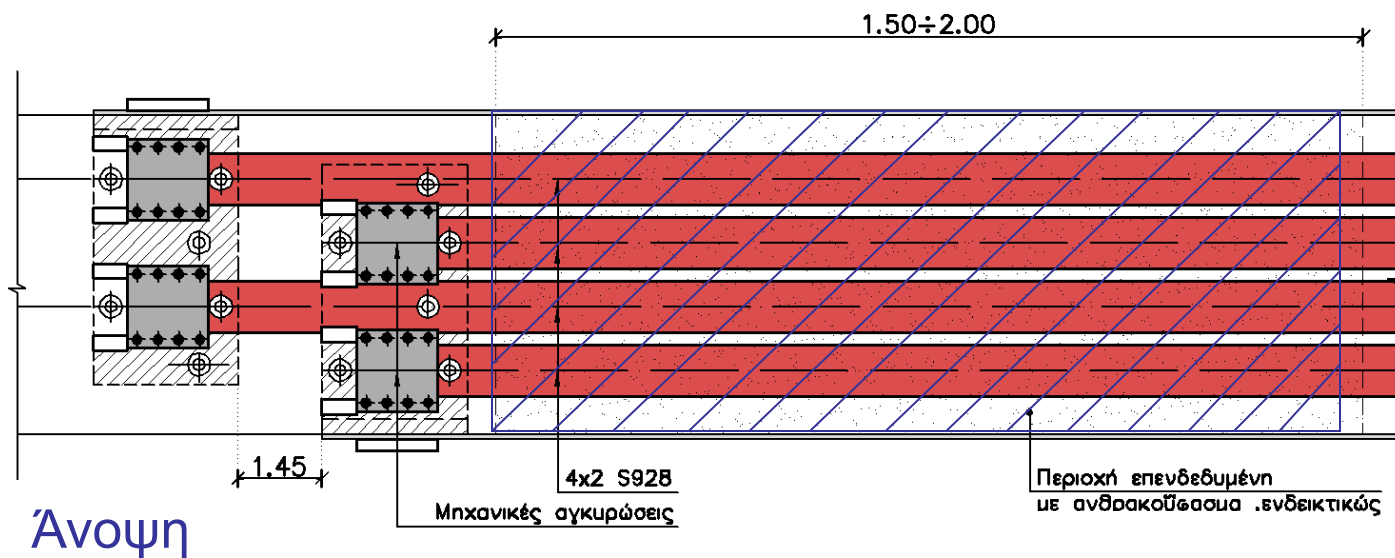


Τομή



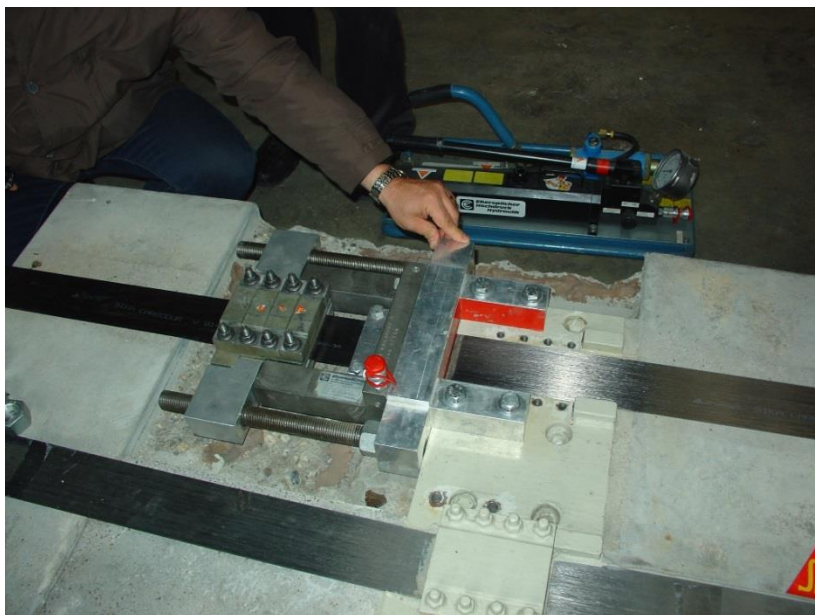
Πλάγια όψη

ΑΚΡΑΙΑ ΘΕΣΗ
ΑΚΓΥΡΩΣΕΩΣ



Άνοψη

5.6. Ενισχυμένος Φορέας

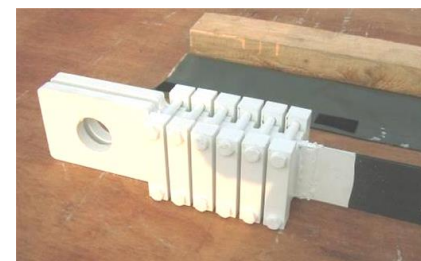
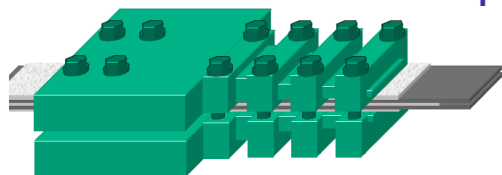


Παραδοχή Μελέτης (Υπόθεση Εργασίας)

ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΓΚΥΡΩΣΕΩΝ

Research by

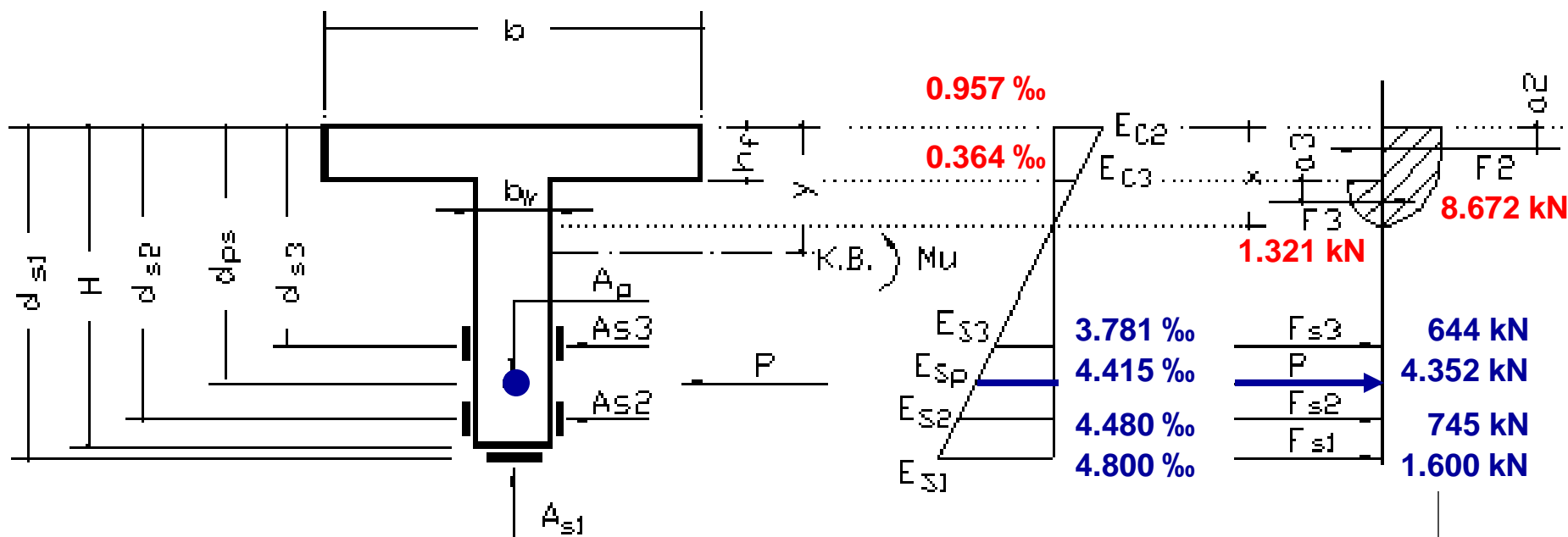
Leonhardt, Andrä and Partners + Sika Dtltd. GmbH



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

5.6.2. Έλεγχος επάρκειας ενισχύσεων ΟΚΑ

Ροπή αντοχής ενισχυμένης διατομής: $M_{Rd}=10.510 \text{ kNm}$



Απαιτούμενη δύναμη αγκυρώσεως: $F_{anc}=1.600/4=400 \text{ (=} F_{anc_u})$

Συντελεστής Ασφαλείας: $\Sigma.A \approx 1.51$

6. Σύνοψη – Συμπεράσματα (B)

- Βασικό αίτιο της σημαντικής βλάβης >>> **ΚΑΙ ΠΑΛΙ** Η κακή απορροή καταστρώματος
- Θεωρείται ότι με την εφαρμογή των ελαφρώς προεντεταμένων ελασμάτων και τις άλλες επεμβάσεις (αλλαγή εφεδράνων, σφράγιση ρωγμών, αντιδιαβρωτικές βαφές) αντιμετωπίζεται επιτυχώς φορέας της γέφυρας.
- Το εκτιμώμενο κατά τη μελέτη κόστος των επεμβάσεων είναι της τάξεως των **2.500.000 €** / (200 € / m²) – Τιμές 2009



Δ. Πέτρινη Τοξωτή Γέφυρα Βοιωτικού Κηφισού στη θέση "Νερούτσου Μύλος"



Φεβ. 2015 – ΕΝΤΟΝΕΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕ ΟΛΗ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Άρτα



