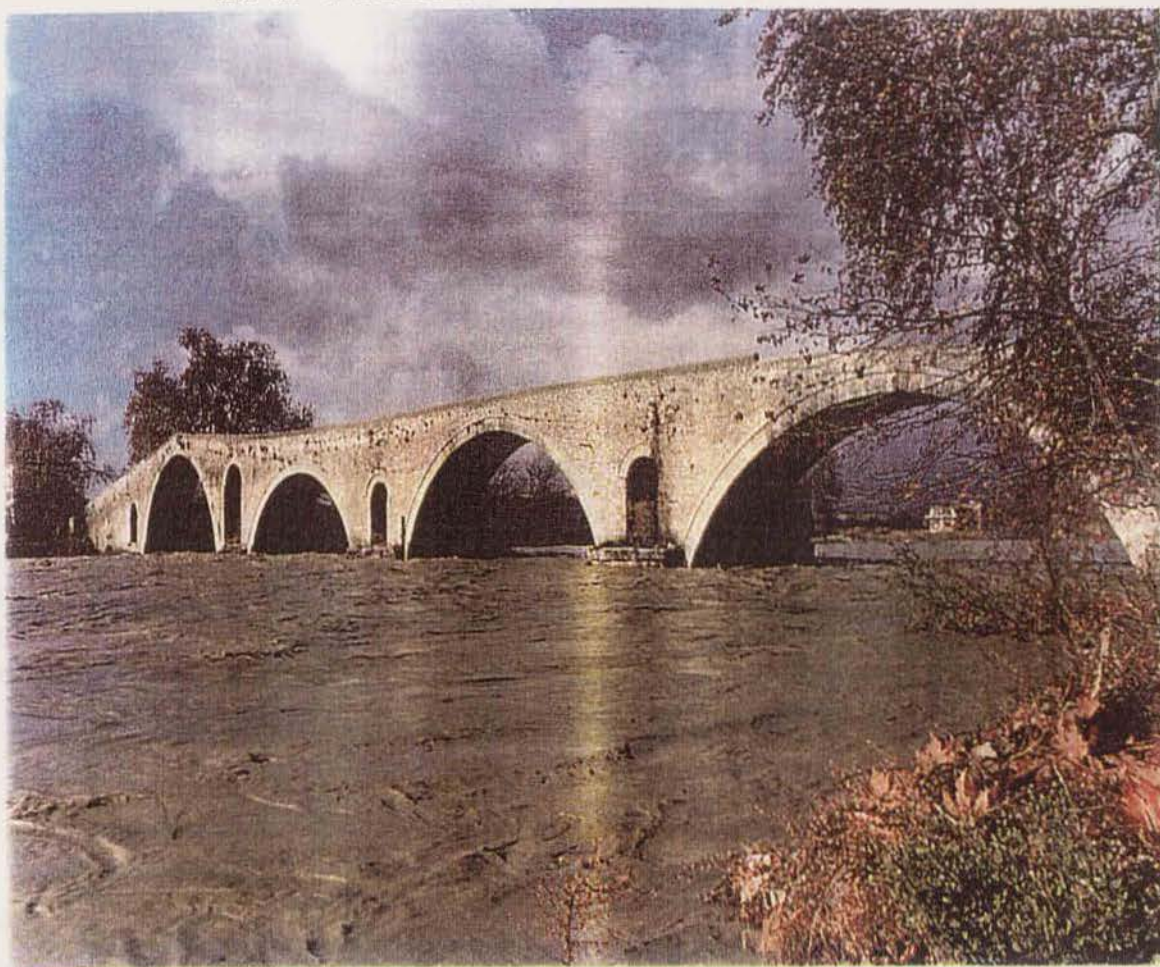


201
ΠΟΛ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΘΕΜΑ: "ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΑΡΧΕΙΟΥ ΠΑΝΩ ΣΤΙΣ
ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ
ΤΟΥ ΓΕΦΥΡΙΟΥ ΤΗΣ ΑΡΤΑΣ".

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: 1) ΚΡΑΝΙΩΤΗΣ ΠΑΝΤΕΛΗΣ
2) ΤΣΙΟΓΚΑ ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΑΝΝΗΣ ΒΑΣΙΛΗΣ
ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΑΙΓΑΛΕΩ ΙΟΥΝΙΟΣ 2002



Ανάγκη για δημιουργία



Πέρασμα με λίθους και αργότερα με κορμό.

Τα πρώτα περάσματα ποταμών γινόνταν από στενά και ρηχά σημεία από όπου κανείς μπορούσε να τα διασχίσει περπατώντας. Ακολούθησαν τα περάσματα από μεγάλες πέτρες που προεξείχαν βοηθώντας τους πεζοπόρους να περάσουν χωρίς να βρέχουν τα πόδια τους. Αργότερα ένας κορμός ριγμένος πάνω από την κοίτη διευκόλυνε το πέρασμα ακόμη και για ένα βαθύ ποτάμι. Δυστυχώς όμως τα ψηλότερα δέντρα δε φυτρώνουν πάντα δίπλα στα πλατύτερα ποτάμια. Επίσης το βάδισμα πάνω στον κορμό δεν ήταν εύκολο.



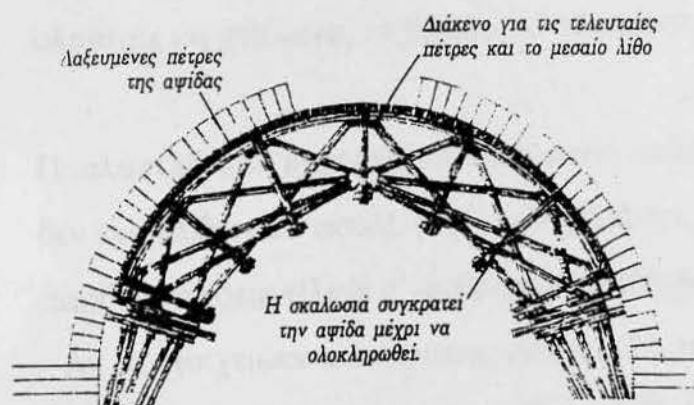
2000 π.χ. Λίθινη γέφυρα

Η πρώτη λίθινη γέφυρα πριν από 3000 χρόνια περίπου με σωρούς από πέτρες που σχημάτιζαν τεχνητές νησίδες. Τα διάκενα ανάμεσα στις νησίδες κάλυπταν πελώριοι μακρόστενοι μονόλιθοι. Οι γέφυρες αυτές μπορούσαν να φτιαχτούν σε πλατιά αλλά ρηχά ποτάμια.



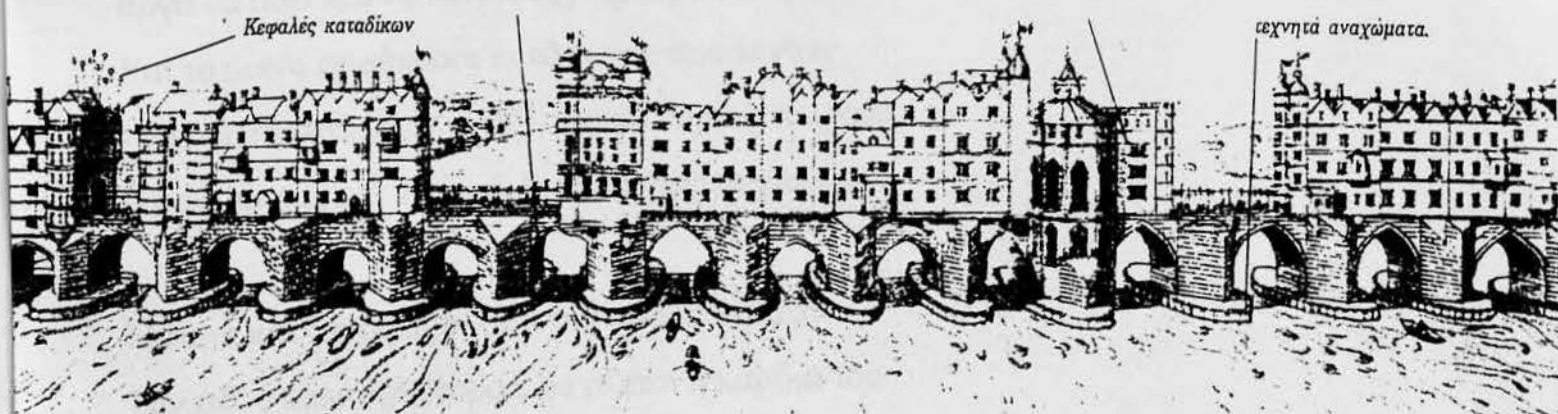
100μ.χ. Αλκάνταρα της Ισπανίας

Η λιθόκτιστη αψίδα έφερε επανάσταση στην αρχιτεκτονική των γεφυρών. Οι πρώτες γέφυρες απαιτούσαν μια πελώρια πέτρα που κάλυπτε όλο το πλάτος της κοίτης ενώ η αψίδα απαιτούσε πολλές και μικρότερες. Κάθε πέτρα της αψίδας μεταφέρει το φορτίο που δέχεται σ' αυτήν από κάτω της. Οι Ρωμαίοι μηχανικοί έφτιαξαν υπέροχες αψιδωτές γέφυρες, όπως αυτή στη Αλκάνταρα της Ισπανίας, που στέκει και 20 σχεδόν αιώνες. Χτίστηκε από τον Καίο Ιούλιο Λάσερ, που χάραξε την επιγραφή << έχτισα μια γέφυρα που θα στέκει για πάντα.>>



Η κατασκευή της αψίδας

Η κατασκευή της αψίδας απαιτούσε ιδιαίτερη τεχνική, αφού αυτή δε στέκεται αν δεν ολοκληρωθεί. Για να συγκρατήσουν το βάρος κατά τη κατασκευή, οι μηχανικοί έφτιαξαν έναν ξύλινο σκελετό τη λεγόμενη σκαλωσιά. Μόλις τοποθετηθεί ο μεσσαίος λίθος ή κλειδα στην κορυφή της αψίδας, αυτή πλέον στέκεται από μόνη της.



1550: Γέφυρα του Λονδίνου

Πάνω σε πολλές ευρωπαϊκές γέφυρες που χτίστηκαν το Μεσαίωνα (850-1450μ.χ.) κατασκευαστεί σπίτια καταστήματα και άλλα οικοδομήματα. Η γέφυρα του Λονδίνου (1180) ήταν τόσο πυκνοχτισμένη που αποτελούσε μια ξεχωριστή οδό. Είχε ακόμη και μια εκκλησία με δύο ιερείς. Τις πύλες της γέφυρας <<κοσμούσαν>> κομένα κεφάλια που είχαν διατηρηθεί με ιδιαίτερη τεχνική. Η γέφυρα του Λονδίνου ήταν σημαντική για επιχειρήσεις, γιατί αποτελούσε το πέρασμα όλων των αγαθών προς τη πόλη. Οι πλούσιοι επιχειρηματίες του Μεσαίωνα από ευγνωμοσύνη άφηναν μετά το θάνατό τους τη περιουσία τους στο <<Θέο και στη γέφυρα>> και χρησιμοποιούνταν για τη συντηρησή της. Τα χρήματα αυτά επενδυμένα από τότε, ακόμη αποδίδουν και συντηρούν τις γέφυρες του Λονδίνου

Σαράντα πέντε μάστοροι κι εξήντα μαθητάδες
τρεις χρόνους εδουλεύανε στις Άρτας το γιοφύρι
ολημερίς εχτίζανε, το βράδυ γκρεμιζόταν.

Μοιρολογούν οι μάστοροι και κλαιν' οι μαθητάδες :

- Αλίμονο στους κόπους μας, κρίμα στις δουλεψές μας,
ολημερίς να χτίζουμε, το βράδυ να γκρεμιέται.

Πουλάκι εδιάβη κι έκατσεν αντίκρυ στο ποτάμι
δεν εκελάηδει σαν πουλί, μηδέ σαν χελιδόνι,
παρά κελάηδεικ ιέλεγε μ' ανθρώπινη λαλίτσα:

- Αν δε στοιχειώσετε άνθρωπο, γιοφύρι δε στεργιώνει
και μη στοιχειώσετε ορφανό, μη ξένο μη διαβάτη,
παρά του πρωτομάστορα την όμορφη γυναίκα,
που 'ρχεται αργά τ' αποταχύ και πάρωρα το γιόμα.

Τ' άκουσε ο πρωτομάστορας και του θανάτου πέφτει.

Πιάνει, μηνάει της λυγερής με το πουλί τ' αηδόνι:
αργά ντυθεί, αργά αλλαχτεί, αργά να πάει το γιόμα,
αργά να πάει και να διαβεί της Άρτας το γιοφύρι.

Και το πουλί παράκουσε κι αλλιώς επήγε κι είπε:

- Γοργά ντύσου, γοργ' άλλαξε, γοργά να πας το γιόμα,
γοργά να πας και να διαβείς της Άρτας το γιοφύρι.

Νάτηνε και ξανάφανεν από την άσπρη στράτα.

Την ειδ' ο πρωτομάστορας, ραγίζεται η καρδιά του.

Από μακριά τους χαιρετά κι από κοντά τους λέει:

- Γειά σας χαράσας, μάστοροι κι εσείς οι μαθητάδες.

Μα τι έχει ο πρωτομάστορας κι είναι βαργιομισμένος;

- Το δαχτυλίδι του 'πεσε στην πρώτη την καμάρα
και ποιός να μπει και ποιός να βγει το δαχτυλίδι νά 'βρει;

- Μάστορα μην πικραίνεσαι κι εγώ να στο φέρω,
εγώ να μπω κι εγώ να βγώ το δαχτυλίδι να βρω.

Μηδέ καλά κατέβηκε, μηδέ στη μέση πήγε:

- Τράβα, καλέ, τον άλυσο, τράβα την αλυσίδα,
τι όλον τον κόσμο ανάγειρα και τίποτες δε βρήκα.
Ένας πηχάει με το μιστρί κι άλλος με τον ασβέστη.
Παίρνει κι ο πρωτομάστορας και ρίχνει μέγα λίθο.

- Αλίμονο στη μοίρα μας, κρίμα στο ριζικό μας!

Τρεις αδερφάδες είμαστε κι οι τρεις κακογραμμένες.

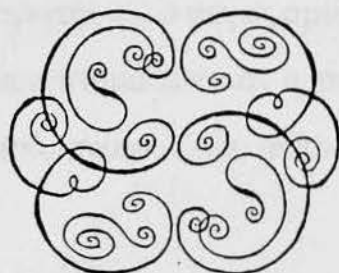
Η μια 'χτισε το Δούναβη, κι η άλλη τον Αφράτη
κι εγώ η πιο στερνότερη της Άρτας το γιοφύρι.

Ως τρέμει το καρυόφυλλο, να τρέμει το γιοφύρι,
κι ως πέφτουν τα δεντρόφυλλα να πέφτουν οι διαβάτες.

Κόρη τον λόγο άλλαξε κι άλλη κατάρα δώσε,
τι έχεις μονάκριβο αδερφό, μη λάχει και περάσει.

Κι αυτή τον λόγον άλλαξε κι άλλη κατάρα δίνει:

- Αν τρέμουν τ' άγρια βουνά να τρέμει το γιοφύρι,
κι αν πέφτουν τ' άγρια πουλιά, να πέφτουν οι διαβάτες,
τι έχω αδερφό στην ξενιτιά, μη λάχει και περάσει.



A. Πρόλογος

Πραγματοποιώντας ένα οδοιπορικό στην Ήπειρο, ο καθένας μας θα βρισκόταν μπροστά σε κάτι μοναδικό και αλλιώτικο. Θα συναντούσε πολλά χωριά χτισμένα με πέτρα, δάση να σχίζονται από ρυάκια, παλιά αρχοντικά, πλακόστρωτα δρομάκια, χτιστές πηγές, πέτρινους μύλους, πολλά ξωκλήσια και αρκετά πέτρινα γεφύρια.

Αυτή η φανταστική τεχνική της πέτρας, το μεράκι και η λεπτομέρεια των μαστόρων, σκορπίζουν στο χώρο μια αίσθηση αρχοντιάς και αίγλης που είναι τόσο μοναδική όσο και ξεχωριστή.

Ένα από αυτά τα πετρόχτιστα αριστουργήματα είναι και το θρυλικό, περιβόητο και χλιοτραγουδισμένο γεφύρι της Άρτας το οποίο γεφυρώνει τον ποταμό Άραχθο.

Η κατασκευή του χρονολογείται γύρω στον 13^ο αιώνα. Όπως περιγράφει στο βιβλίο του «Το γεφύρι της Άρτας» ο Αριστ. Σχισμένος : «Ένα πολυάριθμο μπουλούκι κατηφορίζει την πόλη της Άρτας, με τον ανθρωποπνίκτη ποταμό της Άραχθο. Προπορευόταν καβάλα σ' ένα άσπρο άλογο ένας ηλικιωμένος άντρας. Ήταν ο αρχιτέκτονας, ο πασίγνωστος πρωτομάστορας της περιοχής. Ακολουθούσαν άλλα τέσσερα έφιππα μεσήλικα άτομα, σοβαρά και σκεπτικά, με μεγάλους δερμάτινους σάκους γεμάτους μικροσύνεργα. Μετά έπονταν το κύριο σώμα από πολλούς νέους έμπειρους και ορεξάτους άντρες. Όλες οι απαιτούμενες ειδικότητες ακολουθούσαν με πρώτους και καλύτερους τους πετροπελεκητάδες, τους χτίστες, του λασπιάδες, τους νταμαρτζήδες, τους ξυλοκόπους και ξυλουργούς, τους μεταφορείς υλικών, τους νεροφόρους, τους μαγείρους και άλλες ειδικότητες της εποχής.

Ο αγώνας τους και οι προσπάθειές τους κράτησαν 3 χρόνια για να στεργιώσουν το γεφύρι που θα ένωνε την πόλη με τον πλούσιο κάμφο, και αυτό γιατί τα ορμητικά νερά του Αράχθου κατέστρεφαν το δημιούργημά τους. Η γέφυρα αυτή κράτησε ως τον Ιανουάριο του 1215 όπου ο ποταμός έπνιξε τα 2/3 της πόλης και μαζί παρέσυρε και το γεφύρι. Όπως γράφει στο βιβλίο του «Θεοδώρα η βασίλισσα του Δεσποτάτου Ηπείρου και Ακαρνανίας» ο Κων/νος Στρατής «... ο μέγας αριθμός των πνιγέντων, η εξαφάνισις της ζωοτροφής και των πλείστων κτημάτων και η συνεχιζόμενη αδυναμία στηρίξεως μονίμου γέφυρας επί του ποταμού, αναγκάζουν πολλούς από τους κατοίκους της Άρτας να μεταναστεύσουν».

Η γεφυροποίηση του ποταμού αποτελεί προσπάθεια πρώτης προτεραιότητας προκειμένου να διακινείται ο εργαζόμενος πληθυσμός στον εύφορο κάμπο της Άρτας. Έτσι πέντε ξύλινα και δύο πέτρινα γεφύρια χτίζονται στο διάστημα των ετών 1215 - 1222. Τα οποία όμως καταστράφηκαν όλα από τις συχνές πλημμύρες του Αράχθου.

Τελικά βρέθηκε ικανός κι έμπειρος ξένος κατασκευαστής, ο οποίος ήρθε κι εγκαταστάθηκε στην πόλη της Άρτας, για να περατώσει το δύσκολο έργο του.

Η καθημερινή πολυχρησία του γεφυριού που κατασκευάστηκε, ο χρόνος με τις φθοροποιές καιρικές μεταβολές και οι συχνές καταστροφικές πλημμύρες του Αράχθου πρόσβαλλαν την ευαίσθητη ψηλή καμάρα, που περιέκλειε και το μυστικό κλειδίωμα του γεφυριού, με αποτέλεσμα αυτή να γκρεμιστεί το 1612. Την ανακατασκευή της ανέλαβε ονομαστός αρχιτέκτονας. Οι εργασίες ανακατασκευής κράτησαν τρία χρόνια περίπου και πρόσθεσαν μεγάλη διάρκεια ζωής και αντοχής στο γεφύρι. Τα χρήματα για τις εργασίες δόθηκαν από κάτοικο της περιοχής.

Μετά και την ανακατασκευή της μεσαίας καμάρας το γεφύρι απειλήθηκε αρκετές φορές από τις πλημμύρες του Αράχθου με κυριότερες αυτές του 1794 και 1856. Ωςπυ η κατασκευή του υδροηλεκτρικού φράγματος του Πουρναρίου αναχαίτισε την ορμή του Αράχθου.

Το γεφύρι έπαιξε και τον άχαρο ρόλο του διαχωριστή Ελλάδας - Τουρκίας μεταξύ 1881 και 1912, βέβαια όμως έγινε και ορμητήριο δυο ένδοξων απελευθερωτικών προσπαθειών το 1897 και 1912-13.

Κοντά στο 1929 επικρατεί η άποψη από μερικούς στενοκέφαλους και περιορισμένης πνευματικής εμβέλειας, ότι πρέπει να γκρεμιστεί και να εξαφανιστεί οτιδήποτε θυμίζει τη δουλεία και τα μαρτύρια της Ελλάδας κάτω από τον ξένο ζυγό.

Εδώ αξιοβράβευτες είναι οι προσπάθειες του Ιωάννη Παπαβασιλείου για την ματαίωση κάθε σκέψης και ενέργειας για μια τέτοια πράξη.

Ο Κ. Παλαμάς του έστειλε το παρακάτω συγχαρητήριο γράμμα:

«Είναι λίγος καιρός νομίζω, που έβλεπα κάποιο σου αγώνα για να περισωθεί ένα σας λείψανο παλαιϊκό.

Και σε χειροκρότησα. Της Άρτας το γιοφύρι είναι λαϊκό αριστούργημα, σαν ένα κομμάτι από ραψωδία Ομηρική. Και είναι για να το εκμεταλλεύεται ποίηση και μουσική μας όσο υπάρχουν. Αν το λείψανο που αγωνίστηκες να γλιτώσεις - άσχετα

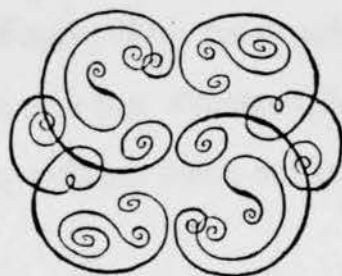
από κάποια πρακτική ωφελιμοθηρία - σχετίζεται με το θρυλικό αυτό θησαυρό, σου πρέπει στεφάνι».

Προς το τέλος της δεκαετίας του 1930 και για τη διευκόλυνση των μεταφορικών μέσων τοποθετήθηκαν στη γέφυρα νέα τοιμεντένια βάρθρα για να στηρίξουν μια ξύλινη γέφυρα, επιβαρύνοντας την παλιά με επικίνδυνους κραδασμούς, από τα διερχόμενα οχήματα αλλά και με το πλευρικό βάρος της νέας κατασκευής.

Κατά την αποχώρηση των γερμανικών στρατευμάτων υπήρχε σχέδιό τους να ανατινάξουν το γεφύρι. Το σχέδιο όμως αυτό ματαιώθηκε χάρη σε μια συμφωνία που έγινε με τους τοπικούς αρχηγούς της Εθνικής αντίστασης.

Μετά το τέλος του δευτέρου παγκοσμίου πολέμου τοποθετήθηκε στα επιπρόσθετα τοιμεντένια βάρθρα της γέφυρας μια σιδερένια στρατιωτική γέφυρα, για την εξασφάλιση άνετης διέλευσης των τροχοφόρων οχημάτων. Προς τα μέσα του 1950 έκαναν την εμφάνισή τους οι πρώτες ρωγμές στα πέλματα και το σώμα του γεφυριού. Κυριότερες αιτίες ήταν οι κραδασμοί από τα διερχόμενα τροχοφόρα. Έτσι προτάθηκε η κατασκευή νέας σύγχρονης τοιμεντένιας γέφυρας για τη διέλευση των οχημάτων και το πέτρινο γεφύρι ανακουφίζεται οριστικά.

Αυτό το πέτρινο μνημείο υπήρξε η πηγή έμπνευσης των κατοίκων της Άρτας για πολλά χρόνια. Γέννησε πολλούς θρύλους, με κυριότερο αυτόν της πρωτομαστόρησας και ενέπνευσε πολλά δημοτικά τραγούδια. Μέσα από την τόσο κουραστική πορεία κατάφερε να διασωθεί ως σήμερα και είναι χαρά μας, ως κάτοικοι της Άρτας να υπάρχει αυτό το θαυμάσιο ιστορικό και πολιτιστικό κληροδότημα στην πόλη μας.



ΜΕΡΟΣ Β'

Παλαιότερες επεμβάσεις

Πέρα από την καταγραφή βλαβών στην αναδωμή και υποθεμελίωση επιχειρήθηκε η συνδεσή τους με το ιστορικό της συμπεριφοράς της και των επεμβάσεων σ' αυτή όπως επίσης με την εκτίμηση της στατικής και σεισμικής λειτουργίας της με σκοπό την διευκόλυνση της ερμηνείας και αιτιολογησής τους που είναι απαραίτητη για την μελέτη αποκαταστάσεως και ενισχύσεως.

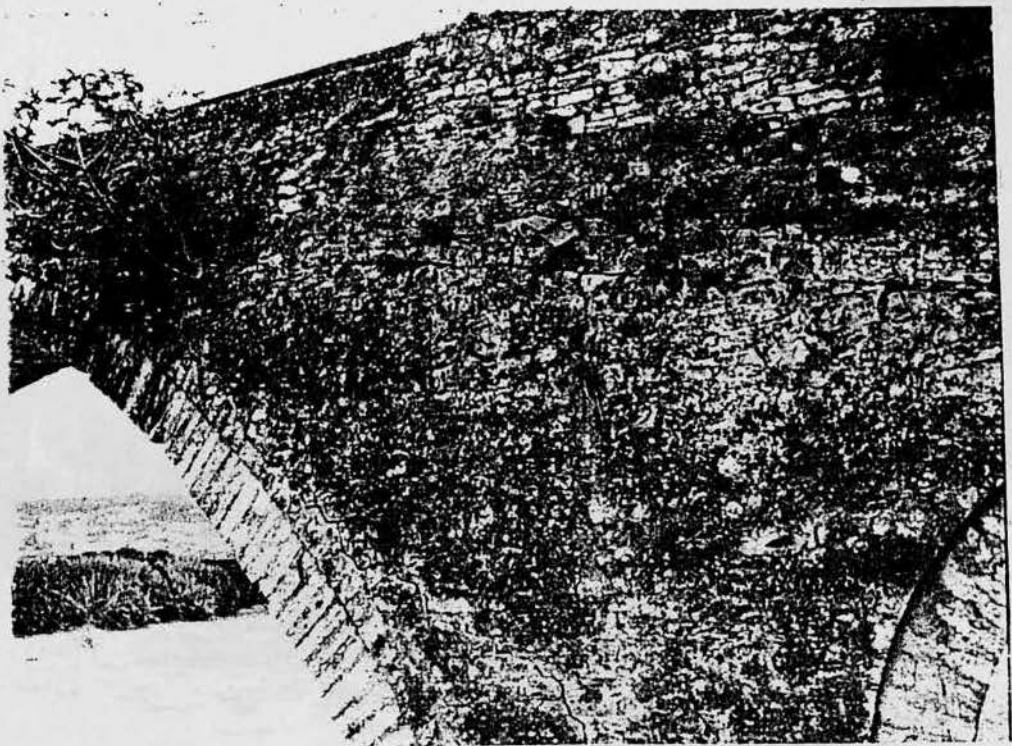
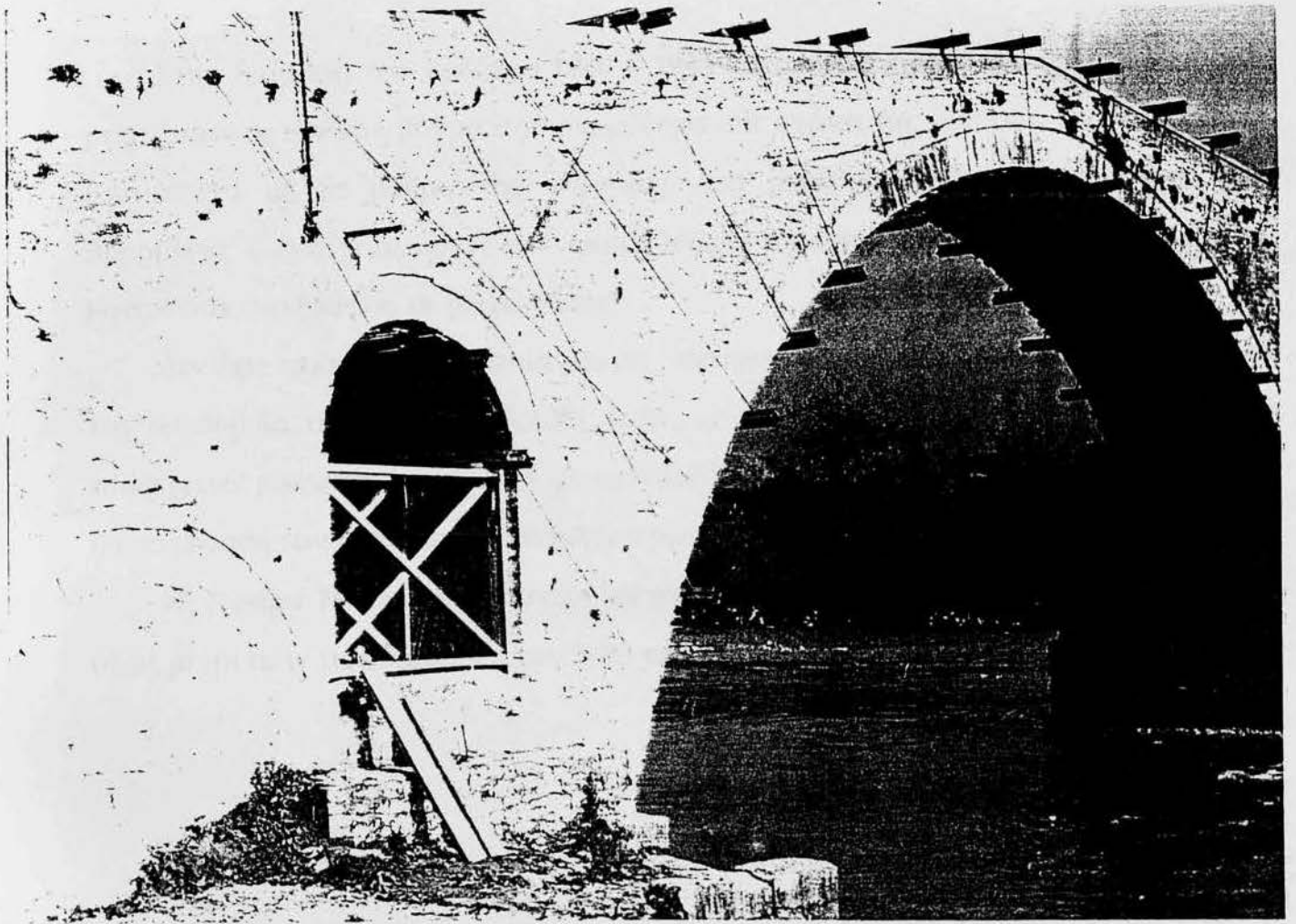
Έτσι αναφέρονται τρεις κύριες επεμβάσεις στη γέφυρα πριν το 1983.

- α) Η ανακατασκευή τμήματος της γέφυρας στην περιοχή του μεγάλου ανοίγματος.
- β) Η υπερύψωση ορισμένων τμημάτων για την εξομάλυνση της κυκλοφορίας.
- γ) Η κατασκευή της γέφυρας Μπελεϊ που λειτούργησε από την εποχή του πολέμου 1940-44 μέχρι το 1955.

Η υπόθεση ότι τμήμα της γέφυρας έχει ανακατασκευαστεί, εκτός από τις μαρτυρίες, ενισχύεται και από τις διαφορές του τρόπου δομήσεως που είναι εμφανείς στην περιοχή των ακροβάθρων και κυρίως του Α1. Η δόμηση και μορφή της προσβάσεως του Α1 δίνει ενδείξεις ότι το τμήμα που περιλαμβάνει τις δύο πρώτες ανακουφιστικές καμάρες Κ1 και Κ2, είναι στοιχείο παλαιότερης κατασκευής που συμπληρώθηκε με τα τέσσερα σημερινά κύρια τόξα.

Η υπερύψωση του καταστρώματος της γέφυρας και η κατασκευή των στηθαίων, είναι εμφανής από την διαχωριστική γραμμή που περνάει πάνω από τις κλείδες των τόξων και την διαφορά στον τρόπο δομήσεως και τα υλικά. Αποδεικνύεται επίσης έμμεσα από την μορφολογία των ρωγμών στην κλείδα του μεγάλου ανοίγματος.

Στην παλαιότερη φωτογραφία που έχει βρεθεί (1897) η γέφυρα δεν έχει ίδια μορφή με την σημερινή, ενώ σε σχέδια από παλαιότερη εποχή, φαίνονται διαφορές (ως προς τα ύψη). Πάντως δεν φαίνεται να υπάρχει κάποια άμεση σχέση αυτής της υπερύψωσης με βλάβες της ανωδομής, είναι όμως πολύ πιθανή η έμμεση σχέση, μέσω προσθέτων καθιζήσεων και στροφών των θεμελίων, κυρίως στα ακρόβαθρα, όπου η υπερύψωση φαίνεται να έχει μεγαλύτερο ύψος και επομένως συνεπάγεται σημαντική αύξηση των φορτίων.

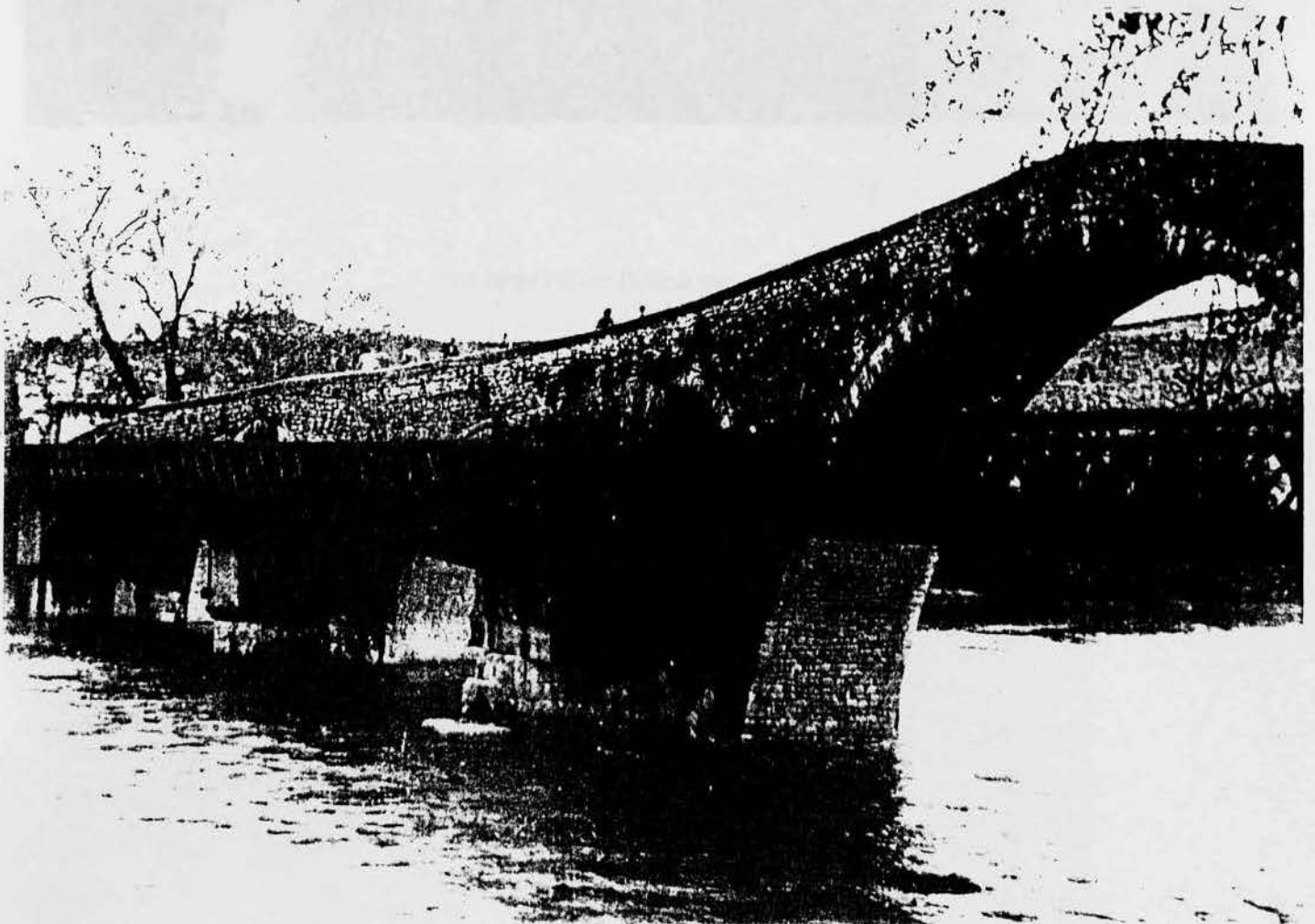


Οι διαφορές στον τρόπο δόμησης και η διαχωριστική γραμμή ένδειξης ανακατασκευής και υπερύψωσης.

