



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

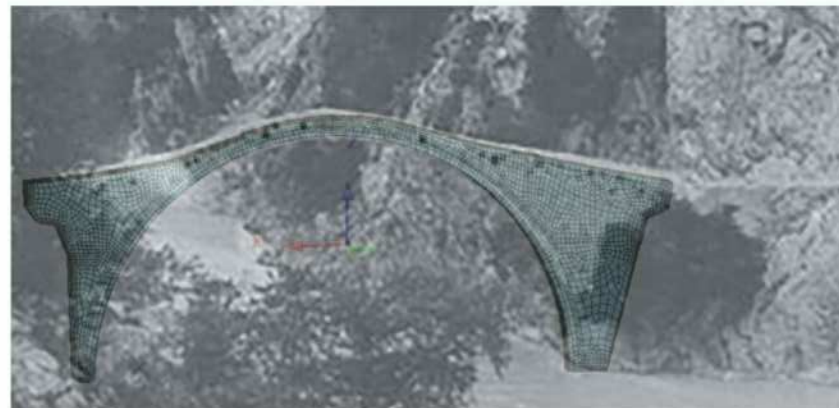
**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**“Τεκμηρίωση και Μελέτη της Γέφυρας Κοράκου,  
καθώς και Διατύπωση Προτάσεων για την Αναστήλωσή της”**



**Τσέλιος Ιούλιος - Χούσος Γεώργιος**

**Επιβλέπουσα: Βιντζηλαίου Ελισάβετ, Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.**

**Σύμβουλος: Γιαννέλος Χρήστος, Υπ. Δρ. Ε.Μ.Π.**

**Αθήνα, Οκτώβριος 2018**

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε πολύ την επιβλέπουσα Καθηγήτρια **Ελισάβετ Βιντζηλαίου** για την ευκαιρία που μας έδωσε να ασχοληθούμε με ένα θέμα τόσο μεγάλου πολιτιστικού και επιστημονικού ενδιαφέροντος. Την ευχαριστούμε επίσης για την διδασκαλία της και την επιστημονική της καθοδήγηση.

Ιδιαίτερα ευχαριστούμε τον κο **Χρήστο Γιαννέλο**, Υπ. Δρ. Πολιτικό Μηχανικό, για την καθοδήγηση και βοήθεια σε όλα τα στάδια της εργασίας. Η συνεργασία μαζί του ήταν εξαιρετική και εποικοδομητική.

Ευχαριστούμε επίσης την κα **Βασιλική Νικολοπούλου**, Υπ. Δρ. Πολιτικό Μηχανικό, καθώς και όλο το προσωπικό του **Εργαστηρίου Ωπλισμένου Σκυροδέματος Ε.Μ.Π.** για την βοήθεια στους εργαστηριακούς ελέγχους των υλικών.

Τέλος ευχαριστούμε θερμά τον κο **Χρήστο Καπερώνη** και τον κο **Μενέλαο Παπαδημητρίου** για την φιλοξενία και το πολύτιμο ερευνητικό υλικό που μας παρείχαν. Ευχόμαστε η εργασία αυτή να συνεισφέρει στην προσπάθεια για την αναστήλωση της Γέφυρας του Κοράκου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα Μεταπτυχιακή Εργασία πραγματοποιείται τεκμηρίωση και μελέτη, καθώς και διατύπωση προτάσεων για την αναστήλωση της Γέφυρας Κοράκου, της μεγαλύτερης μονότοξης πέτρινης γέφυρας των Βαλκανίων έως την ανατίναξη της κατά την διάρκεια του εμφυλίου το 1949. Ως πρώτο βήμα της έρευνας πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις πεδίου στην θέση της Γέφυρας στον Αχελώο, πλησίον των Πηγών Άρτας και της περιοχής Αργιθέας Καρδίτσας. Έγινε καταγραφή και τοπογραφική αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης, συλλέχθηκαν δείγματα δομικών υλικών από τα εναπομείναντα τμήματα των βάρων καθώς και πληροφορίες από την τοπική κοινότητα και αρχές.

Η εργασία εκπονήθηκε στα παρακάτω διακριτά στάδια. Αρχικά γίνεται η ιστορική τεκμηρίωση, της οποίας τα ευρήματα υποδεικνύουν και την μεθοδολογία. Από τις ιστορικές αναφορές αντλούνται στοιχεία για την μορφολογία και την παθολογία της γέφυρας ενώ δίνεται έμφαση στα σεισμικά γεγονότα της περιοχής. Στην συνέχεια παρουσιάζεται η υφιστάμενη κατάσταση, οι μετρήσεις πεδίου και το τοπογραφικό διάγραμμα που εκπονήθηκε με τα σημεία ενδιαφέροντος. Καθώς τα εναπομείναντα τμήματα αποτελούν πολύ μικρό ποσοστό του αρχικού φορέα επιχειρήθηκε καταρχήν η διερεύνηση δυνατότητας αναπαράστασης της γέφυρας. Η γεωμετρική τεκμηρίωσή της υλοποιήθηκε με εντοπισμό της θέσης των σωζόμενων τμημάτων σε ιστορικές φωτογραφίες και συσχέτισή τους με το συνολικό φορέα για αξιοποίηση των σημερινών μετρήσεων. Από την διερεύνηση προέκυψαν οι σχεδιαστικές απεικονίσεις της γέφυρας. Ακολούθησε η μορφολογική και κατασκευαστική ανάλυση, με παρατηρήσεις και δεδομένα από τα τμήματα που σώζονται, φωτογραφίες καθώς και σύγκριση με αντίστοιχες γέφυρες-μνημεία. Έγινε επίσης διερεύνηση πιθανής χρήσης ξύλινων διατάξεων στο σώμα της γέφυρας με σύγκριση αντίστοιχων ευρημάτων στην Γέφυρα της Πλάκας. Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκαν εργαστηριακοί έλεγχοι στα συλλεχθέντα δομικά υλικά (λιθωσώματα-κονιάματα) ενώ η τεκμηρίωση ολοκληρώνεται με έρευνα στις γεωτεχνικές και υδρολογικές παραμέτρους.

Μετά την συγκέντρωση όλων των παραπάνω δεδομένων, δημιουργείται τρισδιάστατο υπολογιστικό προσομοίωμα με χρήση πεπερασμένων στοιχείων σε κατάλληλο λογισμικό (Sofistik) και πραγματοποιούνται αναλύσεις με σκοπό την μελέτη και διερεύνηση της στατικής και δυναμικής συμπεριφοράς της γέφυρας. Στο τέλος της εργασίας παρουσιάζονται τα αποτελέσματα και συμπεράσματα των αναλύσεων και διατυπώνονται προτάσεις για την αναστήλωσή της. Στο παράρτημα γίνεται επίσης περιληπτική αναφορά με προτεινόμενες ενέργειες αποκατάστασης του κτηρίου τελωνείου -“Κούλια” που σώζεται έως σήμερα στην τοποθεσία της γέφυρας.

## ABSTRACT

The present Postgraduate Thesis aims at the documentation, analysis as well as the formulation of proposals for the reconstruction of the Korakou Bridge (Crow's bridge) at Acheloos river which was the single arch stone bridge with the longest span in the Balkans until its destruction on 1949 during the Greek civil war. As a first crucial step, on site measurements at Bridge location, near the village Piges Artas and Argithea Karditsas, were made. These included topographic measurements, collection of structural materials samples from the remaining bridge parts and gathering information from the local community and authorities.

The study was carried out in the following distinct stages. Initially a historical documentation of the bridge is made which sets the guidelines of the study. Emphasis is given on the descriptions concerning the geometrical data, the seismic events the original bridge has endured and the stages of the bridge condition until today. Then the field measurements are presented including the topographic plan of the area with notation of the points of interest. In the next step a geometrical research is being carried out which was very challenging due to the fact that the remaining parts of the bridge are a very small portion of the total structure. An effort was made to combine the exact place of the remainings on the original structure and the historical data with the onsite measurements and observations. The architectural drawings of the bridge derived from the above procedure and the documentation of the structural details was completed with additional information including the examination of similar bridges, historical photos and observations on the remaining bridge parts. In addition a research concerning the use of wooden structural elements was carried out. In order to have a model as accurate as possible, laboratory tests were made concerning the mechanical properties of the structural materials (stone and mortar samples). In addition geotechnical and hydrological data of the area were also taken into account.

After the gathering of all the necessary information a 3d model of the bridge was created with the use of volume finite elements in the appropriate software (Sofistik). The model was used for linear and non linear structural analyses in order to define the static and dynamic behavior of the bridge under the most significant actions (elf weight, earthquake). Finally the conclusions of all the above led to the formulation of proposals for the reconstruction of the bridge. Additionally the index of the study includes a brief report about the masonry building (“Koulia”) which served as a guard house of the bridge passage.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ

1.1 Εισαγωγή .....	Πιν. 1.1
1.2 Ιστορικά στοιχεία περιοχής .....	Πιν. 1.1-1.2
1.3 Ιστορικά στοιχεία Γέφυρας .....	Πιν. 1.2-1.6
1.4 Συνοπτικά συμπεράσματα ιστορικών στοιχείων .....	Πιν. 1.6
1.5 Φάσεις κατασκευής-κατάστασης Γέφυρας.....	Πιν. 1.7-1.8
1.6 Σεισμικά και πλημμυρικά γεγονότα .....	Πιν. 1.9
Διαγράμματα χρονιοστορίας σημαντικών γεγονότων.....	Πιν. 1.10-1.11
1.7 Συμπεράσματα Ιστορικής τεκμηρίωσης-μεθοδολογία εργασίας .....	Πιν. 1.12

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

2.1 Εισαγωγή .....	Πιν. 2.1
2.2 Εικόνα υφιστάμενης κατάστασης .....	Πιν. 2.1-2.2
2.3-2.7 Μετρήσεις πεδίου .....	Πιν. 2.2-2.3
2.8 Αξιοποίηση μετρήσεων πεδίου .....	Πιν. 2.3
Τοπογραφικής αποτύπωση .....	Πιν. 2.4-2.5

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ

3.1 Εισαγωγή .....	Πιν. 3.1
3.2 Αρχική προσέγγιση .....	Πιν. 3.1
3.3 Μεθοδολογία διερεύνησης .....	Πιν. 3.1
3.4 Αναπαράσταση γέφυρας απόψεις 1&2 .....	Πιν. 3.2
3.5-3.6 Εντοπισμός τμημάτων βάθρων στον συνολικό φορέα .....	Πιν. 3.3-3.4
3.7 Προσέγγιση γεωμετρίας – αναπαράσταση Γέφυρας.....	Πιν. 3.5
3.8 Διερεύνηση έδρασης ΒΑ βάθρου –θέση αρχής τόξου.....	Πιν. 3.6
3.9-3.10 Διερεύνηση μεταβολής στάθμης κοίτης ποταμού .....	Πιν. 3.7-3.9
3.11 Πρόσθετες παρατηρήσεις ανύψωσης κοίτης ποταμού .....	Πιν. 3.7-3.9
3.12 Συμπεράσματα διερεύνησης δυνατότητας αναπαράστασης.....	Πιν. 3.10
Σχεδιαστική απεικόνιση Γέφυρας .....	Πιν. 3.11-3.14

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

4.1 Εισαγωγή .....	Πιν. 4.1
4.2 Υλικά δόμησης .....	Πιν. 4.1
4.3 Δόμηση τοξοτών τμημάτων.....	Πιν. 4.1
4.4 Δόμηση βάθρων και περιοχών μεταξύ τόκου και καταστρώματος.....	Πιν. 4.2
4.5 Θεμελίωση βάθρων.....	Πιν. 4.2
4.6 Μη φέροντα δομικά στοιχεία.....	Πιν. 4.2

4.7 Ξύλινα στοιχεία-Εισαγωγή.....	Πιν. 4.2
4.7.1 Ξύλινα στοιχεία στην Γέφυρα της Πλάκας.....	Πιν. 4.3
4.7.2 Ξύλινα εσχάρα τόξου.....	Πιν. 4.3
4.7.3 Ξύλινα εσχάρα εγκιβωτισμένη στο βάθρο.....	Πιν. 4.3
4.7.4 Παρατηρήσεις στην Γέφυρα του Κοράκου .....	Πιν. 4.3
4.8 Ξύλινα στοιχεία- Παρατηρήσεις στην επιφάνεια αστοχίας του ΒΑ βάθρου .....	Πιν. 4.4
4.9 Αντιστοίχιση πιθανών θέσεων ξύλινων στοιχείων με την γένεση του τόξου .....	Πιν. 4.5
4.11 Μνημεία συγκριτικής θεώρησης.....	Πιν. 4.6
4.11.1 Η Γέφυρα του Τριζώλου .....	Πιν. 4.6-4.7
4.11.2 Η Γέφυρα της Πόρτας-Πύλης Τρικάλων .....	Πιν. 4.8
4.11.3 Συμπέρασμα σύγκρισης.....	Πιν. 4.8
4.12 Συμπεράσματα μορφολογικής και κατασκευαστικής ανάλυσης.....	Πιν. 4.9

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

5.1 Εισαγωγή .....	Πιν. 5.1
5.2 Εργαστηριακός υπολογισμός θλιπτικής αντοχής λίθων .....	Πιν. 5.1
5.2.1 Συμπεράσματα –θλιπτική αντοχή λίθων.....	Πιν. 5.2
5.3 Αποτελέσματα κρουσιμετρήσεων.....	Πιν. 5.4
5.4 Εργαστηριακός υπολογισμός εφελκυστικής αντοχής κονιαμάτων .....	Πιν. 5.4-5.5
5.4.1 Αποτελέσματα–εφελκυστική αντοχή κονιαμάτων.....	Πιν. 5.5
5.5 Συμπεράσματα εργαστηριακών ελέγχων δομικών υλικών .....	Πιν. 5.1

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

6.1 Εισαγωγή .....	Πιν. 6.1
6.2 Εκτίμηση γεωλογικών συνθηκών .....	Πιν. 6.1
6.3 Μορφολογία θεμελίωσης.....	Πιν. 6.2
6.4 Συμπεράσματα-γεωτεχνικοί παράμετροι .....	Πιν. 6.2

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7– ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

7.1 Εισαγωγή .....	Πιν. 7.1
7.2 Περιοχή μελέτης .....	Πιν. 7.1
7.3 Βασικά υδρολογικά στοιχεία.....	Πιν. 7.1-7.2
7.4 Έργα εκτροπής Αχελώου και χαρακτηριστικά υδρολογικά μεγέθη λεκανών.....	Πιν. 7.3-7.4
7.5 Χαρακτηριστικά κοίτης στην θέση της Γέφυρας .....	Πιν. 7.4
7.6 Συμπεράσματα υδρολογικής διερεύνησης.....	Πιν. 7.5

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 – ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΓΕΦΥΡΑΣ

8.1 Εισαγωγή.....	Πιν. 8.1
8.2 Προσομοίωμα υπολογισμού .....	Πιν. 8.1-8.2
8.3 Μηχανικά χαρακτηριστικά τοιχοποιίας .....	Πιν. 8.3
8.4 Καθορισμός φάσεων κατασκευής .....	Πιν. 8.4
8.5 Εξεταζόμενες φορτίσεις .....	Πιν. 8.5
8.5.1 Ίδιο βάρος .....	Πιν. 8.5
8.5.2 Υδραυλική πίεση .....	Πιν. 8.5
8.5.3 Σεισμός.....	Πιν. 8.5
8.5.4 Πρόσθετα μόνιμα και κινητά.....	Πιν. 8.6
8.6 Πραγματοποιούμενες αναλύσεις .....	Πιν. 8.6

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

9.1 Εισαγωγή.....	Πιν. 9.1
9.2 Αποτελέσματα – παραμετρικές αναλύσεις υπό το ίδιο βάρος .....	Πιν. 9.1-9.2
9.2.1 Τάσεις εδράσεως .....	Πιν. 9.3
9.2.2 Συμπεράσματα αναλύσεων ίδιου βάρους.....	Πιν. 9.3
9.3 Υδροδυναμική φόρτιση-συμπεράσματα .....	Πιν. 9.4
9.4 Σεισμός.....	Πιν. 9.5
9.4.1 Ιδιομορφική ανάλυση .....	Πιν. 9.5-9.6
9.4.2 Δυναμική φασματική ανάλυση- προσδιορισμός σεισμικής μετατόπισης .....	Πιν. 9.7
9.4.3 Ισοδύναμη στατική μέθοδος .....	Πιν. 9.8
9.4.3.1 Προσδιορισμός σεισμικής επιτάχυνσης .....	Πιν. 9.8-9.9
9.4.3.2 Κύριες τάσεις .....	Πιν. 9.9-9.11
9.4.3.3 Κρίσιμες διατομές υπό εγκάρσια σεισμική φόρτιση .....	Πιν. 9.12
9.4.3.4 Έλεγχος διατμητικής επάρκειας.....	Πιν. 9.12-9.13
9.4.3.5 Έλεγχοι ευστάθειας –τάσεων για ροπή εντός και εκτός επιπέδου .....	Πιν. 9.14
9.4.4 Συμπεράσματα διερεύνησης συμπεριφοράς υπο σεισμική φόρτιση.....	Πιν. 9.15
9.5 Συγκεντρωτικά συμπεράσματα αναλύσεων γέφυρας.....	Πιν. 9.15

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

10.1 Προϋποθέσεις αναστήλωσης.....	Πιν. 10.1
10.1.1 Ολοκλήρωση έργων φράγματος Συκιάς .....	Πιν. 10.1
10.1.2 Διάνοιξη κοίτης ποταμού .....	Πιν. 10.1
10.2 Ανακατασκευή Γέφυρας.....	Πιν. 10.1
Συνοπτική απεικόνιση χώρου Γέφυρας .....	Πιν. 10.2
<b>ΕΠΙΛΟΓΟΣ</b> .....	Πιν. 11.1
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	Πιν. 11.2

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Θέσεις δειγματοληψιών και δοκίμια λίθων .....	Πιν. 12.1-12.2
Θέσεις κρουσιμετρήσεων .....	Πιν. 12.3
Θέσεις δειγματοληψιών και δοκίμια κονιαμάτων .....	Πιν. 12.4-12.6

### ΚΤΗΡΙΟ ΤΕΛΩΝΕΙΟΥ- “ΚΟΥΛΙΑ”

Κάτοψη – συνοπτική περιγραφή .....	Πιν. 12.7
Μετρήσεις και παρατηρήσεις .....	Πιν. 12.8-12.9
Όψεις- προτάσεις επεμβάσεων .....	Πιν. 12.10

# Κεφάλαιο 1

## ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ

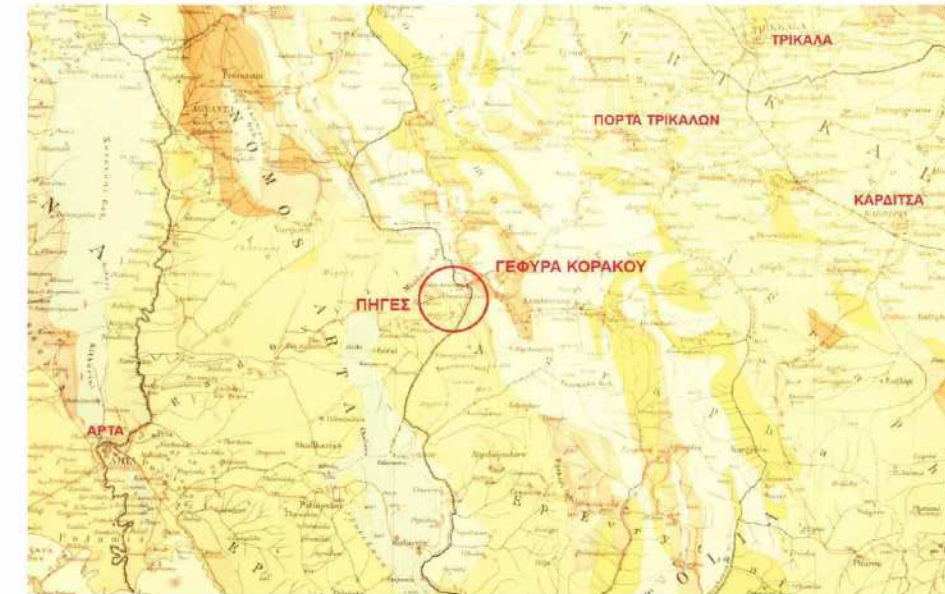
## Η Γέφυρα του Κοράκου

### 1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ

#### 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Γέφυρα του Κοράκου ή «το Κορακογιόφυρι» ή «του Άσπρου το γιοφύρι» ήταν η μεγαλύτερη μονότοξη πέτρινη γέφυρα των Βαλκανίων. Κατασκευάστηκε τον 16<sup>ο</sup> αιώνα στον Αχελώο και αποτέλεσε την σύνδεση της Θεσσαλίας με την Ήπειρο έως την ανατίναξή της κατά την διάρκεια του εμφυλίου πολέμου στις 28 Μαρτίου 1949.

Η Ιστορική Τεκμηρίωση περιλαμβάνει την ιστορική αναδρομή, την σύνδεση του γεφυριού με την ιστορία της ευρύτερης περιοχής ενώ περιγράφονται τα γεγονότα που οδήγησαν στην ανατίναξή του. Από τις ιστορικές αναφορές και περιγραφές αντλούνται επίσης στοιχεία για την μορφολογία και την παθολογία της γέφυρας. Τέλος παρουσιάζονται οι φάσεις κατασκευής και μορφής της έως σήμερα και μια συνοπτική χρονοιστορία με καταγραφή των κύριων σεισμικών και πλημμυρικών γεγονότων.

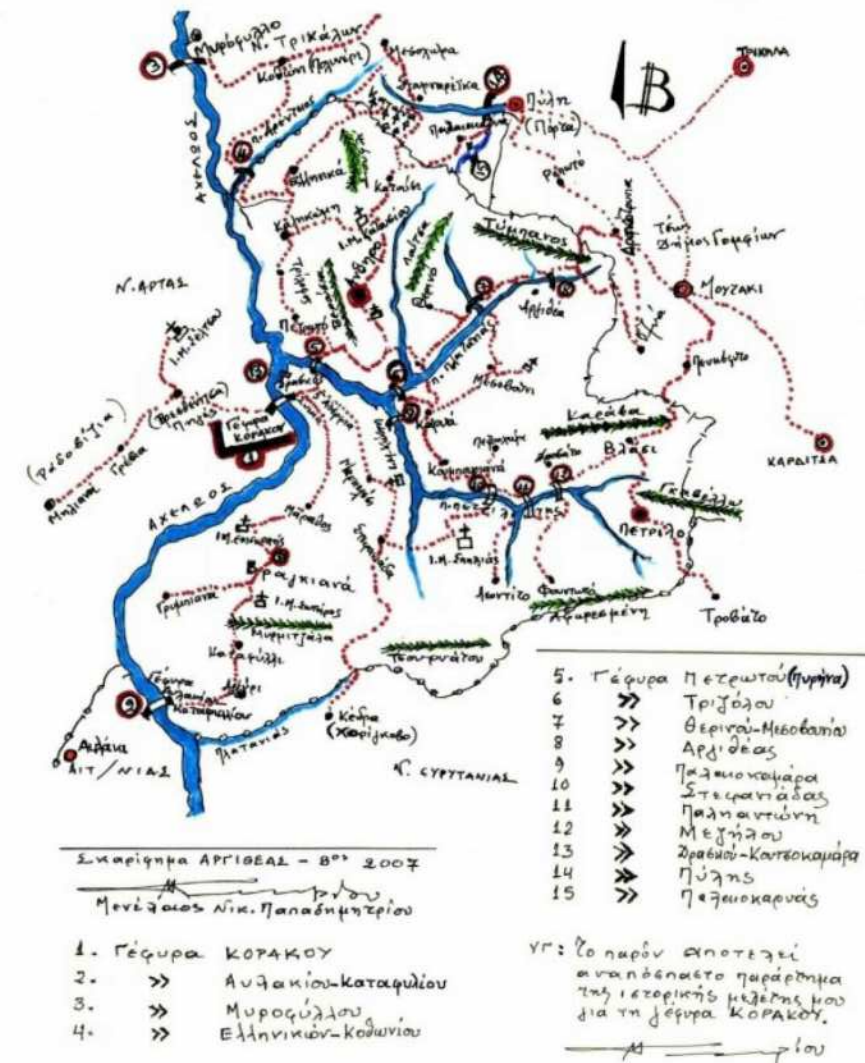


Εικόνα 1.1 Ιστορικός χάρτης περιοχής, Alfred Philippson, 1893

#### 1.2 Ο ΤΟΠΟΣ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΚΟΡΑΚΟΥ – ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Η γεωγραφική θέση της γέφυρας είναι στον ποταμό Αχελώο, στην περιοχή της Νότιας Πίνδου, σε σημείο που εκείνος αποτελεί φυσικό σύνορο των Περιφερειακών Ενοτήτων Άρτας-Καρδίτσας και των Περιφερειών Ηπείρου-Θεσσαλίας. Ένωσε τον Κοκκινόλακο των Πηγών Τετραφυλλίας Άρτας στην θέση Πυργάκι ή Σκαλούλα με τον Φελλό Πετρωτού Αργιθέας Καρδίτσας στην θέση Συκιά. Στην **Εικόνα 1.1** φαίνεται η θέση της γέφυρας σε σχέση με τις πόλεις της Άρτας, Τρικάλων και Καρδίτσας καθώς και η ευρύτερη γεωγραφική περιοχή. Πλησίον της γέφυρας συναντάμε το χωρίο των Πηγών, την Ι.Μονή Σέλτσου καθώς και το ημιτελές φράγμα της Συκιάς 1.50 Km ανάντη.

Στην τοποθεσία της γέφυρας ο Αχελώος χωρίζει τα Ραδοβύζια Άρτας, τον σημερινό Δήμο Γ.Καραϊσκάκη με ιστορική έδρα τις Πηγές (Βρεσθένιτσα), με την Αργιθέα των Θεσσαλικών Αγράφων Καρδίτσας στην παραποτάμια περιοχή που αποτελεί την Κοιλιάδα του Αχελώου. Στην περιοχή των Ραδοβυζίων εκτεινόταν η Αρχαία Τετραφυλλία, μέρος της Αθαμανίας με πιθανή πρωτεύουσα την Αργιθέα. Μέσω της Κοιλιάδας του Αχελώου διερχόταν τμήμα της αρχαίας οδού που άρχιζε από τον Πλαταμώνα Πιερίας και κατάληγε μέσω Τρίκης-Γόμφων-Αργιθέας-Τετραφυλλίας-Ηράκλειας στην Αρχαία Αμβρακία(σημερινή Άρτα) και ουσιαστικά ένωσε το Αιγαίο με το Ιόνιο και την Ανατολική με την Δυτική Ελλάδα. Ήταν διαδρομή Ρωμαϊκών Λεγεώνων, αλλά και των Βυζαντινών στρατευμάτων ιδίως κατά την ακμή του Δεσποτάτου της Ηπείρου. Στον οδικό αυτόν άξονα συναντούμε πολλές γέφυρες όπως την δίτοξη ή τρίτοξη “Κουτσοκαμάρα”), που πήρε την ονομασία της λόγω της κατάρρευσης των υπόλοιπων εκτός ενός τόξων της, πλησίον των έργων εκτροπής του Αχελώου και σήμερα επιχωμένη με τα μπάζα του φράγματος Συκιάς. Πιθανότατα αποτέλεσε τον “πρόγονο” της γέφυρας του Κοράκου καθώς τοποθετείται 800 μέτρα περίπου ανάντη της. Ως πιο σημαντικές επίσης αναφέρονται ενδεικτικά η γέφυρα του Τριζώλου που αποτελεί πλέον το μεγαλύτερο μονότοξο σωζόμενο γεφύρι της Θεσσαλίας και η μονότοξη γέφυρα της Πύλης Τρικάλων με χρηματοδότη τον Μητροπολίτη Βησσαρίωνα. Παρουσιάζεται σκαριφηματικά από την εργασία και έρευνα του κ. Μενέλαου Παπαδημητρίου η Αργιθέα Καρδίτσας με σημειωμένα τα γεφύρια (**Εικόνα 1.2**).



Εικόνα 1.2 Σκαρίφημα Αργιθέας, Μενέλαος Παπαδημητρίου, 2007

Η Αργιθέα ήταν μέρος της ευρύτερης περιοχής των Αγράφων. Ονομασία που σύμφωνα με μια εκδοχή αποκτήθηκε κατά την περίοδο του Βυζαντίου, όταν ο εικονομάχος Κωνσταντίνος Ε΄ διέγραψε την περιοχή από τους χάρτες της αυτοκρατορίας μετά την άρνηση των κατοίκων να εφαρμόσουν διάταγμα για την αφαίρεση των εικόνων και την θανάτωση των απεσταλμένων του. Μετά την κατάλυση της Βυζαντινής αυτοκρατορίας η περιοχή αποτέλεσε τμήμα του Δεσποτάτου της Ηπείρου το οποίο διοικήθηκε διαδοχικά από Βυζαντινούς, Σέρβους και Ιταλούς ηγεμόνες μέχρι και την ενσωμάτωση του στην Οθωμανική αυτοκρατορία.

Κατά την περίοδο της τουρκοκρατίας λόγω της δυσκολίας ελέγχου των δύσβατων αυτών περιοχών εκτός των τυπικών διοικητικών διαιρέσεων της Οθωμανικής αυτοκρατορίας δημιουργούνται τα Αρματολίκια, περιοχές υπό την επίβλεψη διορισμένων από τους Οθωμανούς Ελλήνων οπλαρχηγών - Καπεταναίων που αναλαμβάνουν το έργο της συλλογής φόρων. Οι περιοχές των Ραδοβιζίων και των Αγράφων γύρω από την γέφυρα Κοράκου αποτέλεσαν ισχυρά Αρματολίκια. Παράλληλα δρούσαν ένοπλες ομάδες σε διαμάχες μεταξύ τους για τον έλεγχο των περιοχών καθώς και ενάντια στις τούρκικες αρχές, οι λεγόμενοι κλέφτες. Οι κλεφταρματολοί διαδραμάτισαν σημαντικό ρόλο στην μετέπειτα επανάσταση εναντίον του κατακτητή.

Το ιδιότυπο αυτό καθεστώς παρά την βαριά φορολογία προσέφερε μια αυτοδιοίκηση-αυτονομία που οδήγησε στην διατήρηση του ελληνικού στοιχείου και σε μια περίοδο ακμής με την κατασκευή γεφυριών, εκκλησιών, μοναστηριών και γενικότερη αύξηση του πληθυσμού. Μετά την απελευθέρωση (1881-1898) παρουσιάζεται μετανάστευση των κατοίκων προς τα αστικά κέντρα.

Η περιοχή αποτέλεσε σημαντικό πεδίο δράσης κατά την Εθνική Αντίσταση και μετέπειτα κατά τον εμφύλιο πόλεμο, τα γεγονότα του οποίου οδήγησαν στην ανατίναξη της γέφυρας Κοράκου.

### 1.3 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΕΦΥΡΑΣ

Η κατασκευή της γέφυρας έγινε με χρηματοδότη τον Μητροπολίτη Λάρισας Βησσαρίωνα το Β΄ (1490-1540) που επιτέλεσε σημαντικό κοινωνικό έργο ως χρηματοδότης γεφυρών όπως αυτό της Πόρτας στην γενέτειρα του Πύλη Τρικάλων, Σαρακήνας της Καλαμπάκας στον Πηνιό και άλλων έργων με γνωστότερο την Μονή Δούσικου στον Κόζιακα πλησίον επίσης της Πύλης Τρικάλων.

Ως περίοδος κατασκευής της αναφέρεται η αρχή του 16<sup>ου</sup> αιώνα ενώ έχει επικρατήσει σαν χρονολογία το 1514-1515. Αντίστοιχη ημερομηνία κατασκευής (1514) έχει αναγραφεί και στο γεφύρι της Πόρτας στην Πύλη Τρικάλων στο Πορταϊκό λανθασμένα κατά τον κ. Σπύρο Μαντά πρόεδρο του Κέντρου Μελέτης Πέτρινων Γεφυριών καθώς ο Βησσαρίωνας εξελέγη Μητροπολίτης Λαρίσης τον Μάρτιο του 1527 και δεν θα ήταν δυνατόν νωρίτερα να χρηματοδοτήσει το έργο. Είναι πιθανότερο λοιπόν το ακριβές έτος κατασκευής της γέφυρας Κοράκου, αλλά και της Πύλης, να βρίσκεται στο χρονικό διάστημα 1527 έως 1540 χρονολογία θανάτου του.

Η αρχική κατασκευή κατέρρευσε λίγο πριν ή αμέσως μετά την ολοκλήρωση της και κατασκευάστηκε εκ νέου άμεσα. Στην βιβλιογραφία (Παπαζάχος, Οι σεισμοί της Ελλάδας) αναφέρεται για σεισμό με χρονολογία 1515 «Ο σεισμός κατέστρεψε ολοκληρωτικά την Γέφυρα του Κοράκου (Ambraseys 1999)», ενώ η λαϊκή παράδοση σημειώνει για το γεγονός:

*“Όταν γύρισε από το ταξίδι ο Μητροπολίτης Βησσαρίωνας Β΄ βρήκε τους μαστόρους έτοιμους να κλειδώσουν το τόξο του γεφυριού. Εκείνη όμως τη μέρα έγινε σεισμός και το γεφύρι γκρεμίστηκε. Ο πρωτομάστορας απογοητεύτηκε αλλά του Αγίου η πίστη δεν κλονίστηκε, «ο διάβολος έκαμε τη δουλειά του δια να μας κουράσει*

*περισσότερο» είπε. Πλήρωσε στη συνέχεια τους μαστόρους και τους συνέστησε να ξεκινήσουν και πάλι το κτίσιμο από τα θεμέλια. Οι κτίστες όμως ήταν διστακτικοί, γιατί αμφέβαλαν αν υπήρχαν χρήματα για να πληρωθεί το έργο από την αρχή. Και τότε ο Μητροπολίτης που αντιλήφθηκε που οφείλονταν οι δισταγμοί τους, έβγαλε από την τσέπη του μια χούφτα χρυσά νομίσματα και τα πέταξε στην κοίτη του ποταμού. Ο επίσκοπος επιχείρησε νέο ταξίδι για την χρηματοδότηση του έργου, αυτή τη φορά στην Ουγγαρία και στην Τσεχοσλοβακία. Όταν γύρισε το έργο είχε τελειώσει.”*

Για την καταστροφή της αρχικής κατασκευής καθώς και του τρόπου δόμησης γράφει επίσης ο Σπυρίδωνας Λάμπρος στο βιβλίο Μικταί Σελίδαι παραθέτοντας κείμενο του βιογράφου του Μητροπολίτη Βησσαρίωνα. Αρχικά αναφέρεται η κατασκευή της γέφυρας από τον Βησσαρίωνα:

*“...Αυτός είνε ο ζεύζας πολλὰς γέφυρας, ων μεγίστη και σπουδαιότατη ή έν Ήπειρώ επί τού Αχελώου ή γνωστότατη υπό τό όνομα τον Κοράκου το γεφύρι κατά την από της Ηπείρου εις την Θεσσαλίαν άγουσαν δια της Πίνδου όδόν...”. Στην συνέχεια περιγράφεται η διαδικασία ανέγερσης, με την ταυτόχρονη κατασκευή των δύο βάθρων και έπειτα με χρήση ξύλινης σκαλωσιάς την ολοκλήρωση του φορέα με την κατασκευή του τόξου, και έπειτα η καταστροφή της πιθανόν από πλημμυρικό γεγονός και εκ νέου κατασκευή της. “...και κτίζει και οικοδομεί μεγάλην και θαυμαστήν γέφυραν έν τω αὔτῳ ποταμῳ, καθῶς έως τήν σήμερον φαίνεται κτισμένη, εις τον τόπον τόν καλούμενον Κόρακα, εις ένα τόπον δηλαδή όπου δεν ήτον καμμία έλπίς νά κτισθή ποτέ γέφυρα πάρες μετά κόπων άμετρων, μετά εξόδων σχεδόν αναρίθμητων και μετά κινδύνων πολλών. Και ακούσατε τί ήκολουθησεν οπου ηρχισαν οι οικοδόμοι νά κτίζουσι, και νά στερεώνουν με μάρμαρα τετράγωνα και μεγάλα τάς αντικρύ δυο οχθας τού ποταμού, και παρ ευθύς μετά τούτο να σηκώνουν πάνω τα κεφαλογιφουρα. Είς καιρόν όπου έστησίν το ξύλινον σχέδιον, επάνω εις το όποιον έμελλε να γυρίση ή καμάρα, καθῶς είναι συνήθεια να, και γίνεται έξαφνα μία μεγάλη βροχή, από την οποίαν αὔξησας ό ποταμός, έκατέβασε τόσα μεγάλα ξύλα, όπου έγιναν ως άν μία μεγάλη καμάρα, με τά όποια κατακτυπήσας εκείνα τά νεόκτιστα κτίρια τά κατεκρήμνισεν όλα και τά ήφάνισεν. “Οθεν έμβηκεν ό άγιος πάλιν εις καινούριον κόπον και έξοδα και συμμαζώζας άλλην ὕλην, έκαμε δευτέραν άρχήν της γέφυρας, στερεωτεραν από την πρώτην, καί ούτως έτελείωσε το έργον μέ την βοήθειαν και την δύναμιν του θεοῦ.. “.*

Γίνεται τέλος αναφορά στην ανάθεση ευθύνης συντήρησής της στους κατοίκους του γειτονικού χωριού των Πηγών (Βρεσθενίτσας-**Εικόνα 1.3**) απαλλάσσοντάς τους από οποιαδήποτε άλλη εκκλησιαστική εισφορά. Θεωρείται σημαντική η ανάθεση αυτή καθώς το γεγονός ότι η γέφυρα είχε άμεσα υπεύθυνους συντήρησης συνετέλεσε στην μεγάλη διάρκεια “ζωής” της. Όποτε υπήρξε αναγκαίο η γέφυρα αποκαταστάθηκε ή ακόμη περισσότερο κατασκευάσθηκε εκ νέου με την βοήθεια των τοπικών κοινοτήτων. “Προνοώντας όμως ό άγιος δια να μένη το γεφύρι αυτό παντοτεινόν και στερεόν εις όλους τους μετά ταὔτα χρόνους, έκαμε τους Χριστιανούς όπου κατοικούν εις το πλησίον του ποταμού χωρίον, Βουστερνίτζαν έπονομαζόμενον, ελευθέρους πάντη από κάθε δόσιμον έκκλησιαστικόν, επί σκοπῳ τοιούτω, διά να έχωσιν εκείνοι παντοτεινά την φροντίδα να ανακαινίζουν, όποιον μέρος του γεφυριού ήθελε τύχει να χαλάση. ” Τονίζεται η αναγνώριση από τον Μητροπολίτη Βησσαρίωνα της ανάγκης συντήρησης ενός τεχνικού έργου πέραν της αρχικής κατασκευής του και της μεγάλης σημασίας της.



**Εικόνα 1.3** Σφραγίδα της κοινότητας Βρεσθενίτσας με απεικόνιση του Αγίου Βησσαρίωνα και της Γέφυρας Κοράκου



Η γέφυρα ονομάστηκε «Η Γέφυρα του Κοράκου» σύμφωνα με την επικρατέστερη εκδοχή από τον Μητροπολίτη Βησσαρίωνα ο οποίος αδιαφορώντας για την υστεροφημία του δεν έβαλε το όνομα του ως χορηγός αλλά την ονόμασε του Κοράκου λόγω του ύψους της και **«επειδή την ημέρα των εγκαινίων σταθείς εις το μέσον της γέφυρας και ερωτών πως με βλέπετε, οι μαστόροι του απήντησαν: σαν κόρακα δέσποτα** , αυτός τους είπε: **έ τότε γέφυρα του Κοράκου να είναι το όνομά της**. Σύμφωνα με μια άλλη εκδοχή, όταν τελείωσε το γεφύρι, οι μάστορες έβαλαν φωτιά στα ξύλα που είχαν χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή, καθώς υπάρχουν αναφορές για την πρακτική της καύσης των κριωμάτων με σκοπό την σταδιακή επιβολή των φορτίων, με αποτέλεσμα ο πολύς καπνός να το καταμαυρίσει και έτσι να του προσδοθεί αυτό το όνομα. Μια τρίτη ιστορία μιλάει για ένα αληθινό κοράκι, που όταν τελείωσε ο αγιασμός πήγε και στάθηκε πάνω στην καμάρα προκαλώντας την έκκληση του κόσμου που είχε συγκεντρωθεί. Τέλος υπάρχει η εκδοχή ότι η γέφυρα ήταν κατασκευασμένη «εις τον τόπον τόν καλούμενον Κόρακα, εις ένα τόπον δηλαδή όπου δεν ήταν καμμία έλπίς νά κτισθή ποτέ γέφυρα». Ενώ ο Ιωάννης Λαμπρίδης περιγράφοντας την ως «*έρεισθεΐσα επί μιᾶς και μόνης ἀψίδος υψηλότατης ἐπί δύο θουνῶν, δι' ὧν διέρχεται ὁ Ἀχελῷος ποταμός*» σημειώνει ότι «*ῶνομασθη δ' οὕτως ἐκ του ἀπό του μέσου ταύτης κρεμαμένου σιδηροῦ κόρακα*».

Επί Τουρκοκρατίας συνδέθηκε με πολλές μάχες λόγω της στρατηγικής σημασίας της ως πέρασμα από την Θεσσαλία στην Ήπειρο ενώ τον 17<sup>ο</sup> αιώνα εκτιμάται ότι κατασκευάσθηκαν δύο πέτρινα κτήρια στις εκατέρωθεν οδούς που οδηγούσαν στην γέφυρα με σκοπό τον έλεγχο της διάβασης. Σήμερα σώζεται το διώροφο κτήριο τελωνείου ή «Κούλια» από την πλευρά της Αργιθέας Καρδίτσας και αποτελεί πλέον το σημείο αναφοράς για την τοποθεσία.

Το 1700-1710 σε επιστολή που στάλθηκε από τον Πετρήλο, άγνωστο επίσκοπο που βρέθηκε εκεί, με παραλήπτη καθηγούμενο Δουσίκου Αθανάσιο, αναφέρεται η πιθανή κατάρρευση και κατασκευή εκ νέου της γέφυρας με την συνδρομή των γειτονικών χωριών. Η αναφορά κρίνεται πολύ σημαντική καθώς περιγράφεται η συντήρηση ή ολική κατασκευή εκ νέου της γέφυρας με πιθανότατη την ενσωμάτωση στην δόμηση νεότερων τεχνικών (χρήση μεταλλικών στοιχείων-άρπιζες, ξύλινα στοιχεία) από την αρχική κατασκευή.

*“Τὸ ἀξιοθαύμαστον καὶ ἀξιεπαινον ἔργον τοῦ ἀγιωτάτου ἐκείνου πατρὸς ἡμῶν καὶ θαυματουργοῦ Βησσαρίωνος τοῦ καὶ κτίτορος τῆς ἱερᾶς ταύτης καὶ σεβασμίας μονῆς, λέγω δὲ ἡ γέφυρα ἢ ἐν τῷ κοράκῳ καλουμένῳ τόπῳ, τῷ παρὰ τῷ Ἀχελῷῳ ποταμῷ, ἂν καλὰ καὶ εἰς τοὺς ἐδικοὺς μας καιροὺς καὶ χρόνους φθόνῳ τοῦ χαιρεκάκου δαίμονος καὶ τῶν αὐτοῦ συνεργῶν τὴν ὡς μὴ ὤφελε τελείαν φθορὰν ὑπέστη, ἀλλ' ἐξ ἐναντίας πάλιν, τῇ του Θεοῦ χάριτι καὶ βοηθειᾷ, οἶμαι δὲ μᾶλλον καὶ βεβαίως πείθομαι, καὶ αὐτοῦ τοῦ ἀγιωτάτου πατρὸς ἡμῶν τοῦ προκατάρξαντος τοῦ ἔργου τῇ προμηθειᾷ, ἐκινήθη πάλιν ἡ τούτου ἀνακαίνησις συνεργείᾳ καὶ συνδρομῇ ἄλλων τε πολλῶν ἐκ τῶν πέριξ χωριῶν φιλοθέων χριστιανῶν καὶ τῆς ἱερᾶς ταύτης καὶ σεβασμίας μονῆς, ἧς ἡ πανοσιότης ἢ σὴ τό γε νῦν ἔχον ἔχει τὴν προστασίαν. Καὶ ὡσπερ πρώην διὰ τοῦ ἀγιωτάτου ἐκείνου ἰ ἀνδρὸς εἰς αὐτὴν μετὰ τῶν ἄλλων αὐτοῦ καλῶν τε καὶ ἀγαθῶν ἔργων καὶ πράξεων καὶ αὐτὸ τοῦτο τὸ θεάρεστον ἀνεφέρετο ἔργον, οὕτω καὶ νῦν οὐκ ἄνευ λόγου τοῦ προσήκοντος εἰς αὐτὴν ἀναφερόμενον διατελεῖ, τοῦ προκαταρκτικοῦ αἰτίου μηδέποτε ἀφιστάμενον. Καὶ δὴ χάρις τῷ πανταίτῳ Θεῷ καὶ τῷ τούτου θεράποντι, ὅπου ἔλαβε τὸ τέλος ἢ ἀνακαίνησις, καὶ ἔγινε καθὼς ἔπρεπε, τελειωμένον μὲ ὄλα του τὰ μέρη.”*

Σημειώνεται ότι έγινε προσπάθεια εύρεσης και επαλήθευσης της αυθεντικότητας της επιστολής αυτής με την βοήθεια του κ. Κώστα Γραμμένου που ήρθε σε επαφή με την Μονή Δουσίκου χωρίς όμως αποτέλεσμα καθώς σύμφωνα με πληροφορίες η επιστολή έχει χαθεί ή καταστραφεί.

Η γέφυρα συμπερασματικά είναι πολύ πιθανόν να αποκαταστάθηκε ή να έγινε κατασκευή εκ νέου τμήματος της την περίοδο 1700-1710.

Μετά το σουλτανικό διάταγμα του 1714 με το οποίο διατάσσονταν ο Οσμάν Πασάς για την αποκατάσταση της διασαλευθείσας τάξεως μεταξύ των άλλων και στην περιοχή Μουζακίου εγκαταστάθηκε φρουρά Τουρκαρβανιτών.

Το 1765 και την δεκαετία του 1770 έχουμε συγκρούσεις των Μπουκαβαλαίων με Τουρκαρβανίτες για τον έλεγχο στην ευρύτερη περιοχή της γέφυρας.

Το 1804 η γέφυρα αποτελεί μέρος ενός πολύ σημαντικού ιστορικού γεγονότος καθώς οι ελάχιστοι από τους Σουλιώτες της γειτονικής Μονής του Σέλτσου που γλίτωσαν, πέρασαν από αυτήν στην Αργιθέα. Στο βιβλίο «*ΗΠΕΙΡΟΣ - Εκκλησίες και Μοναστήρια*» της Νίτσας Σινίκη-Παπακώστα και στην αναφορά για τη μάχη του Σέλτσου, αναφέρεται: «*Τα περισσότερα γυναικόπαιδα έπεσαν στο γκρεμό. Όσοι μπόρεσαν να φτάσουν μέχρι το ποτάμι, με την ελπίδα να περάσουν απέναντι στη Θεσσαλία, πνίγηκαν ή σκοτώθηκαν από τους Τούρκους που τους περίμεναν στη γέφυρα Κόρακου*». Και ο Πουκεβίλ γράφει: «*Χωρίς αμφιβολία η γέφυρα Κοράκου θα υπενθυμίζει για πολύ καιρό τα τελευταία τέκνα του Σουλίου που χάθηκαν το 1804 στις όχθες του Αχελώου. Οι δύστυχοι! Εδώ θα έπρεπε να έχει στηθεί ένα μνημείο γι' αυτούς που να υπενθυμίζει τη θυσία και το θάνατο τους. Ωστόσο δεν τους πρόσφεραν τίποτε άλλο παρά μια αιματηρή σελίδα στην Ιστορία της Ελλάδος τον τελευταίο χρόνο*».

Ο Γεώργιος Καραϊσκάκης πολλές φορές έστησε προφυλακές στη γέφυρα από το 1822 και μετά ενώ αποτέλεσε αντικείμενο της διαμάχης του με τον Ράγκο.

Το 1838 σε αναδημοσίευση άρθρου Αγγλικού περιοδικού έχουμε μια περιγραφή από τον Άγγλο ταγματάρχη Μπέκερ που είχε ορισθεί από την Αγγλία μέλος της επιτροπής οριοθέτησης των συνόρων Ελλάδας–Τουρκίας στην περιοχή.

*«...Οι δύο γέφυρες είναι αξιοθαύμαστες για τον τολμηρό τους σχεδιασμό και την έκταση του ανοίγματος του τόξου τους και ειδικά η γέφυρα του Κοράκου (η οποία παραμένει στην Τουρκία ως γραμμή επικοινωνίας μεταξύ Άρτας, Ραδοβισιδίου και Τρικάλων και Λάρισας) είναι σχεδόν απaráμιλλη για τη δύναμη και την ελαφρότητα της κατασκευής της. Το άνοιγμα του τόξου αγγίζει τα 45 μέτρα, η συνολική απόσταση του δρόμου από τον έναν βράχο ως τον άλλον είναι 60 μέτρα, ενώ το πλάτος, συμπεριλαμβανομένου και ενός πολύ χαμηλού στηθαίου, δεν ξεπερνά τα δυόμισι μέτρα, και το ύψος από την κοίτη του ποταμού φτάνει τα 41 μέτρα ” (σ. προφανώς έχει αναγραφεί λανθασμένα το ύψος). Ο δρόμος μετά βίας αγγίζει τα δύο μέτρα σε πλάτος, και δε φαίνεται, από τις προσβάσεις του από τις δύο όχθες, να προοριζόταν ποτέ για επικοινωνία μέσω τροχοφόρων. Οι βράχοι στις δύο όχθες υψώνονται κάθετα σε μεγάλο ύψος και τίποτα δεν μπορεί να είναι πιο εντυπωσιακό από τη θέα αυτού του λεπτού κομματιού λιθοδομής που συνδέει τις δύο απόκρημνες όχθες του Άσπρου στο σημείο που σχηματίζει μια ρομαντική μικρή κοιλάδα από τα άγρια φαράγγια που σχηματίζουν τα όρη Τζουμέρκα και Άγραφα και σε μια τοποθεσία όπου ο ταξιδιώτης δεν είναι στο ελάχιστο προετοιμασμένος να συναντήσει τον τόσο όμορφο και μοναδικό θρίαμβο του μηχανικού, που θυμίζει περισσότερο αντέρεισμα θόλου κτιρίου Γοτθικού ρυθμού παρά μια ουσιώδη και μόνιμη επικοινωνία για ανθρώπους και ζώα πάνω από τους αφρίζοντες χείμαρρους του πρώτου ποταμού στην Ελλάδα.*

Η κατασκευή της γέφυρας αποδίδεται σε πρωτοβουλία του ηγούμενου της μονής Δουσίκου στη Θεσσαλία και, αν λάβουμε υπ' όψιν την απόστασή της από το μοναστήρι, τιμά τους καλόγερους για το φιλελευθερισμό τους και τη φροντίδα για το δημόσιο καλό πιο πολύ από ότι τον μηχανικό για τις ικανότητές του. Παρ' όλα αυτά, γέφυρες αντίστοιχης περιγραφής δεν είναι σπάνιες σε αυτή την περιοχή: στην κοιλάδα του ποταμού Πετρίλου υπάρχει μία, σε εξαιρετική κατάσταση, το τόξο της οποίας αγγίζει τα 28,5 μέτρα ενώ το πλάτος της μετά βίας φτάνει τα 2,60 μέτρα...»

Από την παραπάνω περιγραφή αντλούμε πληροφορίες για τα γεωμετρικά στοιχεία της γέφυρας καθώς και την μορφολογία του τοπίου. Χαρακτηριστική είναι η περιγραφή των δύο βράχων έδρασης ως σχεδόν κάθετους σε μεγάλο ύψος.

Στην Ραδοβυζινή επανάσταση του 1866–67 καθώς και στην Επανάσταση του 1877-1878 η γέφυρα αποτέλεσε μόνιμο σκηνικό συγκρούσεων με πολυάριθμες μάχες να δίνονται μεταξύ Ελλήνων και Τούρκων για τον έλεγχο της.

Το 1884 στο ΔΟΚΙΜΙΟΝ-ΙΣΤΟΡΙΚΗΣ ΤΙΝΟΣ ΠΕΡΙΛΗΨΕΩΣ – ΑΡΤΗΣ και ΠΡΕΒΕΖΗΣ ο Σεραφεΐμ Ξενόπουλος γράφει:

“Η έξω της Βρεστένιτσας η Βουστερνίτσας γέφυρα, οικόδομηθεΐσα παρά του έν έτει 1541 Σεπτεμβρίου 15 προς Κύριον μεταστάντος Αρχιεπισκόπου Λαρίσσης αγίου Βησσαρίωνος, κατά τὰ μέσα της 16 ἑκατονταετηρίδος, καὶ ἐστηριγμένη οὔσα παραδόξως ἐπὶ δύο βουνῶν, ἐν τῷ μέσῳ τῶν ὁποίων ρέει ὁ μέγιστος της Ἑλλάδος ποταμὸς Ἀχελῷος (Θόας μὲν ποτε., ἤδη δὲ "Ἄστρος ὁ διαιρῶν τὴν Αἰτωλίαν τῆς Ἀκαρνανίας πηγάζων παρά τῷ χωρίῳ Χαλίκι ΝΔ του ὄρους Πίνδου (ἡ πάλαι πόλις τῆς Ἀθαμανίας Χαλκίς) καὶ ἐκβάλλων εἰς τοὺς Αἰγιαλοὺς Αἰτωλίας καὶ Ἀκαρνανίας, ὡν ἀπέναντι κεινται αἱ Ἐχινάδες νῆσοι (Τηλεβοαὶ τὸ καλαὶ καὶ ἤδη Κουρτσολάρο ὑπαγόμενα εἰς τὴν "Ἑπτάνησον) καλεῖται του Κοράκου, διότι, ὡς λέγεται, ὁ διερχόμενος αὐτὴν φαίνεται ἐνεκα του ὑπερβολικοῦ ὕψους αὐτῆς, ὡς τις κόραξ κάτωθεν· αὐτὴ πρὸ ἐξηκοντα ἐτῶν ἔιχε καὶ περίφραγμα δια κιγκλίδων προφύλακτικῶν ἐξ ἀμφοτέρων μερῶν, δια το ἐπίφοβο εἰς τοὺς διαβαινοντας αὐτὴν, ἔνεκα της στενότητος· ἀλλὰ τοῦτο κατέστρεψαν οἱ διαμείναντες καὶ ἀσφαλεισθέντες ἐν τῇ πλησιοχώρῳ Μονῇ τοῦ Σέλτζοῦ Σουλιῶται, περὶ τὸ 1804 ἔτος, καὶ ἐκτοτε ἔμενον ἀνευ προφυλακτικῶν περιφραγμάτων εὗς οὗ διάβας αὐτὴν τῷ 1865 μετὰ στρατοῦ ὁ Συνταγματάρχης (Μιριλάης) Χατζη Ἐμὶν Βέης, κατῶρθωσεν, ἐν ἔτει 1866, μετὰ τὴν παύσιν τῶν ἐχθροπραξιῶν, καὶ εἰρηνοποίησιν τῶν πραγμάτων, ἵνα περιφραγῆ αὐτὴν διὰ κιγκλίδων ξύλινων. Πρὸς Β. της γέφυρας ταύτης ἔκειτο ἡ ἀρχαία πόλις τῆς Ἀθαμανίας Ἀργιθεά ἡ Αρχιθεά.”

Από την παραπάνω περιγραφή αντλούμε πληροφορίες καταρχήν για την περίοδο κατασκευής της που τοποθετείται στον 16<sup>ο</sup> αιώνα, για το μεγάλο ύψος της ανάμεσα στα δύο βουνά καθώς και για το μικρό πλάτος διάβασης της. Έχει ενδιαφέρον επίσης η αναφορά στο αρχικό στηθαίο που καταστράφηκε το 1804 κατά την διάβαση των Σουλιωτών και στα μετέπειτα ξύλινα προστατευτικά κιγκλιδώματα που κατασκευάστηκαν το 1866 από τα οποία δεν υπάρχει οπτική καταγραφή. Γίνεται τέλος αναφορά στην ονομασία της γέφυρας που είναι συμβατή με την επικρατέστερη λαϊκή εκδοχή.

Το 1893 ο Γερμανός Γεωγράφος και Γεωλόγος Alfred Philippson πέρασε από την γέφυρα και την περιγράφει στο βιβλίο του “Θεσσαλία και Ἡπειρος” ενώ πραγματοποίησε και την πρώτη λήψη φωτογραφίας της (Εικόνα 1.4).

“Στο σημείο εκείνο που η διείσδυση στο φαράγγι γίνεται αδύνατη, μια ψηλή μονότοξη γέφυρα ενώνει τα δύο πλευρά του ποταμού. Η γέφυρα του Κοράκου, το **Γεφύρι του Κοράκου**, (2 ½ ώρες από την Γρέβια, 19 ¼ ώρες από την Άρτα, 440μ. υψομ.). **Το μήκος της γέφυρας είναι περί τα 50 μέτρα, ενώ το πλάτος του ποταμού περίπου 40 μ.** Είναι τόσο στενή που ένα φορτωμένο υποζύγιο καταλαμβάνει σχεδόν όλο πλάτος της, ενώ το πλακόστρωτο της είναι από τέτοιες πέτρες που με την πάροδο του χρόνου αποστρωγγυλεύθηκαν και λειάνθηκαν τόσο, ‘ώστε να είναι επικίνδυνα. Τα πλαϊνά πετάσματα είναι κοντά και κατεστραμμένα, και ο διερχόμενος από αυτή δεν πρέπει να έχει υψοφοβία. Και αυτή η γέφυρα, όπως και κάθε παρόμοια, είναι **ψηλή, κατακόρυφη και από τις δύο πλευρές και κεντρικά υψούμενη αψιδωτή** γέφυρα είναι κατά πάσα πιθανότητα Βυζαντινής εποχής. Εντούτοις είναι **λιγότερο απότομη σε σχέση με τις περισσότερες άλλες, όπως για παράδειγμα της Τατάρνας**, η οποία κατά τα άλλα έχει ομοιότητες προς την θέση και τον χαρακτήρα. Η περίεργα σπάνια αρχιτεκτονική της γέφυρας πάνω από το βαθύ φουσκωμένο ποτάμι ανάμεσα στις ψηλές και απότομες βραχώδεις όχθες, όπου εδώ και εκεί ξεπηδούν καταπράσινες οξυές με την σκουρόχρωμη κώμη τους, ταυτόχρονα η απόλυτη μοναξιά – αυτό είναι μια εικόνα μοναδικού ρομαντισμού που δύσκολα ξεχνάει κανείς. Πριν κανείς να διασχίσει την γέφυρα από την δυτική πλευρά, διέρχεται δίπλα από τα ερείπια ενός φυλακίου. Στην συνέχεια το μονοπάτι οδηγεί προς τα πάνω έξω από το φαράγγι αλλά και εδώ κλείνεται από ένα νέο φυλάκιο που καταλαμβάνει πλήρως το περιορισμένο χώρο μεταξύ βράχων και ποταμού, ενώ η δίοδος πραγματοποιείται αποκλειστικά από το ισόγειο του κτίσματος του φυλακίου. Πάνω από την πύλη διόδου βρίσκονται οι χώροι διαβίωσης των στρατιωτών που φυλάγουν το στενό πέρασμα. Καθώς όμως η η πύλη δεν ήταν αρκετά ψηλή μπορούσε μια ομάδα ληστών να επιτεθεί εύκολα στους στρατιώτες από κάτω εσωτερικά. Τώρα όμως παρών ήταν μόνον ένας στρατιώτης”...

Η περιγραφή της γέφυρας είναι και εδώ αντίστοιχη με τις προηγούμενες και αναφέρονται επίσης παρόμοια γεωμετρικά χαρακτηριστικά (μήκος 50 μ. πλάτος 2.50 μ.) με έμφαση στην στενότητα του οδοστρώματος με το χαμηλό στηθαίο, η καθετότητα των εκατέρωθεν τοιχωμάτων και η ομοιότητα με παρόμοιες κατασκευές. Παρουσιάζεται επίσης μια σύγκριση με την γέφυρα της Τατάρνας όπου αναφέρεται η ηπιότερη κλίση (υψομετρική διαφορά καταστρώματος στις αρχές της γέφυρας με το κέντρο του τόξου). Γίνεται τέλος περιγραφή του κτηρίου Τελωνείου με αναφορά στον τρόπο λειτουργίας του.

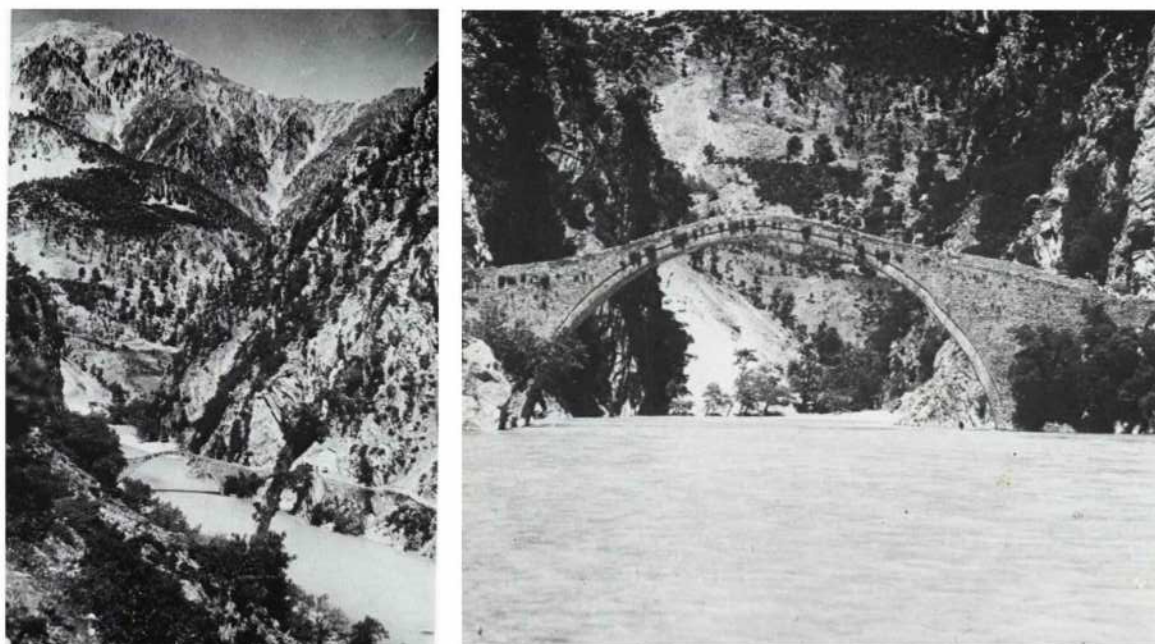


Εικόνα 1.4 Φωτογραφία 1, όψη από κατάντη (Alfred Philippson, 1893)

Η αξία της Γέφυρας Κοράκου για τους κατοίκους της Τετραφυλλίας και της Αργιθέας καθώς και η στρατιωτική της σημασία ήταν ανεκτίμητες καθώς τα κοντινότερα άλλα περάσματα του Αχελώου ήταν στις Γέφυρες Μυροφύλλου - Μεσοχώρας και στις Γέφυρες Καταφυλλίου και Τέμπλας – Βρουβιανά.

Έως την ανατίναξή της υπάρχει τουλάχιστον μια καταγραφή, που όμως δεν τεκμηριώνεται στην παρούσα εργασία καθώς δεν ήταν διαθέσιμη η πηγή, για μη δυνατότητα διάβασης της γέφυρας, δηλαδή έμμεσης καταγραφής πιθανής βλάβης της.

Το 1937 ο φωτογράφος Σπύρος Μελετζής σε ταξίδι προς φωτογράφιση της ελληνικής υπαίθρου, φωτογραφίζει την γέφυρα. Οι δύο φωτογραφίες του αποτελούν την καλύτερα σωζόμενη οπτική καταγραφή της μια δεκαετία πριν την ανατίναξή της(Εικόνα 1.5).



Εικόνα 1.5 Φωτογραφία 2, άποψη από κατάντη Φωτογραφία 3, όψη από κατάντη

(Σπύρος Μελετζής, 1937)

Η γέφυρα ανατινάσσεται στις 28 Μαρτίου 1949. Παρακάτω θα γίνει μια εκτενέστερη αναφορά στα γεγονότα που οδήγησαν στην ανατίναξη της σύμφωνα με την έρευνα του κ. Μενέλαου Νικ. Παπαδημητρίου, Δικηγόρου Αθηνών, λαογράφου, ποιητή και συγγραφέα στη εισήγηση του στην 4η Επιστημονική Ημερίδα του Κέντρου Μελέτης Πέτρινων Γεφυριών (ΚΕ.ΜΕ.ΠΕ.Γ.) στη Στοά Βιβλίου στις 27/11/2010 :

Το Μάρτιο του 1949 τα τμήματα της Ι και ΙΙ Μεραρχίας του ΔΣΕ υπο τους Καπετάν Γιώτη (Χαρίλαο Φλωράκη) και Καπετάν Διαμαντή (Γιάννη Αλεξάνδρου) μετά τη μάχη του Καρπενησίου κινήθηκαν από Ευρυτανία προς Άρτα με σκοπό ή να προσβάλλουν την πόλη πραγματικά ή να παραπλανήσουν τον Εθνικό Στρατό για να φέρει από το Γράμμο δυνάμεις στην Άρτα ώστε οι εκεί προσβαλλόμενες δυνάμεις του ΔΣΕ να ανακουφιστούν, πράγμα που έγινε.

Προσβληθείσες οι Μεραρχίες των ανταρτών από τον Τακτικό Στρατό συμπύσσονται τα τμήματά τους και οπισθοχωρώντας κινούνται για τις γέφυρες Αυλακίου και Κοράκου. Πλην όμως η γέφυρα Αυλακίου είχε καταληφθεί και μόνο η γέφυρα Κοράκου είναι ελεύθερη.

Το 2ήμερο αυτό και κατά την οπισθοχώρηση οι δυνάμεις των ανταρτών προσβάλλονται από αέρος κυρίως με τα αεροπλάνα και από εδάφους.

Στις 27 Μαρτίου οι κύριες δυνάμεις των ανταρτών του ΔΣΕ που ανήκαν στο Κλιμάκιο του Γενικού Αρχηγείου Νοτίου Ελλάδος (ΚΓΑΝΕ) βρισκόταν στο χωριό Πηγές, στη δυτική πλευρά του Αχελώου, πάνω από τις απόκρημνες όχθες του ποταμού. Στο βάθος της κοιλάδας υπήρχε το μοναδικό πέρασμα που ο στρατός δεν είχε ακόμα καταλάβει, η γέφυρα του Κοράκου. Στη διάρκεια της νύχτας υπήρξε ένας μικρός δισταγμός στις τάξεις των τελευταίων, καθώς δεν γνώριζαν με βεβαιότητα αν κατεχόταν ή όχι το γεφύρι, αφού ο Εθνικός στρατός ερχόταν πλέον από παντού και καμιά εκτίμηση των θέσεων του δεν μπορούσε να γίνει. Στην περίπτωση δε που το γεφύρι φυλασσόταν και υπήρχαν ενέδρες ολόγυρα, οι αντάρτες κινδύνευαν να βρεθούν κυκλωμένοι στο στενό χώρο της κοιλάδας, με τον εχθρό να δεσπόζει και χωρίς καμιά διέξοδο διαφυγής. Έτσι το πέρασμα του γεφυριού έγινε αναγκαστικά με το φως της μέρας.

Η Ι Μεραρχία του Καπετάν Γιώτη βρίσκει ανοιχτή τη Γέφυρα τα ξημερώματα της 28<sup>ης</sup> Μαρτίου και ως το μεσημέρι περνάνε τα τμήματά της προς Αργιθέα, δίχως εμπλοκή. Από τα 5 Αδέρφια προχωρούν στην Καπετανόβρυση, όπου διανυκτερεύουν. Η άλλη μέρα τους βρίσκει στο Ανθηρό όπου ο Χαρίλαος επί 2ημερο στρατοπεδεύει στην Πετρένια, στου Μήτρου Τσιούμα. Αυτά κατά τη μαρτυρία του αντάρτη Κώστα Κολοβού που ήταν στην Ταξιαρχία του Μπαντέκου και πέρασε τη γέφυρα εκείνη την ημέρα.

Η ΙΙ Μεραρχία το απόγευμα προς βράδυ της 28 Μαρτίου φτάνει στη γέφυρα ενώ τα αεροπλάνα συνεχίζουν το βομβαρδισμό των δυνάμεών της και της γέφυρας. Προσπαθεί ο Τακτικός Στρατός να την γκρεμίσει για να εμποδίσει το πέρασμα των ανταρτών μα δεν το πετυχαίνει. Η μάχη είναι τρομερή. Ο ίδιος ο Καπετάν Διαμαντής με το σπλοπολυβόλο στο χέρι καθοδηγεί από τη μεριά της Κούλιας την άμυνα ενώ οι δυνάμεις του Εθνικού Στρατού τους επιτίθενται.

Οι κύριες δυνάμεις του Καπετάν Διαμαντή περνούν και βλέποντας τις δυνάμεις του στρατού να πλησιάζουν για να περάσουν δίνεται η εντολή και η υπονομευμένη γέφυρα ανατινάσσεται. Στη μάχη αυτή από μεριάς του Τακτικού Στρατού συμμετέχει ο από τις Πηγές στρατιώτης Γεώργιος Βελαέτης και από το ΔΣΕ ο στρατευμένος αντάρτης Αλέκος Κατσίκης του Βασιλείου από την Καρυά Αργιθέας.

Ο Αλέκος Κατσίκης τραυματίας της μάχης εκείνης, πέρασε τη γέφυρα υποβασταζόμενος από συντρόφους του και θυμάται να υπάρχουν καλώδια στο μέσον της γέφυρας και προς την Κούλια προς Αργιθέα και επάνω στο οδόστρωμά της, στο πόδι προς Αργιθέα μία γούρνα. Εκεί προφανώς ήταν η εκρηκτική ύλη. Άλλες μαρτυρίες λένε πως όμοια γούρνα υπήρχε και στο μέρος προς Άρτα. Η καλωδίωση έφτανε στην Κούλια από όπου ο Καραντάος πυροδότησε τον εκρηκτικό μηχανισμό και το θρυλικό γιοφύρι ανατινάχθηκε.

Σε ρεπορτάζ του 6 Γενάρη του 2006 στο Ριζοσπάστη (σελίδα 14) με τίτλο ΟΔΟΙΠΟΡΙΚΟ ΣΤΗΝ ΑΡΓΙΘΕΑ ΜΕ ΔΙΕΙΣΔΥΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΗΠΕΙΡΟ – Στα μονοπάτια του Θριάμβου και της Τραγωδίας ο Αργιθεάτης εκ Πετρωτού Χρήστος Κόφας γράφει μεταξύ άλλων για τη μάχη στη γέφυρα του Κοράκου:

Τα τμήματα του ΔΣΕ συμπύσσονται από την περιοχή του Βάλτου, προς τη γέφυρα Κοράκου. Όλα τα περάσματα είναι πιασμένα. Ο ΔΣΕ με πολύ κόπο και σθένος κρατάει τη γέφυρα, τα «Πέντε Αδέρφια», και το ύψωμα πάνω από τη γέφυρα στις Πηγές. Γύρω από τη γέφυρα μια κόλαση φωτιάς και σίδερου. Αεροπορία, πυροβολικό έχουν στόχο να ρίξουν τη γέφυρα, να αποκόψουν τα τμήματά μας. Η αεροπορία ανέλαβε να καταστρέψει το γεφύρι με πολυβολισμούς και ρουκέτες. Τα ΣΠΙΤΦΑΪΡ πραγματοποίησαν 150 εξόδους. Με αυτή την αποστολή, ολόκληρη τη μέρα 28η Μάρτη 49 γύρω από το γεφύρι Κοράκου εκτυλίχτηκαν μερικές από τις πλέον άγριες συμπλοκές ολόκληρου του Εμφυλίου.