Πλάκα



Νερούτσου Μύλος



Εισαγωγή

Σημαντική Βλάβη



Ερμηνεία Παθολογίας



Αποκατάσταση

Θέση Γεφύρωσης





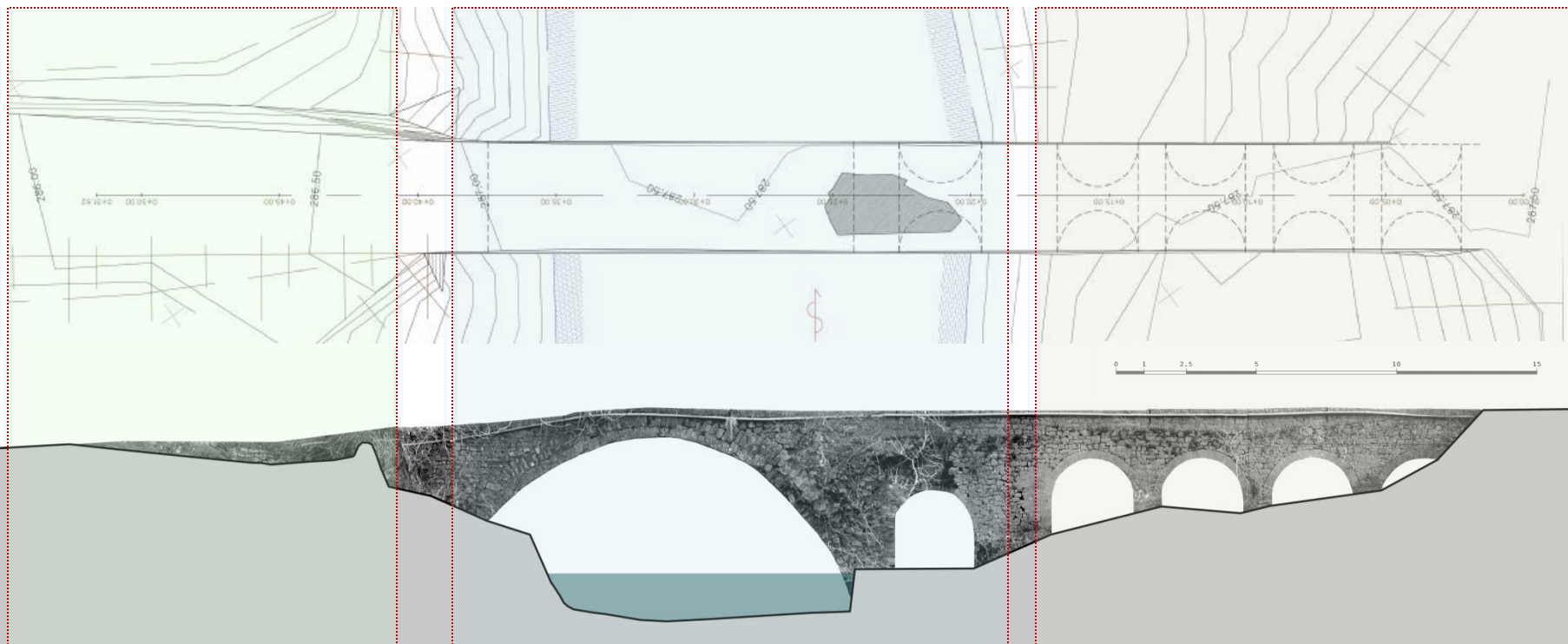
Τοίχοι



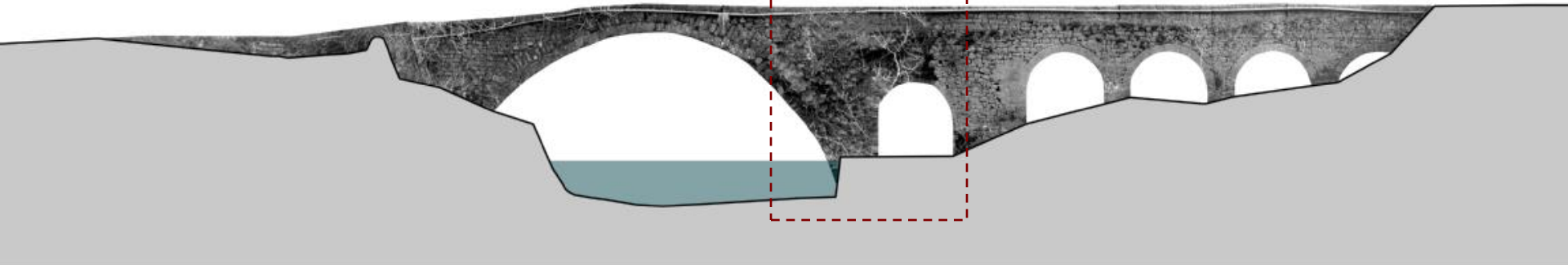
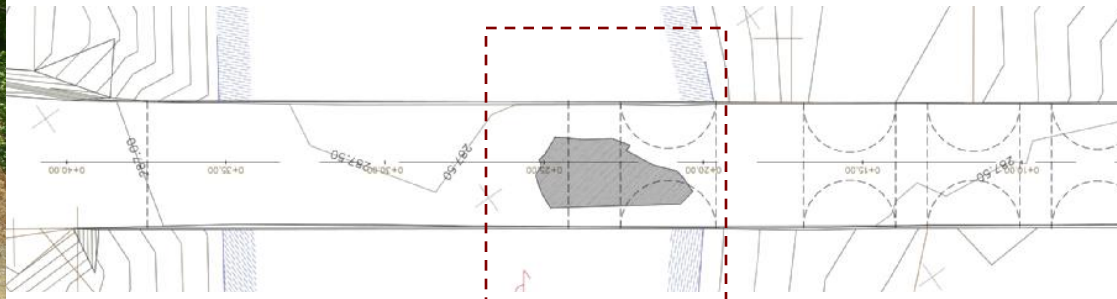
Κεντρικό Τόξο