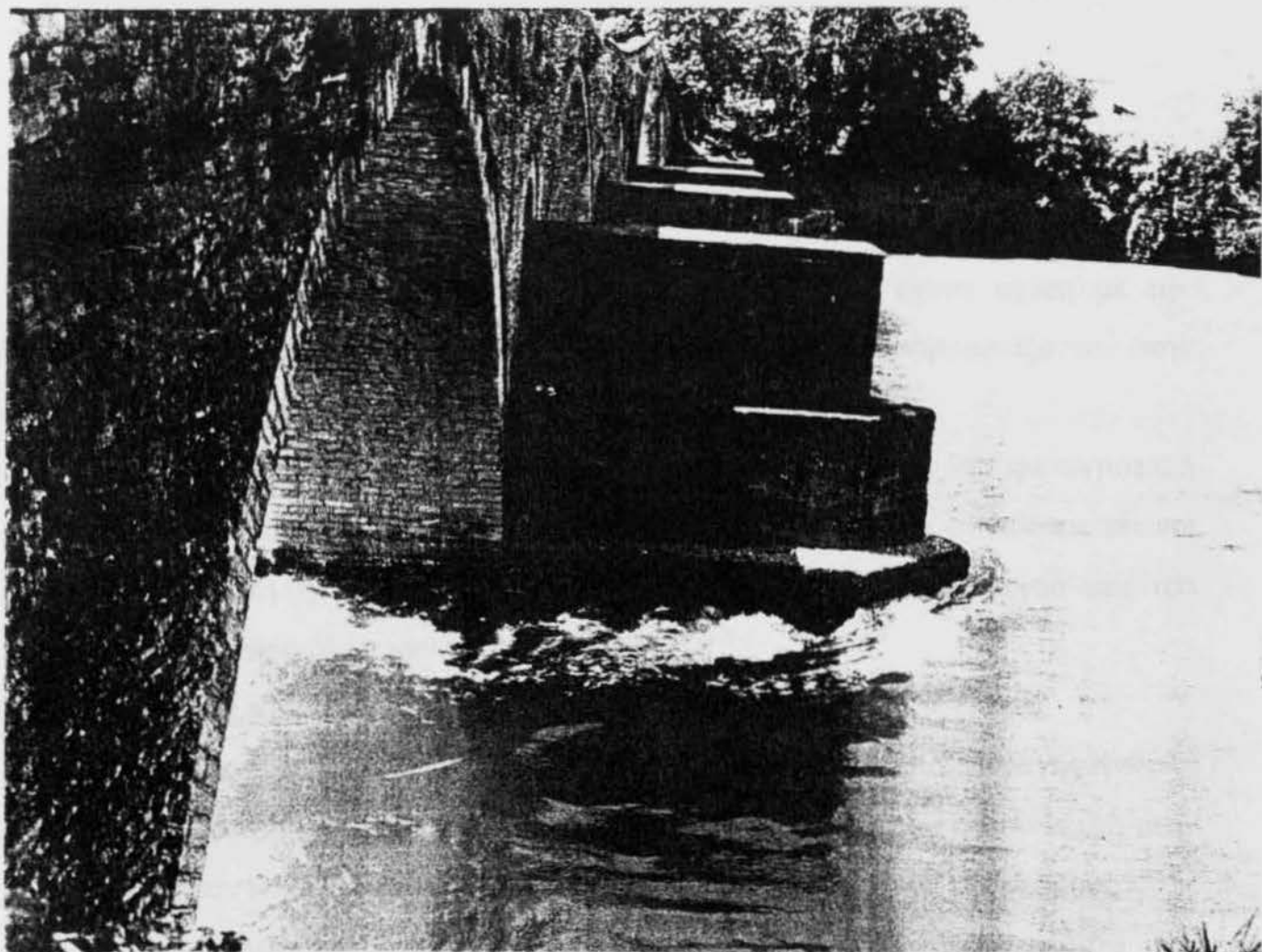
Στην διάρκεια του πολέμου 1940 - 1944 κατασκευάστηκε η γέφυρα Μπέλεϊ που στηριζόταν σε ογκώδη βάρθρα από σκυρόδεμα στα ανάντι της γέφυρας. Τα βάρθρα αυτά (αντίστοιχα με τα βάρθρα της γέφυρας), στα μεσόβαθρα εδράστηκαν πάνω στα προρρίνια, ενώ στις περιοχές των ακροβάθρων, εδράστηκαν στους περυγότοιχους ή κατευθείαν στο έδαφος, σε μικρό βάθος.

Δεν έχει επισημανθεί κάποια άμεση επίπτωση στην ανωδομή από την κατασκευή και λειτουργία της γέφυρας Μπέλεϊ, εκτός από τις αναμενόμενες φθορές στα σημεία επαφής των μπετονένιων βάρθρων με τη λιθοδομή. Έμμεσες επιπτώσεις, π.χ. από στροφή ή υποχώρηση των βάρθρων δεν αποκλείονται.

Η γέφυρα Μπέλεϊ λειτούργησε μέχρι το 1955 οπότε καθαιρέθηκε. Παρέμειναν όμως μέχρι πριν τις επεμβάσεις του 1983 τα μπετονένια βάρθρα της.



Η γέφυρα Μπέλεϊ



Τα τοιμεντένια βάθρα της γέφυρας Μπέλεϊ



ΜΕΡΟΣ Γ'

Επεμβάσεις στη γέφυρα μετά το 1983

Ι) ΥΠΟΘΕΜΕΛΙΩΣΗ

1) Αποτύπωση βλαβών

Διακρίνουμε δύο κατηγορίες βλαβών. Τις βλάβες που έχουν σχέση με την θεμελίωση, και είναι αποτέλεσμα υποσκαφής και αυτές που παρουσιάζονται στην ανωδομή και οφείλονται σε ποικίλους παράγοντες.

Η καταγραφή των βλαβών βασίστηκε σε μεγάλο βαθμό σε φωτογραφική αποτύπωση. Παρατηρήσεις από κοντά και μετρήσεις, έγιναν μόνο στις θέσεις εκείνες όπου ήταν δυνατή η πρόσβαση υπό τις δεδομένες συνθήκες του έργου και του επείγοντα χαρακτήρα όλων των επεμβάσεων.

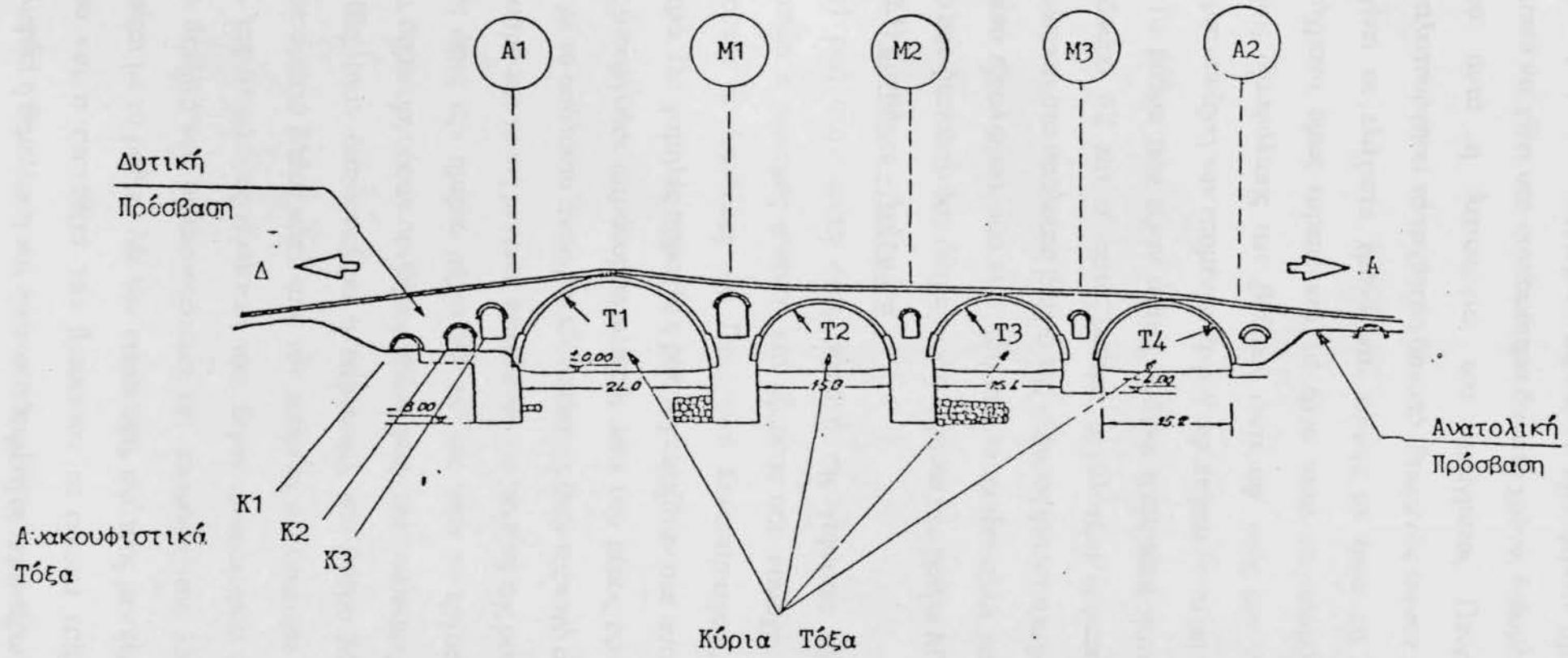
1.1.) Βλάβες στην θεμελίωση

Από τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν, δεν υπήρξε καμία εμφανής ένδειξη βλάβης σε θεμέλια, εκτός από την περίπτωση του βάθρου Μ3, που η υποσκαφή στην περιοχή του ήταν και η αφορμή ανακίνησης του θέματος προστασίας της γέφυρας.

Στο κεφάλαιο αυτό, παραθέτουμε ενδεικτικά στοιχεία (σκαριφήματα και φωτογραφίες) που δίνουν μια σαφή εικόνα της κατάστασης στην περιοχή του βάθρου Μ3 μετά την υποσκαφή.



Υποσκαμμένο βάθρο Μ3



ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ ΓΕΦΥΡΑΣ

2) Άμεση προστασία υποσκαμμένων βάθρων

Τα μέτρα που λήφθηκαν έπρεπε να προσφέρουν άμεση προστασία των βάθρων και αυτό να γίνει στο συντομότερο δυνατό χρόνο, δεδομένου ότι είχε διακοπεί για το σκοπό αυτό η λειτουργία του φράγματος Πουρναρίου και έπρεπε να επαναλειτουργήσει το ταχύτερο δυνατό. Επομένως έπρεπε και η λήψη των αποφάσεων να γίνει σε ελάχιστο χρόνο και επίσης τα έργα να είναι σύντομης διάρκειας. Ταυτόχρονα όμως έπρεπε και τα έργα αυτά να αποτελούν ουσιαστικό μέρος της μόνιμης εξασφάλισης των βάθρων ώστε αφ' ενός μεν να μην παρεμποδίζουν την πραγματοποίηση των επομένων έργων αφ' ετέρου δε να μη γίνουν διπλές δαπάνες.

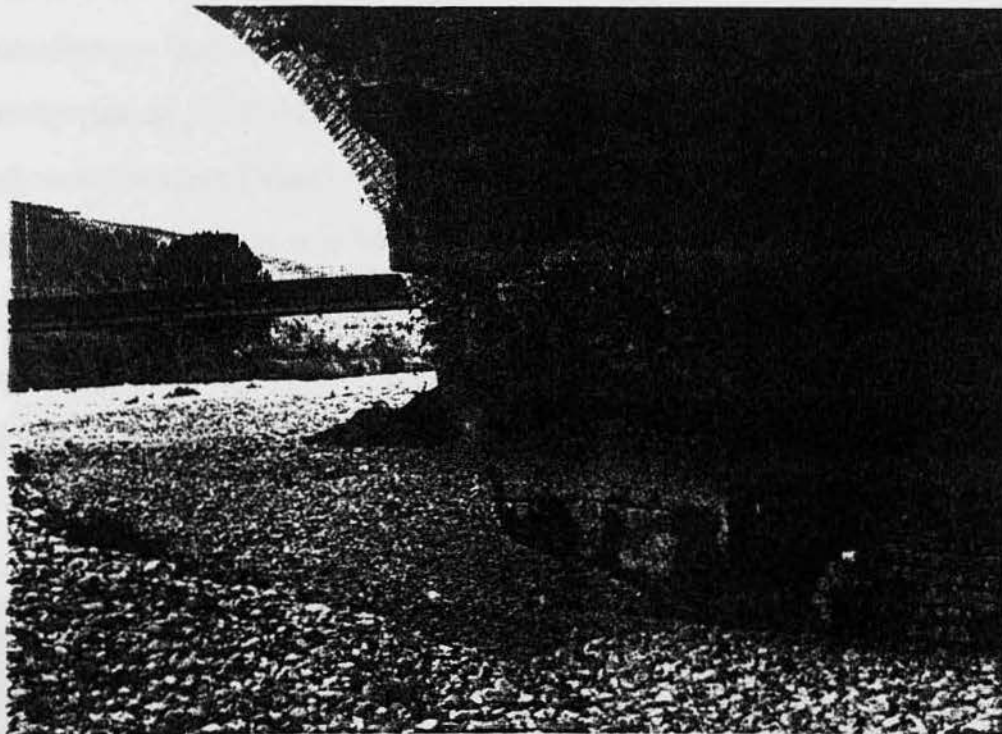
Τα βάθρα που είχαν άμεση ανάγκη επέμβασης ήταν το μεσόβαθρο Μ3 και το ακρόβαθρο Α2 και σ' αυτά δόθηκε μεγαλύτερη έμφαση. Στην ίδια φάση έγιναν εργασίες και στα υπόλοιπα βάθρα της γέφυρας για να επωφεληθούμε την παρουσία του μηχ/κού εξοπλισμού που είχε ήδη κινητοποιηθεί αλλά και να χρησιμοποιήσουμε το χρόνο που διατίθετο όσο διαρκούσε η εργασία στα βάθρα Μ3 και Α2.

2.1) Συνθήκες - Δεδομένα

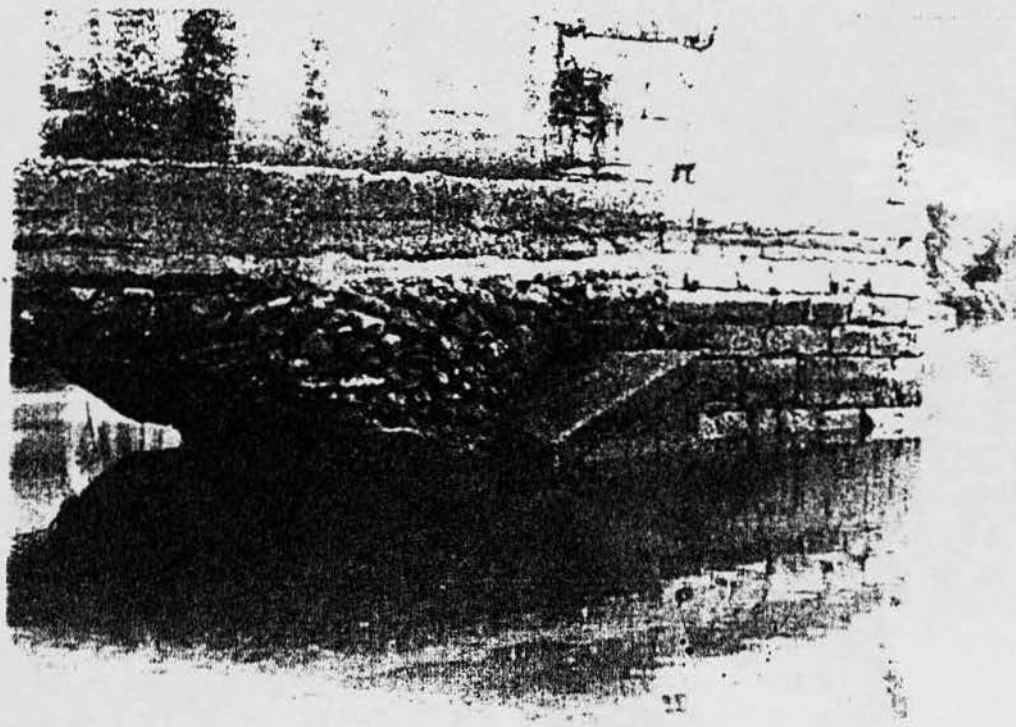
Η ροή στην κοίτη στις περιοχή της γέφυρας, εξαιτίας της καμπύλης που σχηματίζει ο ποταμός ανάντη και έξαρσης που υπάρχει στη δεξιά όχθη (εκεί που βρίσκονται οι Αποθήκες του Γεωργικού Συνεταιρισμού), έχει προτίμηση προς τα αριστερά. Για χαμηλές παροχές η ροή περιοριζόταν στα ανοίγματα Μ2-Μ3, και Μ3-Α2 και δημιουργούσε παράσυρση υλικού, ώστε στο μέρος αυτό να βαθυνθεί η κοίτη σε σχέση με το υπόλοιπο άνοιγμα. Οι ταχύτητες στην περιοχή αυτή ήταν αυξημένες και σε συνδυασμό και με τις μεγάλες εναλλαγές στο μέγεθος της ροής, από τέλεια διακοπή για αρκετές ώρες την ημέρα, μέχρι 500 m³/sec όταν το εργοστάσιο δουλεύει σε πλήρες φορτίο, δημιουργούσαν συνθήκες επιδείνωσης της υποσκαφής προς τα αριστερά.

Ήδη, όταν διαπιστώθηκε η υποσκαφή, στο βάθρο Μ3 είχε αφαιρεθεί εδαφικό υλικό σε αρκετό βάθος κάτω από τον πυθμένα του θεμελίου του βάθρου και σε έκταση 30-40% της επιφάνειας εδράσεώς του. Είχαν αποκαλυφθεί οι ξύλινοι πάσσαλοι κάτω από το θεμέλιο και οι περισσότεροι απ' αυτούς είχαν, λόγω διάβρωσης, πάψει να συνδέονται με το βάθρο. Με την υποσκαφή, αφ' ενός μεν είχε αφαιρεθεί στήριγμα του θεμελίου και η ευστάθειά του βρισκόταν σε οριακά επίπεδα, αφ' ετέρου δε είχε αποκαλυφθεί η θεμελίωση και ήταν εκτεθειμένη σε περαιτέρω διάβρωση από το νερό.

Η έκταση της υποσκάφης περιέβαλε το βάθρο Μ3 και έφθανε μέχρι και το βάθρο Α2, στο οποίο όμως δεν είχε προχωρήσει κάτω από το θεμέλιο. Ίσως αυτό να οφείλεται στην παρουσία συνεκτικού υλικού (αργιλοΐλης) που υπάρχει στη στάθμη θεμελιώσεως του Α2.



Υποσκαμμένο βάθρο Α2



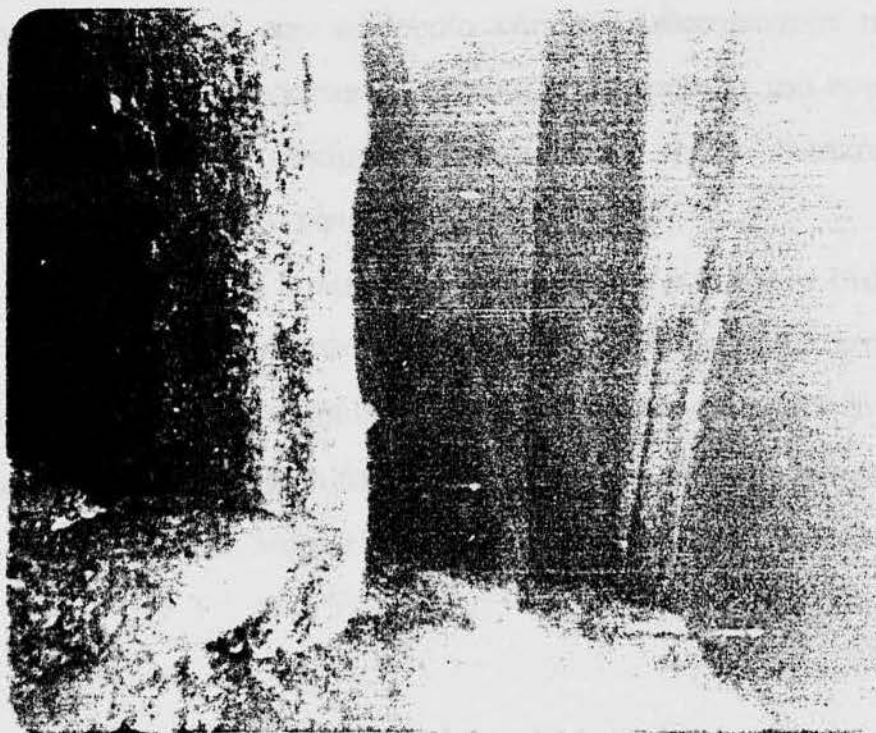
Υποσκαμμένο βάθρο Μ3

Όπως διαπιστώθηκε από τις παρατηρήσεις στις εκσκαφές που έγιναν αργότερα γύρω από τα βάθρα M3 και A2 και από τις λοξές γεωτρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στα υπόλοιπα βάθρα A1, M1, M2 οι στάθμες θεμελιώσεως των βάθρων είναι :

A1 = + 8,00, M2 = + 8,00, M3 = + 11,60, A2 = + 12,50, δηλαδή τα δύο βάθρα M3, A2 είναι θεμελιωμένα σε ψηλότερη στάθμη απ' ό τι τα υπόλοιπα. Στο βάθρο M3 φάνηκαν, κατά την υποβρύχια φωτογράφιση, ξύλινοι πάσσαλοι, αλλά με απροσδιόριστο βαθμό στατικής συνεργασίας με το βάθρο. Στα βάθρα A1, M1, M2, κατά την πραγματοποίηση των γεωτρήσεων, συναντήθηκαν δείγματα ξύλου και ως εκ τούτου πιθανολογείται η ύπαρξη πασσάλων όπως και στο M3, χωρίς απόλυτη βεβαιότητα όμως. Στο βάθρο A2 δεν υπάρχουν ενδείξεις, γιατί ούτε εκσκαφή έγινε κάτω από το θεμέλιο, ούτε έγιναν γεωτρήσεις που να συναντήσουν ξύλα. Όμως είναι πιθανό να υπάρχει παρόμοια κατάσταση και σ' αυτό το βάθρο.



Παλιός ξύλινος πάσσαλος ανασυρόμενος από το βάθρο M3



Υποβρύχια λήψη πασσάλων

2.2) ΥΛΙΚΑ ΚΟΙΤΗΣ

Στην περιοχή της γέφυρας το πάχος των αλλουβίων είναι μεγάλο. Εδαφοτεχνική έρευνα που έγινε στη δεξιά όχθη του ποταμού αρκετά κοντά στη γέφυρα μέχρι βάθος 33,50 μ συνάντησε αλλούβια (14μ. αργιλοίλος) και στη συνέχεια αμμοχάλικα με κροκάλες. Γεώτρηση στο δεξιό ακρόβαθρο έδειξε τουλάχιστον 350 μ. βάθος προσχωσιγενών υλικών.

Τα αποτελέσματα των γεωτρήσεων στην στενή λωρίδα της γέφυρας έχουν σχεδιαστεί σε μηκτομή της γέφυρας υπό κλίμακα 1:200 και φαίνονται στο αντίστοιχο σχέδιο. Διαπιστώνονται από το σχέδιο αυτό τα ακόλουθα :

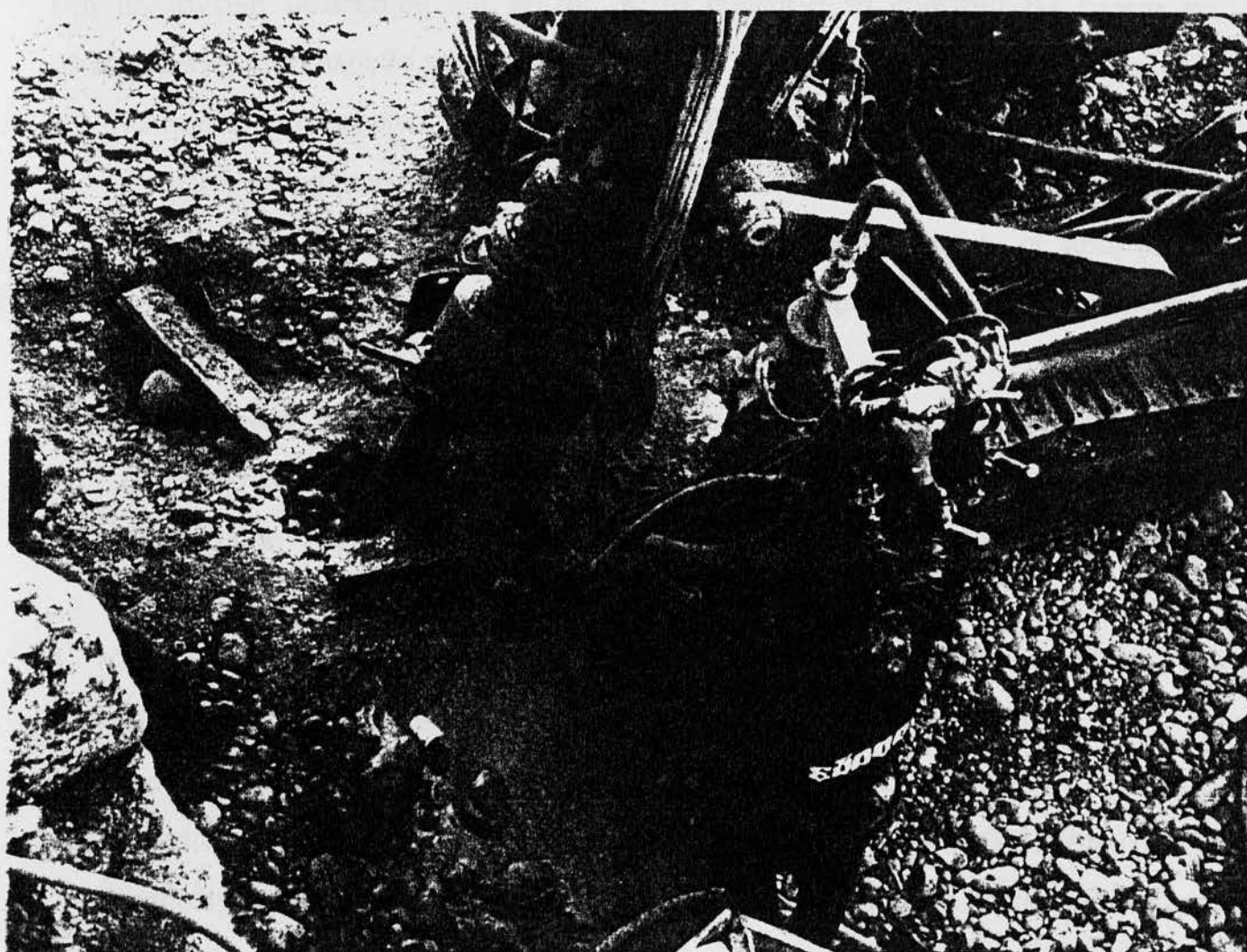
α. Το έδαφος της κοίτης αποτελείται κυρίως από αμμοχάλικο και κροκάλες. Τα υλικά αυτά περιέχουν και αρκετή λεπτόκοκκη φάση (λεπτή άμμος, ιλύς, & άργιλος) που ποικίλλει σε περιεκτικότητα αλλά γενικά είναι μεγαλύτερο σε μεγαλύτερα βάθη και ελλείπει τελείως στις επιφανειακές στρώσεις πάχους 3μ. περίπου.

Κατά θέσεις παρουσιάζονται ενοστρώσεις αποκλειστικά λεπτοκόκκων υλικών (αμμοίλος με άργιλο) που όμως έχουν μικρά σχετικά πάχη τάξεως 1,502,00 μ.

ποικίλλουν και ερμηνεύονται σαν παρουσία κάποιων λιθοστρώσεων που είτε είναι παλαιές κοιτοστρώσεις (για την κατασκευή ή για τη λειτουργία του έργου) είτε είναι υπολείμματα παλαιότερων δοκιμών θεμελιώσεως, είτε τοπικές προεξοχές κατασκευασμένες σύγχρονα με τα υφιστάμενα θεμέλια.

γ. Στις παραπάνω στάθμες, δηλαδή σε βάθος 5,50-6,50 μ. από την στάθμη εργασίας της κοίτης (+15,50÷15,80), διαπιστώθηκαν αρκετά συχνά μεγάλες αντιστάσεις στην εισαγωγή πασσαλοσανίδων και σε ορισμένες θέσεις αρνήσεις στην έμπηξή τους.

Μπορεί κατά συνέπεια να βγει το συμπέρασμα ότι σε τέτοιες θέσεις υπάρχει πυκνό υλικό που είτε είναι χειρόθετοι λίθοι, είτε πυκνά αμμοχάλικα με μεγάλες κροκάλες.



Κατά τη διάρκεια γεώτρησης

δ. Στη δεξιά όχθη πραγματοποιήθηκαν 4 γεωτρήσεις έξω από την κυρίως γέφυρα και σε αρκετή απόσταση. Φάνηκε ότι στην περιοχή αυτή παρουσιάζονται λεπτόκοκα υλικά προσχώσεων με μεγάλο ποσοστό ιλύος και αργίλου. Όμως κάτω από ορισμένο βάθος (12 - 13 μ.) αρχίζουν να παρουσιάζονται πάλι αμμοκροκάλες. Η εικόνα αυτή μπορεί να αποδοθεί ίσως σε παλαιότερη ή ευρύτερη κοίτη του ποταμού (οι υποκείμενες αμμοκροκάλες) που καλύφθηκαν με ιζήματα χαμηλών ταχυτήτων ροής (π.χ. πλημμυρικές κατακλύσεις) που είναι και περισσότερο συνεκτικά.

2.3) Επιλογή συστήματος

Το σύστημα υποθεμελίωσης των βάθρων έπρεπε να εξασφαλίζει τη μάζα του εδάφους κάτω και γύρω από τα βάθρα ώστε να υπάρχει μάζα εδράσεως και αρκετό αντίβαρο περιβάλλοντος για την ασφάλεια έναντι γενικής θραύσεως, στις συνθήκες ροής του ποταμού και με την προοπτική φυσικά της πιθανής διαμόρφωσης του εδάφους στη μελλοντική διεύθετηση της κοίτης. Κατά συνέπεια το σύστημα θα έπρεπε να συγκεντρώνει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- α. Πλήρωση των κενών, που κατά πάσα πιθανότητα είχαν απομείνει κατά την επίχωση, δεδομένου ότι η έκταση των κενών ήταν αρκετά μεγάλη, η θέση τους δεν ήταν άμεσα προσεγγίσιμη από τη θέση διαστρώσεως υλικού, οι υπάρχοντες ξύλινοι πάσσαλοι παρεμπόδιζαν τη διείσδυση των χωμάτων και δεν ήταν δυνατόν να γίνει πλήρης και ελεύθερη συμπύκνωση.
- β. Συμπύκνωση, σύσφιξη και σταθεροποίηση των υλικών που υπήρχαν και αυτών που προστέθηκαν.
- γ. Εξασφάλιση της μάζας των αμμοχαλικών από παράσυρση και υποσκαφή, με κατάλληλο εγκιβωτισμό.
- δ. Ενίσχυση της μάζας στην άμεση επιρροή των θεμελίων για επαύξηση της φέρουσας ικανότητας και αποφυγή υποχωρήσεων.
- ε. Ικανοποιητική σύνδεση του συστήματος με τα βάθρα.
- στ. Ταχεία κατασκευή και αμεσότητα στην ανάπτυξη αντοχών δεδομένου ότι ο διαθέσιμος χρόνος για την εφαρμογή των εργασιών ήταν πολύ περιορισμένος από την ανάγκη να λειτουργήσει το ταχύτερο δυνατό φράγμα Πουρναρίου.

Οι λύσεις που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ήταν, είτε αποκλειστικά με ενέσεις, είτε με συνδυασμούς πασσάλων, μικροπασσάλων και πασσαλοσανίδων.

Λύση ενίσχυσης με ενέσεις αποκλείστηκε εξ αρχής γιατί το μέγεθος των ποσοτήτων ενέματος θα ήταν οπωσδήποτε υπερβολικό, παρ' όλο που δεν ήταν δυνατό να προεκτιμηθεί η έκτασή τους. Η φύση των υλικών (ανοικτή δομή) δεν επέτρεπε το λογικό περιορισμό των ενέσεων ακόμη και εάν χρησιμοποιούνται πολύ δαπανηρά χημικά μίγματα. Η απορρόφηση τσιμεντενέματος, χωρίς αποκατάσταση πίεσης, φάνηκε σε προκαταρκτική δοκιμή σε 3 γεωτρήσεις.

Εξάλλου, όπως είναι γνωστό, στις εφαρμογές τσιμεντενέσεων για σκοπούς σταθεροποίησης, ο βαθμός επιτυχίας δεν μπορεί να προσδιορισθεί παρά σε μικρό βαθμό και μάλιστα μετά την ολοκλήρωση του έργου, ο δε χρόνος για την διεξαγωγή τέτοιας επιχείρησης είναι μεγάλος και δεν μπορεί να συμπυχθεί αφού πραγματοποιείται σε διαδοχικά στάδια.

Λύση πασσάλων μεγάλης διαμέτρου στο αμμοχάλικο της κοίτης παρουσίαζε το μειονέκτημα ότι δεν ήταν εφαρμόσιμη κάτω από τις καμάρες της γέφυρας χωρίς μεγάλες δυσκολίες. Ο χρόνος για την πραγματοποίηση τέτοιων πασσάλων, έστω και με τη χρησιμοποίηση πολλών μηχανημάτων θα ήταν αρκετά μεγάλο, ο χρόνος για την ανάπτυξη αντοχών θα ήταν σημαντικός και η σύνδεση μεταξύ των πασσάλων για στεγανή- επιφάνεια θα ήταν δύσκολη. Βέβαια το κόστος δεν θα ήταν ουσιαστικά διαφορετικό από τη λύση που επιλέχθηκε, η κινητοποίηση των αναγκαίων μηχ/των δεν θα ήταν υπερβολική και η ενόχληση των βάθρων κατά την εκσκαφή των πασσάλων (ασφαλώς μεγάλης διαμέτρου) υποθέτουμε ότι δεν θα ήταν επικίνδυνη.

Εφαρμογή πασσαλοσανίδων παρουσίαζε το πλεονέκτημα της γρήγορης κατασκευής και με άμεση ικανότητα ανάληψης φορτίων, σχετικά καλύτερη σύνθεση στεγανού διαφράγματος και μεγαλύτερη ευκολία λοξής τοποθέτησης, για να παρακαμφθούν τα εμπόδια της ανωδομής. Βέβαια υπήρχε το πρόβλημα της εξεύρεσης του αναγκαίου υλικού.

Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η επιλογή της λύσης έπρεπε να γίνει άμεσα και επομένως βάρυνε η επιθυμία ταχείας εργασίας με λογικό κόστος και δυνατότητα προσαρμογής σε λύσεις μόνιμης ενίσχυσης των βάθρων σε τελικό στάδιο που δεν μπορούσε να καθορισθεί εξ αρχής με λεπτομέρειες.

Συνεκτιμώντας τις παραπάνω παραμέτρους αποφασίστηκε η λύση χρησιμοποιήσεως πασσαλοσανίδων, με σκοπό τον εγκιβωτισμό των βάθρων, σε συνδυασμό με σύστημα τσιμεντενέσεων και ριζοπασσάλων.

2.4 Εγκιβωτισμός βάθρων με περίφραγμα πασσαλοσανίδων

Για την έμπηξη των πασσαλοσανίδων υιοθετήθηκε το σύστημα δονητού και πριν από την έναρξη έγιναν δοκιμαστικές εμπήξεις για να διαπιστωθεί το μέγεθος των δονήσεων και η επιρροή τους στη γέφυρα. Διαπιστώθηκε ότι αυτές ήταν σημαντικές αλλά δεν δημιούργησαν κίνδυνο για την ευστάθεια της γέφυρας.

Το επιθυμητό βάθος έμπηξης για τα βάθρα M3 και A2 έπρεπε να φθάνει μέχρι το +7,00 τουλάχιστον. Κατά την έμπηξη διαπιστώθηκαν ογκόλιθοι από σκυρόδεμα που είχαν κρημνισθεί στην κοίτη από παλιές κατασκευές βάθρων. Επειδή η έμπηξη ήταν αδύνατη, έγινε εκσκαφή και αφαίρεση των ογκολίθων και επανεπίχωση με αμμοχάλικο κοίτης. Το βάθος των πασσαλοσανίδων έφθασε σε στάθμη περίπου +4,50 μ. Στο χώρο κάτω από τη γέφυρα, που δεν ήταν δυνατό να εμπηχθούν κατακόρυφες πασσαλοσανίδες τοποθετήθηκαν, με επικάλυψη, λοξές πασσαλοσανίδες.

Στα βάθρα A1, M1, M2, οι πασσαλοσανίδες εμπήχθηκαν σε στάθμες +5,50 ως +6,50. Στις περιοχές κάτω από τη γέφυρα, στις περισσότερες πλευρές των βάθρων, δεν ήταν δυνατή η έμπηξη πασσαλοσανίδων σε μεγάλο βάθος, γιατί συναντήθηκαν λιθοδομές (όπως φαίνεται στις διερευνητικές γεωτρήσεις) ή πυκνές μεγάλες κροκάλες ή λίθοι (που θα μπορούσαν να ερμηνεύσουν την άρνηση έμπηξης).

Οι θέσεις των πασσαλοσανίδων ορίστηκαν ώστε να απέχουν το ελάχιστο δυνατό από τα βάθρα, όσο επέτρεπαν τα υπερκείμενα εμπόδια, στην προσέγγιση του πασσαλομπήχτη.

Οι πασσαλοσανίδες που χρησιμοποιήθηκαν βρέθηκαν (σε πρώτη φάση που κάλυψαν το πρόφραγμα και το βάθρο M3) στην Ελληνική αγορά και για τις υπόλοιπες έγινε εισαγωγή από το εξωτερικό (με αυτές καλύφθηκαν τα βάθρα A1, A2, M1, M2). Οι πασσαλοσανίδες είχαν πλάτη 0,45μ. και 0,60μ. και είχαν διατομή με βάρος 120 έως 135 kg/m² και με ροπές αντιστάσεως $W_x \geq 1600 \text{ cm}^3/\text{m}$. Οι διατομές αυτές χρησιμοποιήθηκαν για να είναι εμπήξιμες στις συνθήκες των αμμοχαλικών. Στο μεγαλύτερο μέρος τους οι σανίδες είναι «συρταρωμένες», εκτός των περιοχών που αυτό δεν ήταν δυνατό, όπως στις θέσεις αλλαγών κλίσης, που εκεί έγινε απλή επικάλυψη.

Στα πλευρά των βάθρων, όπου υπάρχει το σύστημα των λοξών πασσαλοσανίδων, τα κενά που υπάρχουν στο επάνω μέρος θα καλυφθούν με το σκυρόδεμα της περιμετρικής δοκού (κάλυμμα) που θα περιβάλλει τα βάθρα.

Δεδομένου ότι η τελικά διαμορφωμένη κοίτη θα είναι σε στάθμη χαμηλότερη από τη στάθμη της κορυφής των πασσαλοσανίδων θα αποκοπεί το προεξέχον τμήμα και θα διαμορφωθεί η ζώνη ανάμεσα στις πασσαλοσανίδες και τα βάθρα. Βάση της λειτουργίας του κιβωτίου που διαμορφώθηκε με τις πασσαλοσανίδες, ήταν να εγκιβωτισθεί το έδαφος κάτω και γύρω από τα βάθρα για να είναι δυνατή η πλήρωση των κενών και η σχετική σταθεροποίηση του εδάφους και επί πλέον να προστατέψει τη μάζα κάτω από τα θεμέλια από παράσυρση υλικού ένεκα της ροής.

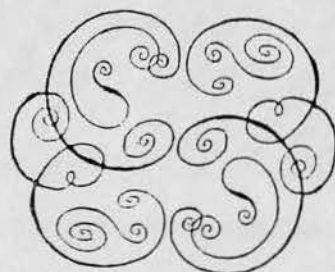
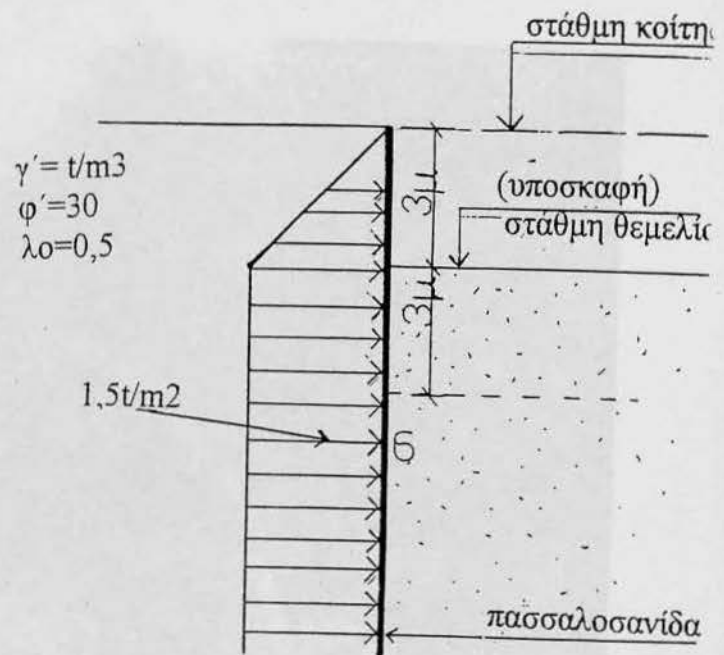
Παρόλο που αποτελεί προϋπόθεση για το σχεδιασμό των έργων η εξασφάλιση του εδάφους της κοίτης έναντι υποσκαφής, κάνουμε ένα στοιχειώδη έλεγχο κάμψης των πασσαλοσανίδων για περίπτωση υποσκαφής 3,0μ. αγνοώντας την ακαμψία του εγκιβωτισμένου σκυροδέματος και της μάζας του βάθρου, απλά για να φανεί η επάρκεια των σανίδων.

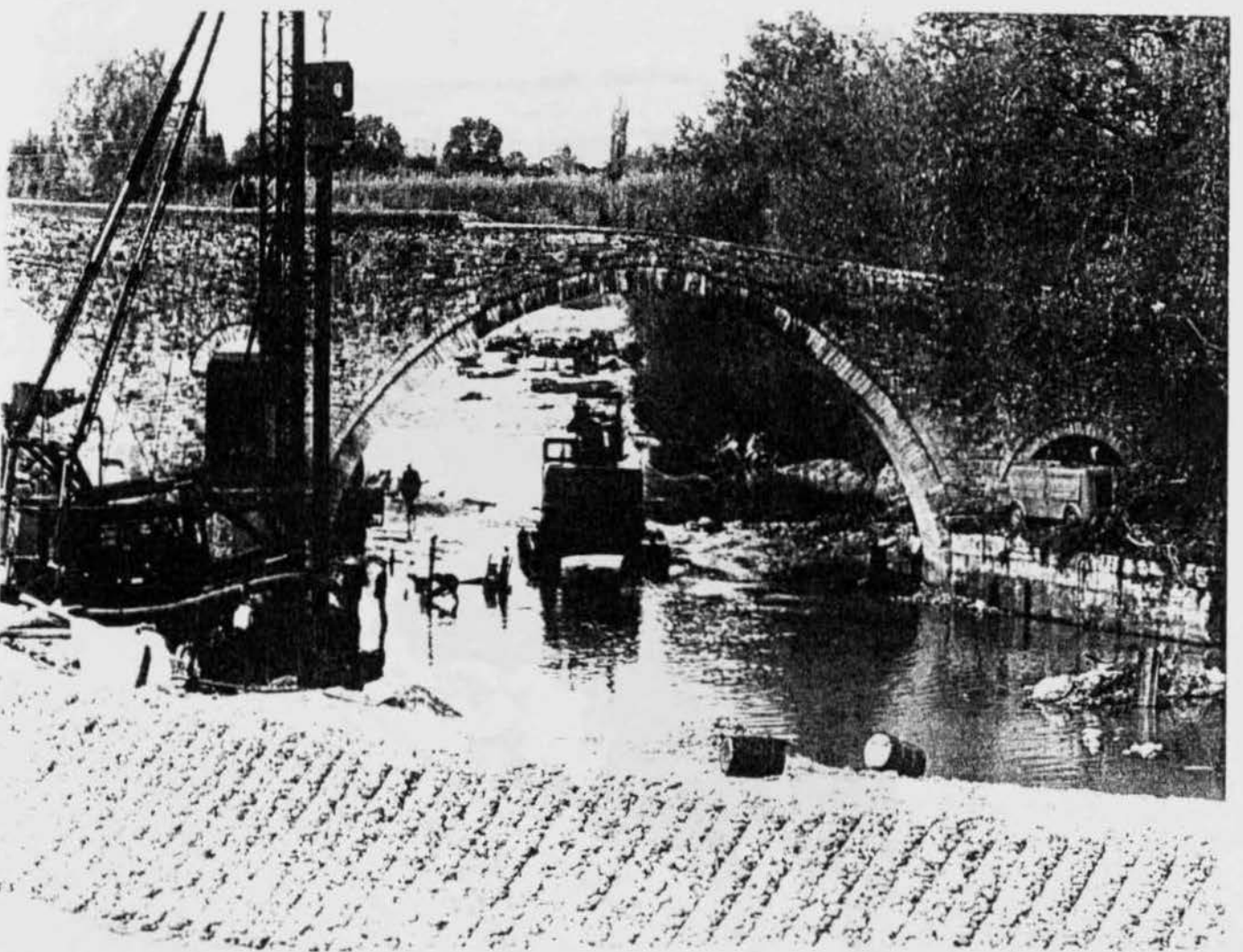
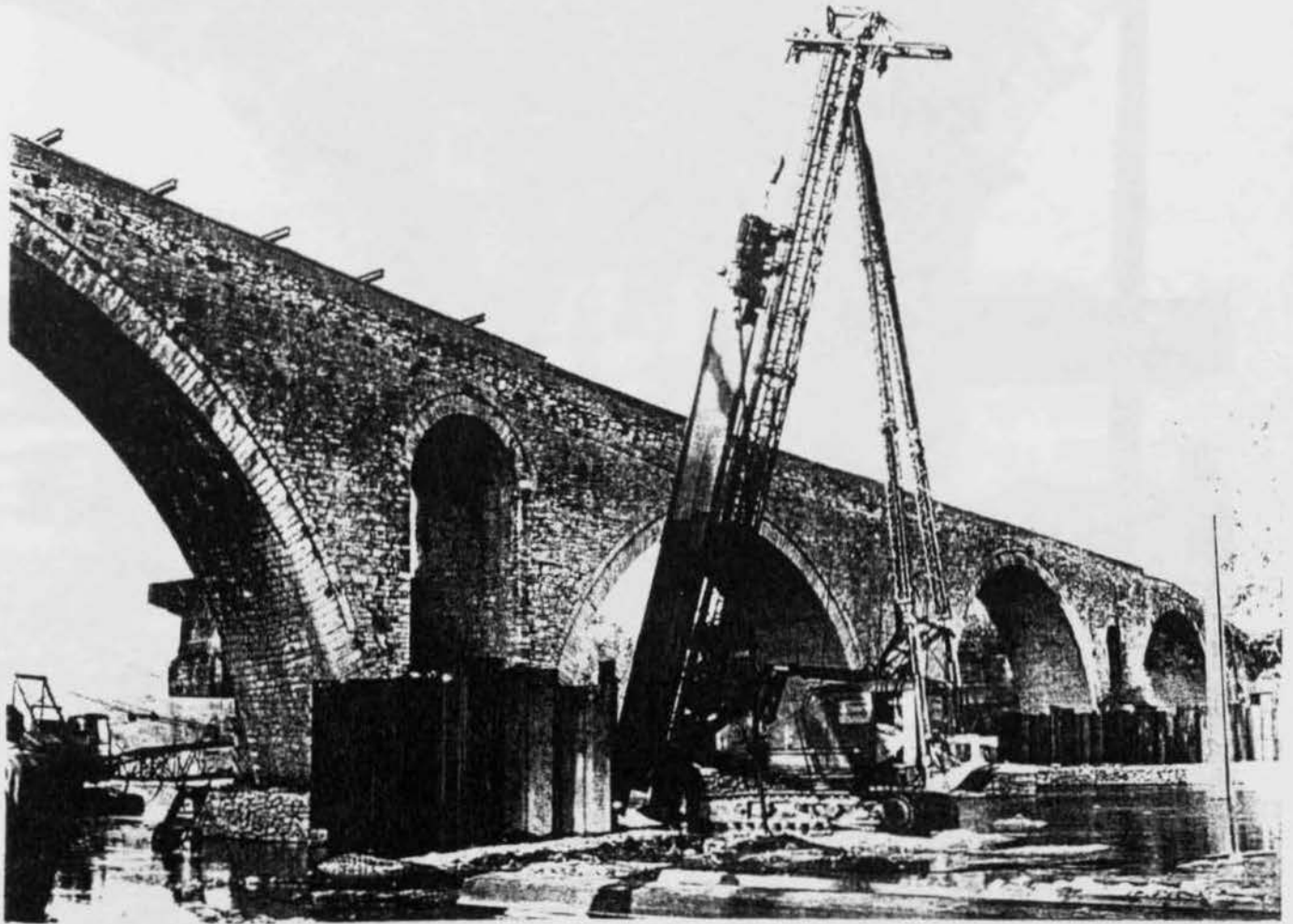
Ροπές πασσαλοσανίδων
στις θέσεις 3 και 6

$M_3 = 2,25 \text{ tm/m}$
 $M_6 = 9,00 \text{ tm/m}$

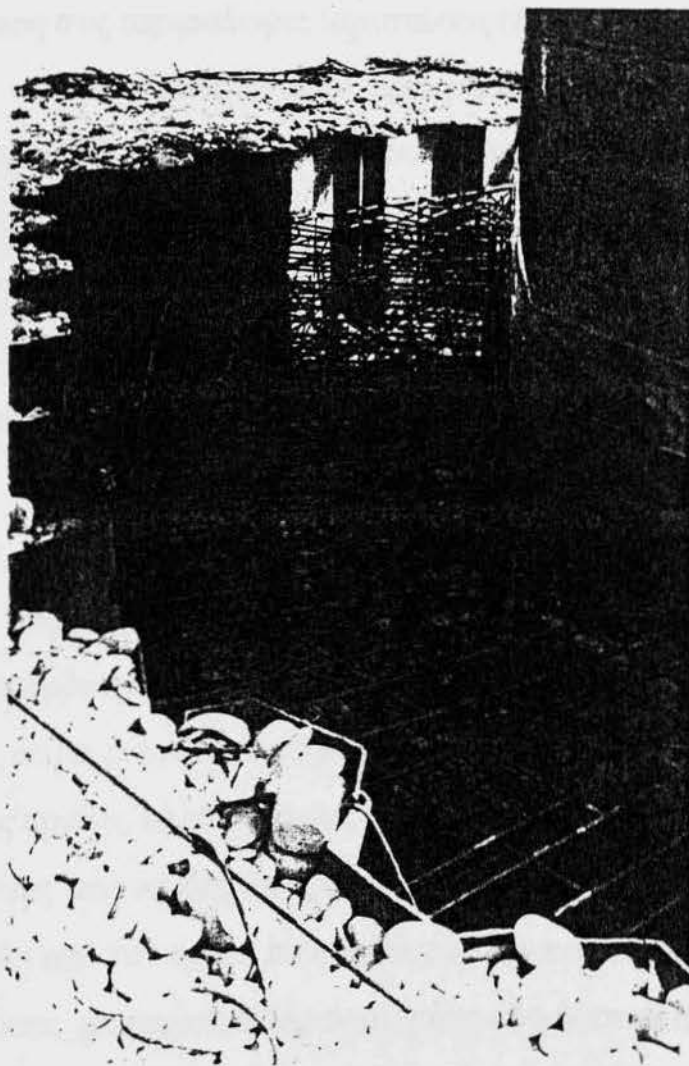
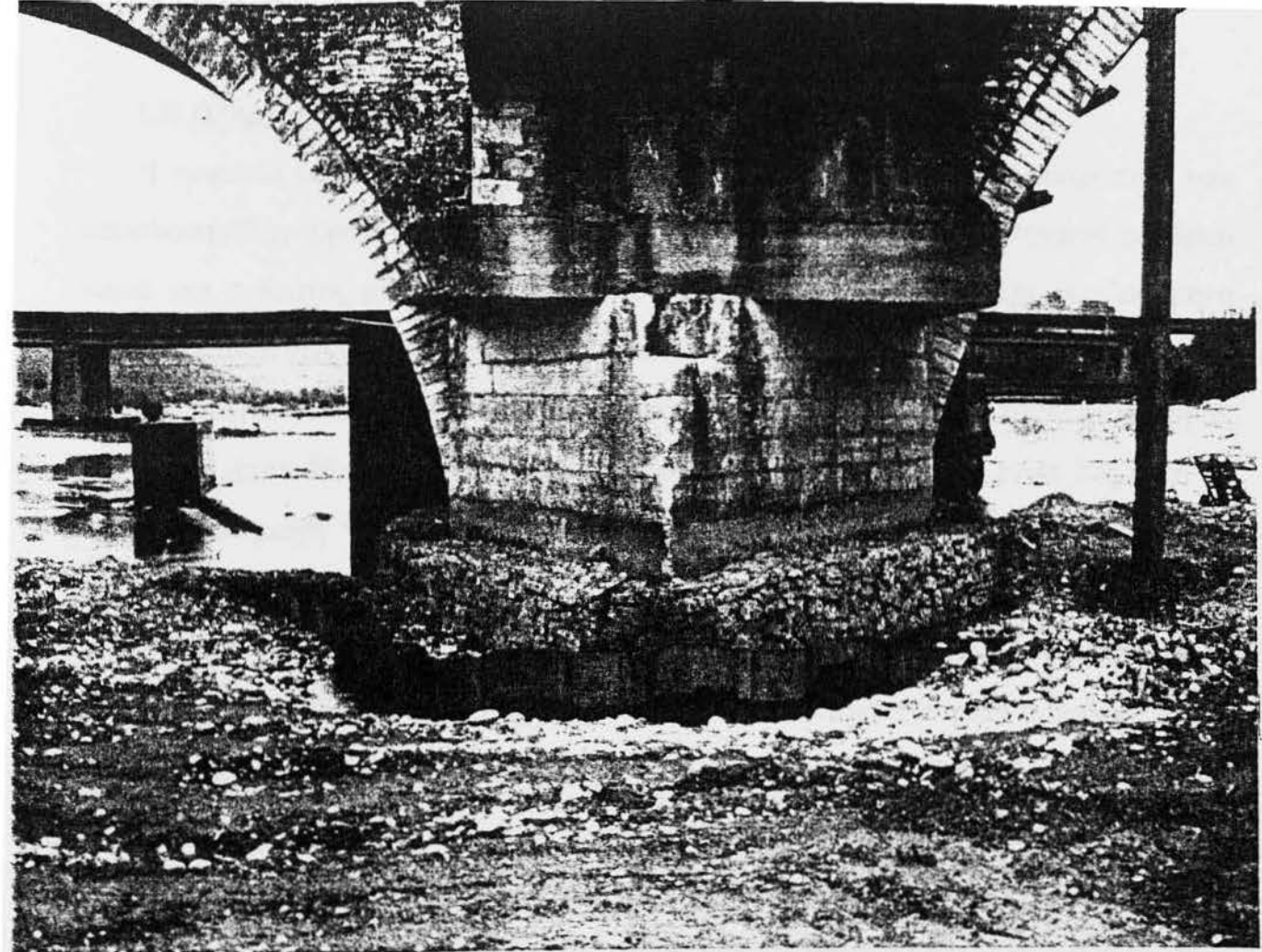
$W_{ap} = \frac{900000 \text{ kg.cm}}{1200 \text{ kg/cm}^2} = 750 \text{ cm}^3/\text{m}$

Χρησιμοποιήθηκαν πασσαλοσανίδες με $W > 1600 \text{ cm}^3/\text{m}$





Εμπηξη πασσαλοσάνιδων



Πασσαλοσανίδες γύρω απ' το θεμέλιο Μ3

2.5) Πλήρωση κενών - Ενίσχυση εδάφους

Η εργασία πλήρωσης-σταθεροποίησης του εδάφους μέσα στο «κιβώτιο» των πασσαλοσανίδων έγινε σε δυο στάδια. Το πρώτο στάδιο περιέλαβε έγχυση χονδρού υλικού και ενέματος με μεγάλο ιξώδες. Το δεύτερο στάδιο περιέλαβε συνδυασμένη κατασκευή τσιμεντενέσεων και ριζοπασσάλων.

Στο πρώτο στάδιο πλήρωσεων διανοίχθηκαν τρύπες και τοποθετήθηκαν σωλήνες PVC με διάμετρο 99,4/110 χλσ. Η τοποθέτηση των σωλήνων αυτών έγινε λοξά και με στόχο την περιοχή του βάρους M3 όπου υπήρχε πιθανότητα να υπάρχουν κενά μεγάλων διαστάσεων. Μέσα από τους σωλήνες αυτούς διοχετεύθηκε χονδρό μίγμα με σύνθεση 100 χγρ. τσιμέντο, 150 χγρ. άμμο και 35 χγρ. νερό και με ταυτόχρονη ανάσυρση των σωλήνων. Στις 8 διατρήσεις που έγιναν διοχετεύθηκαν συνολικά 4,4 μ³ μίγματος που περιείχαν 3,6 τον. τσιμέντο. Στη συνέχεια διανοίχθηκαν οπές και τοποθετήθηκαν σωλήνες PVC, εσωτερικής διαμέτρου 49,6 χλσ. Μέσα απ' αυτούς εισπύεσθη μίγμα με σύνθεση 150 χγρ. τσιμέντο, 100 χγρ. άμμου, 85 χγρ. νερό και 0,5 χγρ. sikament (ρευστοποιητικό). Σε 14 τρύπες διοχετεύθηκε μίγμα 7 μ³, με 6,15 τον. τσιμέντο. Η σωλήνωση στις περισσότερες περιπτώσεις έβγαινε από την πίεση της ένεσης.

Στο δεύτερο στάδιο διανοίχθηκαν γεωτρήσεις διαμέτρου 4'' στις οποίες τοποθετήθηκαν μεταλλικοί σωλήνες με εξωτερικές ελαστικές βαλβίδες (manchettes) σε πυκνότητα 3 τεμάχια /μ.μ. Οι σωλήνες αυτοί ήταν μεταλλικοί, διατομής 42/48,4 χλσ. και είχαν σκοπό να αποτελέσουν οδηγό για τις τσιμεντενέσεις και ταυτόχρονα να παραμείνουν σαν μέρος του οπλισμού των ριζοπασσάλων. Οι τσιμεντενέσεις πραγματοποιήθηκαν μέσω συστήματος παρεμβύσματος που απομόνωνε κάθε φορά 1 βαλβίδα. Έγιναν καταρχήν τσιμεντενέσεις σε σειρά γεωτρήσεων πρώτης προτεραιότητας (I) και τοποθετώντας το παρέμβυσμα σε αποστάσεις ανά 1 μ. Ακολούθησαν οι τσιμεντενέσεις στις γεωτρήσεις δεύτερης προτεραιότητας (II), τοποθετώντας το παρέμβυσμα (Packer) πάλι σε αποστάσεις 1μ. Ακολούθησε σε όλες τις γεωτρήσεις δεύτερη σειρά ενέσεων τοποθετώντας το παρέμβυσμα σε ενδιάμεσες θέσεις διαφορετικές από τις πρώτες, αλλά πάλι ανά 1μ. Σκοπός των διαδοχικών αυτών φάσεων ενέσεων ήταν αφ' ενός μεν να δημιουργηθούν εμφράξεις σε οδούς διαφυγής και αφ' ετέρου να διαπιστωθεί από τον τρόπο συμπεριφοράς των ενέσεων η επιτυχία τους.

Στις τσιμεντενέσεις χρησιμοποιήθηκαν μίγματα που βασικά είχαν σύνθεση 50 χγρ. τσιμέντο και 33,5 χγρ. νερό. Στα μίγματα της τελευταίας φάσης προστέθηκε 1 χγρ.

Intracrete (διογκωτικό). Σε συνολικό μήκος 570 μ. περίπου (διάτρητο μέρος) απορροφήθηκαν μίγματα με συνολική ποσότητα τοιμέντου 119.000 χγρ.

Κατά τη διάρκεια των ενέσεων καταγραφόταν η πίεση στην κορυφή κάθε τρύπας. Διαπιστώθηκε, από τη σύγκριση πιέσεων και απορροφήσεων στα επόμενα και στο τελικό στάδιο, ότι επιτεύχθηκε σε ικανοποιητικό βαθμό η πλήρωση των κενών. Επί πλέον διαπιστώθηκε, όταν η πίεση της ενέσεως ξεπέρασε τις 8 at, ότι συνέβη ανύψωση του βάρους σε ελάχιστο αλλά αισθητό μέγεθος. Οι πιέσεις των ενέσεων περιορίστηκαν σε επίπεδα 5-7 at.

Μετά το τέλος των ενέσεων οι μεταλλικοί σωλήνες πληρώθηκαν με τοιμεντοπολτό και εισήχθη ράβδος οπλισμού \varnothing 26 St III.

Στις εργασίες που θα ακολουθήσουν στη Β' Φάση των έργων, στα υπόλοιπα βάθρα A1, M1, M2, προβλέπονται μόνον τοιμεντενέσεις και ριζοπάσσαλοι και σε διάταξη μικρότερης έκτασης από αυτές των βάθρων M3, A2, επειδή το βάθος θεμελιώσεως είναι αρκετά μεγαλύτερο κι το εδαφικό υλικό είναι αρκετά πυκνότερο.

2.6) Χωματοουργικά προσωρινής προστασίας

Κατ' αρχήν ήταν απόλυτα αναγκαίος ο έλεγχος της ροής του νερού, δηλαδή της λειτουργίας του Υδροηλεκτρικού Σταθμού του φράγματος Πουρναρίου. Κατ' αρχήν έπρεπε η παροχή της ροής να περιορισθεί σε 100÷120 m³/sec για να είναι εργάσιμος ο χώρος στα βάθρα M3 και A2 και για να μην κατακλυσθούν με νερά ανάντη περιοχές όπου υπάρχουν εγκαταστάσεις και ιδιοκτησίες. Επί πλέον όμως έπρεπε να διακοπεί για ορισμένα διαστήματα η ροή του ποταμού για να μπορέσουν να γίνουν εργασίες μέσα στην κοίτη του.

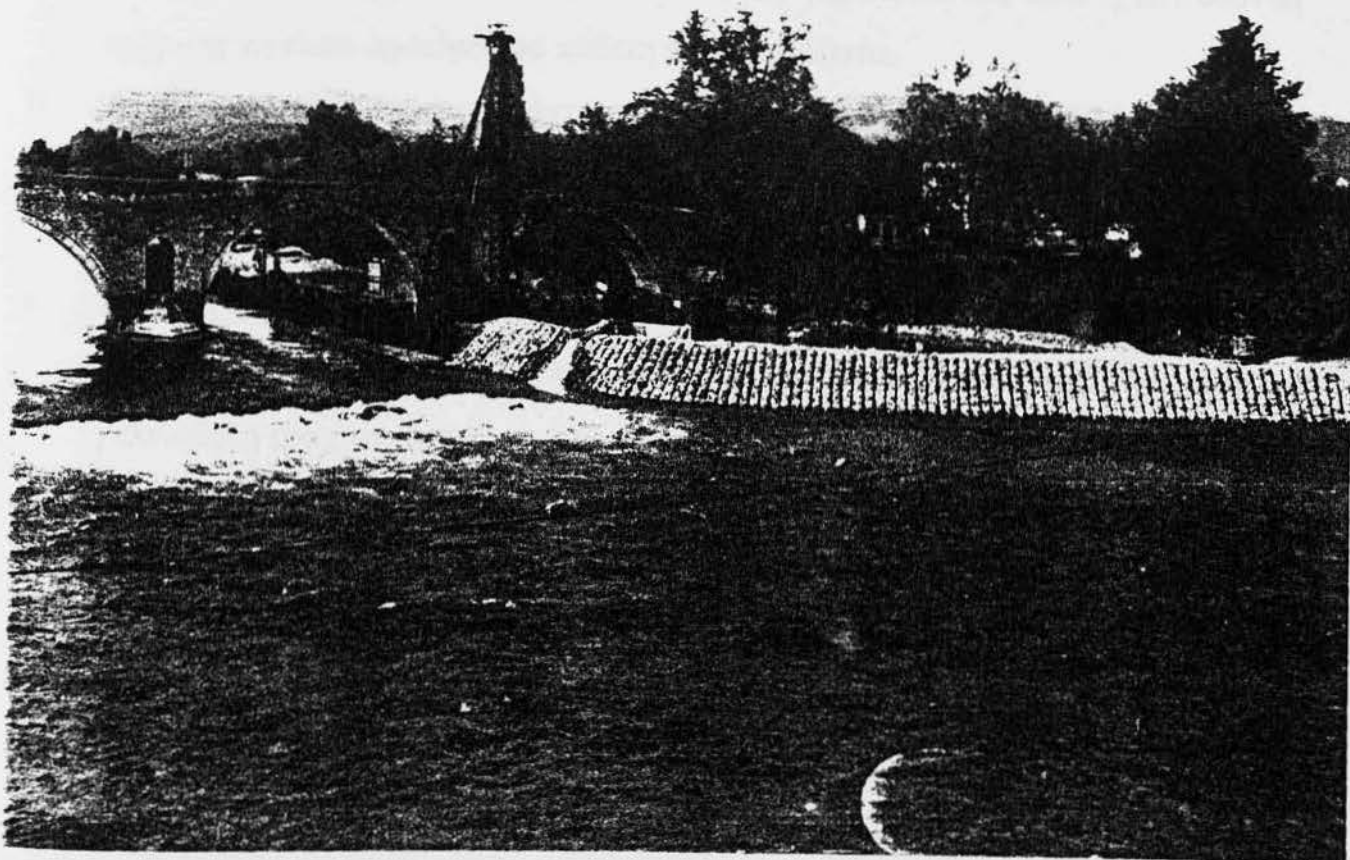
Είχε προηγηθεί γενική διαμόρφωση της κοίτης σε υψόμετρο +15,00 περίπου, σε όλο το πλάτος του ποταμού και σε μήκος 250 μ. ανάντη και 120μ. κατάντη της γέφυρας. Για το σκοπό αυτό έγιναν αλλού εκσκαφές κι αλλού επιχώσεις (στα χαμηλά σημεία) και σε ύψος μέχρι 3,50μ. Για να απομονωθεί η περιοχή των βάθρων M3, A2 κατά τη διάρκεια ροής του νερού, δημιουργήθηκαν προστατευτικά αναχώματα και προσωρινό πρόφραγμα πασσαλοσανίδων.

Το δάπεδο της κοίτης στην δεξιά πλευρά επενδύθηκε με συρματοκιβώτια πάχους 0,50 μ. και επίσης επενδύθηκαν με συρματοκυλίνδρους (σακκούλες) τα πρανή των αναχωμάτων. Η κοίτη στην περιοχή των βάθρων M3, A2 δεν επενδύθηκε.

Μετά την αποξήλωση των προσωρινών αναχωμάτων καταστράφηκαν οι συρματοκύλινδροι στο αριστερό μέρος. Κατά τις εργασίες εμπήξεως πασσαλοσανίδων στα βάθρα A1, M1, M2, από την κίνηση των βαριών ερπυστριοφόρων μηχανημάτων καταστράφηκαν τα συρματοκιβώτια κοίτης. Πάντως διαπιστώθηκε ότι η διαγωγή των συρματοκιβωτίων, πριν καταστραφούν, ήταν πολύ καλή. Στην τελική διεύθετηση της κοίτης, που διαμορφώνεται σε χαμηλότερη στάθμη, θα απομακρυνθούν όλα τα υλικά των προσωρινών μέτρων που έχουν απομείνει.



Χωματουργικά προσωρινής εργασίας



Χωματουργικά προσωρινής εργασίας

3) Μόνιμα έργα διευθέτησης της κοίτης

Μετά το πέρας των εργασιών στα βάθρα Μ3 - Α2 παρόλο που το θέμα μας δεν είναι η υδραυλική αντιμετώπιση του προβλήματος περιέχει αναπόφευκτα και υδραυλικές ρυθμίσεις που είναι απαραίτητες για τη μόνιμη εξασφάλιση των βάθρων της παλιάς γέφυρας αλλά και της κοίτης που αποτελεί το φυσικό χώρο της λειτουργίας των βάθρων αυτών. Έτσι έχει ξεχωριστή σημασία να επιδιωχθεί όχι μόνο η σταθεροποίηση της κοίτης για αποφυγή υποσκαφών αλλά ακόμη και η κανονικοποίηση της ροής για την αποφυγή λοξής προσβολής των βάθρων. Έτσι για την αποφυγή των παραπάνω σκόπιμο ήταν να κατασκευαστούν ορισμένα μόνιμα έργα στην κοίτη του ποταμού.

3.1) Βασικές γραμμές σχεδιασμού των μόνιμων έργων

Τα μόνιμα έργα διευθέτησης της κοίτης σχεδιάζονται με τις ακόλουθες βασικές κατευθύνσεις:

α. Η στάθμη της κοίτης στη γέφυρα διαμορφώνεται επίπεδη, σε υψόμετρο +14,50.

- β. Η κατά μήκος κλίση της κοίτης διαμορφώνεται σε 2⁰/οο.
- γ. Οι όχθες της κοίτης στα ανάντη του ποταμού εξομαλύνονται, ώστε η κατεύθυνση της ροής να είναι ομοιόμορφα κάθετη προς τον άξονα.
- δ. Το πλάτος της κοίτης στα ανάντη της γέφυρας διαμορφώνεται με πλάτος περίπου όσο της γέφυρας. Βέβαια το ελεύθερο πλάτος είναι μεγαλύτερο αφού δεν παρεμβάλλονται βάθρα.
- ε. Η κοίτη στο περιβάλλον των δύο γεφυρών (παλιά και νέα) επενδύεται ώστε να εξασφαλισθούν τα υλικά από παράσυρση, να κανονικοποιηθεί η μορφή της και να βελτιωθεί η τραχύτητά της.
- στ. Δημιουργούνται υπόγεια διαφράγματα κατάντη των δυο γεφυρών, για την συγκράτηση υλικών έναντι παρασύρσεως.
- ζ. Κατασκευάζονται ανάντη σειρά χαλινών (ουδοί), για συγκράτηση.
- η. Επενδύονται τα πρανή στις όχθες.