Τα τμήματά μας περνούν, ο μεγάλος τους όγκος. Μια διμοιρία μόνο ξεκόπηκε δυτικά του Αχελώου. Ώρα 21.15 στις 28 Μάρτη 1949 η γέφυρα του Κοράκου τινάζεται στον αέρα. Τα τμήματα του ΔΣΕ τράβηξαν για τα Πετρίλια. Η Ι Μεραρχία του Φλωράκη έμεινε στο χώρο της Αργιθέας. Η ΙΙ του Διαμαντή τράβηξε για τη Ρούμελη. Δεν ξανασυναντήθηκαν ποτέ.

Ο Βασίλειος Αναγνωστόπουλος στο βιβλίο του <ΤΟ ΧΡΟΝΙΚΟ ΜΙΑΣ ΕΠΟΠΟΪΑΣ> (δ' έκδοση -2006- Σύγχρονη Εποχή) γράφει στις σελίδες 216 - 217 επόμενες σε σχέση με τα πολεμικά γεγονότα:

«...Πρέπει να περάσουμε προς την Αργιθέα Θεσσαλίας από την ιστορική γέφυρα... Η αυγή 28 του Μάρτη πρόβαλε λαμπρή. Ούτε σύννεφο, ούτε καταχνιά. Φωτίστηκαν οι σκοτεινές κλεισούρες των απάτητων βράχων, ρόδισαν οι κορφές των Αργιθεάτικων βουνών.... Ο Ασπροπόταμος κατέβαζε όγκους νερού, καθώς έβγαινε ορμητικός απ' το φοβερό φαράγγι τους..... Με το χέρι στη σκανδάλη περιμένουσ όλοι ν' αρχίσει η μάχη.... κι αυτή αρχίζει από τον ουρανό. Τα χόρβαρδ... οι γαλατάδες... γράφουν τους πρώτους κύκλους στην κοιλάδα του Αχελώου και βυθίζονται στο φαράγγι να εξετάσουν τη γέφυρα Κοράκου... Λίγο αν τέντωνε η νύχτα το σκοτάδι της, λίγο αν βοσκούσε πάνω στη γη, θα διαβαίναμε, θα γλιτώνναμε. Μα τώρα να, φτάσαν τα σπιρτφάϊρ σε μικρά σμήνη. Στον τομέα μας, φαίνεται, πως βασική αποστολή έχουν το γκρέμισμα της γέφυρας, που την κρατάμε σταθερά και το μηχανικό μας την έχει υπονομεύσει. Οι διλοχίες του στρατού κινήθηκαν επιθετικά και οι λόχοι μας μπλέχτηκαν σε άνισο αγώνα, αν και η γέφυρα είναι ανοιχτή.... Τα αεροπλάνα κάνουν κι αυτά απεγνωσμένο αγώνα να πετύχουν τη γέφυρα με τις βόμβες τους... Η Ι Μεραρχία του Γιώτη δέχεται κι αυτή στη διάταξή της τη μεγάλη πίεση των υπέρτερων δυνάμεων του στρατού που έφτασε από το Γράμμο. Τα τμήματά μας άρχισαν να περνούν τη γέφυρα... Κατά τις βραδινές ώρες που τελείωσε η σύμπυξη των τμημάτων μας οι δυνάμεις του στρατού κατευθύνονται προς τη γέφυρα... Το αρμόδιο τμήμα του μηχανικού την τινάζει αφού την είχε υπονομεύσει. Το αρχαίο κτίσμα του 16<sup>ου</sup> αιώνα χάνεται μέσα στον όγκο των θολών νερών του Ασπροποτάμου. Οι ωραίοι κτίστες του που έφτιαξαν το καλό έργο, ας μας συγχωρήσουν..... Στον αυχένα, πάνω από το συνοικισμό της Συκιάς στη Θεσσαλική γη της Αργιθέας, καταφτάνουν λίγοι - λίγοι, σαν δαρμένα πουλιά από τη μπόρα, οι μαχητές μας....

Στις 28 Μαρτίου 1949, το βράδυ, ο επίλογος της μάχης της ιστορικής γέφυρας γράφτηκε με την ανατίναξή της. Η γέφυρα που άντεξε τόσα και τόσα στα 434 χρόνια ζωής της δεν άντεξε στα 20 κιλά δυναμίτιδα (κατά άλλους 60 κιλά) που πυροδότησαν ο Καραντάος και ο Σακοράφας μέσα από το φυλάκιο της Κούλιας. Ο Καπετάν Διαμαντής (Γιάννης Αλεξάνδρου) από τα Πέντε Αδέρφια έστειλε στο ΚΓΑΝΕ το ακόλουθο ραδιοηλεκτρογράφημα: «Τμήματα πέρασαν γέφυρα ΣΤΟΠ. Ξεκόπηκε μια διμοιρία δυτικά Αχελώου ΣΤΟΠ. Γέφυρα ανατινάξαμε 21.15 ΣΤΟΠ. Κρατάμε Πέντε Αδέρφια-Κρασιά ΣΤΟΠ. 28.3.49, ώρα 23.50 ΔΙΑΜΑΝΤΗΣ».

Στα αρχεία του Γενικού Επιτελείου Στρατού (τ. 4 Ιούνιος 1953 σελίς 25) αναφέρεται επί λέξει για τις απώλειες των συγκρούσεων: «Αι μέχρις στιγμής ταύτης απώλειαι ανέρχονται δια μεν τους συμμορίτας εις 281 νεκρούς και 23 συλληφθέντας και παραδοθέντας, δια τα ημέτερα τμήματα εις 2 νεκρούς και 11 τραυματίας».

Μετά την ανατίναξη της Γέφυρας η επικοινωνία για μια δεκαετία και πλέον μετά είχε διακοπεί. Μία πρόχειρη «Περαταριά» εξυπηρετούσε τους διαβάτες μέχρι την κατασκευή το 1958 -60' της νέας γέφυρας από ωπλισμένο σκυρόδεμα σε σημείο κατάντη 700 μ. της Γέφυρας Κοράκου.

Από την δεκαετία του 1990 η ευρύτερη περιοχή της γέφυρας αναδιαμορφώθηκε έντονα από την εκτέλεση των έργων εκτροπής Αχελώου και κυρίως του ημιτελούς ακόμη φράγματος της Συκιάς καθώς και των συνορευόντων οδικών σηράγγων της οδού Άρτας –Καρδίτσας.

Τα εναπομείναντα από την έκρηξη τμήματα σταδιακά αποδομήθηκαν έως σήμερα όπου σώζονται ιδιαίτερα μικρά κομμάτια τους. Στις αρχές του 2000 (έως το 2006) παρασύρθηκε το σωζόμενο τμήμα του αριστερού (Βορειοανατολικού) βάθρου και το 2015 το δεξί (Νοτιοδυτικό) βάθρο. Μικρά τμήματα του ανασύρθηκαν και εναποτέθηκαν πλησίον του ΝΔ βάθρου προς την πλευρά της Άρτας.

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει έντονο ενδιαφέρον για την αναστήλωση της με πρωτοβουλία κυρίως τοπικών φορέων ενώ έχουν πραγματοποιηθεί για αυτόν τον σκοπό επιστημονικές ημερίδες, δημόσιες συναντήσεις, εκπαιδευτικά προγράμματα, και έχουν εκδοθεί ενημερωτικά έντυπα. Πολλές προσωπικότητες συμπεριλαμβανομένου και του Προέδρου της Δημοκρατίας έχουν πραγματοποιήσει δηλώσεις στήριξης της προσπάθειας.

#### 1.4 ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Από τα ιστορικά στοιχεία μπορούμε συνοψίζοντας να καταλήξουμε στα εξής συμπεράσματα :

- Η γέφυρα κατασκευάστηκε τον 16<sup>ο</sup> αιώνα. Πιθανό χρονολογικό εύρος 1527-1540.
- Οι φάσεις κατασκευής περιελάμβαναν αρχικά την εκατέρωθεν ανέγερση των βάθρων και έπειτα την ολοκλήρωση του τόξου επί ξύλινου ικρίωματος.
- Η αρχική κατασκευή λίγο πριν ή αμέσως μετά την ολοκλήρωσή της κατέρρευσε από σεισμικό ή πλημμυρικό αίτιο. Η κατασκευή εκ νέου πραγματοποιήθηκε άμεσα.
- Έγινε ανάθεση συντήρησης από τον χρηματοδότη Μητροπολίτη Βησσαρίωνα στους κατοίκους του γειτονικού χωριού της Βρεσθένιτσας (Πηγές Άρτας) με απαλλαγή από εκκλησιαστικούς φόρους.
- Όλες οι αναφορές συμφωνούν για τα βασικά γεωμετρικά στοιχεία της γέφυρας που είναι Άνοιγμα γέφυρας (45-50 μέτρα), ιδιαίτερα μεγάλο ύψος γέφυρας (24-28 μέτρα), στενό πλάτος, (2.00 με 2.60 μέτρα). Απόσταση μεταξύ βράχων 60 μέτρα. Μεγάλη καθετότητα των εκατέρωθεν βράχων θεμελίωσης.
- Υπήρχε χαμηλό στηθαίο. Αναφέρεται η καταστροφή ιδιαίτερα του κεντρικού τμήματος του ενώ το 1866 προστέθηκαν ξύλινα προστατευτικά κιγκλιδώματα.
- Η γέφυρα ενδέχεται να αποκαταστάθηκε ή να ανακατασκευάστηκε τουλάχιστον μια φορά σε χρονολογία αρκετά μεταγενέστερη του αρχικού χρόνου κατασκευής (1700).
- Η αιτία κατέρρευσης της γέφυρας ήταν η τοποθέτηση εκρηκτικών στο κεντρικό τμήμα του τόξου και ανατίναξή του. Η γέφυρα είχε ήδη υποστεί φθορές από αεροπορικό βομβαρδισμό.

### 1.5 ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ-ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ

Η γέφυρα μέχρι σήμερα πέρασε από διαφορετικά στάδια-φάσεις που καθορίζονται από σημαντικά γεγονότα στην ιστορία της. Μετά την ανατίναξή της τα εναπομείναντα τμήματα αποδομήθηκαν σταδιακά σε τρεις διακριτές φάσεις έως την σημερινή κατάσταση.

**Φάση 1 (1514,1515) ή (1527-1540) Κατάρρευση αρχικής κατασκευής και άμεση κατασκευή εκ νέου.**

Η αρχική κατασκευή κατέρρευσε από σεισμό με επίκεντρο τα Άγραφα ή σύμφωνα με άλλες αναφορές πλημμυρικό γεγονός. Η κατασκευή εκ νέου ξεκίνησε άμεσα καθώς τα συνεργεία των μαστόρων δεν είχαν αποχωρήσει. Σημειώνεται ότι η ακριβής ημερομηνία κατασκευής εκτιμάται στο διάστημα 1527-1540 δηλαδή από την ανάληψη των καθηκόντων Μητροπολίτη από τον Βησσαρίωνα ως τον θάνατο του.

**Φάση 2 (1515-1700,1710) Περίοδος έως την πιθανή αποκατάσταση ή κατασκευή εκ νέου της γέφυρας.**

Η φάση αυτή αποτελεί την πρώτη περίοδο "ζωής" της γέφυρας. Το 1710 αναφέρεται σε επιστολή της Μονής Δούσικου (παρ.1.3) πιθανή μερική ή ολική καταστροφή της γέφυρας και αποκατάστασή της η οποία ολοκληρώνεται με την βοήθεια της τοπικής κοινότητας. Δεν περιγράφεται το αίτιο της ζημιάς αλλά χρονολογικά κοντά έχουμε αναφορές για πλημμυρικά γεγονότα. Είναι λοιπόν πιθανή η δεύτερη κατασκευή εκ νέου ολόκληρης ή μεγάλου τμήματος της γέφυρας. Στην συγκεκριμένη επέμβαση εκτιμάται ότι έγινε χρήση και ενσωμάτωση νέων στοιχείων και τεχνικών της εποχής (ξύλινα στοιχεία).

**Φάση 3 (1710-1949) Περίοδος έως την ανατίναξη του κεντρικού τμήματος.**

Η δεύτερη φάση της γέφυρας μετά από την πιθανή κατασκευή εκ νέου η αποκατάστασή της το 1700 έως την ανατίναξή της το 1949. Στην περίοδο αυτήν αναφέρεται επίσης τουλάχιστον σε μια περίπτωση η μη δυνατότητα διάβασής της πιθανώς λόγω βλαβών. Σε αυτήν την περίοδο η γέφυρα έχει την μορφή που απεικονίζεται στην (Εικόνα 1.6).

**Φάση 4 (1949-Αρχές 2000 έως 2006) Περίοδος της γέφυρας μετά την ανατίναξη του κεντρικού τμήματος.**

Σώζονται τα βάθρα και η αρχή του τόξου από την Βορειοανατολική πλευρά (Εικόνα 1.7). Από την περίοδο αυτή καθώς πλέον παύει η λειτουργία του αρχικού φορέα παρουσιάζεται σταδιακή αποδόμηση των εναπομείναντων τμημάτων. Σεισμικά και πλημμυρικά γεγονότα καθώς και οι εργασίες για την διάνοιξη των σηράγγων και του φράγματος της Συκιάς συντελούν στην αποδόμηση. Στις αρχές της δεκαετίας 2000 (έως 2006) καταστρέφεται μετά από πλημμυρικό γεγονός το μεγαλύτερο τμήμα του εναπομείναντος Βορειοανατολικού βάθρου και το σωζόμενο στοιχείο του τόξου.



Εικόνα 1.6 Φωτογραφία 1, όψη από κατάντη, (Alfred Philippson , 1893)



Εικόνα 1.7 Φωτογραφίες εναπομείναντων τμημάτων βάθρων 1970-2000(2006), αρχείο Μ.Παπαδημητρίου

**Φάση 5 (Αρχές 2000-2015) Περίοδος της γέφυρας μετά την αποδόμηση του ΒΑ βάθρου και του εναπομείναντος τμήματος του τόξου.**

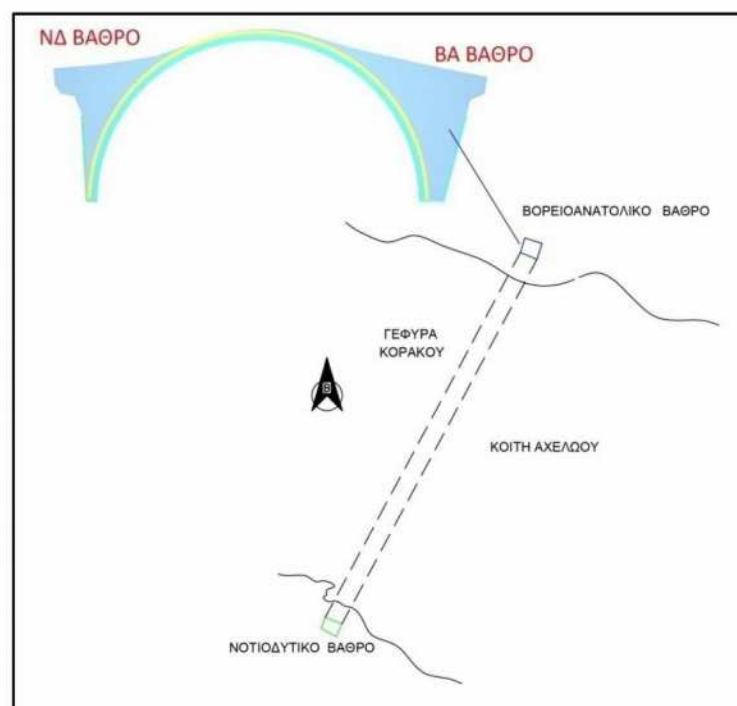
Σώζεται μικρό τμήμα του Βορειοανατολικού βάθρου και τμήμα του Νοτιοδυτικού χωρίς σωζόμενο στοιχείο από το τόξο (**Εικόνα 1.8**).

Κατά την περίοδο αυτή το μεγαλύτερο σωζόμενο τμήμα της γέφυρας είναι το ΝΔ βάθρο από την πλευρά της Άρτας. Τα έργα για το φράγμα της Συκιάς έχουν διακοπεί και εντοπίζεται αποδόμηση των προσωρινών έργων καθώς και επιχώσεις στην κοίτη του ποταμού.

**Φάση 6 (2015-2017) Περίοδος της γέφυρας μετά την αποδόμηση του ΝΔ βάθρου.**

Σημερινή εικόνα των Βάθρων μετά και τις πλημμύρες που παρέσυραν και το εναπομείναν τμήμα του Νοτιοανατολικού βάθρου (**Εικόνα 1.9**). Πλέον από την γέφυρα απομένουν ιδιαιτέρως μικρά τμήματα που με δυσκολία διακρίνονται στο τοπίο. Πλησίον του ΝΔ βάθρου έχουν εναποτεθεί τμήματα του που ανασύρθηκαν από την κοίτη του ποταμού.

Στο παρακάτω διάγραμμα (**Διάγραμμα 1.10**) παρουσιάζεται σκαριφηματικά η θέση και προσανατολισμός των τμημάτων που αναφέρονται. Η ακριβής θέση μπορεί να προσδιοριστεί στο **Κεφάλαιο 2** και την τοπογραφική αποτύπωση.



**Διάγραμμα 1.10** Σκαριφηματική αναπαράσταση γέφυρας και προσανατολισμού βάθρων



**Εικόνα 1.8** Φωτογραφίες εναπομείναντων τμημάτων ΝΔ και ΒΑ βάθρων αρχές 2000-2015, αρχείο Μ.Παπαδημητρίου



**Εικόνα 1.9** Φωτογραφίες εναπομείναντων τμημάτων ΝΔ και ΒΑ βάθρων 2017, σημερινή εικόνα

## 1.6 ΣΕΙΣΜΙΚΑ ΚΑΙ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΓΕΓΟΝΟΤΑ

Στην διάρκεια “ζωής” της η γέφυρα επέδειξε αντοχή σε πολυάριθμα σεισμικά και πλημμυρικά γεγονότα. Υπάρχουν αναφορές για δύο επιδιορθώσεις ή ενδεχόμενες ανακατασκευές της, **1515** ή (**1527-1540**) κοντά στην αρχική κατασκευή και το **1710**. Θα αναφερθούν αρχικά οι σεισμοί κοντινού πεδίου ως πιο σημαντικοί όσον αφορά την ένταση της καταπόνησης του φορέα. Οι σεισμοί της ευρύτερης περιοχής ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους (μέγεθος) απεικονίζονται στην χρονοιστορία. Τα γεγονότα θα διαιρεθούν χρονικά σε πριν και μετά την ανατίναξη του κεντρικού τμήματος της γέφυρας καθώς αλλάζει η στατική λειτουργία του φορέα. Στα δεδομένα των σεισμών αναγράφονται οι μακροσεισμικές εντάσεις ανάλογα με την επίδραση στους ανθρώπους και τις κατασκευές (κλίμακα Modified Mercalli Scale). Στην πινακίδα που ακολουθεί (**Πινακίδα 1.10**) σημειώνονται σε μορφή χρονοιστορίας τα ακόλουθα σεισμικά και πλημμυρικά γεγονότα καθώς πίνακας με τους σεισμούς της ευρύτερης περιοχής.

### 1.6.1 ΙΣΧΥΡΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΟΝΤΙΝΟΥ ΠΕΔΙΟΥ

#### 1514, M=6.0, Πίνδος (VIII)

##### 1<sup>η</sup> Αποκατάσταση ή κατασκευή εκ νέου

Ο σεισμός κατέστρεψε ολοκληρωτικά την Γέφυρα του Κοράκου (Ambraseys 1999). Η ιστορία της γέφυρας ξεκινάει με την κατάρρευση της αρχικής κατασκευής από πλημμύρα ή σεισμό κατά άλλη εκδοχή όπως αναφέρθηκε στην ιστορική τεκμηρίωση (Παρ.1.3).

#### 1544, Απρίλιος 24, M=6.4, Πύλη Τρικάλων (VIII)

Σε οθωμανικό έγγραφο (χοτζέτι) της 14 Ιουνίου 1544 αναφέρεται ότι αντιπροσωπεία μοναχών της μονής Δούσικου (κοντά στην Πύλη) ζήτησαν άδεια από ιεροδικείο των Τρικάλων για επιτακτική επισκευή της εκκλησίας του μοναστηρίου, η οποία έπαθε σοβαρότατες βλάβες από τον σεισμό της 24 Απριλίου 1544 (Γουγουλάκη – Ζιώγα 1994, Alexander 1999). Στο έγγραφο αναφέρεται ότι διερράγησαν οι τοίχοι στις τέσσερις πλευρές του καθολικού και μάλιστα προκλήθηκαν ρωγμές από τις οποίες μπορούσε να μπει άνθρωπος στην εκκλησία.

#### 1566, 11 Ιουλίου, Άγραφα, M=6.4, (VIII)

Σε απόσπασμα του κώδικα Αθηνών που πιθανόν προέρχεται από το μοναστήρι του Προύσου αναφέρεται ότι στις **11 Ιουλίου του 1566** ημέρα Πέμπτη «έγινε μέγας και φοβερός σεισμός» του οποίου οι μετασεισμοί κράτησαν έναν χρόνο. Θεσσαλικές Ενθυμήσεις (παράρτημα ά περίοδος 1404 – 1881) ΑΠΟ ΤΟ ΘΕΣΣΑΛΙΚΟ ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ (Κ. Σπανός) «*Πάλιν εν έτει ζοδ' μηνί Ιουλίου ια', ημέρα ε' έγινε σεισμός μέγας και φοβερώτατος και επεκράτησεν χρόνο α' και τα μέρη Λιτζάς και Αγράφων (η έδρα της Επισκοπής Λιτζάς και Αγράφων ήταν η Επισκοπή. Παλαιότερη ονομασία- Ζευγοστάσιον- ονομάσθη επί Χ. Τρικούπη και το όνομα είναι σχετικό με την επισκοπή Λιτζάς και Αγράφων) [α]λλά και η του Ροδοβισδίου (η Επισκοπή Ροδοβισδίου ανήκε στη Μητρόπολη της Λάρισας. Οι οικισμοί της βρίσκονταν στους νομούς Καρδίτσας -στα Βραγγιανά ήταν η έδρα της- ,Ευρυτανίας, Αιτωλοακαρνανίας και Άρτας) και έπεσον εκκλησάκια και οίκοι ούκ ολίγοι και φόνοι άπειροι εγένοντο και τα όρη εσπάραξαν (σημειώθηκαν κατολισθήσεις)».* (Σπυρίδωνα Λάμπρου: Βραχέα Χρονικά, επιμ. Κ. Άμαντος, Ακαδημία Αθηνών Μνημεία της Ελληνικής Ιστορίας, εν Αθήναις 1932τ.Α'σελ.61).»

### 1700-1710 2<sup>η</sup> πιθανή αποκατάσταση ή κατασκευή εκ νέου

#### 1787, Ιούνιος 19, M=6.0, Πύλη Τρικάλων (VII)

Ο σεισμός αναφέρεται σε ενθύμηση μοναχού της μονής Βαρλαάμ των Μετεώρων όταν αυτός βρισκόταν στην μονή Δούσικου. Στις 5 το πρωί έγινε φοβερός σεισμός που κλόνησε ολόκληρο το μοναστήρι. Οι άνθρωποι φοβήθηκαν μέχρι θανάτου από τον φοβερό θόρυβο που έκαναν τα σπίτια καθώς κλονιζόταν. Τούβλα, κεραμίδια, πέτρες και ξύλα έπεφταν και φοβερή βοή συνόδευε τον σεισμό.

#### 1833, Ιούνιος 10, M=6.0, Άρτα (VIII, Καστανιά)

Σύμφωνα με ενθύμηση της μονής του Αγίου Γεωργίου του Μυροφύλλου στην περιοχή των Τρικάλων, στις 10 Ιουνίου καταστράφηκε η Βρατζίστα (Καστανιά της Άρτας ) (Ράπτης 1985, Παπαιωάννου 1992). Η ενθύμηση δεν αναφέρει ρητώς ότι πρόκειται για σεισμό.

### Μετά την 28<sup>η</sup> Μαρτίου 1949 (ανατίναξη κεντρικού τμήματος της γέφυρας)

Η γέφυρα πλέον δεν λειτουργεί όπως σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε ως ενιαίος φορέας . Τα δύο ιδιαίτερα υψηλής έντασης σεισμικά γεγονότα που ακολουθούν είναι πιθανό να συνετέλεσαν στην αποδόμηση των εναπομεινάντων από την έκρηξη τμημάτων .

#### 1966, Φεβρουάριος 5, M=6.2, Λίμνη Κρεμαστών (IX, Πετράλωνα)

Το επίκεντρο του σεισμού αυτού βρίσκεται στην περιοχή της τεχνητής λίμνης Κρεμαστών . Προκάλεσε βλάβες στην Ευρυτανία όπου καταστράφηκαν 731 σπίτια, έπαθαν μη επισκευάσιμες βλάβες 2040 και μικρότερες ζημιές 4138 σπίτια. Οι βλάβες οφείλονταν κυρίως σε κατολισθήσεις. Του σεισμού προηγήθηκε μεγάλος αριθμός προσεισμών ο μεγαλύτερος από τους οποίους είχε μέγεθος M=4.7. Η σεισμική ακολουθία αυτή συσχετίστηκε με την φόρτωση της τεχνητής λίμνης Κρεμαστών (Comninakis et al 1968).

#### 1967, Μάιος 1, M=6.4, Άρτα (IX, Δροσοπηγή)

Ο σεισμός αυτός προκάλεσε σοβαρές ζημιές στους Νομούς Άρτας και Ιωαννίνων και μικρότερες στους Νομούς Τρικάλων και Καρδίτσας. Συνολικά καταστράφηκαν 940 σπίτια ,2567 έπαθαν μη επισκευάσιμες βλάβες. Προηγήθηκε μια δόνηση στις 25 Μαρτίου (M=4.0) και ακολουθήθηκε από πολλούς μετασεισμούς , ο μεγαλύτερος των οποίων έγινε την ίδια ημέρα με τον κύριο σεισμό (M=5.3).

### 1.6.2 ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΓΕΓΟΝΟΤΑ

Η συλλογή στοιχείων για πλημμυρικά γεγονότα είναι ιδιαίτερα δυσχερής. Εντοπίζονται στην βιβλιογραφία αναφορές για γενικότερες ζημιές σε γέφυρες της Ηπείρου σε διάφορες χρονολογίες πολλές φορές έμμεσα λόγω καταγραφής χρηματοδοτήσεων επιδιόρθωσής τους. Ιστορικά σύμφωνα με την έρευνα του κου Μενέλαου Παπαδημητρίου καταγράφονται πλημμύρες στον Αχελώο τα έτη 1700 και 1729. Πιθανόν η καταστροφή της γέφυρας που αναφέρεται σε επιστολή της Μονής Δούσικου το 1710 να οφείλεται στις πλημμύρες του 1700. Μετά την 28<sup>η</sup> Μαρτίου 1949 (ανατίναξη κεντρικού τμήματος) η κατάρρευση των εναπομεινάντων τμημάτων των βάθρων του τόξου προκλήθηκε σε μεγάλο βαθμό από δύο πλημμυρικά γεγονότα.

#### Αρχές του 2000 (έως 2010)

Σύμφωνα με μαρτυρίες των κατοίκων της περιοχής είχαμε πλημμύρα του Αχελώου κατά την διάρκεια της οποίας πραγματοποιήθηκε παράσυρση μεγάλου φορτίου ξυλείας από τοποθεσία ανάντη της γέφυρας. Οι κορμοί προσέκρουσαν στα εναπομεινάντα τμήματα της προκαλώντας την αποδόμηση σε μεγάλο βαθμό του Βορειοανατολικού βάθρου προς την πλευρά της Καρδίτσας καθώς και του τελευταίου τμήματος του τόξου.

#### 2015

Τον Ιούλιο του 2015 οι πλημμύρες που οδήγησαν και στην καταστροφή της Γέφυρας της Πλάκας είχαν ως αποτέλεσμα την παράσυρση του τελευταίου τμήματος του Νοτιοδυτικού βάθρου. Μικρό κομμάτι του βάθρου ανασύρθηκε από την κοίτη του ποταμού και εναποτέθηκε σε σημείο κοντά στην γειτονική σήραγγα.

### 1.6.3 ΕΡΓΑ ΕΚΤΡΟΠΗΣ ΑΧΕΛΩΟΥ-ΦΡΑΓΜΑ ΣΥΚΙΑΣ

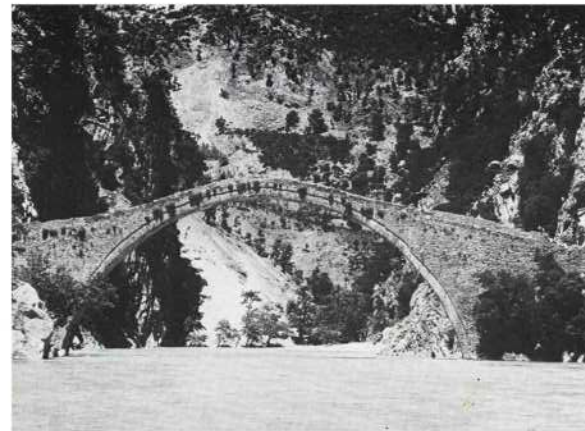
Σημειώνεται ότι στην αποδόμηση των εναπομεινάντων τμημάτων από την δεκαετία του 1990 και έπειτα συνετέλεσαν τα έργα του φράγματος Συκιάς και η διάνοιξη των γειτονικών σηράγγων καθώς δεν υπήρξε πρόβλεψη προστασίας του μνημείου. Η ημιτελής σημερινή κατάσταση των έργων και η ανύψωση της κοίτης ανάντη του φράγματος Συκιάς συμβάλουν στα έντονα πλημμυρικά γεγονότα που αναφέρθηκαν.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.11 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΩΝ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ ΣΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ

Εικόνα 1, Alfred Philippson, 1893



Εικόνα 2, Στύρος Μελετζής, 1937



Εικόνα 3, αρχείο Μενέλαου Παπαδημητρίου, 1970



1514-1515  
(1527-1540)

Αρχική Κατασκευή  
Σεισμός M=6.0 R=25 Km,  
Πίνδος  
Ολική Κατάρρευση  
Ανακατασκευή  
(Πιθανό Χρονολογικό  
εύρος ακριβούς έτους  
κατασκευής)

1544

Σεισμός  
M=6.4  
R=10 Km  
Πύλη  
Τρικάλων

1566

Σεισμός  
M=6.4  
R=26Km  
Άγραφα

Πλημμυρικά  
Γεγονότα  
1700 1729

1710

Επιστολή Μονής Δούσικου  
με αναφορά στην "τέλειαν φθοράν" της  
γέφυρας και ανακατασκευή της.  
Πιθανή ολική ή μερική κατάρρευση της  
γέφυρας και 2η κατασκευή εκ νέου.

1787  
Σεισμός  
M=6.0  
R=35 Km  
Πύλη  
Τρικάλων

1833  
Σεισμός  
M=6.0  
R=12 Km  
Άρτα

1949

28-03 Μάχη Εμφυλίου  
Ανατίναξη Κεντρικού  
Τμήματος

1966  
Σεισμός  
M=6.2 , R=35 Km  
Λίμνη Κρεμαστών

1967  
Σεισμός  
M=6.4  
R=25 Km  
Άρτα

2001-6

2015  
Πλημμυρικά  
Γεγονότα

Σημερινή  
Κατάσταση  
2017

Πρόσθετα Σεισμικά Γεγονότα στην Ευρύτερη Περιοχή

1545	Μάρτιος 24, M=6.8, Λαμία (IX) (συχνά συγχέεται με τον σεισμό στην Βόρεια Θεσσαλία της 24 <sup>ης</sup> Απριλίου 1544. Στο Ξηρόμερο δημιο υργήθηκαν κατολισθήσεις που απόφραξαν έναν ποταμό, πιθανότητα τον Αχελώο)
1625	Ιούλιος 28, M=6.6, Λευκάδα (IX)
1630	Ιούλιος 2, M=6.7, Λευκάδα (IX)
1723	Φεβρουάριος 22, M=6.7, Λευκάδα (VIII)
1740	Φεβρουάριος 4, M=6.2, Ιωάννινα (VIII)
1743	Φεβρουάριος 12, M=6.6, Αλμυρός (VIII)
1743	Φεβρουάριος 20, M=7.1, Κέρκυρα (VIII)
1756	Οκτώβριος 20, M=6.8, Ναύπακτος (VIII+)
1781	Σεπτέμβριος 8, M=6.2, Λάρισα (VIII)
1809	Μάιος 4, M=6.3, Ήπειρος (VIII)
1813	Δεκέμβριος 10, M=6.2, Ιωάννινα (IX, Εκκληροχώρι)
1823	Ιούνιος 19, M=6.3, Ήπειρος (VIII, Σαγιάδα)
1825	Ιανουάριος 19, M=6.5, Λευκάδα (X)
1895	Μάιος 14, M=6.3, Ήπειρος (X, Δραγουμή)
1898	Ιούλιος 31, M=6.3, Ιωάννινα (VIII)
1917	Μάιος 23, M=6.1, Πρέβεζα (VI+)
1941	Μάρτιος 1, M=6.3, Λάρισα (VIII)
1941	Δεκέμβριος 10, M=6.2, Ιωάννινα (IX, Εκκληροχώρι)
Μετά την 28 <sup>η</sup> Μαρτίου 1949 (ανατίναξη κεντρικού τμήματος)	
1954	Απρίλιος 30, M=7.0, Καρδίτσα (IX+, Σοφάδες)



Εικόνα 4, αρχείο Μενέλαου Παπαδημητρίου, 1982

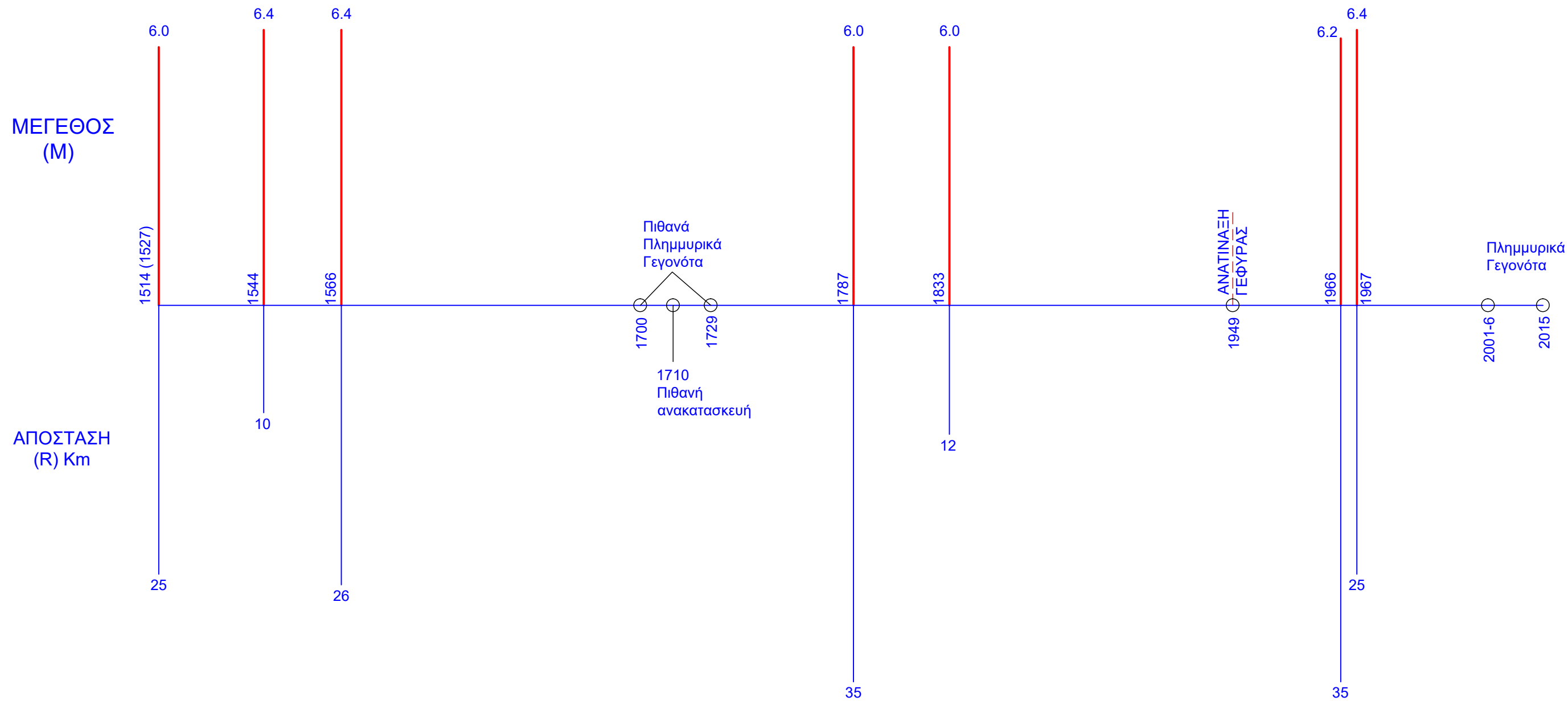


Εικόνα 5, σημερινή λήψη, 2017

Για λόγους καλύτερης επισκόπησης τα διαστήματα των χρονολογιών δεν είναι υπό κλίμακα



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.12 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΩΝ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ ΣΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ**



### 1.7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΙΣΤΟΡΙΚΗΣ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ – ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Από την Ιστορική τεκμηρίωση συμπεραίνουμε τα παρακάτω:

Η γέφυρα κατασκευάστηκε τον 16<sup>ο</sup> αιώνα την περίοδο (1527-1540) μετά από την κατάρρευση του αρχικού φορέα από σεισμό ή πλημμυρικό γεγονός.

Τα βασικά γεωμετρικά στοιχεία του φορέα και η μορφολογία του είναι - Πέτρινη μονότοξη γέφυρα, μήκους 45-50 μέτρων, μεγάλου ύψους, πλάτους διάβασης 2.00-2.60 μέτρων και κατακόρυφον εκατέρωθεν βράχων θεμελίωσης.

Άντεξε κατά την διάρκεια της “ζωής” της, περίπου 430 χρόνια, πληθώρα σεισμικών και πλημμυρικών γεγονότων ενώ ενδέχεται να υπέστη βλάβες την περίοδο 1700-1710 πιθανόν λόγω πλημμυρικού επεισοδίου. Αποκαταστάθηκε ή κατασκευάστηκε εκ νέου άμεσα λόγω της σημασίας που είχε για την τοπική κοινωνία. Την περίοδο αυτή είναι πιθανόν να ενσωματώθηκαν στην κατασκευή νέες πιο σύγχρονες τεχνικές.

Η αιτία κατάρρευσης της το 1949 ήταν ανθρωπογενής με την ανατίναξη του κεντρικού της τμήματος και όχι σεισμικό ή πλημμυρικό γεγονός.

Από την ημερομηνία ανατίναξής της, τα εναπομείναντα τμήματα έχουν αποδομηθεί ενώ το περιβάλλον τοπίο και η κοίτη του ποταμού έχει αλλάξει (**Εικόνες 1.13-14**) λόγω των έργων του γειτονικού φράγματος της Συκιάς και των οδικών σηράγγων της οδού Άρτας –Καρδίτσας.

Τα παραπάνω μας οδηγούν στην μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί για την οποία είναι αρχικά ουσιώδης η αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης που περιγράφεται στο επόμενο κεφάλαιο (**Κεφάλαιο 2-Υφιστάμενη Κατάσταση**). Οι μετρήσεις στα εναπομείναντα τμήματα της γέφυρας σε συνδυασμό με τα συμπεράσματα από το παρόν κεφάλαιο της Ιστορικής τεκμηρίωσης θα αξιοποιηθούν στο **Κεφάλαιο 3 - Διερεύνηση δυνατότητας αναπαράστασης** για την τεκμηρίωση της γέφυρας.



Εικόνα 1.13 Αεροφωτογραφία ΕΚΧΑ, 1945



Εικόνα 1.14 Αεροφωτογραφία ΕΚΧΑ, 2017

## Κεφάλαιο 2 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

## 2. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

### 2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις 06 και 07 Σεπτεμβρίου 2017 πραγματοποιήθηκε επιτόπου επίσκεψη στην τοποθεσία της Γέφυρας Κοράκου με στόχο την συγκέντρωση στοιχείων, την αποτύπωση των ερειπίων της περιοχής της γέφυρας καθώς και την λήψη δειγμάτων από τα υλικά της.

Για τις εργασίες πεδίου ενημερώθηκε η Εφορεία Αρχαιοτήτων Άρτας η οποία έπειτα από αίτηση της εποπτεύουσας Καθηγήτριας κας Ελισάβετ Βιντζηλαίου χορήγησε άδεια λήψης δειγμάτων μικρών διαστάσεων από το διάσπαρτο υλικό, χωρίς πρόκληση περαιτέρω βλάβης στα εναπομείναντα τμήματα (Α.Πρωτ.345962/225652/2601). Κατά την διάρκεια παραμονής στην περιοχή πραγματοποιήθηκε επίσκεψη στην υπηρεσία για ενημέρωσή της καθώς και αναζήτηση πρόσθετων πληροφοριών.

Επιπλέον με την καθοδήγηση του κ. Χρήστου Καπερώνη, Πρόεδρου της Αδελφότητας Πηγιωτών Άρτας, πραγματοποιήθηκαν συναντήσεις με τοπικούς παράγοντες και μέλη του συλλόγου καθώς και συλλογή πρόσθετου φωτογραφικού υλικού που μας παρείχε. Τέλος σημειώνεται ότι έχει πραγματοποιηθεί (2010) μια πρώτη προσπάθεια “Τεχνικής και Οικονομικής προμελέτης ανακατασκευής της Γέφυρας Κοράκου και αναστήλωσης της Κούλιας” που εκπονήθηκε από τον κ. Κώστα Αναστασίου Κωτή, Πολιτικό Μηχανικό και την κα Αναστασία Διον. Κουτή, Τοπογράφο Μηχανικό και είναι διαθέσιμη στα αρχεία της Αδελφότητας Πηγιωτών.

### 2.2 ΕΙΚΟΝΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Θα γίνει μια σύντομη επισκόπηση της εικόνας της περιοχής στις 06/09/2017. Στην τοποθεσία της γέφυρας τα εναπομείναντα στοιχεία ενδιαφέροντος είναι σύμφωνα και με τον προσανατολισμό τους.

Από την πλευρά της Άρτας-Πηγών έχει απομείνει ένα ιδιαίτερος μικρό τμήμα που σηματοδοτεί ουσιαστικά την αρχή του βάθρου της γέφυρας (**Εικόνα 2.1**). Πλησίον του εναπομείναντος τμήματος του Νοτιοδυτικού Βάθρου, έχουν αποθεθεί τμήματα του που ανασυρθήκαν από την κοίτη του ποταμού μετά την παράσυρσή του από τις πλημμύρες του 2015 (**Εικόνα 2.2**).

Από το Βάθρο προς την πλευρά της Αργιθέας – Καρδίτσας έχει απομείνει ένα επίσης μικρό τμήμα του Βάθρου πάνω στον βράχο (**Εικόνα 2.3**). Εκτός της φυσικής φθοράς παρατηρείται στη βάση του τοπική καταστροφική επέμβαση από την δραστηριότητα χρυσοθήρων.



**Εικόνα 2.1** Τμήμα Νοτιοδυτικού Βάθρου ( Πλευρά Άρτας)



**Εικόνα 2.2** Ανασυρθέντα Τμήματα Νοτιοδυτικού Βάθρου



**Εικόνα 2.3** Τμήμα Βορειοανατολικού Βάθρου (Πλευρά Καρδίτσας)

Κάτω από το εναπομείναν Βορειοανατολικό βάθρο βρίσκεται εντός της κοίτης του ποταμού κομμάτι της γέφυρας (**Εικόνα 2.4**). Το κομμάτι αυτό παραμένει εντός του ποταμού μετά την αποδόμηση του ΒΑ βάθρου στις αρχές τις δεκαετίας του 2000 με εμφανή την διάβρωση.

Από την πλευρά της Αργιθέας –Καρδίτσας τέλος υπάρχει διώροφο κτήριο από φέρουσα τοιχοποιία κατασκευής (**Εικόνα 2.5**) πιθανόν του 17<sup>ου</sup> -18<sup>ου</sup> αιώνα που λειτουργούσε ως τελωνείο, σημείο ελέγχου της οδού που οδηγούσε στην γέφυρα.

### 2.3 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ

Έγινε πλήρης τοπογραφική αποτύπωση της περιοχής της γέφυρας Κοράκου με ιδιαίτερη προσοχή στην καταγραφή των εναπομειναντων τμημάτων της γέφυρας και του κτηρίου τελωνείου.

Η τοπογραφική αποτύπωση έγινε με την χρήση του γεωδαιτικού σταθμού TS02 Flex Line Plus Leica (**Εικόνα 2.6**) και του δικτυακού δέκτη Leica Viva GS08 plus NetRover για εργασία με δίκτυα GNSS. Αναλυτικότερα εξαρτήθηκαν από το Ελληνικό Γεωγραφικό Δίκτυο Αναφορά 1987 (ΕΓΣΑ 87') τρεις στάσεις στο πλάτωμα πλησίον του Νότιου ακρόβαθρου της γέφυρας και τρεις στάσεις στην κοίτη του ποταμού από το δίκτυο αναφοράς ΕΓΣΑ 87'.

Οι παραπάνω εξαρτήσεις έχουν μετεπεξεργαστεί σε πραγματικό χρόνο κάνοντας χρήση του πανελλαδικού δικτύου μόνιμων σταθμών αναφοράς GNSS (GPS – GLONASS), SmartNet Greece, το οποίο αποτελεί τμήμα του Πανευρωπαϊκού δικτύου της Leica Geosystems AG, SmartNet Europe.

Επί των στάσεων αυτών πάρθηκαν όλες οι τοπογραφικές μετρήσεις της διαμόρφωσης του εδάφους, των ακροβάθρων της γέφυρας, των ανασυρθέντων τμημάτων καθώς επίσης και του Κτηρίου Τελωνείου που βρίσκεται στην Βόρειοανατολική πλευρά της γέφυρας και παρουσιάζονται στην τοπογραφική μελέτη που συνοδεύει την εργασία.

### 2.4 ΛΗΨΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΥΛΙΚΑ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ

Πραγματοποιήθηκε λήψη δειγμάτων (**Διάγραμμα 2.8**) για τον προσδιορισμό των μηχανικών χαρακτηριστικών των υλικών της γέφυρας. Σημειώνεται ότι έγινε λήψη από το διάσπαρτο υλικό χωρίς επέμβαση στα σωζόμενα τμήματα.

Συνοπτικά έγινε λήψη 9 λίθων (4 Βόρειο βάθρο, 3 Νότιο Βάθρο, 2 κτήριο Τελωνείου) και 12 δειγμάτων κονιάματος (5 Νότιο βάθρο, 2 Βόρειο βάθρο, 4 κτήριο Τελωνείου).

Η καταγραφή των θέσεων δειγματοληψίας και η φωτογραφική αποτύπωση τους παρουσιάζεται στο παράρτημα της εργασίας ενώ τα αποτελέσματα των ελέγχων στο **Κεφάλαιο 5**.



**Εικόνα 2.4** Τμήμα της γέφυρας εντός της κοίτης



**Εικόνα 2.5** Κτήριο Τελωνείου – Βορειοανατολικό (Πλευρά Καρδίτσας)



**Εικόνα 2.6** Τοπογραφικές μετρήσεις με χρήση του **TS02 FLEX LINE PLUS LEICA** Εξάρτηση δικτύου **LEICA VIVA GS08 PLUS NETROVER**

## 2.5 ΚΡΟΥΣΙΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Έγινε διενέργεια κρουσιμετρήσεων σε λίθους των εναπομεινάντων βάρων (Εικόνα 2.7) και του κτηρίου Τελωνείου. Συνολικά έγιναν κρουσιμετρήσεις κάνοντας χρήση του κρουσίμετρου STONEX STC3-A σε 14 λίθους (11 στα ανασυρθέντα τμήματα του Νοτιοδυτικού βάρου, 3 στο Βόρειοανατολικό). Η καταγραφή των θέσεων κρουσιμέτρησης και η φωτογραφική αποτύπωση τους παρουσιάζεται στο παράρτημα ενώ τα αποτελέσματα στο αντίστοιχο κεφάλαιο (Κεφάλαιο 5).

## 2.6 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ

Έγινε λήψη φωτογραφιών όλων των τμημάτων της γέφυρας και της συνολικής περιοχής με χρήση ψηφιακής φωτογραφικής μηχανής τύπου DSLR και φακό 18-200 f/3.5-5.6. Συνολικά ελήφθησαν πάνω από 600 φωτογραφίες για την τεκμηρίωση της υπάρχουσας κατάστασης. Πραγματοποιήθηκαν επίσης λήψεις πανοραμικών φωτογραφιών με την χρήση της κάμερας 360 RICOH THETA S για την απεικόνιση της συνολικής εικόνας της τοποθεσίας. Οι λήψεις έγιναν κυρίως από θέσεις εντός της κοίτης του ποταμού, πλησίον των ανασυρθέντων τμημάτων καθώς και εντός του κτηρίου τελωνείου.

## 2.7 ΕΝΔΟΣΚΟΠΗΣΕΙΣ

Πραγματοποιήθηκε λήψη φωτογραφιών και video κάνοντας χρήση του ενδοσκοπίου της BOSCH Professional Inspection Camera σε οπές που εντοπίστηκαν στο βόρειο βάρο όπου και ανασύρθηκε δείγμα παλαιωμένου ξύλου και στις οπές ξυλοδεσιών του Κτηρίου του Τελωνείου.

## 2.8 ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΕΔΙΟΥ

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν αξιοποιούνται στην διερεύνηση δυνατότητας αναπαράστασης και γεωμετρικής τεκμηρίωσης της γέφυρας στο επόμενο κεφάλαιο (Κεφάλαιο 3).

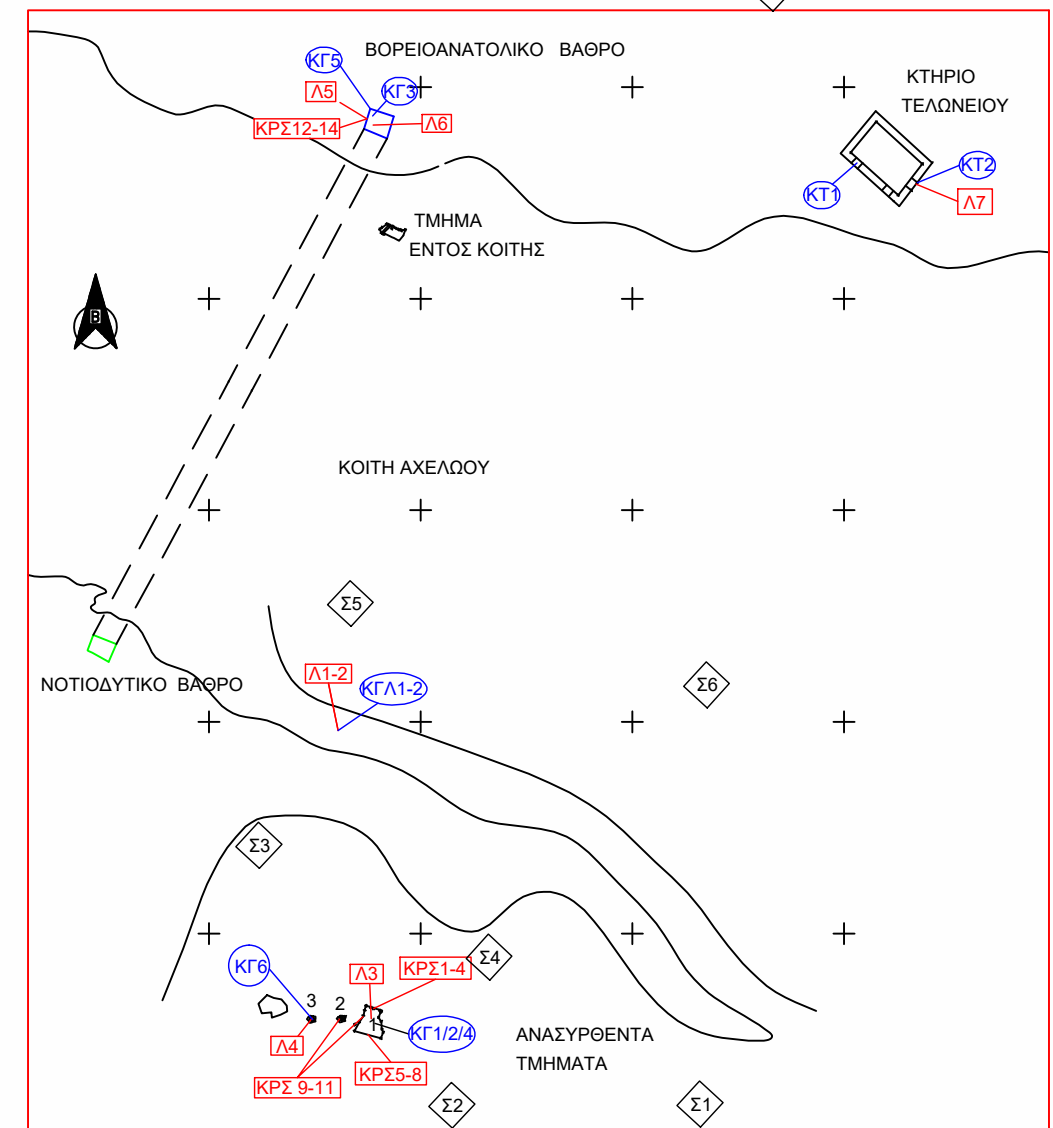
Η τοπογραφική αποτύπωση παρουσιάζεται στις επόμενες Πινακίδες 2.4-2.5 ενώ στο Διάγραμμα 2.8 σημειώνονται συγκεντρωτικά οι θέσεις λήψεως δειγμάτων υλικών.

Από τα δείγματα που συλλέχθηκαν πραγματοποιούνται στο Κεφάλαιο 5 εργαστηριακοί έλεγχοι για τον προσδιορισμό των μηχανικών χαρακτηριστικών των υλικών της γέφυρας.



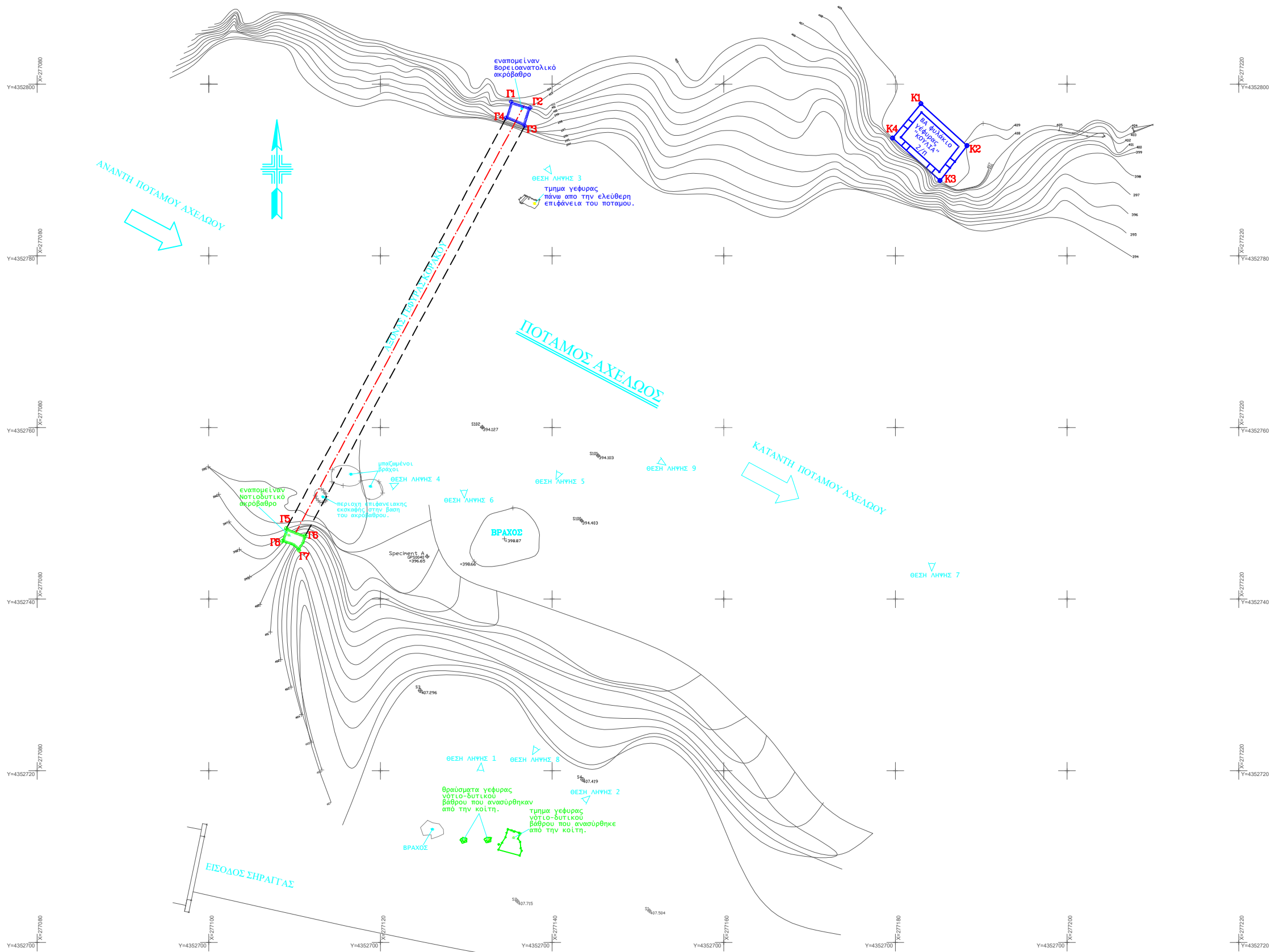
Εικόνα 2.7 Κρουσιμέτρηση με ΚΡΟΥΣΙΜΕΤΡΟ STONEX STC3-A

1. ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΛΙΘΟΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΚΡΟΥΣΙΜΕΤΡΗΣΕΩΝ □
2. ΘΕΣΕΙΣ ΛΗΨΕΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ ○
3. ΘΕΣΕΙΣ ΣΤΑΣΕΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ◇



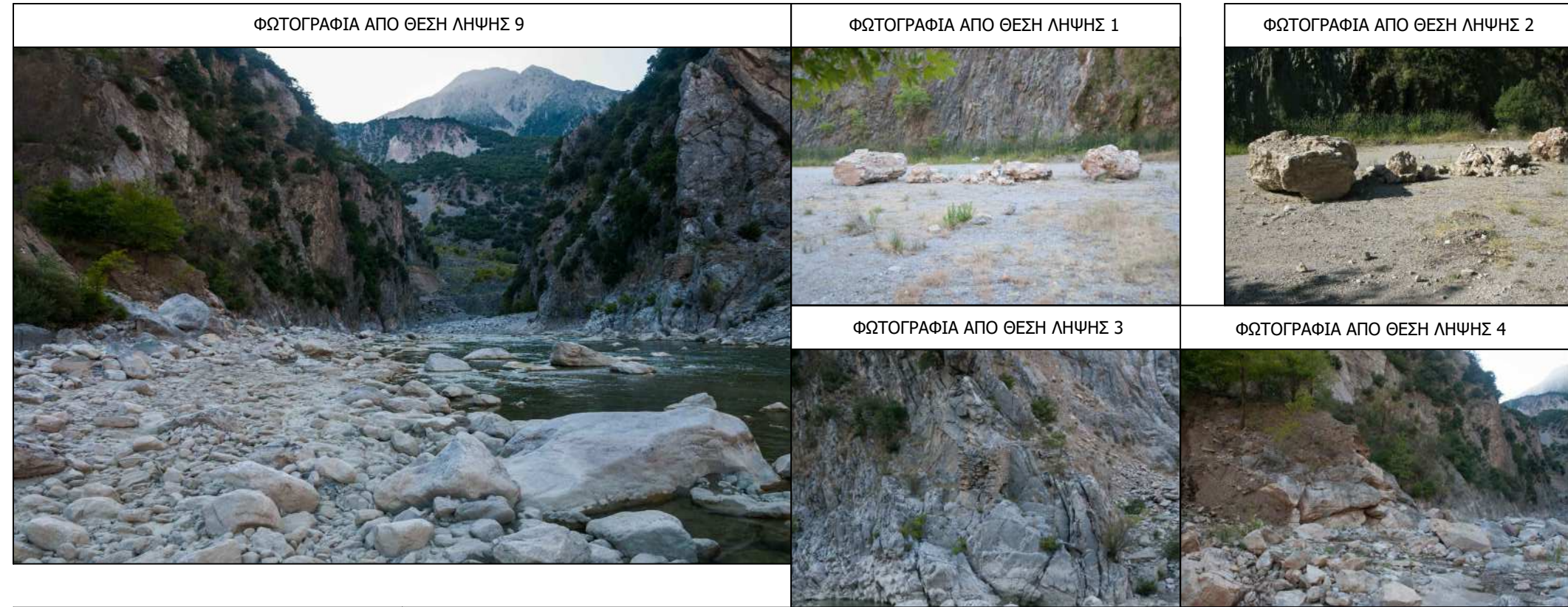
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.8 ΕΠΙΤΟΠΙΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ  
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ-ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΕΔΙΟΥ

2.3



## ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ

Η τοπογραφική αποτύπωση έγινε με την χρήση του γεωδαιτικού σταθμού TS02 Flex Line Plus Leica και του δικτυακού δέκτη Leica Viva GS08 plus NetRover για εργασία με δίκτυα GNSS. Αναλυτικότερα εξαρτήθηκαν από το Ελληνικό Γεωγραφικό Δίκτυο Αναφορά 1987 (ΕΓΣΑ 87') τρεις στάσεις (S1,S2,S3) στο πλάτωμα πλησίον του νότιου ακρόβαθρου της γέφυρας και τρεις στάσεις (S100, S101, S102) στην κοίτη του ποταμού από το δίκτυο αναφοράς ΕΓΣΑ 87'. Οι παραπάνω εξαρτήσεις έχουν μετεπεξεργαστεί σε πραγματικό χρόνο κάνοντας χρήση του πανελλαδικού δικτύου μόνιμων σταθμών αναφοράς GNSS (GPS – GLONASS), SmartNet Greece, το οποίο αποτελεί τμήμα του Πανευρωπαϊκού δικτύου της Leica Geosystems AG, SmartNet Europe. Επί των στάσεων αυτών πάρθηκαν όλες οι τοπογραφικές μετρήσεις της διαμόρφωσης του εδάφους, των ακροβάθρων της γέφυρας καθώς επίσης και του φυλακίου (Κούλια) που βρίσκεται στην βόρειο ανατολική πλευρά της γέφυρας. που παρουσιάζονται στην παρούσα τοπογραφική μελέτη.



### ΥΠΟΜΝΗΜΑ

#### ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

1. Το τοπογραφικό διάγραμμα είναι ενταγμένο στο κρατικό σύστημα συντεταγμένων ΕΓΣΑ '87.
2. Οι διαστάσεις και το εμβαδόν του γεωτεμαχίου υπολογίσθηκαν αναλυτικά από τις συντεταγμένες των κορυφών του
3. Η εξάρτηση από το ΕΓΣΑ '87 πραγματοποιήθηκε με σύστημα GPS και κάνοντας χρήση του Συστήματος Εντοπισμού - METRICANET.
4. Τα αναγραφόμενα υψόμετρα είναι απόλυτα.
5. Έγινε χρήση Total Station Leica TS02 plus και GPS Leica GNSS.  
Η αποτύπωση πλησίον του βόρειου και νοτίου ακροβάθρου έγινε κάνοντας λήψη σημείων σε διάταξη κανάβου ανά 1.5 - 2.0μ περίπου. Εν συνεχεία έγινε γραμμική παρεμβολή των ισουψών καμπύλων. Συνιστάται πύκνωση σημείων πέριξ του βόρειου και νοτίου ακροβάθρου ειδικά από την ανάντη πλευρά η οποία ήταν δυσπρόσιτη.

Εμβαδόν ΦΥΛΑΚΙΟΥ (ΚΟΥΛΙΑ)

E= 37.80 μ<sup>2</sup>

Κορυφές	X	Y	Πλευρές
K1	277182.98	4352797.71	
K2	277188.35	4352792.81	7.25
K3	277185.22	4352788.75	5.13
K4	277179.69	4352793.72	7.43
K1	277182.98	4352797.71	5.17

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΕΓΣΑ 87 ΒΟΡΕΙΟ ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΚΡΟΒΑΘΡΟΥ

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΕΓΣΑ 87 ΝΟΤΙΟ ΔΥΤΙΚΟΥ ΑΚΡΟΒΑΘΡΟΥ

ΚΟΡΥΦΕΣ	X	Y	ΚΟΡΥΦΕΣ	X	Y
Γ1	277135.22	4352797.93	Γ5	277109.05	4352748.23
Γ2	277137.46	4352797.22	Γ6	277111.24	4352747.34
Γ3	277136.81	4352795.14	Γ7	277110.51	4352745.69
Γ4	277134.63	4352796.04	Γ8	277108.55	4352746.74



### Κεφάλαιο 3

## ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ

### 3.ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ

#### 3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κρίσιμη παράμετρος για την τεκμηρίωση μνημείων που έχουν χαθεί είναι η εξέταση της δυνατότητας αναπαράστασης τους. Η διερεύνηση αυτή αποτέλεσε ιδιαίτερα απαιτητικό τμήμα της εργασίας καθώς δεν υφίσταται η κατασκευή ούτε ακριβείς μετρήσεις επί του αρχικού φορέα ενώ τα εναπομείναντα τμήματα είναι ιδιαιτέρως μικρά.

#### 3.2 ΑΡΧΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Κατά τις εργασίες πεδίου πραγματοποιήθηκε ακριβής αποτύπωση των εναπομείναντων τμημάτων της γέφυρας καθώς και φωτογράφιση τους υπό διαφορετικές γωνίες λήψεως με σκοπό, πέραν της τοπογραφικής τεκμηρίωσης, την αξιοποίησή τους για εξαγωγή συμπερασμάτων που αφορούν τον συνολικό φορέα.

Εξετάσθηκε αρχικά η δυνατότητα αξιοποίησης της επιστήμης της Φωτογραμμετρίας με συνδυασμό των επιτόπιων μετρήσεων και των ιστορικών φωτογραφιών. Σε αντιστοιχία με την Φωτογραμμετρική Αποτύπωση που πραγματοποιήθηκε για την Γέφυρα της Πλάκας στα πλαίσια του Έργου του ΕΜΠ για την αποκατάσταση του (Κεφάλαιο Β.3, Γεωργόπουλος Ανδρέας, Σταθοπούλου Έλλη, Αγραφιώτης Παναγιώτης) ήταν επιθυμητή η δημιουργία ορθοφωτογραφιών ώστε να είναι δυνατή η απευθείας μέτρηση των ζητούμενων γεωμετρικών παραμέτρων. Η λύση αυτή όμως δεν κατέστη δυνατή λόγω της μη διάθεσης μετρήσεων στην αρχική κατασκευή πριν την κατάρρευση της καθώς και του πολύ μικρού εναπομείναντος τμήματος της. Η χρήση των τμημάτων των βάθρων για τον μετασχηματισμό σε ορθοφωτογραφία, έπειτα από την κατάλληλη επεξεργασία, θα έδινε ακριβή αποτελέσματα μόνο εντός του τμήματος μεταξύ του κατώτερου και ανώτερου σημείου τους που όμως είναι αμελητέα σε σύγκριση με το συνολικό φορέα. Μετρήσεις που αφορούν το ύψος των βάθρων και του τόξου θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν με αξιοποίηση των διαθέσιμων αεροφωτογραφιών και διεξαγωγή εξειδικευμένων και εκτεταμένων τοπογραφικών μετρήσεων στην ευρύτερη περιοχή. Η λύση αυτή είναι εκτός του πλαισίου της παρούσας εργασίας αλλά θα μπορούσε να αξιοποιηθεί σε επόμενο στάδιο μελέτης. Τονίζεται εδώ η σημασία της πλήρους γεωμετρικής τεκμηρίωσης και αποτύπωσης των Μνημείων με σκοπό την μετέπειτα χρήση των μετρήσεων σε πιθανή επέμβαση ή αποκατάσταση. Αναφέρεται ενδεικτικά ότι στην περίπτωση της Γέφυρας της Πλάκας χρησιμοποιήθηκαν μετρήσεις από αποτύπωση που πραγματοποιήθηκε το 1984 από το Εργαστήριο Γεωδαισίας Αγρονόμων και Τοπογράφων Ε.Μ.Π.

Τέλος σημειώνεται ξανά ότι δεν σώζονται σήμερα σημαντικά στοιχεία του φορέα όπως το τόξο και η αρχή του που θα μας βοηθούσαν να προσδιορίσουμε την γεωμετρία του. Είναι λοιπόν απαραίτητη η προσέγγιση μέσω κάποιων παραδοχών και υποθέσεων που εκ των πραγμάτων θα εμπεριέχουν αποκλίσεις όμως θα αποτελέσουν μια βάση στην γεωμετρική τεκμηρίωση του μνημείου.

### 3.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ

Για τον προσδιορισμό της γεωμετρίας και την αναπαράσταση της γέφυρας δεδομένης της μεγάλης έλλειψης στοιχείων, έγινε προσπάθεια αξιοποίησης των σημερινών μετρήσεων με συνδυασμό των διαθέσιμων ιστορικών αναφορών καθώς και της πιο χαρακτηριστικής φωτογραφίας της όψης της του Σπύρου Μελετζή (**Φωτογραφία 3**) με έτος λήψης 1937 στην οποία καταγράφεται με την μεγαλύτερη δυνατή ευκρίνεια και σε σχεδόν παράλληλο επίπεδο απεικόνισης. Η προσέγγιση στην συμβατή γεωμετρία πραγματοποιείται διαδοχικά.

Αρχικά (**Πινακίδα 3.2**) γίνεται μια προσπάθεια αναπαράστασης της γέφυρας στο υπάρχον τοπίο. Καθώς πλέον υπάρχουν αρκετές διαφοροποιήσεις και τα σωζόμενα τμήματα της γέφυρας είναι πολύ μικρά το βήμα αυτό είναι σημαντικό για την μετέπειτα ακριβέστερη προσέγγιση.

Στην συνέχεια πραγματοποιείται εντοπισμός των εναπομείναντων τμημάτων της γέφυρας (**Πινακίδες 3.3-4**) στον αρχικό φορέα με χρήση ιστορικών φωτογραφιών και σημερινών λήψεων με αντίστοιχη γωνία λήψης. Ο εντοπισμός της, όσο το δυνατόν ακριβούς, θέσης των σωζόμενων στοιχείων είναι σημαντικός για την χρήση των σημερινών μετρήσεων.