Τοξοστοιχία



Παθολογία



Εξέλιξη Βλάβης

4-6-2012



16-12-2012



29-2-2014



3-2-2015



23-2-2013



29-2-2014



26-12-2014



1-2-2015



Φθορές



Φωτ. Χ.Γ. Ιουν 2012



Πηγή: προσωπικό αρχείο Κωσταντίνου Γώγη

Φθορές – Απόπλυση Κονιάματος



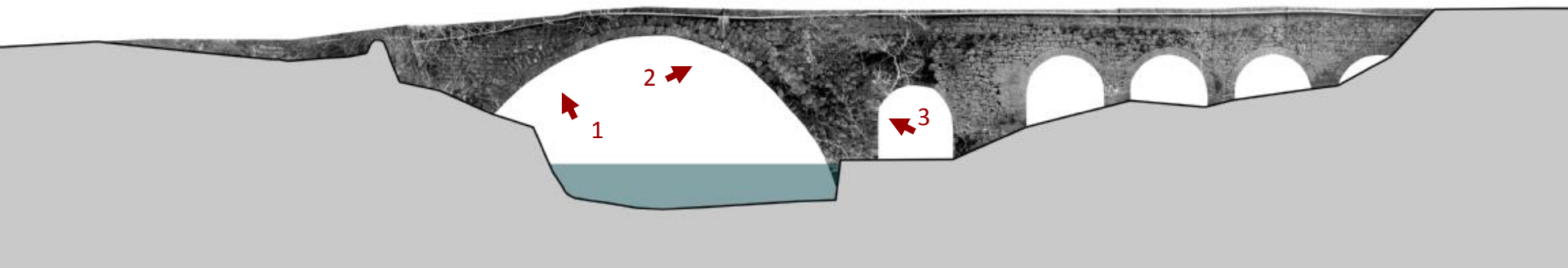
1



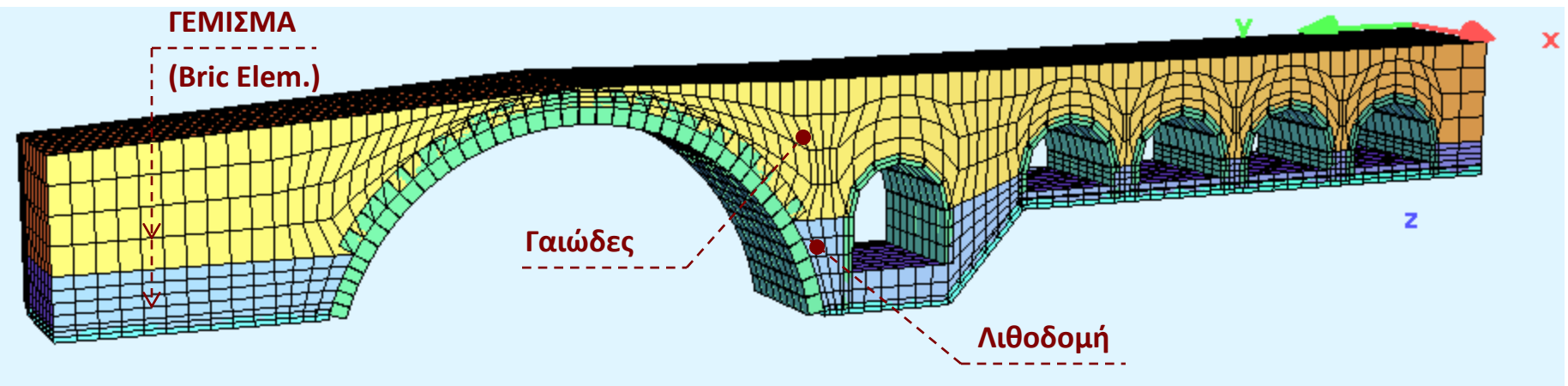
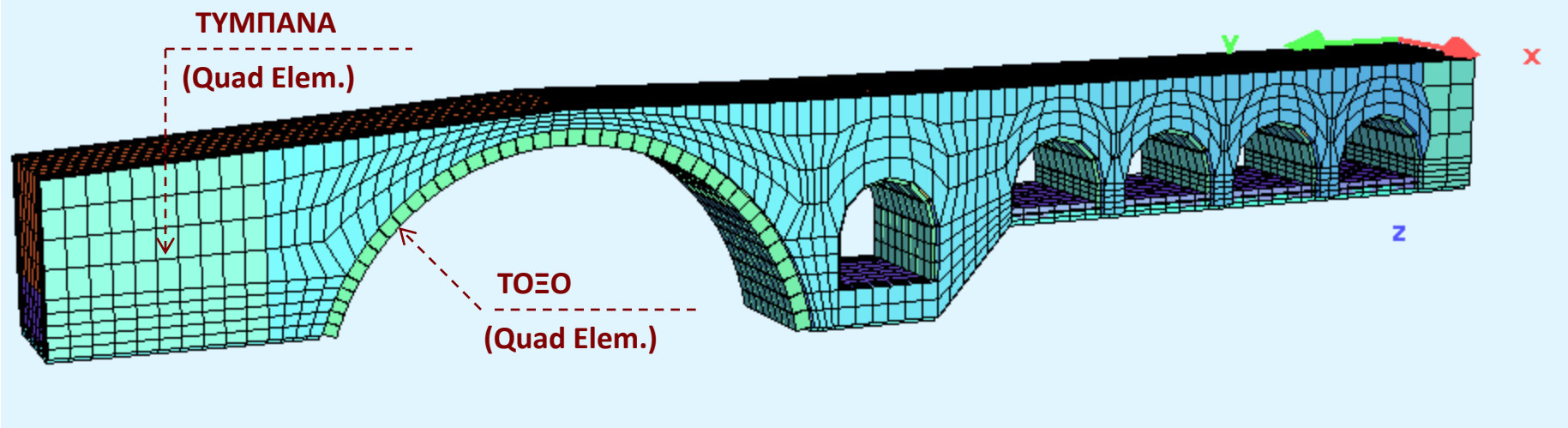
2