3.2) Έργα εξασφάλισης της κοίτης περί τη γέφυρα

3.2.1) Έκταση της περιοχής έργων

Η περιοχή στην οποία εκτείνονται τα έργα αρχίζει περίπου 300μ. ανάντη της παλιάς γέφυρας και μέχρι 50μ. κατάντη της νέας.

Η κοίτη επενδύεται 80μ. ανάντη της παλιάς γέφυρας, σε όλο το μήκος μεταξύ της παλιάς και νέας γέφυρας κι 50μ. κατάντη της νέας γέφυρας.

Είναι απαραίτητη η προστασία της κοίτης και στην περιοχή της νέας γέφυρας γιατί όπως προαναφέρθηκε έχει διαπιστωθεί υποσκαφή γύρω από τα μεσόβαθρά της.

3.2.2) Κανονικοποίηση κοίτης

Για την αποφυγή της λοξής κατεύθυνσης της ροής, που οφείλεται στην καμπύλη του ποταμού ανάντη της γέφυρας αλλά και στην παρουσία έξαρσης στη δεξιά όχθη, γίνεται κανονικοποίηση της κοίτης.

Από την αριστερή όχθη αφαιρούνται υλικά και στη νέα θέση της διαμορφούμενης όχθης δημιουργείται προστατευτικό επίχωμα με στέψη περίπου στο +20,00 (Στάθμη κοίτης σ' αυτή τη θέση -+15,00).

Τα αφαιρούμενα υλικά χρησιμοποιούνται για την επίχωση του βαθιού κοιλώματος της δεξιάς όχθης μέχρι τη στάθμη επίσης +20,00 περίπου, όπου και

διαμορφώνεται πρανές ύψους της τάξεως των 5μ. Το υλικό της επίχωσης θα διαστρωθεί κατά ζώνες και με συμπύκνωση ώστε να αποκτήσει πυκνότητα τουλάχιστον 95%κατά proctor.

3.2.3) Χαλινοί (ουδοί) και επένδυση πρανών

Ανάντη της γέφυρας σε αποστάσεις ανά 50μ. περίπου κατασκευάζονται υπόγειοι χαλινοί από συρματοκιβώτια, διατομής 1,00x1,00μ. και εγκάρσια καθ' όλο το πλάτος της κοίτης.

Τα παρανή των οχθών επενδύονται με κυλινδρικά συρματοκιβώτια (σακκούλες) διαμέτρου 0,70μ. και μήκους μέχρι 6,0μ. Στη βάση των πρανών τοποθετούνται ορθογωνικά συρματοκιβώτια σε κλιμακωτή διάταξη.

3.2.4) Επένδυση κοίτης

Η επένδυση της κοίτης προτιμήθηκε να γίνει με ορθογωνικά συρματοκιβώτια. Εξετάστηκε η περίπτωση να γίνει με έγχυτο σκυρόδεμα ή με προκατασκευασμένα στοιχεία τύπου ARMOFLEX (προσυναρμολογημένα στρώματα συμπλεγμένων στοιχείων σκυροδέματος) ή FABRIFORM (ενισχυμένα γαιοϋφάσματα πληρούμενα με σκυρόδεμα). Οι λύσεις αυτές αποκλείστηκαν γιατί το κόστος θα ήταν μεγαλύτερο, το αισθητικό αποτέλεσμα θα ήταν χειρότερο και η ανθεκτικότητα τους όχι (σημαντικά τουλάχιστον) μεγαλύτερη παρ' όλο που η τραχύτητα της διατομής ασφαλώς θα ήταν μικρότερη. Η επισκευή της κοιτόστρωσης με συρματοκιβώτια θα είναι ευχερής αλλά οπωσδήποτε, όπως και για κάθε άλλη λύση, θα είναι απαραίτητο να γίνεται τακτική επιθεώρηση της κατάστασης της κοίτης.

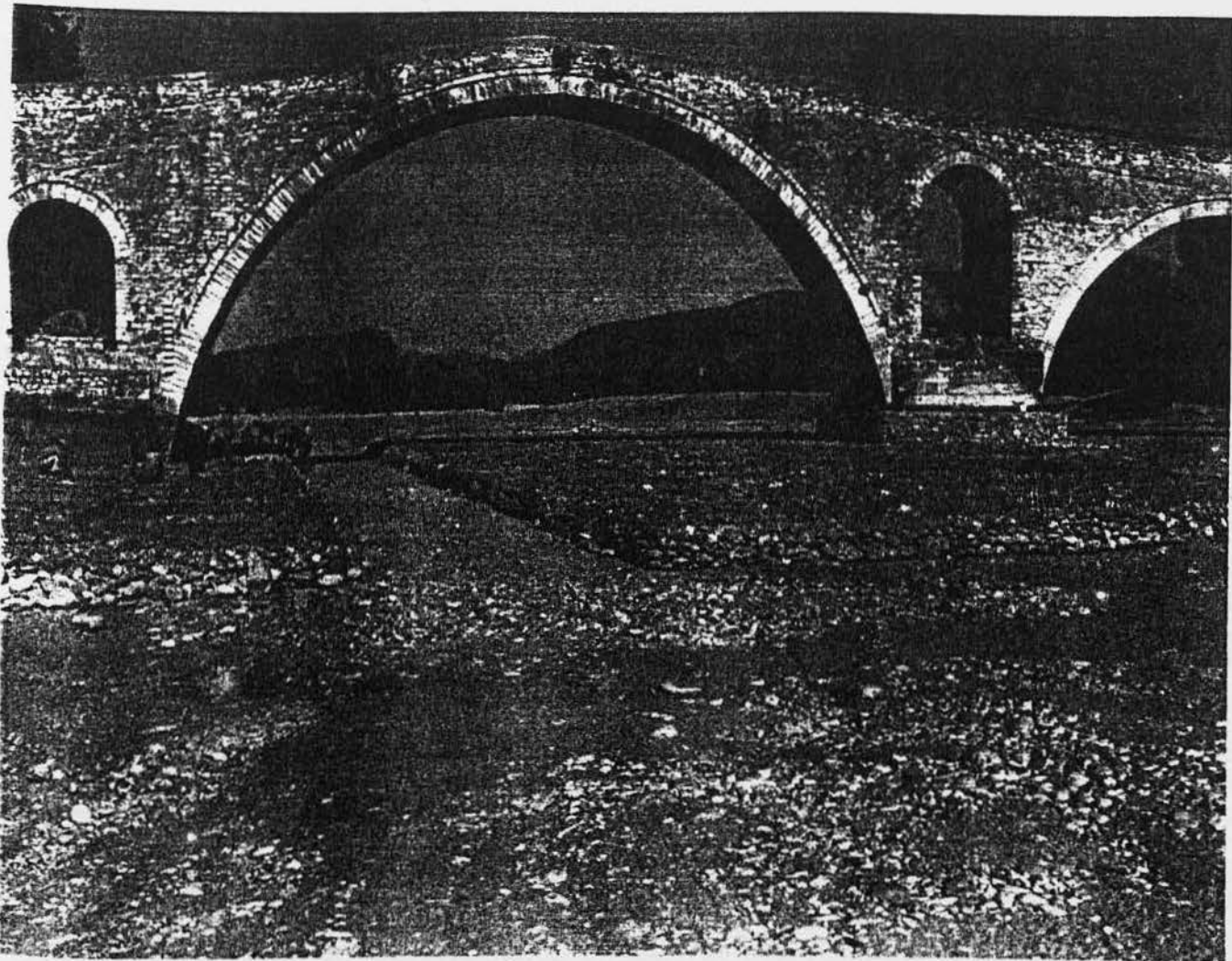
Τα συρματοκιβώτια κατασκευάζονται σύμφωνα με την υπάρχουσα προδιαγραφή του ΥΔΕ, με σύρματα γαλβανισμένα διαμέτρου 3mm και για τη ραφή 2mm τουλάχιστον.

Στο μεγαλύτερο μέρος τους τα συρματοκιβώτια της κοίτης έχουν πάχος 1,00μ. σε δύο στρώσεις 0,50μ. και κάθε μια και σε διαστάσεις κιβωτίων 4,0 x 1,00 x 0,50μ., ώστε να είναι δυνατή η αποκατάσταση τμημάτων σε περίπτωση φθοράς. Ειδικά στην περιοχή της παλιάς γέφυρας, σε ζώνη πλάτους 20μ. (2x10μ.) τα συρματοκιβώτια έχουν πάχος 1,50μ. σε δύο στρώσεις 0,75μ. η κάθε μια και με κιβώτια διαστάσεων 3 x 0,75 x 0,75.

Προς τα ανάντη, επεκτείνεται η επένδυση με ζώνη απλής στρώσεως 0,5μ. (κιβώτια διαστάσεων 4,0 x 1,0 x 0,5).



Επένδυση της κοίτης με συρματοκιβώτια



Επένδυση της κοίτης με συρματοκιβώτια

3.2.5) Διάφραγμα πασσαλοσανίδων

Στην περιοχή της γέφυρας προς τα κατάντη και σε απόσταση περίπου 1,50μ. από τη γέφυρα γίνεται έμπηξη σειράς πασσαλοσανίδων σε βάθος 4μ. Οι πασσαλοσανίδες αυτές δεν θα προεξέχουν καθόλου από την επιφάνεια, αντίστροφα είναι 0,20μ. περίπου βαθύτερα, τοποθετούνται δε ανάμεσα στα πασσαλοφράγματα των βάθρων.

Σκοπός τους είναι η συγκράτηση του επιφανειακού υλικού της κοίτης. Θα χρησιμοποιηθούν οι πασσαλοσανίδες που έχουν περισσέψει από την α' φάση των εργασιών.

3.2.6) Έγχυτο διάφραγμα σκυροδέματος

Κατάντη της νέας γέφυρας, σε απόσταση 50μ. (15μ. από τα άκρα των βάθρων της) κατασκευάζεται έγχυτο υπόγειο διάφραγμα σκυροδέματος, πάχους 0,60μ. και βάθους 7,00μ. Το διάφραγμα κατασκευάζεται σε όλο το πλάτος της κοίτης.

Ο κορμός του διαφράγματος οπλίζεται ελαφρά, με διπλή εσχάρα \varnothing 10/20. Και στην κορυφή κατασκευάζεται συνδετήρια δοκός.

3.2.7) Πλήρωση πασσαλοφραγμάτων βάθρων νέας γέφυρας

Τα κενά μέσα στα πασσαλοφράγματα των βάθρων της νέας γέφυρας θα καθαρισθούν και θα πληρωθούν με λίθους και κροκάλες, ελάχιστων διαστάσεων 10 εκ.

3.2.8) Έλεγχοι - Συντήρηση

Αποτελεί βασική προϋπόθεση για την ασφάλεια της γέφυρας η αδιατάρακτη διατήρηση της κοίτης στα διαμορφούμενα υψόμετρα. Κατά συνέπεια επιβάλλεται ο τακτικός έλεγχος της κατάστασης των έργων, ιδίως αυτών που βρίσκονται στην άμεση περιοχή της γέφυρας και η επισήμανση φθορών. Τα ευαίσθητα σημεία είναι κυρίως στα συρματοκιβώτια του δαπέδου της κοίτης και η λιθεπένδυση και το σκυρόδεμα προστασίας γύρω από τα βάθρα. Φυσικά ενδιαφέρει περισσότερο η περιοχή κοντά στη γέφυρα, αλλά φθορά μπορεί να προκληθεί και με διαδοχική επέκταση από άλλα σημεία.

Είναι χρήσιμο η Υπηρεσία να είναι εφοδιασμένη με συρμάτινα πλέγματα και να έχει τη δυνατότητα άμεσης επέμβασης διορθώσεων.

Εξυπακούεται ότι στις κανονικές επιθεωρήσεις θα ελέγχεται η κατάσταση και των λοιπών στοιχείων των έργων, όπως η ομαλότητα της επιφάνειας, η κατάσταση των επενδύσεων στις όχθες κ.α.

II. Ανωδομή

Αφού πραγματοποιήθηκαν οι εργασίες που αφορούσαν την υποθεμελίωση και αποκατάσταση των βάθρων της γέφυρας και τη διευθέτηση της κοίτης του ποταμού, περάσαμε στη δεύτερη φάση των εργασιών που έχει σαν στόχο την αποκατάσταση των βλαβών της ανωδομής της γέφυρας.

1) Αποτύπωση βλαβών

Οι κυριότερες βλάβες στην ανωδομή της γέφυρας είναι οι εξής παρακάτω :

1.1) Περιοχή ακροβάθρου A1

Θραύση του τόξου της 2^{ης} ανακουφιστικής καμάρας και έντονη κατακόρυφη μετακίνηση εκατέρωθεν της ρωγμής. Η καμάρα έχει «χτιστεί» σε εποχή που δεν έχει προσδιοριστεί, όμως το διάφραγμα έχει ρηγματωθεί διαγώνια. Ρωγμή παράλληλη σ' αυτή του διαφράγματος, εμφανίζεται και στο τυμπανο πάνω από την 2^η ανακουφιστική καμάρα, και συνοδεύεται από εγκάρσια παραμόρφωση του τοίχου του τυμπάνου. Η περιοχή αυτή, φαίνεται να είναι η διαχωριστική της ανακατασκευής τμήματος της γέφυρας.

Θραύση του τόξου της 1^{ης} ανακουφιστικής καμάρας και κατακόρυφη μετακίνηση. Η ρωγμή συνεχίζεται στο εσωτερικό της καμάρας ακολουθώντας το ίχνος του τοίχου του τυμπάνου. Η καμάρα ήταν υποστυλωμένη το 1942 και το 1955 και δεν ήταν το 1962.

Άμεση σχέση με την προηγούμενη βλάβη πρέπει να έχει το σύστημα των ρωγμών μεταξύ της 1^{ης} ανακουφιστικής καμάρας και του μεγάλου τόξου.

Όλες οι ρωγμές είναι διαμπερείς και εντονότερη είναι αυτή στο εξωράχιο του μεγάλου τόξου που εμφανίζεται σε παλιές φωτογραφίες. Πριν από το 1955 το εύρος της ρωγμής αυτής, ήταν της τάξεως των 10mm, ενώ σήμερα είναι περίπου 16mm.

1.2) Κλειδα μεγάλου τόξου

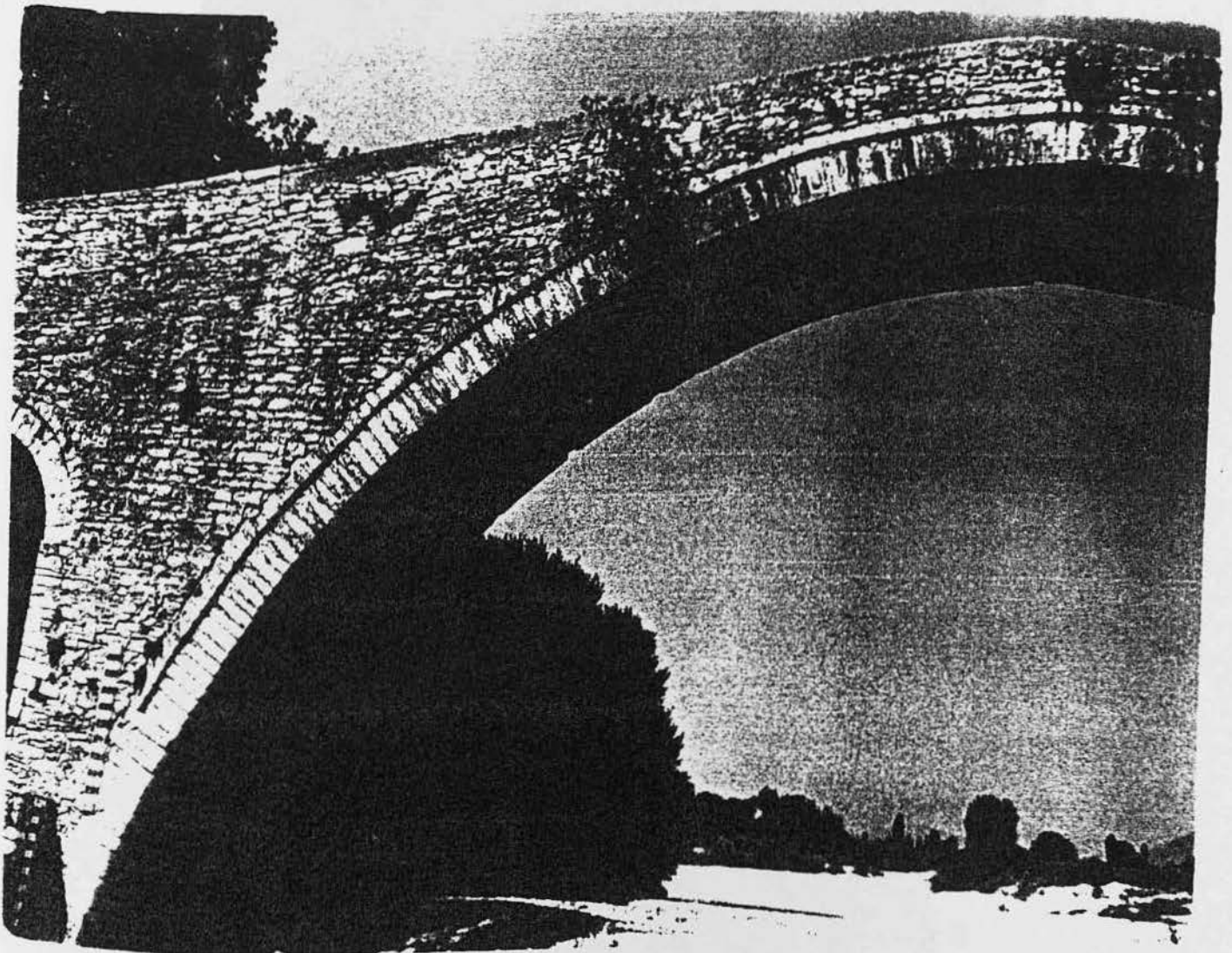
Όπως φαίνεται στις φωτογραφίες, είναι εμφανής η βλάβη στην κλειδα, που συνίσταται σε μια έντονη ρωγμή στο εξωράχιο και σύνθλιψη με μερική αποφλοιώση στο εσωράχιο. Η ρωγμή συνεχίζεται σ' ολόκληρο το ύψος του τυμπάνου και του στηθαίου, με τρόπο που δείχνει ότι η ρωγμή στο τόξο έγινε πριν από την κατασκευή του στηθαίου, ενώ το αίτιο της ρωγμής, εξακολούθησε να υπάρχει και μετά.

1.3) Περιοχή ακροβάθρου A2

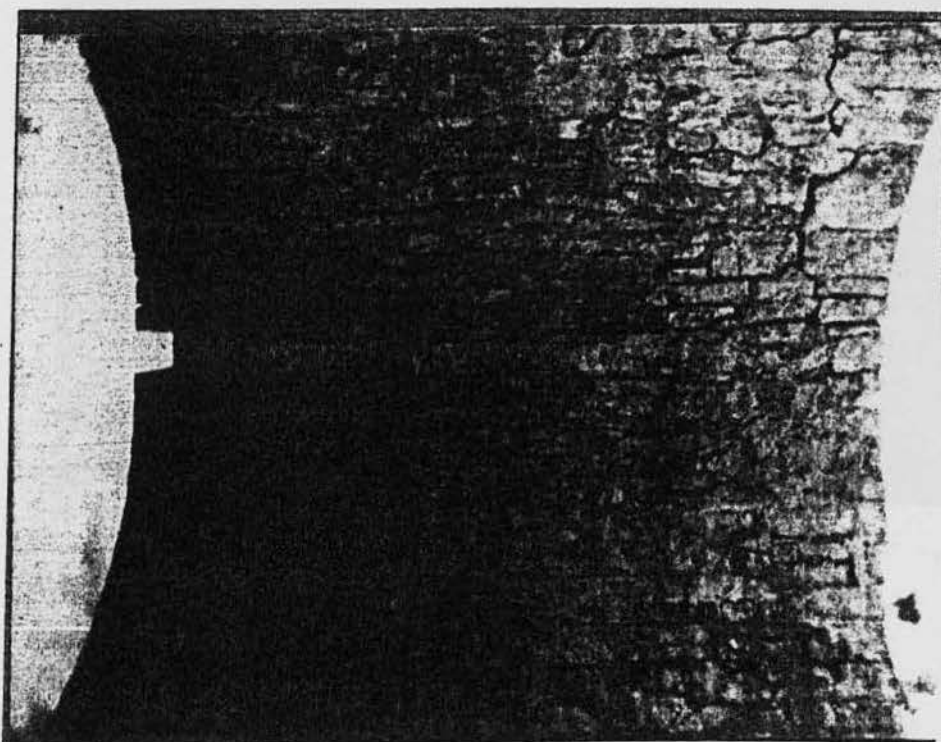
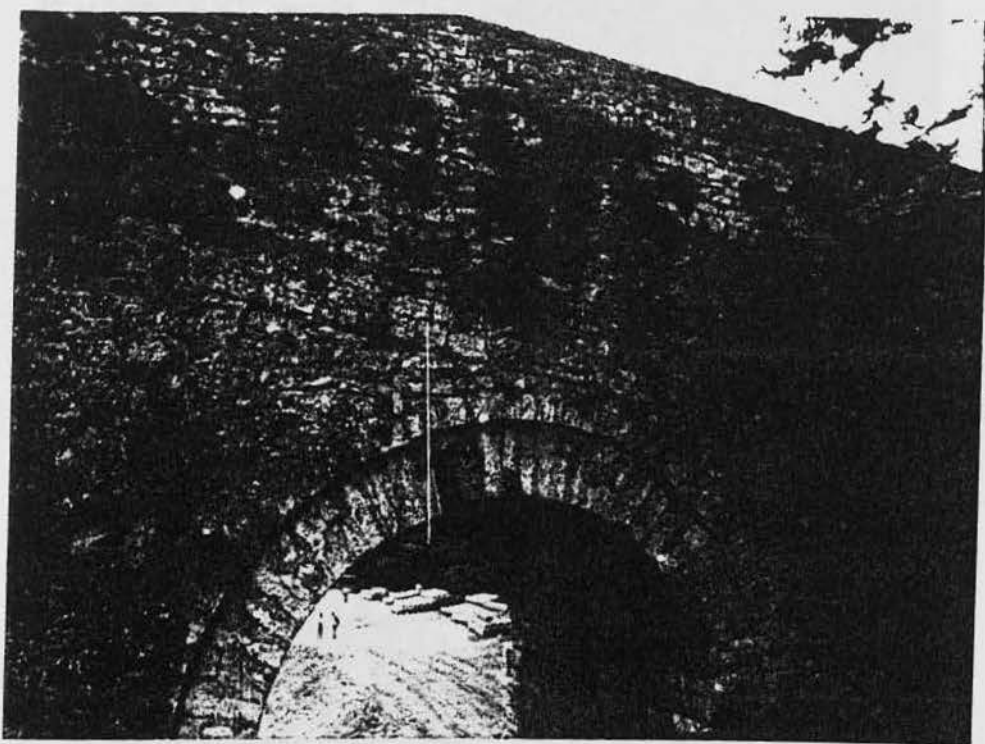
Οι βλάβες είναι παρόμοιες με τις βλάβες του ακροβάθρου A1.

1.4) Τόξα

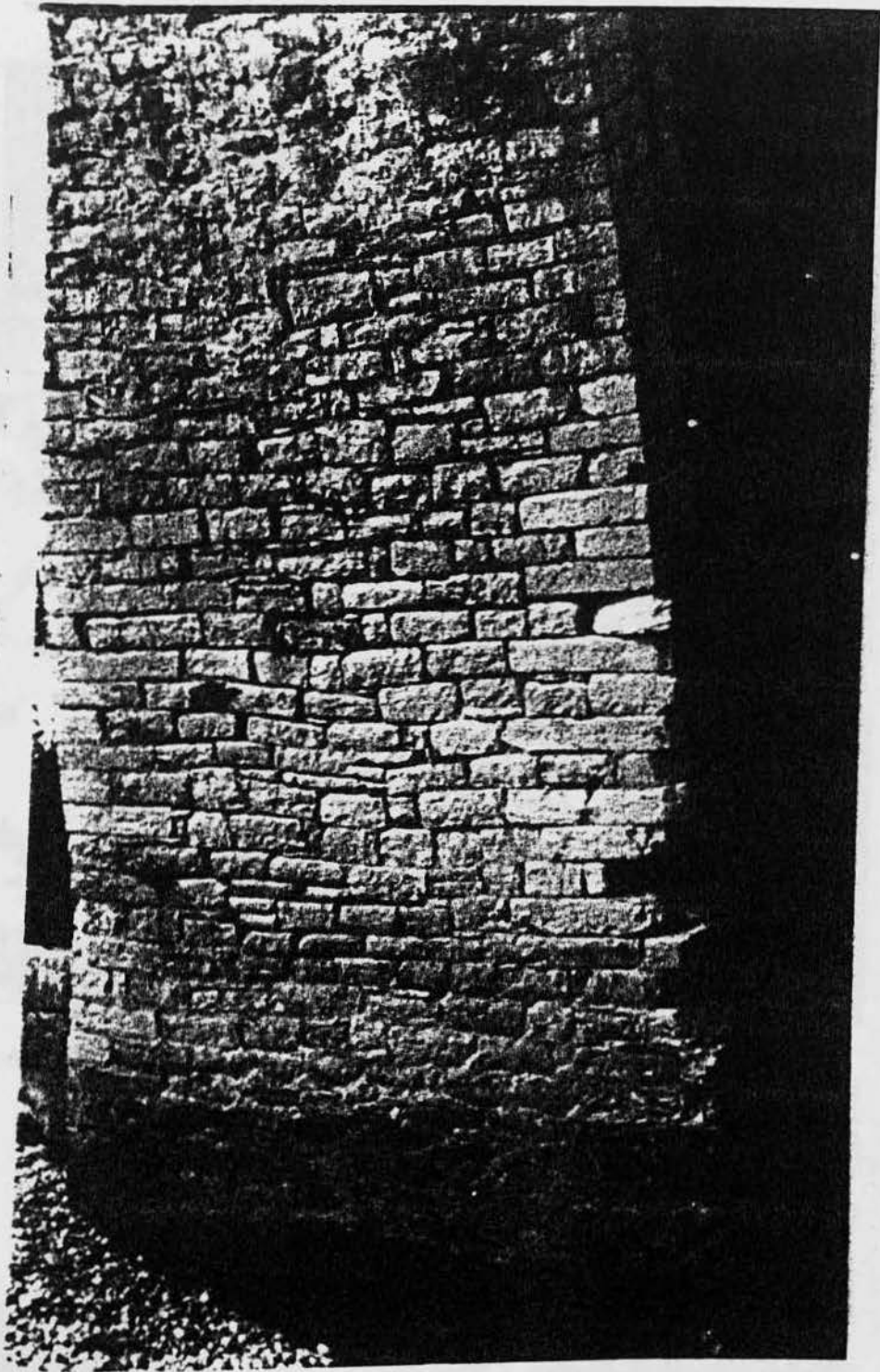
Οι βλάβες που εμφανίζονται στα τόξα, είναι ελαφρύτερες από τις προηγούμενες και συνίστανται σε μικρού εύρους ρωγμές στο εξωράχιο (κυρίως στην περιοχή του βάθρου Μ3), απόπλυση του κονιάματος σε συνδυασμό με τριχοειδείς ρωγμές σε περιοχές βρεχόμενες από την ροή και σποραδικές ρωγμές μικρού εύρους στην τοιχοποιία των τρυμπάνων.



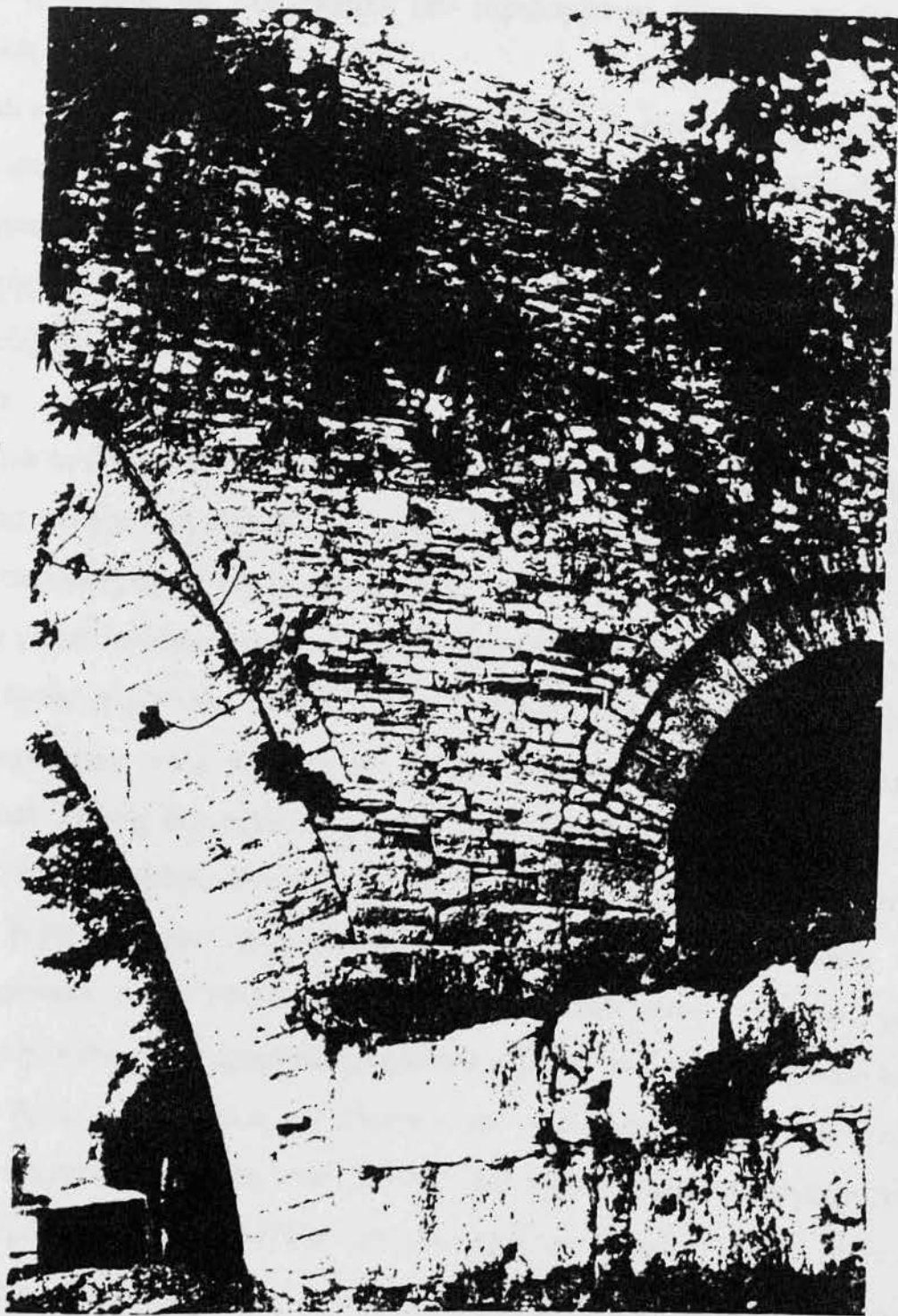
Ρωγμές στο ακρόβαθρο Α1 και στην κλειδα του μεγάλου τόξου



Η θράυση της 1ης ανακουφιστικής καμάρας στο ακρόβαθρο Α1



Το εσωράχιο του μεγάλου τόξου κοντά στη γέφυρα
Χαλάρωση και απόπλυση του κονιάματος



Ακρόβαθρο Α2. Βλάβες παρόμοιες με το ακρόβαθρο Α1

2) Ερμηνεία βλαβών

Η ερμηνεία των βλαβών απορρέει από τις παρατηρήσεις που έγιναν παράλληλα με τις αποτυπώσεις και από τον σχολιασμό των αποτελεσμάτων του ελέγχου της στατικής λειτουργίας που φυσικά δεν περιλαμβάνει φθορά από τον χρόνο ή τις καιρικές συνθήκες.

Δεν υπάρχουν μαρτυρίες ούτε για τον χρόνο ούτε για τον τρόπο ή τα αίτια εμφανίσεως βλαβών. Έμμεσες μαρτυρίες μπορούν να θεωρηθούν οι συγκρίσεις φωτογραφιών ή παλιών σχεδίων της γέφυρας, ενώ προφορικές διηγήσεις κατοίκων της περιοχής, έδωσαν (ασαφείς) πληροφορίες διηγήσεις κατοίκων της περιοχής, έδωσαν (ασαφείς) πληροφορίες για πρόσφατα περιστατικά που δεν επηρέασαν σημαντικά τη γέφυρα.

Από τη σύγκριση των φωτογραφιών, προέκυψαν στοιχεία, όχι για την ερμηνεία, αλλά για την χρονική εξέλιξη των ρωγμών, με χαρακτηριστικό παράδειγμα την ρωγή μεταξύ ακροβάθρου A1 και μεγάλου τόξου.

Το γενικό συμπέρασμα από την εξέταση όλων των διατιθεμένων στοιχείων, είναι ότι δεν έχουν εμφανισθεί βλάβες που να υποδηλώνουν κάποια έκτακτη υπερφόρτιση της γέφυρας (π.χ. πολύ βαρύ όχημα στο κατάστρωμά της ή υδραυλικές πιέσεις από πλημμύρα). Επίσης δεν φαίνεται πιθανή η συμβολή σεισμού στην ανάπτυξη ρωγμών ενώ είναι πιθανή η λόγω σεισμού διεύρυνση ή επέκταση προϋπαρχουσών ρωγμών.

Η γέφυρα, όπως και οι συνήθεις κατασκευές από λιθοδομή, έχουν το χαρακτηριστικό, ότι οι θλιπτικές τάσεις που αναπτύσσονται είναι πολύ χαμηλές σε σχέση με την αντοχή των χρησιμοποιούμενων υλικών. Έτσι στην περίπτωση της Παλιάς γέφυρας Άρτας, η ανάλυση με ηλεκτρονικό υπολογιστή, έδωσε υπό «κανονικές» συνθήκες φορτίσεως, μέγιστη τάση 34 KM/CM^2 (στην κλείδα του μεγάλου τόξου) και τάσεις μικρότερες από 13 KM/CM^2 στις περιοχές των βάθρων. Είναι λοιπόν δύσκολο, να παρουσιαστούν προβλήματα αστοχίας από θλίψη ενώ είναι πολύ εύκολο να δημιουργηθούν ρωγμές λόγω εφελκυσμού. Υπάρχει όμως πάντα η ευχέρεια ανακατατάξεων του φορέα και εξεύρεση νέας θέσεως ισορροπίας του συστήματος μετά από την ανάπτυξη εφελκυστικών ρωγμών, χωρίς να υπάρχει κίνδυνος από την ανακατανομή των θλιπτικών τάσεων. Κάτι τέτοιο φαίνεται ότι έχει συμβεί στην κλείδα του μεγάλου τόξου, όπου η ανάπτυξη μεγάλης ρωγμής στο εξωράχιο, συνοδευόταν από

συγκέντρωση μεγάλων τάσεων στο εσωράχιο, τοπική θλιπτική θραύση περιορισμένης εκτάσεως και ισορροπία σε νέα θέση.

Η πιο εύλογη υπόθεση για την ερμηνεία των ρωγμών της γέφυρας είναι ότι σε διάφορες φάσεις της ζωής του έργου, έχουν συμβεί μετακινήσεις των θεμελίων που είχαν ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη εφελκυστικών ρωγμών στον δύσκαμπτο φορέα της γέφυρας. Οι αναλύσεις έδειξαν ότι για οποιονδήποτε λογικό, ως προς τη θέση και το μέγεθος, συνδυασμό μετακινήσεων των θεμελίων, αναπτύσσονται εφελκυστικές τάσεις, μεγαλύτερες απ' αυτές που μπορεί να παραλάβει η λιθοδομή, σε χαρακτηριστικές θέσεις της ανωδομής, οι περισσότερες από τις οποίες συμπίπτουν με θέσεις διαπιστωμένων βλαβών.