Δημιουργήθηκε έπειτα κάρναβος στον οποίο τοποθετήθηκαν τα εναπομείναντα τμήματα των βάθρων όπως μετρήθηκαν σήμερα από τις εργασίες πεδίου. Κατόπιν έγινε υπέρθεση της φωτογραφίας της όψης της γέφυρας στον κάρναβο με κλιμάκωσή της, σε οριζόντιο και κατακόρυφο άξονα διατηρώντας σταθερές τις αναλογίες της, και αντιστοίχιση των τμημάτων στα σημεία του συνολικού φορέα. (**Πινακίδα 3.5**). Επιτεύχθηκε ικανοποιητική ταύτιση των στοιχείων σε συνδυασμό και με την παρατήρηση που αναφέρθηκε για την ταύτιση του σημείου αρχής του τόξου με το τμήμα της Γέφυρας εντός της κοίτης του ποταμού.

Στην συνέχεια της έρευνας, γίνονται διαπιστώσεις που αφορούν την αρχή δόμησης και μορφή του τόξου καθώς και την έδραση του Βορειοανατολικού βάθρου (**Πινακίδα 3.6**).

Καθώς από την διερεύνηση διαπιστώθηκε η ασυμβατότητα του υπάρχοντος ύψους της κοίτης του ποταμού με την αρχική γεωμετρία, εξετάσθηκε το ύψος ανύψωσης της με χρήση ιστορικών φωτογραφιών καθώς και παρατηρήσεων (**Πινακίδες 3.7-9**).

Η προκύπτουσα γεωμετρία είναι συμβατή με τις διαστάσεις που προκύπτουν από τα ιστορικά στοιχεία, δηλαδή άνοιγμα γέφυρας 45 μέτρα και ύψος 24 με 26 μέτρα. Σημειώνεται ότι παρατηρείται μεγαλύτερη απόκλιση στην θέση του δεξιού (ΝΔ) βάθρου καθώς υπεισέρχονται σφάλματα λόγω του ελαφρώς κεκλιμένου επιπέδου της γέφυρας σε σχέση με την γωνία λήψης. Παρά τις δεδομένες αποκλίσεις μπορούμε να θεωρήσουμε ότι έχουμε μια εκτίμηση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών της γέφυρας.

Τα σχέδια απεικόνισης της Γέφυρας προέκυψαν από την ανωτέρω διαδικασία και τις επιμέρους μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στα εναπομείναντα στοιχεία. Οι προκύπτουσες διαστάσεις αναγράφονται στρογγυλοποιημένες και με χρήση εύρους τιμών ενώ η ακριβής σχεδιαστική απεικόνιση παρουσιάζεται στο τέλος του κεφαλαίου (**Πινακίδες 3.11-14**).

### 3.4 ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΓΕΦΥΡΑΣ - ΑΠΟΨΕΙΣ 1 & 2

Πραγματοποιείται μια αρχική προσέγγιση της αναπαράστασης με τοποθέτηση της γέφυρας από την ιστορική φωτογραφία από κατάντη (Εικόνα 3.1) του Σπύρου Μελετζή σε σημερινές λήψεις.

Σε αυτό το στάδιο σκοπός είναι η εικονοποίηση του φορέα στο σημερινό περιβάλλον και ο εντοπισμός στοιχείων σύνδεσης με τα εναπομείναντα τμήματα. Η αρχική προσέγγιση που παρουσιάζεται σε αυτήν την πινακίδα έχει ακόμα αρκετές αποκλίσεις από την τελική γεωμετρία αλλά παρατίθεται για λόγους εποπτείας της πορείας εργασίας.

Για την δημιουργία της Άποψης 1 (Εικόνα 3.3) η ιστορική φωτογραφία (Εικόνα 3.1) μετασχηματίστηκε σε οριζόντιο και κατακόρυφο άξονα, χωρίς διατήρηση των αναλογιών της, για ταύτιση με τα δύο εκατέρωθεν σωζόμενα στοιχεία. Το κεντρικό τμήμα του τόξου διαμορφώθηκε έπειτα από προσπάθεια ταύτισης του περιβάλλοντος τοπίου. Μετά την ταύτισή της έγινε περικοπή και μείωση της αδιαφάνειάς της ώστε να είναι ορατή στο υπόβαθρο της νέας λήψης.

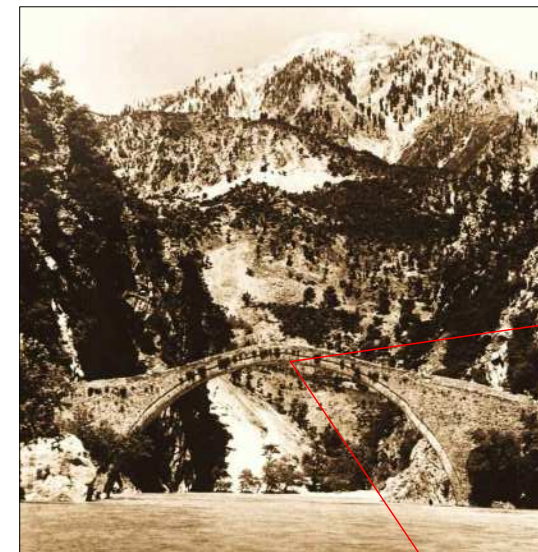
Το οπτικό αποτέλεσμα της σύνθεσης (Εικόνα 3.3) μας δίνει μια εκτίμηση της χωροθέτησης της γέφυρας και της θέσης των σωζόμενων τμημάτων. Κατά την προσπάθεια ταύτισης των φωτογραφιών επιτεύχθηκε ικανοποιητική ταύτιση με το Βορειοανατολικό κομμάτι και τον συνορεύον βραχώδες ανάγλυφο. Αντίθετα στο Νοτιοδυτικό βάθρο υπάρχει απόκλιση καθώς δεν ήταν δυνατή η ταύτιση του γειτονικού περιβάλλοντος πιθανόν λόγω της διαφορετικής γωνίας λήψης και αλλαγής του περιβάλλοντος χώρου.

Τέλος στο στάδιο αυτό δεν είχε ακόμη προσδιοριστεί σαφώς η ύπαρξη αρκετών μέτρων επίχωσης στην κοίτη του ποταμού.

Τα εναπομείναντα τμήματα των βάθρων σημειώνονται σε πλαίσια με χρωματισμό αντίστοιχο με αυτόν της Τοπογραφικής απεικόνισης (Πινακίδα 2.4), πράσινο για το ΝΔ βάθρο και μπλέ για το ΒΑ. Ο χρωματισμός αυτός διατηρείται σε όλη την διερεύνηση της γεωμετρίας καθώς και στην σχεδιαστική απεικόνιση της γέφυρας.

Με αντίστοιχους μετασχηματισμούς δημιουργήθηκε η σύνθεση της Άποψης 2 (Εικόνας 3.2) καθώς από την συγκεκριμένη γωνία λήψης είναι δυνατή η συνολική επισκόπηση της θέσης της γέφυρας έχοντας εντός οπτικού πεδίου και τα δύο εναπομείναντα τμήματα των βάθρων.

Οι συνθέσεις αυτές αποτέλεσαν την αρχή της διερεύνησης που ακολουθεί καθώς η εικονοποίηση της γέφυρας στο τοπίο είναι ουσιώδης δεδομένου ότι τα σωζόμενα τμήματα είναι ιδιαίτερα μικρά και ο εντοπισμός τους στο τοπίο είναι δυσχερής.



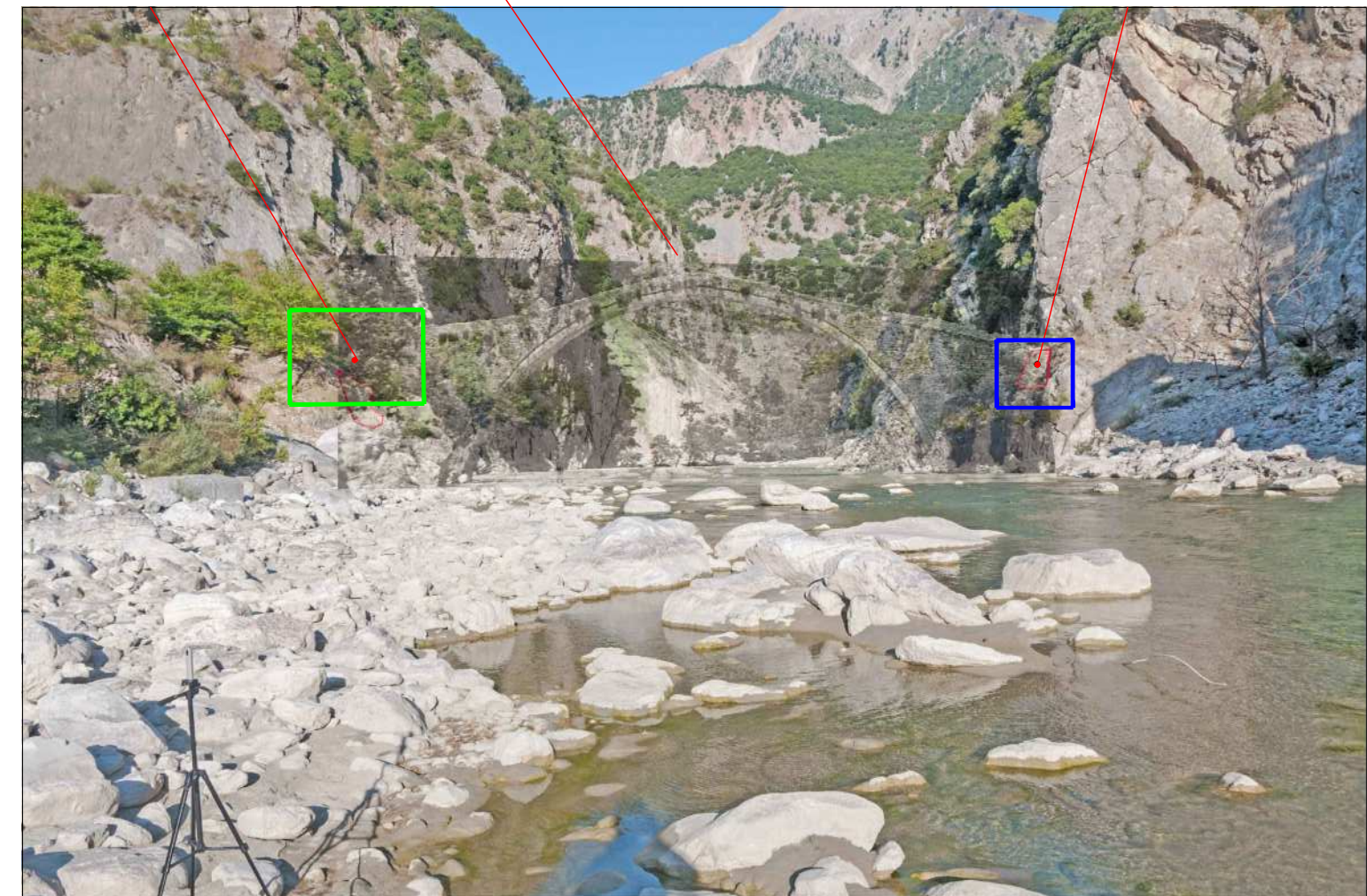
Εικόνα 3.1 Φωτογραφία 3, (Σπύρος Μελετζής, 1937)



Εικόνα 3.2 Άποψη 2, Υπέρθυση φωτογραφίας 3 σε σημερινή λήψη από το Νοτιοδυτικό βάθρο, άποψη από κατάντη

Τμήμα Νότιοδυτικού Βάθρου.

Τμήμα Βόρειοανατολικού Βάθρου.



Εικόνα 3.3 Άποψη 1, Υπέρθυση φωτογραφίας 3 Σπύρου Μελετζή, 1937 σε σημερινή φωτό - Λήψη από την κοίτη του ποταμού, οψη από κατάντη

### 3.5 ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΒΑΘΡΩΝ ΣΤΟΝ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΕΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΥΠΕΡΘΕΣΗΣ (ΕΙΚΟΝΑΣ 3.6)

Για τον προσδιορισμό της θέσης των βάθρων στον αρχικό φορέα χρησιμοποιούνται αρχαικές φωτογραφίες με σωζόμενα μεγαλύτερα σε επιφάνεια τμήματα, σε συνδυασμό με σημερινές φωτογραφίες αντίστοιχης γωνίας λήψης. Στην φωτογραφία Α παρατηρούμε ότι σώζεται μεγάλο ακόμη τμήμα του ΒΑ βάθρου και η αρχή του τόξου.

Στην συγκεκριμένη σύνθεση έγινε χρήση του χαρακτηριστικού περιγράμματος του γειτονικού βράχου ως βοηθητικό στοιχείο ταύτισης των δύο φωτογραφιών (Εικόνες 3.4-3.5, Φωτογραφίες Α-Β). Το βραχώδες περιβάλλον τοπίο δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες μορφολογικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των λήψεων και επιπροσθέτως οι πτυχώσεις του χρησιμοποιούνται ως σημεία αναφοράς. Η φωτογραφία Β τοποθετείται πάνω στην Α και μετασχηματίζεται δισδιάστατα κατάλληλα ώστε να επιτευχθεί ικανοποιητική ταύτιση. Με μείωση της αδιαφάνειάς της και παρατήρηση του εναπομείναντος σήμερα τμήματος στο υπόβαθρο, προσδιορίζεται η θέση του στον φορέα.

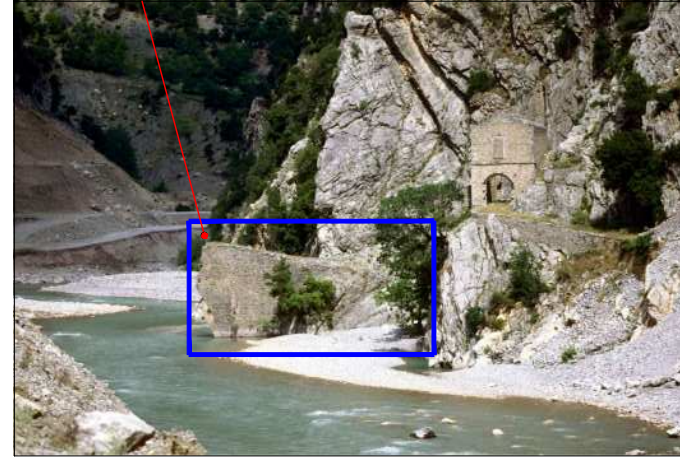
Από το αποτέλεσμα της σύνθεσης (Εικόνα 3.6) συμπεραίνουμε ότι η θέση του εναπομείναντος σήμερα τμήματος είναι στο άνω τμήμα του ΒΑ βάθρου, κοντά στο κατάστρωμα και σε σημείο όπου η γέφυρα εδράζεται επί εσοχής στον βράχο. Η θέση του σημειώνεται με μπλε πλαίσιο.

Σημειώνεται ότι αντίστοιχη διαδικασία έχει πραγματοποιηθεί και σε πρόσθετο φωτογραφικό υλικό, παρουσιάζονται όμως στην εργασία οι συνθέσεις που έδωσαν τα πιο αξιοποιήσιμα αποτελέσματα.

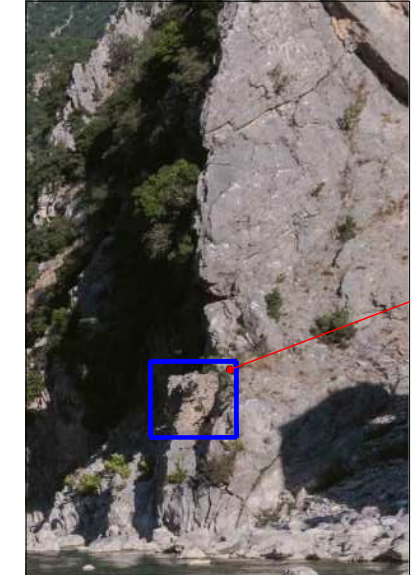
Ο ακριβής εντοπισμός του ΒΑ βάθρου είναι κρίσιμος καθώς η αρχή της οδού (μονοπάτι) μετά το πέρας της γέφυρας δεν ευκρινής. Η διαδικασία προσδιορισμού της θέσης του εναπομείναντος τμήματος δυσχεραίνεται από το γεγονός ότι η δομημένη λιθοδομή στον βράχο περιμετρικά της οδού σήμερα δεν υφίσταται.

Η θέση του εναπομείναντος τμήματος στην συνολική κατασκευή που προέκυψε από την συγκεκριμένη υπέρθεση-σύνθεση Εικόνα 3.6 αξιοποιείται σε συνδυασμό με την επόμενη στην Πινακίδα 3.4.

εναπομείναν  
βορειοανατολικό  
ακρόβαθρο



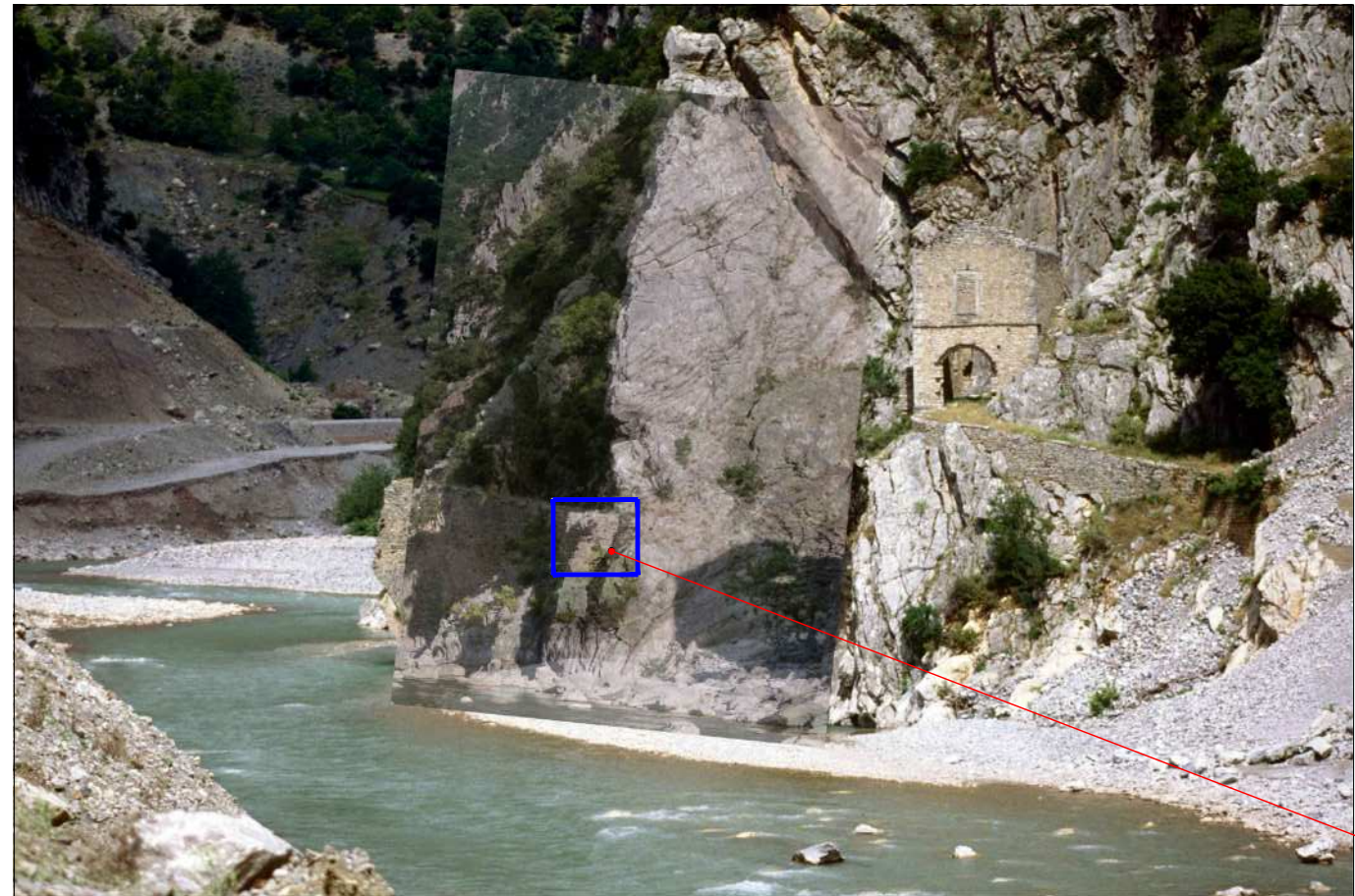
Εικόνα 3.4 Φωτογραφία Α-1982



Εικόνα 3.5 Φωτογραφία Β-2017

εναπομείναν  
βορειοανατολικό  
ακρόβαθρο

ΥΠΕΡΘΕΣΗ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



Εικόνα 3.6 Υπέρθεση-σύνθεση φωτογραφιών ΒΑ βάθρου λήψης 1982 - 2017, όψη από κατάντη

εναπομείναν  
βορειοανατολικό  
ακρόβαθρο

### 3.6 ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΒΑΘΡΩΝ ΣΤΟΝ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΕΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΥΠΕΡΘΕΣΗΣ (ΕΙΚΟΝΑΣ 3.9)

Απο το φωτογραφικό υλικό των εργασιών πεδίου έγινε εύρεση φωτογραφίας (Εικόνα 3.8-**Φωτογραφία Β**) με γωνία λήψης σχεδόν ταυτόσημη με την αντίστοιχη αρχειακή του 1982 (Εικόνα 3.7-**Φωτογραφία Α**) οπότε υπάρχει ιδιαίτερα ικανοποιητική ταύτιση των τμημάτων της γέφυρας και των στοιχείων του περιβάλλοντος. Η συγκεκριμένη σύνθεση μας δίνει την πιο αξιόπιστη πληροφορία για την θέση των τμημάτων του Νοτιοδυτικού βάθρου καθώς έχουμε πολύ λιγότερο υλικό οπτικής αποτύπωσής του.

Με την υπέρθεση της **Φωτογραφίας Α** -1982 σε υπόβαθρο της **Φωτογραφίας Β**-2017 και ταύτισή τους με τα στοιχεία του περιβάλλοντος, ιδιαίτερα του ανορθωμένου βράχου πάνω από το ΒΑ βάθρο, γίνεται ο εντοπισμός των σωζόμενων τμημάτων στις δύο άκρες. Η αδιαφάνεια της **Φωτογραφίας Α** μειώνεται για να είναι ορατή η σημερινή εικόνα στο υπόβαθρο. Το περίγραμμα των εναπομεινάντων τμημάτων τονίζεται με λεπτή κόκκινη γραμμή ώστε να είναι ευκρινής η θέση τους.

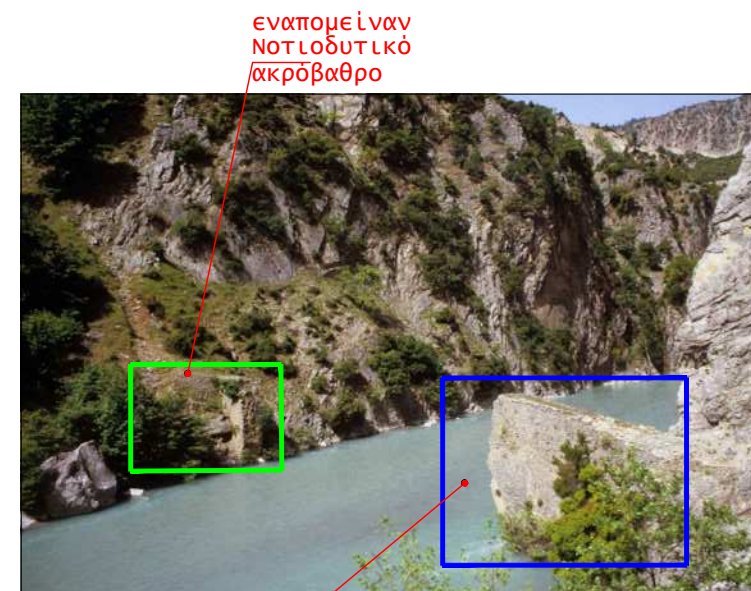
Η θέση του εναπομεινάντος τμήματος του ΒΑ βάθρου προσδιορίζεται στο άνω τμήμα της γέφυρας, πριν από την αρχή καμπής του μονοπατιού που συνεχίζει σε λιθοδομή δομημένη στο βραχώδες υπόβαθρο. Σημειώνεται με μπλε πλαίσιο η θέση του στην **Εικόνα 3.9**.

Η θέση του εναπομεινάντος τμήματος του ΝΔ βάθρου προσδιορίζεται επίσης στο άνω τμήμα της γέφυρας από την δεξιά πλευρά(Άρτας). Σημειώνεται με πράσινο πλαίσιο η θέση του στην **Εικόνα 3.9**.

Στην σύνθεση αυτή, σε αναζήτηση σύνδεσης των σημερινών σωζόμενων τμημάτων με τον αρχικό φορέα γίνεται η παρατήρηση ότι το κομμάτι της γέφυρας εντός της κοίτης του ποταμού, του οποίου η ακριβής θέση αποτυπώθηκε κατά τις εργασίες πεδίου (**Πινακίδα 2.4**), συμπίπτει χωρικά με το σημείο έναρξης του τόξου. Η θέση σημειώνεται με κόκκινο πλαίσιο στην **Εικόνα 3.9**. Η πληροφορία αυτή κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική καθώς δημιουργείται συσχέτιση μεταξύ των σημερινών τοπογραφικών μετρήσεων και των γεωμετρικών στοιχείων της γέφυρας που δεν υπάρχουν πλέον. Έχουμε λοιπόν ένα πρόσθετο στοιχείο ταύτισης πέραν της θέσης των δύο βάθρων.

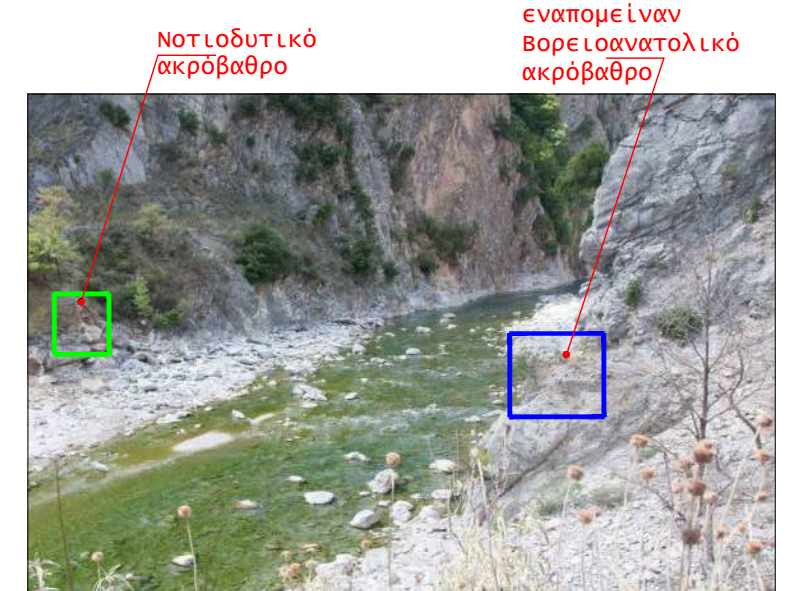
Λαμβάνοντας ως σημεία αναφοράς τα εναπομεινάντα τμήματα των βάθρων καθώς και την εκτίμηση της αρχής του τόξου από την πλευρά του ΒΑ βάθρου σε συνδυασμό με τις μετρήσεις πεδίου, πραγματοποιείται η προσέγγιση των γεωμετρικών στοιχείων της γέφυρας που παρουσιάζεται στην επόμενη **Πινακίδα 3.5**.

Τέλος από την **Εικόνα 3.9** και παρατήρηση της κοίτης του ποταμού, είναι σαφής οπτικά η ανύψωσή της ιδιαίτερα με παρατήρηση των βράχων πλησίον του ΝΔ βάθρου. Σημειώνεται η εμφανώς υψηλότερη στάθμη υδάτων στην **Φωτογραφία Α**.



εναπομείναν  
Νοτιοδυτικό  
ακρόβαθρο

Εικόνα 3.7 Φωτογραφία Α-1982

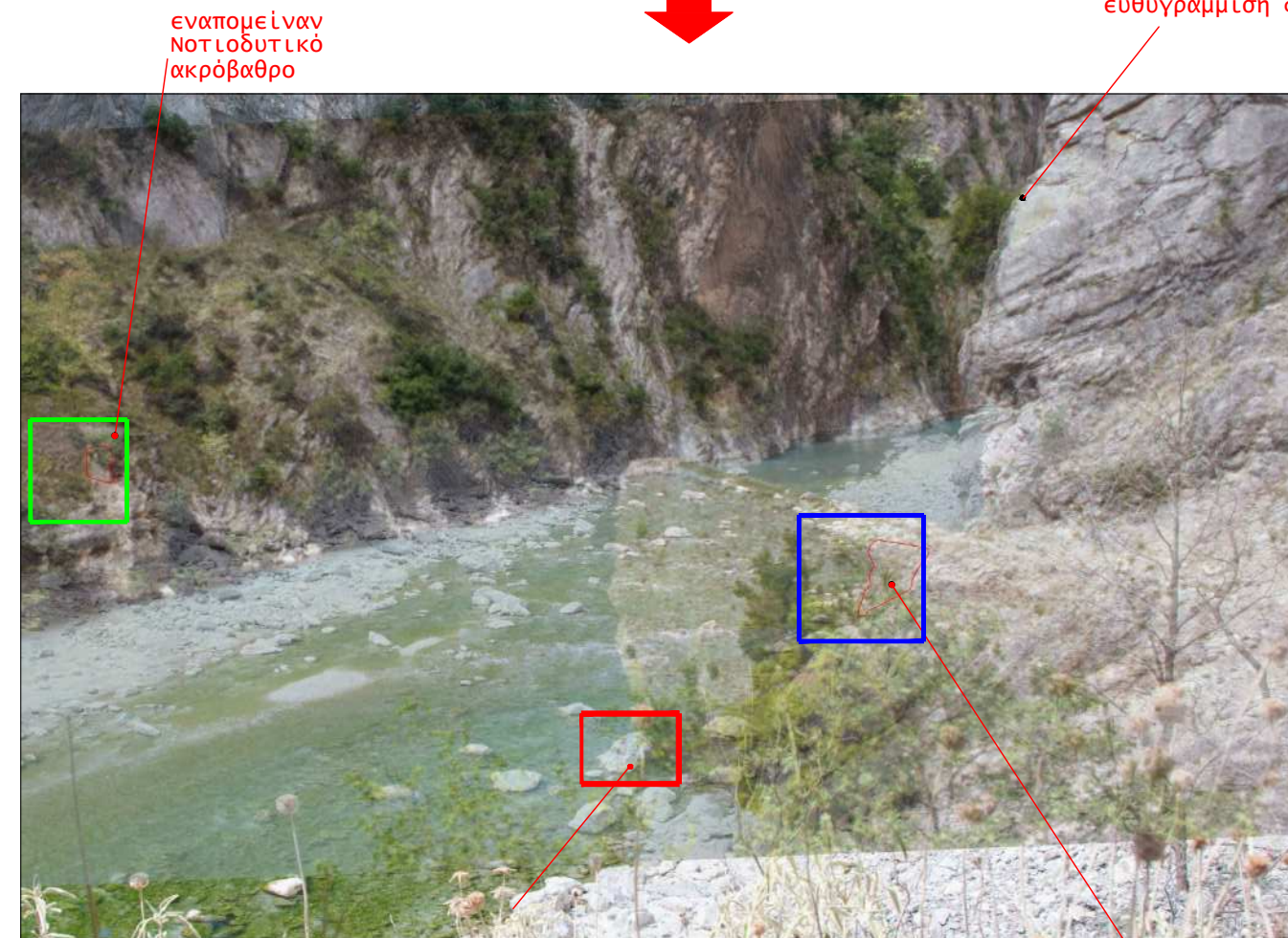


Νοτιοδυτικό  
ακρόβαθρο

εναπομείναν  
Βορειοανατολικό  
ακρόβαθρο

Εικόνα 3.8 Φωτογραφία Β-2017

ΥΠΕΡΘΕΣΗ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



εναπομείναν  
Νοτιοδυτικό  
ακρόβαθρο

Χρήση βράχου για  
ευθυγράμμιση φωτό

Εικόνα 3.9 Υπέρθθεση-σύνθεση φωτογραφιών βάθρων λήψης 1982 - 2017, όψη από κατάντη

Αρχή τόξου και τμήμα  
γέφυρας εντός κοίτης.

εναπομείναν  
Βορειοανατολικό  
ακρόβαθρο

### 3.7 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ- ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΓΕΦΥΡΑΣ (ΕΙΚΟΝΑ 3.10)

Με σκοπό τον προσδιορισμό της γεωμετρίας της γέφυρας και αξιοποίησης των έως τώρα παρατηρήσεων, δημιουργήθηκε κάνναβος με αναγραφή διαστάσεων ανά 5 μέτρα πάνω στον οποίο τοποθετήθηκαν τα εναπομείναντα τμήματα των βάθρων στα ακριβή σημεία που μετρήθηκαν κατά τις εργασίες πεδίου. Η μεταξύ τους οριζόντια μετρώμενη απόσταση είναι 58.35 μέτρα.

Στην συνέχεια έγινε τοποθέτηση επί του καννάβου της ιστορικής **Φωτογραφίας 3** του Σπύρου Μελετζή που αποτελεί την καλύτερη διαθέσιμη φωτογραφική απεικόνιση της όψης της γέφυρας. Σημαντικό είναι οτι φωτογραφία της όψης είναι μετωπική, δηλαδή το επίπεδο της γέφυρας είναι σχεδόν παράλληλο με μικρή απόκλιση με το επίπεδο λήψης οπότε μειώνονται οι οπτικές παραμορφώσεις.

Η φωτογραφία κλιμακώθηκε κατά οριζόντιο και κατακόρυφο άξονα με διατήρηση των αναλογιών της μέχρι να επιτευχθεί ταύτιση της θέσης των εναπομείναντων τμημάτων των βάθρων σύμφωνα τα συμπεράσματα της έως τώρα διερεύνησης (**Πινακίδες 3.3-4**).

Έγινε ταύτιση των σωζόμενων τμημάτων που σημειώνονται στην **Εικόνα 3.10** με πράσινο πλαίσιο (ΝΔ βάθρο) και μπλε πλαίσιο (ΒΑ βάθρο) καθώς και της αρχής του τόξου που σημειώνεται με κόκκινο πλαίσιο, σύμφωνα με την παρατήρηση που πραγματοποιήθηκε στην **Εικόνα 3.9**.

Έπειτα από επαναληπτική διαδικασία πραγματοποιήθηκε επίτευξη ικανοποιητικού αποτελέσματος το οποίο προκύπτει συμβατό και με τα ιστορικά δεδομένα (**Κεφάλαιο 1**).

Από την παραπάνω διερεύνηση έγινε εξαγωγή συμπερασμάτων για την γεωμετρία της γέφυρας που παρουσιάζονται στο τέλος του κεφαλαίου στην σχεδιαστική απεικόνιση. Είναι επίσης αποδεκτή σε αυτό το πλαίσιο προσέγγισης η ύπαρξη αποκλίσεων, όμως το συνολικό αποτέλεσμα εκτιμάται οτι είναι ικανοποιητικής ακρίβειας. Αναμένουμε μεγαλύτερη απόκλιση στην πλευρά του Νοτιοδυτικού βάθρου λόγω του ελαφρώς κεκλιμένου άξονα της γέφυρας καθώς και της μη διάθεσης επαρκούς φωτογραφικού υλικού. Στην τελική λύση η θέση του ΝΔ βάθρου είναι σε ελαφρώς υψηλότερο σημείο αλλά παρατίθεται η αρχική εκτίμηση για εποπτεία της πορείας εργασίας.



**Εικόνα 3.10** Υπέρθυση σημερινών αποτυπώσεων στην κλιμακωμένη φωτογραφία της όψης από κατάντη

εκτίμηση αρχής τόξου βάσει παρατηρήσεων - υπερθέσεων.

### 3.8 ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΒΑΘΡΟΥ - ΘΕΣΗ ΑΡΧΗΣ ΤΟΞΟΥ ΓΕΦΥΡΑΣ (ΕΙΚΟΝΑ 3.13)

Για την αναπαράσταση της γέφυρας είναι σημαντικό να έχουμε πληροφορίες για την μορφή έδρασης των βάθρων πάνω στο βράχο καθώς και την αρχή δόμησης του τόξου.

Από την μελέτη των διαθέσιμων ιστορικών φωτογραφιών στις οποίες απεικονίζεται ολόκληρος ο φορέας έγινε η παρατήρηση ότι στην **Εικόνα 3.12** (Φωτογραφία 1) της γέφυρας του Alfred Philippson με έτος λήψης 1893 είναι εμφανές μεγαλύτερο τμήμα του Βόρειοανατολικού βάθρου και η αρχή του τόξου. Η στάθμη του ποταμού στην συγκεκριμένη λήψη είναι ιδιαίτερα χαμηλή καθώς πραγματοποιήθηκε τον μήνα Μάιο.

Από την παρατήρηση της **Εικόνας 3.12** (Φωτογραφίας 1) είναι εμφανής η έδραση του βάθρου στον βράχο θεμελίωσης καθώς και η ημικυκλική μορφή του τόξου με ολοκλήρωση του στο σημείο έδρασης. Το συμπέρασμα αυτό αξιοποιήθηκε στην σχεδιαστική απεικόνιση στο τέλος του κεφαλαίου. Το σημείο έναρξης-ολοκλήρωσης του τόξου προσδιορίζεται με μπλε πλαίσιο στην **Εικόνα 3.12**.

Στην συνέχεια έγινε περικοπή μεγεθυμένου τμήματος της Φωτογραφίας 2 (**Εικόνα 3.11**) με σκοπό την συσχέτιση της παραπάνω παρατήρησης με τις απεικονίσεις της γέφυρας στις Φωτογραφίες 2 & 3 του Σπύρου Μελετζή και αξιοποίηση των συμπερασμάτων της εως τώρα διερεύνησης, καθώς έχει πραγματοποιηθεί μια συσχέτιση με τις σημερινές μετρήσεις (**Πινακίδα 3.5**). Για την ευθυγράμμιση των φωτογραφιών χρησιμοποιήθηκε ως οδηγός η ανώτερη μαύρου χρώματος διακεκομμένη γραμμή που αντιστοιχεί στο ανώτερο σημείο της γέφυρας.

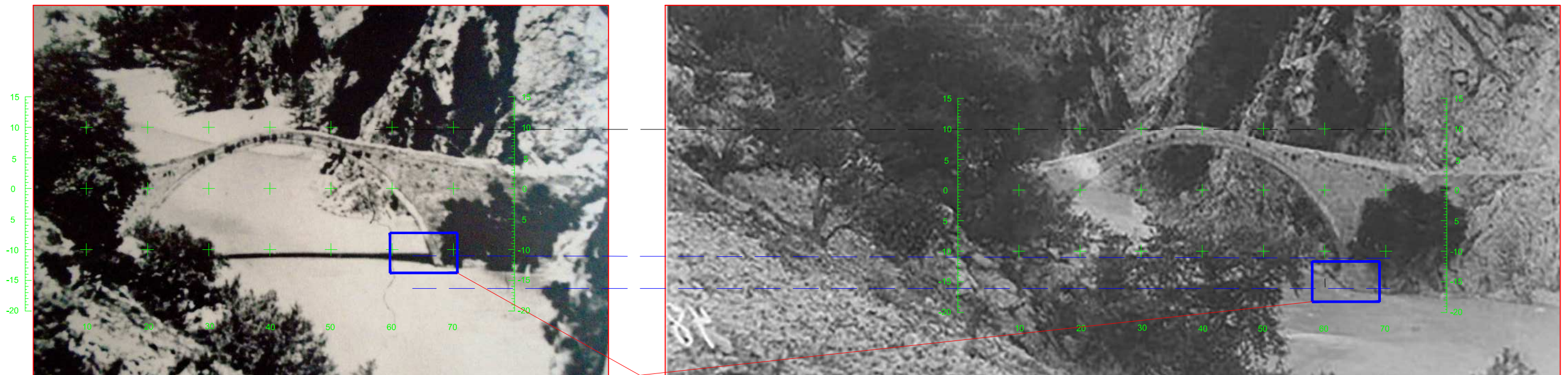
Η απεικόνιση της γέφυρας στην **Εικόνα 3.11** έχει πραγματοποιηθεί με αντίστοιχη γωνία λήψης με την **Εικόνα 3.12**. Σύμφωνα με την παραπάνω αντιστοιχία, έγινε παράθεση και κατάλληλη κλιμάκωση σε οριζόντιο και κατακόρυφο άξονα των δύο φωτογραφιών, με διατήρηση των αναλογιών τους, ώστε να ταυτίζονται με τα διαθέσιμα γεωμετρικά δεδομένα ( άνοιγμα τόξου περίπου 45 μέτρα).

Για την διευκόλυνση και οπτική εποπτεία της διαδικασίας και αποτελέσματος, τοποθετήθηκε κάρναβος με οριζόντια και κάθετη απόσταση σημειακών ενδείξεων 10μ.

Έπειτα με παρατήρηση και χρήση ως οδηγό, της χαρακτηριστικής βλάστησης στην επιφάνεια του ΒΑ βάθρου, έγινε συσχέτιση των δύο φωτογραφιών που σημειώνεται με την άνω μπλε διακεκομμένη γραμμή στην **Εικόνα 3.13**. Τέλος αντιστοιχίζεται με την κάτω μπλε διακεκομμένη γραμμή η εκτιμώμενη θέση της αρχής του τόξου στην **Εικόνα 3.11** όπου δεν είναι ορατή λόγω υψηλότερης στάθμης υδάτων, και πραγματοποιείται μέτρηση επί του διαμορφωμένου καννάβου. Η μέτρηση που γίνεται έχει προφανώς ποιοτικό χαρακτήρα και αναμένουμε αποκλίσεις, όμως μας δίνει μια επαρκή εκτίμηση που αξιοποιείται σε συνδυασμό με τις εως τώρα παρατηρήσεις.

Συμπερασματικά η αρχή δόμησης του τόξου εκτιμάται ότι πραγματοποιείται 4.00 με 5.00 μέτρα χαμηλότερα από την στάθμη υδάτων που έχει αποτυπωθεί στην **Εικόνα 3.11** ( Φωτογραφία 2 ) και κατ'επέκταση στην Φωτογραφία 3 (**βλ. Πινακίδα 3.5**) του Σπύρου Μελετζή με την οποία έχει γίνει συσχέτιση γεωμετρικών μεγεθών.

Η διαπίστωση αυτή χρησιμοποιείται στην εξαγωγή συμπερασμάτων για την αναπαράσταση της γέφυρας στο τέλος του κεφαλαίου καθώς και στην εκτίμηση του ύψους των επιχώσεων στην κοίτη που αναλύεται στις αμέσως επόμενες πινακίδες (**Πινακίδες 3.7-9**).



**Εικόνα 3.11** Φωτογραφία 2, όψη από κατάντη (Σπύρος Μελετζής , Έτος Λήψης 1937)

**Αρχή Τόξου - Έδραση Βάθρου Γέφυρας**

**Εικόνα 3.12** Φωτογραφία 1, όψη από κατάντη (Alfred Philippson , Έτος Λήψης 1893)

**Εικόνα 3.13** Παράθεση φωτογραφιών 1&2 , παρατήρηση αρχής τόξου

**3.9 ΑΡΧΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ-ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΚΟΙΤΗΣ ΠΟΤΑΜΟΥ - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ (ΕΙΚΟΝΑ 3.16)**

Από την διερεύνηση της δυνατότητας αναπαράστασης της γέφυρας προέκυψε αναντιστοιχία στην στάθμη της κοίτης του ποταμού με εμφανείς ενδείξεις ανύψωσης της (Πινακίδα 3.4). Στην **Εικόνα 3.16** παρουσιάζεται η αρχική σχεδιαστική απεικόνιση της γέφυρας όπως έχει προκύψει από την έως τώρα διερεύνηση με υπέρθεση-σύνθεση φωτογραφιών του Βορειοανατολικού βάθρου σε διαφορετικές χρονικές περιόδους (1937, 1980-αρχές δεκαετίας 2000). Τα συμπεράσματα που αφορούν την γεωμετρία της γέφυρας θα αναγραφούν στο τέλος του κεφαλαίου με την τελική σχεδιαστική αναπράσταση.

Οι φωτογραφίες του ΒΑ βάθρου **Εικόνες 3.14-15** συσχετίστηκαν με χρήση ως σημείων αναφοράς τις οπές **1** και **2** που σημειώνονται με μπλέ πλαίσιο. Πραγματοποιήθηκε κατάλληλη κλιμάκωση τους σε οριζόντιο και κατακόρυφο άξονα, με διατήρηση των αναλογιών τους, έως την ταύτιση των οπών **1** και **2**. Σημειώνεται ότι οι συγκεκριμένες οπές ήταν οι πιο χαρακτηριστικές και εμφανείς με αρκετή ευκρίνεια και στις δύο λήψεις, οπότε κρίθηκε κατάλληλη η χρήση τους ως σημεία αναφοράς.

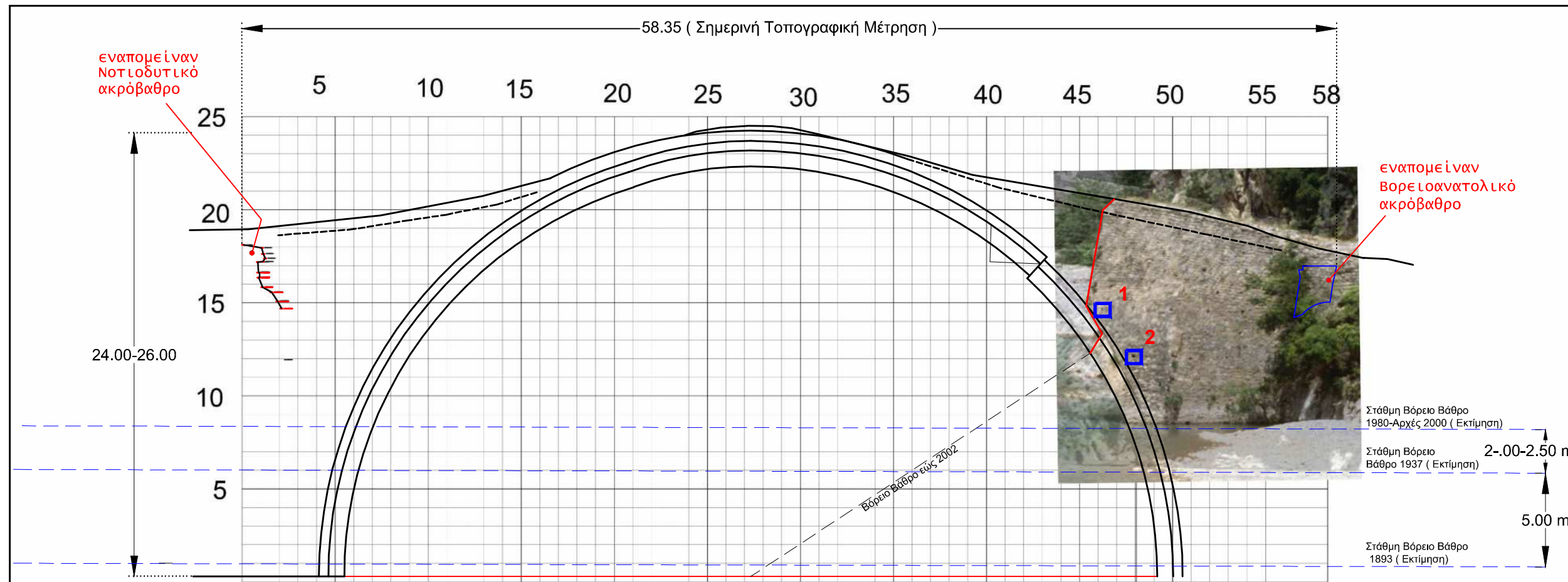
Στην συνέχεια τοποθετήθηκαν στην αρχική σχεδιαστική απεικόνιση της γέφυρας με εντοπισμό του εναπομείναντος τμήματος του ΒΑ βάθρου, σύμφωνα με τις έως τώρα παρατηρήσεις και ανάλογη κλιμάκωση έως την επίτευξη μορφολογικής ταύτισης με την σχεδιαστική αναπαράσταση της γέφυρας.

Μειώθηκε έπειτα η αδιαφάνεια των φωτογραφιών ώστε να εντοπιστούν διαφοροποιήσεις στην γέφυρα. Από την διαδικασία ταύτισης και υπέρθεσης καταλήγουμε στα παρακάτω συμπεράσματα:

**α.** Υπάρχει πρόσθετη ανύψωση της κοίτης μεταξύ των χρονικών περιόδων 1937 και 1980-2000 της τάξεως των 2.00 με 2.50 μέτρων. Σε συνδυασμό με το συμπέρασμα της προηγούμενης ανάλυσης (Πινακίδα 3.6) και της έως τώρα γεωμετρικής διερεύνησης, εκτιμάται συνολική ανύψωση κοίτης 7.00-7.50 μέτρων από το 1893 έως τις αρχές του 2000. Οι πιθανές στάθμες ανά χρονική περίοδο σημειώνονται με μπλε διακεκομμένη γραμμή.

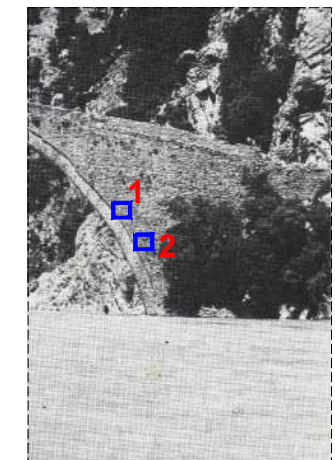
**β.** Από την παραπάνω ανάλυση προκύπτει επίσης η επιφάνεια αστοχίας έως τις αρχές της δεκαετίας του 2000 του Βορειοανατολικού βάθρου. Η επιφάνεια σημειώνεται με κόκκινη γραμμή και απεικονίζεται στην σχεδιαστική αναπαράσταση ενώ εντοπίζεται σε γωνία 30-40 μοιρών από την γένεση του τόξου.

Τα συμπεράσματα από την σύνθεση της Εικόνας 3.16 χρησιμοποιούνται για την ολοκλήρωση της σχεδιαστικής απεικόνισης-αναπαράστασης της γέφυρας.



**Εικόνα 3.16** Υπέρθεση-σύνθεση φωτογραφιών ΒΑ βάθρου λήψης 1937-1982 σε υπόβαθρο της αρχικής σχεδιαστικής απεικόνισης της γέφυρας.

**Εικόνα 3.14** Λήψη 1937



**Εικόνα 3.15** Περίοδος 1980-2000



### 3.10 ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΚΟΙΤΗΣ ΠΟΤΑΜΟΥ - ΓΕΝΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ (ΕΙΚΟΝΑ 3.19)

Για την εποπτεία της μεταβολής της στάθμης της κοίτης του ποταμού γίνεται παράθεση φωτογραφίας της υπάρχουσας κατάστασης (Εικόνα 3.17) με την σύνθεση της φωτογραφίας του 1937 και την σχεδιαστική απεικόνιση της γέφυρας σύμφωνα με την διερεύνηση (Εικόνα 3.18).

Στις εικόνες σημειώνεται η θέση των εναπομείναντων τμημάτων, με μπλε πλαίσιο του ΒΑ βάρους και με πράσινο πλαίσιο του ΝΔ βάρους. Επίσης και στις δύο εικόνες τοποθετείται η σημερινή γραμμή εδάφους με συνεχή κόκκινη γραμμή και η χαμηλότερη εκτιμώμενη αρχική στάθμη με διακεκομμένη κόκκινη γραμμή.

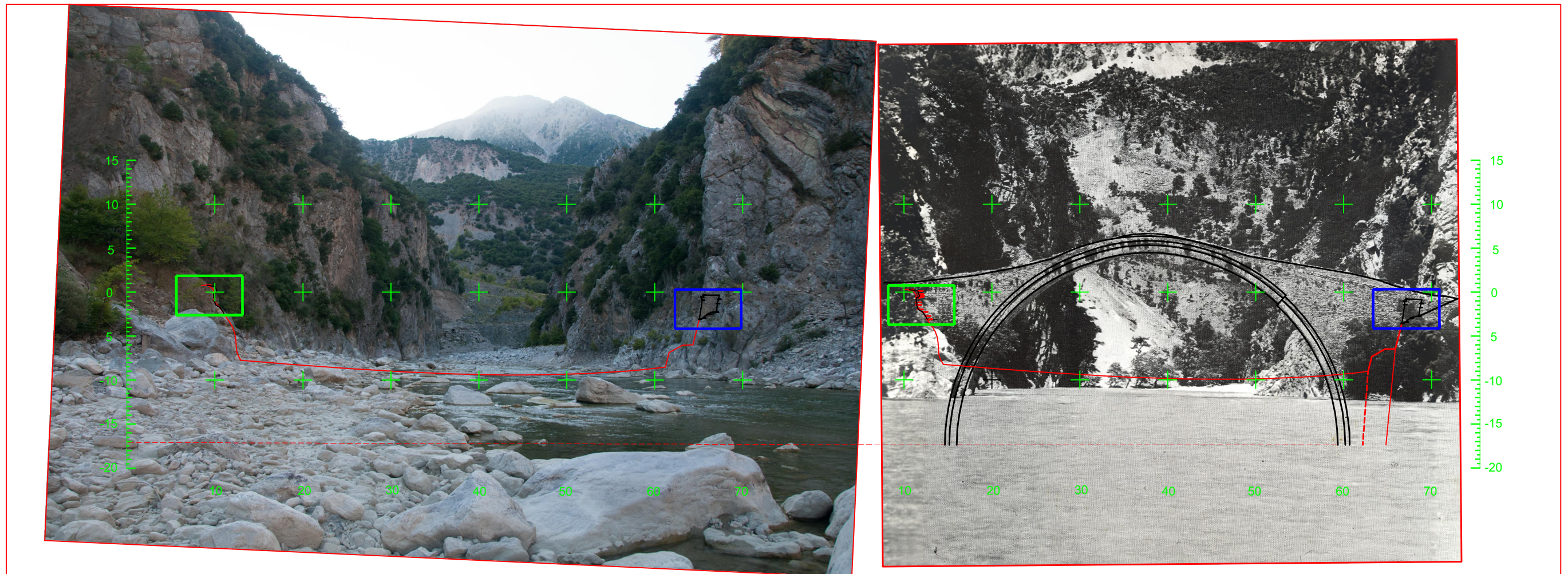
Στην συνέχεια γίνεται παράθεση τους και κατάλληλη κλιμάκωση κατά οριζόντιο και κατακόρυφο άξονα, με διατήρηση των αναλογιών ώστε να συμφωνούν με τα γεωμετρικά δεδομένα (σημερινές μετρήσεις και προκύπτουσα γεωμετρική διερεύνηση).

Και στις δύο εικόνες τοποθετείται κάρναβος με οριζόντια και κάθετη σήμανση ανά 10 μ. που χρησιμοποιείται για την ευθυγράμμιση των εικόνων και την διευκόλυνση της παρατήρησης των γεωμετρικών στοιχείων.

Απο την παράθεση και σύγκριση στην Εικόνα 3.19 είναι οπτικά εμφανής η διαφοροποίηση και η ανύψωση της κοίτης του ποταμού.

Σημειώνεται ότι η ανωτέρω διερεύνηση είναι προσεγγιστική και δεν χρησιμοποιείται για μέτρηση ακριβών διαστάσεων. Ο σκοπός της παράθεσης που απεικονίζεται στην Εικόνα 3.19 είναι καθαρά ποιοτικός και μας δίνει μια πιο καθορισμένη αίσθηση της μεταβολής του τοπίου ενώ έχοντας υποψιν την ύπαρξη αποκλίσεων είναι εμφανής η ανύψωση της κοίτης του ποταμού και η ύπαρξη αρκετών μέτρων επιχώσεων.

Στην επόμενη Πινακίδα 3.9 σημειώνονται πρόσθετες παρατηρήσεις που συνηγορούν στην ανύψωση της κοίτης.



Εικόνα 3.17 Σημερινή εικόνα περιοχής, όψη από κατάντη

Εικόνα 3.18 Φωτογραφία 3 με υπέρθεση της σχεδιαστικής απεικόνισης και της σημερινής στάθμης της κοίτης, όψη από κατάντη.

Εικόνα 3.19 Παράθεση σημερινής εικόνας με σχεδιαστική απεικόνιση και όψη γέφυρας με σημειωμένες τις γραμμές εδάφους.

### 3.11 ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΥΨΩΣΗ ΤΗΣ ΚΟΙΤΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ

#### 3.11.1 Επιχώσεις έργων κατασκευής σιράγγων και φράγματος Συκιάς

Στις φωτογραφίες της **Εικόνας 3.20** είναι χαρακτηριστική η έκταση των επιχώσεων στην κοίτη κατά τη διάρκεια των έργων για το φράγμα της Συκιάς και την διάνοιξη των σιράγγων της επαρχιακής οδού Άρτας - Καρδίτσας.

Ο κος Γαλερίδης Α. στο βιβλίο, “ Τα πέτρινα γεφύρια της Θεσσαλίας “, Εκδ. Επτάλοφος, Αθήνα 1995,σελ 86 αναφέρει σε περιγραφή του αριστερού βάθρου της γέφυρας ότι **«Πιθανώς να σώζεται και το απέναντι δεξιό βάθρο και να είναι επιχωμένο από τα προϊόντα εκσκαφής ανεπιτυχούς οδού προσπελάσεως προς το εργοτάξιο του φράγματος Συκιάς της ΔΕΗ.»**

Το Νοτιοδυτικό (δεξιό) βάθρο δηλαδή το 1995 ήταν επιχωμένο τελείως, αντίθετα ο κος Σπύρος Μαντάς σε επιτόπου επίσκεψη του το 1984 αναφέρει ότι ήταν ορατό. Το παραπάνω γεγονός μας δίνει μια τάξη μεγέθους των επιχώσεων που πραγματοποιήθηκαν κατά την διάρκεια των εργασιών του φράγματος Συκιάς. Σημειώνεται ότι το ΝΔ βάθρο επηρεάστηκε ιδιαίτερα από την διάνοιξη της γειτονικής σήραγγας (**Πινακίδα 2.4**) ενώ καταστράφηκαν στοιχεία από την πλευρά αυτή (μονοπάτι προς την γέφυρα, εικονοστάσι).

#### 3.11.2 Κομμάτι της γέφυρας εντός της κοίτης

Το κομμάτι του βάθρου εντός της κοίτης είναι «αγκυρωμένο» στις επιχώσεις και πιθανόν το μη εμφανές τμήμα του να είναι σημαντικού μεγέθους καθώς δεν έχει παρασυρθεί από την ροή του ποταμού για μεγάλο χρονικό διάστημα (**Εικόνα 3.21**). Βρίσκεται εκεί τουλάχιστον 15 χρόνια, από την τελική αποδόμηση του βάθρου στις αρχές της δεκαετίας του 2000. Ο χρόνος παραμονής του κομματιού είναι εμφανής επίσης και από την χαρακτηριστική διάβρωση των λίθων. Η ύπαρξη του τμήματος αυτού μας δίνει την αίσθηση ότι πιθανόν να υπάρχουν και άλλα τμήματα της γέφυρας εντός των επιχώσεων.

#### 3.11.3 Παρατήρηση φωτογραφιών με χρήση σταθερών σημείων του περιβάλλοντος

Έχοντας ως σημείο αναφοράς τον βράχο στην κατάντη πλευρά του Νοτιοδυτικού βάθρου είναι εμφανής η συσσώρευση επιχώσεων στην κοίτη του ποταμού (**Εικόνα 3.22**).

Στην παλαιότερη φωτογραφία της εικόνας ο βράχος είναι σε χαρακτηριστικά ψηλότερη θέση παρά την ανεβασμένη στάθμη του ποταμού. Στις μετέπειτα λήψεις λαμβάνοντας υπόψη και την απουσία υδάτων παρατηρούμε το εύρος των επιχώσεων εντός της κοίτης. Αντίστοιχες παρατηρήσεις έγιναν και στην **Πινακίδα 3.4**.



**Εικόνα 3.20** Επιχώσεις στην κοίτη, αρχείο Χρήστου Καπερώνη, περίοδος λήψης 2005-2010 ,



**Εικόνα 3.21** Τμήμα της γέφυρας εντός της κοίτης , διάβρωση λίθων, λήψεις 2017



**Εικόνα 3.22** Νοτιοδυτικό βάθρο λήψεις 1982, 2008 και 2017

### 3.12 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ – ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ

Το τελικό αποτέλεσμα όλης της διερεύνησης που πραγματοποιήθηκε, αποτυπώνεται στην σχεδιαστική απεικόνιση των όψεων της γέφυρας στις πινακίδες που ολοκληρώνουν το κεφάλαιο (Πινακίδες 3.11-14). Οι προκύπτουσες από την διερεύνηση διαστάσεις αναγράφονται στρογγυλοποιημένες και με χρήση εύρους τιμών για την ενσωμάτωση των αναμενόμενων αποκλίσεων. Οι διαστάσεις που αφορούν σημερινές μετρήσεις αναγράφονται με ακρίβεια.

#### 3.12.1 ΒΑΣΙΚΑ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η οριζόντια απόσταση των εναπομείναντων τμημάτων των βάθρων όπως μετρήθηκε κατά τις εργασίες πεδίου είναι 58.35 μέτρα.

Το καθαρό άνοιγμα του τόξου εκτιμάται ότι έχει μήκος 45 μέτρα. Το τόξο της γέφυρας έχει ημικυκλική μορφή και μπορεί να προσεγγιστεί γεωμετρικά με τμήμα περιφέρειας κύκλου ακτίνας 22- 23 μέτρων με γένεση στην στάθμη έδρασης. Δεν παρατηρείται αλλαγή καμπυλότητας. Υπάρχουν σημεία διαφοροποίησης-διόρθωσης του τόξου από την πλευρά του Βορειοανατολικού (αριστερού) βάθρου που εκτιμάται ότι οφείλονται σε αλλαγή-μετάβαση κατασκευαστικών φάσεων. Οι διαφοροποιήσεις αυτές συναντώνται στις 39 και 56 μοίρες από την γένεση του τόξου.

Το πάχος του τόξου είναι 85 με 90 εκατοστά. Η δευτερεύουσα τοξωτή λιθοδομή που το πλαισιώνει έχει πάχος περίπου 50 εκατοστά.

Το ύψος της γέφυρας από την έδραση των βάθρων έως την ανώτερη επιφάνεια της προσεγγίζεται σε 24-26 μέτρα.

Το πλάτος της γέφυρας είναι 2.35 με 2.50 μέτρα και εκτιμάται ότι διατηρούνταν σταθερό κατά μήκος της.

Η σημερινή γραμμή εδάφους αποτυπώνεται στα σχέδια ενώ το ύψος των επιχώσεων στην κοίτη εκτιμάται ότι είναι 7.00-7.70 μέτρα. Η μορφή θεμελίωσης των βάθρων προσεγγίστηκε με χρήση εύλογων παραδοχών για την μορφή του εδάφους κάτω από τις επιχώσεις της κοίτης. Η εκτιμώμενη γραμμή εδάφους σημειώνεται στα σχέδια με διακεκομμένη γραμμή. Η μορφή της θεμελίωσης, ιδιαίτερα του Νοτιοδυτικού(δεξιού) βάθρου για το οποίο υπήρχε ελάχιστο ερευνητικό υλικό, τεκμηριώνεται στο επόμενο κεφάλαιο της μορφολογικής και κατασκευαστικής ανάλυσης (Κεφάλαιο 4).

#### 3.12.2 ΣΧΕΔΙΑ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ 3.11 ΚΑΙ 3.12

Στα σχέδια των πινακίδων 3.11 και 3.12 απεικονίζεται η όψη της γέφυρας με αναγραφή των βασικών γεωμετρικών δεδομένων που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο 3.11.1.

Σχεδιάζεται με μπλε χρώμα το εναπομείναν τμήμα του Βορειοανατολικού βάθρου και με πράσινο του Νοτιοδυτικού, σήμανση που ακολουθείται σε όλες τις απεικονίσεις. Για διευκόλυνση των

μετρήσεων επί των σχεδίων διαμορφώνεται κάρναβος με σήμανση επί του σχεδίου ανά 10 μέτρα. Και στα δύο σχέδια τονίζονται με κόκκινη γραμμή οι διαπιστωμένες επιφάνειες αστοχίας του Βορειοανατολικού βάθρου ενώ εκτός από την όψη της γέφυρας σχεδιάζεται η κάτοψη της με απεικόνιση των σημερινών σωζόμενων τμημάτων. Με διακεκομμένη γραμμή σημειώνεται η πιθανή θέση του στηθαίου της γέφυρας.

Στην σχεδιαστική απεικόνιση της Πινακίδας 3.11- Όψη από Κατάντη χρησιμοποιείται ως υπόβαθρο με μειωμένη αδιαφάνεια η Φωτογραφία 3 του Σπύρου Μελετζή, στην οποία σημειώνονται οι οπές που πιθανόν αντιστοιχούν σε επικουρικά στοιχεία ανέγερσης ή ξύλινων στοιχείων στο σώμα της γέφυρας όπως θα αναλυθεί στο επόμενο κεφάλαιο (Κεφάλαιο 4). Επίσης απεικονίζεται τομή με χρήση τμήματος φωτογραφίας από την επιφάνεια αστοχίας το Βορειοανατολικού βάθρου το 1970. Στην τομή σημειώνονται οι θέσεις οπών που πιθανόν αντιστοιχούν σε ξύλινα στοιχεία (Κεφάλαιο 4).

Στην Πινακίδα 3.12 - Όψη από ανάντη τοποθετούνται στο σχέδιο με μειωμένη αδιαφάνεια, στο Βορειοανατολικό(αριστερό) βάθρο φωτογραφία της μορφής του έως τις αρχές του 2000 και στο Νοτιοδυτικό(δεξί) φωτογραφία του έως το 2015. Όπου είναι ευκρινές σημειώνεται η θέση οπών. Επίσης απεικονίζεται τομή του ΝΔ βάθρου με χρήση της διαθέσιμης απεικόνισης του έως το 2015. Τονίζεται ότι δεν έγινε δυνατή η εύρεση απεικόνισης ολόκληρης της γέφυρας από ανάντη.

#### 3.12.2 ΣΧΕΔΙΑ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ 3.13 ΚΑΙ 3.14

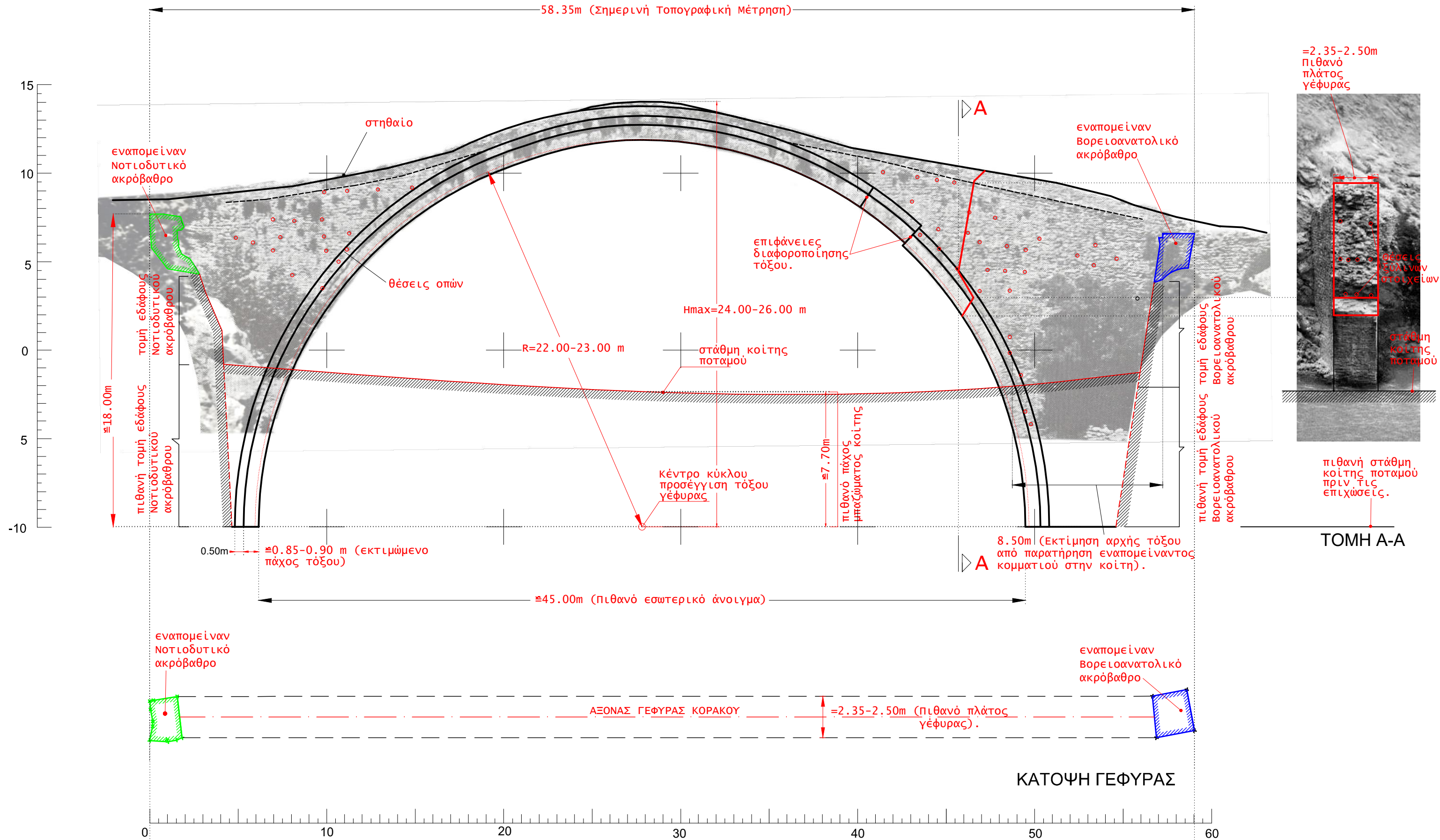
Στα σχέδια των πινακίδων 3.13 και 3.14 απεικονίζεται η όψη της γέφυρας χωρίς αναγραφή πολλών διαστάσεων για εποπτεία και μέτρηση στοιχείων όπως οι επιφάνειες αστοχίας των βάθρων και τα σημεία που εντοπίζεται διαφοροποίηση στην μορφή του τόξου.

Τα σχέδια συνοδεύονται με διαθέσιμο φωτογραφικό υλικό από διαφορετικές χρονικές φάσεις των βάθρων ενώ στην Πινακίδα 3.13 γίνεται αντιστοίχιση με την γραμμή εδάφους θεμελίωσης και την διαφοροποίηση της ανάντη και κατάντη.