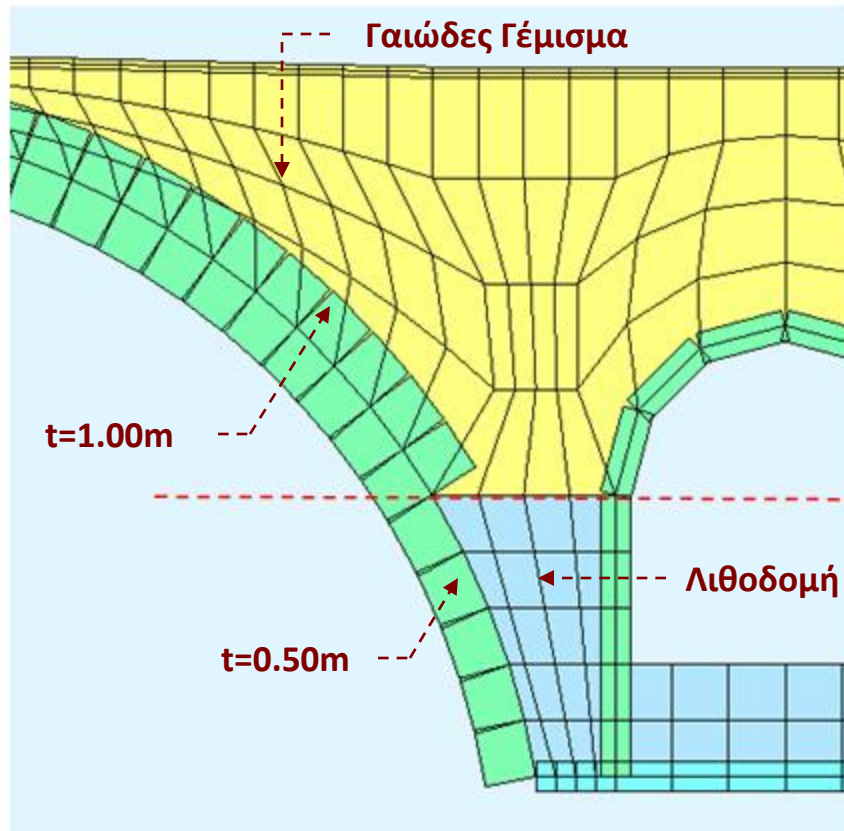
3



Προσομοίωμα Υπολογισμού



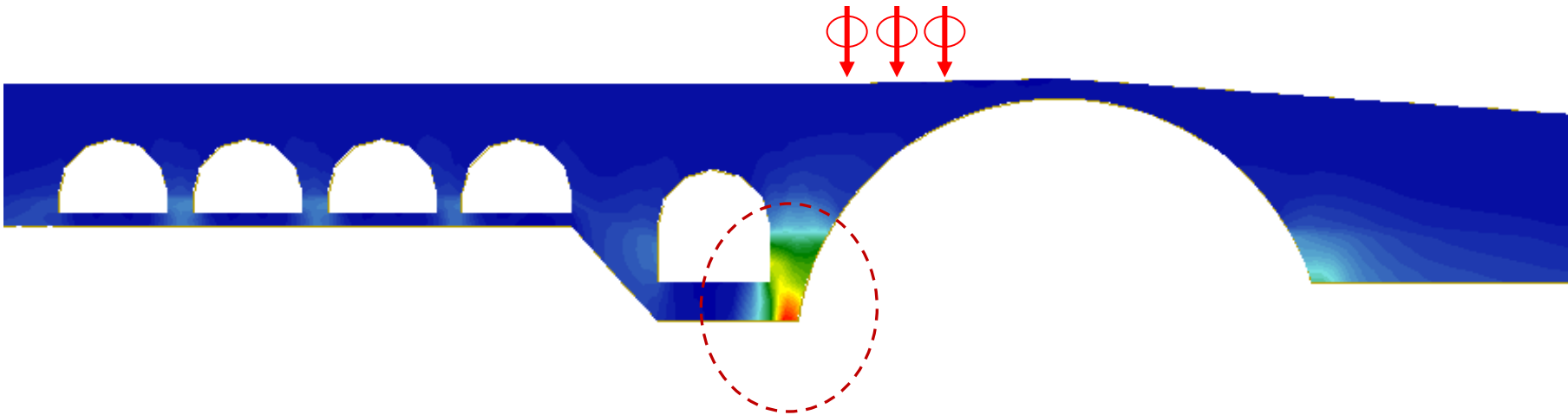
Προσομοίωμα Υπολογισμού



Λεπτομέρειες προσομοιώματος – Η βλάβη λειτουργεί ως "τέλεια" ενδοσκόπηση

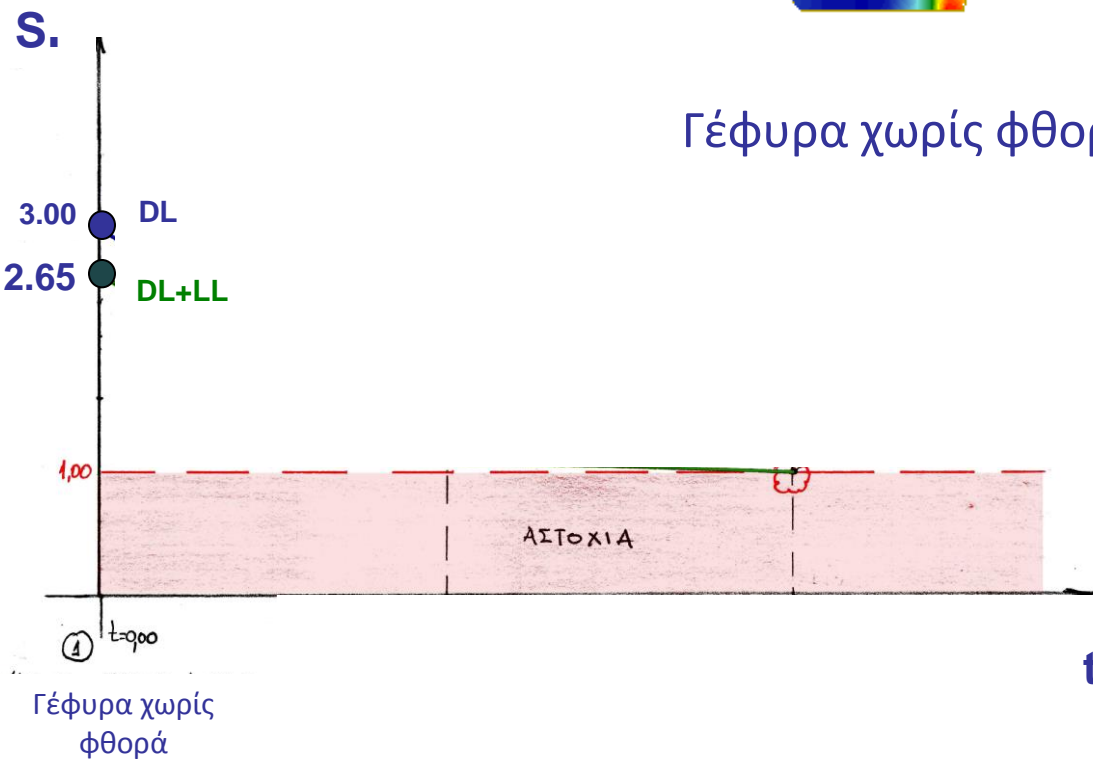
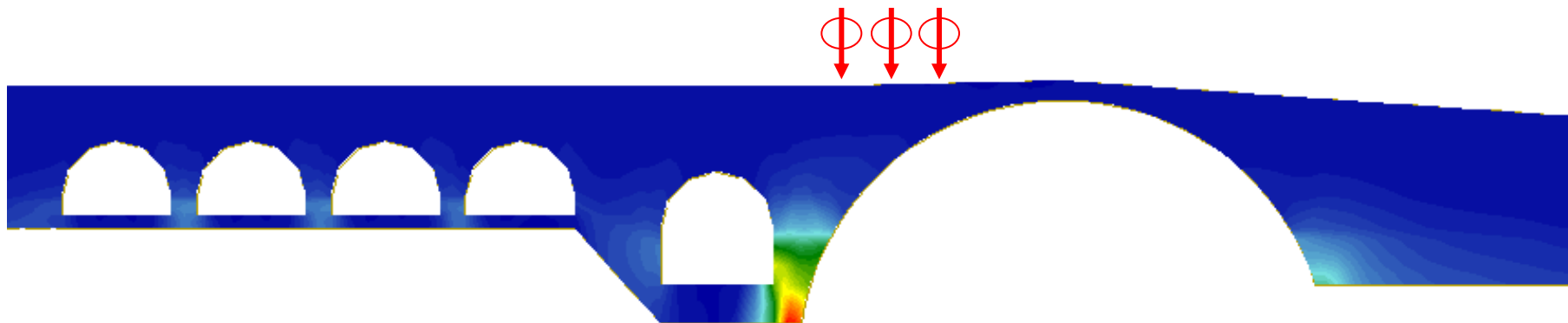
Ερμηνεία Κύριας Βλάβης