Πλήρης αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης δεν μπορεί να γίνει, γιατί ήδη η αφετηρία όλων των συνδυασμών φορτίσεων, η κατάσταση υπό το ίδιο βάρος της γέφυρας και «κανονικές» συνθήκες θεμελιώσεως, είναι υποθετική. Δεν είναι γνωστή η σειρά επιβολής των φορτίων, (ιστορικό κατασκευής) και η αντίστοιχη εξέλιξη των καθιζήσεων των θεμελίων. Στο ιστορικό της κατασκευής κρύβονται ενδεχομένως οι αιτιολογήσεις βλαβών σε κάποιες περιοχές για τις οποίες υπάρχουν σχετικές ενδείξεις. Η μια απ' αυτές είναι η περιοχή K_1-K_2 για την οποία υπάρχει η ένδειξη κατασκευής σε διαφορετικό χρόνο.

Η δεύτερη είναι η περιοχή του μεγάλου τόξου από την γένεση στο A_1 μέχρι την κλείδα. Η κλίση της γένεσης ως προς την κατακόρυφη δεν μπορεί να αποδοθεί σε κατασκευαστικό λάθος, ενώ μπορεί να είναι αποτέλεσμα στροφής του θεμελίου στο στάδιο κατασκευή πριν ή κατά τη διάρκεια κατασκευής του μεγάλου τόξου. Είναι μάλλον σίγουρο ότι «στροφή» έγινε πριν από την κατασκευή του περυγοτοίχου.

Τέτοιου είδους στροφή στη γένεση, κατά την επικρατούσα και στη βιβλιογραφία άποψη, συνεπάγεται αυτό ακριβώς που διαπιστώνεται στο μεγάλο τόξο : πολύ μικρές ρωγμές στο εσωράχιο λίγο πιο πάνω από τη γένεση και μεγάλη ρωγή στο εξωράχιο στην κλείδα. Έμμεση συνέπεια είναι και η αποκόλληση του τόξου από το τύμπανο, που στην περιοχή αυτή είναι πολύ έντονη (μια από τις σοβαρότερες βλάβες της γέφυρας).

Η υπόθεση της στροφής στο στάδιο της κατασκευής, ενισχύεται και από το ότι η ρωγή στην κλείδα είναι κλειστή στο κάτω μέρος του τυμπάνου και ξανανοίγει στο πάνω μέρος. Αυτό δείχνει ότι η ρωγή έγινε πριν από την κατασκευή του τοίχου και ότι το ίδιο αίτιο (ή κάποιο αντίστοιχο) συνέχισε να επηρεάζει τον φορέα της γέφυρας.

Αν η υπόθεση της στροφής στο στάδιο της κατασκευής απορριφθεί, τότε η αιτιολόγηση των βλαβών αυτής της περιοχής, δεν είναι εύκολη. Περισσότερο πάντως πλησιάζουν προς την επαλήθευση των ρωγμών οι αναλύσεις που εμπεριέχουν καθιζήσεις μειωμένες προς το άκρο της γέφυρας, και αυξημένες προς το μέσο, που όμως δεν δίνουν αιτιολόγηση των υπολοίπων βλαβών στην περιοχή ακροβάθρων και προσβάσεων.

Οι βλάβες στις ανακουφιστικές καμάρες και στους τοίχους των προσβάσεων, ερμηνεύονται με επαρκή βεβαιότητα από καθιζήσεις και στροφές στην περιοχή τους, που άλλωστε είναι και φυσιολογικές λόγω συνθηκών θεμελιώσεως (μικρό βάθος - έδραση σε έδαφος παραμορφώσιμο).

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί, ότι όπως φαίνεται από τις αναλύσεις, υπάρχει «ευπάθεια» στις ανακουφιστικές καμάρες, όπου εμφανίζονται εφελκυστικές τάσεις ακόμα και υπό το ίδιο βάρος και με «κανονικές» συνθήκες θεμελιώσεως, στο μέτρο που οι οποιοδήποτε παραδοχές που γίνονται σήμερα από μας, μπορούν να χαρακτηριστούν «κανονικές».

3) Εργασίες αποκατάστασης ανωδομή

Αρχές για την επιλογή του τρόπου επισκευής.

Οι βασικές αρχές για τις επεμβάσεις απορρέουν κυρίως από την καθιερωμένη πρακτική για την συντήρηση μνημείων.

- Να μην αλλοιώνεται η μορφή.
- Οι επεμβάσεις να είναι κατά το δυνατό αντιστρεπτές.
- Περιορισμός στο ελάχιστο των διατρήσεων ή τραυματισμών στοιχείων της γέφυρας.
- Χρησιμοποίηση παραδοσιακών μεθόδων και υλικών.

3.1) Μέθοδοι που μπορούν να εφαρμοσθούν

Ο κύριος φορέας της γέφυρας είναι τα τόξα και οι τοίχοι των τυμπάνων. Το εσωτερικό των τυμπάνων, αποτελείται από ασύνδετα μεταξύ τους υλικά επιχώσεως, τα οποία (στις θέσεις που έχουν ερευνηθεί) είναι κυρίως θραύσματα λίθων.

Οι τοίχοι των τυμπάνων, εδράζονται στα τόξα ή στα θεμέλια, συνεργάζονται όμως στην ανάληψη φορτίων και καταπονούνται ιδιαίτερα από μετακινήσεις των θεμελίων,

όπως αποδείχθηκε από τον έλεγχο στατικής λειτουργίας της γέφυρας. Αυτό οφείλεται στην μεγάλη τους ακαμψία και την σχετικά καλή τους δόμηση.

Στις περιοχές των ακροβάθρων A_1 και A_2 , όπου εντοπίζονται οι μεγαλύτερες σε εύρος ρωγμές, έχουν δημιουργηθεί κάποιες ασυνέχειες. Υπάρχουν περιοχές, στις οποίες η αποκόλληση του τυμπάνου από το τόξο είναι τέτοια ώστε να συμπεραίνεται ότι μεγάλο μέρος των φορτίων παραλαμβάνεται κατ' ευθείαν από τους τοίχους των τυμπάνων.

Ανάπτυξη νέων ρωγμών στις παραπάνω περιοχές είναι επικίνδυνη για την ασφάλεια της γέφυρας, γιατί μπορεί να προκαλέσει ανακατατάξεις και τυχαίες σημειακές φορτίσεις των τόξων (ενδεχομένως και κρουστικές).

Κύριος λοιπόν στόχος της επισκευής, πρέπει να είναι η σφράγιση των ρωγμών, η αποκατάσταση της συνεργασίας των τμημάτων των τυμπάνων μεταξύ τους (συρραφή) και η αποφυγή μελλοντικών φορτίσεων των τόξων που θα προκαλούσε έντονη διατάραξη της στατικής τους ισορροπίας.

Τέτοια επισκευή, οδηγεί σε αποκατάσταση της ακαμψίας, και ίσως περαιτέρω ακαμψοποίησης των τυμπάνων, για την οποία έχει κατά καιρούς διατυπωθεί η άποψη ότι είναι ανεπιθύμητη σε γέφυρες αυτής της μορφής, με το σκεπτικό ότι μπορεί να προκαλέσει έντονες καταπονήσεις σε άλλα, ευπαθή, σημεία του φορέα. Για τη συγκεκριμένη περίπτωση της γέφυρας της Άρτας, η άποψη αυτή δεν έχει ισχύ για δύο κυρίως λόγους. Έχει αποδειχθεί η εξαρχής άκαμπτη συνεργασία τυμπάνων - τόξων και έχει πρακτικώς εκλείψει ο κίνδυνος μελλοντικών υποχωρήσεων των βάθρων. Άλλωστε ο κίνδυνος από «μεταφορά εντάσεως σε ευπαθή σημεία» είναι μικρότερος και εντοπιζόμενος σε μια περιοχή (κλείδα τόξου), έναντι του κινδύνου από απότομες φορτίσεις του τόξου, συνεπεία καταπτώσεων τμημάτων του τυμπάνου.

Η επισκευή των τοίχων του τυμπάνου που να ικανοποιεί τον παραπάνω στόχο, μπορεί να γίνει με δύο βασικές μεθόδους που δεν αλλοιώνουν τη μορφή του μνημείου: Η πρώτη μέθοδος συνίσταται στην αφαίρεση του υλικού επιχώσεως (τμηματικά), την επισκευή των ρωγμών των τοίχων από τις δύο πλευρές, την ενίσχυση από το εσωτερικό του τυμπάνου με την κατασκευή μανδύα οπλισμένου και την επανεπίχωση με χειρόθετα (ενδεχομένως ελαφρά) υλικά. Η δεύτερη μέθοδος περιλαμβάνει επέμβαση από το εσωτερικό μέρος, με ενέσεις κατάλληλου συνδετικού υλικού που θα οδηγήσει σε «ομοιογενοποίηση» του συνόλου του τυμπάνου (τοίχοι + υλικό πληρώσεως) και

σφράγιση ρωγμών από την εξωτερική επιφάνεια σε συνδυασμό μεπροεντεταμένες συνδέσεις.

Σχηματική περιγραφή των δύο μεθόδων φαίνεται στα σκαριφήματα των επομένων σελίδων.

Και οι δύο μέθοδοι μπορούν να εφαρμοσθούν στην γέφυρα της Άρτας αλλά για την πρώτη υπάρχει ο περιορισμός ότι επειδή προκαλεί πλήρη διαταραχή της σημερινής κατάστασης του φορέα, προϋποθέτει πλήρη αντιστήριξη τόξου και τοίχων, που είναι πρακτικώς αδύνατη σε περιόδους με ροή στο ποτάμι. Κατά τα άλλα οι δύο μέθοδοι παρουσιάζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που πρέπει να αξιολογηθούν.

Η αφαίρεση του υλικού δίνει την ευκαιρία έρευνας στο εσωτερικό των τυμπάνων, η οποία ενδεχομένως θα δώσει νέα στοιχεία για την μελέτη της γέφυρας ενώ αντίθετα η ομοιογενοποίηση θα καταστήσει δυσχερέστερη μια τέτοια έρευνα στο μέλλον. Όμως, η πρώτη μέθοδος, αλλάζει για πάντα την σύνθεση του φορέα (αφανώς βέβαια) με την αφαίρεση του υλικού πληρώσεως και την προσθήκη στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος (αν χρειασθούν για ενίσχυση), ενώ η δεύτερη χωρίς να αφαιρεί τίποτα, προσθέτει υλικά της ίδιας περίπτωσης φύσεως με τα αρχικά που βέβαια είναι δύσκολο να αφαιρεθούν εκ των υστέρων. Δηλαδή ο χαρακτηρισμός των επεμβάσεων ως αντιστρεπτών είναι σχετικός. Πάντως, μεγαλύτερη συνέπεια προς την αρχή του αντιστρεπτού παρουσιάζει η δεύτερη μέθοδος.

Η πρώτη μέθοδος, με την αποκάλυψη του εξωραχίου του τόξου, δίνει την δυνατότητα ενίσχυσής του με εξωτερικό μανδύα ή κέλυφος από οπλισμένο σκυρόδεμα, που θα συνδέεται με τον αντίστοιχο των τυμπάνων. Τέτοια ενίσχυση καθίσταται απαραίτητη με την εφαρμογή της πρώτης μεθόδου γιατί η αφαίρεση του υλικού θα προκαλέσει διαταραχή της ισορροπίας και ανακατανομές δυνάμεων που δεν μπορούν να προσδιορισθούν υπολογιστικά. Αντίθετα, με την δεύτερη μέθοδο δεν απαιτείται ενίσχυση των τόξων, ενώ οι όποιες απαιτούμενες επισκευές μπορούν να γίνουν απ' έξω.

Ως προς τα παραπάνω ζητήματα (που δεν είναι μόνο τεχνικά), οι δύο λύσεις μπορούν να χαρακτηρισθούν «ισοδύναμες». Υπενθυμίζεται όμως ότι ήδη το Κεντρικό Αρχαιολογικό Συμβούλιο έχει κάνει αποδεκτή την δεύτερη μέθοδο.

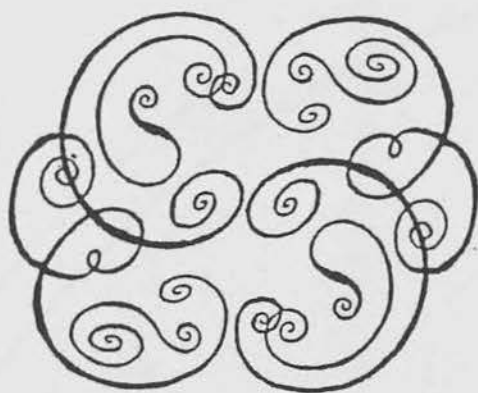
Από άποψη καθαρά τεχνική, κρίνεται ότι η δεύτερη μέθοδος πλεονεκτεί γιατί: α) Δεν χρειάζεται πλήρη αντιστήριξη της γέφυρας, αλλά μόνο τοπικές αντιστηρίξεις των τοίχων. β) Όσον εξαρτάται από τις απαιτούμενες αντιστηρίξεις μπορεί να εφαρμόζεται

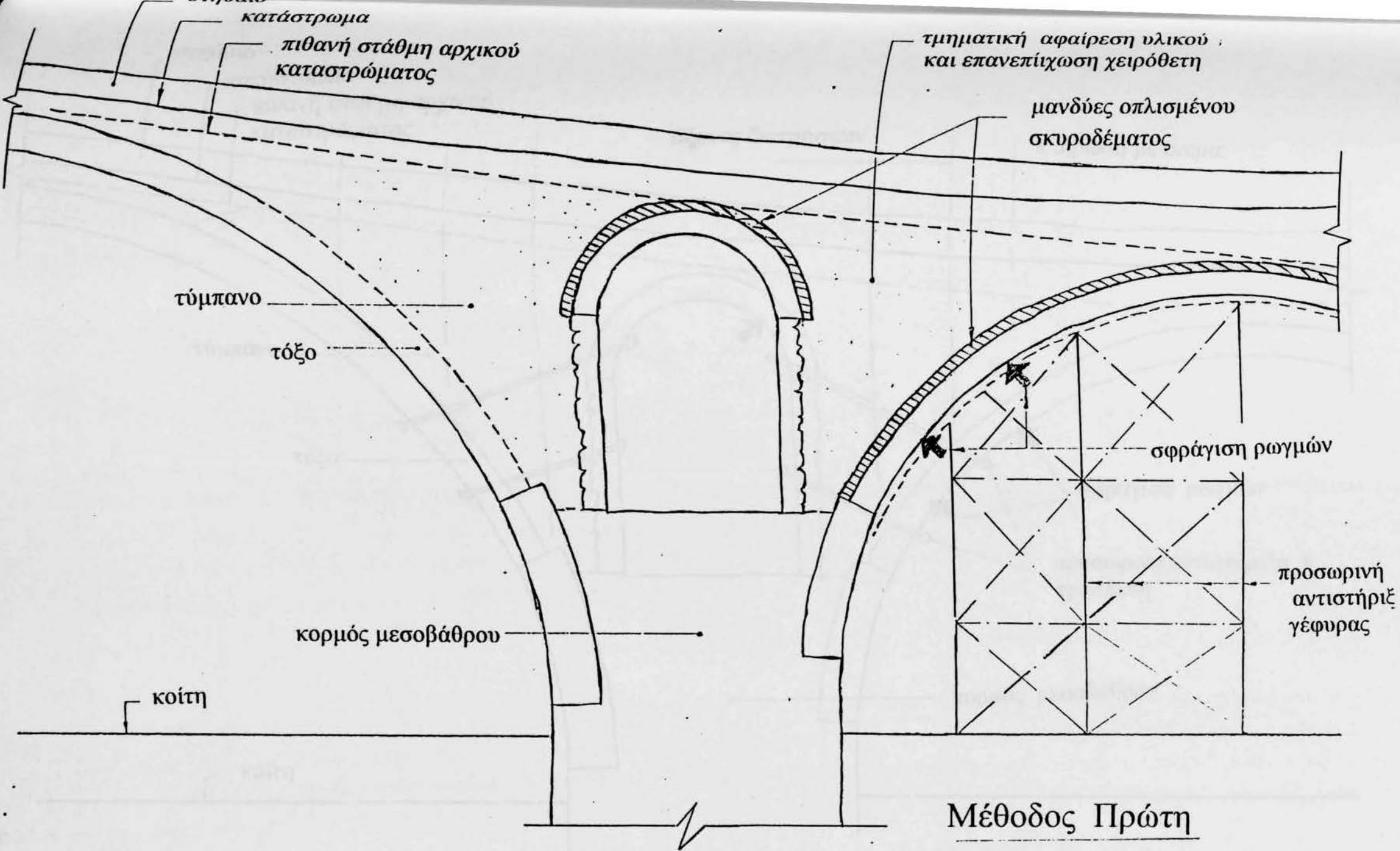
και με ροή του ποταμού ευκολότερα από την πρώτη. γ) Απαιτεί λιγότερο χρόνο και δ) Ως συνέχεια των α, β, γ, απαιτεί μικρότερη δαπάνη.

Με βάση τα παραπάνω προτείνεται η εφαρμογή της δεύτερης μεθόδου, με στοιχεία της πρώτης σε ορισμένες περιοχές της γέφυρας. Οι περιοχές αυτές είναι τα ανώτερα τμήματα, στα οποία χρειάζεται η ανακατασκευή του καταστρώματος με εξασφάλιση στεγανότητας και η περιοχή του ανακουφιστικού τόξου K_2 (χτισμένη καμάρα).

Η αφαίρεση του υλικού στα ανώτερα τμήματα θα γίνει σε μικρό βάθος, μέχρι τη στάθμη στην οποία αναμένεται ότι θα βρεθεί το αρχικό κατάστρωμα της γέφυρας.

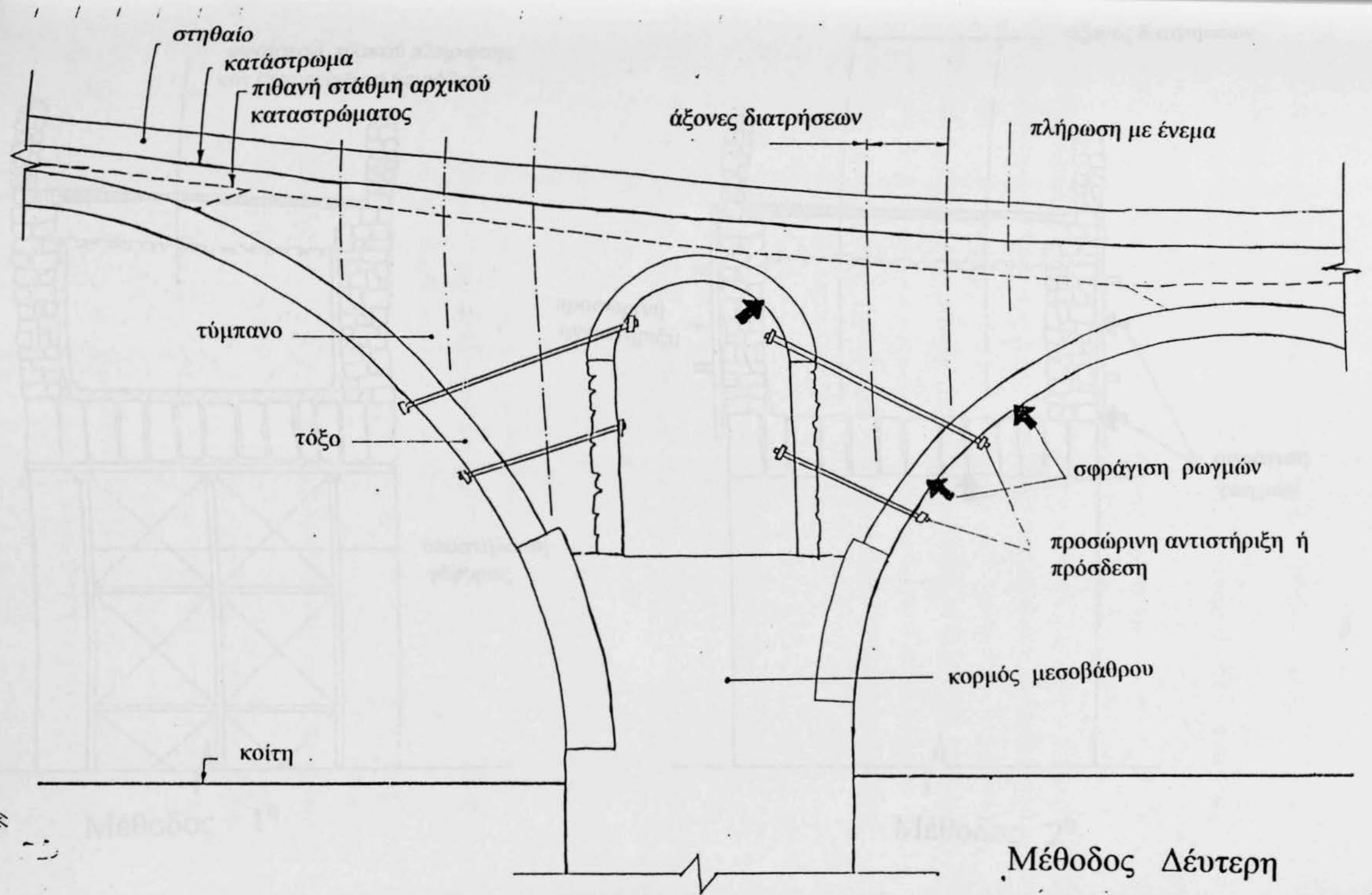
Στην περιοχή του ανακουφιστικού τόξου K_2 , η αφαίρεση του υλικού πληρώσεως παρέχει τη δυνατότητα επισκευής του τόξου με απώτερο στόχο το άνοιγμα της χτισμένης καμάρας. Στην περιοχή αυτή, η εργασία γίνεται με αντισηπική που βρίσκεται έτσι κι αλλιώς έξω από την κοίτη.





Μέθοδος Πρώτη

Μέθοδος Δεύτερη



στήθαιο

κατάστρωμα

πιθανή στάθμη αρχικού
καταστρώματος

άξονες διατρήσεων

πληρώση με ένεμα

τύμπανο

τόξο

σφράγιση ρωγμών

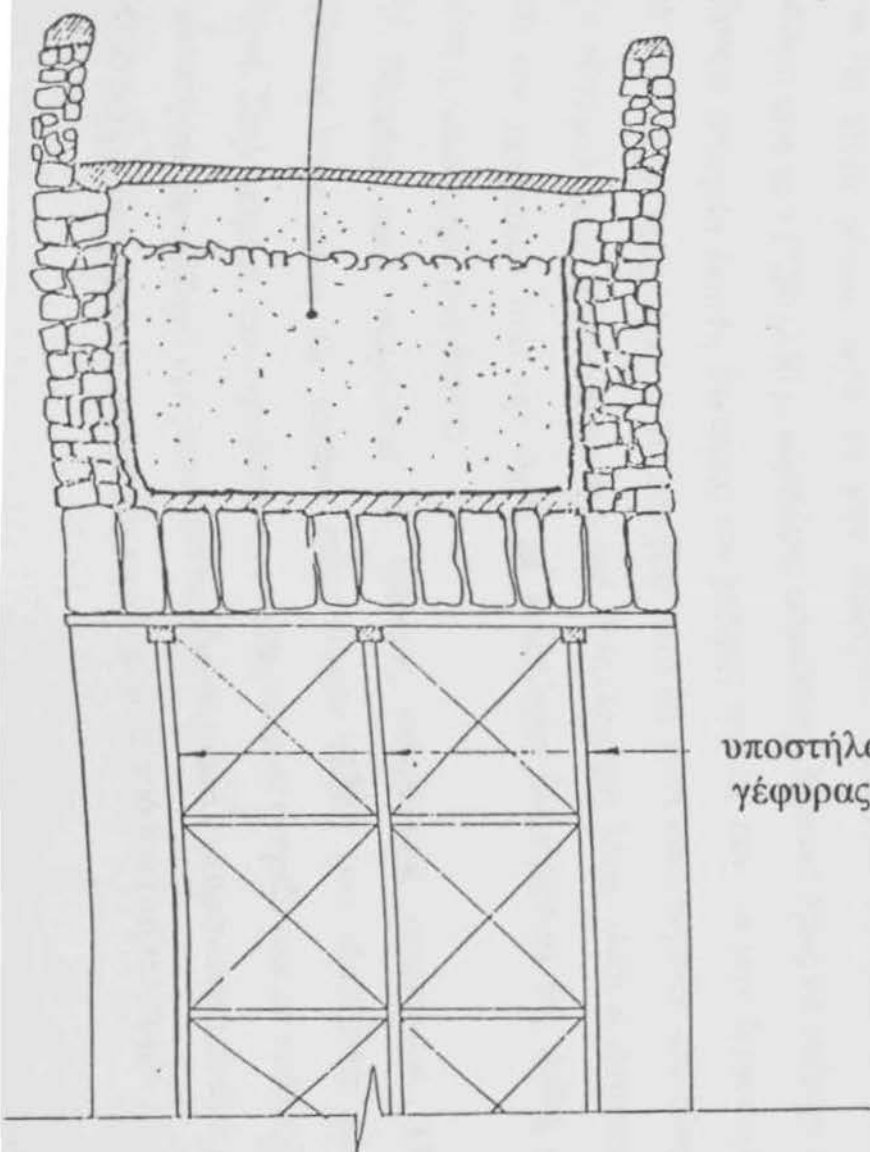
προσωρινή αντιστήριξη ή
πρόσδεση

κόρμος μεσοβάθρου

κοίτη

Μέθοδος Δεύτερη

αφαίρεση υλικού πλήρωσης
και επανεπίχωση χειρόθετη

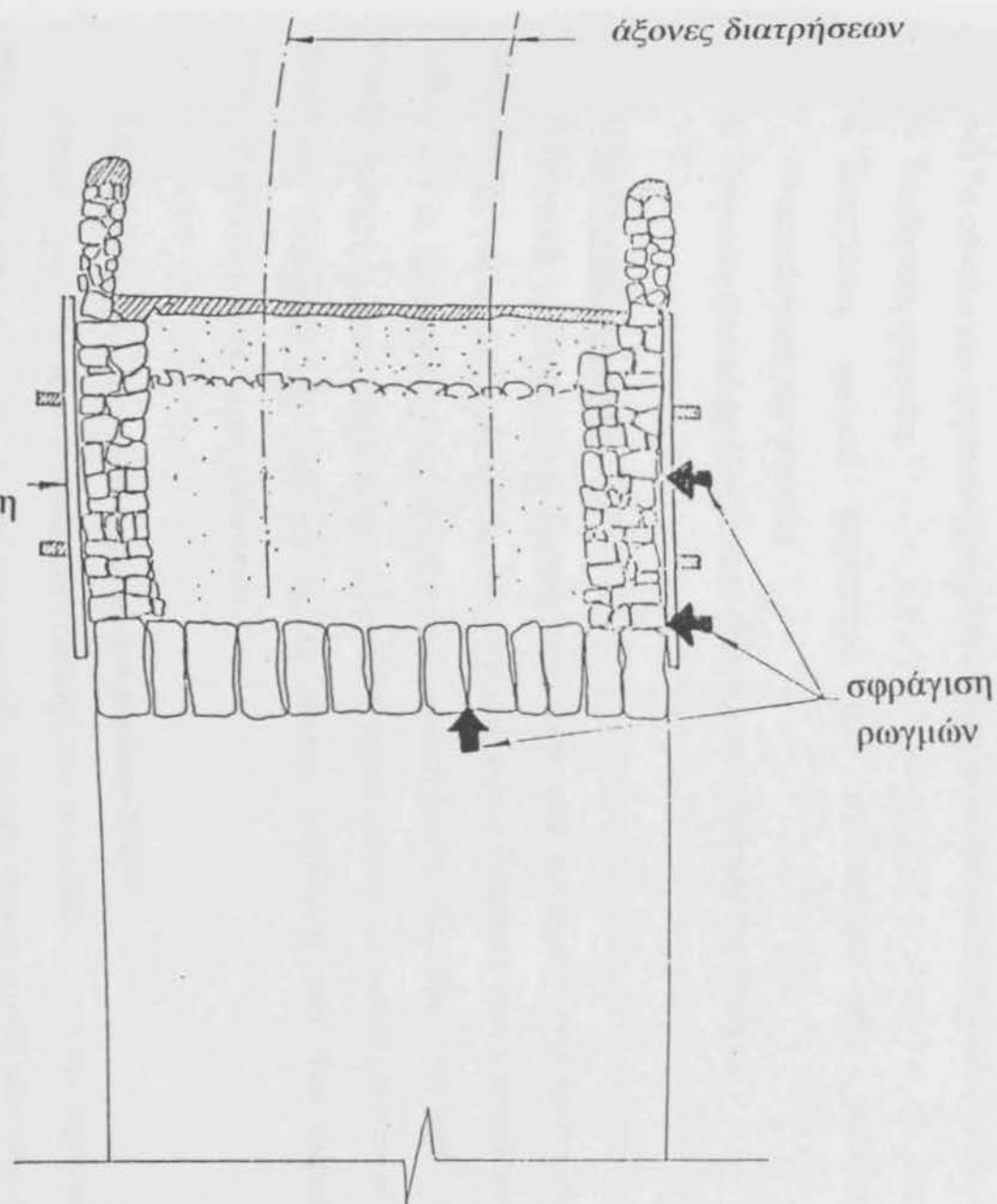


υποστήλωση
γέφυρας

Μέθοδος 1^η

άξονες διατηρήσεων

προσωρινή
αντιστήριξη



σφράγιση
ρωγμών

Μέθοδος 2^η

3.2) Το σύνολο των εργασιών μπορεί να διαιρεθεί σε τρεις κατηγορίες.

1. Βοηθητικές εργασίες.
2. Επεμβάσεις γενικού χαρακτήρα που αποσκοπούν στη γενικότερη αποκατάσταση της γέφυρας
3. Εργασίες επισκευής βλαβών και ενισχύσεως τμημάτων της γέφυρας.

1) Βοηθητικές εργασίες

Βοηθητικές εργασίες είναι εκείνες που λόγω των συνθηκών του έργου είναι απαραίτητες για τη διαμόρφωση δαπέδων εργασίας στις διάφορες θέσεις επεμβάσεως, καθώς και οι προσωρινές αντιστηρίξεις και υποστυλώσεις εκσκαφών περιοχών της ανωδομής της γέφυρας. Στις βοηθητικές εργασίες περιλαμβάνονται και οι απαιτούμενες μεταθέσεις στοιχείων της προσωρινής πρόσδεσης (νάρθηκα) των δύο ακραίων ανοιγμάτων και η τελική τους καθαίρεση.

1.α) Δάπεδο εργασίας στην περιοχή του μεγάλου τόξου

Δάπεδο εργασίας θα χρειασθεί στην περιοχή των ανοιγμάτων, για την περίπτωση κατά την οποία θα απαιτηθεί η εκτέλεση εργασιών τιμεντενέσεων, συνδέσεων κλπ. στα τόξα ή στα ακρόβαθρα Α₁ και Α₂ με συνθήκες ροής του ποταμού.

Υπό τις κανονικές συνθήκες λειτουργίας του φράγματος Πουρναρίου, με την μέγιστη παροχή, η ανώτατη στάθμη του νερού είναι περίπου +16,80. Η κατασκευή του δαπέδου θα είναι τέτοια, ώστε να μην υπάρχουν οριζόντια στοιχεία σε στάθμη χαμηλότερη από το +17,30 (0,50 μ. περιθώριο ασφαλείας). Μπορεί όμως να υπάρχει ένα κατακόρυφο στοιχείο λεπτής διατομής και μορφής τέτοιας που να μην δημιουργεί σοβαρά υδραυλικά προβλήματα. Το στοιχείο αυτό θα γίνει «πακτωμένο» στο έδαφος ώστε να εξασφαλίζεται η ευστάθεια στη ροή. Εναλλακτική λύση, είναι η κατασκευή δαπέδου «εν προβόλω» από την όχθη με κατάλληλη διαμόρφωση της όχθης και αγκύρωση ή τοποθέτηση αντιβάρου.

Το δάπεδο αυτό στηρίζεται σε τέσσερις σιδερένιους πασσάλους (1300) πακτωμένους στην κοίτη και εσχάρα σιδηροδοκών (1200) που εδράζονται στους πασσάλους. Στην παρειά του ακροβάθρου, οι σιδηροδοκοί στηρίζονται σε ορθοστάτες εδραζόμενους στο σκυρόδεμα εγκιβωτισμού του θεμελίου και αγκυρώνονται ανάντι στο μπετονένιο βάθρο της γέφυρας Μπέλεϊ και κατόντι, πίσω από τον περυγότοιχο.

Η διαμόρφωση του δαπέδου γίνεται με ξύλινες δοκούς (καδρόνια και μαδέρια) τα οποία καλύπτουν και τον περυγότοιχο, απ' όπου γίνεται η πρόσβαση. Το δάπεδο περιβάλλεται με στηθαίο ασφαλείας.

1.β) Προσωρινές αντιστηρίξεις τοίχων

Προσωρινές αντιστηρίξεις τοίχων προβλέπονται για τις περιοχές των προσβάσεων (έξω από την κοίτη) και έχουν σκοπό την εξασφάλιση της ευστάθειας των τοίχων κατά την φάση πληρώσεως του εσωτερικού τυμπάνου με τοιμεντένεμα.

Η αντιστήριξη θα είναι ικανή να παραλάβει το σύνολο των οριζοντίων πιέσεων νωπού τοιμεντενέματος χωρίς συνεργασία με τον τοίχο.

Τα στοιχεία αντιστηρίξεως που θα βρίσκονται σε επαφή με την λιθοδομή θα είναι ξύλινα ή θα προβλέπονται κατάλληλα παρεμβλήματα που να μην προκαλούν φθορές στη λιθοδομή.

Αν απαιτηθεί η αγκύρωση του συστήματος αντιστηρίξεως στη γέφυρα, αυτή θα γίνει είτε με διάτρηση πολύ μικρής διαμέτρου, είτε με αφαίρεση λίθων (που μετά θα ξανατοπηθούν στη θέση τους), πάντοτε όμως σε αραιές αποστάσεις και με την άδεια της Υπηρεσίας Επιβλέψεως.

Επειδή η «ακτίνα» εφαρμογής των τοιμεντενέσεων προβλέπεται να είναι μικρή (της τάξεως των 1,5 + 2,0μ.) τα στοιχεία αντιστηρίξεως μπορούν να είναι σχδιασμένα για μικρά μέτωπα (πάντως όχι μικρότερα των 3,5μ.) και να μετατοπίζονται από θέση σε θέση.

1.γ) Προσδέσεις τυμπάνων - τόξων

Στις περιοχές της γέφυρας στις οποίες δεν μπορεί να εφαρμοσθεί αντιστήριξη λόγω μεγάλου ύψους ή ροής του ποταμού, η εξασφάλιση της τοπικής ευστάθειας τοίχων και τόξων κατά τη φάση των τοιμεντενέσεων, θα γίνει με προσωρινή πρόσδεση ή περίσφιξη της περιοχής στην οποία γίνεται η τοιμεντένεση.

Η πρόσδεση θα είναι ικανή να παραλάβει το σύνολο των πιέσεων νωπού.

Τα στοιχεία προσδέσεως μπορούν να είναι από οποιοδήποτε υλικό, η επαφή όμως με την λιθοδομή θα γίνεται με ξύλινα στοιχεία ή ειδικά παρεμβλήματα που να μην τραυματίζουν τη λιθοδομή.

Η έκταση της περιοχής που θα προσδένεται κάθε φορά, θα είναι τουλάχιστον διπλάσια από την περιοχή που προβλέπεται να καταπονηθεί.

Στα ανώτερα σημεία των τυμπάνων, επιτρέπεται η πρόσδεση των απέναντι τοίχων να γίνεται με τη βοήθεια ελκυστήρων με την προϋπόθεση ότι η τοποθέτησή τους γίνεται με διάτρηση πολύ μικρής διαμέτρου και με την έγκριση της Υπηρεσίας Επιβλέψεως.

Στις περιοχές των ακραίων τόξων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα στοιχεία του νάρθηκα που υπάρχει από την 1^η φάση των εργασιών, αλλά με κατάλληλη συμπλήρωση. Σημειώνεται βέβαια ότι τα στοιχεία αυτά μπορούν να παραλάβουν μόνο κατακόρυφα φορτία.