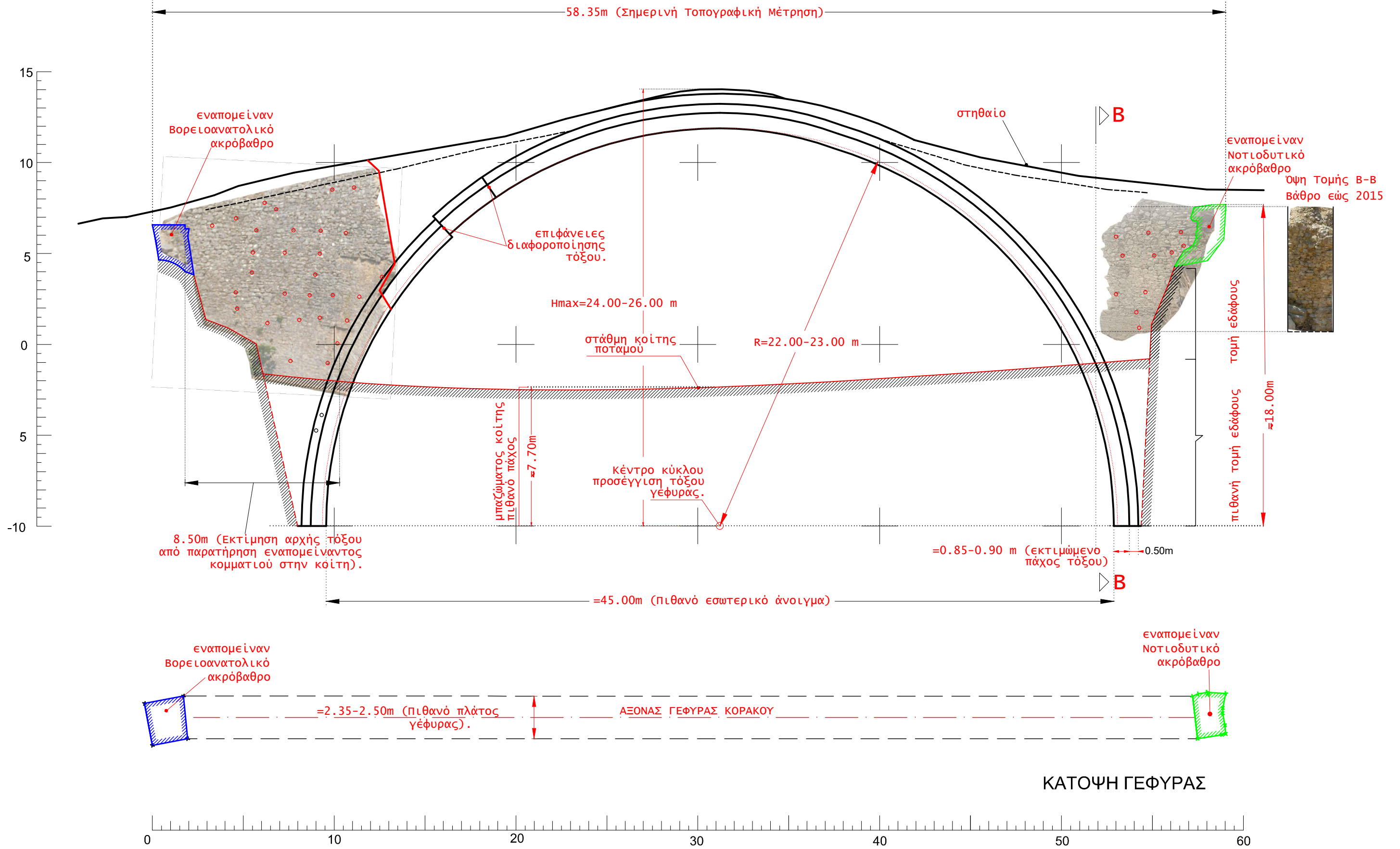
Σημειώνεται τέλος η πιθανή θέση μεταλλικού εγκάρσιου στοιχείου όπως προέκυψε από παρατήρηση της Φωτογραφίας 3 του Σπύρου Μελετζή. Το στοιχείο εντοπίζεται σε γωνία 53 μοιρών από την γένεση προς την πλευρά του Νοτιοδυτικού βάθρου.

Τα αποτελέσματα της σχεδιαστικής απεικόνισης της γέφυρας συμπληρώνονται με τις παρατηρήσεις του επόμενου κεφαλαίου (Κεφάλαιο 4) της μορφολογικής και κατασκευαστικής ανάλυσης.

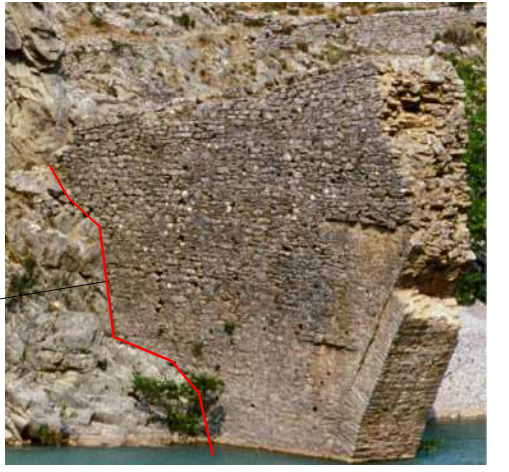
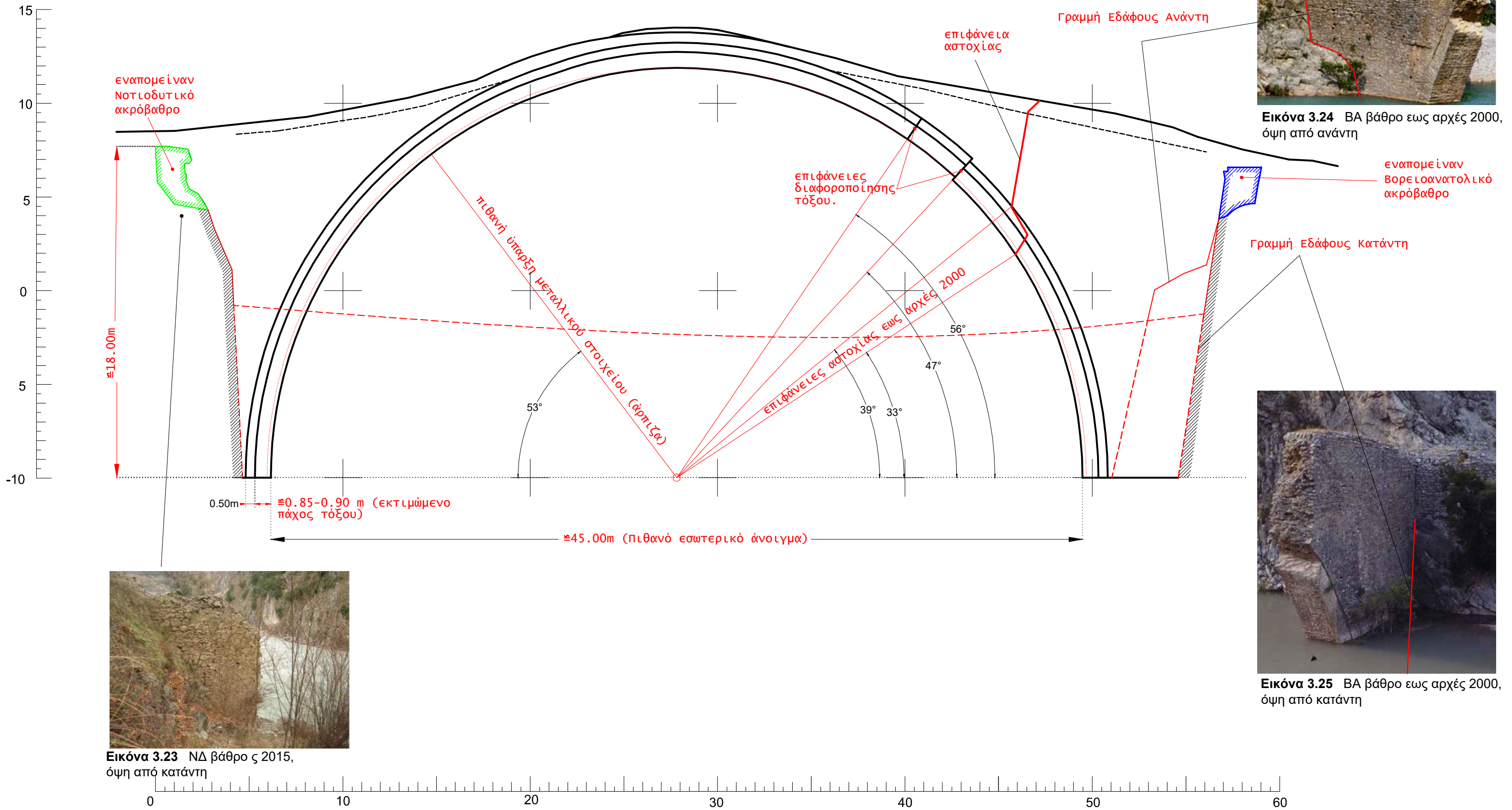
# ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΓΕΦΥΡΑΣ - ΟΨΗ ΑΠΟ ΚΑΤΑΝΤΗ



# ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΓΕΦΥΡΑΣ - ΟΨΗ ΑΠΟ ΑΝΑΝΤΗ



# ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΓΕΦΥΡΑΣ - ΟΨΗ ΑΠΟ ΚΑΤΑΝΤΗ



**Εικόνα 3.24** ΒΑ βάθρο εις αρχές 2000, όψη από ανάντη

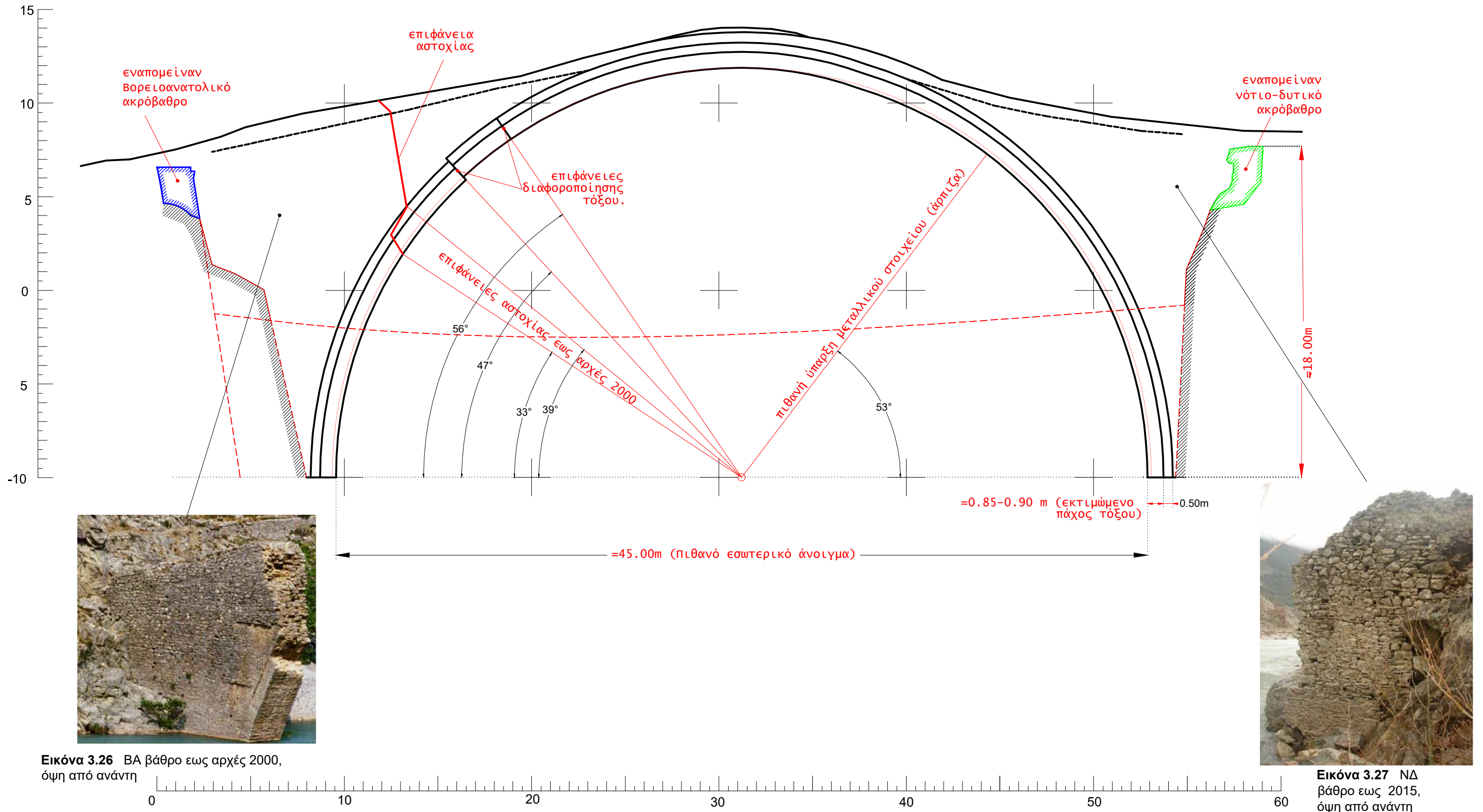


**Εικόνα 3.25** ΒΑ βάθρο εις αρχές 2000, όψη από κατάντη



**Εικόνα 3.23** ΝΔ βάθρο εις 2015, όψη από κατάντη

# ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΓΕΦΥΡΑΣ - ΟΨΗ ΑΠΟ ΑΝΑΝΤΗ



Εικόνα 3.26 ΒΑ βάθρο εως αρχές 2000, όψη από ανάντη

Εικόνα 3.27 ΝΔ βάθρο εως 2015, όψη από ανάντη

**Κεφάλαιο 4**  
**ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ**



#### 4. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

##### 4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει ανάλυση θεμάτων που αφορούν την μορφολογία και την κατασκευαστική τεκμηρίωση της γέφυρας. Αρχικά θα εξετασθεί η μορφολογία και κατασκευή των βασικών δομικών τμημάτων της γέφυρας. Στην συνέχεια θα ακολουθήσει διερεύνηση που αφορά την πιθανή χρήση διατάξεων ξύλινων στοιχείων (Πινακίδες 4.3-5) και στο τέλος θα πραγματοποιηθεί εξέταση μνημείων συγκριτικής θεώρησης (Πινακίδες 4.6-8). Τα συμπεράσματα της ανάλυσης παρουσιάζονται στο τέλος του κεφαλαίου, στην Πινακίδα 4.9.

##### 4.2 ΥΛΙΚΑ ΔΟΜΗΣΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

Οι λίθοι της γέφυρας είναι από τοπικό ασβεστολιθικό και σχιστολιθικό πέτρωμα. Είναι πιθανόν η λήψη των λίθων να πραγματοποιήθηκε από τον χώρο μεταξύ του ΒΑ βάθρου και του κτηρίου τελωνείου. Το συνδετικό υλικό είναι ασβεστοκονίαμα μεγάλης συνοχής (συνιστάται ο ακριβής χαρακτηρισμός του και διερεύνηση της σύνθεσης του σε μελλοντικό ερευνητικό στάδιο).

##### 4.3 ΔΟΜΗΣΗ ΤΟΞΩΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ

Το κεντρικό τοξωτό τμήμα της γέφυρας αποτελείται από ένα κύριο τόξο ύψους 85-90 εκ. το οποίο μπορεί με ικανοποιητική ακρίβεια να προσεγγιστεί με τμήμα περιφέρειας κύκλου ακτίνας περίπου 22 μέτρων. Επάλληλα με το κύριο τόξο είναι εμφανές δευτερεύον τόξο ύψους 50 εκ που όμως από τις φωτογραφίες των επιφανειών αστοχίας προκύπτει ότι η δόμηση του είναι περιμετρική και δεν συνεχίζει εντός του πλάτους του φορέα. Παρατηρείται επίσης στην φωτογραφία της επιφάνειας αστοχίας (Εικόνα 4.1) ότι οι περιμετρικοί λίθοι που το αποτελούν εξέχουν του κυρίως τόξου, εικόνα συμβατή με αντίστοιχες γέφυρες όπως θα αναφερθεί στην συνέχεια του κεφαλαίου.

Η δόμηση του τόξου είναι πολύ καλής ποιότητας με πλακοειδούς μορφής σχιστόλιθους αδρά λαξευμένους. Εκτιμάται επίσης η καλή επαφή των θολιτών με μικρό πάχος αρμών. Σημειώνεται ότι σύμφωνα και με παρατηρήσεις του κ. Α.Γαλερίδη “Το πέτρινο υλικό του τόξου ήταν διαφορετικό από το υλικό του τυμπάνου. Πράγματι οι λίθοι του τόξου είναι πλακοειδούς μορφής ορθογωνικοί ιδιαίτερα λευκού χρώματος σε αντίθεση με τους λίθους του τυμπάνου και των «γεμισμάτων» της γέφυρας που είναι αργοί, με ελάχιστη ίσως επεξεργασία.” Όλες οι πληροφορίες για το τόξο προέρχονται από φωτογραφίες καθώς πλέον δεν σώζονται τμήματά του. Πιθανόν να υπάρχουν εγκιβωτισμένα στις επιχώσεις της κοίτης όπως αναφέρθηκε και τυχόν εύρεση και μελέτη τους κρίνεται ιδιαιτέρως σημαντική.

Δεν παρατηρείται συστηματική χρήση εγκάρσιων μεταλλικών συνδέσμων (άρπιζες), στην σχεδιαστική απεικόνιση έχει σημειωθεί πιθανή θέση σημειακής χρήσης που προκύπτει από την όψη του φορέα στην ιστορική φωτογραφία του Σπύρου Μελετζή.



Εικόνα 4.1 Σκαρίφημα θέσεως βάθρων, απόψεις δόμησης κυρίως τόξου και περιμετρικής δόμησης δευτερεύοντος επάλληλου – τομές ΒΑ βάθρου



Εικόνα 4.2 Άποψη δόμησης Νοτιοδυτικού βάθρου, όψη από ανάντη(αρχείο κ. Χ.Καπερώνη)



Εικόνα 4.3 Άποψη δόμησης πλευρών ΝΔ και ΒΑ βάθρων( Σημερινές εικόνες, 2017)

#### 4.4 ΔΟΜΗΣΗ ΒΑΘΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΞΟΥ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

Οι εξωτερικές πλευρές των βάθρων είναι καλοδομημένες με χρήση ημιλαξευμένων και κυρίως αργών λίθων ποικίλων μεγεθών. Παρατηρείται διαφοροποίηση στις στρώσεις της λιθοδομής καθώς επίσης χρήση επιμήκων και μικρότερων λίθων (Εικόνα 4.2). Σημειώνεται η αρχική θέση του τμήματος του ΝΔ βάθρου που ανασύρθηκε έπειτα τις πλημμύρες του 2015 (Εικόνα 4.3). Δεν παρατηρείται μεταβολή του πλάτους των βάθρων καθ' ύψος.

Το γέμισμα των βάθρων καθώς και του υπόλοιπου φορέα γίνεται με αργούς λίθους ποικίλων μεγεθών και χρήση κονιάματος με σημαντική πλήρωση των κενών μεταξύ των λίθων (Εικόνα 4.4).

Καθώς δεν παρατηρείται σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των εξωτερικών πλευρών και του γεμίσματος η γέφυρα μπορεί να προσεγγισθεί δομικά με χρήση δύο διακριτών τμημάτων, το τόξο και τον υπόλοιπο φορέα.

#### 4.5 ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΒΑΘΡΩΝ

Η θεμελίωση και των δύο βάθρων πραγματοποιείται σε ασβεστόλιθο με πιθανή διαφοροποίηση των συνθηκών έδρασης στο ΝΔ βάθρο λόγω του γειτονικού στρώματος φλύσχη. Όπως έχει ήδη αναλυθεί η κοίτη του ποταμού έχει ανέλθει σημαντικά με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η πρόσβαση στην στάθμη θεμελίωσης των ακροβάθρων στην παρούσα φάση. Εξαιτίας αυτού δεν μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για τις ακριβείς συνθήκες έδρασης παρά να γίνουν υποθέσεις.

Η προκύπτουσα από την έρευνα μορφή θεμελίωσης όπως απεικονίζεται στην σχεδιαστική απεικόνιση της γέφυρας είναι άμεσα συγκρίσιμη και συμβατή με γέφυρες της ευρύτερης περιοχής και χρονολογίας κατασκευής όπως θα αναλυθεί σε επόμενη ενότητα (Πινακίδα 4.7).

Στο Βορειοανατολικό βάθρο παρουσιάζεται διαφοροποίηση της επιφάνειας του ανάντη και κατάντη. Η επιφάνεια ανάντη που προσβάλλεται από την ροή του ποταμού είναι μικρότερη από την κατάντη πλευρά εξαιτίας της μορφολογίας του βραχώδους υπόβαθρου. Εκτιμάται ότι το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό πιθανόν να αποτέλεσε ένα από τα κριτήρια επιλογής της ακριβούς θέσης από τους κατασκευαστές και σε επόμενο στάδιο θα πρέπει να διερευνηθεί πιο αναλυτικά η επίδραση του στην υδροδυναμική φόρτιση. Στην σχεδιαστική απεικόνιση της γέφυρας αποτυπώνεται χαρακτηριστικά η διαφοροποίηση της γραμμής εδάφους ενώ προτείνεται η λεπτομερέστερη τοπογραφική καταγραφή του βράχου σε επόμενες μετρήσεις για την ακριβή εικόνα της θεμελίωσης.

#### 4.6 ΜΗ ΦΕΡΟΝΤΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Σύμφωνα με την ιστορική τεκμηρίωση και τις διαθέσιμες φωτογραφίες υπήρχε χαμηλό στηθαίο (Εικόνα 4.6) που ίσως συνεχιζόταν χαμηλότερο και στο κεντρικό τμήμα (σε άλλες αναφορές το στηθαίο περιοριζόταν στα ακραία τμήματα). Το λιθόστρωτο οδόστρωμα είχε πιθανότατα την τυπική μορφή ("καλντερίμι") με διαφοροποίηση στο κεντρικό τμήμα και χρήση εγκάρσιων επιμήκων λίθων. Στην ιστορική τεκμηρίωση αναφέρεται η λείανση των λίθων από τα όμβρια ύδατα. Η παρατήρηση της αναπτυσσόμενης μικροβλάστησης στα πλευρικά τμήματα της γέφυρας στις ιστορικές φωτογραφίες (πιθανές θέσεις εκροής) εκτιμάται ότι έχει ως αίτιο τον συνδυασμό ύπαρξης στηθαίου με την μορφή του καταστρώματος που οδηγεί στον εγκλωβισμό των υδάτων και την εισχώρηση τους στην υποκείμενη δομή.



Εικόνα 4.4 Άποψη γεμίσματος ΒΑ και ΝΔ βάθρου



Εικόνα 4.5 : Βορειοανατολικό βάθρο ανάντη και κατάντη



Εικόνα 4.6 ΝΔ βάθρο, αρχή καταστρώματος και στηθαίο. Ανάπτυξη βλάστησης στο κεντρικό τμήμα

#### 4.7 ΞΥΛΙΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ-ΕΙΣΑΓΩΓΗ

##### 4.7.1 Ξύλινα στοιχεία στην Γέφυρα της Πλάκας

Στην γέφυρα της Πλάκας εντοπίστηκαν μετά την αστοχία της δύο διακριτά συστήματα ξύλινων εσχάρων στα θραύσματα καθώς και στις εγκάρσιες επιφάνειες αστοχίας των βάθρων. Στο 3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο Αρχιτεκτονική και Κατασκευαστική Τεκμηρίωση της Μελέτης του ΕΜΠ για το Γεφύρι της Πλάκας αναφέρονται :

##### 4.7.2 Ξύλινη εσχάρα τόξων κεντρικού ανοίγματος γέφυρας

Το 1ο σύστημα ξύλινης εσχάρας είναι τοποθετημένο ανά αποστάσεις (μία τουλάχιστον εσχάρα μεταξύ των μεταλλικών εγκάρσιων συνδέσμων) κατά μήκος του διπλού κεντρικού τόξου της γέφυρας, ανάμεσα στους θολίτες και παράλληλα με την κλίση τους.

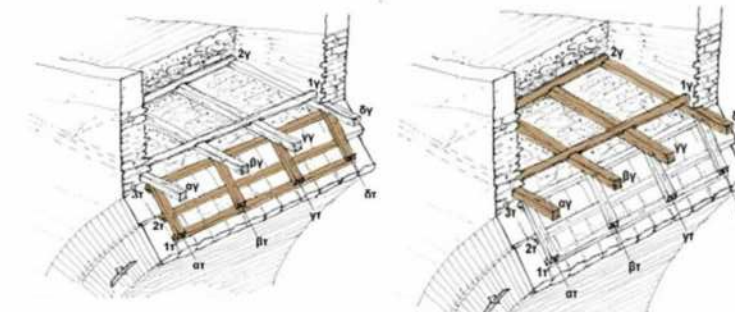
Η ξύλινη αυτή εσχάρα ήταν αυτόνομη, αφού περιοριζόταν εντός της περιοχής των δύο τόξων χωρίς να εισχωρεί στο γέμισμα. Τα μικρού μήκους ξύλα (αΤ, βΤ, γΤ, δΤ) (Εικόνα 4.7α) πιθανότατα χρησιμοποιούνταν για την σύνδεση των δύο τόξων και την ενίσχυση της συνεργασίας τους. Στη βιβλιογραφία έχει καταγραφεί ότι τα δύο τόξα δεν συνεργάζονται πάντα και ότι τα φορτία αναλαμβάνονται κυρίως από το τόξο εσωραχίου. Το ξύλο 2Τ τοποθετείται είτε αξονικά είτε ελαφρώς μετατοπισμένο ως προς την διεπιφάνεια των δύο τόξων. Η στρώση των διαμήκων ξύλων (1Τ, 2Τ, 3Τ) αναλαμβάνει τις εφελκυστικές τάσεις που αναπτύσσονται κατά την εγκάρσια έννοια των τόξων λόγω των μεγάλων θλιπτικών τάσεων εντός του επιπέδου του γεφυριού (φαινόμενο Poisson), δρώντας συμπληρωματικά με τους μεταλλικούς εγκάρσιους συνδέσμους (άρπιζες). Η ύπαρξη των ξύλινων εσχάρων μεταξύ των δύο τόξων αποτελεί σημαντικό επιχείρημα για το ότι τα δύο επάλληλα τόξα κατασκευάζονταν ταυτόχρονα. Είναι πιθανό ότι η κατασκευή κύριου και υπερκείμενου τόξου, από τις γενέσεις έως το ύψος των 45 (ή πλέον) μοιρών γινόταν ταυτόχρονα ενώ κατά το λοιπό κεντρικό τμήμα να ήταν χωριστή, κατασκευάζονταν δηλαδή πρώτα το τόξο εσωραχίου και μετά το υπερκείμενο.

##### 4.7.3 Ξύλινη εσχάρα εγκιβωτισμένη στο γέμισμα της τοιχοποιίας των βάθρων

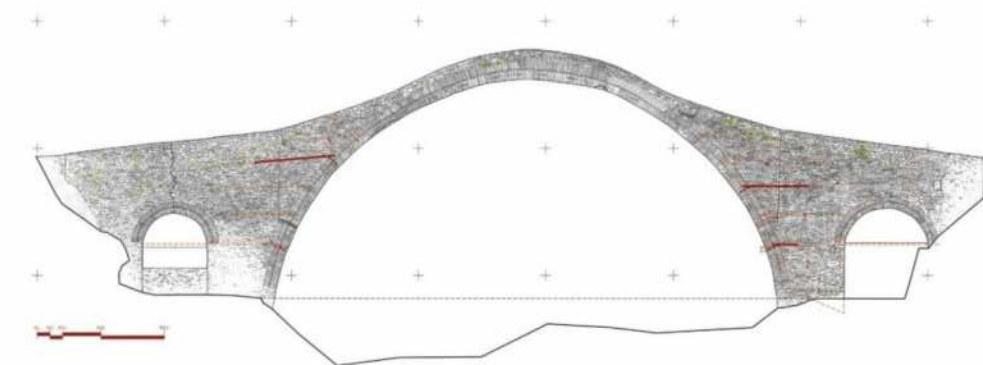
Το 2ο σύστημα ξύλινων εσχάρων ήταν εγκιβωτισμένο στο γέμισμα της γέφυρας στις ίδιες θέσεις που υπήρχε και η ξύλινη εσχάρα των τόξων (Εικόνα 4.7β). Η εσχάρα του γεμίματος αντίθετα από την εσχάρα των τόξων συνεχιζόταν στην περιοχή των τόξων έως και το εξωράχιο του τόξου εσωραχίου διαπερνώντας το υπερκείμενο τόξο. Παράλληλα, προς την άλλη κατεύθυνση, εκτεινόταν μέσα στο γέμισμα σε μεγάλο μήκος, υποδηλώνοντας την προσπάθεια αγκύρωσης της περιοχής των τόξων στη συμπαγή μάζα της λιθοδομής που αποτελούσε το γέμισμα των βάθρων. Η αγκύρωση αυτή ήταν χρήσιμη κατά τη φάση κατασκευής, αλλά πιθανότατα και μετά την ολοκλήρωσή της και την αφαίρεση του ξυλοτύπου, έως να πήξουν και να σκληρυνθούν τα ασβεστοκονιάματα δόμησης.

##### 4.7.4 Παρατηρήσεις στην Γέφυρα του Κοράκου

Από τις ιστορικές φωτογραφίες που έχουμε στην διάθεση μας, στην σχηματιζόμενη τομή από την αστοχία του ΒΑ βάθρου διακρίνουμε οπές που είναι δυνατόν να αντιστοιχούσαν σε σύστημα ξύλινων στοιχείων (Πινακίδα 4.4). Είναι διακριτές τρεις οπές ακριβώς επάνω από την επιφάνεια αστοχίας του τόξου, πιθανόν θέσεις ξύλινων στοιχείων όμοιου με αυτό της ξύλινης εσχάρας εγκιβωτισμένης στο γέμισμα της τοιχοποιίας των βάθρων της Γέφυρας της Πλάκας. Αντίστοιχες οπές λιγότερο ευκρινείς διακρίνονται και σε ανώτερο σημείο του βάθρου ενώ και στην όψη έχουμε συμβατή εικόνα. Η όψη των δύο γεφυρών με σημειωμένες τις πιθανές θέσεις ξύλινων στοιχείων (Εικόνα 4.8) παρουσιάζουν μεγάλη ομοιότητα. Στην συνέχεια του κεφαλαίου γίνεται προσπάθεια τεκμηρίωσης των θέσεων αυτών με παρατηρήσεις στις διαθέσιμες φωτογραφίες.



Εικόνα 4.7 Συστήματα ξύλινων εσχάρων (α.τόξου-β.βάθρου) (Μ.Κορρές 2015)



Εικόνα 4.8 Όψεις Γέφυρας Πλάκας και Κοράκου με σημειωμένες τις θέσεις ξύλινων στοιχείων

#### 4.8 ΞΥΛΙΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ - ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΑΣΤΟΧΙΑΣ ΤΟΥ ΒΑ ΒΑΘΡΟΥ

Στο διαθέσιμο φωτογραφικό ερευνητικό υλικό με παρατήρηση των επιφανειών αστοχίας του Βορειοανατολικού βάθρου διαπιστώθηκε η ύπαρξη χαρακτηριστικών οπών, άμεσα συγκρίσιμων με αυτές που παρατηρήθηκαν στις επιφάνειες αστοχίας της Γέφυρας της Πλάκας μετά την κατάρρευση της το 2015. Διακρίνονται καταρχήν τρεις οπές στο χαμηλότερο τμήμα του βάθρου κοντά στο τόξο (1) σε πλήρη αντιστοιχία με αυτές του βάθρου της γέφυρας της Πλάκας **Εικόνα 4.9 Α**.

Στην **Εικόνα 4.9** πραγματοποιείται παράθεση των παραπάνω απεικονίσεων ενώ αντιστοιχίζονται με πράσινο πλαίσιο οι οπές σε δύο φωτογραφίες της τομής του ΒΑ βάθρου (**A-1970** και **B-1995**).

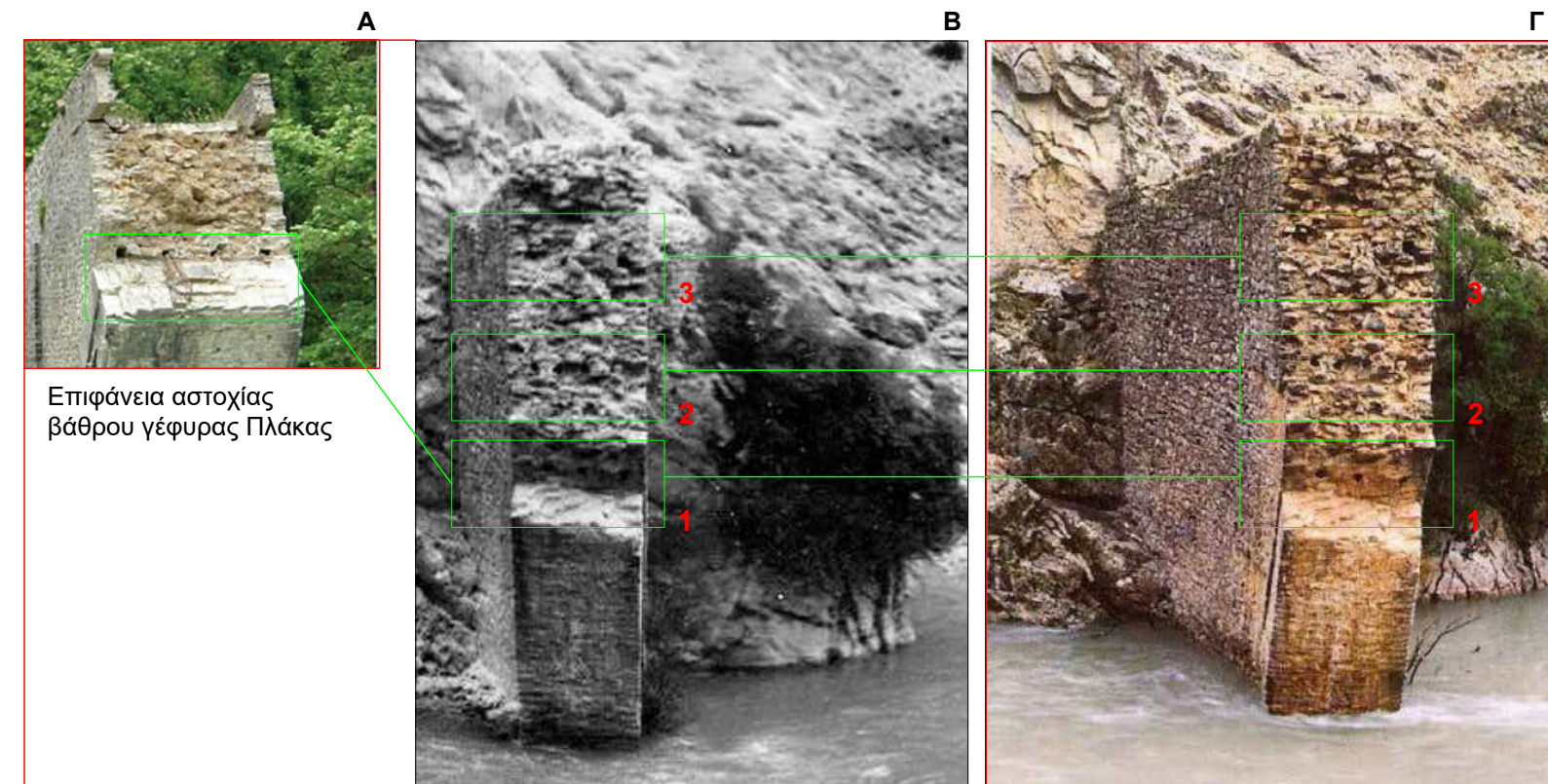
Καθώς στην γέφυρα της Πλάκας εξακριβώθηκε όπως αναφέρθηκε η χρήση ξύλινων εσχάρων μπορούμε να συμπεράνουμε ότι είναι πολύ πιθανή η χρήση αντίστοιχου συστήματος και στην γέφυρα του Κοράκου. Με πρόσθετη παρατήρηση διακρίνονται και άλλες δύο σειρές οπών (**2-3**) σε υψηλότερα σημεία του βάθρου. Στην συνέχεια της διερεύνησης θα γίνει προσπάθεια συσχέτισης της τομής αστοχίας με τις διαθέσιμες όψεις (**Πινακίδα 4.5**).

Στην **Εικόνα 4.10** γίνεται παράθεση απόψεων ανάντη και κατάντη (**A,Γ**) με την τομή του ΒΑ βάθρου (**B**) και πραγματοποιούνται οι παρακάτω πρόσθετες παρατηρήσεις.

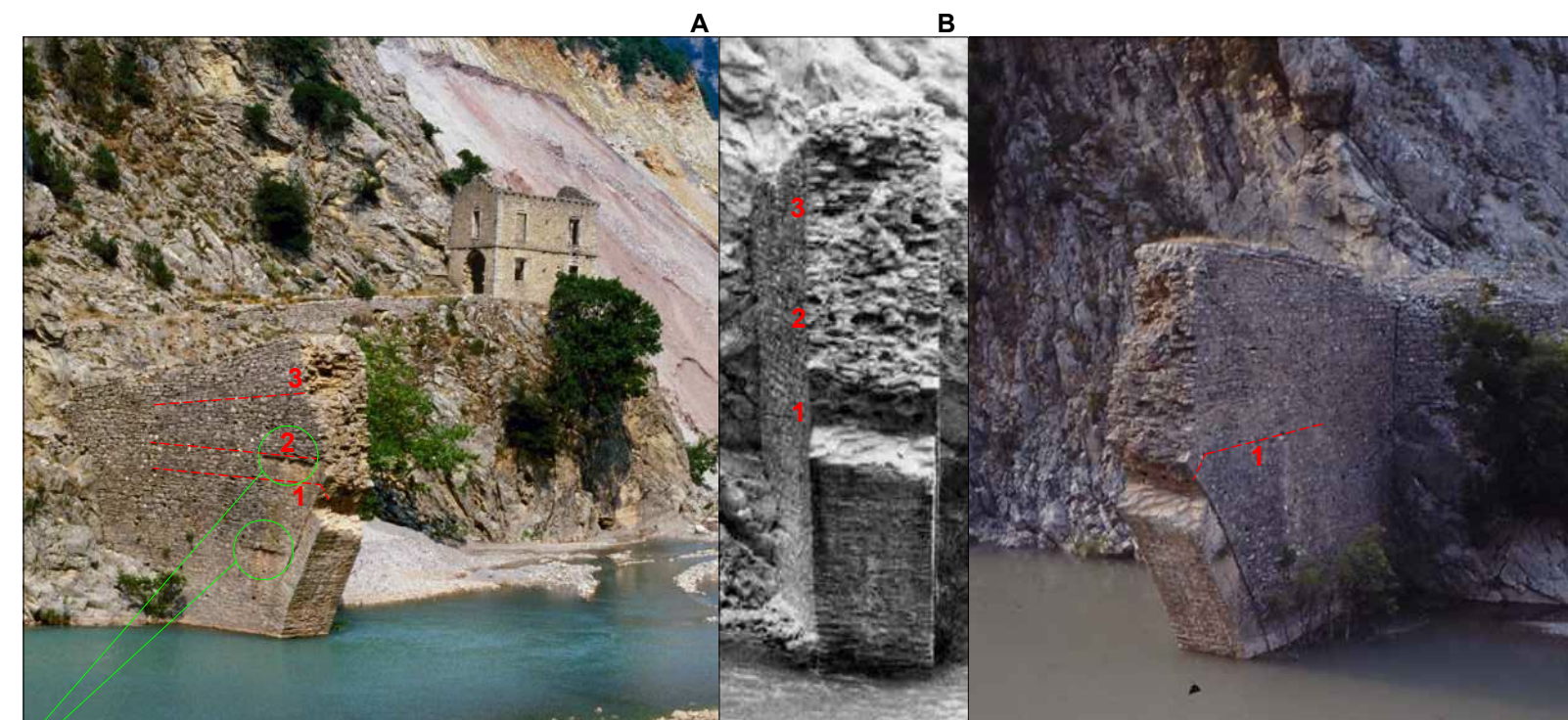
Στην φωτογραφία του 1980 (**Γ**) από κατάντη είναι εμφανής σε μεγαλύτερο βαθμό και πιο ξεκάθαρα η συσχέτιση του ξύλινου στοιχείου (1) εγκιβωτισμένου στο βάθρο, το οποίο υποθέτουμε ότι ακολουθεί την σημειωμένη σειρά οπών, με τις οπές που παρατηρούμε στην επιφάνεια αστοχίας και οι οποίες αποτελούσαν τμήμα εσχάρας που συνέχιζε στο τόξο. Η εικόνα είναι πλήρως συμβατή με την αντίστοιχη της γέφυρας της Πλάκας και είναι δυνατή η εξαγωγή του συμπεράσματος ότι το σύστημα που χρησιμοποιήθηκε κατά την κατασκευή (ή κατασκευή εκ νέου) της γέφυρας του Κοράκου ήταν παρόμοιο.

Τέλος, στην φωτογραφία του 1990 (**A**) από ανάντη είναι διακριτές επιφάνειες διαφοροποίησης της λιθοδομής όπως σημειώνονται ενώ παρατηρούμε ταύτιση με την πιθανή θέση (1) ύπαρξης ξύλινων στοιχείων. Η τοιχοποιία στις επιφάνειες αυτές παρουσιάζεται με την ανώτερη στρώση λιθοσωμάτων να εξέχει ή την κατώτερη να έχει λειανθεί. Δεν είναι εφικτή η ολοκληρωμένη τεκμηρίωση της εικόνας των σημείων αυτών και αναφέρονται για μελλοντική έρευνα.

Επισημαίνεται ότι όλες οι παρατηρήσεις που έγιναν αφορούν το ΒΑ βάθρο μέχρι και την αποδόμηση του στις αρχές του 2000 καθώς δεν έχουμε στοιχεία και οπτική καταγραφή επαρκούς τμήματος του Νοτιοδυτικού βάθρου πέραν της υπόθεσης που έγινε με την χάραξη "γραμμών" στην φωτογραφία της όψης (**Εικόνα 4.8**).



**Εικόνα 4.9** Α Επιφάνεια αστοχίας βάθρου γέφυρας Πλάκας Φωτογραφίες ΒΑ βάθρου , Β όψη-τομή επιφάνειας αστοχίας(1970) , Γ όψη από ανάντη(Γαλερίδης Α.1995)



**Εικόνα 4.10** Φωτογραφίες ΒΑ βάθρου , Α όψη από ανάντη(1990) , Β όψη-τομή επιφάνειας αστοχίας(1970) , Γ όψη από κατάντη(1980)

Διαφοροποιήσεις στην επιφάνεια της λιθοδομής.

#### 4.9 ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΣΗ ΠΙΘΑΝΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΞΥΛΙΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΓΩΝΙΑ ΓΕΝΕΣΗΣ ΤΟΥ ΤΟΞΟΥ

Με χρήση της σύνθεσης-υπέρθεσης φωτογραφιών που πραγματοποιήθηκε στο **Κεφάλαιο 3 (Εικόνα 3.16)** έχοντας ως σημεία αναφοράς τις ορατές οπές, γίνεται αντιστοίχιση με την τομή αστοχίας του ΒΑ βάρου (**Εικόνα 4.11**). Τα σημεία εντοπισμού των οπών στην τομή είναι συμβατά με "γραμμές" οπών στην όψη που πιθανόν σηματοδοτούσαν την ύπαρξη ξύλινων στοιχείων εγκιβωτισμένων στο βάρο καθώς και στο τόξο.

Από τις παρατηρήσεις της **Εικόνας 4.11** δημιουργήθηκε το **σχεδιάγραμμα 4.12** στο οποίο πραγματοποιείται αντιστοίχιση της θέσης των ξύλινων στοιχείων με την γένεση του τόξου.

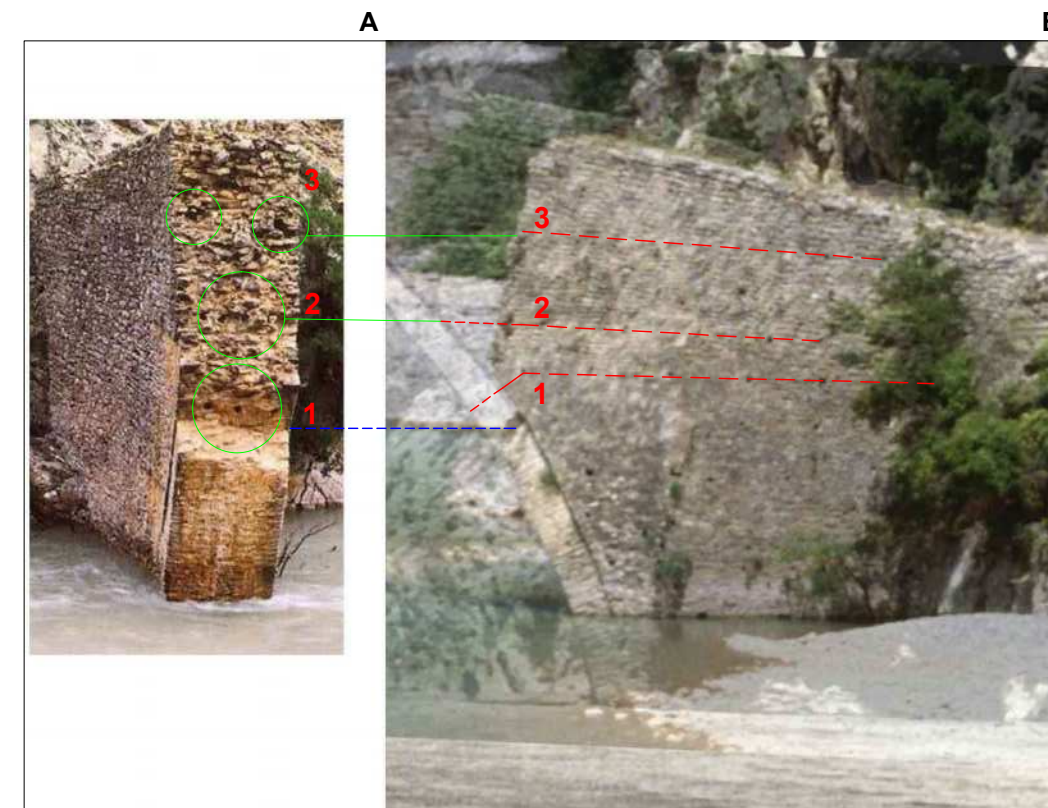
Τα ξύλινα στοιχεία εντοπίζονται σε γωνία 35-38 μοίρες (**1**) και 45-47 μοίρες (**3**) από την γένεση του τόξου με μια ενδιάμεση διάταξη (**2**). Η σειρά (**3**) μάλιστα ταυτίζεται με σημείο διαφοροποίησης-διόρθωσης του τόξου που είναι δυνατόν να αποτελεί σημείο αλλαγής κατασκευαστικής φάσης όπως αναφέρθηκε στα συμπεράσματα του **Κεφαλαίου 3 (παρ.3.12.1)**. Εκτός από στάδιο της αρχικής κατασκευής ενδεχομένως αποτελεί σημείο επιδιόρθωσης ή εκ νέου κατασκευής.

Οι γωνίες αυτές είναι επίσης συμβατές με τα στάδια κατασκευής πέτρινων γεφυρών καθώς πρώτα πραγματοποιούνταν η ταυτόχρονη ανέγερση των βάρων και έπειτα σε άλλο στάδιο ολοκληρωνόταν ο φορέας με την κατασκευή του τόξου επί ξύλινου ικρίωματος. Η χρήση των ξύλινων στοιχείων βοηθούσε στην σταθεροποίηση της κατασκευής κατά την ανέγερση καθώς και την ενίσχυση της έως την σκλήρυνση του συνδετικού κονιάματος ενώ η πλήρης τεκμηρίωση της δομικής της λειτουργίας είναι υπό διερεύνηση. Εκτιμάται ότι στο ΒΑ βάρο πιθανόν να έγινε χρήση τους λόγω του μεγάλου όγκου της τοιχοποιίας χωρίς να αποκλείεται βέβαια η ενσωμάτωση αντίστοιχων διατάξεων στο ΝΔ βάρο για το οποίο δεν έχουμε στοιχεία.

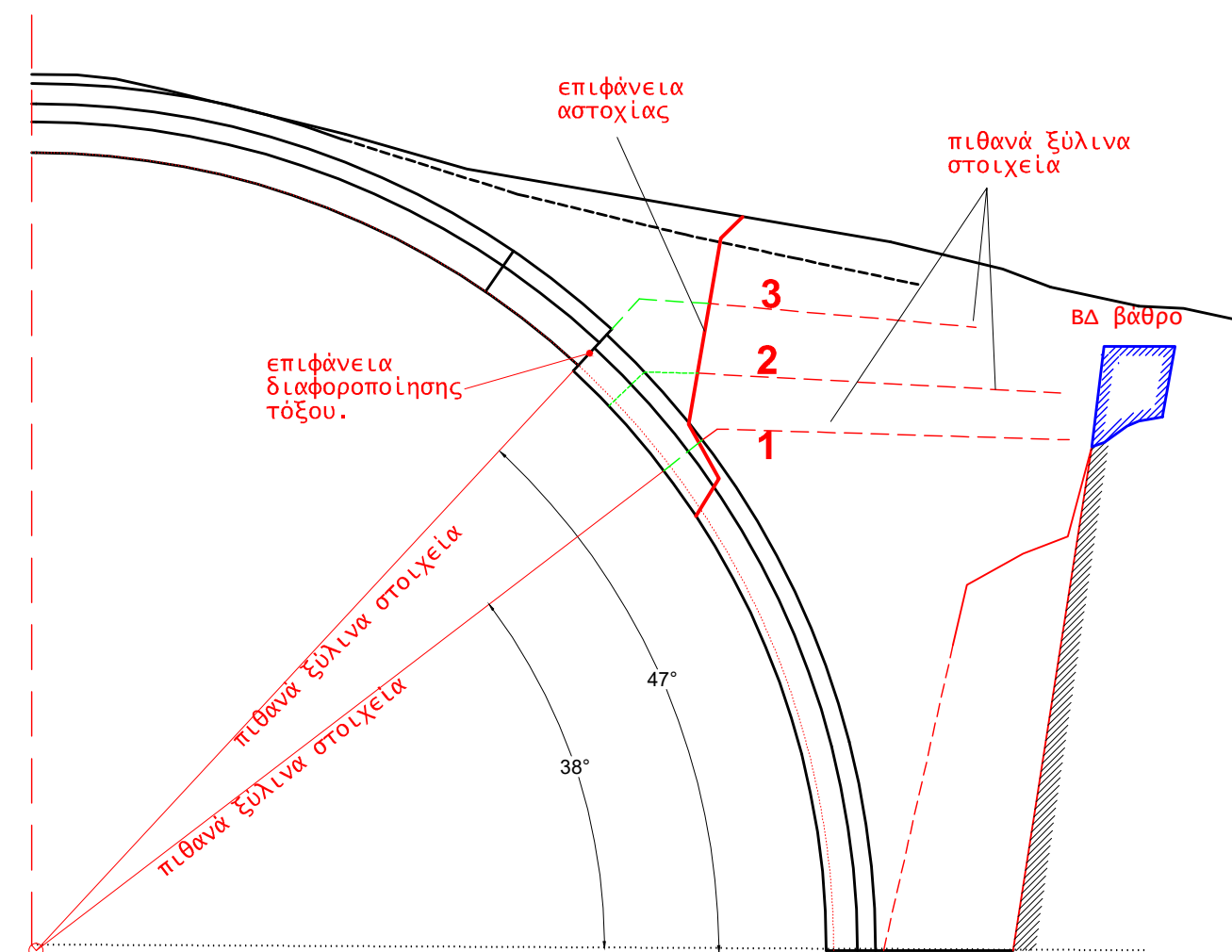
#### 4.10 ΞΥΛΙΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τις παρατηρήσεις και την διερεύνηση που υλοποιήθηκε στις **Πινακίδες 4.3-4.5** εκτιμάται ότι είχε γίνει χρήση διατάξεων ξύλινων στοιχείων στην Γέφυρα Κοράκου, τουλάχιστον εγκιβωτισμένων στο Βορειοανατολικό (αριστερό) βάρο. Από τις ενδείξεις και την μορφή των οπών είναι πιθανή και η χρήση διατάξεων στο τόξο της γέφυρας, όμως τα δεδομένα είναι ιδιαίτερα ελλιπή καθώς δεν σώζεται δείγμα του. Στοιχεία δεν υπάρχουν επίσης για το Νοτιοδυτικό βάρο πέραν του εντοπισμού πιθανών συμβατών οπών στην όψη της γέφυρας.

Σημειώνεται ότι η χρήση ξύλινων στοιχείων είναι χαρακτηριστικό γεφυρών μεταγενέστερης κατασκευής (τουλάχιστον του 17ου αιώνα) από τη γέφυρα του Κοράκου (16ος αιώνας). Στην ιστορική τεκμηρίωση έχουμε ενδείξεις (**Κεφάλαιο 1**) ότι είναι πιθανόν η ενσωμάτωση αυτών των στοιχείων να έγινε σε μεταγενέστερη αποκατάσταση ή εκ νέου κατασκευή της γέφυρας όπου οι τεχνικές αυτές ήταν διαθέσιμες.



**Εικόνα 4.11** Παράθεση **A** όψης από ανάντη(Γαλερίδης Α.1995) με **B** σύνθεση φωτογραφιών ΒΑ βάρου(Κεφ. 3-Εικόνα 3.16)



**Σχεδιάγραμμα 4.12** Ενδεικτική συσχέτιση τοποθέτησης ξύλινων στοιχείων με την γένεση του τόξου .

#### 4.11 ΜΝΗΜΕΙΑ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗΣ ΘΕΩΡΗΣΗΣ

Καθώς πλέον η Γέφυρα του Κοράκου δεν σώζεται είναι σημαντική για την τεκμηρίωση της η εξέταση μνημείων-γεφυρών με κοινά χαρακτηριστικά. Στην ευρύτερη περιοχή συναντούμε δύο πέτρινα γεφύρια που πληρούν τις προϋποθέσεις, την Γέφυρα του Τριζώλου στην Αργιθέα και την Γέφυρα Πύλης ή Πόρτας στην Πύλη Τρικάλων στον ίδιο οδικό άξονα με την Γέφυρα του Κοράκου.

##### 4.11.1 Η Γέφυρα του Τριζώλου

Από “ Τα πέτρινα γεφύρια της Θεσσαλίας “, Γαλερίδης Α. έχουμε την παρακάτω περιγραφή για την γέφυρα του Τριζώλου:

«Βρίσκεται 3 περίπου χιλιόμετρα κατάντη της σημερινής γέφυρας της Αγορασιάς, συνοικισμού της Καρυάς (Τριζώλου). Γεφυρώνει το Λιασκοβίτικο ποτάμι μετά τη συμβολή του Ανθηριώτικου ποταμιού με το Κνισοβίτικο (Αργιθεάτικο), παραπόταμο του Ασπροπόταμου (Αχελώου). Είναι το δεύτερο από άποψη σπουδαιότητας αλλά και μεγέθους γεφύρι της περιοχής Αργιθέας, μετά τη γέφυρα Κοράκου που υπήρξε το μεγαλύτερο μονότοξο γεφύρι του ελληνικού χώρου και ίσως του Βαλκανικού. Ένωσε τα χωριά της ανατολικής και δυτικής Αργιθέας. Σήμερα είναι το μεγαλύτερο μονότοξο στη Θεσσαλία.

Τεχνικά χαρακτηριστικά – Υλικά κατασκευής

Το γεφύρι είναι θεμελιωμένο πάνω σε συμπαγή βράχο. Το ελεύθερο άνοιγμα του τόξου του είναι 30 μ. περίπου, ενώ το ύψος του είναι 15,50 μ. (βέλος τόξου 15 μ.). Το πλάτος του φορέα του είναι 2,00 μ., ενώ το κατάστρωμα του γεφυριού είναι 2,20 μ. (Εικόνα 4.13) αφού επεκτείνεται 0,10 μ. εκατέρωθεν του φορέα. Το πάχος του τόξου, μετρουμένου επί του διαζώματος, είναι 0,80 μ. (Εικόνα 4.14) Πέτρινα στηθαία δεν υπάρχουν σήμερα, αλλά σύμφωνα με μαρτυρίες των κατοίκων της περιοχής, υπήρχαν παλαιότερα και όπως διαβεβαίωναν οι ίδιοι, μερικές πέτρες τις έσπρωχναν μέσα στο ποτάμι (στα παιδικά τους χρόνια) για να ακούσουν τον παφλασμό τους στα ορμητικά χειμερινά νερά του ποταμού.

Το πέτρωμα από το οποίο ελήφθησαν οι πέτρες των λιθοδομών είναι καθαρός ασβεστόλιθος ο οποίος αφθονεί στην περιοχή του γεφυριού. Το τόξο κατασκευάστηκε από πελεκητές πλάκες ενώ τα τύμπανα από αργολιθοδομή. Το γεφύρι φέρεται ότι κατασκευάστηκε τον 13ο αιώνα και θεωρείται από τους κατοίκους της περιοχής, το παλαιότερο της δυτικής Αργιθέας.»



Εικόνα 4.13 Ανάντη όψη και λεπτομέρεια καταστρώματος (Γαλερίδης Α.)



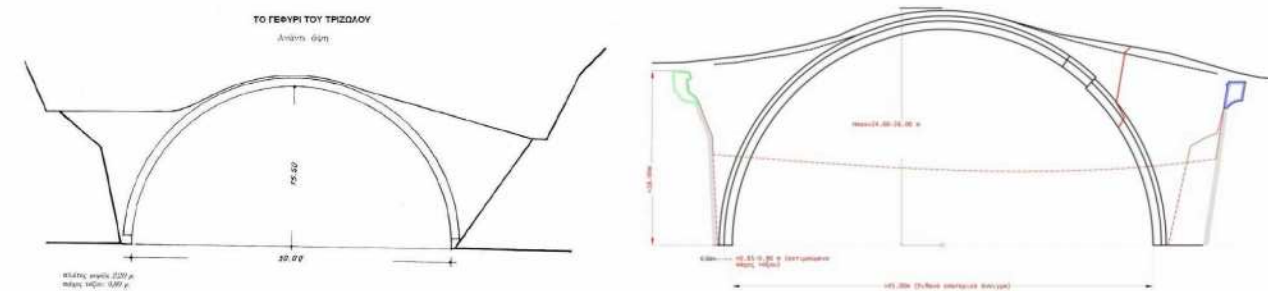
Εικόνα 4.14 Λεπτομέρεια της περιοχής του τόξου γύρω από το κλείδωμα (Γαλερίδης Α.)

Συγκριτικά με την Γέφυρα Κοράκου μπορούμε να κάνουμε τις παρακάτω διαπιστώσεις:

- Παρατηρείται όμοια γεωμετρία με χρήση ημικυκλικού τόξου χωρίς αλλαγή καμπυλότητας.
- Η δόμηση του ημικυκλικού τόξου είναι παρόμοια. Υπάρχει ένα κύριο τόξο ενώ εσωτερικά παρατηρείται λιθοδομή - "πλαίσιο" που εξέχει 10 εκατοστά.
- Το πάχος του τόξου είναι 80 εκ. ενώ για την γέφυρα του Κοράκου προσεγγίστηκε σε 85 -90 εκ.
- Ο τρόπος δόμησης είναι παρόμοιος με χρήση λαξευμένων λίθων στο τόξο και αργών στα τύμπανα.
- Υπήρχε χαμηλό στηθαίο.
- Δεν παρατηρείται χρήση εγκάρσιων μεταλλικών συνδέσμων (άρπιζες). Στην γέφυρα του Κοράκου έχει εντοπιστεί από την φωτογραφία της όψης μια πιθανή θέση , όμως σε κάθε περίπτωση δεν υπάρχουν στοιχεία εκτεταμένης χρήσης.
- Βασική ομοιότητα αποτελεί η θεμελίωση σε βράχο και των δύο βάθρων. Η μορφή μάλιστα της θεμελίωσης στο αριστερό βάθρο είναι σε πλήρη αντιστοιχία με αυτήν που προέκυψε από την γεωμετρική διερεύνηση της γέφυρας του Κοράκου. Παρατηρούμε δηλαδή, παρά την καθετότητα του βράχου, την ολοκλήρωση του τόξου.

Στην **Εικόνα 4.15** στα σκαριφήματα των δύο γεφυρών είναι εμφανής η συμβατή τους εικόνα όσον αφορά την θεμελίωση των βάθρων. Το τόξο ολοκληρώνεται και το βάθρο ακολουθεί την μορφή του βραχώδους αναγλύφου. Είναι πολύ σημαντική η παρατήρηση αυτή σε μια γειτονική προγενέστερης πιθανόν κατασκευής γέφυρα καθώς δεν έχουμε πλήρη εικόνα του ΝΔ βάθρου της γέφυρας του Κοράκου την μορφή του οποίου προσεγγίσαμε.

Η διαπίστωση πραγματοποιήθηκε από τον κο Χρήστο Γιαννέλο, Πολ. Μηχανικό Msc Προστασία Μνημείων ΕΜΠ, Υποψ.Διδάκτωρ ΕΜΠ σε φωτογραφία του οποίου (**Εικόνα 4.16**) είναι εμφανής η προσπάθεια των κατασκευαστών ολοκλήρωσης του τόξου παρά τον σχεδόν κάθετο βράχο θεμελίωσης.



**Εικόνα 4.15** Σκαρίφημα της γέφυρας του Τριζώλου (Γαλερίδης Α.), σκαρίφημα της γέφυρας Κοράκου



**Εικόνα 4.16** Έδραση σε βράχο και λεπτομέρεια τόξου γέφυρας Τριζώλου (Χρήστος Γιαννέλος)

#### 4.11.2 Η Γέφυρα Πόρτας ( Αγ.Βησσαρίωνα) Πύλης Τρικάλων

Η λιθόκτιστη γέφυρα της Πόρτας ή Αγίου Βησσαρίωνα βρίσκεται 1,5 χλμ. περίπου δυτικά της Πύλης δίπλα στον δρόμο Πύλης-Ελάτης. Ενώνει τα βουνά Ίταμος και Κόζιακας στον Πορταϊκό, παραπόταμο του Πηνειού και απέχει από τα Τρίκαλα 20 χλμ. Μέχρι το 1936 ήταν ο μοναδικός συνδετικός κρίκος του Τρικαλινού κάμπου με τα χωριά της περιοχής του Αχελώου-Ασπροποτάμου.

Μαζί με την γέφυρα του Κοράκου αποτελούσε την σύνδεση της Θεσσαλίας με την Ήπειρο ενώ χρηματοδοτήθηκε επίσης από τον Μητροπολίτη Βησσαρίωνα Β΄ του οποίου η Πύλη Τρικάλων αποτελούσε τόπο καταγωγής. Η χρονολογία κατασκευής όπως έχουμε ήδη αναφέρει πρέπει να ήταν μεταγενεστερη του 1514 που αναγράφεται στην αντίστοιχη επιγραφή καθώς ο Βησσαρίωνας ανέλαβε Μητροπολίτης το 1527.

Τεχνικά χαρακτηριστικά – Υλικά κατασκευής

Το τόξο είναι ημικυκλικής μορφής με άνοιγμα 29.00 μ. και το ύψος 13.20 μ. (Εικόνα 4.17). Το πλάτος του διαδρόμου είναι 2.10 μ. ενώ μικτό με τα στηθαία (υψους 0.60-0.90 μ.) 2.70μ. Η δόμηση γίνεται με ασβεστόλιθους λαξευμένους επιμελώς στο τόξο (Εικόνα 4.18). Χαρακτηριστική είναι η μορφή της γέφυρας με το δεξί βάθρο, εδραζόμενο επι εδάφους, να έχει ιδιαίτερα μεγάλο μήκος. Έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές επεμβάσεις για την συντήρηση της γέφυρας με πιο πρόσφατη του 2004 όπου έγιναν εκτεταμένες εργασίες αποκατάστασης (Εικόνα 4.19).

Συγκριτικά με την Γέφυρα Κοράκου παρατηρούμε τα παρακάτω:

- Η κύρια ομοιότητα παρουσιάζεται στην μορφή του τόξου. Έχουμε και εδώ ημικυκλικό μονό τόξο με πλαισίωση του από λιθοδομή που εξέχει κάποια εκατοστά.
- Η δόμηση της τοιχοποιίας και τα υλικά κατασκευής είναι αντίστοιχα.
- Δεν παρατηρείται χρήση εγκάρσιων μεταλλικών συνδέσμων (άρπιζες) ούτε έχουμε δείγματα χρήσης ξύλινων στοιχείων. Καθώς βέβαια έχουν γίνει εργασίες συμπλήρωσης των κενών με κονίαμα δεν έχουμε εικόνα των οπών της αρχικής γέφυρας και πιθανόν η αναζήτηση ξύλινων στοιχείων στο εσωτερικό της τοιχοποιίας να αποτελέσει αντικείμενο μελλοντικής έρευνας.
- Δεν παρατηρείται διαπλάτυνση του φορέα προς τα βάθρα.
- Υπάρχει στηθαίο.

#### 4.11.3 ΣΥΝΟΠΤΙΚΟ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗΣ ΘΕΩΡΗΣΗΣ

Από την παραπάνω σύγκριση συμπεραίνεται ότι τα αποτελέσματα της γεωμετρικής, κατασκευαστικής και μορφολογικής διερεύνησης (Κεφάλαια 3-4) της Γέφυρας Κοράκου είναι πλήρως συμβατά με τα εξεταζόμενα μνημεία.



Εικόνα 4.17 Όψη από ανάντη, 2018



Εικόνα 4.18 Όψη από κανάντη του τόξου και άποψη του τόξου στην περιοχή του κλειδώματος, 2018



Εικόνα 4.19 Λιθοδομή δεξιού βάθρου και δόμησης τόξου πριν την αποκατάσταση, Μ.Καραβεζύρογλου Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, Καθηγήτρια, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης Ε. Καραγιάννη Πολιτικός Μηχανικός, Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών Ν.Α.Τρικάλω



#### 4.12 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Από την διερεύνηση του Κεφαλαίου συγκεντρωτικά συμπεραίνουμε:

- Το κύριο φέρον στοιχείο της γέφυρας είναι ημικυκλικό τόξο ακτίνας 22-23 μέτρων και πάχους 90 εκατοστών περίπου. Η δόμηση είναι πολύ καλής ποιότητας με πλακοειδούς μορφής σχιστόλιθους αδρά λαξευμένους και μικρό πάχος αρμών. Πλαισιώνεται από τοξωτή εξέχουσα λιθοδομή 50 εκ. που δεν συνεχίζει στο σώμα της γέφυρας με την ίδια επιμέλεια (**παρ.4.3**). Δεν παρατηρείται συστηματική χρήση εγκάρσιων μεταλλικών στοιχείων (άρπιζες).
- Τα τύμπανα και το γέμισμα της γέφυρας υλοποιούνται με χρήση αργών κυρίως λίθων και κονίαμα με καλή πλήρωση των κενών της τοιχοποιίας (**παρ.4.4**).
- Δεν παρατηρείται διαφοροποίηση στο γέμισμα της γέφυρας (**παρ.4.4**).
- Το πλάτος των βάθρων είναι σταθερό καθ' ύψος (**παρ.4.4**).
- Η θεμελίωση πραγματοποιείται σε κατακόρυφο σχεδόν βραχώδες υπόβαθρο με ολοκλήρωση του τόξου στον βράχο θεμελίωσης (**παρ.4.5**).
- Υπήρχε χαμηλό στηθαίο που καταστράφηκε τμηματικά (**παρ.4.6, Κεφάλαιο 1**).
- Από την έρευνα και την αξιοποίηση των ευρημάτων από την Γέφυρα της Πλάκας προέκυψε πιθανή χρήση διατάξεων ξύλινων στοιχείων εντός του σώματος του Βορειοανατολικού βάθρου και πιθανόν του τόξου (**Πινακίδες 4.3-5**). Η ενσωμάτωση των διατάξεων αυτών είναι πιθανόν να πραγματοποιήθηκε σε μεταγενέστερη του αρχικού χρόνου κατασκευής αποκατάσταση ή κατασκευή εκ νέου (**Κεφάλαια 1, 4**).
- Η πιθανή χρήση διατάξεων ξύλινων στοιχείων αντιστοιχεί σε γωνίες 38 και 47 μοίρες από την γένεση του τόξου (**Πινακίδα 4.5**), συμβατές με σημεία μετάβασης κατασκευαστικών φάσεων.
- Η γέφυρα είναι κατασκευαστικά και μορφολογικά συμβατή με αντίστοιχα μνημεία-γέφυρες της ευρύτερης περιοχής παρόμοιου χρονολογικού εύρους κατασκευής (**Πινακίδες 4.6-8**).

Για την ολοκλήρωση της τεκμηρίωσης της γέφυρας είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός των μηχανικών χαρακτηριστικών των δομικών υλικών (**παρ.4.2**) ο οποίος πραγματοποιείται στο επόμενο κεφάλαιο (**Κεφάλαιο 5**) με εργαστηριακό έλεγχο των δειγμάτων που συλλέχθηκαν (**Κεφάλαιο 2**). Σημειώνεται ότι δεν υπάρχει σωζόμενο δείγμα από τα υλικά του τόξου και θα γίνουν αναγκαστικά εύλογες υποθέσεις-παραδοχές βάσει και των παρατηρήσεων του παρόντος κεφαλαίου.

**Κεφάλαιο 5**  
**ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ**

## 5. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΛΙΠΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΛΙΘΩΝ

### 5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά τις εργασίες πεδίου (**Κεφάλαιο 2**) πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία των δομικών υλικών της γέφυρας από τα εναπομείναντα τμήματα με σκοπό τον προσδιορισμό των μηχανικών χαρακτηριστικών των δομικών υλικών. Έγινε συλλογή λίθων και κονιαμάτων καθώς και διενέργεια κρουσιμετρήσεων (**Διάγραμμα 2.8**). Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των εργαστηριακών ελέγχων που αφορούν την μέτρηση της θλιπτικής αντοχής των λίθων (**παρ.5.2-3**) και της εφελκυστικής αντοχής των κονιαμάτων (**παρ. 5.4**).

### 5.2 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΛΙΠΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΛΙΘΩΝ

Για τον υπολογισμό των μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας είναι αναγκαίος ο προσδιορισμός της θλιπτικής αντοχής των λίθων.

Κατά την διάρκεια των επιτόπου εργασιών έγινε λήψη δειγμάτων λίθων από τις θέσεις που αποτυπώνονται στο **Κεφάλαιο 2 (Διάγραμμα 2.8)**.

- Λ1-2 από την κοίτη του ποταμού, θραύσμα από πλευρά του Νοτιοδυτικού βάρθρου.
- Λ3 από το μέσον του ανασυρθέντος τμήματος 1 του Νοτιοδυτικού βάρθρου.
- Λ4 από το μέσον του ανασυρθέντος τμήματος 2 του Νοτιοδυτικού βάρθρου.
- Λ5 από την πλευρά του Βορειοανατολικού βάρθρου.
- Λ6 από τα το γέμισμα του Βορειοανατολικού βάρθρου.
- Λ7 από το κτήριο τελωνείου.

Από τα δείγματα των λίθων διαμορφώθηκαν κυβικά δοκίμια διαστάσεων ακμής 50(+5) mm στο Εργαστήριο Ωπλισμένου Σκυροδέματος του Ε.Μ.Π.(**Εικόνα 5.2**). Ο αριθμός των δοκιμίων που διαμορφώθηκαν καθορίστηκε από το μέγεθος των λιθοσωμάτων και την δυνατότητα κοπής τους σε κατάλληλη-αποδεκτή μορφή.

Οι τιμές της θλιπτικής αντοχής των δοκιμίων υπολογίστηκαν με επιβολή θλιπτικής δύναμης με ρυθμό 1 KN/sec εως την θραύση τους (**Εικόνα 5.3**) και υπολογισμό της αντίστοιχης τάσης.