Πληροφορία: Βλάβη μετά τη διέλευση Φορτηγού

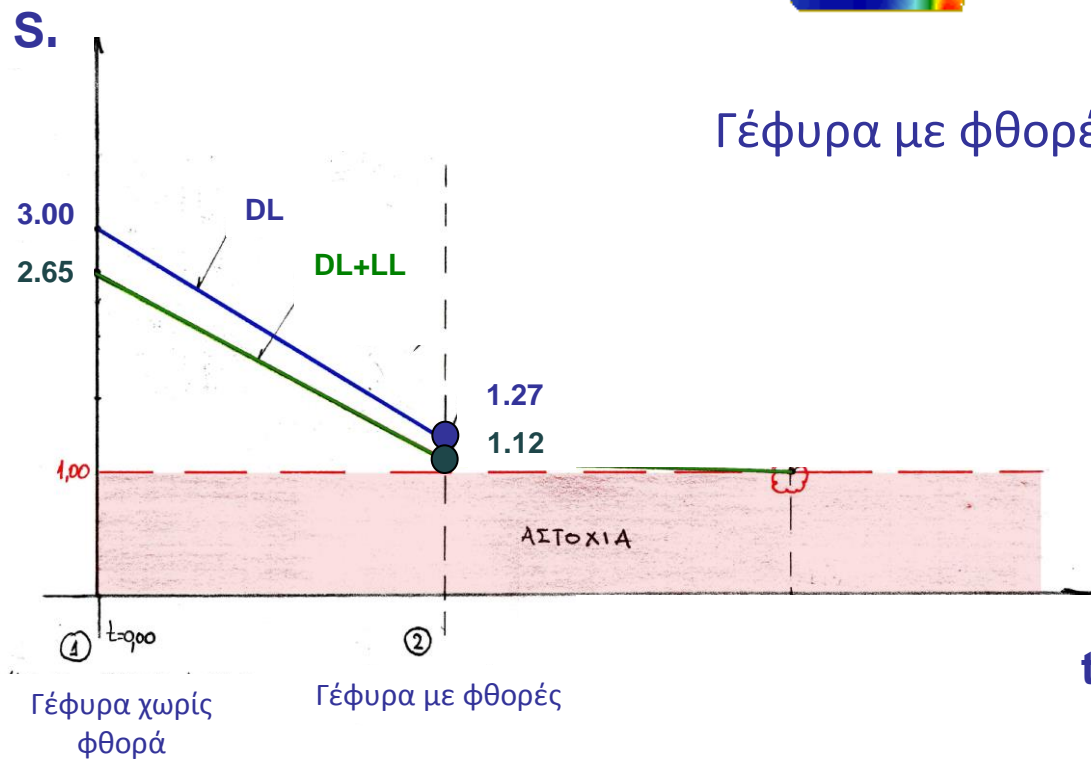
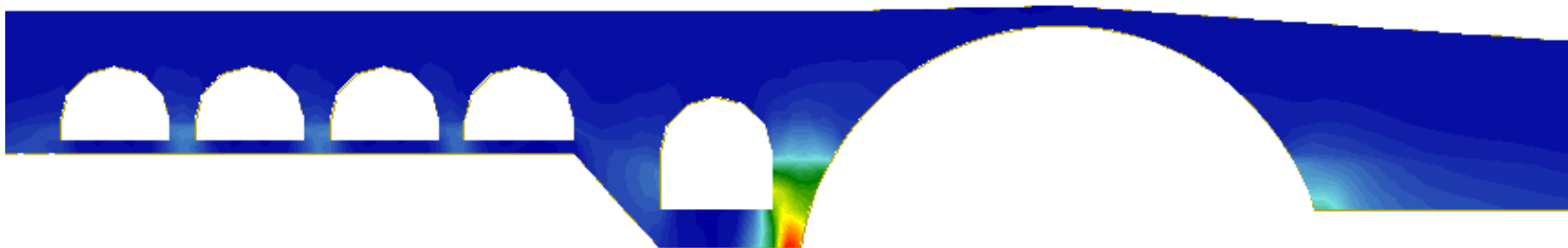