Για τα ανακουφιστικά τόξα, αντί προσδέσεως, μπορεί να εφαρμοσθεί προσωρινώς υποσύλωση της οροφής με χρησιμοποίηση και των στοιχείων του νάρθηκα (πέτσωμα - λάμες) που ήδη υπάρχουν.

1.δ) Ικριώματα υποσύλωσης

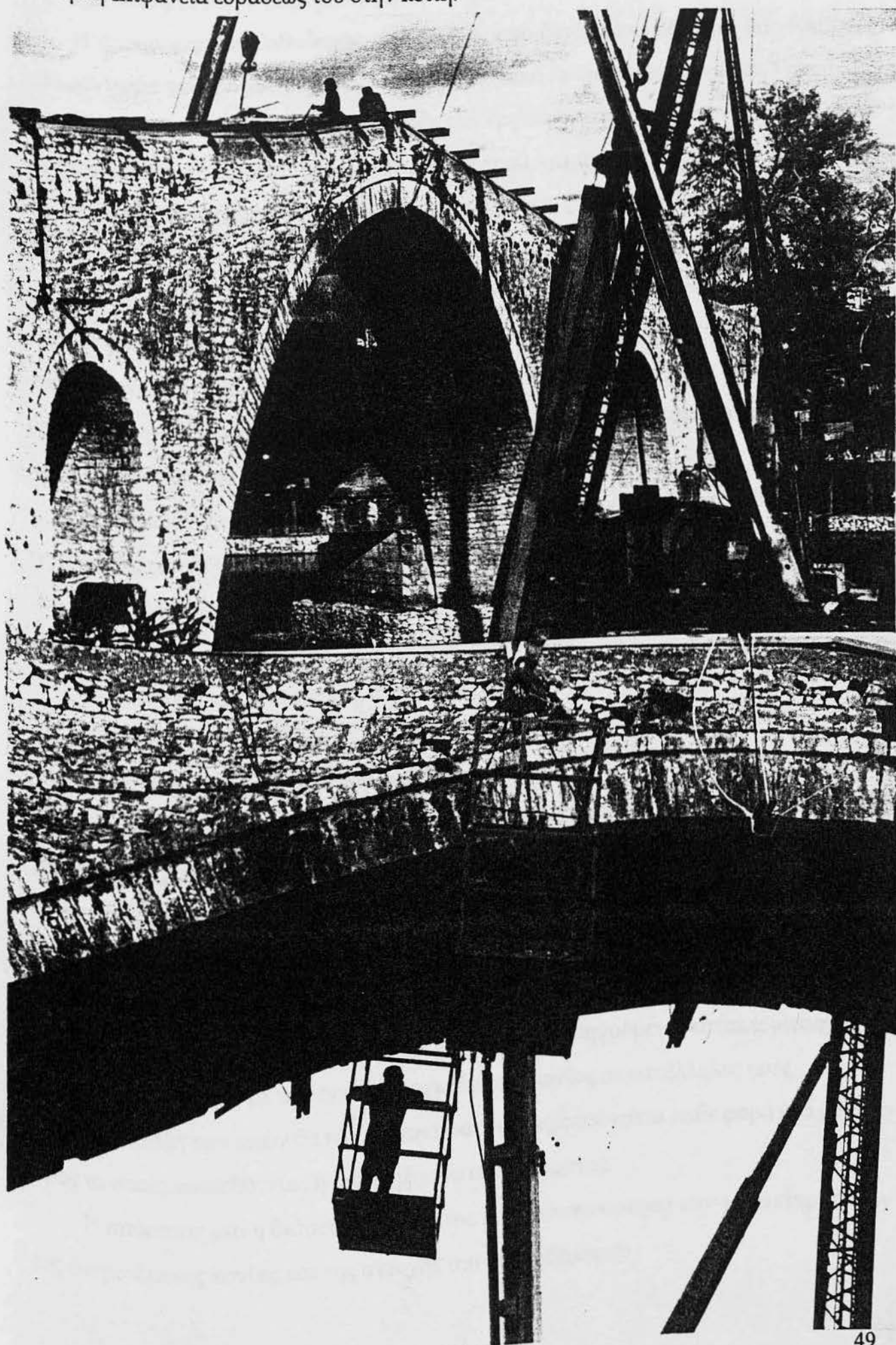
Η επισκευή του ανωτέρου τμήματος (περιοχή κλειδας) του μεγάλου τόξου, θα γίνει με προηγούμενη υποσύλωση, για λόγους μείζονος ασφαλείας.

Για το λόγο αυτό, η επέμβαση θα γίνει σε περίοδο διακοπής της ροής, ώστε να είναι δυνατή η εγκατάσταση κοινού οικοδομικού ικριώματος εδραζόμενου στην κοίτη. Το ικρίωμα αυτό θα χρησιμοποιηθεί και για την πρόσβαση των περιοχών των τυμπάνων του ακροβάθρου Α₁ και του μεσοβάθρου Μ₁. Εναλλακτική λύση ικριώματος που να παραμείνη και σε περιόδους ροής, μπορεί να εφαρμοσθεί μετά από ειδική μελέτη. Στην περίπτωση αυτή, επιτρέπεται η «σημειακή» έδραση του ικριώματος σε πασσάλους που θα έχουν κατασκευασθεί για τον σκοπό αυτό στην περιοχή του μεγάλου ανοίγματος και θα έχουν τέτοια μορφή ώστε να μην δημιουργηθούν προβλήματα στην ομαλή ροή.

Τα στοιχεία του ικριώματος, πρέπει να έχουν ικανότητα παραλαβής του συνολικού φορτίου της ανωδομής για την περιοχή του μεσαίου τρίτου και ισοδύναμα φορτία για τις περιχές των γενέσεων.

Το ικρίωμα, θα είναι ελαφρά σφηνωμένο στο εσωράχιο του τόξου, χωρίς αγκύρωση ή ανάρτηση από την ανωδομή της γέφυρας ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος για την ασφάλεια της γέφυρας σε περίπτωση απρόβλεπτης πλημμύρας ικανής να το παρασύρει ή να το ανατρέψει. Η ευστάθεια του ικριώματος έναντι καταπόνησεως από

ανεμοπιέσεις, δονήσεις κλπ. θα εξασφαλίζεται μόνο με το δικό του βάρος και την επαρκή επιφάνεια εδράσεως του στην κοίτη.



2) Επεμβάσεις γενικού χαρακτήρα

2.α) Αποψίλωση - Εκρίζωση φυτών

Η αποψίλωση της λιθοδομής της γέφυρας από δένδρα και θάμνους θα γίνει μετά από ράντισμα των φυτών με το κατάλληλο φάρμακο με τη σύμφωνη γνώμη Γεωπόνου. Το ράντισμα θα γίνει πριν από την έναρξη των εργασιών επισκευής της ανωδομής, ώστε να μεσολαβήσει το απαιτούμενο χρονικό διάστημα για την επενέργεια του φαρμάκου. Το ράντισμα έχει σκοπό τη νέκρωση των ριζών σε βάθος, στο μεγαλύτερο δυνατό ποσοστό, και όχι μόνο την ξήρανση του ορατού μέρους των φυτών.

Τα κενά που θα δημιουργηθούν από την εκρίζωση, θα πληρωθούν με υλικό τσιμεντενέσεων παράλληλα με τη σφράγιση των ρωγμών. Για τις περιπτώσεις στις οποίες είναι αδύνατη η πλήρης εκοίζωση, θα ερευνηθεί η δυνατότητα εμποτισμού των ριζών που βρίσκονται μέσα στη μάζα της λιθοδομής μετά την αποκοπή του στελέχους, ώστε να διατηρήσουν σταθερό όγκο.

Η αποκοπή των φυτών, θα γίνει με τη σειρά προτεραιότητας που καθορίζεται για τις εργασίες επισκευής και ενισχύσεως της ανωδομής της γέφυρας, με τη χρησιμοποίηση των ικριωμάτων και δαπέδων εργασίας που θα κατασκευαστούν για τις υπόλοιπες επεμβάσεις.

Το ράντισμα και η αποκοπή, θα γίνουν υπό την επίβλεψη Γεωπόνου.

2.β) Καθαίρεση μπετονένιων βάρων

Η καθαίρεση των μπετονένιων βάρων που εδράζονται στα προρρίνια της γέφυρας, θα γίνει με τέτοιο τρόπο, ώστε να αποφεύγονται οι δονήσεις της λιθοδομής και οποιοσδήποτε τραυματισμός της επιφάνειας επαφής.

Τα προεξέχοντα και τα πιο απομακρυσμένα από τη γέφυρα τμήματα, μπορούν να καθαιρεθούν με χρήση συνηθισμένων μεθόδων (κρουστική αερόσφουρα), ενώ τα υπόλοιπα τμήματα θα καθαιρεθούν τμηματικά με προηγούμενο κατακερματισμό της μάζας που θα γίνεται με την έγχυση διογκούμενης κονίας σε κατάλληλες οπές.

Η διάταξη των οπών θα είναι τέτοια ώστε να δημιουργείται κάθε φορά ένα μέτωπο προς το οποίο κατευθύνεται η διάρρηξη του σκυροδέματος.

Η απόσταση και η διάμετρος των οπών, θα είναι συνάρτηση των χαρακτηριστικών της διογκούμενης κονίας και της αντοχής του σκυροδέματος.

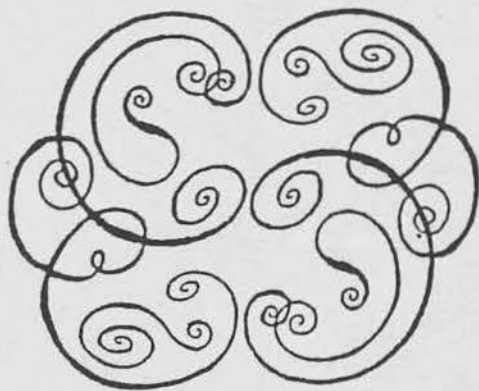
Σύμφωνα με τις συνήθειες οδηγίες των κατασκευαστών τέτοιων υλικών, αναμένεται ότι θα απαιτηθούν οπές διαμέτρου 40 χιλ. περίπου ανά αποστάσεις 40 - 50 εκ.

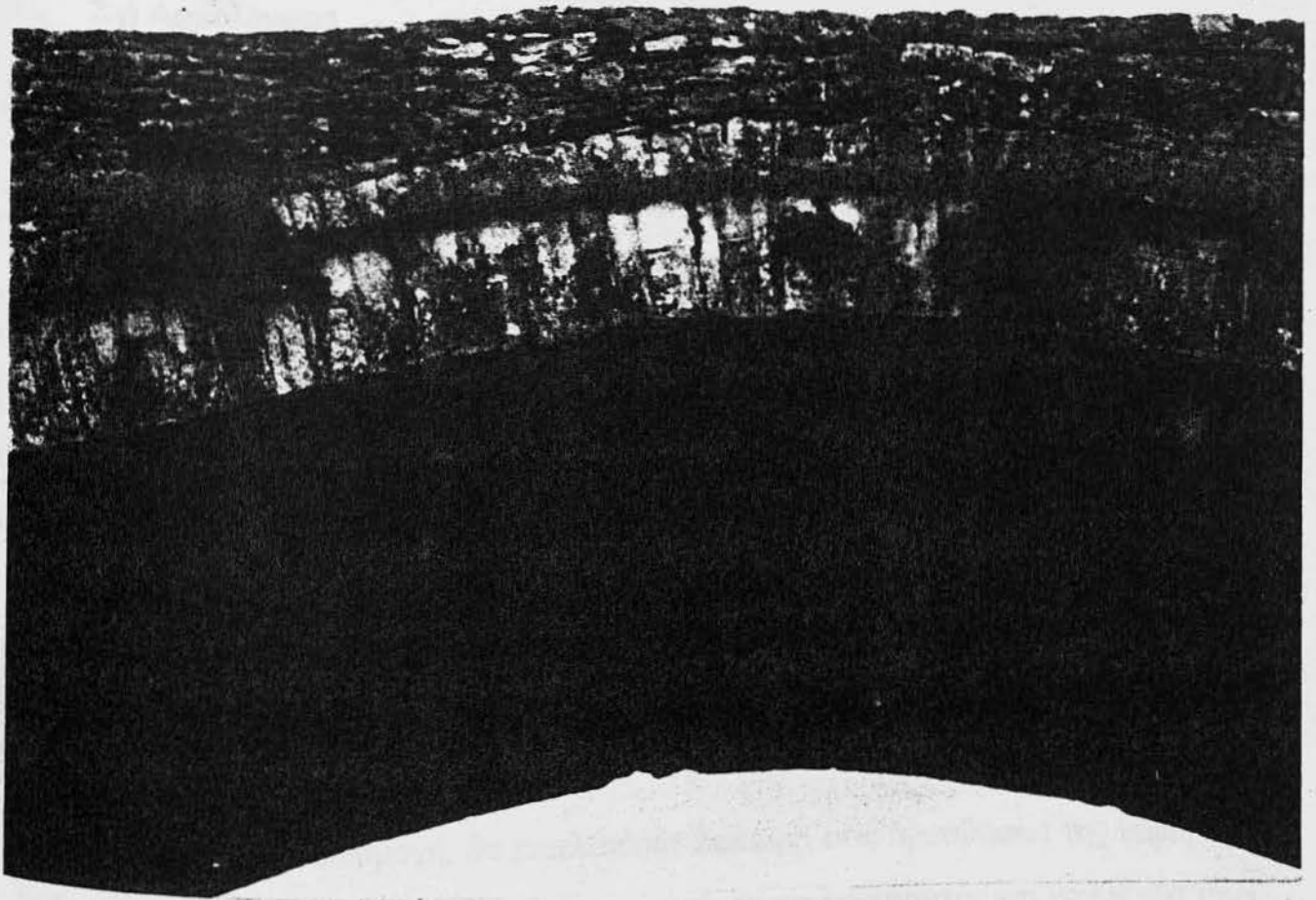
Πριν από την έναρξη των εργασιών, θα γίνει δοκιμαστική διάτρηση και χρησιμοποίηση της διογκούμενης κονίας που θα προταθεί από τον Ανάδοχο, σε ακραίο τμήμα μπετονένιου βάθρου που θα υποδειχτεί από την Επίβλεψη. Η απομάκρυνση των τμημάτων των κερματισμένων μαζών θα γίνεται με τα κατάλληλα μηχανικά μέσα.

Σε ορισμένες θέσεις, ενδέχεται να βρεθούν ράβδοι σιδήρου οπλισμού. Ο Ανάδοχος είναι υποχρεωμένος να ερευνήσει από πριν την παρουσία τέτοιων ράβδων, ώστε να λάβει τα κατάλληλα μέτρα κατά την διάτρηση.

Απαγορεύεται η διάνοιξη οπών σε απόσταση μικρότερη των 40 εκατοστών από την επιφάνεια επαφής με τη λιθοδομή. Τα τμήματα που θα έχουν απομείνει (σε επαφή με τη λιθοδομή) θα απομακρυνθούν χειρωνακτικά, με την απαιτούμενη προσοχή, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος τραυματισμού της γέφυρας.

Κατά τη διάρκεια των εργασιών, θα γίνεται συνεχώς παρακολούθηση της συμπεριφοράς της γέφυρας με τοποθέτηση 2 τουλάχιστον «ρηγματομέτρων» σε χαρακτηριστικές ρωγμές κοντά στη θέση εργασίας.





2.γ) Αρμολόγημα

Η τελική επεξεργασία της επιφάνειας της λιθοδομής στις θέσεις των ρωγμών που θα σφραγισθούν με τσιμεντενέσεις, στις θέσεις των ρωγμών πολύ μικρού εύρους και όπου το κονίαμα έχει αποπλυθεί θα γίνει με αρμολόγημα.

Θα προηγηθεί καθάρισμα σε ικανοποιητικό βάθος από κάθε ξένο υλικό (π.χ. φυτά, υλικά προσφράγισης των ρωγμών) ή από χαλαρά υπολείμματα του κονιάματος της λιθοδομής και θα ακολουθεί η εργασία σε δύο φάσεις, με ισχυρό κονίαμα για το αρμολόγημα σε βάθος και με κονίαμα αποτελούμενο από υλικά παραπλήσια με τα υλικά της γέφυρας για τελική επεξεργασία.

Το βάθος και η μορφή του αρμού θα είναι παρόμοιο με το αρχικό. Η σύνθεση του κονιάματος θα γίνει έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η συνεργασία των λίθων και η αντοχή στο χρόνο και τις εξωτερικές επιδράσεις και το τελικό αποτέλεσμα να είναι αισθητικά συμβιβαστό με τη γέφυρα.

Πριν από την εφαρμογή, θα εκτελεσθούν δοκιμές στις προσβάσεις της γέφυρας, ώστε η Υπηρεσία Επιβλέψεως να εγκρίνει τη σύνθεση του κονιάματος και να ελέγξει την καταλληλότητα του τεχνικού προσωπικού που θα το εφαρμόσει. Επειδή στη γέφυρα παρατηρούνται περισσότερες της μιάς οικοδομικές φάσεις, θα χρειαστεί ενδεχομένως διαφοροποίηση του αρμολογήματος της τελικής επεξεργασίας σε διάφορες περιοχές.

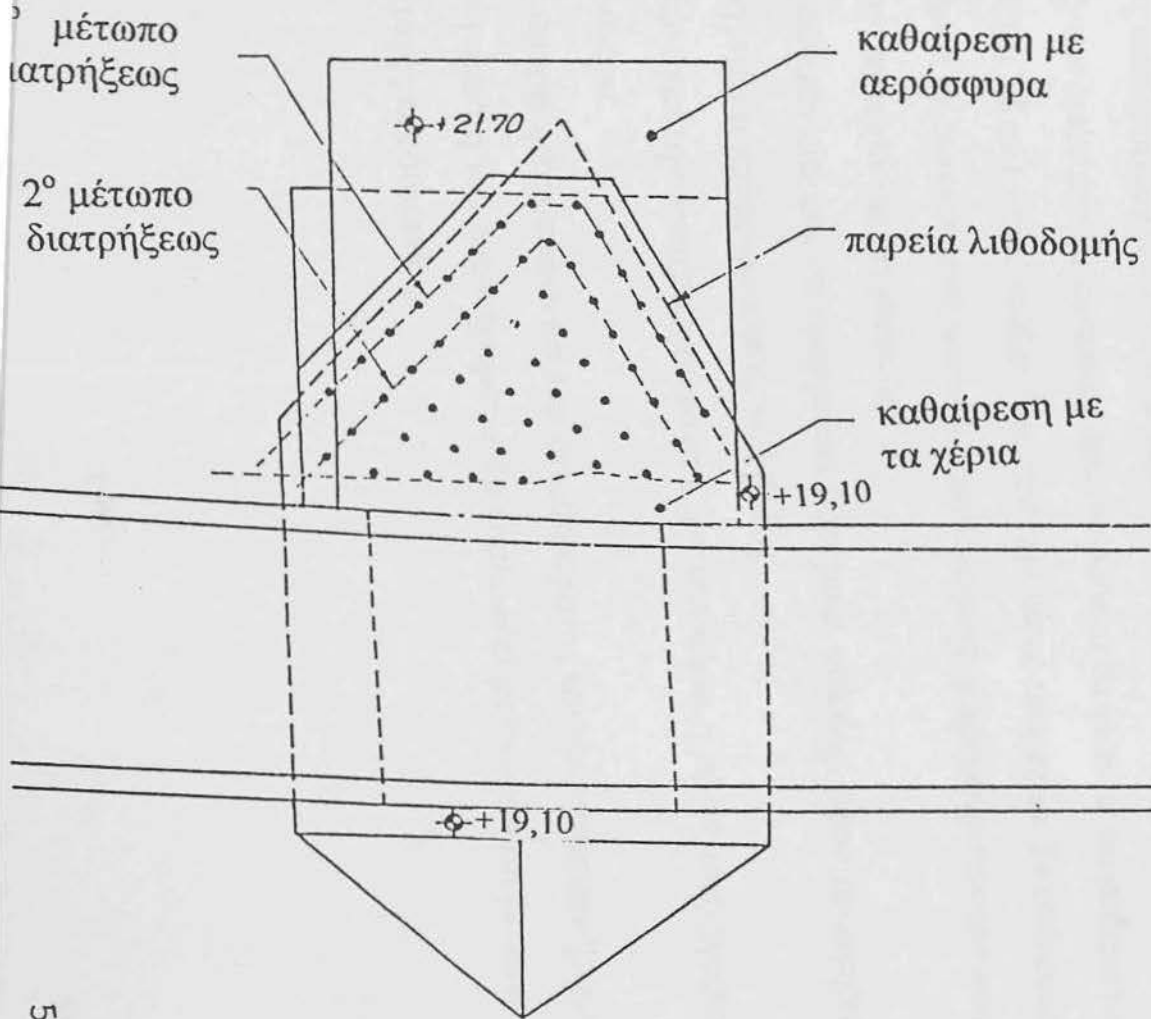
2.δ) Στεγανοποίηση καταστρώματος

Υπό τον τίτλο στεγανοποίηση καταστρώματος, καλύπτονται δύο διαφορετικές επεμβάσεις. Η πρώτη είναι η κανονική στεγανοποίηση, δηλαδή η γρήγορη απομάκρυνση των νερών της βροχής από το κατάστρωμα και η εμπόδιση της διείσδυσής τους στο εσωτερικό των τυμπάνων ή στους αρμούς της λιθοδομής. Η δεύτερη είναι η ανακατασκευή του καταστρώματος ή επισκευή του μετά και τις διατρήσεις που θα γίνουν για την πλήρωση των κενών του τυμπάνου με τσιμεντένεμα.

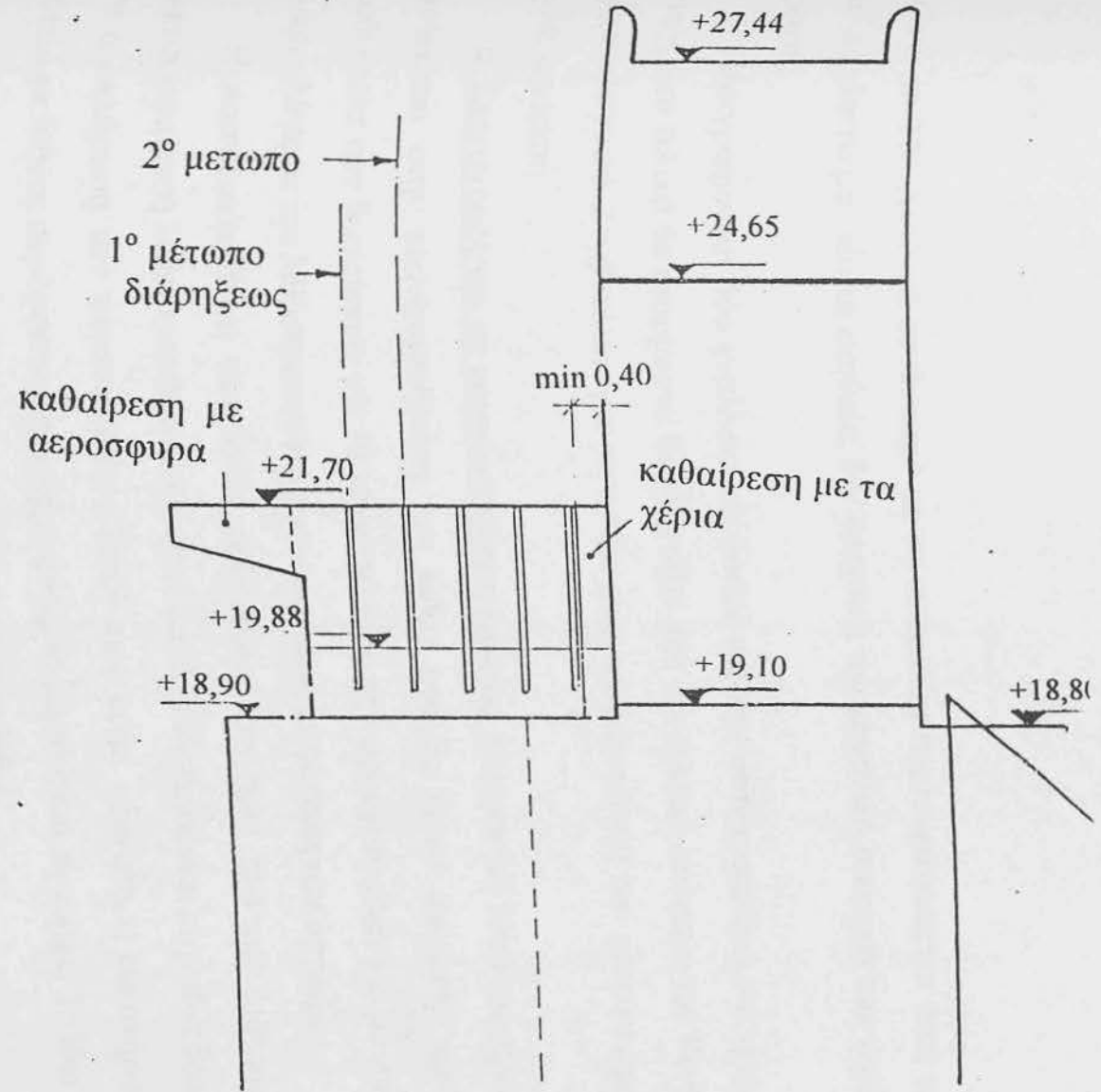
Το σημερινό κατάστρωμα της γέφυρας, αποτελείται σε μεγάλο μήκος από σκυρόδεμα και στο υπόγειο (στα ακραία τμήματα) από λιθόστρωτο. Δεν είναι γνωστή η εποχή κατά την οποία κατασκευάστηκε ή ανακατασκευάστηκε το κατάστρωμα, είναι όμως προφανές ότι είναι σχετικά πρόσφατο.

Η κατά μήκος κλίση του καταστρώματος στις προσβάσεις είναι έντονη, ενώ στις περιοχές των κυρίων τόξων είναι μικρή, ειδικά στην περιοχή του μεσοβάθρου M2 όπου

Καθαίρεση μπετονένιων βάθρων
(σχηματική διάταξη)



Κάτοψη 1: 100.



εγκάρσια τομή κλ. 1: 100

φτάνει το 1%. Αυτό, σε συνδυασμό με τις ανωμαλίες της επιφάνειας και τους αρμούς στο κατάστρωμα και τα στηθαία, δεν επιτρέπει την κανονική απορροή των νερών της βροχής.

Περιγράφονται δύο εναλλακτικές λύσεις για την σταγανοποίηση και η επιλογή αυτής που τελικά θα εφαρμοστεί θα εξαρτηθεί από την σχετική απόφαση του Κεντρικού Αρχαιολογικού Συμβουλίου για το αν θα γίνει ανακατασκευή του καταστρώματος ή απλή επισκευή.

α. Στεγανοποίηση με επισκευή οδοστρώματος. Η επισκευή του καταστρώματος συνίσταται στην επανατοποθέτηση των λίθων που θα έχουν αφαιρεθεί κατά την διαδικασία των διατρήσεων για τις τσιμεντενέσεις, την σφράγιση οπών και ρωγμών και το αρμολόγημα του λιθόστρωτου και της εσωτερικής επιφάνειας των στηθαίων.

Η επανατοποθέτηση των λίθων προϋποθέτει ότι πριν από την διάτρηση, θα γίνεται αφαίρεση λίθων που θα φυλάσσονται και θα τοποθετούνται στην ίδια θέση μετά την ολοκλήρωση των τσιμεντενέσεων. Όπου αυτό είναι αδύνατο, η συμπλήρωση θα γίνεται με λίθους παρόμοιους ως προς τη φύση, το μέγεθος και τη μορφή. Το ίδιο ισχύει και για θέσεις στις οποίες υπάρχουν κενά ή σπασμένοι λίθοι.

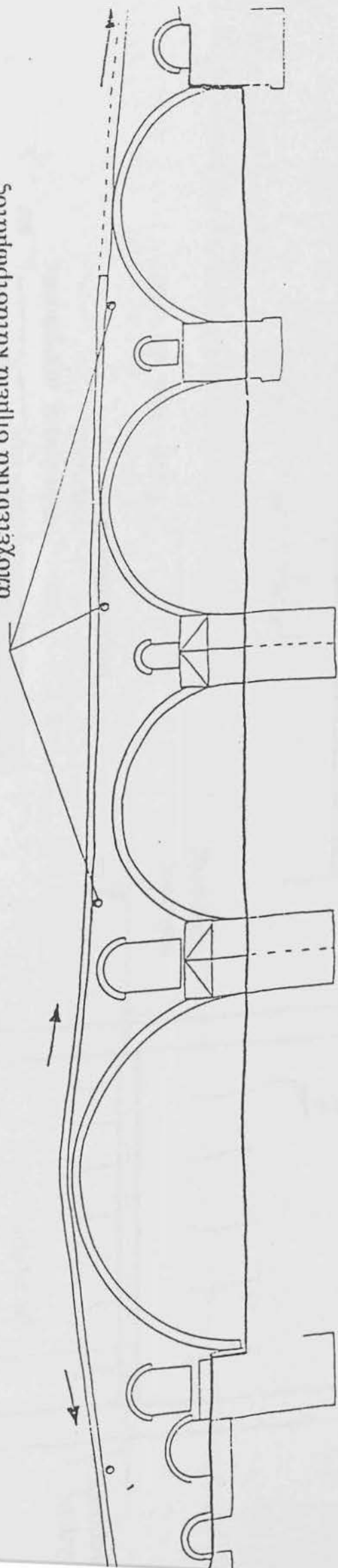
Η σφράγιση των οπών στο κατάστρωμα από σκυρόδεμα θα γίνει με σκυρόδεμα με μικρά αδρανή (μέχρι 1,5 εκ.) μέχρι στάθμη 5 εκ. από την πάνω επιφάνεια. Το υπόλοιπο τμήμα θα σφραγιστεί με διογκούμενη κονία για την αποφυγή μικρορηγματώσεων που θα εμποδίσουν την επιτυχία της στεγάνωσης.

Στις θέσεις ρωγμών μπορεί να εφαρμοστεί παρόμοια μέθοδος, αφού προηγηθεί διεύρυνση της ρωγμής και καθαρισμός σε αρκετό βάθος.

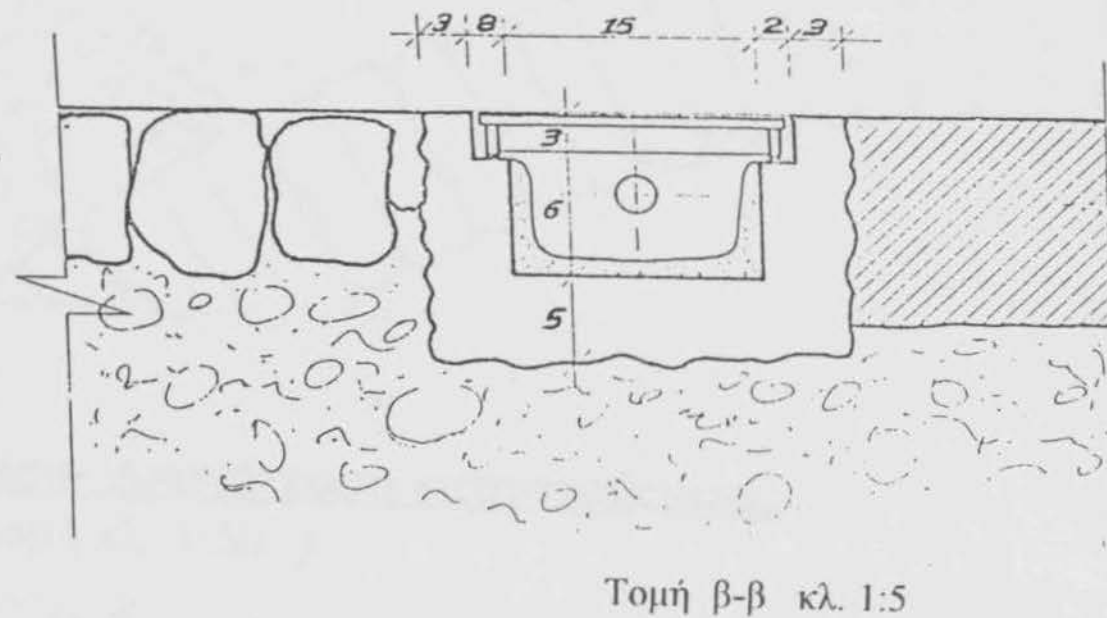
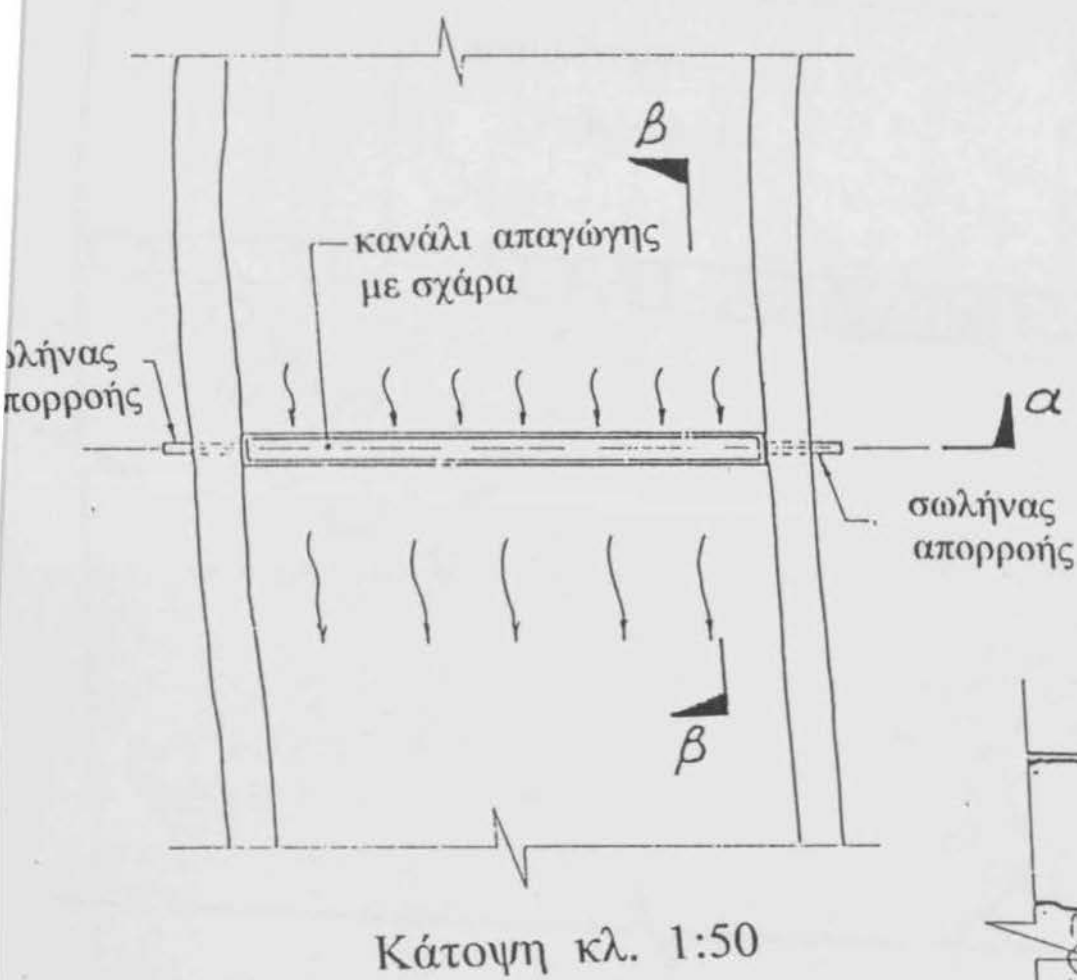
Στο λιθόστρωτο και την εσωτερική επιφάνεια των στηθαίων, η τελική επεξεργασία θα γίνει με αρμολόγημα.