Λόγω των μικρών διαστάσεων των δοκιμίων παρουσιάζεται μεγάλη μεταβλητότητα στα αποτελέσματα όπως θα παρουσιασθεί, καθώς και θραύση μεμονωμένων δοκιμίων σε ιδιαίτερα χαμηλές ή υψηλές τιμές.



Εικόνα 5.1 Δείγμα λίθου στην θέση λήψης και στο εργαστήριο



Εικόνα 5.2 Διαμόρφωση κυβικών δοκιμίων ακμής 50 mm



Εικόνα 5.3 Επιβολή θλιπτικής δύναμης και τυπική θραύση δοκιμίου

Τα δοκίμια Λ1α και Λ2β αστόχησαν σε ιδιαίτερα χαμηλές τιμές (Πίνακας 5.4) πιθανόν λόγω ατελειών ή καταπόνηση τους κατά την διαδικασία κοπής – διαμόρφωσης τους. Τα αποτελέσματα αυτών δεν λαμβάνονται υπόψη στην στατιστική επεξεργασία. Στα δοκίμια Λ4α και Λ5α η επιφάνεια μετρήθηκε από την φωτογραφία τους με κατάλληλη κλιμάκωση και χρήση σχεδιαστικού προγράμματος καθώς ήταν δεν ήταν δυνατή η διαμόρφωση τους σε τέλεια ορθογωνική επιφάνεια. Σημειώνεται ότι το δείγμα Λ7 που λήφθηκε από το κτήριο τελωνείου δεν λαμβάνεται υπόψη στην διαμόρφωση του μέσου όρου.

Τέλος στην στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων απορρίφθηκαν οι μετρήσεις της μέγιστης και ελάχιστης τιμής της θλιπτικής τάσης. Η φωτογραφική τεκμηρίωση των θέσεων λήψης καθώς και των διαμορφούμενων δοκιμίων επισυνάπτεται στο παράρτημα της εργασίας.

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 5.4) παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

### 5.2.1 Συμπεράσματα – Θλιπτική Αντοχή λίθων

Ο μέσος όρος της θλιπτικής αντοχής είναι **77.87 MPa** με τυπική απόκλιση **21.24 MPa** και συντελεστή μεταβλητότητας **27.28%** (Πίνακας 5.4).

Υπέρ ασφαλείας και δεδομένης της μεγάλης διασποράς των αποτελεσμάτων στους υπολογισμούς θα θεωρηθεί συντηρητικά θλιπτική αντοχή λίθου ο Μ.Ο. μείον μια τυπική απόκλιση, δηλαδή  **$f_b = 55 \text{ MPa}$** .

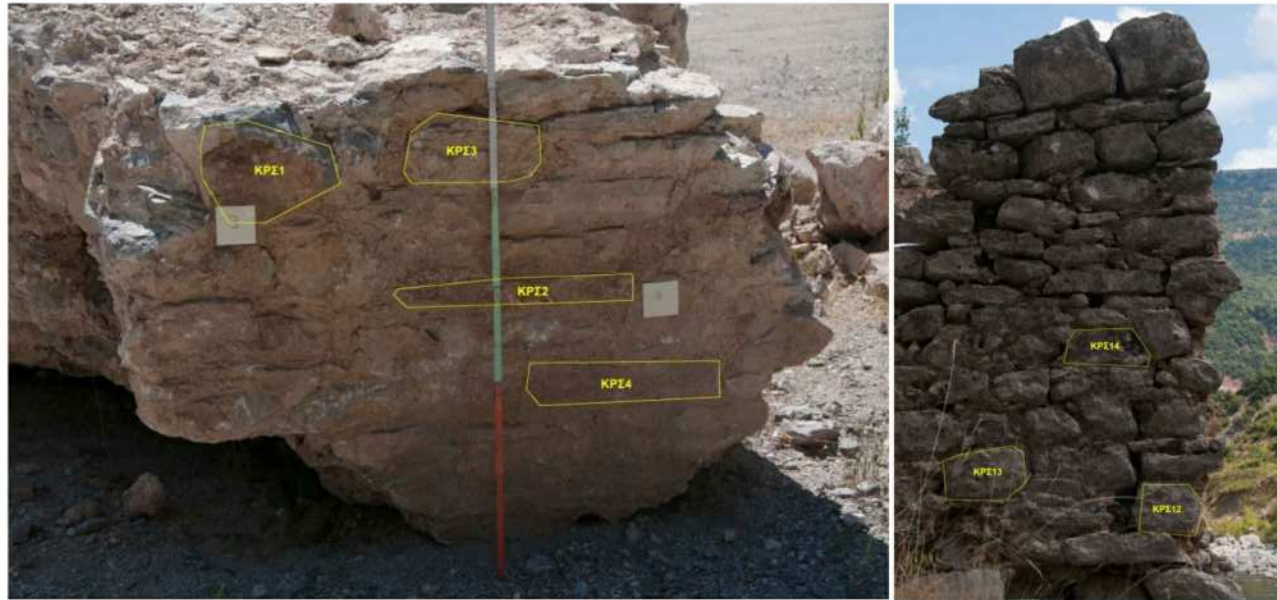
Από την έρευνα προέκυψε ότι υπήρχε διαφοροποίηση στα λιθοσώματα του τόξου (Κεφάλαιο 4) για τα οποία όμως δεν μπορούμε να έχουμε την παρούσα στιγμή δεδομένα. Πιθανόν να σώζονται τμήματα τους εντός των επιχώσεων στην κοίτη του ποταμού που μελλοντικά μπορούν να εμπλουτίσουν τα στοιχεία. Για την παρούσα εργασία θα υποτεθεί θλιπτική αντοχή λιθοσωμάτων του τόξου  $f_b = 80 \text{ MPa}$ .

	Γέφυρα										Τελωνείο					
	Λ1					Λ2			Λ3		Λ4	Λ5		Λ6		Λ7
	Λ1α	Λ1β	Λ1γ	Λ1δ	Λ1ε	Λ2α	Λ2β	Λ2β	Λ3α	Λ3β	Λ4α	Λ5α	Λ5β	Λ6α	Λ6β	Λ7α
Διαστάσεις(cm)											Έλεγχος Επιφάνειας	Έλεγχος Επιφάνειας				
a=	5.38	5.26	5.30	5.00	5.00	5.10	5.10	5.30	5.20	5.41	-	-	-	5.00	5.04	4.76
b=	5.00	5.10	5.30	5.18	5.20	5.20	5.20	4.90	5.28	5.36	-	-	-	4.95	4.96	4.6
Επιφάνεια(cm <sup>2</sup> )	26.9	26.826	28.09	25.9	26	26.52	26.52	25.97	27.456	28.9976	25.27	23.17	21.36	24.75	24.9984	21.896
Δύναμη F(KN)	88	280.8	208.9	302.3	219.2	348.9	25	178.5	179	169.5	138.7	81.6	122.2	252.9	174.6	149.5
Πίεση P (MPa)	32.71	104.67	74.37	116.72	84.31	131.56	9.43	68.73	65.20	58.45	54.89	35.22	57.21	102.18	69.84	68.28
Μέσος Όρος Λιθοσώματος	95.02 MPa					100.15 MPa			61.82 MPa		54.89	46.21 MPa		86.01 MPa		68.28
Τυπική Απόκλιση	18.17 MPa					44.43 MPa			4.77 MPa			15.55 MPa		22.87 MPa		
Μέσος Όρος Μετρήσεων Μεταβλητότητα Τυπική Απόκλιση	77.87 MPa					Τα σημειωμένα με κόκκινο κελιά δεν λαμβάνονται υποψιν στους υπολογισμούς Τα σημειωμένα με μπλε κελιά ( μέγιστη , ελάχιστη τιμή δεν λαμβάνονται υποψιν στους υπολογισμούς )										
	27.28 %															
	21.24 MPa															

Πίνακας 5.4 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα εργαστηριακών ελέγχων θλιπτικής αντοχής λίθων

### 5.3 ΚΡΟΥΣΙΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Πραγματοποιήθηκαν κρουσιμετρήσεις σε 14 σημεία στα ανασυρθέντα εναπομείναντα τμήματα του ΝΔ βάθρου καθώς και στο πλευρικό τμήμα του ΒΑ βάθρου (Εικόνα 5.4). Οι ακριβείς θέσεις απεικονίζονται στο (Διάγραμμα 2.8) και η συνολική φωτογραφική τεκμηρίωση βρίσκεται στο παράρτημα της εργασίας.



Εικόνα 5.4 Ενδεικτικές θέσεις κρουσιμετρήσεων ΝΔ και ΒΑ βάθρου

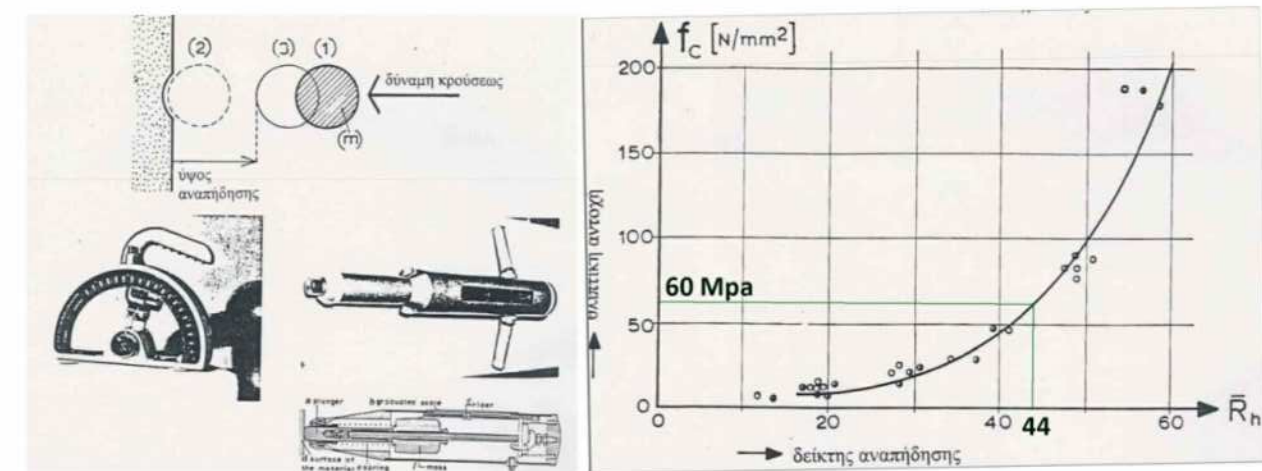
Σε κάθε θέση πραγματοποιήθηκαν 14 κρουσιμετρήσεις από τις οποίες απορρίφθηκε η μέγιστη και ελάχιστη τιμή μέτρησης. Επιπροσθέτως έγιναν μετρήσεις στον Λίθο Λ1 του οποίου η θλιπτική αντοχή προσδιορίστηκε εργαστηριακά (παρ.5.3) για την βαθμονόμηση του οργάνου.

Σημειώνεται ότι οι κρουσιμετρήσεις έχουν δευτερεύοντα ρόλο στην διερεύνηση των μηχανικών χαρακτηριστικών καθώς οι παράμετροι που οδηγούν σε σφάλματα στην μέτρηση είναι αρκετοί. Παρατηρείται μια ομοιομορφία στις ενδείξεις του κρουσιμέτρου που κυμαίνονται από 39 έως 49 με συνολικό μέσο όρο 43.78 (Πίνακας 5.5) από όπου συμπεραίνουμε μια ομοιομορφία στην θλιπτική αντοχή.

Η αντιστοίχιση των μετρήσεων με την θλιπτική αντοχή πραγματοποιήθηκε με την χρήση του διαγράμματος των Tassios, Mamillan (1985) όπου προκύπτει θλιπτική αντοχή περίπου 60 MPa (Εικόνα 5.6) τιμή πολύ κοντά σε αυτήν που υπολογίστηκε από τις δοκιμές θλίψης (παρ. 5.2).

Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Κρουσιμετρήσεων																
Θέση	ΝΟΤΙΟ ΒΑΘΡΟ											ΒΟΡΕΙΟ ΒΑΘΡΟ			Λ1(ΒΑΘΜ.)	
	ΚΡΣ1	ΚΡΣ2	ΚΡΣ3	ΚΡΣ4	ΚΡΣ5	ΚΡΣ6	ΚΡΣ7	ΚΡΣ8	ΚΡΣ9	ΚΡΣ10	ΚΡΣ11	ΚΡΣ12	ΚΡΣ13	ΚΡΣ14	ΚΡ Λ1	
Ένδειξη Κρουσιμέτρου	48	56	47	59	30	38	51	35	42	45	47	36	44	38	37	32
	54	50	46	32	50	46	40	38	47	48	47	42	30	44	47	46
	35	52	53	54	30	52	50	41	44	34	45	40	38	44	38	34
	42	34	34	46	48	36	40	38	35	47	45	44	36	42	40	38
	37	48	48	38	56	40	46	38	36	40	42	41	34	48	46	42
	50	54	50	52	45	42	46	42	40	32	49	48	44	50	44	42
	42	45	52	46	40	44	40	48	34	45	44	44	46	49	42	38
	42	50	38	42	38	48	38	48	39	50	42	43	45	42	52	38
	49	54	40	49	40	40	44	49	47	30	45	48	36	44	36	38
	52	48	50	54	56	42	43	38	42	48	44	38	45	43	38	40
	57	56	51	52	46	47	38	54	52	47	48	38	44	39	45	38
	45	48	22	50	48	37	41	31	52	47	38	46	51	38	38	39
	44	56	48	47	47	55	40	30	53	47	44	46	36	48	41	38
	39	48	46	53	48	50	40	37	51	37	49	30	34	52	48	42
M.O.	45.33	49.70	45.83	48.58	45.00	43.83	42.73	40.25	43.92	43.08	44.82	41.64	43.82	41.08	42.00	38.92
σ																
τ.απ.	8.53	11.13	9.14	8.50	4.96	7.03	5.01	5.76	6.27	7.24	6.49	4.20	5.01	6.76	3.91	2.31
M.O.	43.78															

Πίνακας 5.5 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα κρουσιμετρήσεων



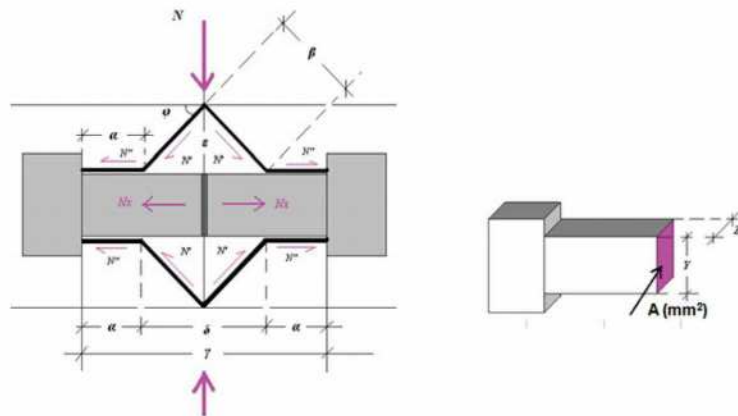
Εικόνα 5.6 Διάταξη κρουσιμέτρησης και αντιστοίχιση θλιπτικής αντοχής για λίθους, Tassios, Mamillan (1985) με σημειωμένες τις τιμές που προκύπτουν από τις μετρήσεις πεδίου.

#### 5.4 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ

Κατά τις εργασίες πεδίου πραγματοποιήθηκε λήψη των παρακάτω δειγμάτων κονιαμάτων (Κεφάλαιο 2-Διάγραμμα 2.8) με σκοπό τον εργαστηριακό προσδιορισμό της εφελκυστικής και έμμεσα της θλιπτικής αντοχής τους.

- ΚΓΛ1-2 συνδετικό υλικό μεταξύ των λίθων Λ1-2.
- ΚΓ1 λήψη από το εσωτερικό του ανασυρθέντος τμήματος 1 του ΝΔ βάθρου.
- ΚΓ2 λήψη από το μέσον του ανασυρθέντος τμήματος 1 του ΝΔ βάθρου.
- ΚΓ3 λήψη από το γέμισμα του ΒΑ βάθρου.
- ΚΓ4 λήψη από το πλευρικό ανασυρθέντος τμήματος 1 του ΝΔ βάθρου.
- ΚΓ5 λήψη από το πλευρικό τμήμα του ΒΑ βάθρου.
- ΚΓ6 λήψη από το πλευρικό ανασυρθέντος τμήματος 3 του ΝΔ βάθρου.

Ο έλεγχος εφελκυστικής αντοχής πραγματοποιήθηκε κατά την διάταξη Κατσαραγάκη – Τάσιου (Εικόνα 5.7).



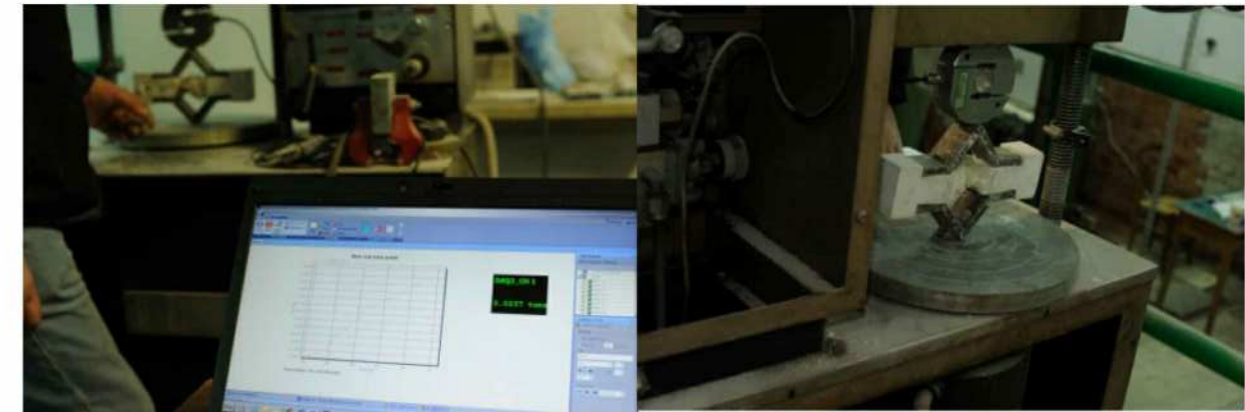
Εικόνα 5.7 – Πειραματική διάταξη για τον έλεγχο της εφελκυστικής αντοχής.

Έγινε διαμόρφωση των δοκιμών σύμφωνα με την παραπάνω διάταξη (Εικόνα 5.8) και επιβλήθηκε η δύναμη N. Κατά την διάρκεια επιβολής της δύναμης N πραγματοποιήθηκε ηλεκτρονική καταγραφή της επιβαλλόμενης δύναμης συναρτήσει του χρόνου (Εικόνα 5.9). Μετά την θραύση του δοκιμίου έγινε μέτρηση των επιφανειών αστοχίας με φωτογράφιση της και κατάλληλης μέτρησης σε σχεδιαστικό πρόγραμμα Η/Υ (Εικόνα 6.8). Η εφελκυστική αντοχή προέκυψε από την μετρούμενη δύναμη θραύσης και της μέση επιφάνεια αστοχίας.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζονται παρακάτω συγκεντρωτικά (Πίνακας 5.11) ενώ στο παράρτημα παρατίθεται η φωτογραφική τεκμηρίωση των θέσεων λήψης, διαμορφούμενων δοκιμών και επιφανειών θραύσης (Εικόνα 5.8).



Εικόνα 5.8 – Λήψη δείγματος, άποψη στο εργαστήριο και διαμόρφωση δοκιμίου



Εικόνα 5.9 – Πραγματοποίηση εργαστηριακής μέτρησης εφελκυστικής αντοχής κονιαμάτων.



Εικόνα 5.10 – Επιφάνειες αστοχίας δειγμάτων και διάταξη μέτρησης εμβαδού.

#### 5.4.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ

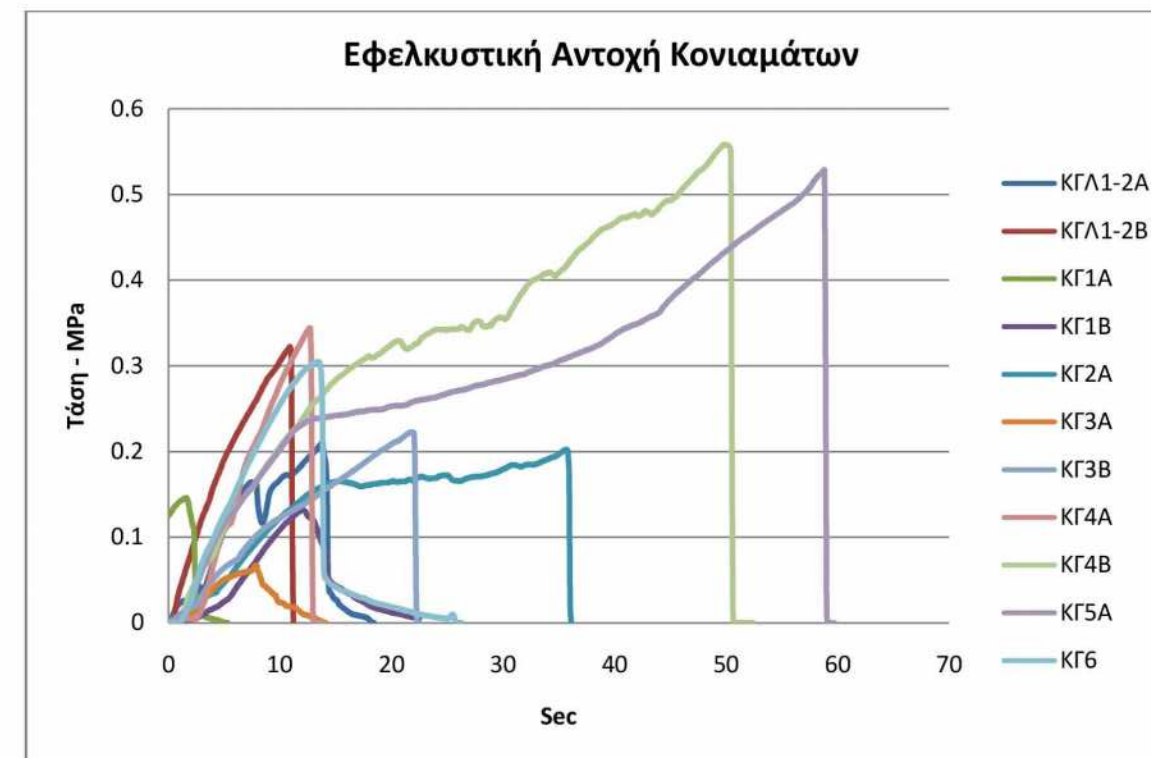
	Εμβαδόν αριστερό (cm <sup>2</sup> )	Εμβαδόν δεξιό (cm <sup>2</sup> )	Μέσος όρος (cm <sup>2</sup> )	Μέγιστη Δύναμη (N)	Τάση Αστοχίας(MPa)
Κ.Γ.Λ1-2 (Α)	9.78	10.56	10.17	213.7	<b>0.21</b>
Κ.Γ.Λ1-2 (Β)	8.07	8.57	8.32	268	<b>0.32</b>
Κ.Γ.1Α	14.41	13.55	13.98	203.8	<b>0.15</b>
Κ.Γ.1.Β	11.06	12.33	11.70	154	<b>0.13</b>
Κ.Γ.2.Α	18.16	16.65	17.41	352.1	<b>0.20</b>
Κ.Γ.3.Α	11.77	11.73	11.75	78.6	<b>0.07</b>
Κ.Γ.3.Β	11.60	12.22	11.91	265.1	<b>0.22</b>
Κ.Γ.4.Α	6.58	6.46	6.52	224.2	<b>0.34</b>
Κ.Γ.4.Β	9.76	10.44	10.10	563.7	<b>0.56</b>
Κ.Γ.5.Α	10.88	11.91	11.40	602.3	<b>0.53</b>
Κ.Γ.6	8.69	10.56	9.63	293.4	<b>0.30</b>
Κ.Τ.2	12.67	14.66	13.67	91.6	<b>0.07</b>
Κ.Τ.1	7.11	7.32	7.22	231.3	<b>0.32</b>
				M.O.	<b>0.27</b>

Πίνακας 5.11 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα εφελκυστικής αντοχής

Ο Μ.Ο. της εφελκυστικής αντοχής των κονιαμάτων (Πίνακας 5.11) είναι **0.27 MPa** που αντιστοιχεί σε εκτιμώμενη θλιπτική αντοχή **1.00 – 1.50 MPa**.

Σημειώνεται ότι τα αποτελέσματα εμπεριέχουν και την καταπόνηση-φθορά των κονιαμάτων από την έκθεση στις περιβαλλοντικές συνθήκες καθώς προέρχονται από τα εναπομείναντα τμήματα της γέφυρας. Στον Πίνακα 5.11 παρουσιάζονται επίσης και τα αποτελέσματα δύο δειγμάτων κονιάματος από το κτήριο τελωνείου(ΚΤ1,ΚΤ2) που δεν λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του μέσου όρου.

Τέλος παρουσιάζεται για εποπτικούς κυρίως λόγους η γραφική παράσταση της επιβαλλόμενης τάσης συναρτήσει του χρόνου επιβολής της(Διάγραμμα 5.12). Παρατηρείται η αστοχία των περισσότερων δειγμάτων σε ένα εύρος τάσεων 0.15-0.35MPa ενώ είναι εμφανής η διαφοροποίηση των δύο δειγμάτων που παρουσίασαν και την μεγαλύτερη αντοχή ΚΓ4Β 0.56 MPa και ΚΓ5Α 0.53 MPa.



Διάγραμμα 5.12 Γραφική παράσταση τάσης – χρόνου επιβολής δύναμης

#### 5.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Από τους εργαστηριακούς ελέγχους και τις μετρήσεις στα δομικά υλικά συνοψίζοντας συμπεραίνουμε:

- Θλιπτική αντοχή λίθων γέφυρας **55 MPa**
- Εφελκυστική αντοχή κονιάματος **0.27 MPa**
- Θλιπτική αντοχή κονιάματος **1.00 MPa**
- Εκτιμάται ομοιομορφία στην θλιπτική αντοχή των λίθων βάσει των κρουσιμετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν.

Θα γίνει η παραδοχή θλιπτικής αντοχής λίθων τόξου **80 MPa** τιμή κοντά στον Μ.Ο. των μετρήσεων που έγιναν καθώς και την παραδοχή βάσει παρατηρήσεων (Κεφάλαιο 4) ότι τα λιθοσώματα του τόξου ήταν καλύτερης ποιότητας από αυτά του υπόλοιπου φορέα. Αντίστοιχα στο τόξο θα θεωρηθεί κονίαμα θλιπτικής αντοχής 2.00 MPa.

Τα παραπάνω συμπεράσματα θα αξιοποιηθούν στο Κεφάλαιο 8 για τον προσδιορισμό των μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας και την υπολογιστική προσομοίωση της γέφυρας.

**Κεφάλαιο 6**  
**ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΚΑΙ ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ**



## 6.ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΚΑΙ ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

### 6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο εδάφιο αυτό παρουσιάζονται οι Γεωλογικές και Γεωτεχνικές Εκτιμήσεις αναφορικά με την θεμελίωση της Γέφυρας Κοράκου. Θα γίνουν διαπιστώσεις βάσει των στοιχείων που έχουν συλλεχθεί για την ποιότητα του εδάφους θεμελίωσης και θα προσδιοριστούν οι παράμετροι που θα χρησιμοποιηθούν για την στατική μελέτη της Γέφυρας. Λόγω των ελλειπών στοιχείων που έχουμε στην διάθεσή μας, η στατική μελέτη θα συμπεριλαμβάνει περισσότερες επιλύσεις με ένα εύρος τιμών των ιδιοτήτων της θεμελίωσης με σκοπό να εντοπιστεί η ευαισθησία των αποτελεσμάτων.

### 6.2 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ.

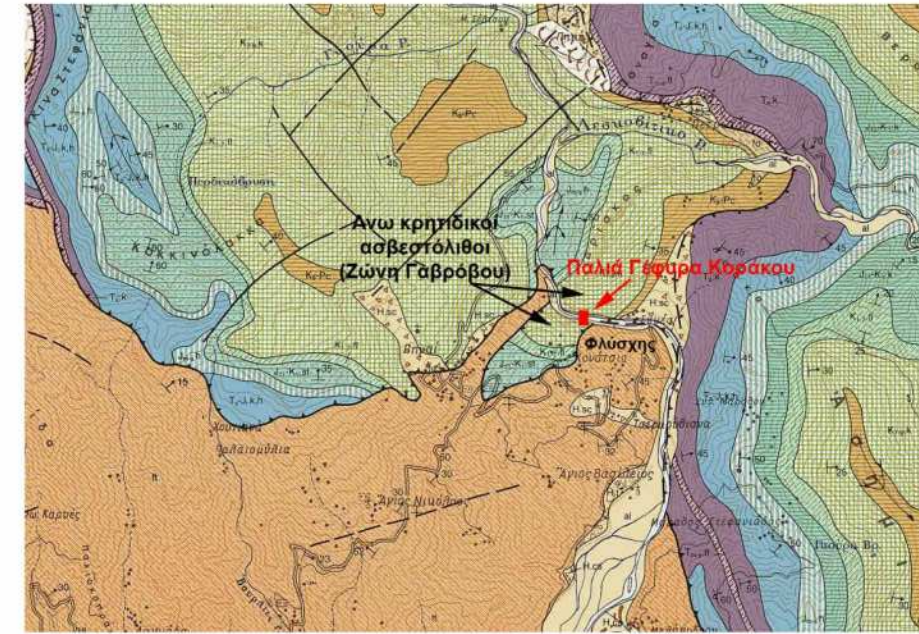
Παρουσιάζονται οι γεωλογικές συνθήκες του έργου, όπως διαπιστώθηκαν κατά την αυτοψία που διενεργήθηκε στις 7,8 Σεπτεμβρίου 2017 (**Κεφάλαιο 2**) και την βιβλιογραφική έρευνα που ακολούθησε με την βοήθεια του Καθηγητή Ε.Μ.Π. κ. Καββαδά Μιχαήλ. Για τον λόγο αυτό γίνεται χρήση του γεωλογικού χάρτη του ΙΓΜΕ (Φύλλο Μυρόφυλλο) όπου έχει σημειωθεί η θέση της Γέφυρας Κοράκου (**Εικόνα 6.1**).

Γεωλογικώς η περιοχή της γέφυρας δομείται επί ασβεστόλιθου. Ειδικότερα το βόρειο βάθρο βρίσκεται καθαρά στην περιοχή Άνω Κρητιδικών ασβεστόλιθων (Ζώνη Γαβρόβου) οι οποίοι μάλιστα είναι ανορθωμένοι χαρακτηριστικά όπως φαίνεται στην **Εικόνα 6**.

Κατ' αντιστοιχία και το νότιο βάθρο εδράζεται επί ασβεστόλιθου αλλά πολύ κοντά στο νότιο βάθρο και νοτιότερα αυτού ο ασβεστόλιθος συνορεύει με φλύσχη (**Εικόνα 6.1-3**).

Η έδραση και των δύο βάθρων σε ασβεστόλιθο έχει καταγραφεί και από τον Γερμανό γεωγράφο και γεωλόγο περιηγητή Alfred Philipsson (**Εικόνα 6.4**) ο οποίος αναφέρει :

“ Το πέτρωμα εντός του φαραγγιού και στα δύο αντερείσματα είναι του ποταμού είναι ένας λεπτοστρωματώδης ασβεστόλιθος, που είναι εξαιρετικά πολύπλοκα πτυχωμένος, αλλά γενικά κλίνει απότομα προς τα ΒΑ. Σ' αυτόν περικλείονται εδώ και εκεί συστήματα από σχίστες. Στην αριστερή όχθη λίγο πριν την γέφυρα περικλείονται τομές από σκουλήκια βάσει των οποίων ταξινομούνται οι ασβεστόλιθοι στο ανώτερο Καινομάνιο(Κρητιδικό). Οι συσχετισμοί συνεπώς εδώ των στρωμάτων είναι εξαιρετικά πολύπλοκοι : κατώτερη η ασβεστολιθική μάζα, νότια της γέφυρας εμφανίζεται ηωκαινικός φλύσχος (με νομουλίτες), στο εσωτερικό των έντονα πτυχωμένων ασβεστολιθών εμφανίζονται αδιαμφισβήτητα ασβεστόλιθοι του Κρητιδικού.Υπερκείμενοι αυτών ανατολικά της γέφυρας εμφανίζονται ασβεστόλιθοι με ορβιτοειδή δηλαδή ξανά τα ανώτερα (ηωκαινικά) ασβεστολιθικά στρώματα. ”



**Εικόνα 6.1** Απόσπασμα του γεωλογικού χάρτη του ΙΓΜΕ (Φύλλο Μυρόφυλλο) με σημειωμένη την θέση της γέφυρας.

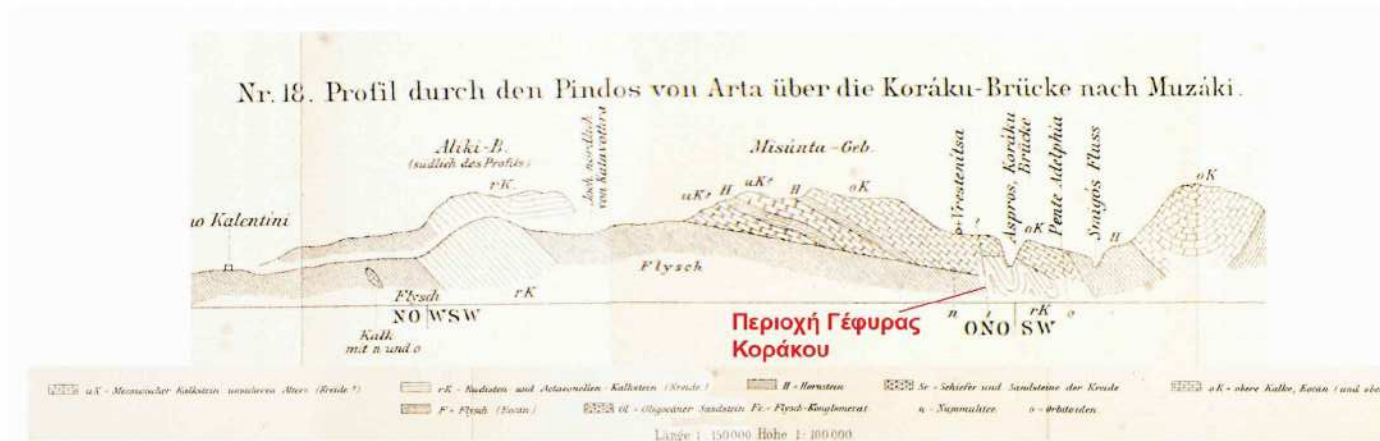


**Εικόνα 6.2** Βορειοανατολικό ακρόβαθρο γέφυρας, έδραση επί ασβεστόλιθου χαρακτηριστικά ανορθωμένου.



**Εικόνα 6.3** Νοτιοδυτικό ακρόβαθρο γέφυρας, έδραση επί ασβεστόλιθου.

Ο γεωλόγος έχει καταγράψει τις παρατηρήσεις του στην παρακάτω γεωλογική τομή της περιοχής.



**Εικόνα 6.4** Απόσπασμα γεωλογικής τομής του Alfred Philippson στην οποία καταγράφεται η ύπαρξη ασβεστόλιθου και στα δύο αντερείσματα της γέφυρας καθώς και ο γειτονικός στο Νοτιοδυτικό βάθρο φλύσχης.

### 6.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΒΑΘΡΩΝ

Όπως έχει ήδη αναλυθεί η κοίτη του ποταμού έχει ανέλθει σημαντικά με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η πρόσβαση στην στάθμη θεμελίωσης των ακροβάθρων στην παρούσα φάση. Εξαιτίας αυτού δεν μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για τις ακριβείς συνθήκες έδρασης παρά να γίνουν υποθέσεις.

Βάσει παρόμοιων περιπτώσεων γεφυρών (**Κεφάλαιο 4**) προκύπτει ότι η μορφή έδρασης επί του ασβεστόλιθου, όπως αυτή παρουσιάζεται παρακάτω, είναι απολύτως εύλογη και πιθανή. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η πέτρινη μονότοξη του 13<sup>ου</sup> αιώνα Γέφυρα Τριζώλου στον Λιασκοβίτικο, παραπόταμο του Αχελώου και βρισκόμενη σε κοντινή απόσταση με θεμελίωση βάθρων σε βράχο άμεσα συγκρίσιμη (**Εικόνα 6.5**). Η συμβατότητα της γεωμετρίας διαπιστώθηκε και από την Ιστορική τεκμηρίωση (**Κεφάλαιο 1**) και τις περιγραφές της μορφολογίας των εκατέρωθεν βράχων θεμελίωσης.



**Εικόνα 6.5** Έδραση γέφυρας Τριζώλου, (Φωτογραφία Χρήστος Γιαννέλος) σε αντιστοίχιση με τμήμα του προσομοιώματος της Γέφυρας Κοράκου

### 6.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Με σκοπό να προσδιοριστεί η επίδραση της έδρασης επί του ασβεστόλιθου στην ανωδομή θα πραγματοποιηθούν παραμετρικές στατικές επιλύσεις (μελέτη ευαισθησίας).

Οι προτεινόμενες τιμές σταθεράς ελατηρίου βράχου ελλείψει λεπτομερέστερων γεωτεχνικών χαρακτηριστικών είναι  $K_{min} 40 \text{ MN/m}^3$  και  $K_{max} 100 \text{ MN/m}^3$  ενώ για σεισμική φόρτιση μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τριπλάσιες τιμές.

Ενώ και τα δύο βάθρα εδράζονται σε ασβεστόλιθο η παρουσία του φλύσχη εμφανίζεται επιφανειακά κοντά στο Νοτιοδυτικό βάθρο οπότε είναι αναγκαία η διερεύνηση με χρήση διαφορετικών τιμών  $K$  σε στάδιο προμελέτης.

Θα γίνουν παραμετρικές αναλύσεις για την κρίσιμη φόρτιση υπο το ίδιο βάρος σύμφωνα με πρόταση του Καθηγητή Ε.Μ.Π. κ. Καββαδά Μιχαήλ με τις εξής ιδιότητες:

- Υψηλό  $K_{max}$  και στα δύο βάθρα.
- Χαμηλό  $K_{min}$  και στα δύο βάθρα.
- Υψηλό  $K_{max}$  στο Βορειοανατολικό και χαμηλό στο Νότιοδυτικό βάθρο.

Τα αποτελέσματα των παραπάνω αναλύσεων παρουσιάζονται στο **Κεφάλαιο 9**.

## Κεφάλαιο 7 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

## 7. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

### 7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο εδάφιο αυτό γίνεται η προσπάθεια συλλογής και επεξεργασίας των υδρολογικών και υδραυλικών χαρακτηριστικών της περιοχής ανάντη της γέφυρας Κοράκου με σκοπό να συγκεντρωθούν στοιχεία που αφορούν την αναστήλωση της ιστορικής γέφυρας. Οι πληροφορίες αντλούνται από υδρολογικές και περιβαλλοντικές μελέτες που έχουν συνταχθεί για τα έργα εκτροπών και φραγμάτων της Θεσσαλίας από την ΔΕΗ και της έκθεσης του καθηγητή ΕΜΠ Δ. Κουτσογιάννη για την προσαρμογή των μελετών εκτροπής του Αχελώου.

### 7.2 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ο Αχελώος είναι ο μεγαλύτερος σε παροχή από τους ποταμούς που βρίσκονται εξ ολοκλήρου σε ελληνικό έδαφος. Πηγάζει από το όρος Λάκμος της Πίνδου στην περιοχή του Μετσόβου και αφού διατρέξει ένα μήκος περί τα 220 km εκβάλλει στο Ιόνιο Πέλαγος απέναντι από τα νησιά Εχινάδες. Η λεκάνη του εντοπίζεται γεωγραφικά στο υδατικό διαμέρισμα της Δυτικής Στερεάς Ελλάδας. Δυτικά περικλείεται από τα Τζουμέρκα, τα όρη του Βάλτου και το Μακρυνόρος, βόρεια από το Λάκμο και Ανατολικά από τα όρη της Νότιας Πίνδου, τα Άγραφα, τον Τυμφρηστό και το Παναιτωλικό. Κυριότεροι παραπόταμοι του Αχελώου είναι ο Αγραφιώτικος, ο Ταυρωπός (ή Μέγδοβας) και ο Τρικεριώτης.

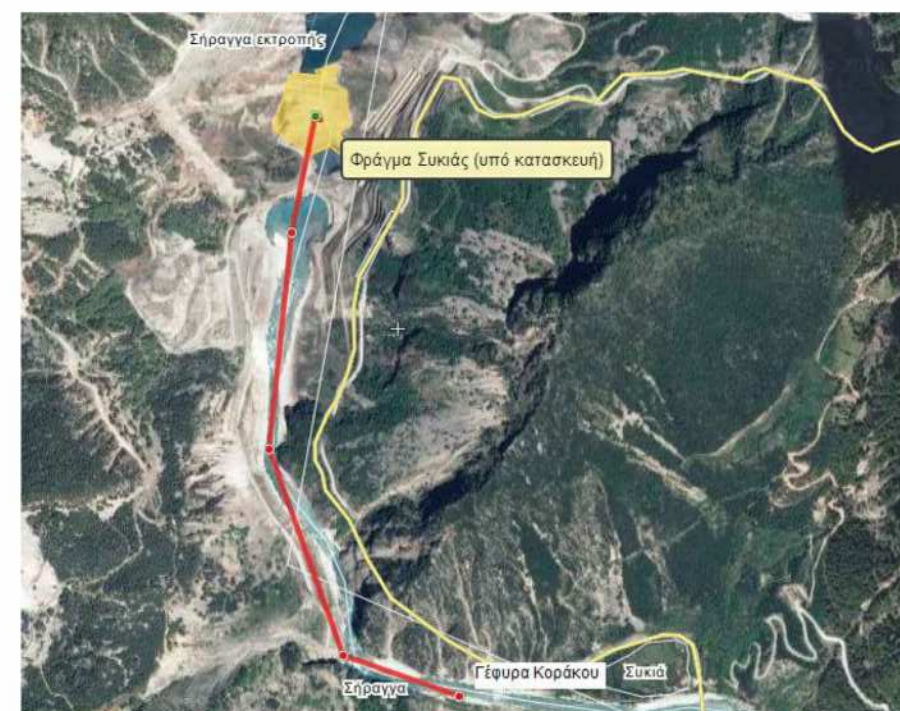
Η περιοχή της Νότιας Πίνδου – Λεκάνης Άνω Αχελώου που μας ενδιαφέρει αποτελεί ορεινή περιοχή με όλα τα συνήθη μορφολογικά χαρακτηριστικά: έντονο έως ισχυρά έντονο ανάγλυφο με συχνά απόκρημνα πρηνή και πολλαπλές πτυχώσεις, εξαιρετικά απότομες κλίσεις, βαθιά μαιανδρικά φαράγγια και ορεινούς όγκους με ψηλές κορυφές. Αναπτύσσεται ένα πυκνό ιδιαίτερα διακλαδιζόμενο υδρογραφικό δίκτυο κύριος κορμός και αποδέκτης του οποίου αποτελεί ο Αχελώος με τους παραποτάμους του.

Έως το ύψος της Συκιάς, κατάντη της οποίας τα μορφολογικά χαρακτηριστικά αλλάζουν δραστικά, κυριαρχεί τα παραπάνω ορεινό τοπίο με βραχώδη πρηνή αποτελούμενα κυρίως από μη διαπερατούς σχηματισμούς. Σημειώνεται επίσης ότι ένα χαρακτηριστικό πρόβλημα των λεκανών του Άνω Αχελώου είναι η μεταφορά φερτών υλικών που οφείλεται κυρίως στο έντονο ανάγλυφο, το μέσο ετήσιο ύψος βροχής που κυμαίνεται από 1535 mm έως 2785 mm και τους ιδιαίτερα ευπαθείς σε χειμαρρικά φαινόμενα πετρολογικούς σχηματισμούς.

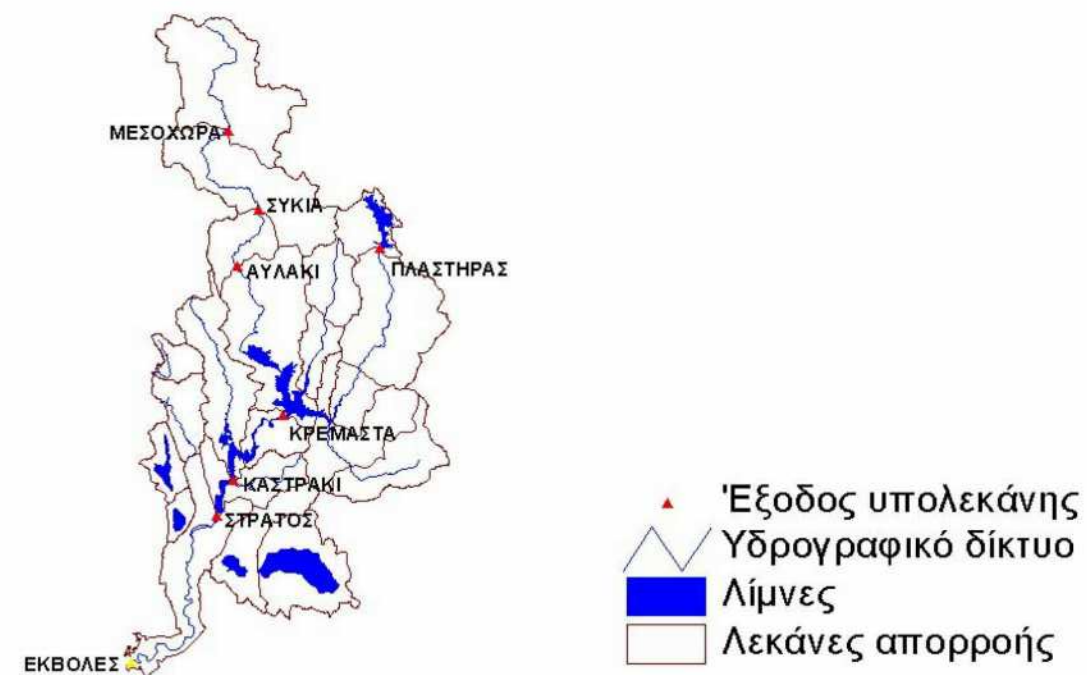
Η γέφυρα Κοράκου βρίσκεται 1.50 χλμ κατάντη του ημιτελούς φράγματος της Συκιάς (Εικόνα 7.1) που αποτελεί μέρος των έργων εκτροπής του Αχελώου.

### 7.3 ΒΑΣΙΚΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Οι βασικές υπολεκάνες του Αχελώου είναι αυτές ανάντη των θέσεων Μεσοχώρας (φράγμα), Συκιάς (ημιτελές φράγμα), Αυλακίου (θέση μέτρησης), Κρεμαστά (φράγμα), Καστράκι (φράγμα) και Στράτος (φράγμα) (Εικόνα 7.2).



Εικόνα 7.1 Θέση Γέφυρας Κοράκου & Φράγμα Συκιάς (υπό κατασκευή).



Εικόνα 7.2 Σχηματική αναπαράσταση λεκανών απορροής Αχελώου

Οι υδρολογικές λεκάνες που μας αφορούν είναι οι υπολεκάνες του Άνω Αχελώου ανάντη των θέσεων των φραγμάτων Μεσοχώρας και Συκιάς. Στις θέσεις Μεσοχώρα και Συκιά έχουν υπάρξει υδρομετρικοί σταθμοί χωρίς όμως ικανοποιητική λειτουργία. Για τον λόγο αυτό είχαν χρησιμοποιηθεί τα δεδομένα του κατάντη υδρομετρικού σταθμού στην θέση Αυλάκι (ιστορική περίοδος από το υδρολογικό έτος 1960-61 έως 1993-94 (34 χρόνια).

Στους παρακάτω πίνακες (Πίνακες 7.3-4) παρουσιάζονται βασικά δεδομένα των λεκανών από τα οποία σημειώνεται ο υψηλός συντελεστής απορροής 0.68. τους. Αναμένουμε βάσει αυτού την μετατροπή του μεγαλύτερου ποσοστού της βροχόπτωσης σε απορροή.

Ποταμός	Υπολεκάνη	Έκταση, km <sup>2</sup>	Μέσο υψόμετρο, m
Αχελώος	Ανάντη θέσης φράγματος Μεσοχώρας	633.0	1416
Αχελώος	Ανάντη θέσης φράγματος Συκιάς	1171.7	1307
Αχελώος	Ενδιάμεση μεταξύ θέσεων φραγμάτων Μεσοχώρας και Συκιάς	538.7	1179
Αχελώος	Ανάντη θέσης μέτρησης Αυλακίου	1358.3	1239
Αχελώος	Ενδιάμεση μεταξύ θέσης φράγματος Συκιάς και θέσης μέτρησης Αυλακίου	186.6	812

Πίνακας 7.3 Λεκάνες απορροής Άνω Αχελώου

Υπολεκάνη	Περίοδος 1960-94			Υποπερίοδος 1960-86			Υποπερίοδος 1986-94		
	Βροχό- πτωση, mm	Απορ- ροή, mm	Συντε- λεστής απορ- ροής	Βροχό- πτωση, mm	Απορ- ροή, mm	Συντε- λεστής απορ- ροής	Βροχό- πτωση, mm	Απορ- ροή, mm	Συντε- λεστής απορ- ροής
Μεσοχώρα	1730.6	1168.5	0.68	1791.4	1256.9	0.70	1533.1	881.3	0.57
Συκιά	1850.6	1255.0	0.68	1915.4	1348.7	0.70	1640.1	950.4	0.58
Μεσοχώρα -Συκιά	1991.7	1356.6	0.68	2061.2	1456.6	0.71	1765.8	1031.7	0.58
Αυλάκι	1778.8	1206.9	0.68	1842.3	1296.3	0.70	1572.5	916.4	0.58

Πίνακας 7.4 Συντελεστές απορροής υπολεκανών Άνω Αχελώου.

Καθώς για τον σχεδιασμό μας ενδιαφέρουν οι πλημμυρικές αιχμές, στον παρακάτω πίνακα(7.5α) παρουσιάζονται διαθέσιμες ιστορικές μετρήσεις της περιόδου 1938-1970 στην θέση Κρεμαστών (3570 m<sup>3</sup>) που με αναγωγή των μεγεθών με την λεκάνη της Συκιάς (1170 m<sup>3</sup>), συντελεστής αναγωγής 0.33, μπορούν να δώσουν μια εκτίμηση των πλημμυρικών αιχμών στην θέση της γέφυρας (Διάγραμμα 7.5β). Σημειώνεται ότι κατά τα έτη μετρήσεων 1938-1949 (αριστερό τμήμα πίνακα) η γέφυρα υπήρχε. Παρατηρούμε μεγάλη διακύμανση τιμών με μέγιστη εκτιμώμενη πλημμυρική αιχμή 1450 m<sup>3</sup>/sec.

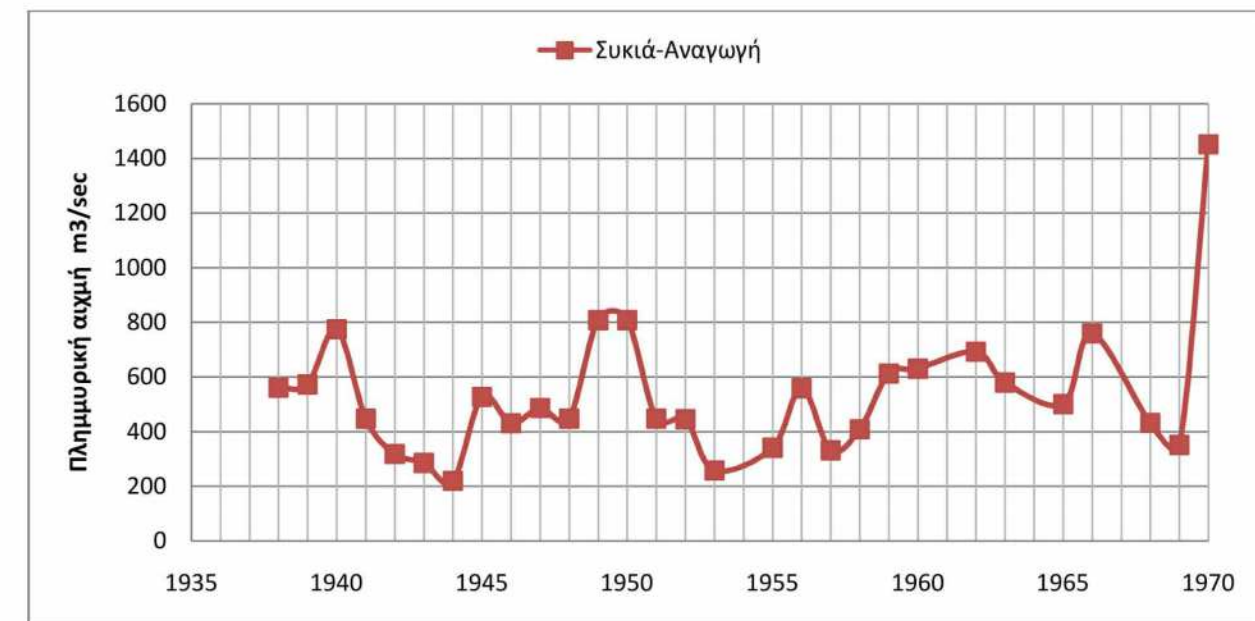
Σήμερα το τοπίο διαμορφώνεται από τα γειτονικά έργα εκτροπής του Αχελώου και κυρίως από το ημιτελές φράγμα της Συκιάς.

DATE	DISCHARGE m <sup>3</sup> /sec
December 24 1938	1 700
March 28 1939	1 725
December 7 1939	1 738
January 6 1940	2 350
December 8-9 1940	1 850
January 17 1941	1 337
February 25 1941	1 359 *
November 5 1941	1 315
January 8 1942	968
November 25 1943	867
October 19 1944	668
January 30 1945	1 600
November 17 1946	1 308
January 27 1947	1 359 *
December 13 1947	1 475
January 1 1948	1 359 *
February 24 1948	1 359 *
April 7 1948	1 359 *
November 6-9 1949	2 450
November 17 1949	2 350

February 8 1950	1 131
November 6 1950	2 450 ◊
October 25 1951	1 359
December 5 1952	1 352
November 5 1953	784
December 8 1954	1 166
November 16 1955	1 036
November 3 1956	1 695
December 31 1957	1 008
February 20 1958	1 241
January 13 1959	1 858
January 11 1960	1 913
December 11 1960	1 031
March 2 1962	2 100
December 17 1962	1 880 *
December 20 1963	1 759 *
January 20 1965	1 520 *
January 13 1966	2 305 *
November 19 1966	1 667 *
January 8 1968	1 312 *
February 14 1969	1 067 *
January 6 1970	1 902 *
December 31 1970	4 400

PEAK DISCHARGE  
IN THE PERIOD OF RECORD  
1938 - 1970

Πίνακας 7.5α Μετρήσεις παροχής αιχμής στην θέση Κρεμαστά περίοδου 193-1970



Διάγραμμα 7.5β Πλημμυρικές αιχμές Συκιάς από αναγωγή μετρήσεων στην θέση Κρεμαστά (1938-1970)

#### 7.4 ΕΡΓΑ ΕΚΤΡΟΠΗΣ ΑΧΕΛΩΟΥ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΛΕΚΑΝΩΝ

Καθώς τα έργα εκτροπής του Αχελώου διαμορφώνουν τις υδρολογικές παραμέτρους παρουσιάζεται συνοπτικά η παρούσα χωροθέτηση και κατάσταση τους.

Τα έργα εκτροπής περιλαμβάνουν τα παρακάτω:

α. Φράγμα Μεσοχώρας στον Αχελώο. Λιθόρριπτο φράγμα με ανάντη πλάκα από σκυρόδεμα, ύψους 135m, του οποίου έχει ολοκληρωθεί η κατασκευή από το 2001 αλλά δεν λειτουργεί και δεν έχει γεμίσει ο ταμιευτήρας του έκτασης 7,8 τετραγωνικών χιλιομέτρων (ωφέλιμη χωρητικότητα ταμιευτήρα 228 hm<sup>3</sup>).

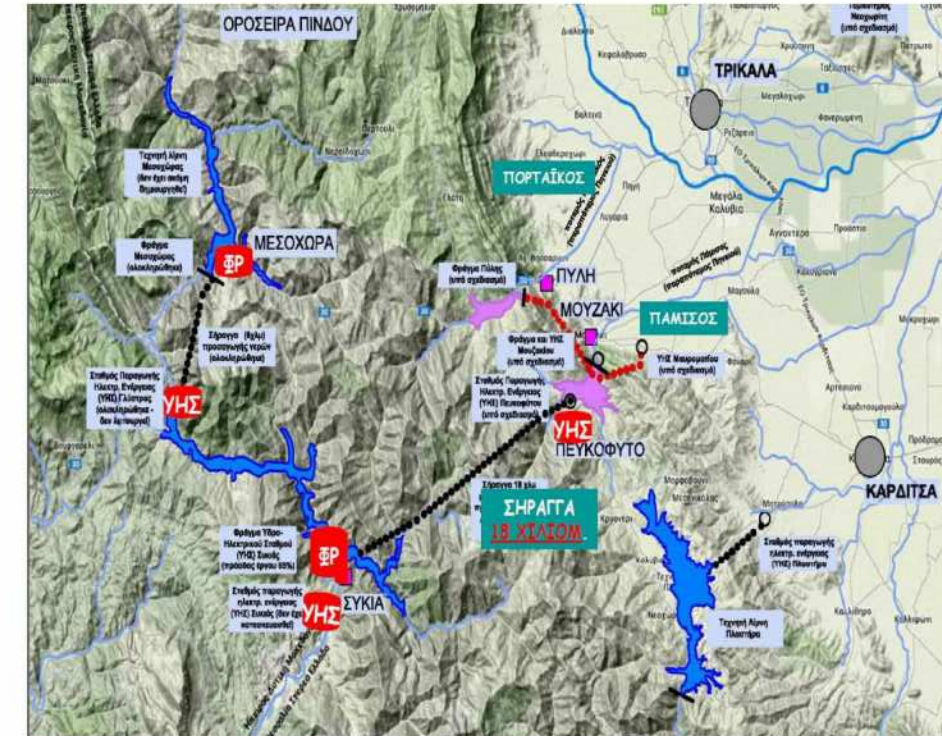
β. Φράγμα Συκιάς στον Αχελώο. Προβλέπεται η κατασκευή με αμμοχάλικο κοίτης και κεντρικό αδιαπέρατο πυρήνα. Το ύψος του φράγματος είναι 150m και ο ταμιευτήρας έχει ωφέλιμη χωρητικότητα 502 hm<sup>3</sup>. Το έργο δεν έχει ολοκληρωθεί και έχει σταματήσει λόγω εμπλοκής του ΣΤΕ.

γ. Φράγμα Πύλης στον Πορταϊκό. Σύμφωνα με τη μελέτη της ΔΕΗ/ΔΑΥΕ (1987) το φράγμα προβλέπεται να έχει ύψος 90 m και ο ταμιευτήρας ωφέλιμη χωρητικότητα 47 hm<sup>3</sup>. Λόγω μικρής χωρητικότητάς του αλλά της μεγάλης του απορροής, ο ταμιευτήρας λειτουργεί σε συνδυασμό με τον ταμιευτήρα Μουζακίου, προς τον οποίο εκτρέπει τα αποθέματά του μέσω συνδετήριας σήραγγας. Το έργο αυτό δεν έχει ακόμα υλοποιηθεί.

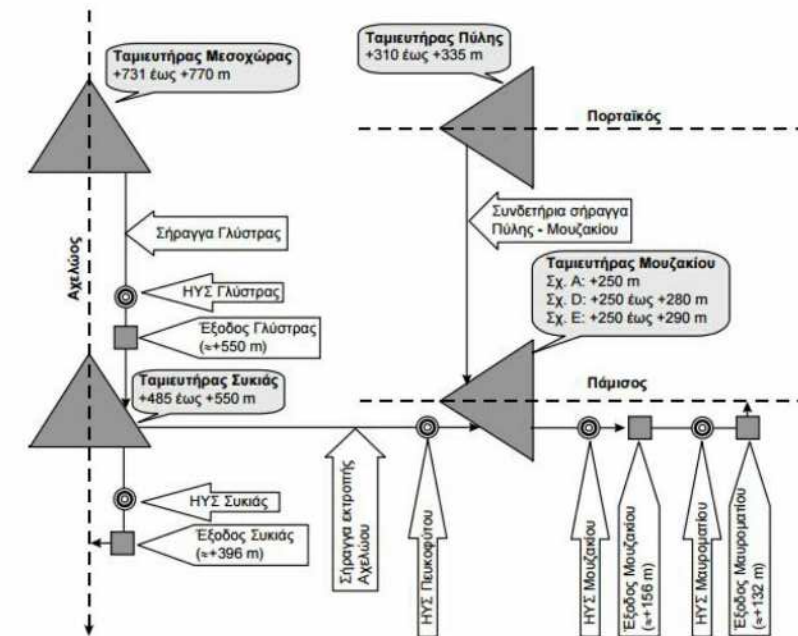
δ. Φράγμα Μουζακίου στον Πάμισο. Σύμφωνα με την μελέτη της ΔΕΥ/ΔΑΥΕ (1987) το φράγμα προβλεπόταν να έχει ύψος 114 m και ο ταμιευτήρας θα έχει ωφέλιμη χωρητικότητα 355 hm<sup>3</sup>. Το έργο αυτό δεν έχει ακόμα υλοποιηθεί.



Εικόνα 7.8 Φράγμα Συκιάς.



Εικόνα 7.6 Θέση Φραγμάτων και σήραγγων



Εικόνα 7.9 Σχηματική αναπαράσταση έργων εκτροπής Αχελώου και χαρακτηριστικές στάθμες.

Η λειτουργία των έργων και τα διαφορετικά σενάρια εκτροπής προς Θεσσαλία από την θέση Συκιά καθορίζουν το εκμεταλλεύσιμο υδατικό δυναμικό του Αχελώου καθώς και τις ελάχιστες φυσικές παροχές πενταετίας κατά μήκος του που παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Αποτίμηση του επιφανειακού υδατικού δυναμικού και των δυνατοτήτων εκμετάλλευσής του στη λεκάνη του Αχελώου και τη Θεσσαλία). Σημειώνεται ότι το δυσμενές και κανονικό σενάριο αφορούν την στατιστική αντιμετώπιση και ενσωμάτωση της περιόδου ξηρασίας 1987-94 .

Θέση	Μεσοχώρα	Συκιά	Αυλάκι	Κρεμαστά	Καστράκι	Στράτος	Εκβολές
Εκταση λεκάνης (km <sup>2</sup> )	633	1172	1358	3570	4118	4320	4860
Μέση υπερετήσια φυσικοποιημένη εισροή (m <sup>3</sup> /s)							
Κανονικό σενάριο	23.5	46.6	52.0	117.1	127.5	132.5	138.5
Δυσμενές σενάριο	18.7	37.3	41.7	85.4	97.7	101.6	106.1
Ισοδύναμο ύψος απορροής (mm)							
Κανονικό σενάριο	1169	1255	1207	1035	976	968	899
Δυσμενές σενάριο	932	1005	968	754	748	741	689
Μέση ετήσια φυσικοποιημένη παροχή (m <sup>3</sup> /s)							
Υγρού έτους	29.0	60.9	68.6	143.1	153.6	159.7	166.9
Μέσου έτους	24.8	47.7	53.8	117.3	125.2	130.1	136.0
Ξηρού έτους	16.8	32.9	36.9	85.9	93.6	97.3	101.7
Ελάχιστη φυσικοποιημένη παροχή πενταετίας (m <sup>3</sup> /s)							
Μέση μηνιαία	1.2	3.1	4.1	12.0	19.5	20.3	21.2
Μέση ημερήσια	0.8	2.0	2.6	7.8	12.7	13.2	13.8
Μέση υπερετήσια εισροή (hm <sup>3</sup> ) - Χωρίς εκτροπή							
Κανονικό σενάριο	740	1470	1639	3504	4020	4054	4369
Δυσμενές σενάριο	590	1177	1315	2503	3080	3077	3347
Μέση υπερετήσια εισροή (hm <sup>3</sup> ) - Με εκτροπή 300 hm <sup>3</sup>							
Κανονικό σενάριο	740	1170	1339	3204	3720	3754	4069
Δυσμενές σενάριο	590	877	1015	2203	2780	2777	3047
Μέση υπερετήσια εισροή (hm <sup>3</sup> ) - Με εκτροπή 600 hm <sup>3</sup>							
Κανονικό σενάριο	740	870	1039	2904	3420	3454	3769
Δυσμενές σενάριο	590	577	715	1903	2480	2477	2747

**Πίνακας 7.10** Πίνακας χαρακτηριστικών υδρολογικών και διαχειριστικών μεγεθών , στις λεκάνες του Αχελώου.

Τα υδρολογικά δεδομένα και οι μέγιστες παροχές που αφορούν την θέση της γέφυρας θα καθορισθούν από τα σενάρια υπερχειλίσης του φράγματος Συκιάς (**Πίνακας 7.10**) που είναι άμεσα συνδεδεμένα με τον όγκο πιθανής εκτροπής.

Σημειώνεται ότι σήμερα η ημιτελής μορφή των έργων στην Συκιά δεν μπορεί να συνδεθεί με οποιοδήποτε σχεδιασμό καθώς τα βοηθητικά έργα εκτροπής έχουν ήδη ξεπεράσει τον χρονικό ορίζοντα μελέτης τους και πλέον είναι θέμα χρόνου αλλά βέβαιο ότι θα σημειωθεί γεγονός ιδιαίτερα επικίνδυνο για τα κατάντη τμήματα.

## 7.5 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΚΟΙΤΗΣ ΣΤΗΝ ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΚΟΡΑΚΟΥ

Ανάντη της γέφυρας σε απόσταση 250 μέτρων , προς το φράγμα της Συκιάς παρατηρείται καμπή περίπου 80 μοίρων του ποταμού όπου από Βόρεια - Νότια ροή γίνεται μετάβαση σε Δυτική-Ανατολική. Προς την κατάντη πλευρά σε απόσταση 600 m συναντάμε την νέα γέφυρα από Ω.Σ. και αμέσως μετά ο ποταμός ακολουθεί Νότια πορεία. Η κοίτη έχει σταθερό γενικό πλάτος 60-70 m. εως την νέα γέφυρα όπου κατάντη της αρχίζει μεγάλη διαπλάτυνση .



**Εικόνα 7.11** Φωτογραφική κάτοψη της περιοχής μελέτης.

Από την στροφή ανάντη εως την θέση της ιστορικής γέφυρας τα πρανή εκατέρωθεν είναι μεγάλης κλίσης ενώ όσο πλησιάζουμε στην τοποθεσία της νέας γέφυρας το τοπίο γίνεται ομαλότερο . Στην κοίτη του ποταμού στην θέση της γέφυρας εντοπίστηκαν (έμμεσα μέσω συγκριτικών συμπερασμάτων συνδυάζοντας τις επιτόπιες μετρήσεις και πληθώρα φωτογραφικού υλικού) σημαντικές επιχώσεις της τάξεως περίπου 7-8 μέτρων από τα έργα που έχουν γίνει από την ΔΕΗ τα προηγούμενα έτη καθώς και από φερτά υλικά προερχόμενα από το ημιτελές φράγμα της Συκιάς.



**Εικόνα 7.12** Μπάζωμα πλησίον βορείου βάθρου γέφυρας και φυλακίου.

## 7.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ

- Ο ποταμός Αχελώος στην Άνω λεκάνη του κινείται σε ορεινό τοπίο μέσω αδιαπέρατων σχηματισμών οπότε αναμένουμε μεγάλες διακυμάνσεις στην παροχή και πλημμυρικά επεισόδια. Ο συντελεστής απορροής είναι μεγάλος (0.68)(Πίνακας 7β.4) οπότε το μεγαλύτερο ποσοστό της βροχόπτωσης μετατρέπεται σε απορροή ιδιαίτερα σε μεγάλης διάρκειας επεισόδια.
- Το έργο του φράγματος Συκιάς δεν έχει ολοκληρωθεί με αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται εδώ και περίπου 15 χρόνια η σήραγγα εκτροπής η οποία σχεδιάστηκε για να λειτουργήσει για περίπου 5 χρόνια (περίοδος επαναφοράς όση και η αρχικά προβλεπόμενη διάρκεια του έργου). Το παραπάνω γεγονός εγκυμονεί κινδύνους καθώς εάν η είσοδος της σήραγγας μπλοκαριστεί από την διαδοχική συγκέντρωση φερτών υλικών θα προκληθεί έμφραξη με επικίνδυνα αποτελέσματα. **Για τον λόγο αυτό οποιαδήποτε εργασία ανακατασκευής της Γέφυρας πρέπει να υλοποιηθεί μετά την ολοκλήρωση των έργων του φράγματος.**
- Τα δεδομένα υπολογισμού ενός πλημμυρικού φαινομένου θα προκύψουν από σενάριο υπερχείλισης του φράγματος της Συκιάς με περίοδο επαναφοράς ίση με την περίοδο επαναφοράς του σχεδιασμού της γέφυρας.
- Κρίνεται απαραίτητο να απομακρυνθούν από την κοίτη του ποταμού τόσο στην θέση της γέφυρας όσο και ανάντη αυτής τα παράγωγα εκσκαφών των έργων της ΔΕΗ που είχαν ως αποτέλεσμα να αυξήσουν την στάθμη του ποταμού και πολύ πιθανόν να έχουν καλύψει τμήματα της γέφυρας που έχουν πέσει στην κοίτη. Κατά σειρά προτείνεται πρώτα να ολοκληρωθούν οι εργασίες και να τεθεί σε λειτουργία το φράγμα ακυρώνοντας την σήραγγα εκτροπής και εν συνεχεία να γίνει η απομάκρυνση των παραγώγων εκσκαφής από την κοίτη του ποταμού σε όλο τον άξονα του από το φράγμα της Συκιάς μέχρι και την γέφυρα.
- Για τον υπολογισμό των παραμέτρων σχεδιασμού της γέφυρας είναι αναγκαίος ο καθορισμός δύο βασικών στοιχείων:
  - α. Των πλημμυρικών παροχών στην θέση της Γέφυρας Κοράκου του ποταμού Αχελώου για διάφορες περιόδους αναφοράς - **Άμεση εξάρτηση με λειτουργία φράγματος Συκιάς** .
  - β. Των υδραυλικών χαρακτηριστικών στη διατομή της γέφυρας και ειδικότερα της στάθμης του ποταμού για εναλλακτικές πλημμυρικές παροχές.- **Θα καθορισθούν μετά την τελική διαμόρφωση της κοίτης σύμφωνα και με τον σχεδιασμό της γέφυρας στην αρχική της μορφή και την λειτουργία του φράγματος Συκιάς.**

Καθώς τα παραπάνω στοιχεία δεν είναι καθορισμένα, στα πλαίσια της διερεύνησης της συμπεριφοράς του φορέα σε υδροδυναμική φόρτιση θα τεθεί πλημμυρικό φορτίο  $100 \text{ KN/m}^2$  σε όλη την ανάντη επιφάνεια της γέφυρας μέχρι ύψους 10 μετρων.