Κρίσιμη περιοχή: Φέρουσα Ικανότητα Αξονικού Φορτίου του τόξου

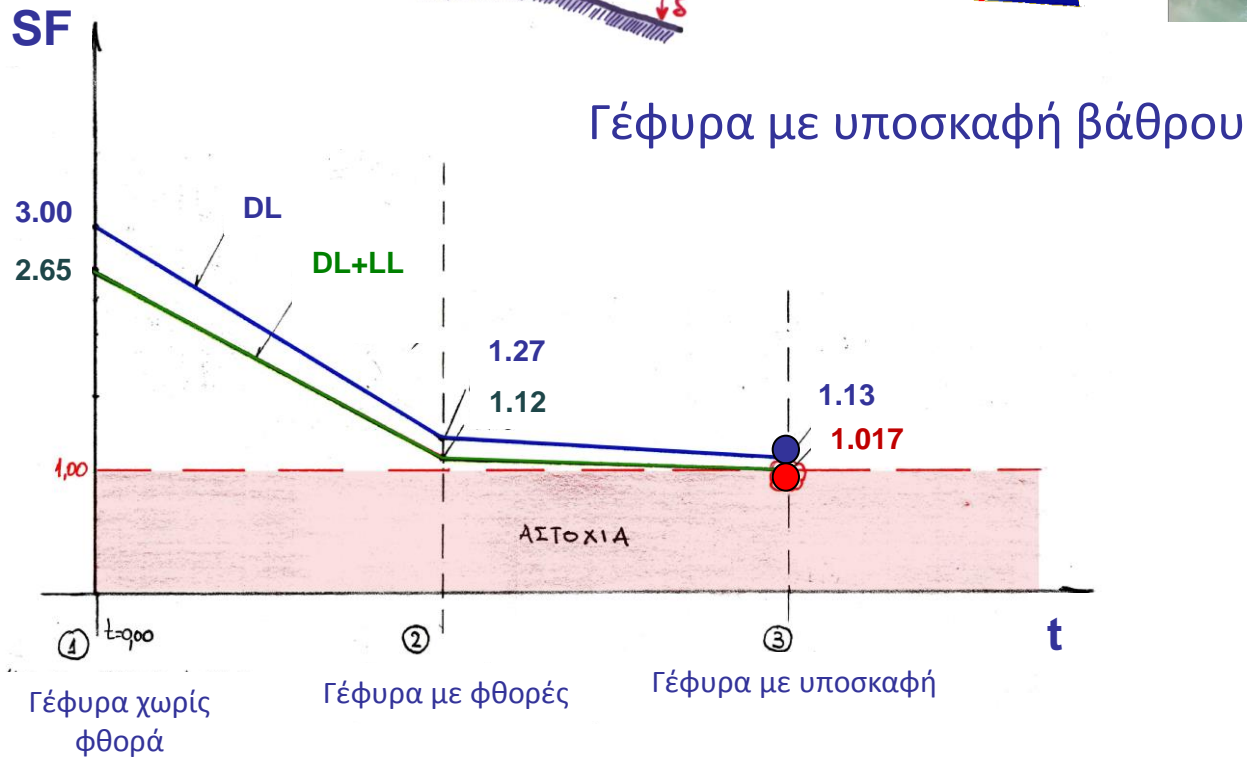
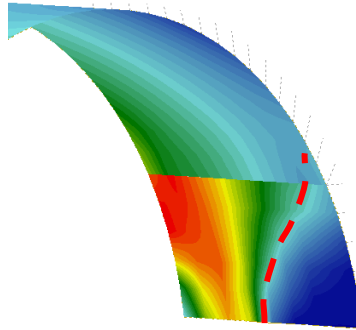
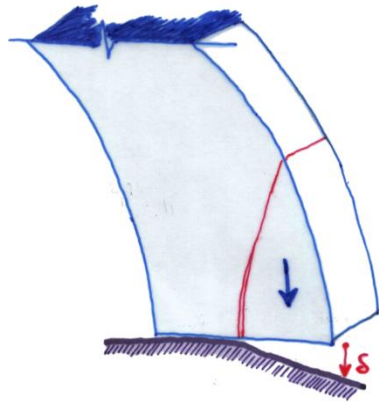
Ερμηνεία Κύριας Βλάβης



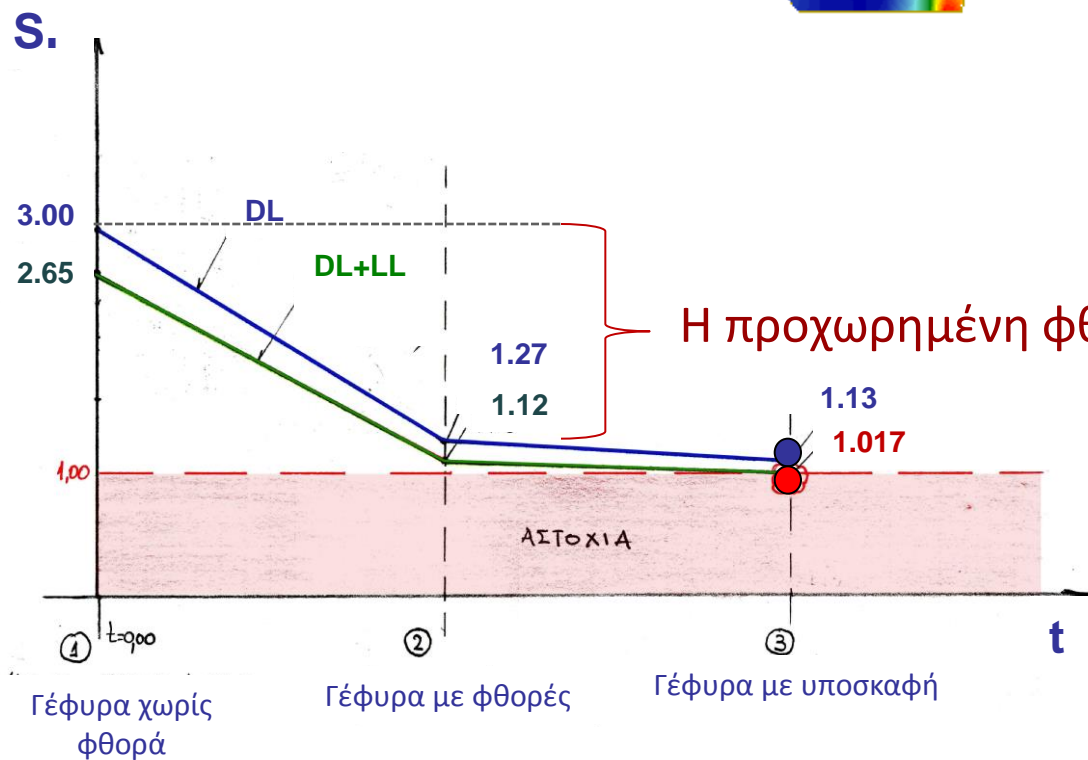
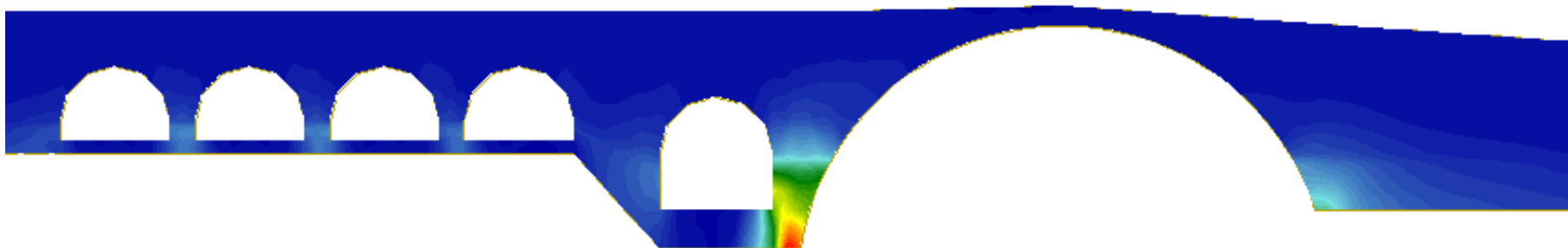
Ερμηνεία Κύριας Βλάβης