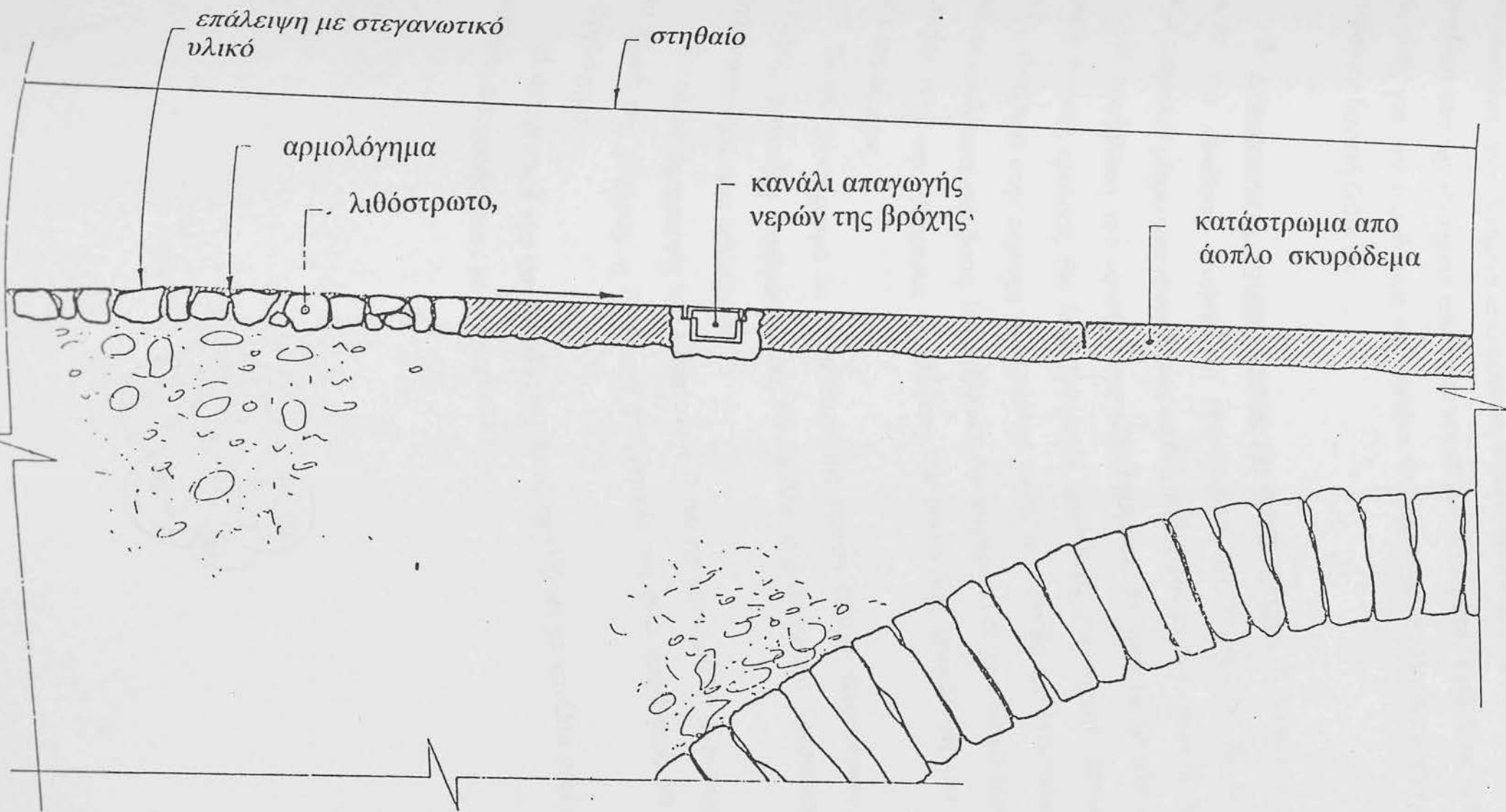
Η τελικώς διαμορφωμένη επιφάνεια του καταστρώματος και των στηθαίων (μέχρι ύψος 20 εκ. από τη στάθμη του καταστρώματος) θα επαλειφθεί με άχρωμο στεγανωτικό υλικό, υψηλής αντοχής και διάρκειας.

αποχετευτικά σημεία καταστρώματος



Αποχετευτικό σημείο





Επισκευή- Στεγανοποίηση- Αποχέτευση καταστρώματος
(Κατα μήκος τομή κλ. 1:50)

Στις περιοχές μικρών κλίσεων, θα διαμορφωθούν αποχετευτικά σημεία στη βάση του στηθαίου, αποτελούμενα από φρεάτιο, εσχάρα και μολυβδοσωλήνα. Ο σωλήνας θα προεξέχει από την εξωτερική επιφάνεια του τοίχου τουλάχιστον κατά 20 εκ. Η διάνοιξη της οπής για την τοποθέτηση του σωλήνα θα γίνεται με μεγάλη προσοχή και με τη μικρότερη δυνατή διάμετρο.

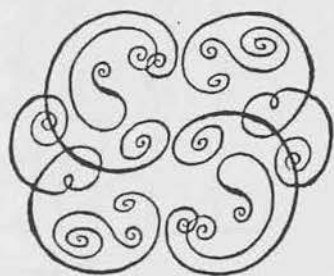
β. Ανακατασκευή καταστρώματος και στεγανοποίηση. Η ανακατασκευή έχει σκοπό την απόδοση ενιαίου και ομοιόμορφου καταστρώματος με λήψη των απαιτούμενων μέτρων στεγάνωσης και ταχείας απομάκρυνσης των νερών της βροχής.

Η αποξήλωση του υφιστάμενου καταστρώματος θα γίνει με μεγάλη προσοχή χωρίς έντονες κρούσεις. Θα ληφθούν μέτρα προστασίας στις περιοχές πάνω από τα τόξα, ιδιαίτερα στην περιοχή του μεγάλου τόξου, το οποίο θα έχει υποστυλωθεί πριν από οποιαδήποτε επέμβαση. Η αποξήλωση θα προχωρήσει σε μεγαλύτερο βάθος, όπου ζητηθεί από την Υπηρεσία Επιβλέψεως, με σκοπό την αποκάλυψη του αρχικού καταστρώματος.

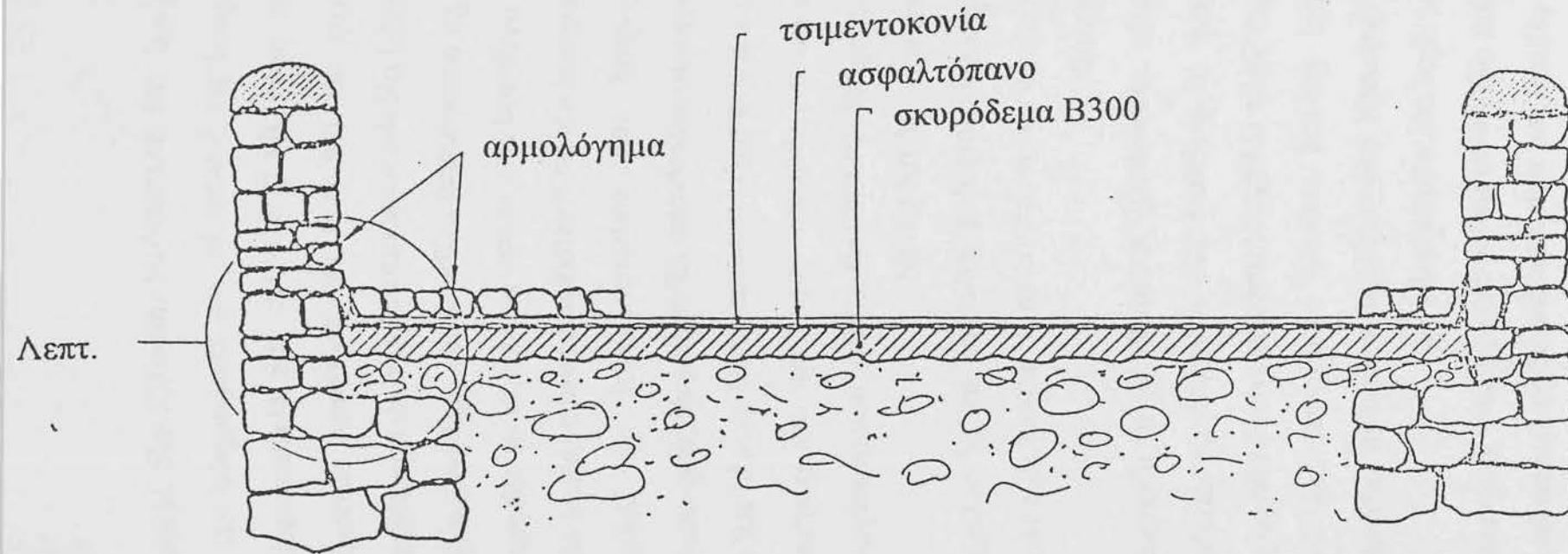
Το νέο κατάστρωμα θα αποτελείται από στρώση άοπλου σκυροδέματος υψηλής αντοχής, μονωτική μεμβράνη από δύο φύλλα ασφαλτόπανου προστατευμένα με τσιμεντοκονίαμα και λιθόστρωτο.

Τα υλικά κατασκευής του λιθόστρωτου (λίθοι και κονίαμα) θα είναι παρόμοια με τα υλικά της γέφυρας, η δε τελική επεξεργασία της άνω επιφάνειας, θα γίνει με αρμολόγημα.

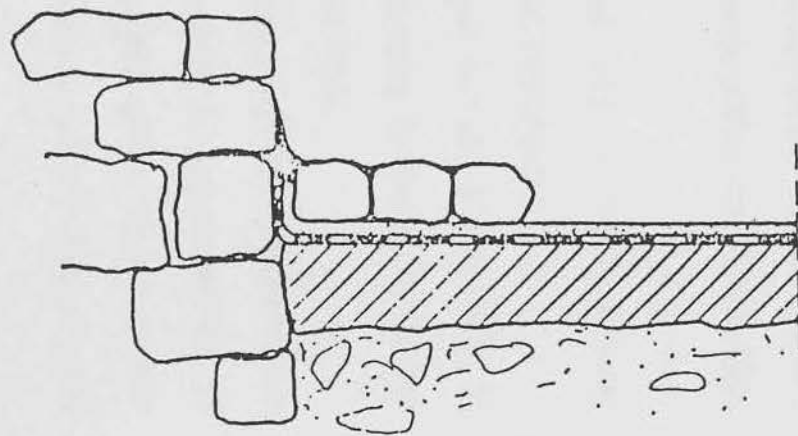
Η αποχέτευση του καταστρώματος θα εξασφαλίζεται με κανάλια απαγωγής και σωλήνες απορροής όμοια με την περίπτωση α.



Ανακασκευή καταστρώματος



Τυπική διατομή κλ. 1:20



Λεπτομέρεια κλ. 1:10

3) Εργασίες επισκευής και ενισχύσεως

3.α) Πλήρωση κενών τυμπάνων με τσιμεντένεμα δια βαρύτητας

Η πλήρωση των κενών μεταξύ των δύο τοίχων των τυμπάνων της γέφυρας με τσιμεντένεμα θα γίνει με τέτοιο τρόπο, ώστε να εξασφαλίζεται κατά το δυνατό η ομοιογένεια του υλικού που θα προκύψει, η βελτίωση της θλιπτικής αντοχής και η συνεργασία των τοιχών με το ενδιάμεσο υλικό.

Η έγχυση του τσιμεντενέματος θα γίνεται με τη βαρύτητα (χωρίς πίεση) από οπές διαμέτρου όχι μεγαλύτερης από 3'' που θα διανοίγονται κατακορύφως ή με μέγιστη κλίση ως προς την κατακόρυφη 15°.

Η διάνοιξη των οπών θα γίνεται με περιστροφικό διατρητικό μηχάνημα με τη μικρότερη δυνατή παροχή νερού και την χρησιμοποίηση σωληνώσεων, όπου απαιτηθεί, λόγω της χαλαρότητας του υλικού που θα διατηρηθεί.

Κατά τη διάρκεια της εργασίας θα αποφεύγεται κάθε βίαιη δράση ενώ θα προηγείται προσωρινή αντιστήριξη ή πρόσδεση της περιοχής όπου γίνεται η τσιμεντένεση.

Το υλικό του ενέματος και η τεχνολογία εφαρμογής του, πρέπει να συνδυάζουν την καλύτερη ποιότητα εργασίας με τη μεγαλύτερη απόδοση, σύμφωνα με τους γνωστούς κανόνες της τέχνης.

Η σύνθεση του τσιμεντενέματος που θα επιλεγεί βάσει και των αποτελεσμάτων των προβλεπόμενων ερευνών, καθώς και των δοκιμαστικών εφαρμογών τσιμεντενέσεων, πρέπει να εξασφαλίζει ικανοποιητική αντοχή της πληρούμενης μάζας και ταχεία πήξη με τον μέγιστο περιορισμό της συστολής ξηράνεσης.

Σύνθεση του τσιμεντενέματος θα χρησιμοποιηθεί για τις δοκιμαστικές τσιμεντενέσεις και θα τροποποιηθεί καταλλήλως, εφόσον αυτό απαιτηθεί.

Η πλήρωση των κενών θα γίνεται σε στρώσεις με πάχος το πολύ ίσο με 1,00μ. Η έγχυση θα διακόπτεται μέχρι να συντελεστεί η πήξη του ενέματος, έστω και αν για την επανάληψη της εργασίας απαιτηθεί επαναδιάτρηση στην ίδια θέση.

Κατά την διάρκεια των εργασιών, επιτρέπεται η αποσύνδεση στοιχείων του νάρθηκα όπου χρειάζεται για την εγκατάσταση και λειτουργία μηχανημάτων. Η αποσύνδεση θα γίνεται με την προϋπόθεση ότι έχουν ληφθεί άλλα μέτρα για την εξασφάλιση της αντίστοιχης περιοχής της γέφυρας και πάντα με την έγκριση της

Υπηρεσίας Επιβλέψεως. Τα αφαιρούμενα στοιχεία του νάρθηκα, θα επανασυνδέονται εφόσον δεν έχει ολοκληρωθεί η επισκευή.

Κατά την διάρκεια της εργασίας που θα γίνεται από ειδικευμένο συνεργείο με τον κατάλληλο εξοπλισμό, η συμπεριφορά της λιθοδομής θα παρακολουθείται συνεχώς από τον υπεύθυνο Πολιτικό Μηχανικό Εκπρόσωπο του Αναδόχου.

Μεταξύ των άλλων, για το σκοπό αυτό, προβλέπεται και η τοποθέτηση τουλάχιστον δύο ρηγματομέτρων σε χαρακτηριστικές ρωγμές κοντά στη θέση εργασίας.

Με βάση τη διάταξη των θέσεων διατήρησης προβλέπονται δύο σειρές διατήρησης ανά αποστάσεις περίπου 1,80 μ. κατά μήκος της γέφυρας. Αυτή η διάταξη μπορεί να τροποποιηθεί για την καλύτερη αιόδοση. Η τελική διάταξη θα εξαρτάται από την τελική σύνθεση του ενέματος, καθώς και τις συνθήκες κάθε περιοχής της γέφυρας.

Ιδιαίτερα σημαντική για την ασφάλεια της γέφυρας κατά τη διάρκεια της επισκευής, είναι η εκτέλεση των τοιμεντενέσεων μόνο με τη βαρύτητα, χωρίς άσκηση πιέσεων. Εκεί όπου διαπιστώνεται ότι είναι αδύνατη η διείσδυση του ενέματος με μηδενική πίεση, επιτρέπεται η επιβολή πίεσεως υπό τις ακόλουθες προϋποθέσεις α) η πίεση δεν θα υπερβαίνει την 1 ατμόσφαιρα, β) η άσκηση πίεσεως θα είναι «στιγμιαία», γ) ο όγκος του εγχυνομένου ενέματος θα είναι μικρός και δ) θα λαμβάνονται πρόσθετα μέτρα ασφαλείας (π.χ. ενίσχυση των προσδέσεων).

Σημειώνεται ότι οι (προσωρινές) αντιστηρίξεις και προσδέσεις έχουν υπολογιστεί με την παραδοχή ότι κάθε στρώση ρευστού ενέματος έχει ύψος 1,50 μ.

Το αποτέλεσμα της εργασίας πρέπει να ελέγχεται κατά την εφαρμογή (π.χ. με την παρακολούθηση διαφυγής ενέματος από αρμούς, ρωγμές κλπ.) και μετά το πέρας (π.χ. λήψη καρótων για έλεγχο βαθμού πληρώσεως και αντοχής).

3.β) Ενέσεις σφραγίσεως ρωγμών

Οι ρωγμές με εύρος μεγαλύτερο από 3 χιλ. θα γεμίσουν και θα σφραγιστούν με τοιμεντενέσεις.

Στις ρωγμές με εύρος μικρότερο από 3 χιλ. θα γίνει μόνον αρμολόγημα. Οι ενέσεις σφραγίσεως θα γίνονται στις περιοχές στις οποίες έχει τελειώσει η πλήρωση των κενών των τυμπάνων με τοιμεντένεμα. Οι περιοχές στις οποίες θα γίνονται οι ενέσεις πρέπει να εξασφαλίζονται με προσωρινές αντιστηρίξεις ή προσδέσεις.

Η εργασία θα γίνεται από ειδικευμένο συνεργείο με αποδεδειγμένη εμπειρία σε εφαρμογή τοιμεντενέσεων σε λιθοδομές με τον κατάλληλο μηχανικό εξοπλισμό. Με τον διατιθέμενο εξοπλισμό, πρέπει να είναι δυνατή η ρύθμιση της πίεσης του ενέματος σε πολύ χαμηλές τιμές ($1 + 2 \text{ χλγ/εκ}^2$). Πριν από την έναρξη των εργασιών, θα γίνει δοκιμαστική εφαρμογή στις προσβάσεις της γέφυρας.

Μέσω της δοκιμαστικής τοιμεντενέσεως θα ελεγχθεί από την Επίβλεψη η καταλληλότητα του συνεργείου, του μηχανικού εξοπλισμού, καθώς και της συνθέσεως του τοιμεντενέματος.

Στη θέση κάθε ρωγμής θα γίνεται με κατάλληλα μέσα εκτίμηση του βάθους και της υφής της ρωγμής, καθώς και του απαιτούμενου όγκου του ενέματος. Πριν από την εφαρμογή της τοιμεντενέσεως γίνεται διάνοιξη και καθαρισμός των χειλέων της ρωγμής, και διαβροχή των επιφανειών της ρωγμής μέσω υδατενέσεως.

Η έγχυση του ενέματος θα γίνεται υπό ελεγχόμενη μεταβλητή πίεση. Η πίεση δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη απ' την απαιτούμενη για την προώθηση του ενέματος στην ρηγματωμένη περιοχή και δεν πρέπει να προκαλεί κίνδυνο διαρρήξεως ή άλλης βλάβης στην επισκευαζόμενη περιοχή.

Οι τοιμεντενέσεις γίνονται ανά αποστάσεις το πολύ ίσες με το εκτιμώμενο βάθος της ρωγμής.

Τα υλικά του ενέματος, καθώς και η τεχνολογία εφαρμογής του πρέπει να συνδυάζουν την καλύτερη ποιότητα εργασίας με την μεγαλύτερη απόδοση, κατά τους κανόνες της τέχνης.

Η σύνθεση του τοιμεντενέματος που θα επιλεγεί βάσει των αποτελεσμάτων των προβλεπόμενων ερευνών, καθώς και της δοκιμαστικής εφαρμογής τοιμεντενέσεων, πρέπει να εξασφαλίζει ικανοποιητική αντοχή της επισκευασμένης λιθοδομής. Επιπλέον, μέσω της κατάλληλης συνθέσεως πρέπει να επιτυγχάνεται ταχεία πήξη του τοιμεντενέματος, καθώς και περιορισμός της συστολής ξηράνεώς του.

Σύνθεση του τοιμεντενέματος για εύρος ρωγμών μεγαλύτερο από 3 χιλ. προτείνεται και αιτιολογείται στο παράρτημα. Αυτή η σύνθεση θα χρησιμοποιηθεί για τις δοκιμαστικές τοιμεντενέσεις και θα τροποποιηθεί καταλλήλως εφόσον αυτό απαιτηθεί.

Τα σωληνάκια για την εισαγωγή του ενέματος και για τον έλεγχο τοποθετούνται κατά μήκος της ρωγμής ανά αποστάσεις ίσες με $10 + 15 \text{ εκ}$. Ακολουθεί σφράγιση της

ρωγμής με υλικό το οποίο απομακρύνεται μετά την εκτέλεση της τοιμεντενέσεως και την πήξη του ενέματος. Το υλικό σφραγίσεως πρέπει να αφαιρείται εύκολα χωρίς να αφήνει ίχνη ή να αλλοιώνει την λιθοδομή.

Η τελική επεξεργασία της επιφάνειας των ρωγμών θα γίνεται με αρμολόγημα.

Κατά την διάρκεια της εργασίας, η συμπεριφορά της λιθοδομής θα παρακολουθείται συνεχώς από τον υπεύθυνο Πολιτικό Μηχανικό, εκπρόσωπο του Αναδόχου. Για τον σκοπό αυτό προβλέπεται, μεταξύ των άλλων και η τοποθέτηση τουλάχιστον δύο ρηγματομέτρων σε χαρακτηριστικές ρωγμές κοντά στη θέση εργασίας.

Η ποιότητα της εργασίας ελέγχεται εκ των υστέρων με πυρήνες που λαμβάνονται απ' την περιοχή των τοιμεντενέσεων, ώστε να διαπιστωθεί ο βαθμός πληρώσεως των ρωγμών.

3.γ) Συνδέσεις

Η συνεργασία των τοίχων του τυμπάνου μεταξύ τους, καθώς και η συνεργασία μεταξύ τόξου και τυμπάνου εξασφαλίζεται μέσω συνδέσεων, οι οποίες κατασκευάζονται σε θέσεις προβλεπόμενες απ' την μελέτη.

Αυτές οι συνδέσεις επιτρέπουν μικρές μετακινήσεις κατά το μήκος τους ή εγκάρσια προς αυτό, αποτελούνται δε από ράβδους χάλυβα μικρής διατομής και υψηλής αντοχής (όριο διαρροής μεγαλύτερο ή ίσο με 15.000 KG/CM^2). Οι ράβδοι τοποθετούνται μετά το πέρας των εργασιών επισκευής της γέφυρας μέσω τοιμεντενέσεων για την ομοιογενοποίηση του υλικού μεταξύ των τυμπάνων.

Στις ράβδους επιβάλλεται μικρή δύναμη προεντάσεως, η οποία δεν έχει σκοπό την εισαγωγή προθλίψεως στα συνδεόμενα στοιχεία. Απαιτείται μόνον για την πλήρη ευθυγράμμιση των τενόντων και για την εξασφάλιση της λειτουργίας των αγκυρώσεων.

Το σύστημα που αποτελείται απ' τον τένοντα, τις αγκυρώσεις και τα βοηθητικά υλικά (ονομαζόμενο εν συντομία «σύνδεση»), πρέπει να εφαρμόζεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι δυνατή μελλοντική αφαίρεση και αντικατάστασή του, ή ακόμη, και κατάργησή του.

Διακρίνονται δύο είδη συνδέσεων : α) Οι συνδέσεις των τοίχων του τυμπάνου, οι οποίες έχουν άξονα οριζόντιο, έχουν όλες το ίδιο μήκος (ίσο με το πλάτος της γέφυρας) και απαιτούμενη δύναμη διαρροής ίση με $12t$.

β) Οι συνδέσεις των τόξων με τα τύμπανα, με άξονα κεκλιμένο (κάθετο στην εφαπτομένη του τόξου) έχουν μήκος μεταβαλλόμενο από θέση σε θέση και απαιτούμενη δύναμη διαρροής ίση με 15t.

Η διατήρηση για την διέλευση του τένοντα, θα γίνεται με περιστροφικό μηχάνημα χωρίς δονήσεις. Η διάμετρος της οπής θα είναι όσο το δυνατό μικρότερη (η απολύτως απαραίτητη για τη διέλευση του τένοντα με το προστατευτικό του κάλυμμα). Η εργασία θα γίνεται από κατάλληλο δάπεδο εργασίας.

Ο τένοντας θα περιβάλλεται από σωλήνα ανθεκτικό. Το διάστημα μεταξύ τένοντα και σωλήνα θα πληρούται με κατάλληλο υλικό για την προστασία του χάλυβα από διάβρωση.

Τα σώματα αγκυρώσεως θα τοποθετούνται στην εξωτερική παρειά της τοιχοποιίας της γέφυρας, θα είναι εμφανή, είναι δε επιθυμητό να έχουν τις ελάχιστες δυνατές διαστάσεις. Θα αποτελούνται από χάλυβα υψηλής αντοχής και θα προστατευθούν με κατάλληλο προστατευτικό στρώμα σε απόχρωση που να ταιριάζει στα υλικά της γέφυρας.

Ο τύπος και η μεθοδολογία εφαρμογής της προστασίας της αγκυρώσεως θα προταθεί τεκμηριωμένα από τον Ανάδοχο και θα έχει στόχο τη μέγιστη δυνατή αντοχή σε διάρκεια, θα εγκριθεί δε τελικά από την Επίβλεψη, αφού δοκιμαστεί.

Η επαφή των σωμάτων αγκυρώσεως με την λιθοδομή και η διανομή των αναπτυσσόμενων δυνάμεων σ' αυτήν θα γίνεται μέσω επιτόπου χυτευόμενου σκυροδέματος ή ρητινοκονιάματος υψηλής αντοχής και μηδενικής συστολής ξηράνσεως.

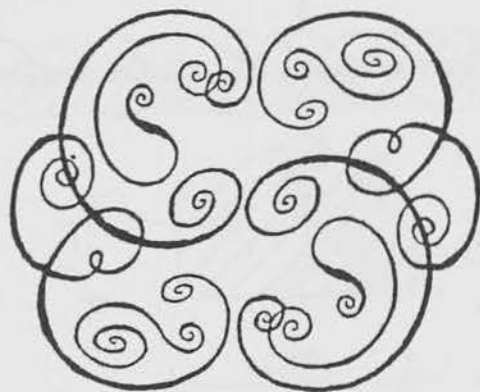
Η εξωτερική επιφάνεια του υλικού εδράσεως της αγκυρώσεως θα διαμορφωθεί μετά το πέρας των εργασιών, έτσι ώστε να ταιριάζει οπτικά με τη λιθοδομή.

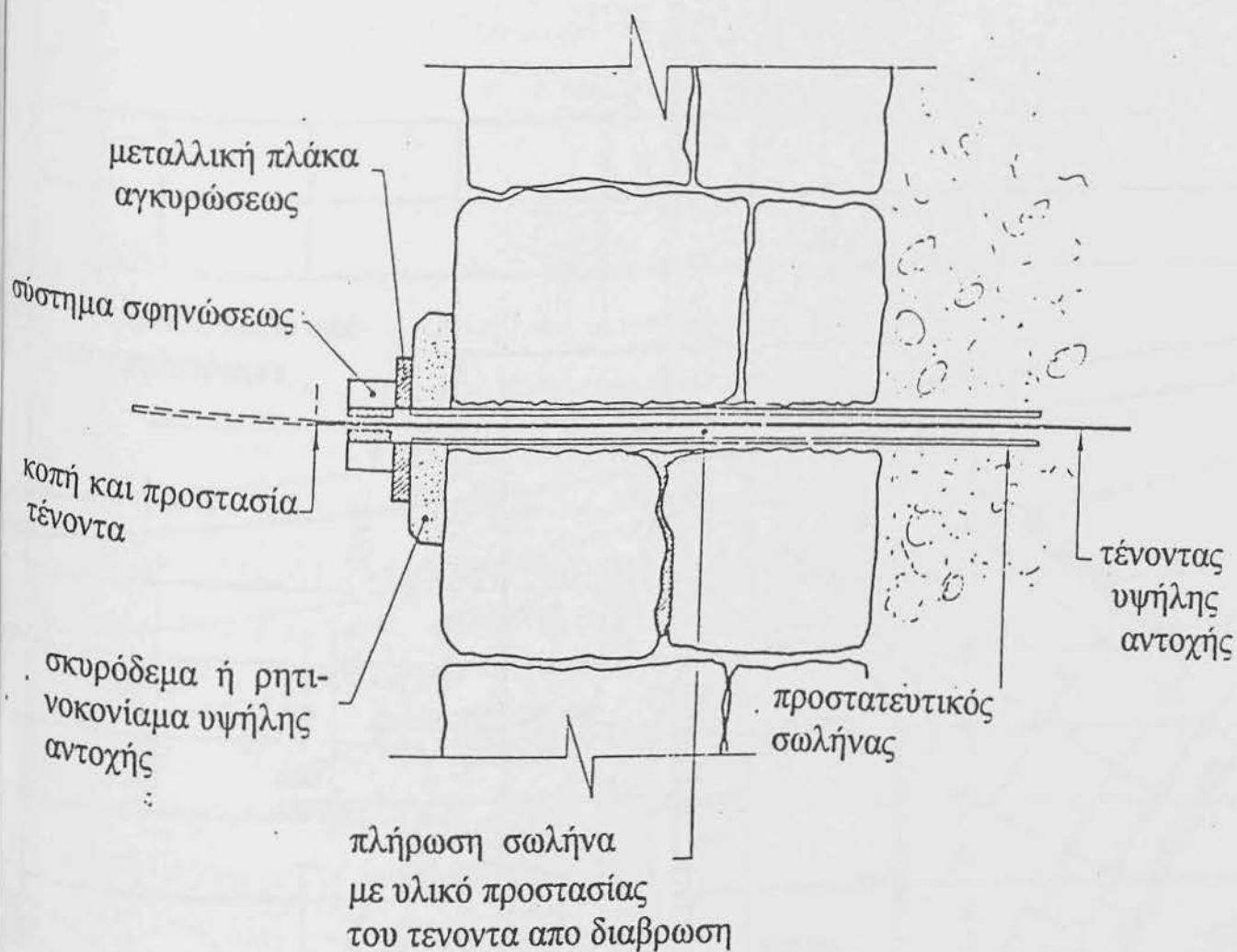
Από τις παραπάνω γεωμετρικές απαιτήσεις εξαιρούνται οι αγκυρώσεις που θα γίνουν κάτω από το κατάστρωμα της γέφυρας. Στην περίπτωση αυτή, το σώμα της αγκυρώσεως θα προσαρμόζεται σε κατάλληλη βάση από σκυρόδεμα υψηλής αντοχής και θα καλύπτεται με τα υλικά του καταστρώματος κατά την τελική διαμόρφωση. Η θέση των αγκυρώσεων θα επισημαίνεται στην τελική επιφάνεια του καταστρώματος. Έτσι, μελλοντική αντικατάσταση των αγκυρώσεων, εφόσον απαιτηθεί, θα είναι δυνατή χωρίς μεγάλη εκτάσεως επέμβαση στο κατάστρωμα.

Όλα τα χρησιμοποιούμενα υλικά θα πληρούν τις απαιτήσεις των ισχυουσών προδιαγραφών και θα έχουν τα απαιτούμενα πιστοποιητικά κρατικών Εργαστηρίων ή Πολυτεχνείου.

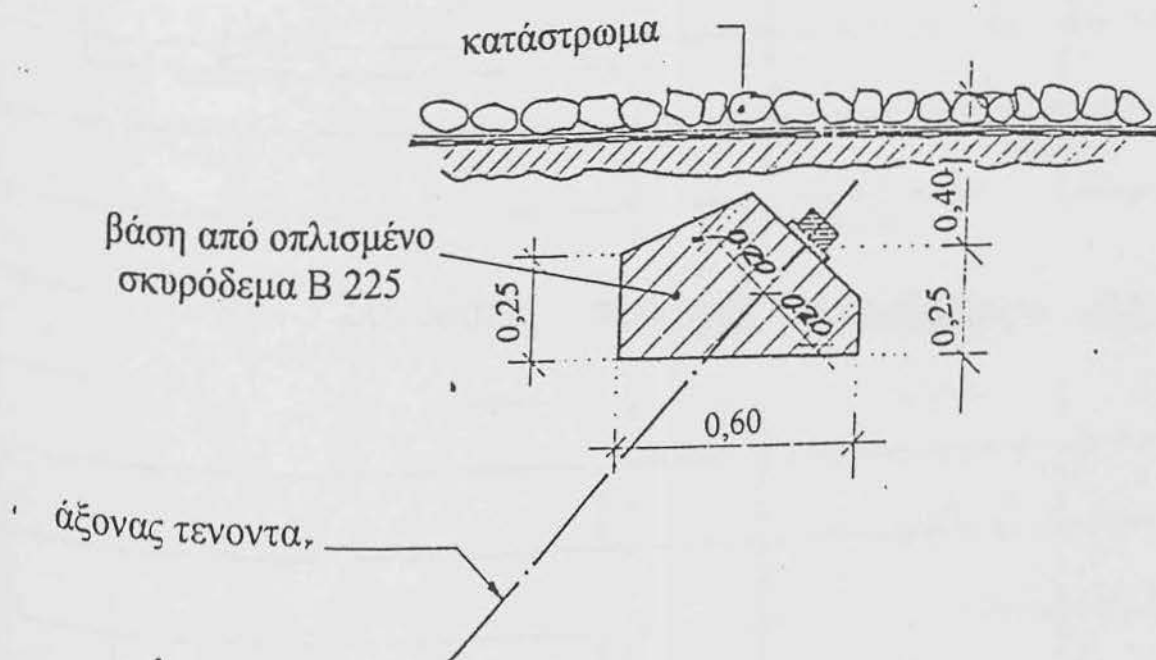
Ο Ανάδοχος θα υποβάλει για έγκριση, μαζί με την προσφορά του, και κατασκευαστικές λεπτομέρειες με περιγραφή του τρόπου εφαρμογής του συστήματος που προτείνει καθώς και προδιαγραφή των υλικών που θα χρησιμοποιήσει. Η εργασία θα γίνει από ειδικευμένο συνεργείο υπό την Εποπτεία υπεύθυνου Πολιτικού Μηχανικού, που θα λάβει τα απαραίτητα μέτρα για την αποφυγή οποιουδήποτε τραυματισμού της γέφυρας στην περιοχή της επέμβασης.

Η διάταξη των συνδέσεων και ενδεικτικές λεπτομέρειες των αγκυρώσεων παρουσιάζονται στις επόμενες σελίδες.





Λεπτομέρεια Συνδεσης



Λεπτομέρεια αγκύρωσεως
 κατω απο το καταστρωμα
 κλ. 1:20

3.δ) Επισκευή ανακουφιστικών τόξων K2 - K3

Ο τρόπος επισκευής που περιγράφεται παρακάτω, υπόκειται στην έγκριση του Αρχαιολογικού Συμβουλίου.

Σε αντίθετη περίπτωση, θα εφαρμοστεί και σ' αυτή την περιοχή ότι προτείνεται και για την υπόλοιπη γέφυρα με πιθανές παραλλαγές στην περιοχή του ανακουφιστικού τόξου K2 που είναι «σφραγισμένο» με τοίχους. Πριν από οποιαδήποτε επέμβαση στην περιοχή αυτή, θα απαιτηθεί η διερεύνηση του εσωτερικού της καμάρας.

Στο τέλος αυτής της παραγράφου, παρουσιάζονται σχηματικά οι προτεινόμενες επεμβάσεις με τη σειρά εφαρμογής τους. Στο συνολικό πρόγραμμα επισκευής της γέφυρας οι εργασίες αυτές τοποθετούνται χρονικά μετά την επισκευή των θεμελίων και την πλήρωση με τοιμεντένεμα δια βαρύτητας της περιοχής μεταξύ K3 και μεγάλου τόξου.

Η 1^η φάση της εργασίας είναι η υποστύλωση του τόξου K3 και η πλευρική αντιστήριξη των τοίχων του τυμπάνου ώστε να μην προκύπτουν κίνδυνοι ευστάθειας κατά το ξήλωμα του καταστρώματος και την αφαίρεση του υλικού πληρώσεως.

Η αφαίρεση του υλικού θα συνοδεύεται από λεπτομερή καταγραφή - αποτύπωση και θα γίνεται υπό την εποπτεία της Εφορείας Αρχαιοτήτων.