Η χρήση παραδοχών βασιζόμενες στο υπάρχον πλαίσιο δεν έχει νόημα και πιθανόν να δρούσε παραπλανητικά υποβαθμίζοντας την σημασία αντιμετώπισης και επικινδυνότητας της διαμορφωμένης κατάστασης ανάντη της γέφυρας.

Τονίζεται τέλος ότι αν και υπάρχουν ενδείξεις στην ιστορική τεκμηρίωση ότι η γέφυρα στο παρελθόν υπέστη ζημιές από πλημμυρικό επεισόδιο (**Κεφάλαιο 1**), η συγκεκριμένη φόρτιση εκτιμάται ότι δεν θα είναι κρίσιμη για τον σχεδιασμό καθώς η ροή θα ελέγχεται από το ανάντη φράγμα της Συκιάς, η ολοκλήρωση του οποίου αποτελεί προαπαιτούμενο της κατασκευής της.



**Κεφάλαιο 8**  
**ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΓΕΦΥΡΑΣ**  
**ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ**

## 8. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΓΕΦΥΡΑΣ

### 8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα πλαίσια της πρότασης ανακατασκευής της Γέφυρα Κοράκου στην αρχική (όσο αυτό είναι δυνατόν) μορφή της κρίνεται αναγκαία η αρχική υπολογιστική διερεύνηση της συμπεριφοράς της γέφυρας. Η μεγάλη διάρκεια ζωής της γέφυρας παρά τις πιθανές βλάβες και επιδιορθώσεις που πραγματοποιήθηκαν καθώς και ο τρόπος κατάρρευσης της (ανατίναξη με τοποθέτηση εκρηκτικών σε συνέχεια βομβαρδισμού από αεροπλάνα) θα μπορούσε να αποτελέσει ένα σημαντικό τεκμήριο ανακατασκευής στην αρχική της μορφή. Για την πληρότητα όμως της Τεκμηρίωσης και δεδομένου ότι υπάρχουν σε αυτό το στάδιο πιθανές αποκλίσεις από τον αρχικό φορέα θεωρείται αναγκαίο να εξετασθεί κατά πόσον μπορεί να λειτουργήσει η γέφυρα με επαρκή ασφάλεια μετά την ανακατασκευή της. Τέλος βασικός στόχος είναι να τεθούν οι βάσεις για την τελική Μελέτη.

Θα πραγματοποιηθούν αναλύσεις με την μόνωση κατάλληλων προσομοιωμάτων υπό τα συνήθη φορτία με έμφαση σε αυτό του ίδιου Βάρους καθώς και διερεύνηση της σεισμικής συμπεριφοράς σύμφωνα με τον EC8. Για την υδροδυναμική φόρτιση ελλείψει στοιχείων και της μη καθορισμένης μελλοντικής διαμόρφωσης των παραμέτρων που την καθορίζουν θα γίνει μια παραδοχή φόρτισης της όπως αναφέρθηκε στο **Κεφάλαιο 7** ώστε να διερευνηθεί η συμπεριφορά του φορέα.

Διευκρινίζεται ξανά ότι η προσομοίωση και ανάλυση της γέφυρας πραγματοποιείται σύμφωνα με την γεωμετρία και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της αρχικής κατασκευής όπως αυτή προσδιορίστηκε στην έρευνα των **Κεφαλαίων 3-4**.

### 8.2 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Η γέφυρα έχει ως κύρια δομικά στοιχεία το τόξο και την περιοχή δόμησης του υπόλοιπου φορέα καθώς δεν διαπιστώθηκε διαφοροποίηση στο γέμισμα. Το δευτερεύον επάλληλο στην όψη τόξο στο παρόν προσομοίωμα έχει θεωρηθεί ως μέρος του συνολικού γεμίματος, δεδομένου ότι δεν προέκυψε από την έρευνα (**Κεφάλαιο 4**) η συνέχιση της επιμελημένης δόμησης του εσωτερικά.

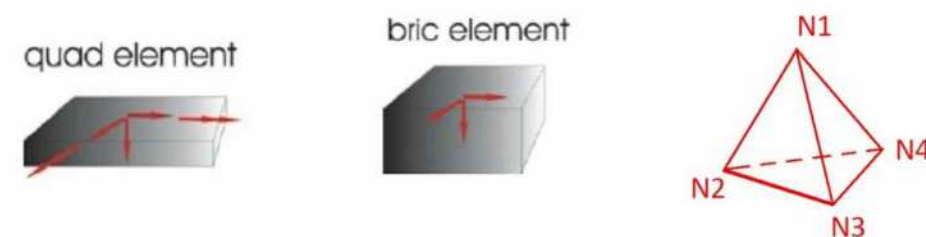
Σύμφωνα με την σχεδιαστική απεικόνιση που προέκυψε από την διερεύνηση της γεωμετρίας της γέφυρας (**Κεφάλαιο 3, Πινακίδες 3.11-3.14**) δημιουργήθηκε τρισδιάστατο υπολογιστικό προσομοίωμα πεπερασμένων στοιχείων στο λογισμικό Sofistik. Η εισαγωγή της γεωμετρίας του φορέα έγινε με χρήση τρισδιάστατης σχεδιαστικής αναπαράστασης της γέφυρας στο λογισμικό Autocad (**Εικόνα 8.2**).

Ο φορέας προσομοιώνεται με χρήση τρισδιάστατων στοιχείων όγκου Bric Elements, γενικά τριγωνικά τετραεδρικά στοιχεία με 4 κόμβους (**Εικόνα 8.1**), ενώ γίνεται διακριτοποίηση σε δύο περιοχές με διαφορετικό μέτρο ελαστικότητας. Η πρώτη περιοχή αφορά το κύριο τόξο και η δεύτερη τον υπόλοιπο φορέα. Η πυκνότητα διακριτοποίησης ελέγχεται με την επιλογή του μέγιστου μεγέθους στοιχείου που στις περισσότερες επιλύσεις έχει ορισθεί ως 0.45 cm στις μη κρίσιμες

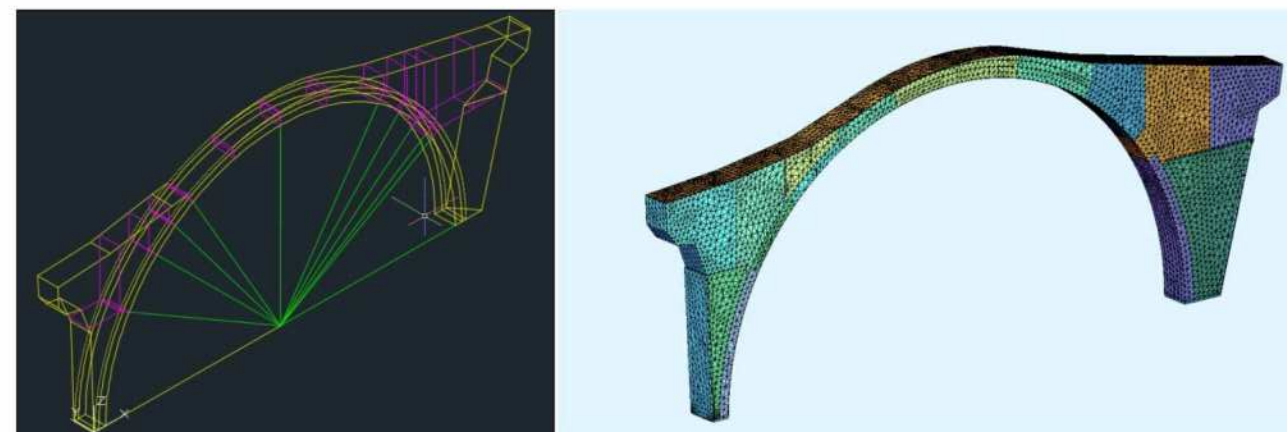
περιοχές. Πραγματοποιήθηκαν για λόγους ελέγχου του προσομοιώματος επιλύσεις με πυκνότερη διακριτοποίηση επιλεκτικά και καθώς ο υπολογιστικός φόρτος ήταν ιδιαίτερα μεγάλος επιλέχθηκε η παραπάνω ελάχιστη τιμή ως βέλτιστη κατόπιν δοκιμών.

Η θεμελίωση της γέφυρας προσομοιώνεται με επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία έδρασης Quad Elements, ορθογωνικά-4 κόμβων (**Εικόνα 8.1**) στα οποία έχει ορισθεί μη γραμμικό υλικό χωρίς δυνατότητα ανάληψης εφελκυστικών τάσεων. Η διακριτοποίηση πραγματοποιείται κατάλληλα ώστε οι κόμβοι των επιφανειακών στοιχείων να είναι κοινοί με αυτούς των συνδεόμενων στοιχείων όγκου. Στις επιφάνειες θεμελίωσης έχουν ορισθεί ελατηριακές σταθερές ελαστικής έδρασης βράχου  $K_{max} = 100 \text{ MN/m}^3$ ,  $K_{min} = 40 \text{ MN/m}^3$  που χρησιμοποιούνται σε παραμετρικές επιλύσεις σύμφωνα με τα συμπεράσματα του **Κεφαλαίου 6**.

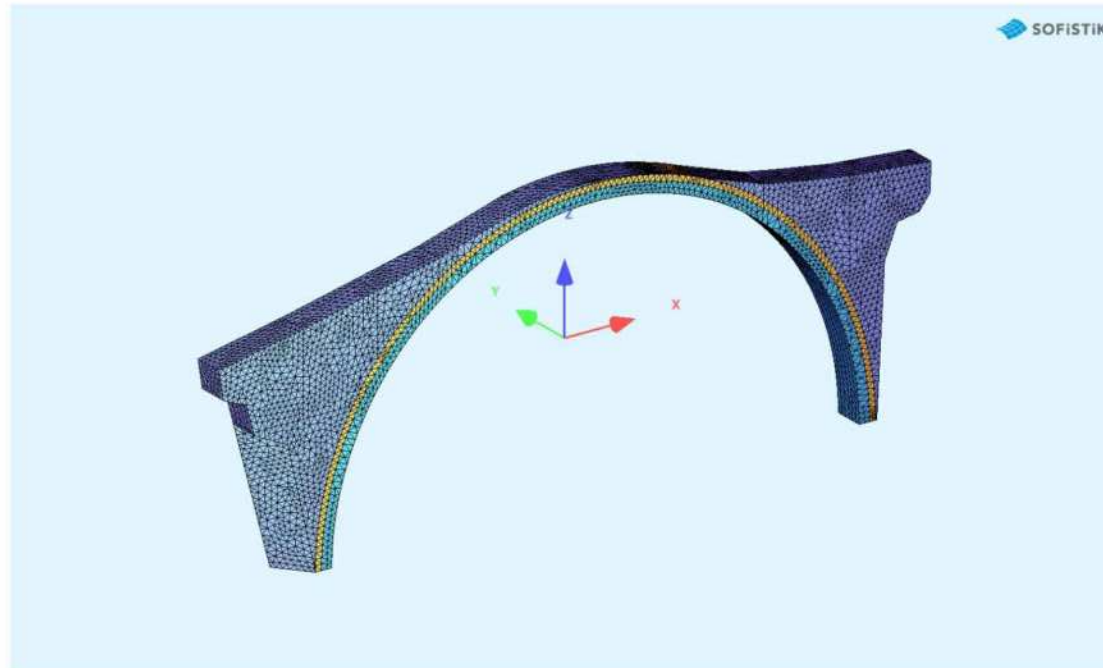
Το προσομοίωμα έχει διαιρεθεί σε Groups (**Εικόνα 8.2**) για την διερεύνηση των φάσεων κατασκευής της γέφυρας καθώς και επιφανειών αστοχίας. Σημειώνεται επίσης ότι έχει προβλεφθεί η δυνατότητα επιλογής διαφορετικού μέτρου ελαστικότητας στο δευτερεύον "πλαίσιο" του τόξου για πιθανή μελλοντική διερεύνηση (**Εικόνες 8.2-4**).



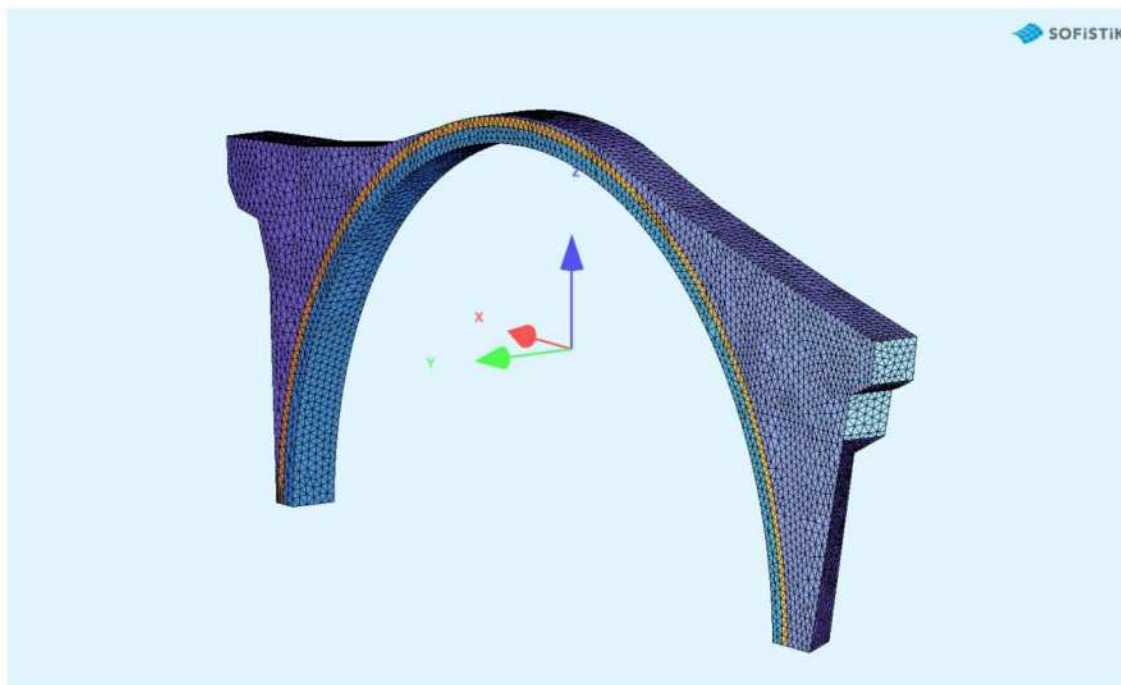
**Εικόνα 8.1** Τύποι πεπερασμένων στοιχείων και κόμβοι τετραεδρικού στοιχείου όγκου Bric element



**Εικόνα 8.2** 3-d σχεδιαστική απεικόνιση και διακριτοποίηση με διαίρεση σε Groups, άποψη φορέα από κατάντη



**Εικόνα 8.3** Άποψη φορέα από ανάντη με χρωματισμό ανά δομικό στοιχείο



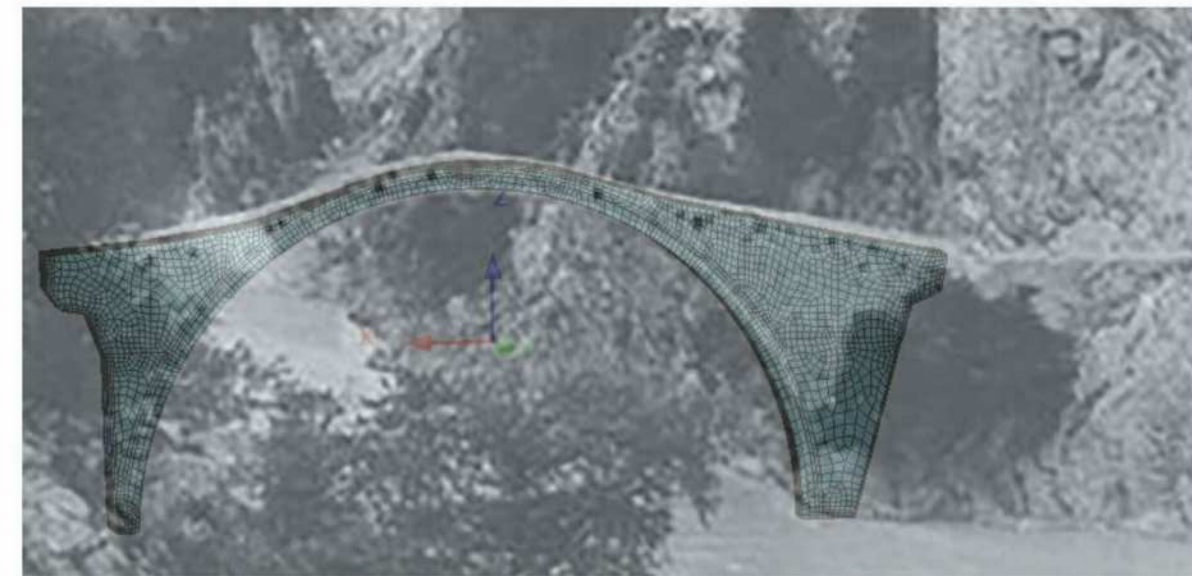
**Εικόνα 8.4** Όψη φορέα από κατάντη ( άποψη από το κτήριο του τελωνείου) με χρωματισμό ανάλογα με το δομικό στοιχείο



**Εικόνα 8.5** Όψεις φορέα από κατάντη και ανάντη με χρωματισμό ανάλογα με το υλικό

Καθώς ένας τους βασικούς στόχους της εργασίας είναι ο καθορισμός της αρχικής μορφής της γέφυρας πραγματοποιήθηκε υπέρθεση φωτογραφία του τρισδιάστατου μοντέλου στην ιστορική φωτογραφία του Alfred Philiprson για λόγους σύγκρισης και επαλήθευσης (**Εικόνα 8.6**).

Για την υπέρθεση πραγματοποιήθηκε κατάλληλη στροφή του προσομοιώματος χωρίς παραμόρφωση των αναλογιών του και επιτεύχθηκε ικανοποιητική ταύτιση με την απεικόνιση της γέφυρας στην φωτογραφία. Το αποτέλεσμα αυτό δεν θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί σε περίπτωση μεγάλης απόκλισης του προσομοιώματος από τον αρχικό φορέα οπότε εκτιμάται ότι η αναπτυχθείσα γεωμετρική τεκμηρίωση (**Κεφάλαιο 3**) είναι επαρκώς ακριβής.



**Εικόνα 8.6** Υπέρθεση προσομοιώματος σε ιστορική φωτογραφία της γέφυρας

Σημειώνεται ότι νέα στοιχεία για την μορφή του φορέα που πιθανόν θα προκύψουν μελλοντικά είναι απαραίτητο να ενσωματωθούν στην τελική μελέτη με τις κατάλληλες τροποποιήσεις .

### 8.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

Ο υπολογισμός των μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας γίνεται βάσει των αποτελεσμάτων των εργαστηριακών ελέγχων (Κεφάλαιο 5). Καθώς δεν είναι διαθέσιμο δείγμα από το τόξο της γέφυρας γίνεται παραδοχή των χαρακτηριστικών βάσει των στοιχείων που προέκυψαν από την έρευνα και γεφυρών αντίστοιχης μορφής και δόμησης (Κεφάλαιο 4).

#### Θλιπτική Αντοχή

Γίνεται χρήση της σχέσης :

$$f_{wc} = \left( \frac{2}{3} \sqrt{f_{bc}} + k_1 f_{mc} - k_2 \right) / \left[ 1 + 3.50 \left( \frac{V_m}{V_w} - 0.30 \right) \right]$$

**Σχέση 8.7** Tassios T.P., Chronopoulos M.P. "A seismic dimensioning of interventions on low-strength masonry buildings", Middle East and Mediterranean Regional Conference on low-strength masonry in seismic areas, middle East Univ., Ankara, 1986.

Οι σταθερές  $k_{1,2}$  επιλέγονται ανάλογα με την επεξεργασία των λίθων (ακανόνιστοι στην γέφυρα και λαξευμένοι στο τόξο). Ο λόγος όγκων κονιάματος και τοιχοποιίας ( $V_m/V_w$ ) εκτιμάται ότι καλύπτεται από την ελάχιστη τιμή 0.30 για την γέφυρα ενώ χρησιμοποιείται και στο τόξο λόγω του παραπάνω περιορισμού.

#### Μέτρο Ελαστικότητας

Το μέτρο ελαστικότητας υπολογίζεται βάσει της θλιπτικής αντοχής και λαμβάνει τις ακραίες τιμές

$$E_{\min} = 600 * f_{wc} \text{ και } E_{\max} = 1000 * f_{wc}$$

#### Γέφυρα Γενικά

Υπολογισμός Θλιπτικής Αντοχής Τοιχοποιίας		
$f_{wc} = (2/3 * \sqrt{f_{bc}} + k_1 * f_{mc} - k_2) / (1 + 3.5 * (V_m/V_w - 0.30))$		
Θλιπτική Αντοχή Λιθοσωμάτων	<b>fbc</b>	<b>55.00</b> Mpa
Σταθερά K1		
(0.60 ακανόνιστοι 0.00 λαξευμένοι λίθοι)	<b>K1</b>	<b>0.60</b>
Θλιπτική Αντοχή Κονιάματος	<b>fmc</b>	<b>1.00</b> Mpa
Σταθερά K2		
(2.50 ακανόνιστοι 0.50 ημιλαξευμένοι 0.00 λαξευμένοι λίθοι)	<b>K2</b>	<b>2.50</b>
	<b>Vm/Vw</b>	<b>0.30</b> (min 0.30)
Μέση θλ.αντοχή τοιχοποιίας	<b>fwc</b>	<b>3.04</b> MPa
Μέτρο Ελαστικότητας	<b>E<sub>max</sub>=</b>	<b>3044.13</b> MPa
	<b>E<sub>min</sub>=</b>	<b>1826.48</b> MPa

**Πίνακας 8.8** Υπολογισμός θλιπτικής αντοχής τοιχοποιίας γέφυρας

Για το τόξο ελλείπει στοιχεία γίνεται παραδοχή των μεγαλύτερων τιμών θλιπτικής αντοχής για τα λιθοσώματα και το κονίαμα  $f_{bc} = 80.00 \text{ MPa}$ ,  $f_{mc} = 2.00 \text{ MPa}$  (Κεφάλαιο 5).

#### Τόξο

Υπολογισμός Θλιπτικής Αντοχής Τοιχοποιίας		
$f_{wc} = (2/3 * \sqrt{f_{bc}} + k_1 * f_{mc} - k_2) / (1 + 3.5 * (V_m/V_w - 0.30))$		
Θλιπτική Αντοχή Λιθοσωμάτων	<b>fbc</b>	<b>80.00</b> Mpa
Σταθερά K1		
(0.60 ακανόνιστοι 0.00 λαξευμένοι λίθοι)	<b>K1</b>	<b>0.00</b>
Θλιπτική Αντοχή Κονιάματος	<b>fmc</b>	<b>2.00</b> Mpa
Σταθερά K2		
(2.50 ακανόνιστοι 0.50 ημιλαξευμένοι 0.00 λαξευμένοι λίθοι)	<b>K2</b>	<b>0.00</b>
	<b>Vm/Vw</b>	<b>0.30</b> (min 0.30)
Μέση θλ.αντοχή τοιχοποιίας	<b>fwc</b>	<b>5.96</b> MPa
Μέτρο Ελαστικότητας	<b>E<sub>max</sub>=</b>	<b>5962.85</b> MPa
	<b>E<sub>min</sub>=</b>	<b>3577.71</b> MPa

**Πίνακας 8.9** Υπολογισμός θλιπτικής αντοχής τοιχοποιίας τόξου

#### Συμπερασματικά

Για την γέφυρα θα χρησιμοποιηθεί υλικό με αντοχή  $f_{wc} = 3.00 \text{ MPa}$  και μέτρο ελαστικότητας  $E_{\min} = 1800 \text{ MPa}$ ,  $E_{\max} = 3000 \text{ MPa}$  (Πίνακας 8.8).

Για το τόξο θα χρησιμοποιηθεί υλικό με αντοχή  $f_{wc} = 6.00 \text{ MPa}$  και μέτρο ελαστικότητας  $E_{\min} = 3600 \text{ MPa}$ ,  $E_{\max} = 6000 \text{ MPa}$  (Πίνακας 8.9).

Στις αναλύσεις που θα πραγματοποιηθούν το μέτρο ελαστικότητας θα αποτελέσει παράμετρο ανάλογα με το είδος της φόρτισης και θα διερευνηθεί η επίπτωση που έχει η διαφοροποίηση του στην συμπεριφορά του φορέα (τάσεις, μετατοπίσεις).

#### 8.4 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΦΑΣΕΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Προκειμένου να ληφθεί υπόψη η σταδιακή κατασκευή της γέφυρας όπως ήταν η συνήθης πρακτική (Κεφάλαιο 1) καθορίστηκαν δύο φάσεις κατασκευής. Η πρώτη περιλαμβάνει την αρχική κατασκευή των βάθρων και των κατώτερων τμημάτων του τόξου έως 40-45 μοίρες από τις γενέσεις και η δεύτερη το κεντρικό τμήμα του τόξου. Η τελική γωνία κατασκευής από τις γενέσεις της αρχικής φάσης προέκυψε με διερευνητικές επιλύσεις από τις οποίες απορρίφθηκε η φάση κατασκευής 45 έως 60 καθώς εμφανίστηκε εφελκυσμός μεγαλύτερος από το όριο ρηγμάτωσης στο άνω τμήμα – κατάστρωμα της γέφυρας. Στο Βορειοανατολικό βάθρο η γωνία περιορίζεται στις 40 μοίρες εξαιτίας του μεγαλύτερου όγκου της τοιχοποιίας ενώ στο Νοτιοδυτικό βάθρο η γωνία κατασκευής είναι 45 μοίρες.

Οι τάσεις που προκύπτουν από την 1<sup>η</sup> φάση κατασκευής (Εικόνα 8.10) υπολογίζονται και λαμβάνονται υπόψη στην επίλυση της 2<sup>ης</sup> φάσης (Εικόνα 8.11). Αντίθετα οι παραμορφώσεις στην αρχή της 2<sup>ης</sup> φάσης (κλείσιμο τόξου) θεωρούνται μηδενικές καθώς έχουν ήδη εκτονωθεί με την ολοκλήρωση της 1<sup>ης</sup> φάσης. Προσεγγίζεται έτσι η αρχική κατασκευή των δύο εκατέρωθεν βάθρων, ουσιαστικά μια “προέκταση” των βράχων έδρασης, στα οποία έπειτα κατασκευαζόταν το τόξο και ο φορέας αποκτούσε την τελική του μορφή.

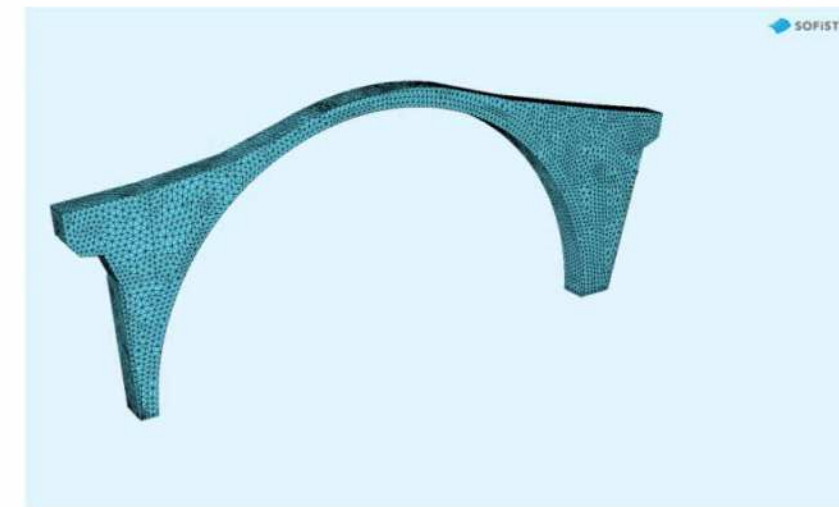
Τονίζεται ότι η παράλειψη των φάσεων κατασκευής και ανάλυσης απευθείας ολόκληρου του φορέα οδηγεί σε ιδιαίτερη επιβάρυνση (αύξηση τάσεων και μετατοπίσεων) του τόξου λόγω των παραμορφώσεων και υποχώρησης των ελαστικών στηρίξεων υπό το συνολικό βάρος του. Η εικόνα των τάσεων που θα μας έδινε μια αντίστοιχη επίλυση θα ήταν εσφαλμένη καθώς δεν θα ακολουθούσε την πορεία κατασκευής.

1<sup>η</sup> Φάση , Αρχική κατασκευή έως 40-45 μοίρες από τις γενέσεις

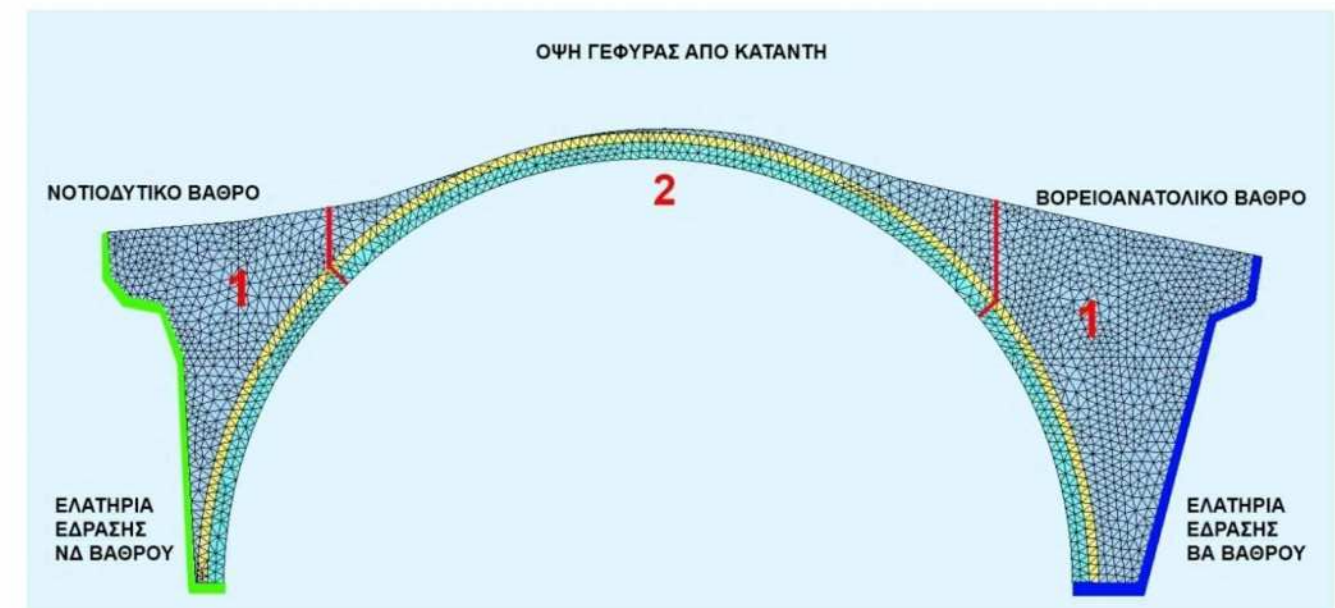


Εικόνα 8.10 Στο τέλος της 1<sup>ης</sup> φάσης υπολογισμός τάσεων για χρήση στην ανάλυση του φορέα κατά το τελικό στάδιο κατασκευής . Θεώρηση μηδενικών παραμορφώσεων στην αρχή του 2<sup>ου</sup> σταδίου.

2<sup>η</sup> Φάση , Ολοκλήρωση τόξου



Εικόνα 8.11 Ολοκλήρωση φορέα , υπολογισμός συνολικών τάσεων και από τα δύο στάδια κατασκευής , παραμορφώσεις που προκύπτουν μόνο από την 2<sup>η</sup> φάση καθώς οι αντίστοιχες της 1<sup>ης</sup> έχουν ήδη εκτονωθεί πριν την έναρξη της τελικής φάσης .

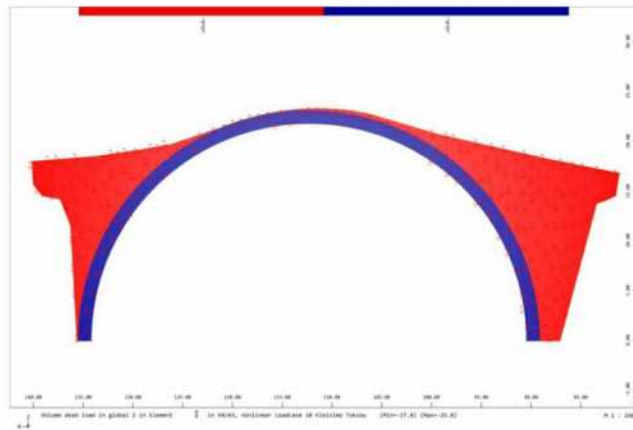


Εικόνα 8.12 Συνθήκες έδρασης και φάσεις κατασκευής φορέα

## 8.5 ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ

### 8.5.1 ΙΔΙΟ ΒΑΡΟΣ

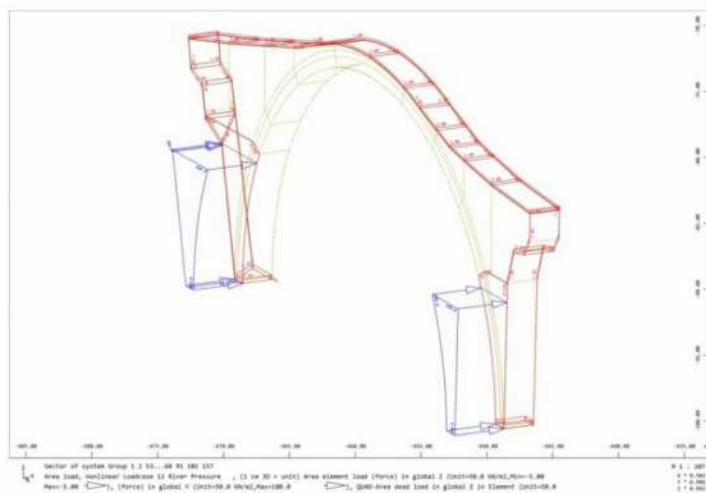
Το ίδιο βάρος που αποτελεί και την πιο σημαντική φόρτιση του φορέα υπολογίζεται από το ειδικό βάρος των στοιχείων όπως αυτά έχουν εισαχθεί ως δεδομένα στο λογισμικό. Πιο συγκεκριμένα λαμβάνεται ειδικό βάρος τοιχοποιίας 25 KN/m<sup>3</sup> στο σύνολο του φορέα εκτός του κυρίως τόξου και του επάλληλου εσωτερικού όπου έχει εκτιμηθεί τιμή 27 KN/m<sup>3</sup> (Εικόνα 8.13).



Εικόνα 8.13 Ειδικό βάρος στοιχείων φορέα για υπολογισμό του Ίδιου Βάρους

### 8.5.2 ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΠΙΕΣΗ

Θα θεωρηθεί όπως αναφέρθηκε στο **Κεφάλαιο 7** φόρτιση από την υδραυλική πίεση ροής του ποταμού 100 KN/m<sup>2</sup> σε στάθμη υδάτων 10 m για την αρχική εκτίμηση της αναπτυσσόμενης έντασης. Στην Μελέτη θα ληφθούν υπόψιν οι τελικώς διαμορφωμένες παράμετροι υδροδυναμικής φόρτισης σύμφωνα με τον κατάλληλο Κανονισμό και περιόδους επαναφοράς.



Εικόνα 8.14 Φόρτιση από υδραυλική πίεση ροής ποταμού

### 8.5.3 ΣΕΙΣΜΟΣ

Η γέφυρα βρίσκεται στα όρια του Νομού Άρτας για τον οποίο ισχύουν σύμφωνα με τον EC8 :

Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας : II

Σεισμική επιτάχυνση σχεδιασμού: **a = 0.24g**

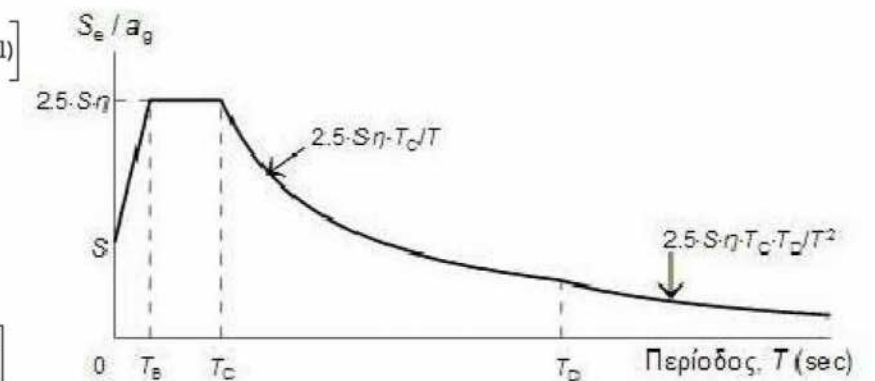
Για τις οριζόντιες συνιστώσες της σεισμικής φόρτισης χρησιμοποιείται το ελαστικό φάσμα απόκρισης **Τύπου I** (δηλαδή για μέγεθος κύματος επιφάνειας  $M_s \geq 5.5$ ) το οποίο καθορίζεται από τις ακόλουθες σχέσεις :

$$0 \leq T \leq T_B : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot 1 + \left[ \frac{T}{T_B} (\eta \cdot 2.5 - 1) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2.5$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2.5 \left[ \frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \leq 4s : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2.5 \left[ \frac{T_C T_D}{T^2} \right]$$



Εικόνα 8.15 Ελαστικό φάσμα επιταχύνσεων κατά την οριζόντια διεύθυνση

όπου:

**Se(T)**: είναι το ελαστικό φάσμα απόκρισης.

**T**: είναι η περίοδος ταλάντωσης της κατασκευής.

**ag**: είναι η εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού σε έδαφος κατηγορίας A ( $a_g = \gamma I \times a_{gR}$ ).

**TB**: είναι η περίοδος κάτω ορίου του κλάδου σταθερής φασματικής επιτάχυνσης.

**TC**: είναι η περίοδος άνω ορίου του κλάδου σταθερής φασματικής επιτάχυνσης.

**TD**: είναι η τιμή της περιόδου που ορίζει την αρχή της περιοχής σταθερής μετακίνησης φάσματος

**S**: είναι ο συντελεστής εδάφους

**η**: είναι ο διορθωτικός συντελεστής απόσβεσης, με τιμή αναφοράς  $\eta = 1$  για 5% απόσβεση .

Για τον φορέα λαμβάνονται επίσης οι εξής τιμές συντελεστών :

Συντελεστής σπουδαιότητας:  **$\gamma_1 = 1.00$**

Συντελεστής θεμελίωσης :  **$\theta = 1.00$**

Κατηγορία εδάφους: **A (TB=0.15, TC=0.40, TD=2.50 sec , S=1.00 )**

Συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς :  **$q=1.00$  (ελαστική συμπεριφορά)**

Λόγω της μορφής της γέφυρας κρίνεται ότι θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και η κατακόρυφη συνιστώσα του σεισμού. Για την κατακόρυφη συνιστώσα της σεισμικής φόρτισης το ελαστικό φάσμα απόκρισης καθορίζεται από τις ακόλουθες σχέσεις :

$$0 \leq T \leq T_B : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \left[ 1 + \frac{T}{T_B} (\eta \cdot 3.0 - 1) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot S \cdot \eta \cdot 3.0$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot S \cdot \eta \cdot 3.0 \left[ \frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \leq 4s : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot S \cdot \eta \cdot 3.0 \left[ \frac{T_C T_D}{T^2} \right]$$

**Εικόνα 8.16** Σχέσεις ελαστικού φάσματος επιταχύνσεων κατά την κατακόρυφη διεύθυνση

Όπου για φάσματα **Τύπου Ι** η επιτάχυνση δίνεται από τη σχέση  $a_{vg} = 0.9 \times a_g$  ενώ οι χαρακτηριστικές περίοδοι του φάσματος της κατακόρυφης κίνησης για έδαφος κατηγορίας Α είναι : **TB = 0.05 sec, TC = 0.15 sec και TD = 1.0 sec.**

Για τις αναλύσεις λαμβάνεται η μάζα του φορέα που προκύπτει από τα μόνιμα (ίδιο Βάρος και πρόσθετα μόνιμα) και ποσοστό των κινητών  $G+0.30 \cdot Q$ .

**Σε επίπεδο προμελέτης επιδιώκεται μια αρχική διερεύνηση για τον καθορισμό της συμπεριφοράς του φορέα υπό σεισμική φόρτιση.**

Πραγματοποιείται Ιδιομορφική και γραμμική δυναμική ανάλυση σύμφωνα με τον EC8 ενώ εξετάζονται οι σεισμικοί συνδυασμοί:

+/- 1.00 ΣΕΙΣΜΟΣ Ex +/- 0.30 ΣΕΙΣΜΟΣ Ey +/- 0.30 ΣΕΙΣΜΟΣ Ez

+/- 0.30 ΣΕΙΣΜΟΣ Ex +/- 1.00 ΣΕΙΣΜΟΣ Ey +/- 0.30 ΣΕΙΣΜΟΣ Ez

+/- 0.30 ΣΕΙΣΜΟΣ Ex +/- 0.30 ΣΕΙΣΜΟΣ Ey +/- 1.00 ΣΕΙΣΜΟΣ Ez

Από τις περιβάλλουσες κατά CQC των παραπάνω προκύπτει η μετακίνηση σχεδιασμού στην Οριακή Κατάσταση Αστοχίας. Καθώς απαιτούνται τα σύγχρονα εντατικά μεγέθη για τον έλεγχο των διατομών της τοιχοποιίας, επιδιώκεται μια εκτίμηση των τελικά αναπτυσσόμενων τάσεων με χρήση της Ισοδύναμης Στατικής Μέθοδου. Επιβάλλεται εγκάρσια ομοιόμορφη φόρτιση που προκαλεί αντίστοιχη παραμόρφωση με την υπολογιζόμενη από την Φασματική Ανάλυση. Η παραδοχή αυτή έχει προφανώς αποκλίσεις από την ακριβή λύση και απόκριση του φορέα αλλά είναι αποδεκτή σε αυτό το στάδιο ώστε να μας δώσει μια «αίσθηση» της συμπεριφοράς της γέφυρας.

#### 8.5.4 ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΜΟΝΙΜΑ & ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ

Εξετάσθηκε σε επίπεδο προμελέτης η ομοιόμορφη φόρτιση με 5.0 KN/m<sup>2</sup> πρόσθετο του ίδιου Βάρους μόνιμο και 5.0 KN/m<sup>2</sup> κινητό φορτίο εφαρμοζόμενο στο κατάστρωμα της γέφυρας. Η επιρροή των φορτίων αυτών είναι ιδιαίτερος μικρή συγκρινόμενη με το ίδιο Βάρος της γέφυρας που αποτελεί την κύρια φόρτιση.

#### 8.6 ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΟΥΜΕΝΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

Συγκεντρωτικά πραγματοποιούνται οι παρακάτω αναλύσεις.

##### Στατικές αναλύσεις

Χρησιμοποιώντας το υπολογιστικό module ASE του λογισμικού Sofistik υλοποιούνται αναλύσεις (non linear-λόγω του μη γραμμικού υλικού έδρασης) με παραμέτρους τις συνθήκες έδρασης των βάθρων (Kmax και Kmin) και το μέτρο ελαστικότητας της τοιχοποιίας (Emax και Emin).

- Ίδιο Βάρος - Υψηλό Kmax και στα δύο βάθρα και Emax, Emin τοιχοποιίας (2 αναλύσεις).
- Ίδιο Βάρος -Χαμηλό Kmin και στα δύο βάθρα και Emax, Emin τοιχοποιίας (2 αναλύσεις).
- Ίδιο Βάρος -Υψηλό Kmax στο ΒΔ βάθρο και χαμηλό Kmin στο ΝΔ βάθρο και Emax, Emin τοιχοποιίας (2 αναλύσεις).
- Πρόσθετα Μόνιμα, Κινητά, Υδραυλική Πίεση -Υψηλό Kmax και στα δύο βάθρα και Emax, Emin τοιχοποιίας (2 αναλύσεις).
- Πρόσθετα Μόνιμα, Κινητά, Υδραυλική Πίεση -Χαμηλό Kmin και στα δύο βάθρα και Emax, Emin τοιχοποιίας (2 αναλύσεις).
- Πρόσθετα Μόνιμα, Κινητά, Υδραυλική Πίεση-Υψηλό Kmax στο ΒΑ βάθρο και χαμηλό Kmin στο ΝΔ βάθρο και Emax, Emin τοιχοποιίας (2 αναλύσεις).
- Ισοδύναμη Στατική Μέθοδος - Υψηλό Kmax (x3) και στα δύο βάθρα και Emin τοιχοποιίας (1 ανάλυση).

##### Δυναμικές αναλύσεις

Χρησιμοποιώντας το υπολογιστικό module DYNA του λογισμικού Sofistik πραγματοποιήθηκαν οι δυναμικές αναλύσεις με την ελάχιστη τιμή του μέτρου ελαστικότητας για την προσομοίωση του ρηγματωμένου υλικού.

##### Ανάλυση Ιδιομορφών

- Υψηλό Kmax(x3) και στα δύο βάθρα και Emin τοιχοποιίας (1 ανάλυση).
- Υψηλό Kmax(x3) στο ΒΑ βάθρο και χαμηλό Kmin(x3) στο ΝΔ βάθρο, Emin τοιχοποιίας (1 ανάλυση).

##### Δυναμική Φασματική Ανάλυση

- Υψηλό Kmax(x3) και στα δύο βάθρα και Emin τοιχοποιίας (1 ανάλυση).

**Κεφάλαιο 9**  
**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ**  
**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ**



## 9. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

### 9.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων που υλοποιήθηκαν σύμφωνα με τις παραδοχές του **Κεφαλαίου 8** και γίνεται διερεύνηση της στατικής λειτουργίας και συμπεριφοράς του φορέα υπό τις κρίσιμες φορτίσεις.

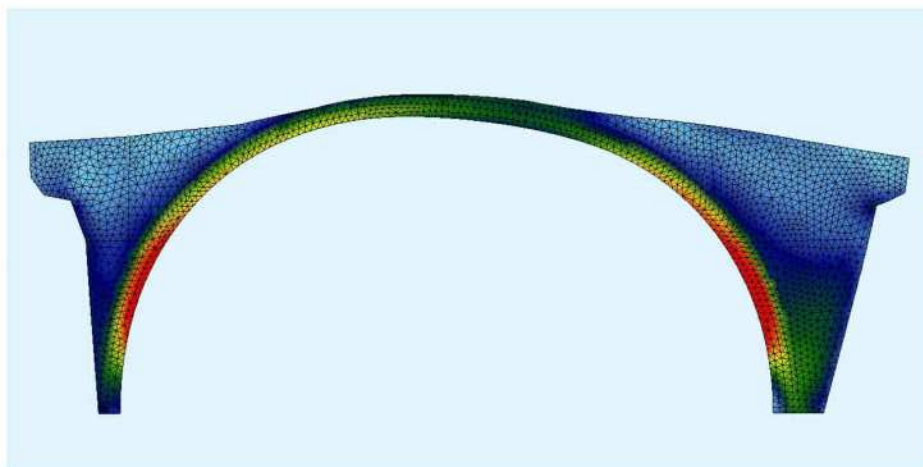
### 9.2 ΙΔΙΟ ΒΑΡΟΣ

Στα πέτρινα γεφύρια το ίδιο βάρος αποτελεί την πιο κρίσιμη φόρτιση όσον αφορά τα κατακόρυφα φορτία. Η καταπόνηση από τα κινητά φορτία που συνήθως αποτελούν σημαντικό παράγοντα σχεδιασμού είναι ουσιαστικά αμελητέα συγκρινόμενη με αυτήν του Ι.Β.

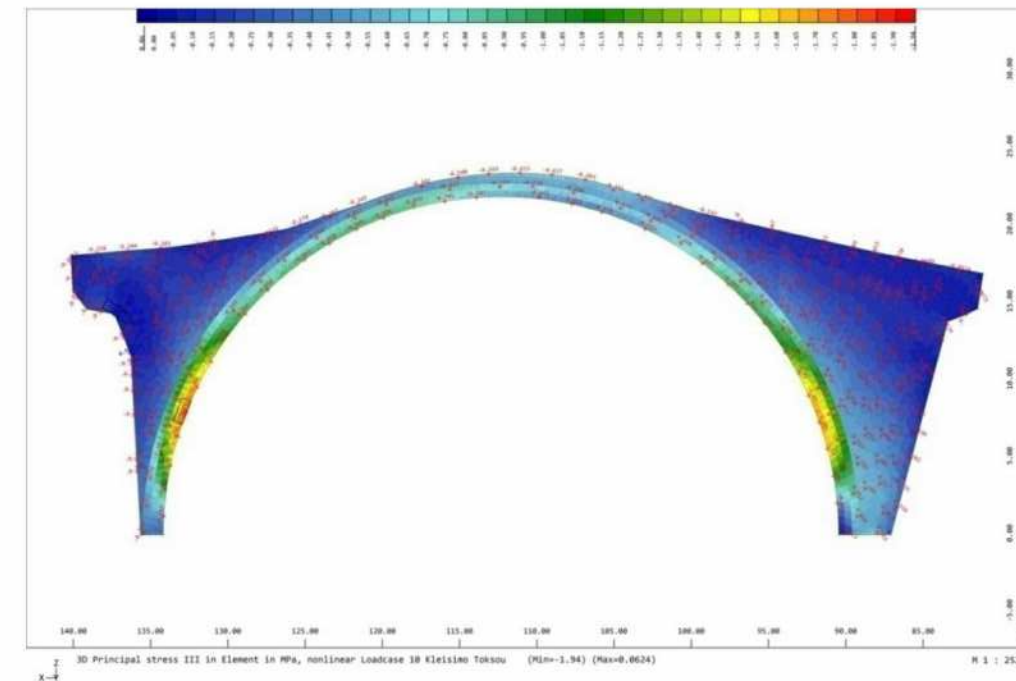
Για το λόγο αυτό οι παραμετρικές αναλύσεις (Κ έδρασης, Ε τοιχοποιίας) πραγματοποιήθηκαν υπό αυτήν την φόρτιση. Στις εικόνες που ακολουθούν (**Εικόνες 9.1-2**) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αναπτυσσόμενων εντάσεων υπό το Ι.Β. για την επίλυση με τις εξής παραμέτρους: Υψηλό  $K_{max}$  στο ΒΑ βάθρο, χαμηλό  $K_{min}$  στο ΝΔ βάθρο και  $E_{max}$  τοιχοποιίας. Στο τέλος αναγράφονται συγκεντρωτικά σε πίνακα (**Πίνακας 9.5**) οι τιμές των κύριων θλιπτικών τάσεων για όλες τις παραμετρικές αναλύσεις στις κρίσιμες θέσεις του τόξου, καθώς και σε διαφορετικά σημεία της γέφυρας για επισκόπηση των αναπτυσσόμενων εντατικών μεγεθών. Οι μέγιστες τιμές σημειώνονται και υπολογίζεται επίσης η βύθιση στο άνοιγμα για έλεγχο των παραμορφώσεων.

Σημειώνεται ότι σε όλες τις αναλύσεις οι προκύπτουσες τάσεις είναι μικρότερες από την θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας (μέγιστη τάση στο τόξο 2.00 MPa με αντοχή 6.00 MPa). Οι μέγιστες τιμές εμφανίζονται στην βάση των βάθρων (**Εικόνες 9.2-4, 9.6**) και στο άνοιγμα του τόξου με τιμές και ακριβή θέση που διαφοροποιούνται σε μικρό βαθμό ανάλογα με τις επιλεγμένες τιμές των σταθερών ελατηρίων της έδρασης και του μέτρου ελαστικότητας της τοιχοποιίας.

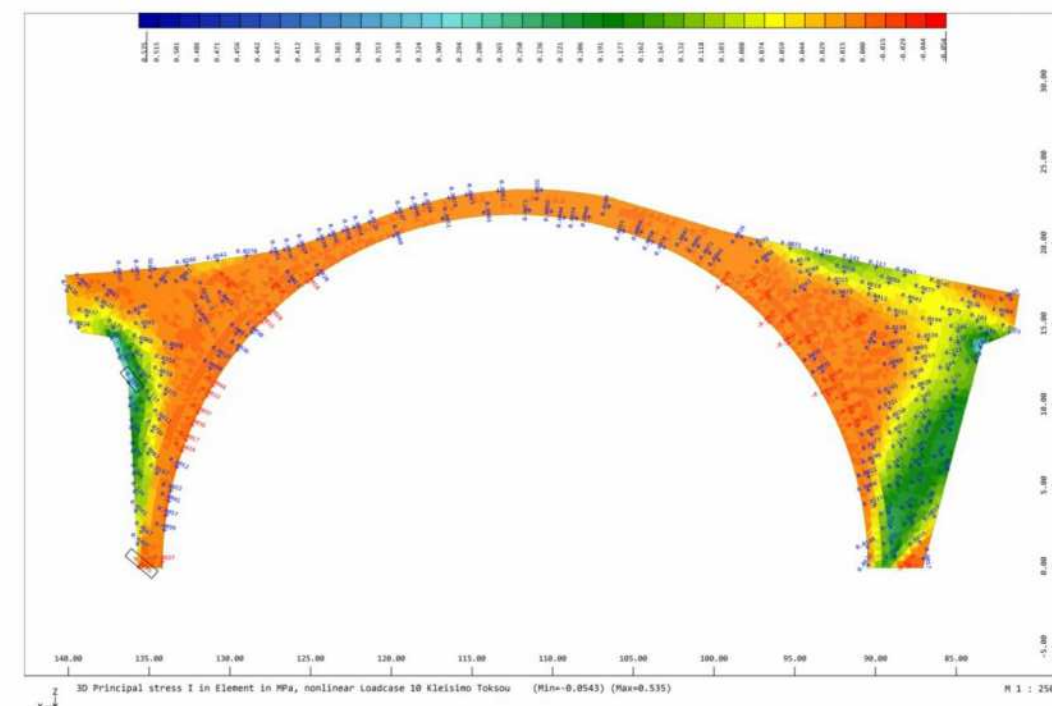
Οι εφελκυστικές τάσεις όπου αυτές παρατηρούνται είναι εντός του ορίου ρηγματώσεως 0.30 MPa εκτός από σημειακές συγκεντρώσεις τάσεων στις εδράσεις (**Εικόνα 9.2**).



**Εικόνα 9.1** Παραμορφωμένη εικόνα (Deform Scale x 200) υπό το Ίδιο Βάρος, όψη φορέα από κατάντη

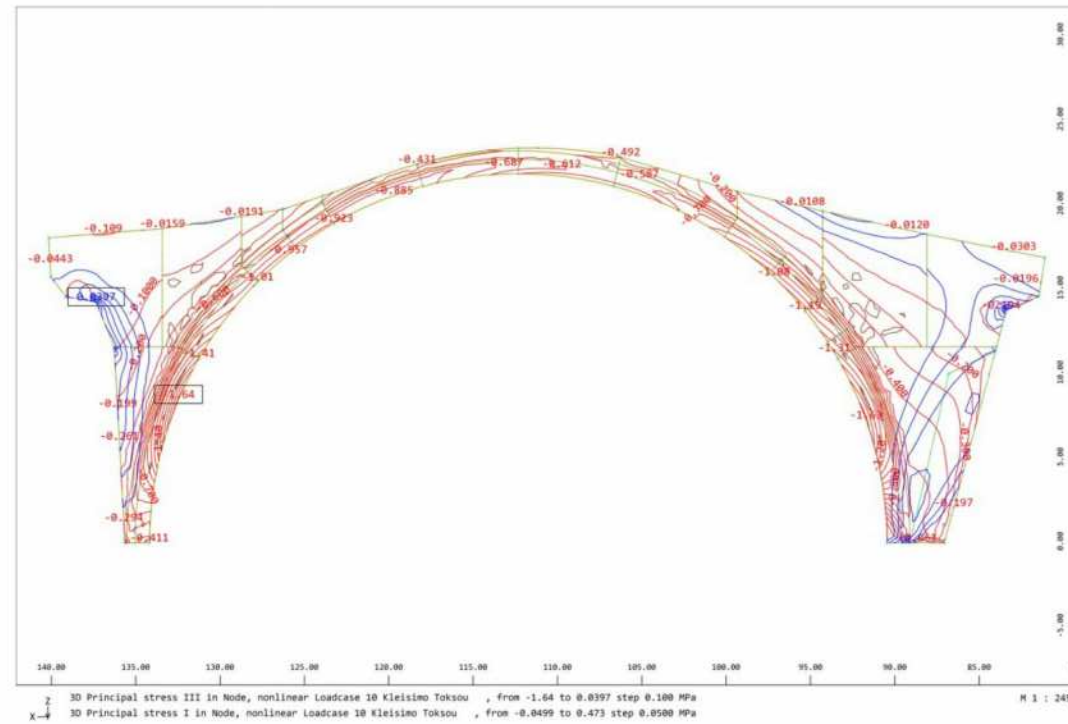


Κύριες θλιπτικές τάσεις:  $\sigma_{max} = 0.06 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_{min} = -1.94 \text{ MPa}$

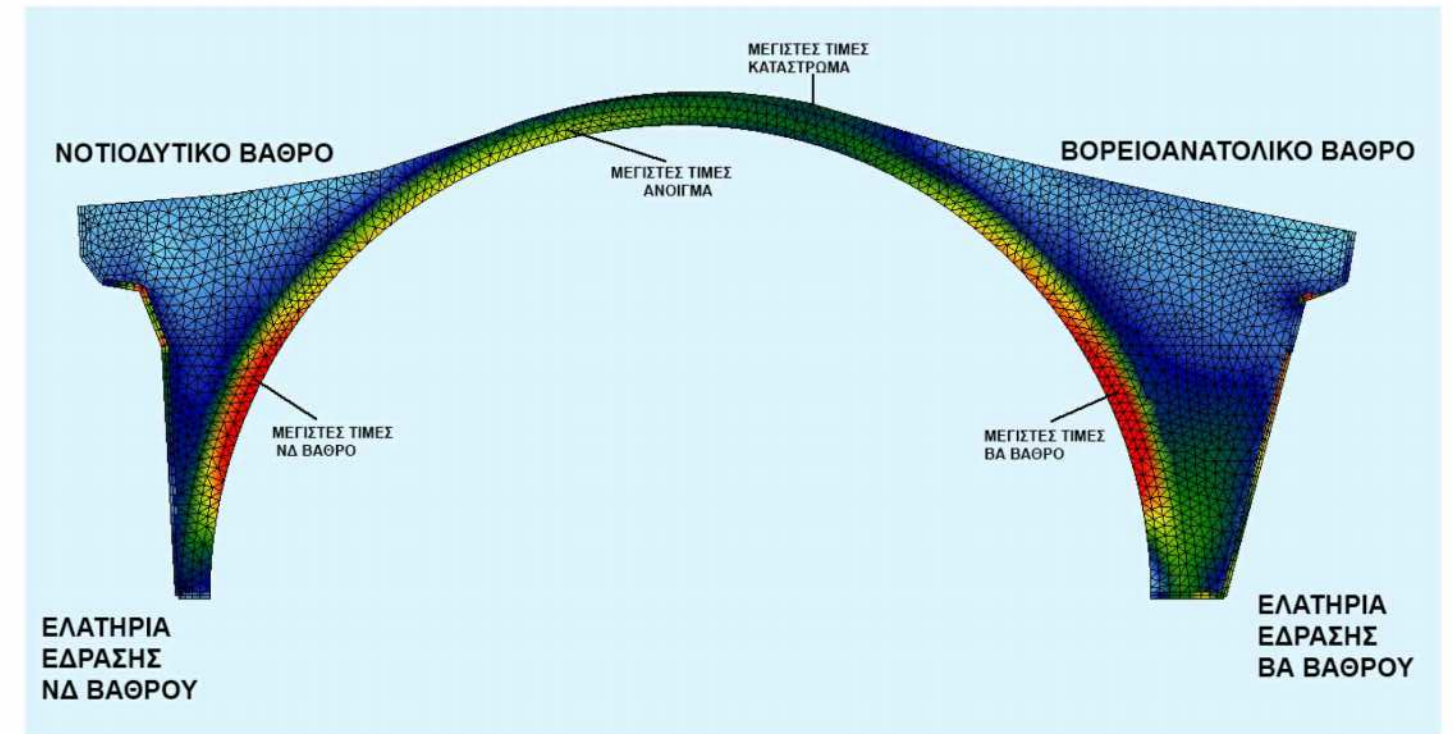


Κύριες Εφελκυστικές τάσεις:  $\sigma_{max} = 0.535 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_{min} = -0.054 \text{ MPa}$

**Εικόνα 9.2** Κύριες τάσεις, όψη από κατάντη



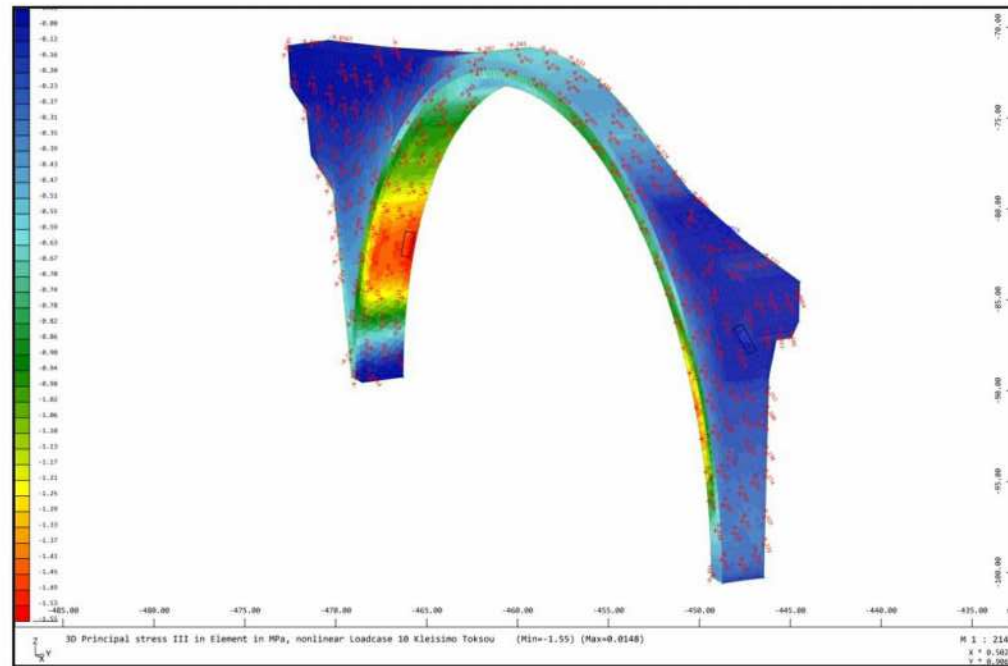
Εικόνα 9.3 Ισοστατικές Κύριων Θλιπτικών & Εφελκυστικών τάσεων, όψη φορέα από κατάντη



Εικόνα 9.4 Υπόμνημα παραμέτρων και θέσεων εμφάνισης μέγιστων τάσεων

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΙΔΙΟΥ ΒΑΡΟΥΣ										
Κ ΕΔΡΑΣΕΩΝ		Ε ΤΟΙΧ.	ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΚΥΡΙΕΣ ΘΛΙΠΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ (MPa)						ΒΥΘΙΣΗ ΤΟΞΟΥ	
ΝΔ ΒΑΘΡΟ	ΒΑ ΒΑΘΡΟ		ΤΟΞΟ			ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΟΞΟΥ			ΑΝΩ ΤΜΗΜΑ ΓΕΦΥΡΑΣ (ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑ)	mm
Kmax	Kmax	E <sub>max</sub>	0.969	1.58	1.74	<b>0.856</b>	1.23	1.44	0.602	9.67
		E <sub>min</sub>	0.936	1.64	1.78	0.846	1.24	1.46	0.588	12.5
Kmin	Kmax	E <sub>max</sub>	0.941	1.94	1.78	0.831	1.41	1.47	0.628	11.7
		E <sub>min</sub>	0.91	<b>2.00</b>	1.81	0.833	<b>1.44</b>	1.52	0.597	14.4
Kmin	Kmin	E <sub>max</sub>	<b>1.06</b>	1.92	1.89	0.841	1.40	1.54	<b>0.691</b>	14.3
		E <sub>min</sub>	1.01	1.98	<b>1.92</b>	0.837	1.41	<b>1.56</b>	0.622	<b>17.1</b>
Τιμές παραμέτρων και μηχανικά χαρακτηριστικά τοιχοποιίας										
Kmax = 100.000 KN/m <sup>3</sup> Kmin=40.000 KN/m <sup>3</sup>			E <sub>max</sub> = 1000*f <sub>wc</sub> E <sub>min</sub> =600*f <sub>wc</sub>				f <sub>wc</sub>	Τόξο 6.00 MPa	Υπόλοιπη Γέφυρα 3.00 MPa	

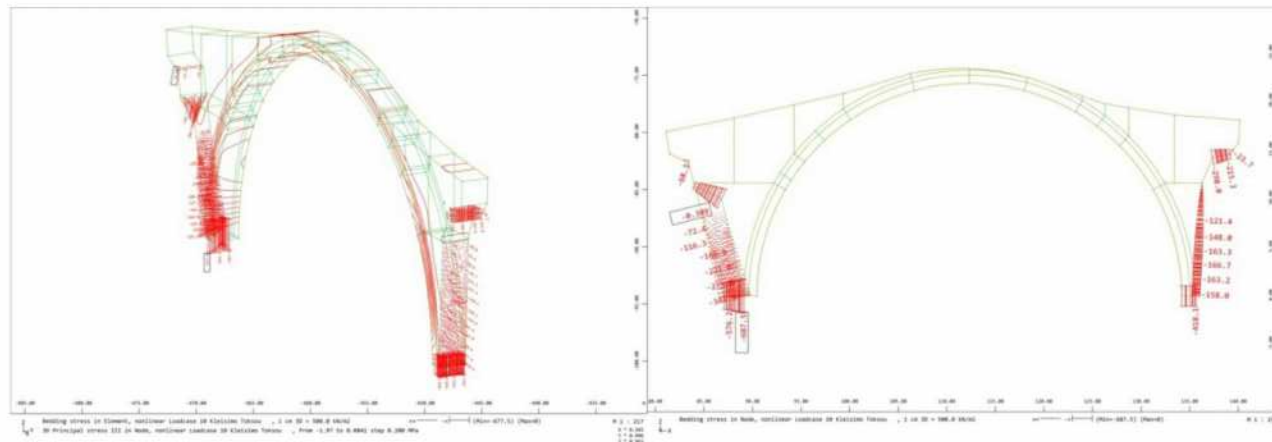
Πίνακας 9.5 Αποτελέσματα παραμετρικών αναλύσεων I.B.



Εικόνα 9.6 Θέση μέγιστης θλιπτικής τάσεως-τόξο, όψη φορέα από ανάντη

### 9.2.1 ΤΑΣΕΙΣ ΕΔΡΑΣΕΩΣ

Σε όλες τις επιλύσεις οι υπολογιζόμενες τάσεις εδράσεως είναι ιδιαίτερως χαμηλότερες από την αντοχή της τοιχοποιίας. Πιο συγκεκριμένα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της περίπτωσης Υψηλό  $K_{max}$  στο ΒΑ βάθρο, χαμηλό  $K_{min}$  στο ΝΔ βάθρο και  $E_{max}$  τοιχοποιίας όπου η μέγιστη τάση αιχμής εδράσεως είναι 0.687 MPa (Εικόνες 9.6-7). Στο ΒΑ βάθρο εμφανίζονται μεγαλύτερες τιμές καθώς και η μέγιστη λόγω του μεγαλύτερου όγκου τοιχοποιίας.



Μέγιστη Τάση εδράσεως ΒΑ βάθρο (αριστερό)  $\sigma_{min} = -0.687 \text{ MPa}$

Μέγιστη Τάση εδράσεως ΝΔ βάθρο (δεξί)  $\sigma_{min} = -0.418 \text{ MPa}$

Εικόνα 9.7 Τάσεις εδράσεως και κύριες θλιπτικές τάσεις, όψη φορέα από ανάντη

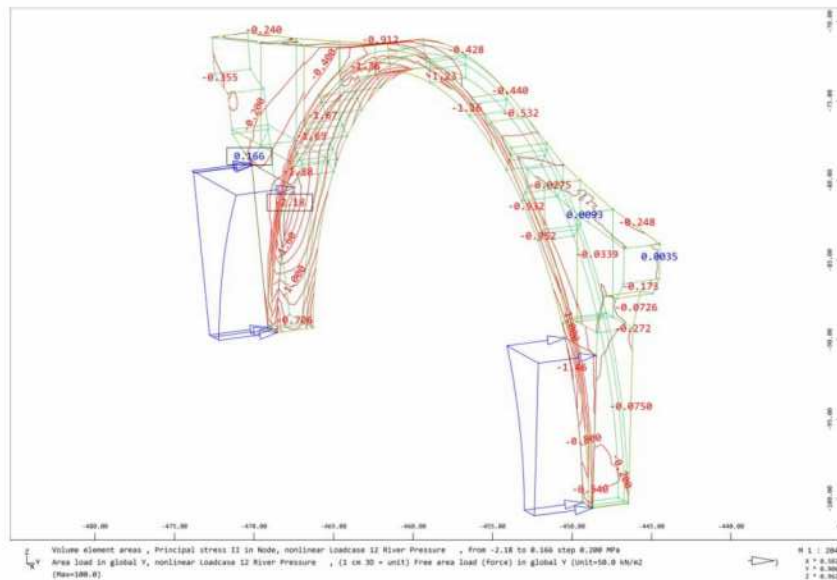
### 9.2.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΙΔΙΟΥ ΒΑΡΟΥΣ

- Σε όλες τις αναλύσεις και σε όλα τα δομικά μέρη της γέφυρας οι θλιπτικές τάσεις υπό το ίδιο βάρος είναι σε αποδεκτά όρια. Κυμαίνονται ενδεικτικά έως το 30% της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας. Η μέγιστη τιμή που παρατηρείται στο άνοιγμα είναι 1.06 MPa και στα βάθρα 2.00 MPa (Πίνακας 9.5).
- Ολόκληρη η διατομή του τόξου βρίσκεται υπό θλίψη, η γραμμή ωθήσεως είναι εντός του κεντρικού τρίτου της και ικανοποιείται το κριτήριο ευστάθειας (Εικόνες 9.2-4).
- Οι μέγιστες κύριες θλιπτικές τάσεις στο τόξο εντοπίζονται στην περιοχή των βάθρων σε γωνία 30 περίπου μοιρών από τις γενέσεις (Εικόνες 9.2-4, 9.6).
- Οι μεγαλύτερη κύρια θλιπτική τάση στο άνοιγμα παρουσιάζεται ελαφρώς μετατοπισμένη από το κέντρο του τόξου προς το ΝΔ βάθρο και κυμαίνεται από 45 έως 65 % της τιμής που εμφανίζεται στα βάθρα (Εικόνες 9.2-4).
- Δεν παρουσιάζονται εφελκυστικές τάσεις με τιμές άνω του ορίου ρηγματώσεως (0.30 MPa) εκτός από σημειακές συγκεντρώσεις στις εδράσεις. Στο κυρίως σώμα της γέφυρας παρατηρείται μια μικρή περιοχή ανάπτυξης εφελκυστικών τάσεων στο άνω τμήμα του ΒΑ βάθρου καθώς μια ευρύτερη από την έδραση έως την βάση του τόξου με τιμές εντός του ορίου ρηγματώσεως (Εικόνα 9.2).
- Οι τάσεις στο εσωτερικό "τόξο" είναι χαμηλότερες 15 με 20% από το κυρίως και δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερες μεταβολές με την διαφοροποίηση των παραμέτρων (Πίνακας 9.5).
- Η βύθιση στο κέντρο του τόξου κυμαίνεται από 9.67 mm έως 17.1 mm (Εικόνα 9.1- Πίνακας 9.5) που είναι ιδιαίτερα χαμηλές τιμές για το άνοιγμα του φορέα και εντός του επιτρεπόμενου ορίου για φορτία λειτουργικότητας. Η μεγαλύτερη βύθιση παρατηρείται για  $K_{min}$  και  $E_{min}$  όπως αναμενόταν.
- Η μεγαλύτερη τάση στο ΝΔ βάθρο παρατηρείται στην περίπτωση χαμηλής τιμής ελατηρίου έδρασης  $K_{min}$  με ταυτόχρονα υψηλή τιμή  $K_{max}$  στο ΒΑ βάθρο (Πίνακας 9.5).
- Οι τάσεις εδράσεως είναι ιδιαίτερως χαμηλότερες της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας (Εικόνα 9.7).