Ερμηνεία Κύριας Βλάβης



Ερμηνεία Κύριας Βλάβης



Η προχωρημένη φθορά βασικό αίτιο της βλάβης

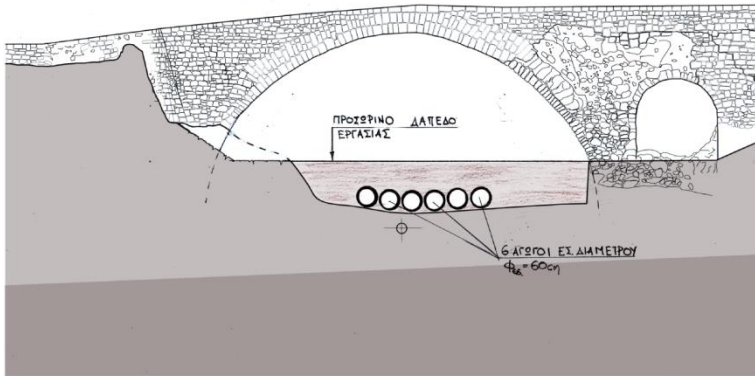
Επιλογή μέτρων επέμβασης

«Αν το αίτιο είναι η πλημμελής συντήρηση, ή διαπιστώνεται συνήθης φθορά από το χρόνο,
η επέμβαση μπορεί να περιορισθεί σε **απλή αποκατάσταση**»*

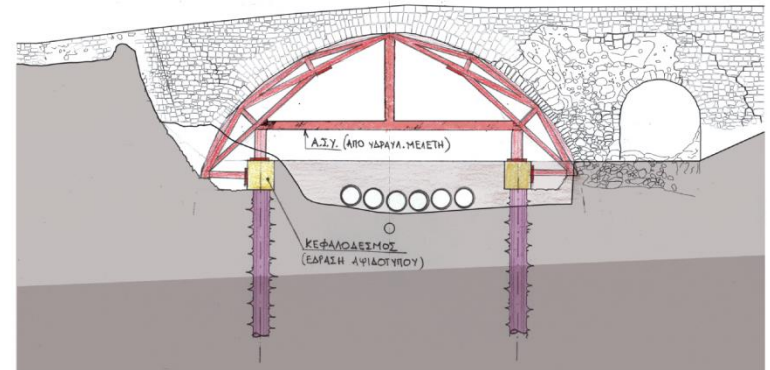
*Π.Πλαΐνης, Παθολογία Κατασκευών με Φέρουσα Τοιχοποιία Πρακτικά Επιστημονικού Διημέρου ΤΕΕ, Αθήνα, Νοέ 1991

Μεθοδολογία Επέμβασης

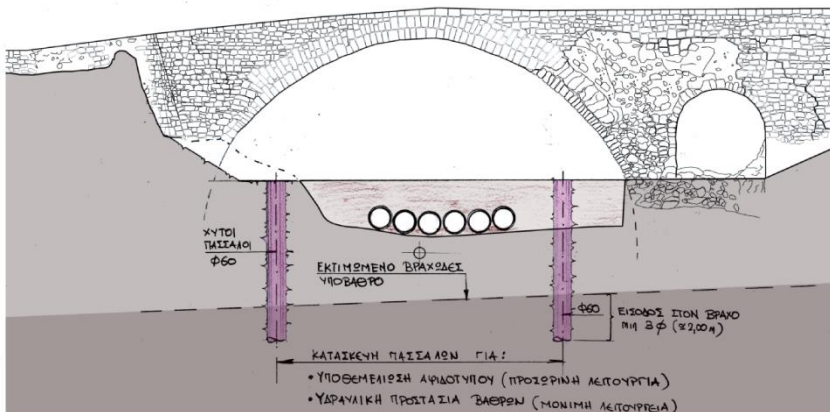
ΦΑΣΗ 1
ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΔΑΠΕΔΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ



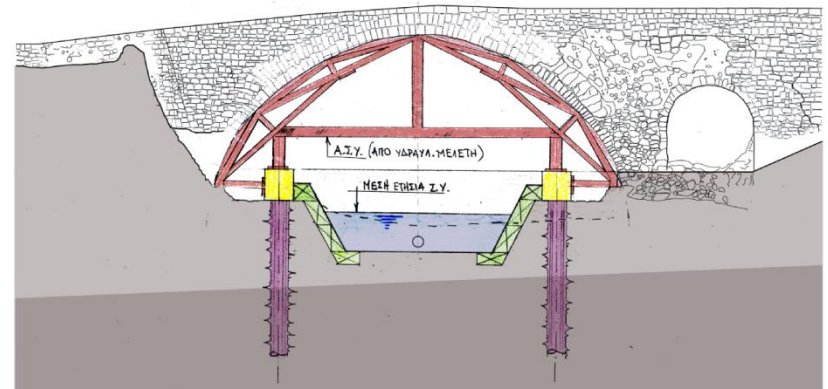
ΦΑΣΗ 3
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΨΙΔΟΤΥΠΟΥ



ΦΑΣΗ 2
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΑΣΣΑΛΩΝ



ΦΑΣΗ 4
ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΚΟΙΤΗΣ



Συμπεράσματα



Καλύτερη θεραπεία είναι η **πρόληψη**