Η 2^η φάση περιλαμβάνει τη διάνοιξη οπής στον τοίχο σφραγίσεως, είσοδο στο εσωτερικό της καμάρας, επιθεώρηση του τόξου και προσωρινή υποστύλωση.

Κατά τις επόμενες φάσεις οι τοίχοι και τα τόξα επισκευάζονται με επιμέλεια ενώ παράλληλα, ενισχύονται ορισμένες περιοχές με την ανακατασκευή του δαπέδου της K3, υπερύψωση του δαπέδου της K2 και κατασκευή βοηθητικού τόξου πάνω από την K2. Οι κατασκευές αυτές θα γίνουν με λαξευτούς λίθους και κονίαμα υψηλής αντοχής.

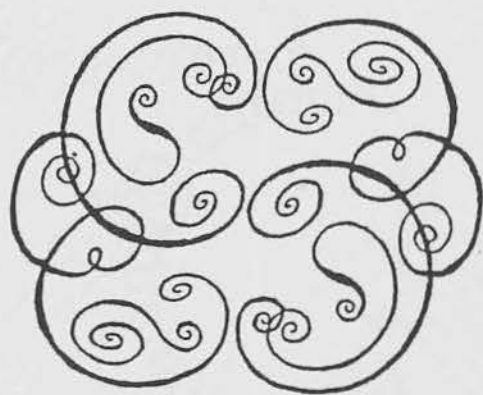
Η επαναπλήρωση του τυμπάνου θα γίνει με ελαφροσκυρόδεμα, με φυσικά αδρανή, εγχυόμενο σε στρώσεις μικρού πάχους και με προηγούμενη τοποθέτηση των σωλήνων για τη διέλευση των προεντεταμένων συνδέσμων. Η αγκύρωση των συνδέσμων που οι άξονές τους τέμνουν το κατάστρωμα, θα γίνουν σε βάσεις από σκυρόδεμα B 300 κάτω από το κατάστρωμα.

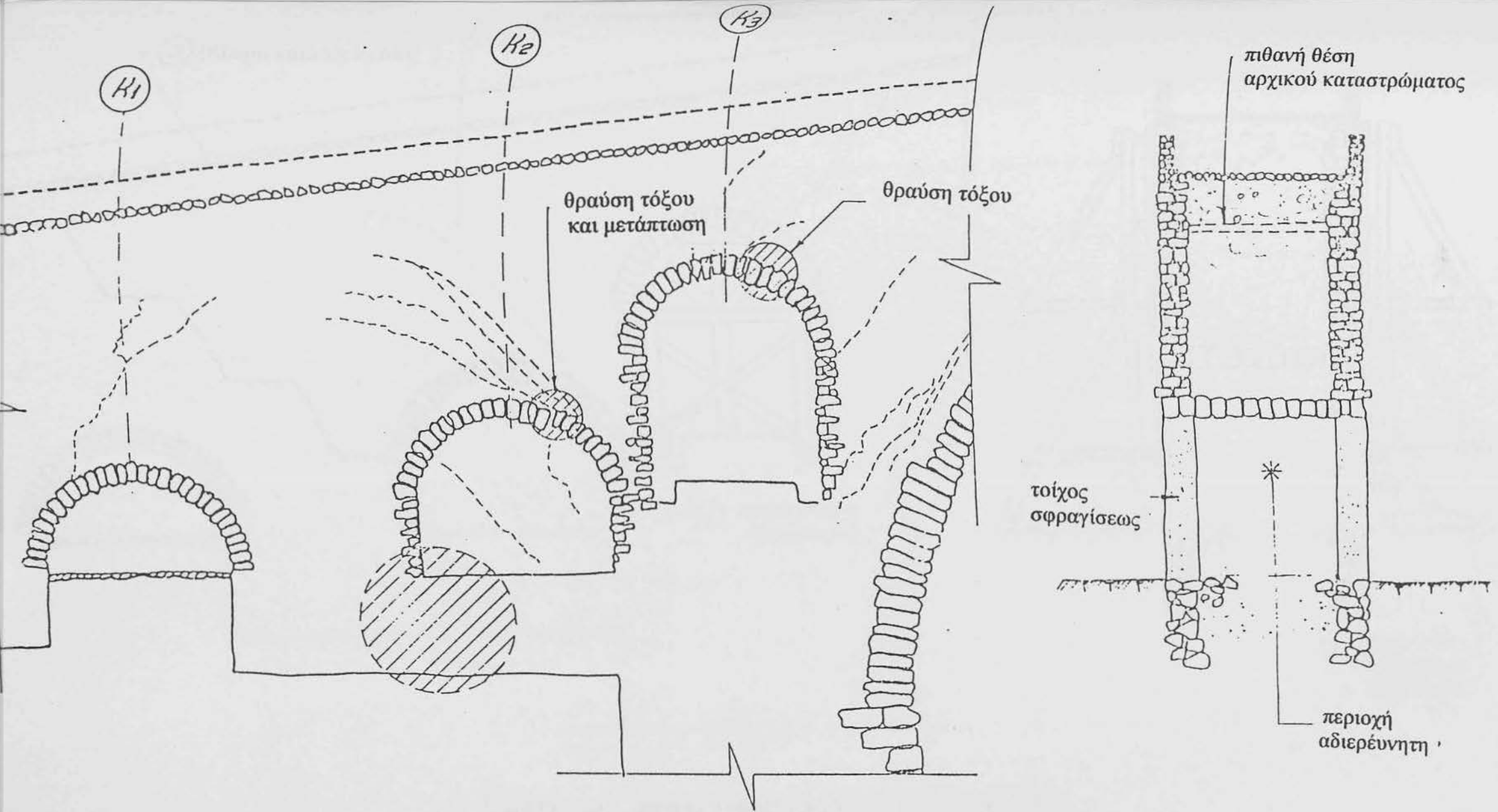
Η εργασία θα ολοκληρωθεί με την πλήρη κατασκευή των συνδέσεων και ανακατασκευή του καταστρώματος.

Από τις πληροφορίες που θα συγκεντρωθούν κατά τη διάρκεια των εργασιών θα κριθεί αν είναι δυνατή η πλήρης αποσφράγιση της καμάρας K2 ή αν επιβάλλεται η

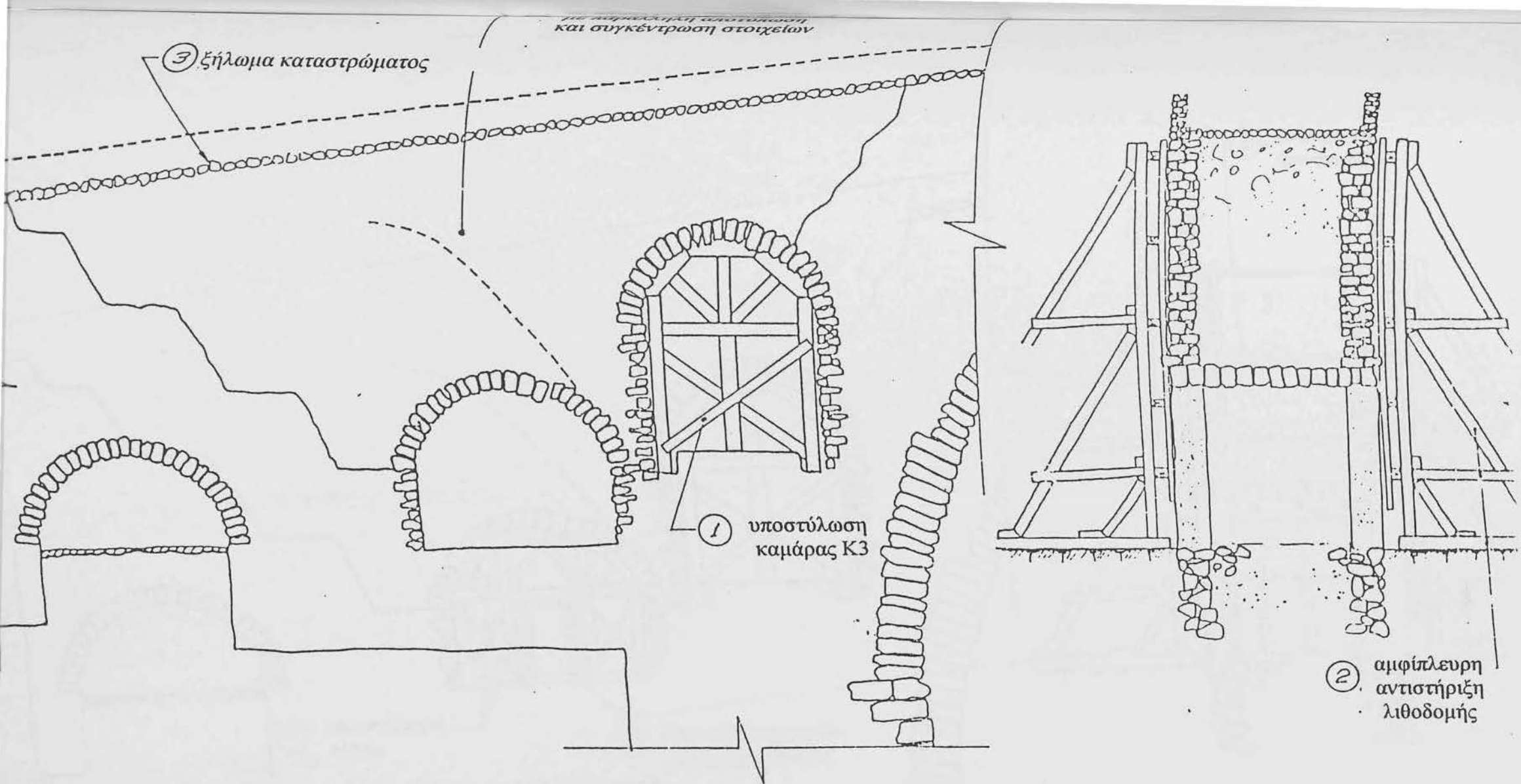
εσωτερική μόνιμη υποστύλωση ή και η διατήρηση των τοίχων σφραγίσεως που υπάρχουν σήμερα.

Οποιαδήποτε τροποποίηση στη σειρά ή το είδος των εργασιών που περιγράφονται παραπάνω που θα απαιτηθεί από αντικειμενικές συνθήκες και νεώτερα στοιχεία που θα γίνουν γνωστά με την αποκάλυψη των αφανών περιοχών, θα γίνεται με την έγκριση της Υπηρεσίας Επιβλέψεως.

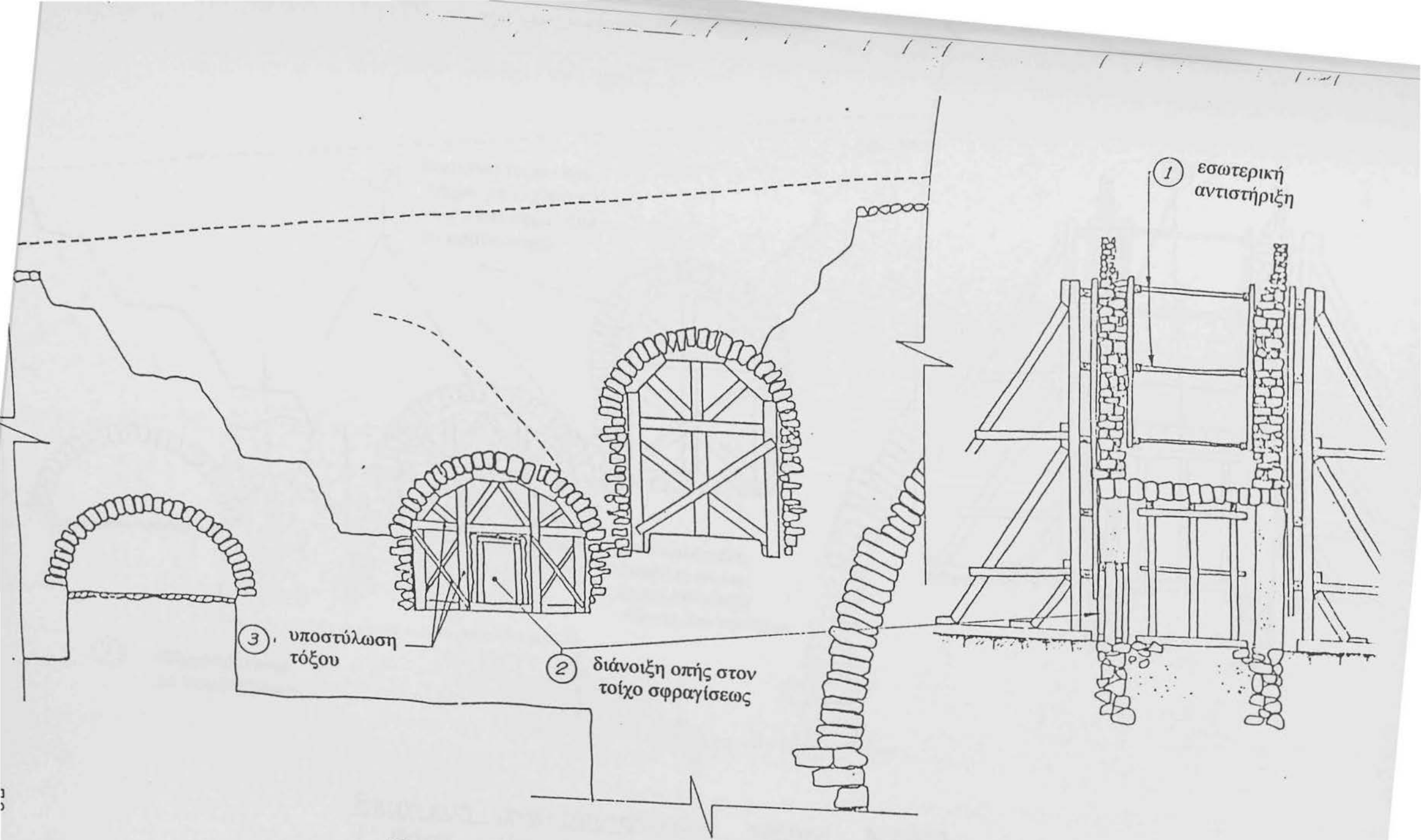




Επισκευή ανακουφιστικών τόξων Κ2 - Κ3
Υπάρχουσα κατάσταση



Επισκευή ανακουφιστικών τόξων K2-K3
1^η Φάση Αφαίρεση υλικού πληρώσεως

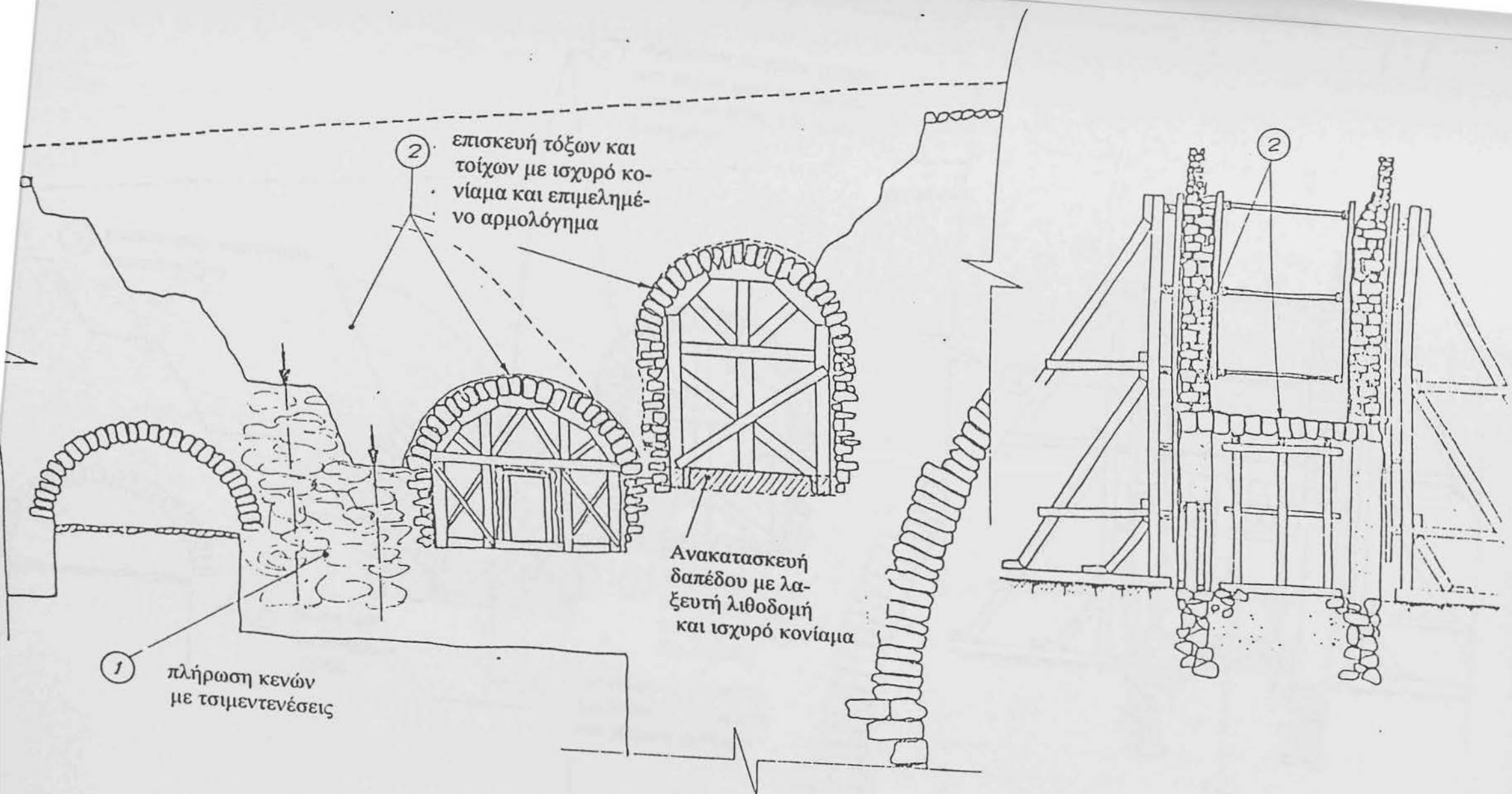


1 εσωτερική αντιστήριξη

3 υποστύλωση τόξου

2 διάνοιξη οπής στον τοίχο σφραγίσεως

Επισκευή ανακουφιστικών τόξων Κ2 - Κ3



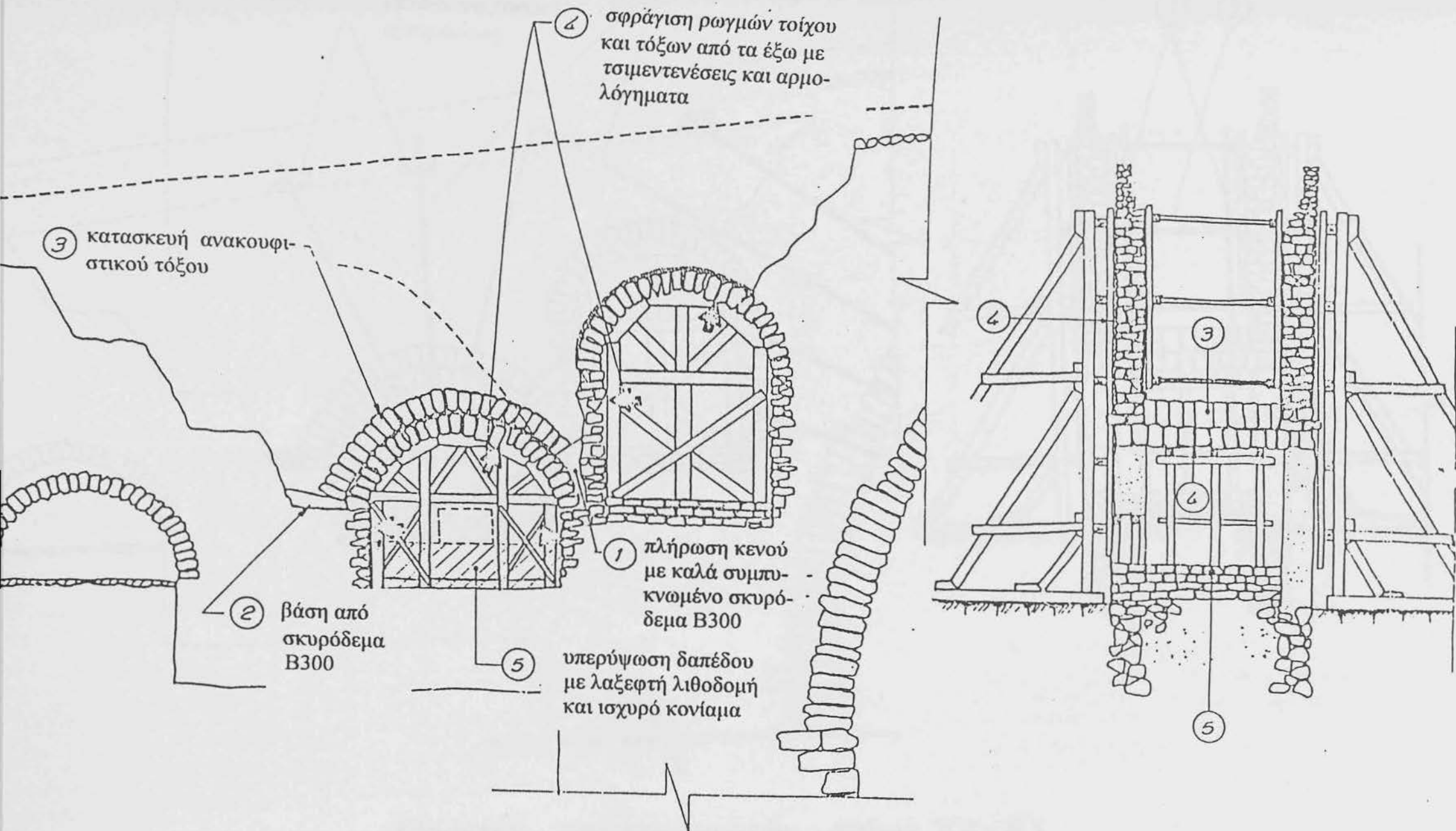
2 επισκευή τόξων και τοίχων με ισχυρό κονίαμα και επιμελημένο αρμολόγημα

1 πλήρωση κενών με τσιμεντενέσεις

Ανακατασκευή δαπέδου με λαξευτή λιθοδομή και ισχυρό κονίαμα

2

Επισκευή ανακούφιστικών τόξων Κ2-Κ3
 3^η Φάση : Επισκευή τόξων και τοίχων από τα μέσα



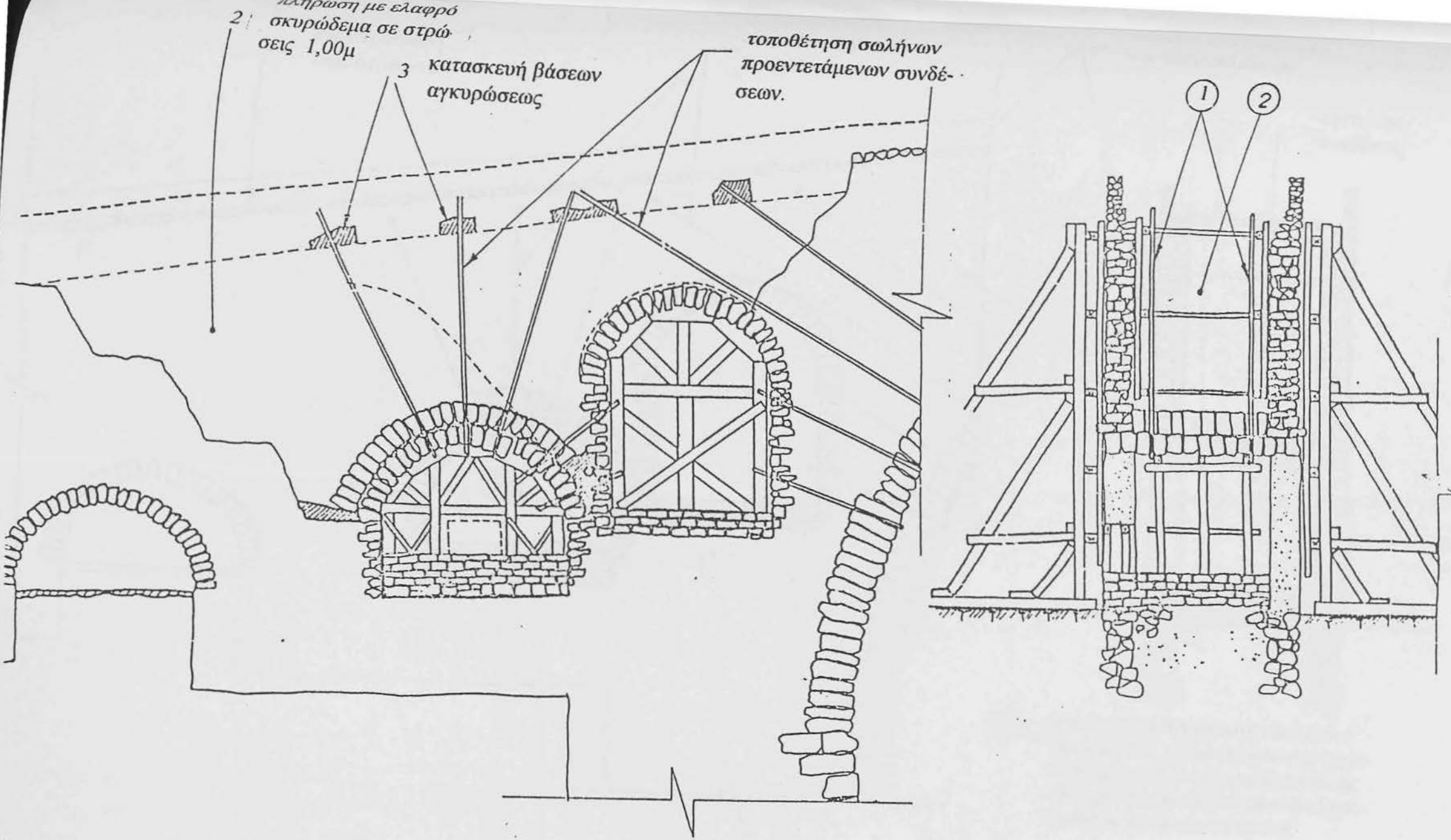
Επισκευή ανακουφιστικών τόξων Κ2-Κ3

4^η Φάση : κατασκευή ανακουφιστικού τόξου- επισκευή τοίγων

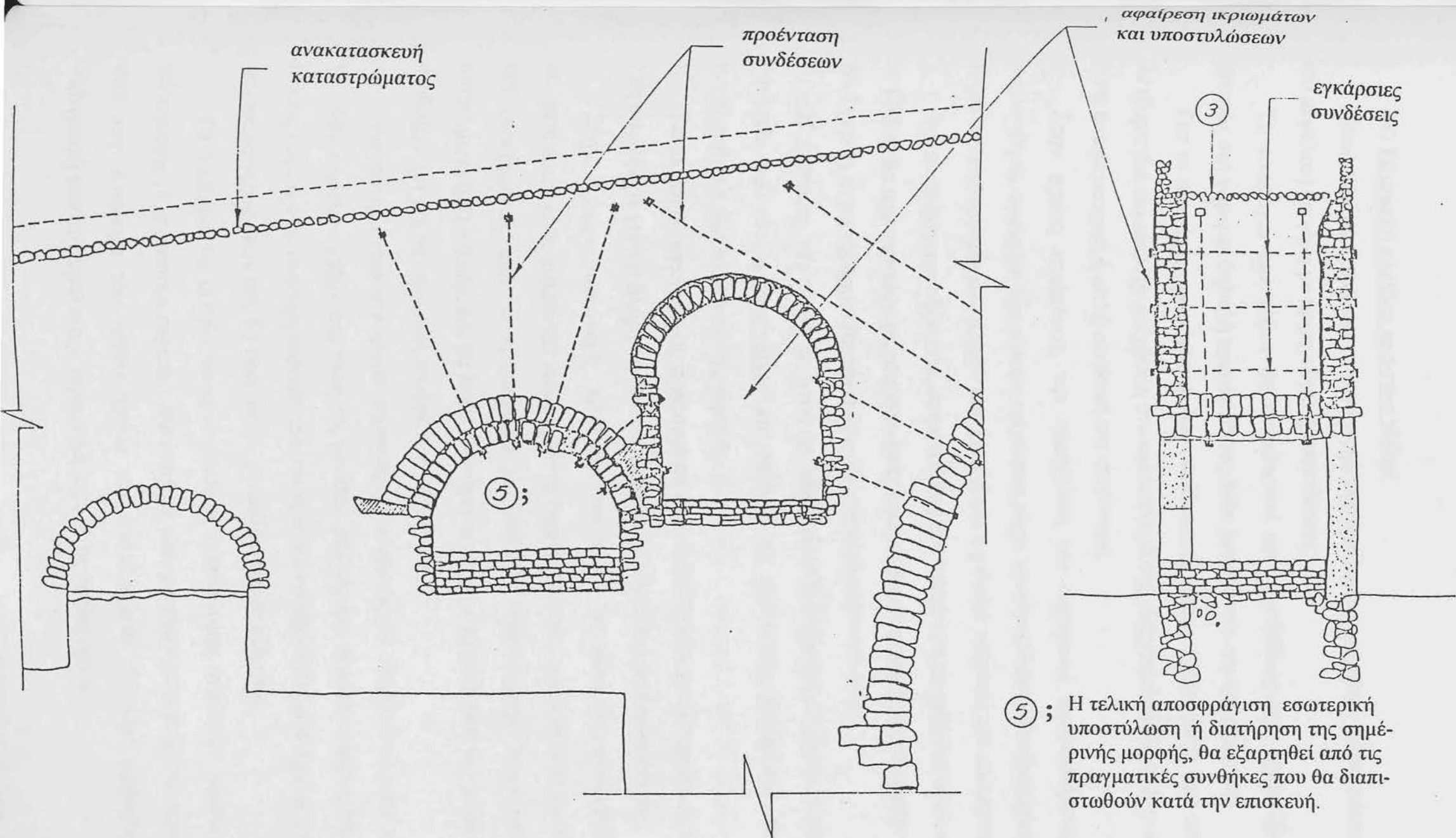
2 | πλήρωση με ελαφρό
σκυρώδεμα σε στρώ-
σεις 1,00μ

3 | κατασκευή βάσεων
αγκυρώσεως

τοποθέτηση σωλήνων
προεντετάμενων συνδέ-
σεων.



Επισκευή ανακουφιστικών τόξων Κ2 - Κ3
5η Φάση : Επαναπλήρωση



Επισκευή ανακουφιστικών τόξων K2-K3
6^η Φάση : Τελειώματα

3.ε) Επισκευή κλείδας ακραίων τόξων

Οποιαδήποτε επέμβαση στην περιοχή της κλείδας των ακραίων τόξων (ιδιαίτερα του μεγάλου) θα γίνει με προηγούμενη υποστύλωση.

Το εσωράχιο των τόξων θα επισκευαστεί με τις μεθόδους που εφαρμόζονται γενικώς στη γέφυρα, δηλαδή τοιμεντενέσεις όπου χρειάζονται και αρμολόγημα.

Για το εξωράχιο προτείνονται δύο εναλλακτικές λύσεις, η εφαρμογή των οποίων θα εξαρτηθεί και από την επέμβαση στο κατάστρωμα της γέφυρας, δηλαδή από το αν θα γίνει ανακατασκευή ή απλή επισκευή και στεγάνωση.

Στην πρώτη περίπτωση, την αποξήλωση του σημερινού καταστρώματος θα ακολουθήσει αφαίρεση των υλικών επιχώσεως μέχρι την αποκάλυψη του εξωραχίου του τόξου και καθαρισμός των αρμών από ξένα υλικά ή χαλαρά τμήματα του κονιάματος.

Στο εσωράχιο του τόξου και στους τοίχους των τυμπάνων ρωγμές που εκτείνονται σε βάθος, θα σφραγιστούν με τοιμεντενέσεις όπως αυτές που περιγράφονται στην παρ. 3.4.2 ενώ οι ανοιχτοί αρμοί θα σφραγιστούν με ισχυρή τοιμεντοκονία.

Η ενίσχυση του τόξου θα γίνει με λιθοδομή από λαξευτούς λίθους και ισχυρό κονίαμα που θα φτάνει μέχρι τη στάθμη της μονωτικής μεμβράνης και θα καταλαμβάνει όλο το πλάτος της γέφυρας.

Κατά μήκος της γέφυρας η ενισχυτική αυτή λιθοδομή θα φτάνει μέχρι τις θέσεις στις οποίες έχει γίνει η πλήρωση του εσωτερικού των τυμπάνων με τοιμεντένεμα.

Στην δεύτερη περίπτωση, κατά την οποία δεν θα γίνει ανακατασκευή του καταστρώματος, θα απαιτηθεί ειδική μελέτη σφραγίσεως των ρωγμών από τα πλάγια και ενδεχομένως από το κατάστρωμα με διάνοιξη οπών μικρής διαμέτρου ανά διαστήματα 0,50 + 0,60μ. και θα δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην ενίσχυση των τοίχων των στηθαίων και της συναρμογής τους με το κατάστρωμα.

Ανεξάρτητα από τον τρόπο επισκευής που τελικώς θα εφαρμοστεί, στην κλείδα των δύο ακραίων τόξων στη θέση της μεγάλης ρωγμής και στο πάνω μέρος της όπως επίσης και στην αντίστοιχη κορυφή του στηθαίου θα εγκατασταθεί σύστημα μετρήσεως των παραμορφώσεων που θα παραμείνει για μελλοντικούς ελέγχους.

Το σύστημα θα μπορεί να συνίσταται σε εγκατάσταση σταθερών σημείων ανά αποστάσεις 10 εκατοστών περίπου. Με το πέρας των εργασιών επισκευής, θα παραδοθεί από τον Ανάδοχο του έργου σχέδιο και αποτελέσματα αρχικών μετρήσεων με περιγραφή των συνθηκών (π.χ. θερμοκρασία) υπό τις οποίες έγιναν.

Δ) Προτάσεις για την μελλοντική παρακολούθηση και συντήρηση

Η εμπειρία που αποκτήθηκε από την παρακολούθηση της γέφυρας από τον Σεπτέμβριο του 1983 μέχρι σήμερα καθώς και απ' τη διερεύνηση της συμπεριφοράς της δίνει τη δυνατότητα για διατύπωση προτάσεων για τη μελλοντική παρακολούθηση και συντήρηση του μνημείου.

Θεμελιώδες στοιχείο της συντήρησης είναι η προστασία από τη ροή του Άραχθου. Τα έργα προστασίας και διευθετήσεως που έγιναν στο διάστημα 1983 - 1984 παρέχουν εξασφάλιση έναντι μελλοντικών υποσκαφών με την προϋπόθεση ότι θα γίνεται συστηματική παρακολούθηση της συμπεριφοράς της κάτης και των προστατευτικών αναχωμάτων και θα υπάρχει διαρκής συντήρηση των έργων προστασίας και απομάκρυνση φερτίου υλικών που επηρεάζουν τις συνθήκες ομαλής ροής.

Σε ότι αφορά την ίδια την γέφυρα βάση της παρακολούθησης της συμπεριφοράς της στο μέλλον πρέπει να είναι η τήρηση συστηματικού αρχείου το οποίο θα περιλαμβάνει τα πληροφοριακά στοιχεία που συγκεντρώθηκαν κατά την εκτέλεση αυτής της εργασίας και τις επεμβάσεις που έγιναν ή θα γίνουν για την υποθεμελίωση και την αποκατάσταση της ανωδομής. Παράλληλα προτείνεται η διατήρηση του συστήματος μετρήσεως που εγκαταστάθηκε από το Ε.Μ.Π. και η περιοδική επανάληψη των μετρήσεων για την διαπίστωση ενδεχόμενων μετακινήσεων.

Τέλος, τονίζεται ότι όπως και σ' όλα τα έργα από λιθοδομή, η άμεση επισκευή οποιαδήποτε ρωγμής ή μικροφθοράς είναι υπόθεση εύκολη και γρήγορη, ενώ η εγκατάλειψή τους μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρές βλάβες και να δημιουργήσει κινδύνους.