Η καλή συμπεριφορά του φορέα υπό το ίδιο βάρος ήταν αναμενόμενη σύμφωνα με τον σχεδιασμό της γέφυρας στην αρχική της μορφή. Αποτελεί επίσης έμμεση επιβεβαίωση της προκύπτουσας από την έρευνα γεωμετρίας.

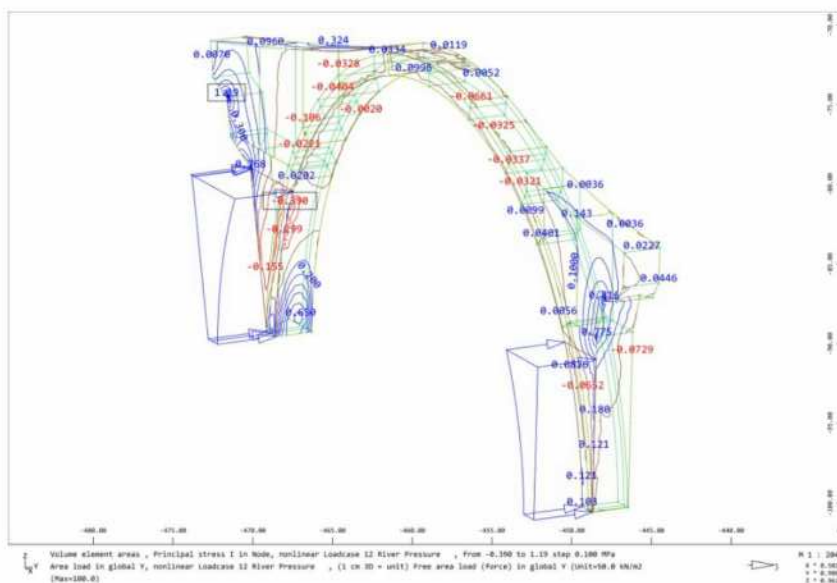
### 9.3 ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ

Παρουσιάζονται διαγράμματα της έντασης που αναπτύσσεται στην γέφυρα υπο το επιλεγμένο ενδεικτικό φορτίο των 100 kN/m<sup>2</sup> σε στάθμη υδάτων 10m (Εικόνες 9.8-9), για διερεύνηση της συμπεριφοράς του φορέα. Στην τελική μελέτη όπου θα είναι διαθέσιμα πλήρη στοιχεία φορτίσεων και σεναρίων πλημμύρας θα γίνουν οι απαραίτητοι έλεγχοι.



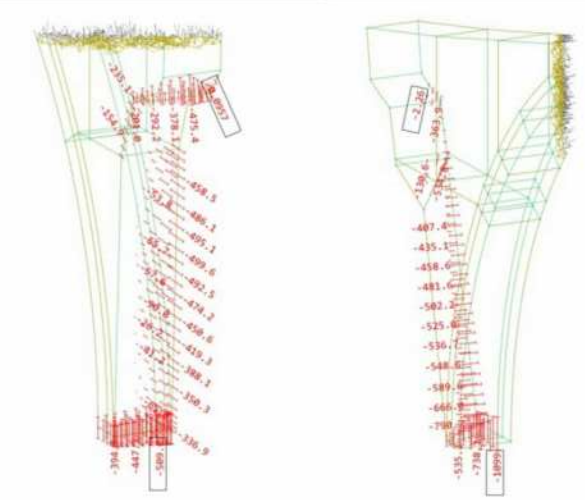
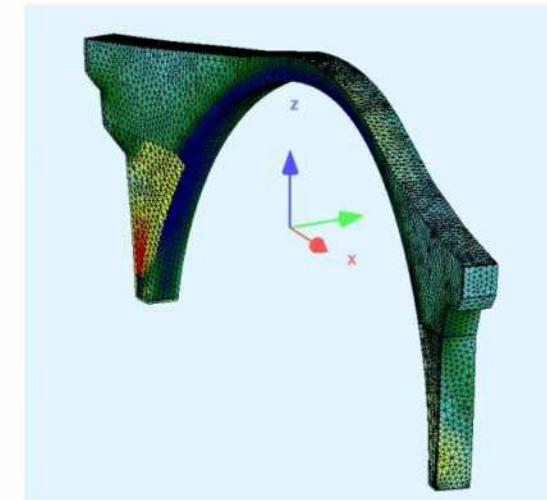
$$\sigma_{max} = 0.166 \text{ MPa} , \sigma_{min} = -2.18 \text{ MPa}$$

Εικόνα 9.8 Κύριες θλιπτικές τάσεις, όψη φορέα από ανάντη



$$\sigma_{max} = 1.19 \text{ MPa} , \sigma_{min} = -0.039 \text{ MPa}$$

Εικόνα 9.9 Κύριες εφελκυστικές τάσεις, όψη φορέα από ανάντη



Εικόνες 9.10-9.11 Παραμορφωμένη εικόνα υπό υδροδυναμική φόρτιση (x200), όψη φορέα από ανάντη-Εγκάρσια μετατόπιση 28mm  
Τάσεις εδράσεως – ΒΑ και ΝΔ βάθρα  
Μέγιστη Τάση εδράσεως :  $\sigma_{min} = -1.099 \text{ MPa}$

#### Ποιοτικά συμπεράσματα υδροδυναμικής φόρτισης

- Οι θλιπτικές τάσεις είναι εντός αποδεκτών ορίων (Εικόνα 9.8).
- Οι σημαντικές εφελκυστικές τάσεις περιορίζονται στις βάσεις του τόξου στην περιοχή των βάθρων και τις εδράσεις. Στο άνοιγμα και τον υπόλοιπο φορέα είναι χαμηλότερες του ορίου ρηγματώσεως (Εικόνα 9.9).
- Οι τάσεις αιχμής εδράσεως (max 1.10 MPa) είναι χαμηλότερες της αντοχής της τοιχοποιίας και παρουσιάζουν μια αύξηση της τάξεως του 25% σε σύγκριση με την φόρτιση υπό το ίδιο βάρος. Δεν παρατηρείται ανασήκωμα θεμελίου(Εικόνα 9.11).

Η συμπεριφορά του φορέα είναι ικανοποιητική υπό την διερευνητική εγκάρσια φόρτιση υδάτων καθώς η αναπτυσσόμενη ένταση και παραμορφώσεις είναι εντός αποδεκτών ορίων.

Στην τελική Μελέτη ανάλογα με τα υδρολογικά και υδραυλικά δεδομένα που θα διαμορφωθούν με την λειτουργία του φράγματος της Συκιάς και της διαμόρφωσης της κοίτης του ποταμού θα γίνει λεπτομερής ανάλυση. Αν και υπάρχουν ενδείξεις στην ιστορική τεκμηρίωση ότι η γέφυρα στο παρελθόν υπέστη ζημιές από πλημμυρικό επεισόδιο (Κεφάλαιο 1), η συγκεκριμένη φόρτιση εκτιμάται ότι δεν θα είναι κρίσιμη για τον σχεδιασμό καθώς η ροή θα ελέγχεται από το ανάντη φράγμα, η ολοκλήρωση του οποίου αποτελεί προαπαιτούμενο της κατασκευής της γέφυρας.

## 9.4 ΣΕΙΣΜΟΣ

Σε αυτήν την ενότητα γίνεται μια εκτίμηση της συμπεριφοράς της γέφυρας υπό σεισμική φόρτιση με την χρήση απλοποιητικών σε αυτό το στάδιο παραδοχών και αναλύσεων. Ο αντισεισμικός σχεδιασμός της γέφυρας άλλωστε δεν αποτελεί πρωτεύον στοιχείο σχεδιασμού στην ανακατασκευή της. Κατά τη διάρκεια ζωής της η γέφυρα επέδειξε αντοχή σε πολυάριθμα σεισμικά γεγονότα ενώ η σεισμική δράση δεν αποτέλεσε το αίτιο της κατάρρευσής της. Στα πλαίσια της κατασκευής της όσο το δυνατόν πιο κοντά στην αρχική της μορφή ο σεισμικός κίνδυνος στον οποίο ήταν εκτεθειμένη θεωρείται αποδεκτός. Στο στάδιο της τελικής Μελέτης κρίνεται σκόπιμη η διενέργεια μιας μικροζωνικής μελέτης σεισμικής επικινδυνότητας ώστε να καθοριστούν με μεγαλύτερη ακρίβεια οι παράμετροι της σεισμικής φόρτισης.

Στην παρούσα εργασία για τον σεισμικό υπολογισμό έγινε χρήση ιδιομορφικής ανάλυσης, γραμμικής φασματικής ανάλυσης και απλοποιημένης ισοδύναμης στατικής ανάλυσης. Σε επόμενο στάδιο ερευνητικό και στην τελική Μελέτη προτείνεται η χρήση πιο πολύπλοκων και σύγχρονων μεθόδων υπολογισμού όπως η ανάλυση με μακροστοιχεία και η ανάλυση χρονοστορίας με μη γραμμικές παραμέτρους. Οι αναλύσεις αυτές θα δώσουν πιο ολοκληρωμένη εικόνα της συμπεριφοράς του φορέα σε συνδυασμό και με τα αρχικά αποτελέσματα.

### 9.4.1 ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις για διαφορετικές παραμέτρους έδρασης K και τιμής του μέτρου ελαστικότητας. Ως πιο αντιπροσωπευτική της συμπεριφοράς σε σεισμό κρίθηκε η χρήση του υψηλού δείκτη έδρασης Kmax (τριπλάσια τιμή (x3) για δυναμική φόρτιση) σε συνδυασμό με χαμηλή τιμή του μέτρου ελαστικότητας Emin (θεώρηση ρηγματωμένης τοιχοποιίας) και τα αποτελέσματα αυτά παρουσιάζονται. Από την ιδιομορφική ανάλυση προκύπτουν οι παρακάτω τιμές των ιδιομορφών της γέφυρας με τα αντίστοιχα ποσοστά συμμετοχής (Πίνακας 9.12).

Παρατηρούμε σημαντική συμμετοχή της 1<sup>ης</sup> ιδιομορφής με περίοδο 0.973 sec (συμμετοχή 40.6 %) και διεύθυνση εγκάρσια (Y-Y), (ταλάντωση κυρίως του τόξου με συμμετοχή των βάθρων). Στην περίπτωση χαμηλότερης τιμής Kmin σταθεράς έδρασης στο ΝΔ βάθρο η περίοδος της 1<sup>ης</sup> ιδιομορφής αυξάνεται στο 1.343 sec με συμμετοχή 54.6%. Η αμέσως επόμενη είναι η 3<sup>η</sup> με περίοδο 0.242, συμμετοχή 20.7 % και επίσης εγκάρσια διεύθυνση με. Η τιμή της 1<sup>ης</sup> ιδιοπερίοδου είναι υψηλή για αυτού του είδους φορέα ενώ η αμέσως επόμενη ιδιοπερίοδος με ικανοποιητικό ποσοστό συμμετοχής μάζας είναι σημαντικά χαμηλότερη. Εκτιμάται ότι η παραπάνω εικόνα διαμορφώνεται εξαιτίας της διαφοράς απόκρισης του κεντρικού τμήματος του τόξου της γέφυρας σε σχέση με τα πιο άκαμπτα βάθρα. Η απόκριση αυτή είναι δυνατόν να οδηγεί σε μείωση της σεισμικής καταπόνησης καθώς μετακινούμαστε προς τον φθίνοντα κλάδο του φάσματος (Εικόνα 8.15-μεταξύ TC και TD) στον οποίο αντιστοιχούν μικρότερες τιμές φασματικών επιταχύνσεων. Είναι απαραίτητη βέβαια περαιτέρω έρευνα για να στοιχειοθετηθεί το παραπάνω, λόγω ύπαρξης φαινομένων όπως η κατευθυντικότητα που οδηγεί σε ενίσχυση των φασματικών τιμών σε μεσαίες και μεγάλες περιόδους.

Στις άλλες σεισμικές διευθύνσεις έχουμε την 4<sup>η</sup> ιδιομορφή, T=0.21 sec με συμμετοχή 17.4% κατά τον διαμήκη άξονα(X-X) και την 5<sup>η</sup> ιδιομορφή, T=0.157 sec με συμμετοχή 11.5% κατά τον κατακόρυφο (Z-Z).

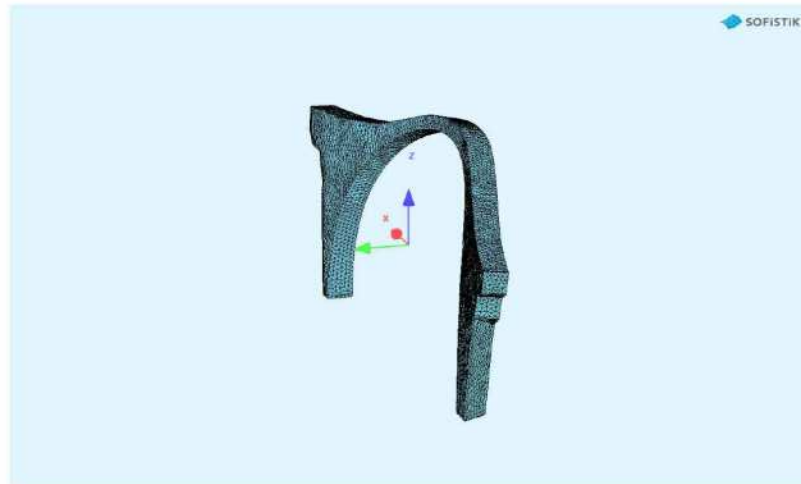
Σε πιο μικρές περιόδους παρατηρούμε την 7<sup>η</sup> ιδιομορφή, T=0.141 sec με συμμετοχή 44.8% κατά τον κατακόρυφο σεισμό και την 12<sup>η</sup> με συμμετοχή, T=0.088 sec με συμμετοχή 48.7% στον διαμήκη σεισμό.

Με τις πρώτες 20 ιδιομορφές έχουμε ικανοποιητικό άθροισμα της συμμετέχουσας μάζας ενώ παρατηρούμε ότι το κεντρικό τμήμα του τόξου έχει αυξημένη συμμετοχή στην απόκριση της κατασκευής.

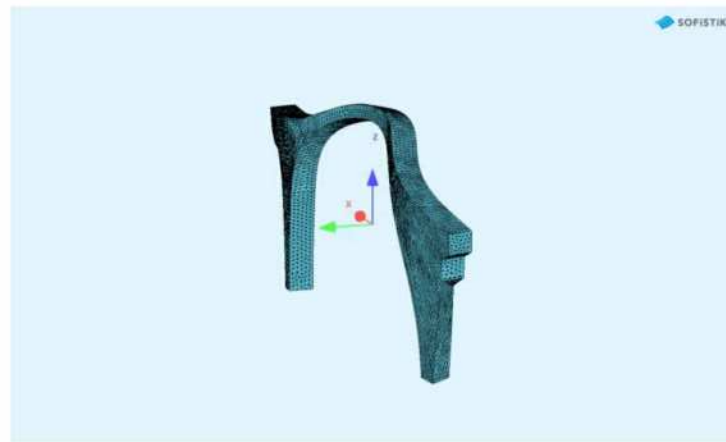
Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 9.12) σημειώνονται με χρώμα οι ιδιομορφές με συμμετοχή άνω του 10% ανά διεύθυνση σεισμού.

Ιδιομορφές για Kmax -Emin									
No.	LC	λ	ω	f	T	ξ	Meff-Participation		
		[rad2/sec2]	[rad/sec]	[Hz]	[sec]	[%]	X[%]	Y[%]	Z[%]
1	9001	4.17E+05	6.455	1.027	<b>0.973</b>	5.000	0.0	<b>46.3</b>	0.0
2	9002	2.08E+06	14.410	2.293	0.436	5.000	0.0	0.1	0.0
3	9003	6.76E+06	25.991	4.137	0.242	5.000	0.0	<b>20.7</b>	0.0
4	9004	8.91E+06	29.858	4.752	0.21	5.000	<b>17.4</b>	0.0	1.3
5	9005	1.60E+07	39.980	6.363	0.157	5.000	0.4	0.0	11.5
6	9006	1.87E+07	43.240	6.882	0.145	5.000	0.0	0.1	0.1
7	9007	1.98E+07	44.477	7.079	<b>0.141</b>	5.000	0.0	0.0	<b>44.8</b>
8	9008	2.57E+07	50.666	8.064	0.124	5.000	0.1	0.3	0.1
9	9009	3.56E+07	59.704	9.502	0.105	5.000	<b>10.6</b>	0.0	0.0
10	9010	3.94E+07	62.744	9.986	0.1	5.000	0.2	5.8	0.0
11	9011	3.98E+07	63.113	10.045	0.1	5.000	0.1	6.0	0.0
12	9012	5.09E+07	71.345	11.355	<b>0.088</b>	5.000	<b>48.7</b>	0.0	0.8
13	9013	6.52E+07	80.726	12.848	0.078	5.000	0.1	0.0	13.0
14	9014	7.12E+07	84.396	13.432	0.074	5.000	0.1	0.0	0.0
15	9015	9.59E+07	97.913	15.583	0.064	5.000	0.1	0.0	0.6
16	9016	1.01E+08	100.482	15.992	0.063	5.000	0.0	0.1	<b>16.0</b>
17	9017	1.03E+08	101.446	16.146	0.062	5.000	7.2	0.1	2.8
18	9018	1.15E+08	107.293	17.076	0.059	5.000	0.1	9.0	0.4
19	9019	1.42E+08	119.286	18.985	0.053	5.000	0.0	0.0	2.9
20	9020	1.50E+08	122.311	19.466	0.051	5.000	0.0	0.1	2.0
						Σ(%) <sup>1</sup>	85.2	88.7	96.5

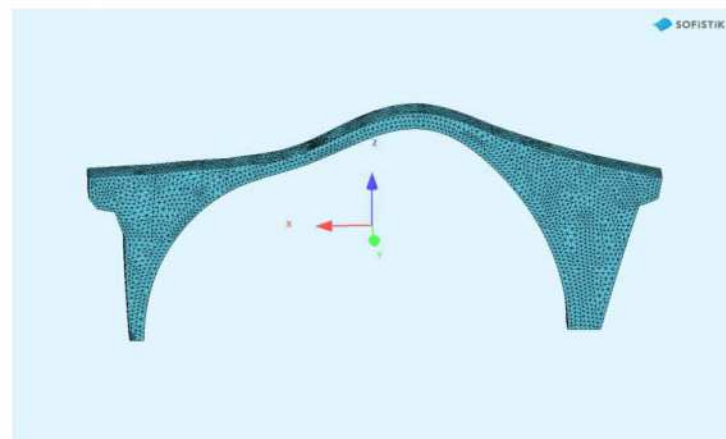
Πίνακας 9.12 Αποτελέσματα ιδιομορφικής ανάλυσης



1<sup>η</sup> Ιδιομορφή  $T=0.973$  Διεύθυνση Y-Y (Εγκάρσιος Σεισμός) , ποσοστό συμμετοχής 46.3%



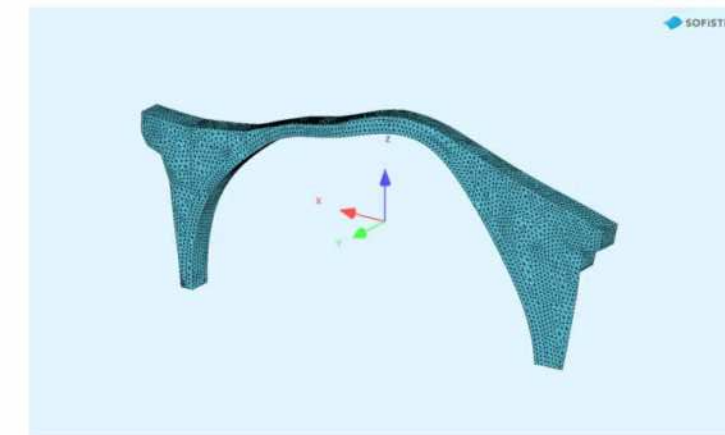
3<sup>η</sup> Ιδιομορφή  $T=0.242$  Διεύθυνση Y-Y (Εγκάρσιος Σεισμός) , ποσοστό συμμετοχής 20.7%



4<sup>η</sup> Ιδιομορφή  $T=0.21$  Διεύθυνση X-X (Διαμήκης Σεισμός) , ποσοστό συμμετοχής 17.4%



5<sup>η</sup> Ιδιομορφή  $T=0.157$  , ποσοστό συμμ. 11.5% 7<sup>η</sup> Ιδιομορφή  $T=0.141$ , ποσοστό συμμ. 44.8%  
Διεύθυνση Z-Z (Κατακόρυφος Σεισμός)



12<sup>η</sup> Ιδιομορφή  $T=0.088$  Διεύθυνση X-X (Διαμήκης Σεισμός) , ποσοστό συμμετοχής 48.7%



16<sup>η</sup> Ιδιομορφή  $T=0.063$  Διεύθυνση Z-Z (Κατακόρυφος Σεισμός) , ποσοστό συμμετοχής 16.0%

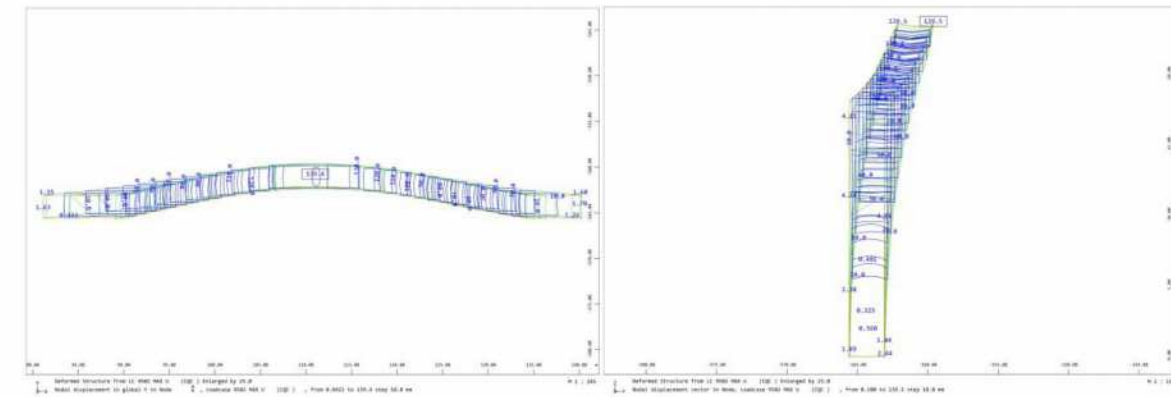
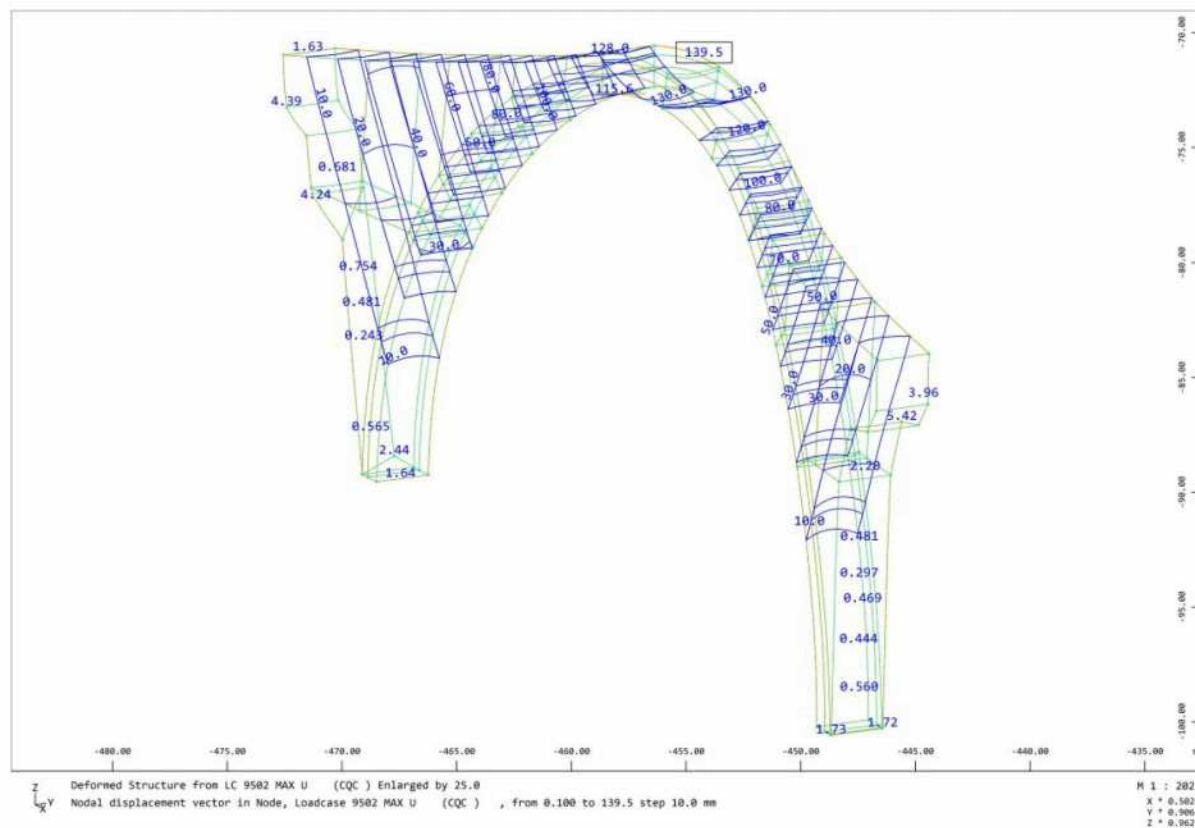
**Εικόνα 9.13** Ιδιομορφές και ποσοστά συμμετοχής μάζας

#### 9.4.2 ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ – ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ

Η γραμμική φασματική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε σε αυτό το στάδιο βοηθητικά όπως αναφέρθηκε στο **Κεφάλαιο 8**. Από την επίλυση προσδιορίστηκε η μέγιστη μετατόπιση που παρατηρείται ανά σεισμική διεύθυνση και έπειτα αναζητήθηκε με δοκιμές η κατάλληλη επιτάχυνση που προκαλεί την ίδια μετατόπιση με την Ισοδύναμη Στατική Μέθοδο(παρ. **9.4.3**). Με τα εντατικά μεγέθη που αναπτύχθηκαν υπό αυτήν επιτάχυνση, έγιναν οι έλεγχοι των κρίσιμων διατομών. Εξετάστηκαν και οι τρεις διευθύνσεις σεισμικής φόρτισης καθώς από την ιδιομορφική ανάλυση προέκυψε σημαντική συμμετοχή της διαμήκουσ και κατακόρυφης συνιστώσας.

##### A. Σεισμός κατά Y-Y (εγκάρσιος)- Φασματική

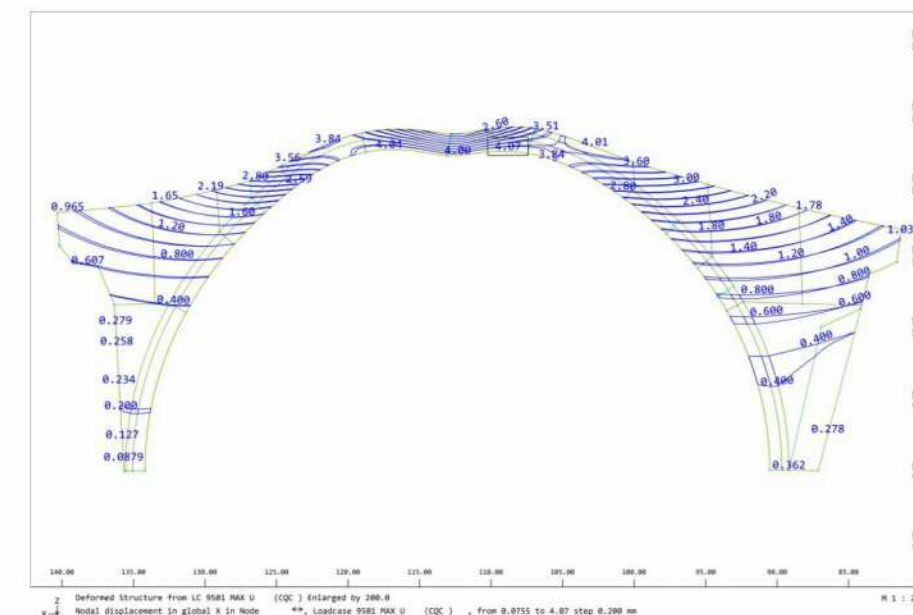
Η μέγιστη παραμόρφωση παρατηρείται στο κέντρο του τόξου όπως αναμενόταν και είναι 13.9 cm . Παρακάτω παρουσιάζεται η εικόνα του παραμορφωμένου φορέα (**Εικόνα 9.14**). Στην συγκεκριμένη δυσμενέστερη διεύθυνση σεισμικής φόρτισης η υπολογιζόμενη τέμνουσα βάσης είναι 4771.40 KN.



**Εικόνα 9.14** Παραμόρφωση φορέα κατά τον άξονα Y-Y, εγκάρσιος σεισμός , max U=139.5 mm (στρεβλή κλίμακα x25)

##### B. Σεισμός κατά X-X (διαμήκης)- Φασματική

Η μέγιστη παραμόρφωση κατά την διαμήκη διεύθυνση είναι σημαντικά μικρότερη 0.407 cm όπως αναμενόταν.

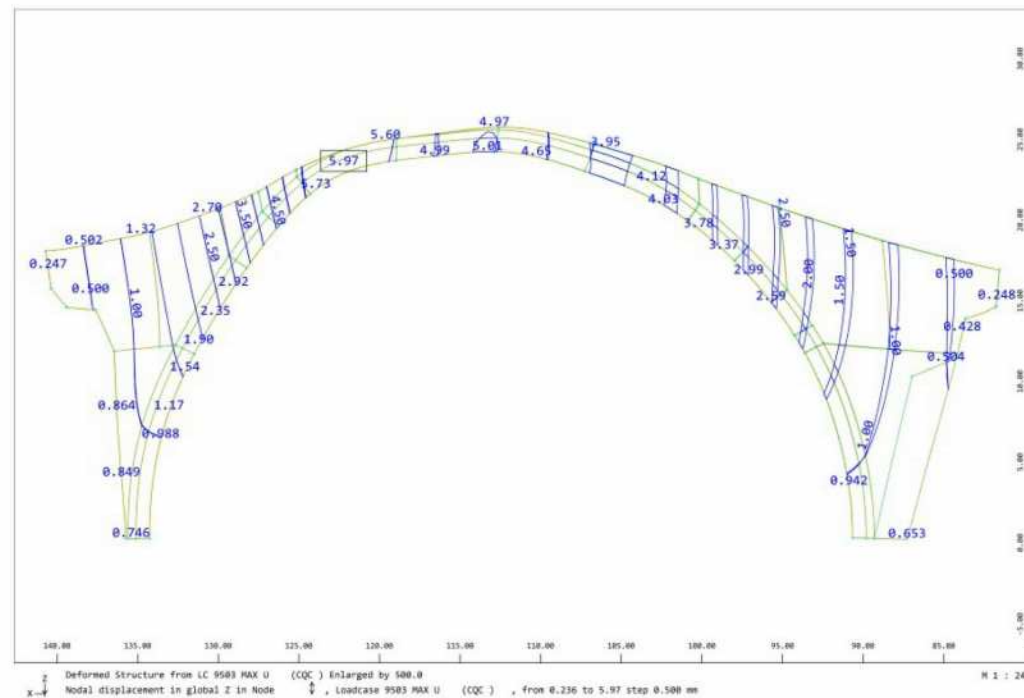


**Εικόνα 9.15** Παραμόρφωση φορέα κατά τον άξονα X-X , όψη από κατάντη, εγκάρσιος σεισμός , max U=4.07 mm (στρεβλή κλίμακα x200)

Σημειώνεται ότι η παραμορφωμένη όψη του φορέα οφείλεται στον συνδυασμό των σεισμικών φορτίσεων και ιδιομορφών CQC ανά διεύθυνση. Κατά την ισοδύναμη στατική μέθοδο επιλέχθηκε η διεύθυνση +X ως δυσμενέστερη λόγω της μεγαλύτερης μάζας του BA βάρους.

### Γ. Σεισμός κατά Z-Z (κατακόρυφος) -Φασματική

Η μέγιστη σεισμική παραμόρφωση κατά την κατακόρυφη διεύθυνση είναι 0.597 cm. Σημειώνεται ότι η εικόνα του φορέα είναι ενδεικτική καθώς αντιστοιχεί στο θετικό πρόσημο που προκύπτει από τον συνδυασμό κατά CQC.



**Εικόνα 9.16** Παραμόρφωση φορέα κατά τον άξονα Z-Z, όψη από κατάντη, εγκάρσιος σεισμός, max U=5.97 mm(στρεβλή κλίμακα x500)

Συμπερασματικά τα αποτελέσματα των φασματικών αναλύσεων υποδεικνύουν ως δυσμενέστερη την εγκάρσια διεύθυνση με προκύπτουσα μετατόπιση σημαντικά μεγαλύτερη (**Εικόνα 9.14**). Κάτι που άλλωστε αναμενόταν καθώς στις δύο άλλες διευθύνσεις (**Εικόνες 9.15-16**) η μεγάλη δυσκαμψία που προσφέρει η λειτουργία του τόξου περιορίζει τις παραμορφώσεις.

### 9.4.3 ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

#### 9.4.3.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗΣ

Πραγματοποιήθηκαν στατικές αναλύσεις με ομοιόμορφη επιτάχυνση κατά τον αντίστοιχο άξονα σεισμικής φόρτισης ώστε να προκύπτει ίδια μετατόπιση με αυτήν που υπολογίστηκε από την φασματική μέθοδο.

Κατά τον εγκάρσιο σεισμό Y-Y, προέκυψε επιτάχυνση 0.206 g που οδηγεί στην στοχευόμενη μετατόπιση 139 mm (**Εικόνα 9.17**) όπως υπολογίστηκε από την φασματική μέθοδο. Η τέμνουσα βάσης στην ισοδύναμη στατική μέθοδο κατά τον εγκάρσιο σεισμό είναι 4456 KN, μικρότερη αλλά κοντά σε τιμή από αυτήν που υπολογίστηκε κατά την φασματική μέθοδο (**9.4.2.A**). Το παραπάνω παρατηρείται λόγω της αυξημένης συμμετοχής της μεγάλης μάζας των βάθρων κατά την ισοδύναμη στατική μέθοδο οπότε η στοχευόμενη μετατόπιση επιτυγχάνεται με μικρότερη επιτάχυνση. Η μέθοδος που ακολουθήθηκε είναι προφανώς προσεγγιστική και θα ήταν περισσότερο ακριβής σε περίπτωση μεγαλύτερης συμμετοχής της 1<sup>ης</sup> ιδιομορφής (>80%). Σε αυτό το στάδιο όμως και δεδομένου των αρκετών παραμέτρων που είναι αναγκαίο να προσδιοριστούν με μεγαλύτερη ακρίβεια κρίνεται ικανοποιητική για την αρχική ερμηνεία της συμπεριφοράς του φορέα υπό σεισμική φόρτιση.

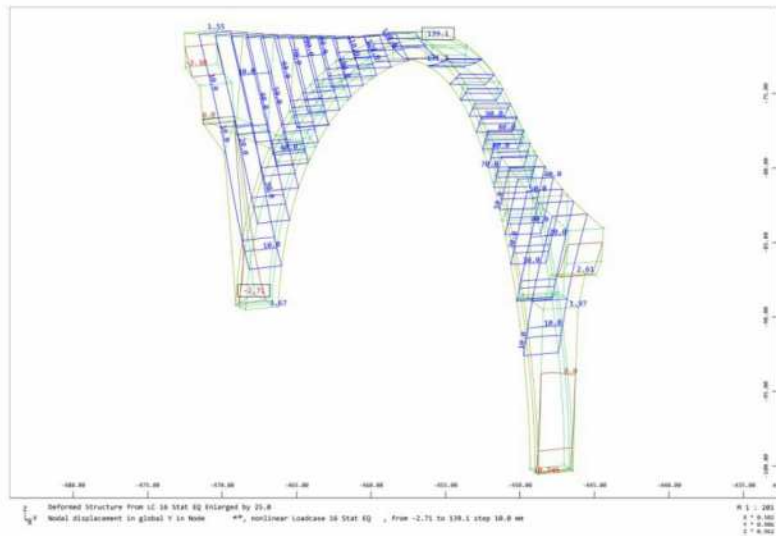
Οι κρίσιμες θέσεις στις οποίες αναπτύσσονται οι μέγιστες εφελκυστικές τάσεις στο τόξο είναι η βάση των βάθρων και το κεντρικό άνοιγμα(**Εικόνα 9.21**). Οι θέσεις ταυτίζονται με αυτές που προέκυψαν από την φασματική ανάλυση με μια μικρή διαφοροποίηση στο άνοιγμα όπου η θέση των μεγίστων βρίσκεται μετατοπισμένη προς το ΒΑ βάθρο. Αυτό εκτιμάται ότι οφείλεται επίσης στην αυξημένη συμμετοχή της μεγαλύτερης μάζας του ΒΑ βάθρου στην ομοιόμορφη εγκάρσια φόρτιση σε σύγκριση με την ιδιομορφική ανάλυση όπου η συνεισφορά της κίνησης τόξου είναι μεγαλύτερη στην διαμόρφωση της τελικής μετατόπισης.

Θα παρουσιασθούν αναλυτικά τα αποτελέσματα των αναπτυσσόμενων τάσεων υπό τον εγκάρσιο σεισμό (**Εικόνες 9.20-21**) ως δυσμενέστερο ενώ στους ελέγχους που ακολουθούν θα ληφθεί υπόψη όπου κρίνεται η επιρροή της κατακόρυφης και διαμήκους συνιστώσας.

Στις παραγράφους (**9.4.3.1 A,B,Γ**) προσδιορίζεται η απαιτούμενη σεισμική επιτάχυνση για επίτευξη μετατόπισης, κατά τον εξεταζόμενο καθολικό άξονα, ίσης με αυτήν που προέκυψε από την φασματική ανάλυση. Οι διαφοροποιήσεις που παρατηρούνται στην απαιτούμενη επιτάχυνση ανά διεύθυνση οφείλονται στην διαφορετική επίδραση της συμμετοχής των ιδιομορφών στην διαμόρφωση της μετατόπισης, σε σύγκριση με την ομοιόμορφη επιβολή φορτίου.



#### A. Σεισμός κατά Y-Y (εγκάρσιος) - Ισοδύναμη στατική (+Y)

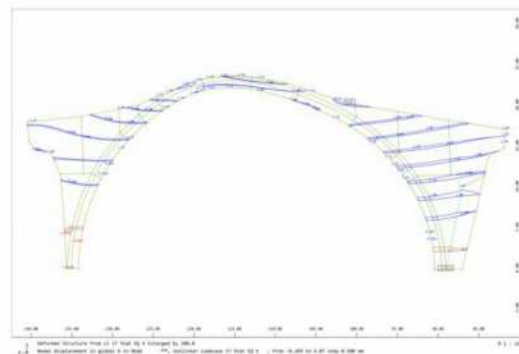


**Εικόνα 9.17** Παραμόρφωση φορέα κατά τον άξονα Y-Y , εγκάρσιος σεισμός , max U=139.1 mm (στρεβλή κλίμακα x25) Ισοδύναμη Στατική μέθοδος με επιβαλλόμενη  $\alpha=0.206g$

Οι εικόνες του παραμορφωμένου φορέα για τις δύο αναλύσεις (**Εικόνες 9.14,9.17**) είναι συμβατές μεταξύ τους ενώ παρατηρούμε ότι στο αριστερό βάθρο (BA) έχουμε μια μεγαλύτερη μετατόπιση στην ισοδύναμη στατική μέθοδο όπως αναφέρθηκε. Η τέμνουσα βάσης είναι 4456 KN. Η αντίστοιχη διαδικασία ακολουθήθηκε για την διαμήκη και κατακόρυφη διεύθυνση.

#### B. Σεισμός κατά X-X (διαμήκης) - Ισοδύναμη στατική (+X)

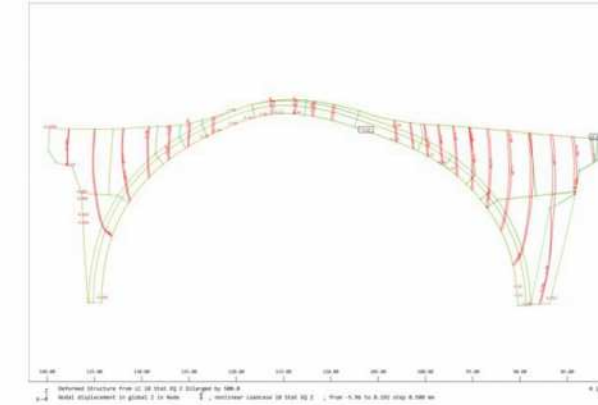
Για την επίτευξη της στοχευόμενης μετατόπισης 4.07 mm κατά την διαμήκη διεύθυνση X-X απαιτήθηκε επιτάχυνση 0.211 g. Η εικόνα του παραμορφωμένου φορέα (**Εικόνα 9.18**) είναι συμβατή με την αντίστοιχη που προκύπτει από την φασματική μέθοδο λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι έχει εφαρμοσθεί επιτάχυνση κατά +X.



**Εικόνα 9.18** Παραμόρφωση φορέα κατά τον άξονα + X-X , max U=4.07 mm (στρεβλή κλίμακα x200) Ισοδύναμη Στατική μέθοδος με επιβαλλόμενη  $\alpha=0.211g$

#### Γ. Σεισμός κατά Z-Z (κατακόρυφος) - Ισοδύναμη στατική (-Z)

Για την επίτευξη της στοχευόμενης μετατόπισης 5.96 mm κατά την κατακόρυφη διεύθυνση Z-Z απαιτήθηκε επιτάχυνση 1.50 g.



**Εικόνα 9.19** Παραμόρφωση φορέα κατά τον άξονα Z-Z , ( διεύθυνση ίδιου βάρους ), όψη από κατάντη, max U=5.96 mm (στρεβλή κλίμακα x500) Ισοδύναμη Στατική μέθοδος με επιβαλλόμενη  $\alpha=1.50g$

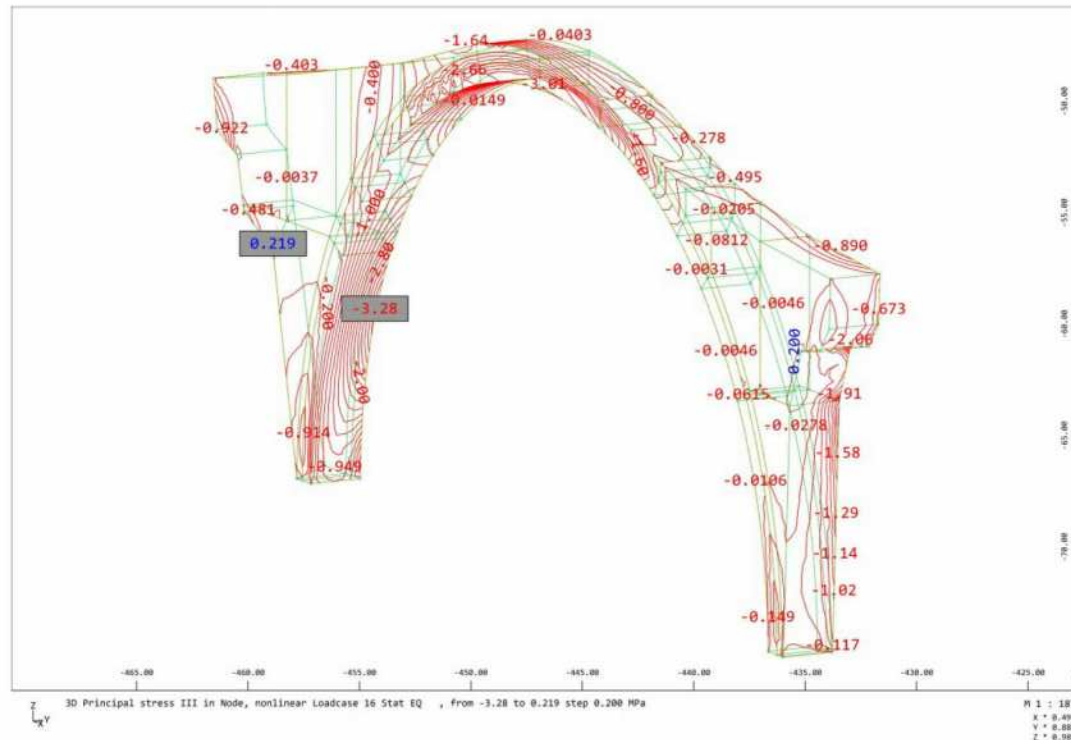
Σημειώνεται ότι η βύθιση  $U=5.96$  mm αφορά σεισμική μετατόπιση που προστίθεται σε αυτήν του I.B. 10.6 mm για τον συγκεκριμένο συνδυασμό  $K_{max}$  και  $E_{min}$ . Συνολική βύθιση τόξου 16.56 mm.

#### 9.4.3.2 ΚΥΡΙΕΣ ΤΑΣΕΙΣ – ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

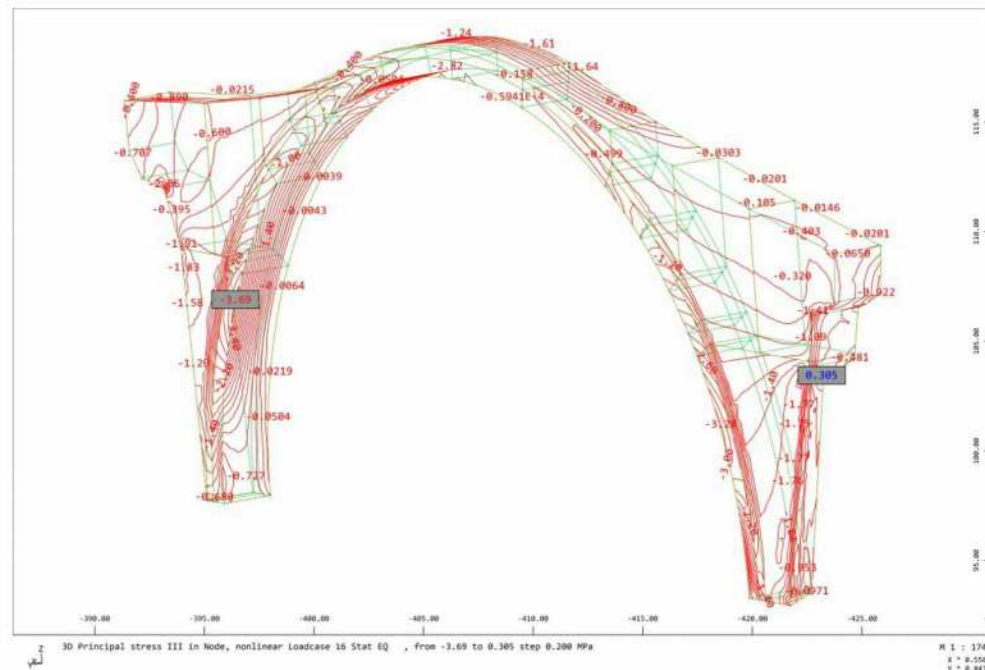
Παρουσιάζεται η εικόνα των αναπτυσσόμενων κύριων τάσεων υπο σεισμική φόρτιση ανά διεύθυνση φόρτισης. Δίνεται έμφαση στην δυσμενέστερη εγκάρσια διεύθυνση (**Εικόνες 9.20-21**). Οι έλεγχοι επάρκειας που ακολουθούν πραγματοποιούνται με τα εντατικά μεγέθη της εγκάρσιας σεισμικής φόρτισης ως δυσμενέστερη ενώ όπου κρίνεται απαραίτητο λαμβάνονται υποψιν και τα αποτελέσματα των δύο άλλων διευθύνσεων.

#### A.Κύριες Τάσεις υπό Σεισμική Φόρτιση κατά Y-Y (Εγκάρσια)

Στις παρακάτω εικόνες (**Εικόνες 9.20-21**) παρουσιάζονται οι αναπτυσσόμενες κύριες τάσεις υπό την εγκάρσια σεισμική διεύθυνση. Καθώς αποτελεί την κρίσιμη φόρτιση του φορέα , παρουσιάζονται οι θλιπτικές και οι εφελκυστικές τάσεις , εντοπίζονται οι κρίσιμες διατομές και πραγματοποιούνται έλεγχοι διατμητικής επάρκειας και ευστάθειας υπό ροπή εντός και εκτός επιπέδου (**Παράγραφοι 9.4.3.3-5**).

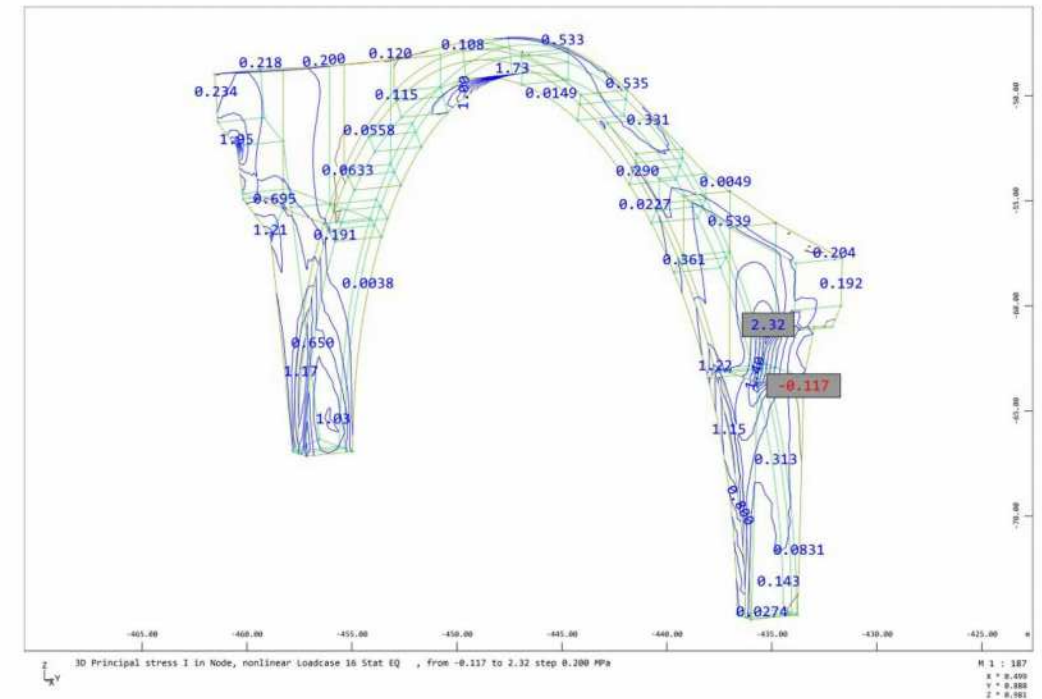


Μέγιστη κύρια θλιπτική τάση :  $\sigma_{min} = -3.28 \text{ MPa}$

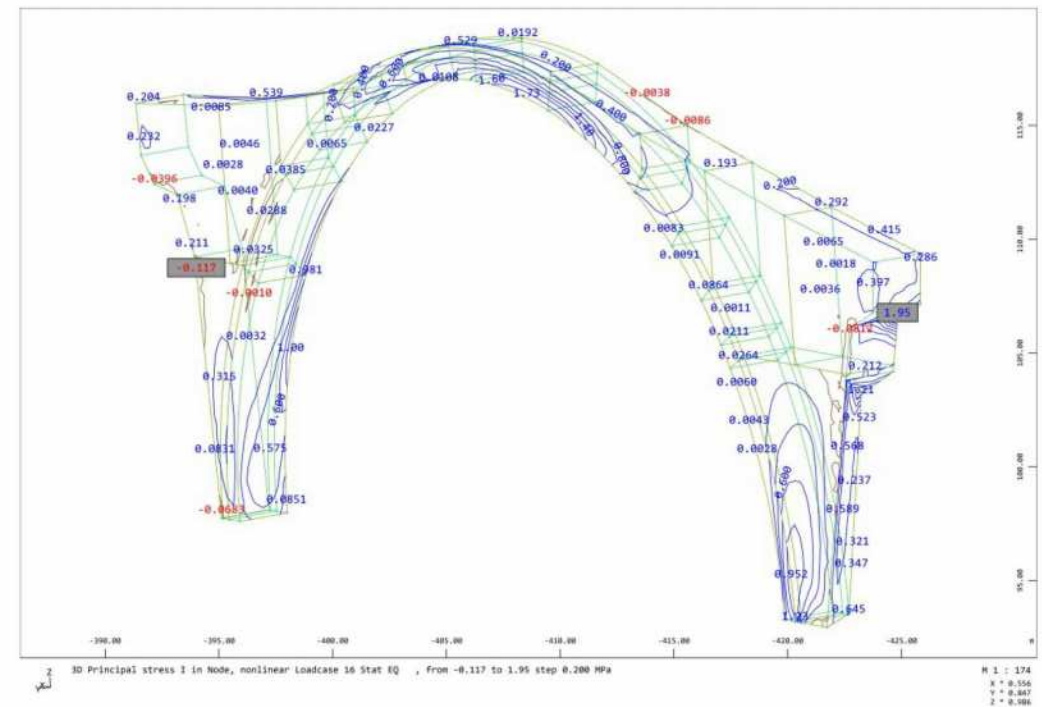


Μέγιστη κύρια θλιπτική τάση :  $\sigma_{min} = -3.69 \text{ MPa}$

**Εικόνα 9.20** Μέγιστες κύριες θλιπτικές τάσεις για εγκάρσιο σεισμό – Ισοδύναμη Στατική Μέθοδος ,  
όψεις από ανάντη και κατόντη



Μέγιστες κύριες εφελκυστικές τάσεις :  $\sigma_{max} = 2.32 \text{ MPa}$



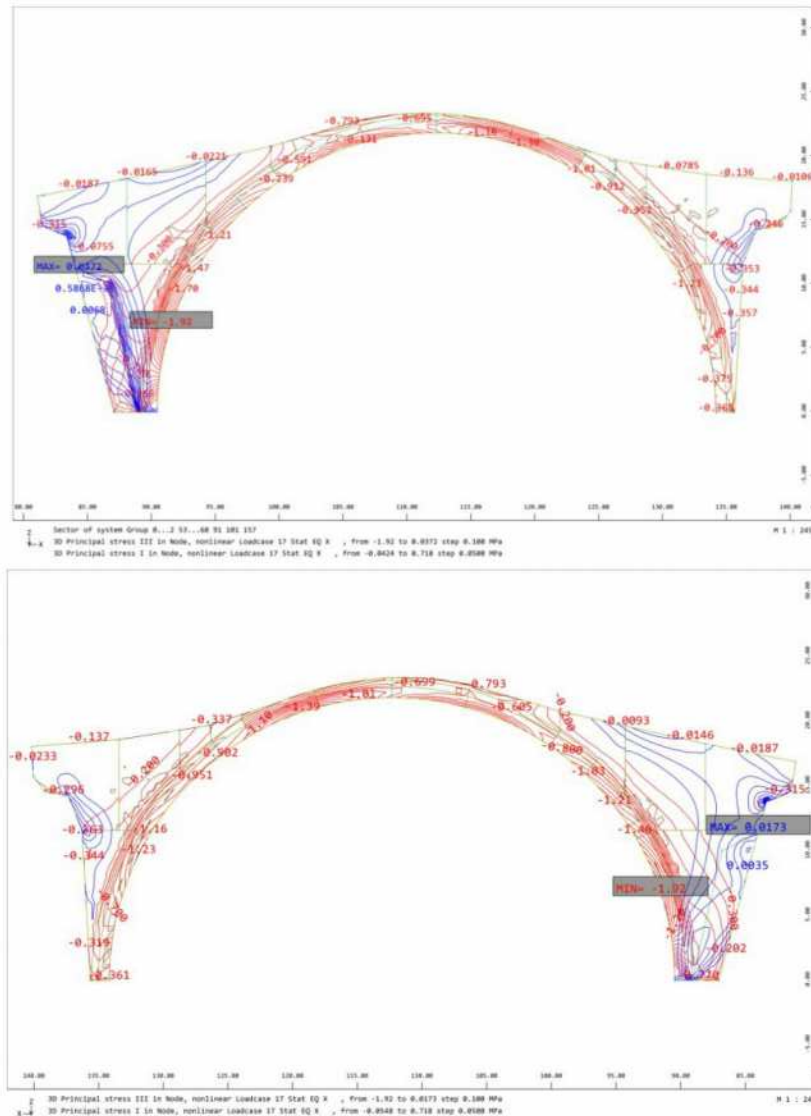
Μέγιστη κύρια εφελκυστική τάση :  $\sigma_{max} = 1.95 \text{ MPa}$

**Εικόνα 9.21** Μέγιστες κύριες εφελκυστικές τάσεις για εγκάρσιο σεισμό – Ισοδύναμη Στατική  
Μέθοδος , όψεις από ανάντη και κατόντη

### Β.Κύριες Τάσεις υπό Σεισμική φόρτιση κατά Χ-Χ (διαμήκης)

Στην παρακάτω εικόνα(Εικόνα 9.22) σημειώνονται οι κύριες εφελκυστικές και θλιπτικές τάσεις που προκύπτουν από την ισοδύναμη στατική ανάλυση με σεισμική φόρτιση κατά +Χ. Όλες οι αναπτυσσόμενες τάσεις είναι εντός αποδεκτών ορίων, δεν παρατηρείται υπέρβαση της θλιπτικής αντοχής ενώ οι εφελκυστικές τάσεις είναι εντός του ορίου ρηγματώσεως εκτός από σημειακές υπερβάσεις στην περιοχή της έδρασης των βάθρων.

Υπενθυμίζεται ότι χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα της φόρτισης κατά +Χ ως δυσμενέστερη. Αντίστοιχη ( αντίστροφη ) εικόνα έχουμε και με την φόρτιση κατά -Χ .

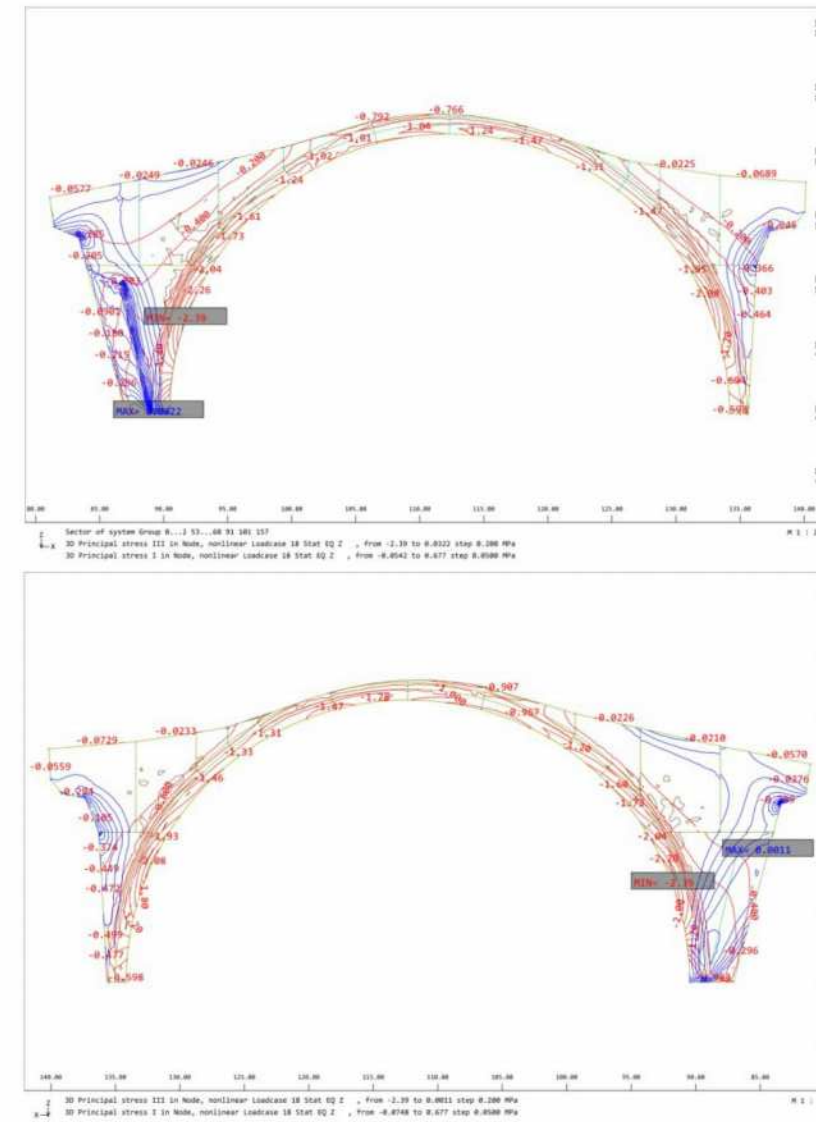


Μέγιστη κύρια θλιπτική τάση :  $\sigma_{min} = -1.92 \text{ MPa}$

**Εικόνα 9.22** Μέγιστες κύριες εφελκυστικές και θλιπτικές τάσεις για διαμήκη σεισμό – Ισοδύναμη Στατική Μέθοδος, όψεις από ανάντη και κατάντη

### Γ.Κύριες Τάσεις υπό Σεισμική φόρτιση κατά Z-Z (κατακόρυφη)

Οι τάσεις που προκύπτουν από την ισοδύναμη στατική ανάλυση με σεισμική φόρτιση κατά +Z (Εικόνα 9.23) παρουσιάζουν αντίστοιχη εικόνα με αυτές υπό το ίδιο βάρος. Σημειώνεται ότι κατά την κατακόρυφη σεισμική φόρτιση παρατηρείται αύξηση σε σύγκριση με την καταπόνηση υπο το ίδιο βάρος των τάσεων κατά 57% στο άνοιγμα του τόξου και κατά 34% στο ΒΑ βάθρο. Και σε αυτήν την περίπτωση οι αναπτυσσόμενες τάσεις είναι εντός αποδεκτών ορίων. Επίσης δεν παρατηρείται υπέρβαση της θλιπτικής αντοχής ενώ οι εφελκυστικές τάσεις είναι εντός του ορίου ρηγματώσεως εκτός από σημειακές υπερβάσεις στην περιοχή της έδρασης των βάθρων.



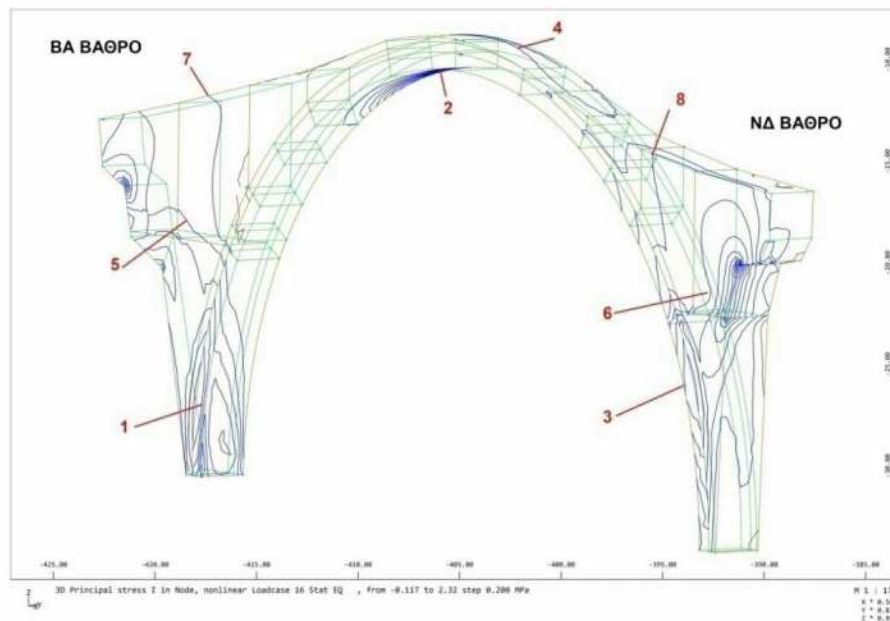
Μέγιστη κύρια θλιπτική τάση :  $\sigma_{min} = -2.39 \text{ MPa}$

**Εικόνα 9.23** Μέγιστες κύριες θλιπτικές τάσεις για κατακόρυφο σεισμό – Ισοδύναμη Στατική Μέθοδος, όψεις από ανάντη και κατάντη

### 9.4.3.3 ΚΡΙΣΙΜΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΥΠΟ ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 9.25) παρουσιάζονται οι θέσεις στις οποίες αναπτύσσονται οι μεγαλύτερες εφελκυστικές τάσεις και όπου αναμένουμε υπέρβαση της εφελκυστικής αντοχής του κονιάματος (0.30 MPa) υπό την εγκάρσια σεισμική φόρτιση.

Στο κεντρικό τμήμα του τόξου έχουμε την μικρότερη τιμή του ΣΑ έναντι ρηγματώσεως με τις βάσεις των βάθρων να ακολουθούν και την μεγαλύτερη τιμή χωρίς υπέρβαση του ορίου στο κατάστρωμα στην περιοχή του ΒΑ βάθρου(Εικόνα 9.24).



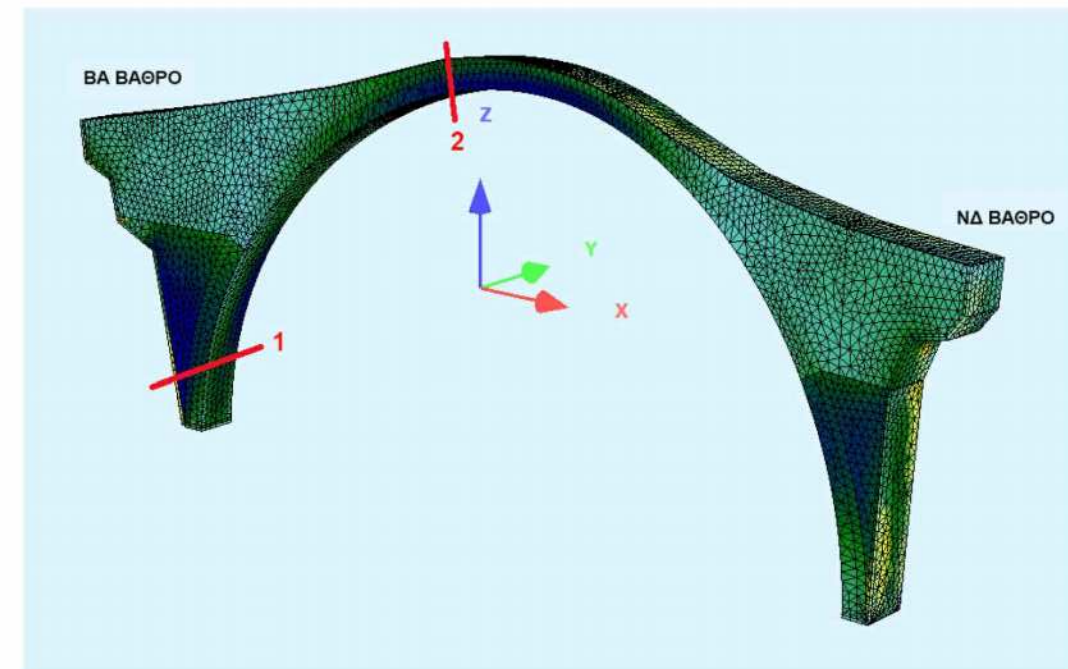
Εικόνα 9.24 Κρίσιμες διατομές εμφάνισης ρηγματώσεων

Συντελεστής Ασφαλείας έναντι Ρηγματώσεως			
Διατομή	Κύρια Εφ. Τάση $\sigma I \max(\text{MPa})$	Διαθέσιμος ΣΑ $SF=F_t, r/F_t$	Θέση
1	1.17	0.26	ΒΑ βάθρο (βάση)
2	1.73	<b>0.17</b>	Τόξο Κεντρικό τμήμα
3	1.00	0.30	ΝΔ βάθρο (βάση)
4	0.53	0.56	Κατάστρωμα άνοιγμα
5	0.70	0.43	ΒΑ βάθρο (σώμα)
6	0.60	0.50	ΝΔ βάθρο (σώμα)
7	0.22	<b>1.38</b>	Κατάστρωμα ΒΑ
8	0.54	0.56	Κατάστρωμα ΝΔ

Πίνακας 9.25 Σ.Α. έναντι ρηγματώσεως

Τονίζεται βέβαια ότι οι υπερβάσεις αυτές αναμένεται να δημιουργήσουν ρηγματώσεις που θα οδηγήσουν σε διαφοροποίηση των αδρανειακών χαρακτηριστικών της γέφυρας, ανακατανομή των εντατικών μεγεθών και μεταβολή της συνολικής απόκρισης της. Δεν σημαίνουν δηλαδή την αστοχία ή κατάρρευση της γέφυρας. Για την εκτίμηση της σεισμικής δράσης που μπορεί να αναλάβει η γέφυρα με μεγαλύτερη ακρίβεια είναι απαραίτητο στην τελική Μελέτη να πραγματοποιηθούν αναλύσεις οι οποίες λαμβάνουν την μη γραμμική αυτή συμπεριφορά (μακροστοιχεία, ανάλυση χρονοιστοριών).

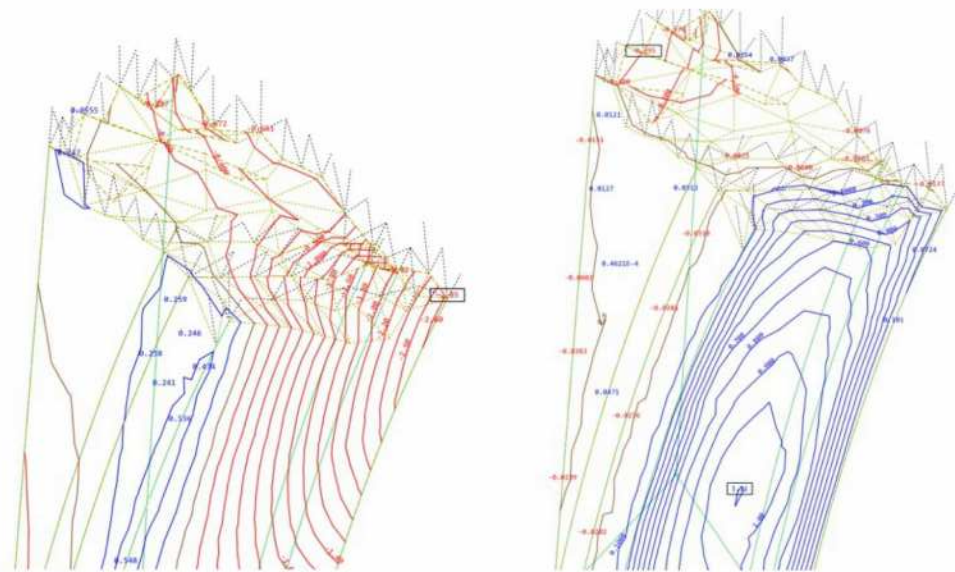
### 9.4.3.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ



Εικόνα 9.26 Κρίσιμες περιοχές φορέα – Διατομές ελέγχου επάρκειας

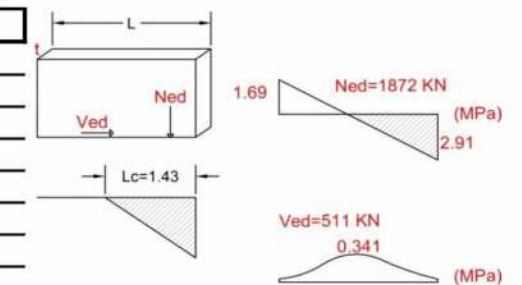
Επιλέγονται για έλεγχο δύο κρίσιμες διατομές του τόξου, η πρώτη στην βάση του ΒΑ βάθρου και η δεύτερη στο κεντρικό άνοιγμα όπου αναπτύσσεται και η μέγιστη εφελκυστική τάση (Εικόνα 9.26). Για τον υπολογισμό χρησιμοποιούνται οι ορθές και διατμητικές τάσεις των διατομών. Θεωρείται τριγωνική κατανομή ορθών τάσεων καθώς και αδρανής περιοχή μη δυνατότητας ανάληψης εφελκυστικών τάσεων στην ρηγματωμένη ζώνη.

Η αριθμητική τιμή των τάσεων αποτελεί προσέγγιση από τομές στον φορέα (Εικόνα 9.27) που πραγματοποιούνται στις κρίσιμες διατομές. Παρουσιάζεται ενδεικτικά η τομή στην βάση του τόξου :



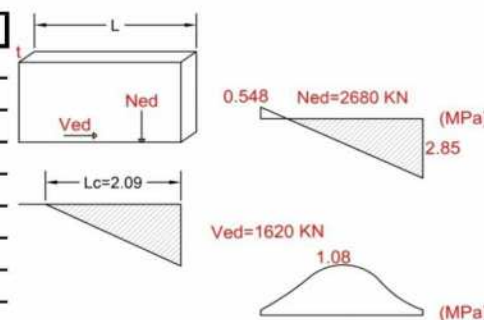
Εικόνα 9.27 Τομές φορέα διατομή 1 – Ισοστασικές ορθών και διατμητικών τάσεων

Έλεγχος Διατομής - Τόξο-Άνοιγμα - Διατομή 2			
Θλιπτική Αντοχή Τοιχοποιίας	$f_{wc}$	6.00	MPa
Θλιπτική Αντοχή Λιθοσώματος	$f_b$	80.00	MPa
Πάχος Στοιχείου	$t$	0.90	m
Μήκος Στοιχείου	$L$	2.50	m
Μήκος Θλιβόμενης Ζώνης	$L_c$	1.43	m
Εκκεντρότητα	$e$	0.77	m
Ακραία Θλιπτική τάση	$\sigma_{wc}$	2.91	MPa
Θλιπτική Δύναμη	$N_{ed}$	1872.59	KN
Μέση Ορθή Τάση	$\sigma_d = N_{ed}/L_c \cdot t$	1.46	MPa
Διατμ.Αντοχή υπο μηδενική τάση	$f_{vko}$	0.30	MPa
Συντελεστής Τριβής	$\mu$	0.40	
Χαρ.διατμητική αντοχή ( $f_{vk} + \mu \sigma_d$ )	$f_{vk}$	0.882	MPa
Αντοχή σε Τέμνουσα	$V_{rk} = f_{vk} \cdot t \cdot L_c$	1135.13	KN
Δρώσα Τέμνουσα	$V_{ed}$	511.50	KN
Διατιθέμενος Συντ. Ασφαλείας	$S_f$	2.22	



Πίνακας 9.29 Έλεγχος διατμητικής επάρκειας διατομής 2,  $S_f = 2.22$

Έλεγχος Διατομής - Τόξο - Βάση - Διατομή 1			
Θλιπτική Αντοχή Τοιχοποιίας	$f_{wc}$	6.00	MPa
Θλιπτική Αντοχή Λιθοσώματος	$f_b$	80.00	MPa
Πάχος Στοιχείου	$t$	0.90	m
Μήκος Στοιχείου	$L$	2.50	m
Μήκος Θλιβόμενης Ζώνης	$L_c$	2.09	m
Εκκεντρότητα	$e$	0.55	m
Ακραία Θλιπτική τάση	$\sigma_{wc}$	2.85	MPa
Θλιπτική Δύναμη	$N_{ed}$	2680.43	KN
Μέση Ορθή Τάση	$\sigma_d = N_{ed}/L_c \cdot t$	1.43	MPa
Διατμ.Αντοχή υπο μηδενική τάση	$f_{vko}$	0.30	MPa
Συντελεστής Τριβής	$\mu$	0.40	
Χαρ.διατμητική αντοχή ( $f_{vk} + \mu \sigma_d$ )	$f_{vk}$	0.870	MPa
Αντοχή σε Τέμνουσα	$V_{rk} = f_{vk} \cdot t \cdot L_c$	1636.47	KN
Δρώσα Τέμνουσα	$V_{ed}$	1620.00	KN
Διατιθέμενος Συντ. Ασφαλείας	$S_f$	1.01	



Πίνακας 9.28 Έλεγχος διατμητικής επάρκειας διατομής 1,  $S_f = 1.01$

Παρατηρείται διατμητική επάρκεια και στις δύο διατομές ελέγχου. Η θέση της μέγιστης εφελκυστικής τάσης είναι στην διατομή 2, στο άνοιγμα του τόξου (Εικόνα 9.24). Στην βάση του βάθρου όμως ο έλεγχος είναι δυσμενέστερος (Πίνακας 9.28) καθώς εκεί εντοπίζεται η μέγιστη τιμή της τέμνουσας δύναμης και παρόλο που μεγαλύτερο τμήμα της διατομής βρίσκεται υπό θλίψη το μήκος  $L$  είναι οριακώς επαρκές.

Πιθανή διαπλάτυνση στο κατώτερο σημείο του βάθρου θα οδηγούσε σε μεγαλύτερο συντελεστή ασφαλείας και είναι μια παράμετρος που πρέπει να διερευνηθεί στην τελική μελέτη. Υπενθυμίζεται ότι από την έως τώρα έρευνα (Κεφάλαιο 4) δεν προέκυψε διαπλάτυνση στο κατώτερο σημείο του βάθρου, όμως τα δεδομένα μπορούν να χαρακτηριστούν ελλιπή καθώς δεν έχει διασωθεί τμήμα του μνημείου από το συγκεκριμένο σημείο και το συγκεκριμένο μορφολογικό χαρακτηριστικό (διαπλάτυνση βάσης) το συναντούμε σε γέφυρες παρόμοιας μορφολογίας αλλά μεταγενέστερης κατασκευής (19<sup>ος</sup> αιώνας).

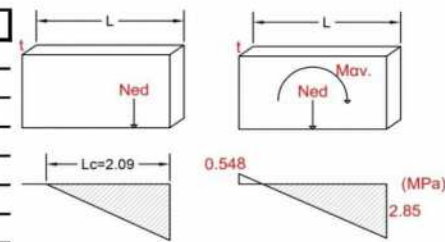
Τέλος αναφέρεται ότι η τιμή του συντελεστή τριβής που χρησιμοποιήθηκε (0.40) είναι αρκετά συντηρητική, οπότε ο συντελεστής ασφαλείας αναμένουμε να είναι μεγαλύτερος.

### 9.4.3.5 ΕΛΕΓΧΟΙ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΡΟΠΗ ΕΚΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

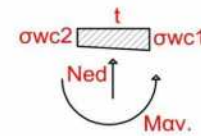
Οι έλεγχοι επάρκειας έναντι διαξονικής κάμψης αφορούν τον υπολογισμό της εκκεντρότητας που προκύπτει από την ροπή ανατροπής σε κάθε διεύθυνση και πρέπει να ικανοποιεί το κριτήριο ευστάθειας  $L/3 < e$ . Ταυτόχρονα πρέπει να ισχύει το πρόσθετο κριτήριο για διαξονική κάμψη  $(e1/L)^2 + (e2/t)^2 < 1/9$  και οι αναπτυσσόμενες ακραίες τάσεις να είναι χαμηλότερες της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας.

Για τον έλεγχο εντός επιπέδου χρησιμοποιείται ως δυσμενέστερη η ροπή που προκύπτει από την κατακόρυφη συνιστώσα. Τέλος ελέγχεται η μέγιστη γωνιακή θλιπτική τάση λόγω διαξονικής κάμψης.

Έλεγχος Διατομής σε Ροπή Εκτός Επιπέδου - Τόξο-Βάση -Διατομή 1				
Θλιπτική Αντοχή Τοιχοποιίας	fwc	6.00	MPa	
Θλιπτική Αντοχή Λιθασώματος	fb	80.00	MPa	
Πάχος Στοιχείου	t	0.90	m	
Μήκος Στοιχείου	L	2.50	m	
Μήκος Θλιβόμενης Ζώνης	Lc	2.09	m	
Εκκεντρότητα	e1	0.55	m	
Ακραία Θλιπτική τάση	σwc	2.85	MPa	
Θλιπτική Δύναμη	Ned	2680.43	KN	
Έλεγχος μέγιστης Θλ. Τάσης fwc>σwc		6.00	2.85	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
Ροπή ανατροπής	Man	1483.17	KNm	
Έλεγχος εκκεντρότητας L/3 > e		0.83	0.553	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
Έλεγχος ανατροπής	N*(L/2)-Man>0	1867.363		ΕΠΑΡΚΕΙΑ



Έλεγχος Διατομής σε Ροπή Εντός Επιπέδου - Τόξο-Βάση -Διατομή 1				
Ακραία Θλιπτική τάση σ1	σwc1	2.12	MPa	
Ακραία Θλιπτική τάση σ2	σwc2	1.40	MPa	
Έλεγχος μέγιστης Θλ. Τάσης fwc>σwc		6.00	2.12	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
Εκκεντρότητα	e2	0.031	m	
Θλιπτική Δύναμη	Ned	3960.00	KN	
Ροπή ανατροπής	Man	121.50	KNm	
Έλεγχος εκκεντρότητας t/3 > e		0.30	0.031	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
Έλεγχος ανατροπής	N*(t/2)-Man>0	1660.500		ΕΠΑΡΚΕΙΑ



Διατιθέμενος Συντ. Ασφαλείας Εκτός Επιπέδου	Sf	2.26
---	----	------

Έλεγχος Εκκεντρότητας Διαξονικής Κάμψης				
Έλεγχος εκκεντρότητας $(e1/L)^2 + (e2/t)^2 < 1/9$		0.050	0.111	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

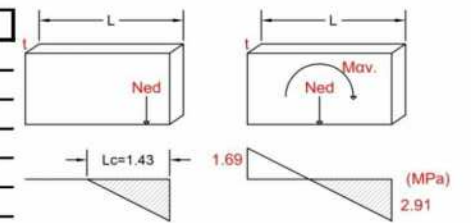
Έλεγχος Μέγιστης Θλιπτικής Τάσης λόγω Διαξονικής Κάμψης			
Μέγιστη Θλιπτική τάση	σc	3.28	MPa
Θλιπτική Αντοχή Τοιχοποιίας	fwc	6.00	MPa
Διατιθέμενος Συντ. Ασφαλείας	Sf	1.83	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Πίνακας 9.30 Έλεγχοι διατομής 1 – βάση ,

Εκτός επιπέδου κάμψη,  $SF = 2.26$ , Εντός επιπέδου κάμψη,  $SF = 14.67$

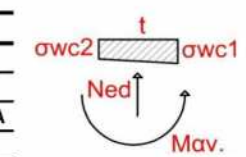
Διαξονική κάμψη  $SF = 1.83$

Έλεγχος Διατομής σε Ροπή Εκτός Επιπέδου - Τόξο-Άνοιγμα -Διατομή 2				
Θλιπτική Αντοχή Τοιχοποιίας	fwc	6.00	MPa	
Θλιπτική Αντοχή Λιθασώματος	fb	80.00	MPa	
Πάχος Στοιχείου	t	0.90	m	
Μήκος Στοιχείου	L	2.50	m	
Μήκος Θλιβόμενης Ζώνης	Lc	1.43	m	
Εκκεντρότητα	e1	0.77	m	
Ακραία Θλιπτική τάση	σwc	2.91	MPa	
Θλιπτική Δύναμη	Ned	1872.59	KN	
Έλεγχος μέγιστης Θλ. Τάσης fwc>σwc		6.00	2.91	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
Ροπή ανατροπής	Man	1448.13	KNm	
Έλεγχος εκκεντρότητας L/3 > e		0.83	0.773	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
Έλεγχος ανατροπής	N*(L/2)-Man>0	892.599		ΕΠΑΡΚΕΙΑ



Διατιθέμενος Συντ. Ασφαλείας Εκτός Επιπέδου	Sf	1.62
---	----	------

Έλεγχος Διατομής σε Ροπή Εντός Επιπέδου - Τόξο-Άνοιγμα -Διατομή 2				
Ακραία Θλιπτική τάση σ1	σwc1	1.38	MPa	
Ακραία Θλιπτική τάση σ2	σwc2	0.95	MPa	
Έλεγχος μέγιστης Θλ. Τάσης fwc>σwc		6.00	1.38	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
Εκκεντρότητα	e2	0.028	m	
Θλιπτική Δύναμη	Ned	2621.25	KN	
Ροπή ανατροπής	Man	72.56	KNm	
Έλεγχος εκκεντρότητας t/3 > e		0.30	0.028	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
Έλεγχος ανατροπής	N*(t/2)-Man>0	1107.000		ΕΠΑΡΚΕΙΑ



Διατιθέμενος Συντ. Ασφαλείας Εντός Επιπέδου	Sf	16.26
---	----	-------

Έλεγχος Εκκεντρότητας Διαξονικής Κάμψης				
Έλεγχος εκκεντρότητας $(e1/L)^2 + (e2/t)^2 < 1/9$		0.097	0.111	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Έλεγχος Μέγιστης Θλιπτικής Τάσης λόγω Διαξονικής Κάμψης			
Μέγιστη Θλιπτική τάση	σc	3.01	MPa
Θλιπτική Αντοχή Τοιχοποιίας	fwc	6.00	MPa
Διατιθέμενος Συντ. Ασφαλείας	Sf	1.99	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Πίνακας 9.31 Έλεγχοι διατομής 2 - άνοιγμα ,

Εκτός επιπέδου κάμψη,  $SF = 1.62$ , Εντός επιπέδου κάμψη,  $SF = 16.26$

Διαξονική κάμψη  $SF = 1.99$

Κρίσιμος είναι ο έλεγχος σε εκτός επιπέδου κάμψη στο άνοιγμα του τόξου με συντελεστή ασφαλείας 1.62 (Πίνακας 9.31) ενώ ακολουθεί ο έλεγχος θλιπτικής αντοχής σε διαξονική κάμψη στη βάση του τόξου με Σ.Α. 1.83 (Πίνακας 9.30). Εντός επιπέδου του τόξου όπως αναμενόταν έχουμε επάρκεια με ιδιαίτερα μεγάλους συντελεστές ασφαλείας.

Σημειώνεται τέλος ότι οι αναπτυσσόμενες τάσεις εδράσεως κατά την σεισμική δράση βάσει τη ισοδύναμης στατικής μεθόδου είναι χαμηλότερες της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας με μέγιστη τάση αιχμής 1.31 MPa στο ΒΑ βάθρο. Η μέγιστη τάση αιχμής είναι διπλάσια περίπου από την αντίστοιχη υπό το ίδιο βάρος. Παρατηρούνται επίσης αδρανείς περιοχές λόγω ανάπτυξης εφελκυστικών τάσεων.

#### 9.4.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΥΠΟ ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ

- Η τιμή της 1<sup>ης</sup> ιδιοπεριόδου της γέφυρας είναι 0.973 (ενώ διαμορφώνεται σε 1.35 sec για Kmin στο ΝΔ βάθρο και σε 0.70 sec σε περίπτωση θεώρησης άκαμπτων στήριξεων), τιμές μεγάλες για αυτού του είδους φορέα. Η 1<sup>η</sup> ιδιομορφή αφορά την εγκάρσια ταλάντωση με σημαντική συμμετοχή μάζας (45-50 %) ενώ η αμέσως επόμενη ιδιομορφή με ικανοποιητική συμμετοχή έχει περίοδο αρκετά χαμηλότερη 0.242 sec (**Πίνακας 9.12**). Εκτιμάται ότι η παραπάνω απόκριση είναι δυνατόν να οδηγήσει σε απομείωση της σεισμικής καταπόνησης (**παρ 9.4.1**). Προτείνεται σε επόμενο στάδιο να πραγματοποιηθούν μη γραμμικές δυναμικές αναλύσεις για την πλήρη διερεύνηση της συμπεριφοράς του φορέα .
- Οι κρίσιμες θέσεις είναι οι αναμενόμενες (**Εικόνα 9.24**), στις βάσεις των βάθρων και στο κέντρικό τμήμα του τόξου όπου οι θλιπτικές τάσεις είναι εντός επιτρεπόμενων ορίων ενώ οι εφελκυστικές θα οδηγήσουν σε ρηγματώσεις και διαφοροποίηση της απόκρισης του φορέα. Τονίζεται επίσης ότι η μετελαστική συμπεριφορά του φορέα θα οδηγήσει σε ακόμη μεγαλύτερες τιμές της περιόδου.
- Στις κρίσιμες διατομές υπάρχει διατμητική επάρκεια (**Παρ.9.4.3.4**). Είναι σκόπιμο να διερευνηθεί η περίπτωση διαπλάτυνσης του βάθρου στην βάση του.
- Στις κρίσιμες διατομές υπάρχει επάρκεια στους ελέγχους κάμψεως εντός και εκτός επιπέδου (**Παρ.9.4.3.5**).
- Οι αναπτυσσόμενες τάσεις εδράσεως είναι σε αποδεκτά επίπεδα.
- Η σεισμική φόρτιση δεν είναι η κρίσιμη παράμετρος για την ανακατασκευή της γέφυρας καθώς θα γίνει ο αποδεκτός ο σεισμικός κίνδυνος της αρχικής κατασκευής. Η σεισμική δράση άλλωστε όπως προέκυψε από την Ιστορική τεκμηρίωση δεν αποτέλεσε την αιτία κατάρρευσης της γέφυρας . Στα πλαίσια της ανακατασκευής όμως θα γίνει προσπάθεια να εντοπισθούν τα "αδύνατα" σημεία και να βελτιωθεί η γενικότερη σεισμική συμπεριφορά του φορέα με την χρήση σύγχρονων μεθόδων όπου αυτό είναι εφικτό.
- Οι βασικοί έλεγχοι σε αρχικό στάδιο ικανοποιούνται για την σεισμική φόρτιση σύμφωνα με τον EC8 (όπως υπολογίστηκε βάσει των ανωτέρω παραδοχών).

Η γέφυρα, παρά το γεγονός ότι κατά την κατασκευή της δεν ήταν διαθέσιμα τα σημερινά υπολογιστικά μέσα, παρουσιάζει σύμφωνα με την αρχική διερεύνηση και τις αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν ικανοποιητική συμπεριφορά υπο σεισμική φόρτιση. Ο σεισμός δεν ήταν επίσης το αίτιο κατάρρευσής της. Καθώς παρόμοια εικόνα έχει παρατηρηθεί και σε άλλες αντίστοιχης μορφής γέφυρες, κρίνεται σκόπιμη σε μελλοντικό ερευνητικό στάδιο η διερεύνηση της καλής σεισμικής συμπεριφοράς αυτών των κατασκευών.

#### 9.5 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΓΕΦΥΡΑΣ

**Οι αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν έδειξαν ότι η γέφυρα μπορεί να ανακατασκευαστεί στην αρχική της μορφή.**

Συγκεντρωτικά για τις κύριες φορτίσεις:

- Σε όλες τις αναλύσεις και τα δομικά μέρη της γέφυρας οι θλιπτικές τάσεις υπό το ίδιο βάρος είναι σε αποδεκτά όρια (**Πίνακας 9.5**) ενώ οι εφελκυστικές όπου εμφανίζονται κάτω του ορίου ρηγματώσεως (**Εικόνα 9.2**).
- Υπό την διερευνητική υδροδυναμική φόρτιση οι αναπτυσσόμενες θλιπτικές τάσεις είναι χαμηλότερες της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας ενώ αναπτύσσονται σημειακά εφελκυσμοί άνω του ορίου ρηγματώσεως χωρίς υπέρβαση του στο κυρίως σώμα της γέφυρας (**Εικόνα 9.8**) . Η συνολική εικόνα του φορέα είναι ικανοποιητική ενώ δεν παρατηρείται υπέρβαση της αντοχής στις εδράσεις και ανασήκωμα θεμελίου (**Εικόνα 9.11**). Η φόρτιση αυτή δεν αναμένεται να είναι κρίσιμη στον τελικό σχεδιασμό καθώς η ροή θα ελέγχεται από το ανάντη φράγμα της Συκιάς.
- Οι βασικοί έλεγχοι σε αρχικό στάδιο ικανοποιούνται για την σεισμική φόρτιση σύμφωνα με τον EC8 (όπως υπολογίστηκε βάσει των ανωτέρω παραδοχών) (**Παρ. 9.4.3.4-5**).

Στο επόμενο στάδιο της Μελέτης προτείνεται η ανάλυση του φορέα με μεθόδους οι οποίες λαμβάνουν υπόψη την μη γραμμική συμπεριφορά του (μακροστοιχεία, ανάλυση χρονιοιστοριών) για την περαιτέρω διερεύνηση της συμπεριφοράς του υπό σεισμική φόρτιση.

Σημειώνεται τέλος ότι στις επιλύσεις θα καθοριστεί το φορτίο που προκύπτει από την υδροδυναμική καταπόνηση βάσει των δεδομένων λειτουργίας και σχεδιασμού του φράγματος της Συκιάς καθώς και της διαμόρφωσης της κοίτης .

## Κεφάλαιο 10 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ



## 10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Είναι δυνατή η ανακατασκευή της γέφυρας στην αρχική της μορφή όπως αυτή τεκμηριώθηκε στην παρούσα εργασία (**Κεφάλαια 1-4**). Οι αναλύσεις συνηγορούν σε αυτήν την κατεύθυνση καθώς ικανοποιούνται οι βασικές απαιτήσεις και έλεγχοι (**Κεφάλαια 8-9**).

Σύμφωνα με την έρευνα η αναστήλωση της γέφυρας μπορεί να υλοποιηθεί υπό τις παρακάτω προϋποθέσεις.

### 10.1 ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΣΤΗΛΩΣΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ

#### 10.1.1 ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΕΡΓΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΣΥΚΙΑΣ

Ουσιαστική προϋπόθεση για την ανακατασκευή της γέφυρας είναι η ολοκλήρωση του ημιτελούς φράγματος της Συκιάς. Η σημερινή κατάσταση των έργων με σήραγγες εκτροπής που λειτουργούν ήδη εκτός προδιαγραφών του αρχικού σχεδιασμού και τον μεγάλο όγκο επιχώσεων του ημιτελούς φράγματος αποτελούν συνεχή κίνδυνο για οποιοδήποτε μελλοντικό ή υπάρχον έργο κατάντη του (**Κεφάλαιο 7**).

#### 10.1.2 ΔΙΑΝΟΙΞΗ ΚΟΙΤΗΣ ΑΧΕΛΩΟΥ

Όπως αναλύθηκε η στάθμη εδάφους της κοίτης έχει ανέβει χαρακτηριστικά από υλικά των έργων του φράγματος και των οδικών σηράγγων (**Κεφάλαιο 3,7**). Η διάνοιξη της κοίτης θα γίνει σε ικανό βάθος ώστε να πληρούνται οι απαιτήσεις ανακατασκευής της γέφυρας στην αρχική της μορφή.

Κατά τις εργασίες θα συλλεχθούν τα ήδη εντοπισμένα καθώς και πιθανά τμήματα της γέφυρας που είναι εγκιβωτισμένα στις επιχώσεις. Η ανάσυρση θα γίνει με την απαραίτητη προσοχή στην ακεραιότητα των ευρημάτων τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για την εξαγωγή πρόσθετων συμπερασμάτων για την τεκμηρίωση της γέφυρας .

Τέλος θα πραγματοποιηθούν και όλες οι επεμβάσεις που θα κριθούν αναγκαίες για την διευθέτηση της κοίτης σύμφωνα με τις υδρολογικές-υδραυλικές παραμέτρους στα πλαίσια της συνολικής Μελέτης.

Τονίζεται ότι οποιαδήποτε ενέργεια διάνοιξης-εκσκαφής της κοίτης πρέπει να γίνει συντονισμένα και ως τμήμα ενός συνολικού σχεδίου για την προστασία των πιθανών ευρημάτων , πρέπει να αποφευχθούν δηλαδή μεμονωμένες πρωτοβουλίες.

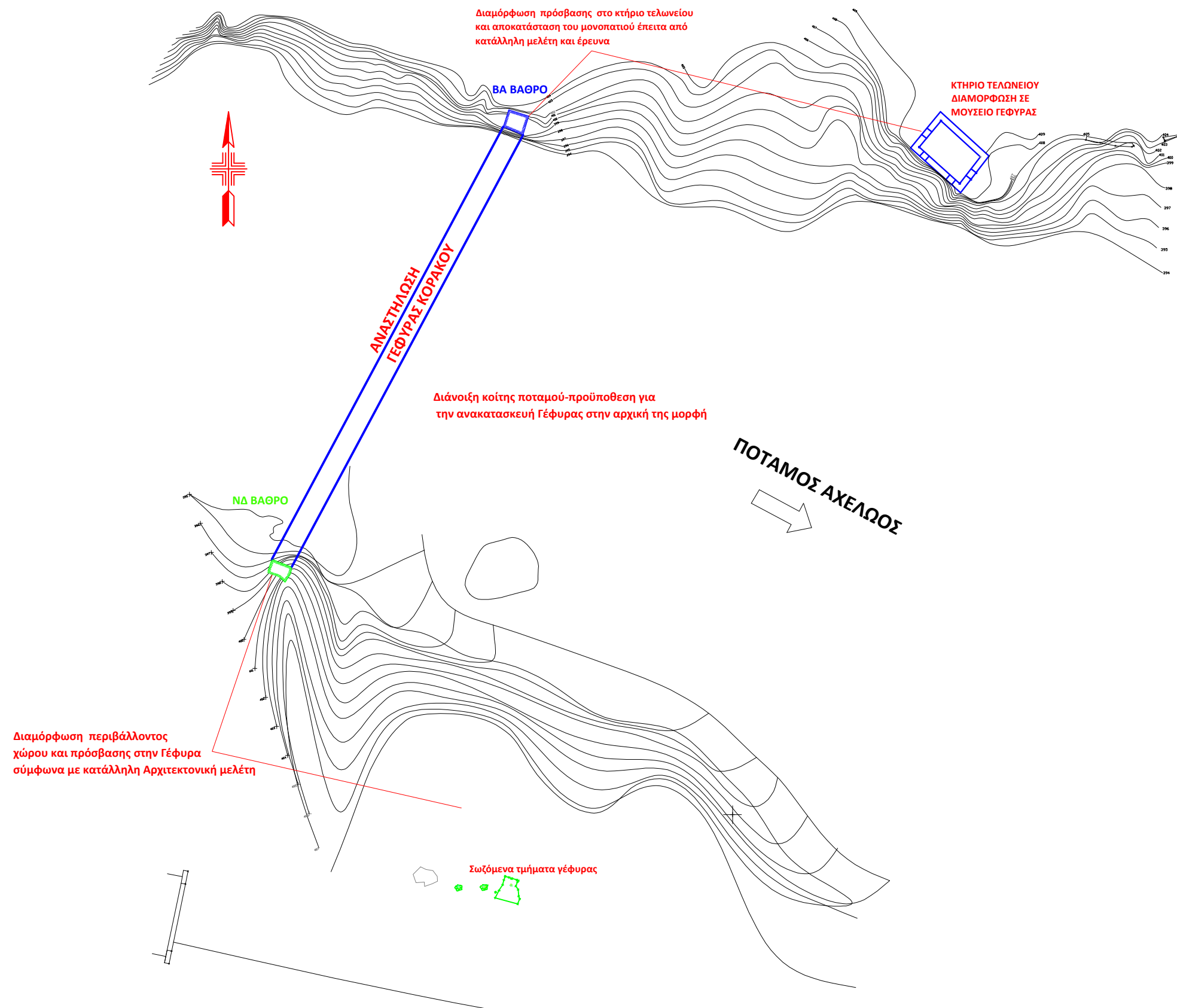
### 10.2 ΑΝΑΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΓΕΦΥΡΑΣ

Η ανακατασκευή της γέφυρας θα υλοποιηθεί σύμφωνα με τις Μελέτες που θα καθορίσουν τις απαιτούμενες τεχνικές λεπτομέρειες. Θα γίνει προσπάθεια διατήρησης των χαρακτηριστικών της αρχικής κατασκευής όπως προκύπτουν από την τεκμηρίωση (**Κεφάλαια 3-4**) η οποία πέραν των αναφερθέντων στην παρούσα εργασία θα ολοκληρωθεί με την ενσωμάτωση νέων στοιχείων.

Η εμπειρία και τεχνογνωσία που θα αποκτηθεί από την αναστήλωση της γέφυρας της Πλάκας θα βοηθήσει στην μελέτη και ολοκλήρωση του έργου.

Η αναστήλωση της Γέφυρας Κοράκου είναι δυνατόν να αποτελέσει σημαντικό ρόλο στην ανάδειξη της πολύ σημαντικής ιστορικής σημασίας της περιοχής. Η διαμόρφωση της πρόσβασης στην γέφυρα και του περιβάλλοντα χώρου θα διαμορφωθεί έπειτα από κατάλληλη αρχιτεκτονική μελέτη η οποία θα καθορίζει και την έκθεση των σωζόμενων τμημάτων της. Τέλος προτείνεται η λειτουργία του διώροφου κτηρίου τελωνείου ως μουσείο της γέφυρας με έκθεση ιστορικού υλικού.

Οι παραπάνω προτάσεις σημειώνονται στην συνοπτική απεικόνιση του χώρου της Γέφυρας στην **Πινακίδα 10.2**



## ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Στην παρούσα εργασία επιχειρήθηκε η τεκμηρίωση και μελέτη της Γέφυρας Κοράκου με χρήση των δεδομένων που προέκυψαν από την έρευνα και μετρήσεις των μικρών πλέον εναπομείναντων τμημάτων της. Οι αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν έδειξαν ότι η Γέφυρα μπορεί να ανακατασκευαστεί στην αρχική της μορφή, η οποία προσεγγίστηκε και τεκμηριώθηκε. Οι προτάσεις που διατυπώθηκαν οδηγούν σε ένα έργο που αποτελεί τμήμα ενός ευρύτερου σχεδιασμού για την ανάδειξη της ιστορική αυτής περιοχής.

Η έρευνα και τα ευρήματα της εργασίας θα εμπλουτισθούν και όπου κριθεί απαραίτητο θα διορθωθούν στο επόμενο στάδιο της Μελέτης όπου θα προσδιορισθούν επίσης και όλες οι τελικές παράμετροι σχεδιασμού.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιντζηλαίου Ελισάβετ, Καθηγήτρια ΕΜΠ, Σημειώσεις για το μάθημα «Προχωρημένη Μηχανική της Τοιχοποιίας» του ΔΠΜΣ Δομοστατικός Σχεδιασμός και Ανάλυση των Κατασκευών, ΕΜΠ.

Γιαννέλος Χρήστος, Πολιτικός Μηχανικός, Υποψ. Δρ. ΕΜΠ, Προσωπικό αρχείο φωτογραφιών.

Διεπιστημονική Ομάδα ΕΜΠ, *Γεφύρι Πλάκας, Το Έργο του ΕΜΠ για την αποκατάσταση του*, Επιστημονικός υπεύθυνος Ιωάννης Γκόλιας, πρύτανης ΕΜΠ, 2016.

Γαλερίδης Αντώνης, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Τμήμα Κεντρικής και Δυτικής Θεσσαλίας, *Τα Πέτρινα γεφύρια της Θεσσαλίας*. Αθήνα: Επτάλοφος, 1995.

Ευρωκώδικας 6: Σχεδιασμός κατασκευών από τοιχοποιία, Ελληνικό Πρότυπο ΕΛΟΤ EN1996-1, 2005.

Ευρωκώδικας 8: Αντισεισμικός σχεδιασμός, Ελληνικό Πρότυπο ΕΛΟΤ EN1998-1, 2004.

Ιεζεκιήλ, Μητροπολίτης, Αι ιεραί μοναί της Πίνδου, Αθήνα 1929.

Κανονισμός για αποτίμηση και δομητικές επεμβάσεις τοιχοποιίας (ΚΑΔΕΤ), Έκδοση 1. ,2014.

Καπερώνης Χρήστος Β., Αρχείο Αδελφότητας Πηγιωτών Άρτας για την Γέφυρα Κοράκου.

Καραβεζύρογλου Μ., Ε. Καραγιάννη, Ε. Σταυρακάκης, και Α. Βαγγελάκος. *ΔΕΙΓΜΑ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΓΕΦΥΡΩΝ ΣΤΗΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ*.

Καραγιάννη Ευθυμία και Γεωργία Μπακάση, *ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΛΙΘΙΝΩΝ ΤΟΞΩΤΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΤΡΙΚΑΛΩΝ*.

Καραντώνη Φυλλίτσα Β., *ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ –ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ*, Αθήνα: Παπασωτηρίου 2012.

Καρατζένης Δημήτριος Φ., *Αι επαναστάσεις της Άρτης του 1866 και 1878*, Αθήνα 1974.

Κουτσογιάννης, Δ., *Υδρολογική διερεύνηση, Γενική διάταξη έργων εκτροπής Αχελώου προς Θεσσαλία*, Ανάδοχος: Ειδική Υπηρεσία Δημοσίων Έργων Αχελώου - Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων - ΥΠΕΧΩΔΕ, Συνεργαζόμενοι: Γ. Καλαούζης, ELECTROWATT, Π. Μαρίνος, και Δ.Κουτσογιάννης, 1996 α&β.

Κουτσογιάννης Δ., Τεχνική Έκθεση Μελέτης Λειτουργίας Ταμειυτήρων Μεσοχώρας, Συκιάς και Μουζακίου, 1996.

Λαμπρίδης, Ι., *Περί των εν Ηπείρω Αγαθοεργημάτων*, Μέρος δεύτερον, εν Αθήναις, 1880.

Λάμπρος Σπυρίδων Π., *Μικταί σελίδες Α' Λόγοι (1902-1905) : Β' Επιστολαί (1899-1903) : Γ' Μελέται (1874-1905)*, Εν Αθήναις : τυπ. Σακελλαρίου, Π.Δ. , 1905.

Μαντάς Σπύρος Ι., *Τα Ηπειρώτικα Γεφύρια*, εκδ. Λαϊκό Πολύπτυχο, Αθήνα 1984.

Μαντάς Σπύρος Ι., *Το Γεφύρι και ο Ηπειρώτης*, εκδ. Λαϊκό Πολύπτυχο, Αθήνα 1987.

Μελετζής Σπύρος, *Φωτογραφίες Γέφυρας Κοράκου*, 1937.

Ξενοπούλος Σεραφείμ του Βυζαντίου, Μητροπολίτης Άρτας, *Δοκίμιον Ιστορικόν περί Άρτης και Πρεβέζης*, Αθήνα 1884.

Παπαδημητρίου Μενέλαος Νικ., Αρχείο φωτογραφιών και έρευνας για την Γέφυρα Κοράκου (περιέχονται και φωτογραφίες των Β. Γκανιάτσα, Κ. Γραμμένου, Ν. Γραμμένου).

Παπαδημητρίου Μενέλαος Νικ., εισήγηση στην 4η Επιστημονική Ημερίδα του Κέντρου Μελέτης Πέτρινων Γεφυριών (ΚΕ.ΜΕ.ΠΕ.Γ.), 2010.

Παπαζάχος Βασίλειος Κ. και Παπαζάχου Κατερίνα. *Οι σεισμοί της Ελλάδας*. Θεσσαλονίκη: Ζήτη, 1989.

Παπακώστα Νίτσα Σινίκη, *«ΗΠΕΙΡΟΣ - Εκκλησίες και Μοναστήρια»*, Αθήνα : Δωδώνη, 1983.

Πουκεβίλ, Φ.Κ.Ο.Λ., *Ταξίδι στην Ελλάδα :Ήπειρος*, εκδ. Συλλογή, Αθήνα 1994.

Τάσιος Θεοδόσης Π., *Η ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ*, ΕΜΠ, Αθήνα: Συμμετρία 1992.

Philippson Alfred, *ΘΕΣΣΑΛΙΑ ΚΑΙ ΗΠΕΙΡΟΣ ΤΑΞΙΔΙΑ ΚΑΙ ΕΞΕΡΕΥΝΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΒΟΡΕΙΑ ΕΛΛΑΔΑ*, Φιλολογικός Ιστορικός Λογοτεχνικός Σύλλογος Τρικάλων (Φ.Ι.ΛΟ.Σ.), 2014.

Tassios T.P., Chronopoulos M.P. "A seismic dimensioning of interventions on low-strength masonry buildings", Middle East and Mediterranean Regional Conference on low-strength masonry in seismic areas, middle East Univ., Ankara, 1986.

### Ηλεκτρονικές Πηγές

Αρχείο Γεφυριών Ηπειρώτικων( <http://arhiogefirioniprotikon.blogspot.com>)

Ιστοσελίδα Δήμου Αργιθέας ( <http://www.dimosargitheas.gr> )

Ιστοσελίδα λογισμικού Sofistik ( <https://www.sofistik.com/infoportal>)

Τα Πέτρινα Γεφύρια της Ελλάδος <http://www.petrinagefiria.com/>)

### Λογισμικό

Sofistik Structural Analysis

Autodesk Autocad

Adobe Photoshop CC

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

**ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΚΑΙ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ**

### ΛΙΘΟΙ Λ1 -Λ2

Λήψη από την κοίτη του ποταμού , θραύσματα από πλευρά Νότιου Βάθρου .



Θέση λήψης και άποψη Λίθων και δοκιμίων Λ1-Λ2

Αποτελέσματα ελέγχου θλιπτικής αντοχής λίθων Λ1-Λ2 σγ ( MPa)

Λ1Α	-	(32.71)	Λ2Α	131.56	MPa
Λ1Β	104.67	MPa	Λ2Β	-	(9.43)
Λ1Γ	74.37	MPa	Λ2Γ	68.73	MPa
Λ1Δ	116.72	MPa			
Λ1Ε	84.31	MPa			
Λ1ΣΤ	-				

### ΛΙΘΟΣ Λ3

Λήψη από το μέσον του ανασυρθέντος τμήματος 1 του Νότιου Βάθρου.

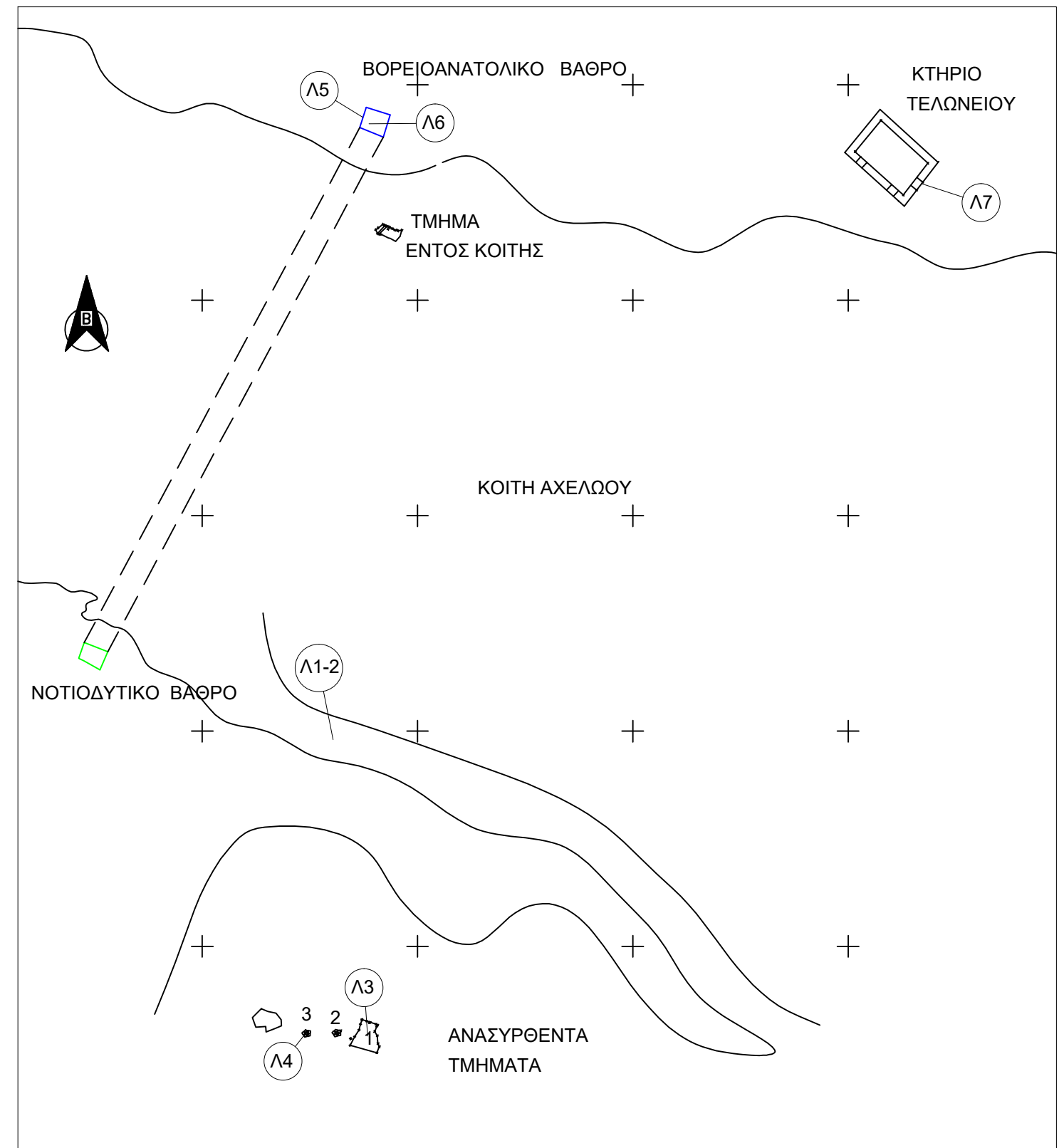


Θέση λήψης και άποψη Λίθου και δοκιμίων Λ3

Αποτελέσματα ελέγχου θλιπτικής αντοχής λίθου Λ3 σγ ( MPa)

Λ3Α	-	(32.71)
Λ3Β	104.67	MPa

### ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ - ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ ΛΙΘΟΣΩΜΑΤΩΝ

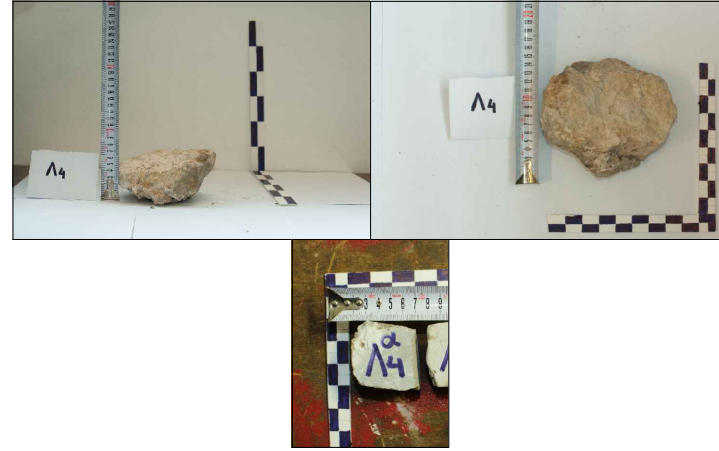


ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΛΙΘΩΝ

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΚΟΡΑΚΟΥ ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΠΡΟΤΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΣΤΗΛΩΣΗ ΤΗΣ

### ΛΙΘΟΣ Λ4

Λήψη από το μέσον του ανασυρθέντος τμήματος 2 του Νότιου Βάθρου.



Θέση λήψης και άποψη Λίθου και δοκιμίου Λ4

Αποτελέσματα ελέγχου θλιπτικής αντοχής λίθου Λ3 συ (MPa)  
Λ4A 54.89 MPa

### ΛΙΘΟΣ Λ6

Λήψη από το γέμισμα του Βόρειου Βάθρου



Θέση λήψης και άποψη Λίθου και δοκιμίων Λ6

Αποτελέσματα ελέγχου θλιπτικής αντοχής λίθου Λ6 συ (MPa)  
Λ6A 102.18 MPa  
Λ6B 69.84 MPa

### ΛΙΘΟΣ Λ5

Λήψη από την πλευρά του Βόρειου Βάθρου



Θέση λήψης και άποψη Λίθου και δοκιμίων Λ5

Αποτελέσματα ελέγχου θλιπτικής αντοχής λίθου Λ5 συ (MPa)  
Λ5A - (35.22)  
Λ5B 57.21 MPa

### ΛΙΘΟΣ Λ7

Λήψη από τον Ανατολικό τοίχο του κτηρίου τελωνείου.

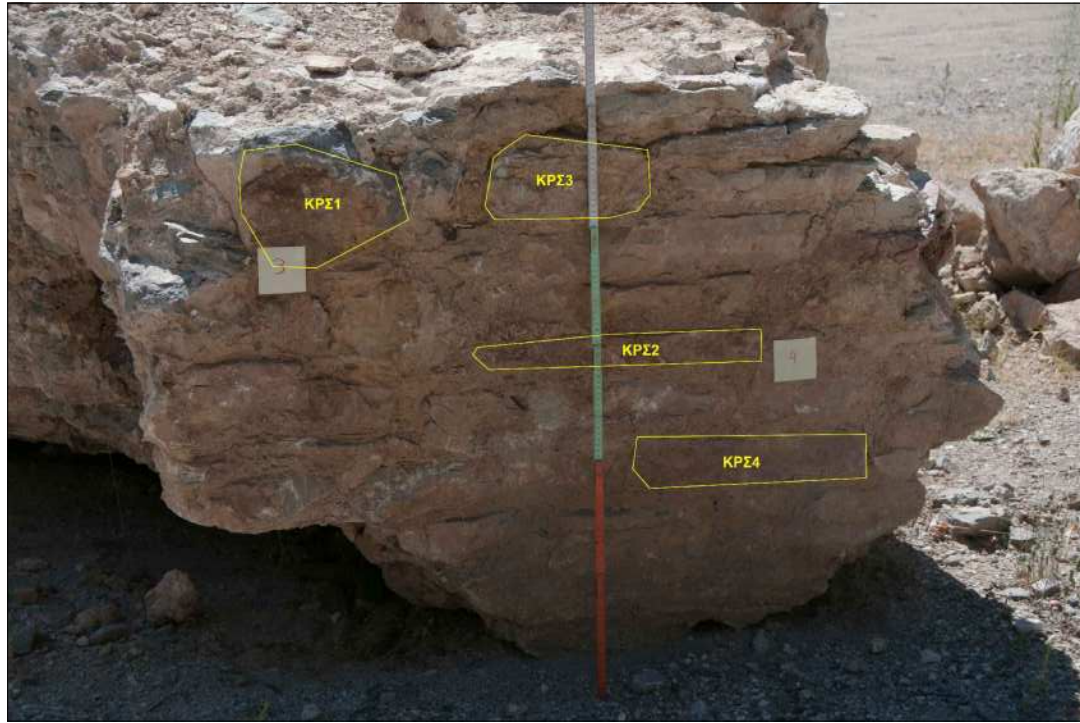


Θέση λήψης και άποψη Λίθου και δοκιμίου Λ7

Αποτελέσματα ελέγχου θλιπτικής αντοχής λίθου Λ7 συ (MPa)  
Λ7A 68.28 MPa



ΚΡΣ1-ΚΡΣ4 - ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟ ΒΑΘΡΟ



ΚΡΣ5-ΚΡΣ8 - ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟ ΒΑΘΡΟ



ΚΡΣ10-ΚΡΣ11 - ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟ ΒΑΘΡΟ

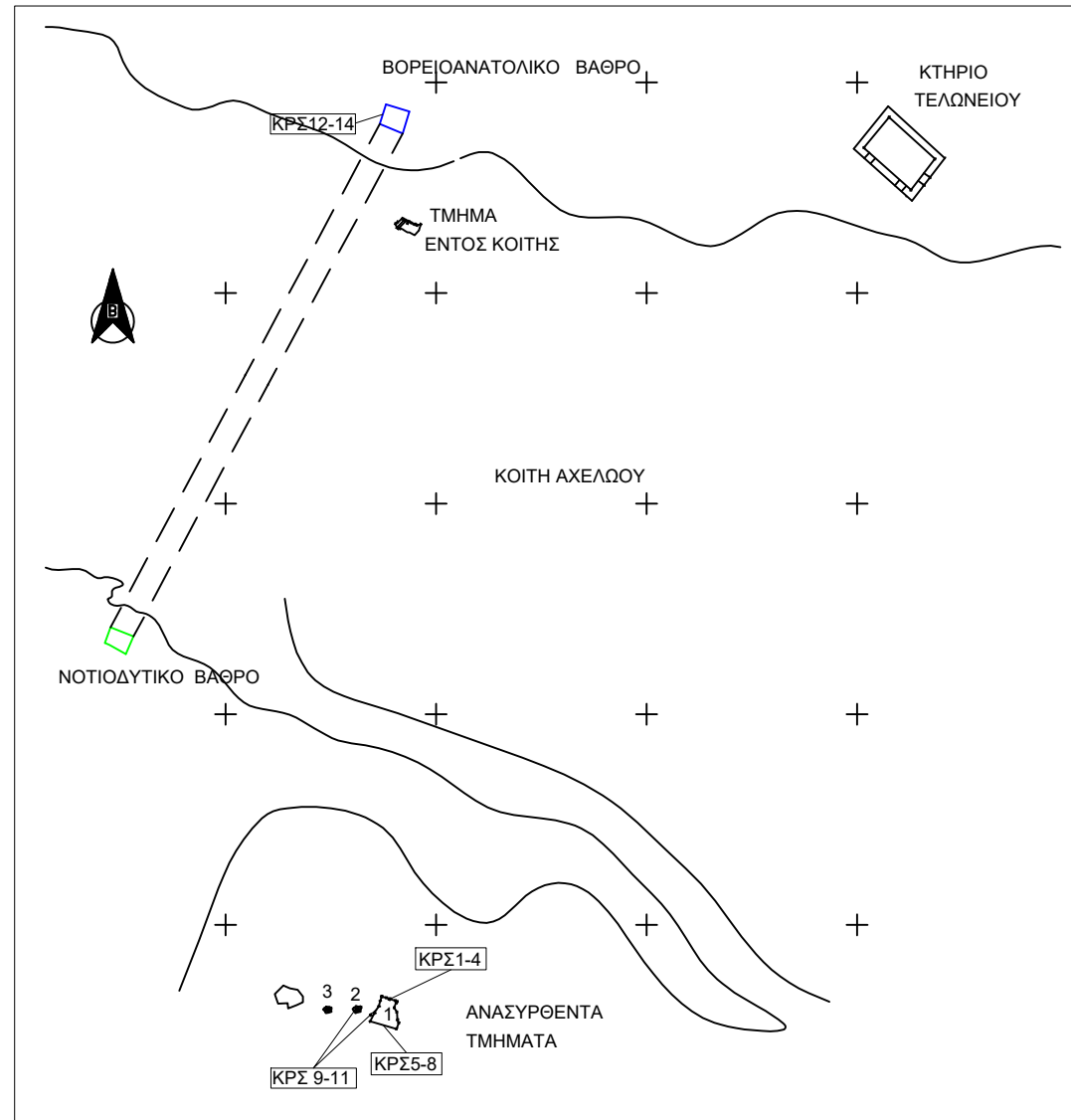


ΚΡΣ10-ΚΡΣ11 - ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟ ΒΑΘΡΟ



ΚΡΣ12-ΚΡΣ14 - ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟ ΒΑΘΡΟ

ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ - ΘΕΣΕΙΣ ΚΡΟΥΣΙΜΕΤΡΗΣΕΩΝ (ΚΡΣ)



### ΚΟΝΙΑΜΑ ΚΓΛ1 -Λ2

Λήψη από το συνδετικό κονίαμα μεταξύ των λιθοσωμάτων Λ1-Λ2 εντός της κοίτης του ποταμού.



Θέση λήψης κονιάματος ΚΓ Λ1-2

Δείγμα ιδιαίτερα συμπαγές και σκληρό, χρώματος ανοικτού τεφρού. Χαρακτηρίζεται από κυρίως μικρού αλλά και μεσαίου μεγέθους αδρανή.

Αποτελέσματα ελέγχου εφελκυστικής αντοχής ΚΓΛ1-2

ΚΓΛ1-2 A	0.21	MPa
ΚΓΛ1-2 B	0.32	MPa



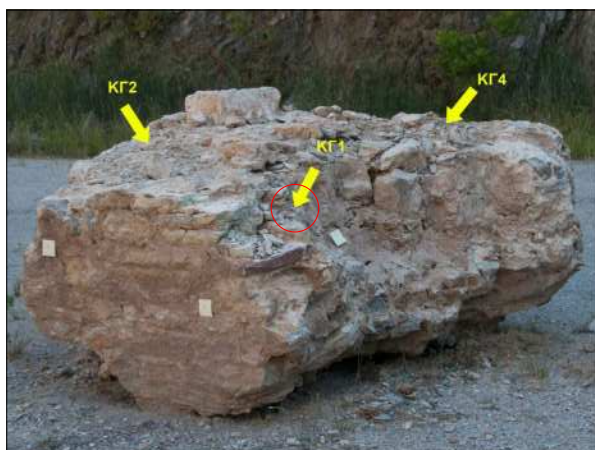
Άποψη δείγματος κονιάματος ΚΓΛ1-2



Δοκίμια και επιφάνειες αστοχίας ΚΓΛ1-2Α/Β

### ΚΟΝΙΑΜΑ ΚΓ1

Λήψη από το εσωτερικό του ανασυρθέντος τμήματος 1 του Νότιου Βάθρου.

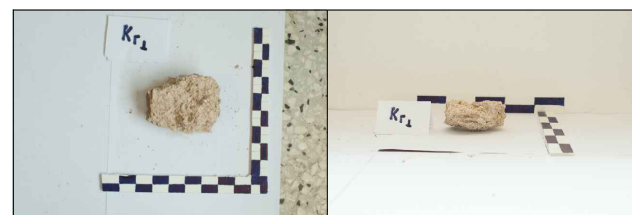


Θέση δειγματοληψίας κονιάματος ΚΓ1

Δείγμα αρκετά εύθρυπτο. Έχει χρώμα ανοικτό τεφρό προς φαιό. Διακρίνονται μικρού και μεσαίου μεγέθους αδρανή.

Αποτελέσματα ελέγχου εφελκυστικής αντοχής ΚΓ1

ΚΓ1 A	0.15	MPa
ΚΓ1 B	0.13	MPa

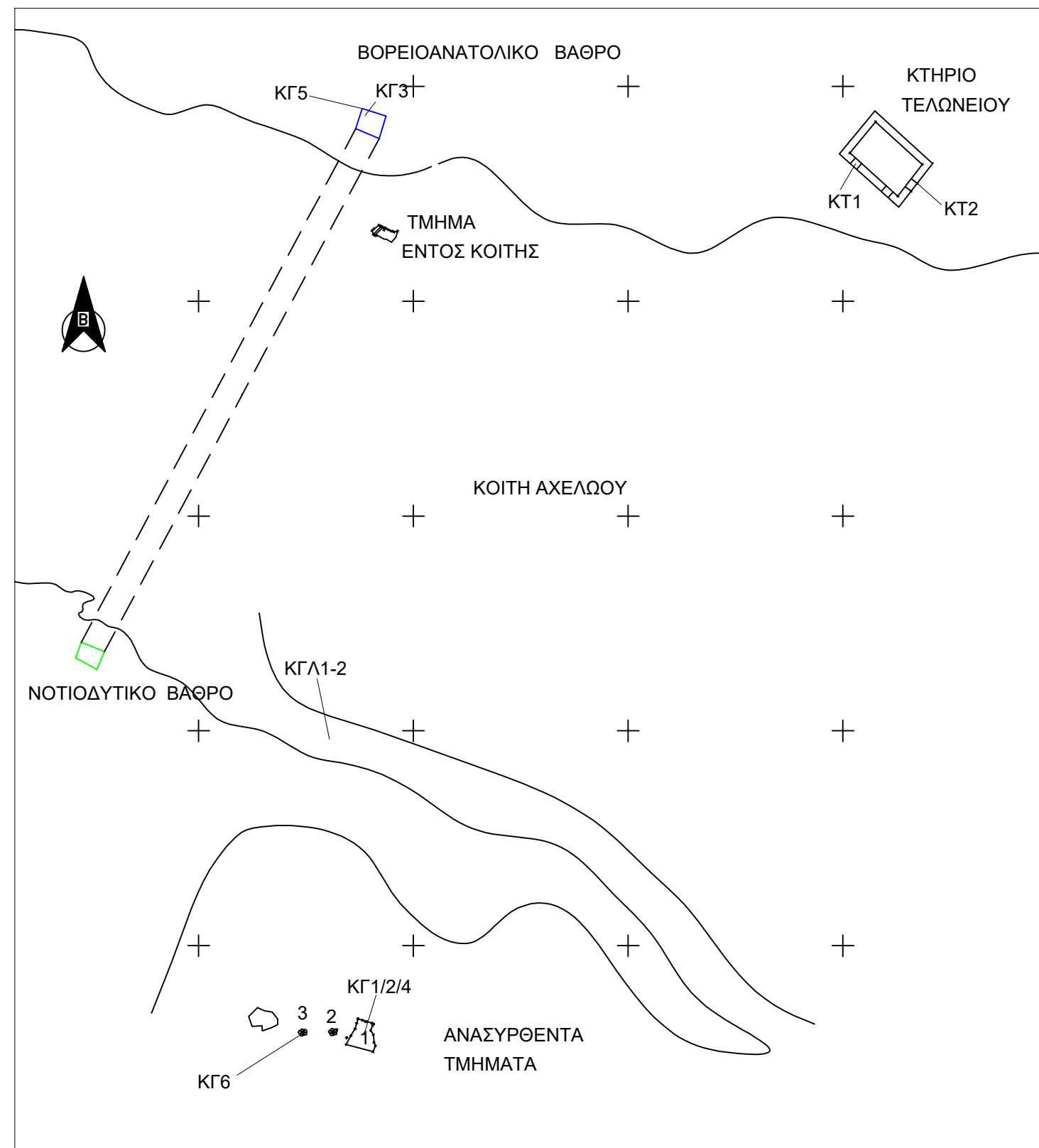


Άποψη δείγματος κονιάματος ΚΓ1



Δοκίμια και επιφάνειες αστοχίας ΚΓ1 A/B

### ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ - ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ

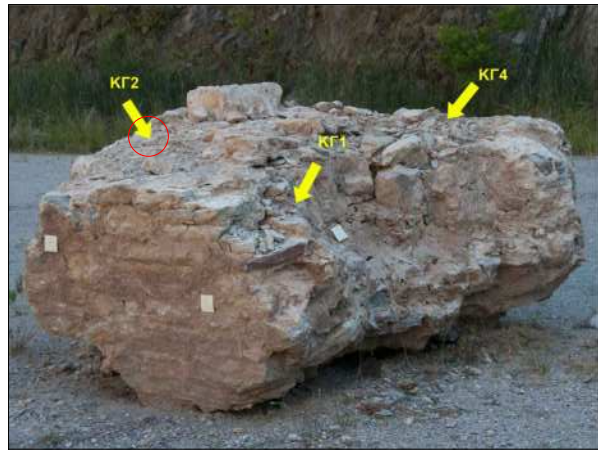


### ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΚΟΡΑΚΟΥ ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΠΡΟΤΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΣΤΗΛΩΣΗ ΤΗΣ

### ΚΟΝΙΑΜΑ ΚΓ2

Λήψη από το μέσον του ανασυρθέντος τμήματος 1 του Νότιου Βάθρου.



Θέση δειγματοληψίας κονιάματος ΚΓ2

Δείγμα αρκετά εύθρυπτο. Έχει χρώμα ανοικτό τεφρό. Διακρίνονται μικρού και μεσαίου μεγέθους αδρανή.

Αποτελέσματα ελέγχου εφελκυστικής αντοχής ΚΓ2

ΚΓ2 Α	0.20	MPa
-------	------	-----



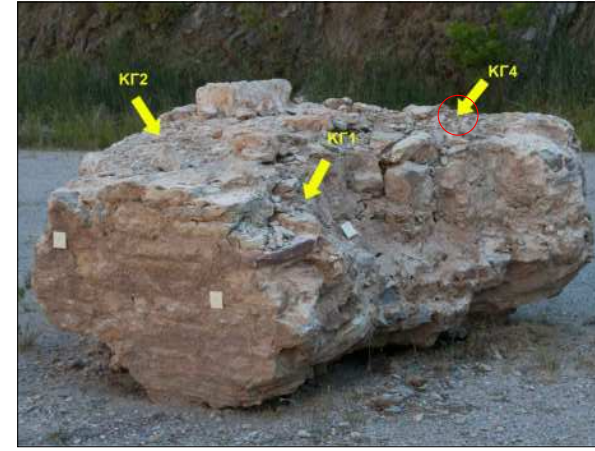
Άποψη δείγματος κονιάματος ΚΓ2



Δοκίμια και επιφάνειες αστοχίας ΚΓ2 Α

### ΚΟΝΙΑΜΑ ΚΓ4

Λήψη από το πλευρικό εσωτερικό του ανασυρθέντος τμήματος 1 του Νότιου Βάθρου.



Θέση δειγματοληψίας κονιάματος ΚΓ4

Δείγμα συμπαγές ιδιαίτερος σκληρό. Έχει χρώμα ανοικτό τεφρό. Διακρίνονται κυρίως μεσαίου μεγέθους αλλά και μεγάλου μεγέθους αδρανή.

Αποτελέσματα ελέγχου εφελκυστικής αντοχής ΚΓ4

ΚΓ4 Α	0.34	MPa
ΚΓ4 Β	0.56	MPa



Άποψη δείγματος κονιάματος ΚΓ4



Δοκίμια και επιφάνειες αστοχίας ΚΓ4 Α/Β

### ΚΟΝΙΑΜΑ ΚΓ3

Λήψη από το γέμισμα του Βόρειου Βάθρου

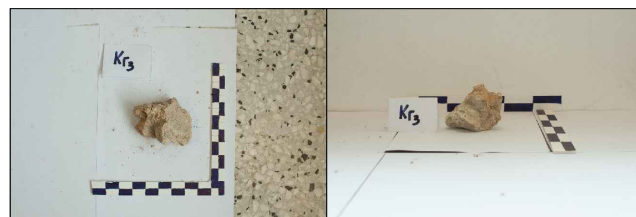


Θέση δειγματοληψίας κονιάματος ΚΓ3

Δείγμα συμπαγές. Έχει χρώμα ανοικτό τεφρό. Διακρίνονται κυρίως μικρού και μεσαίου μεγέθους αλλά και μεγάλα αδρανή. Διακρίνονται τεμάχια άσβεστος ασβέστη.

Αποτελέσματα ελέγχου εφελκυστικής αντοχής ΚΓ3

ΚΓ3 Α	0.07	MPa
ΚΓ3 Β	0.22	MPa



Άποψη δείγματος κονιάματος ΚΓ3



Δοκίμια και επιφάνειες αστοχίας ΚΓ3 Α/Β

### ΚΟΝΙΑΜΑ ΚΓ5

Λήψη από το την πλευρική επιφάνεια του Βόρειου Βάθρου

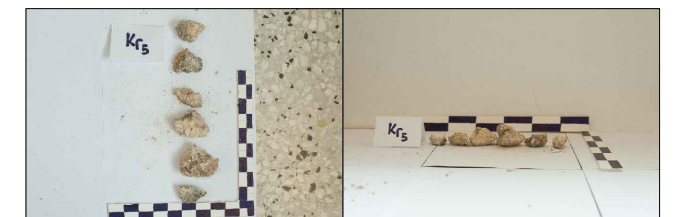


Θέση δειγματοληψίας κονιάματος ΚΓ4

Δείγμα συμπαγές ιδιαίτερος σκληρό. Έχει χρώμα ανοικτό τεφρό με τμήματα προς ανοικτό φαιό. Διακρίνονται μικρού και μεσαίου μεγέθους αδρανή.

Αποτελέσματα ελέγχου εφελκυστικής αντοχής ΚΓ5

ΚΓ5 Α	0.53	MPa
-------	------	-----



Άποψη δείγματος κονιάματος ΚΓ5



Δοκίμιο και επιφάνειες αστοχίας ΚΓ5 Α

### ΚΟΝΙΑΜΑ ΚΓ6

Λήψη από το ανασυρθέν τμήμα 3 του Νότιου Βάθρου.



Θέση δειγματοληψίας κονιάματος ΚΓ6

Δείγμα ελαφρώς εύθρυπτο χρώματος ανοικτού τεφρού. Χαρακτηρίζεται από κυρίως μεσαίου αλλά και μεγάλου μεγέθους αδρανή.

Αποτελέσματα ελέγχου εφελκυστικής αντοχής ΚΓ6

ΚΓ6 0.30 MPa

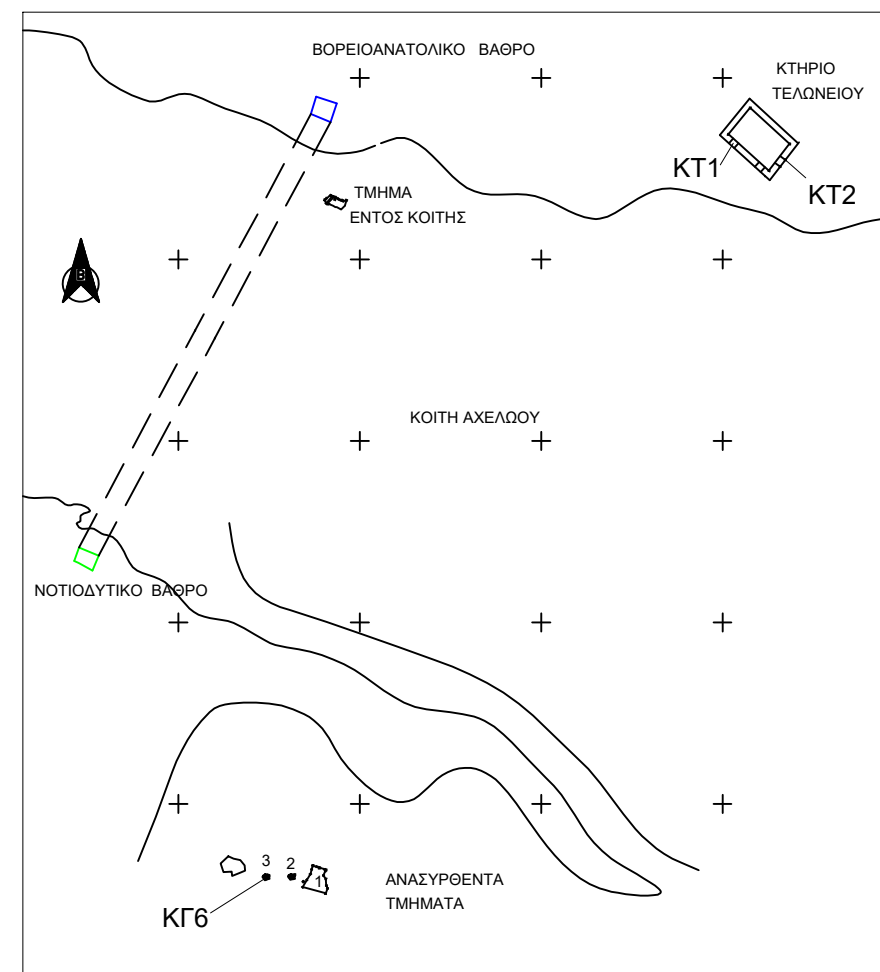


Άποψη δείγματος κονιάματος ΚΓ6



Δοκίμιο και επιφάνειες αστοχίας ΚΓ6

### ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ - ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ



### ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ ΚΤΗΡΙΟΥ ΤΕΛΩΝΕΙΟΥ

#### ΚΟΝΙΑΜΑ ΚΤ1

Λήψη από τον Νότιο τοίχο του κτηρίου τελωνείου.



Θέση δειγματοληψίας κονιάματος ΚΤ1

Δείγμα ελαφρώς εύθρυπτο χρώματος ανοικτού τεφρού. Διακρίνονται κυρίως λεπτόκοκκα και μικρού μεγέθους αδρανή.

Αποτελέσματα ελέγχου εφελκυστικής αντοχής ΚΤ1

ΚΤ1 0.32 MPa



Άποψη δείγματος κονιάματος ΚΤ1



Δοκίμιο και επιφάνειες αστοχίας ΚΤ1

#### ΚΟΝΙΑΜΑ ΚΤ2

Λήψη από τον Ανατολικό τοίχο του κτηρίου τελωνείου.



Θέση δειγματοληψίας κονιάματος ΚΤ2

Δείγμα ιδιαίτερα εύθρυπτο χρώματος ανοικτού τεφρού προς φαιού. Διακρίνονται κυρίως λεπτόκοκκα και μικρού μεγέθους αδρανή.

Αποτελέσματα ελέγχου εφελκυστικής αντοχής ΚΤ1

ΚΤ2 0.07 MPa



Άποψη δείγματος κονιάματος ΚΤ2

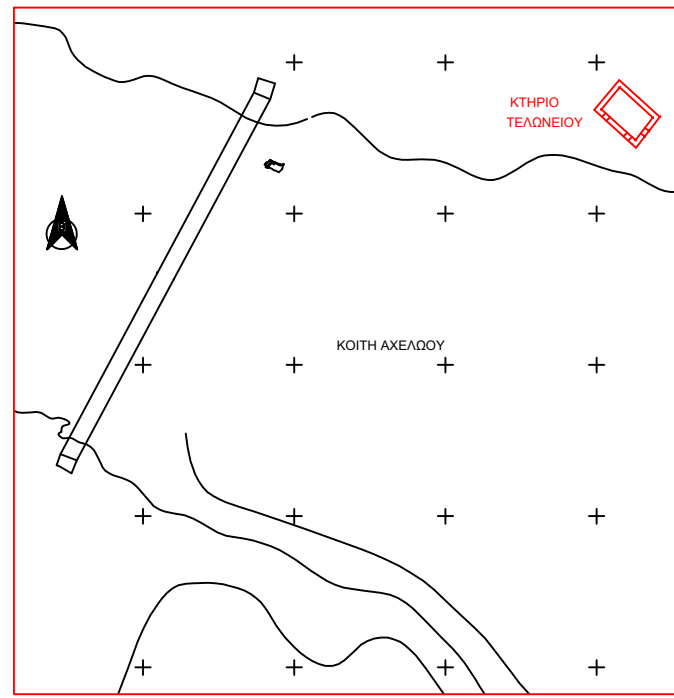


Δοκίμιο και επιφάνειες αστοχίας ΚΤ2

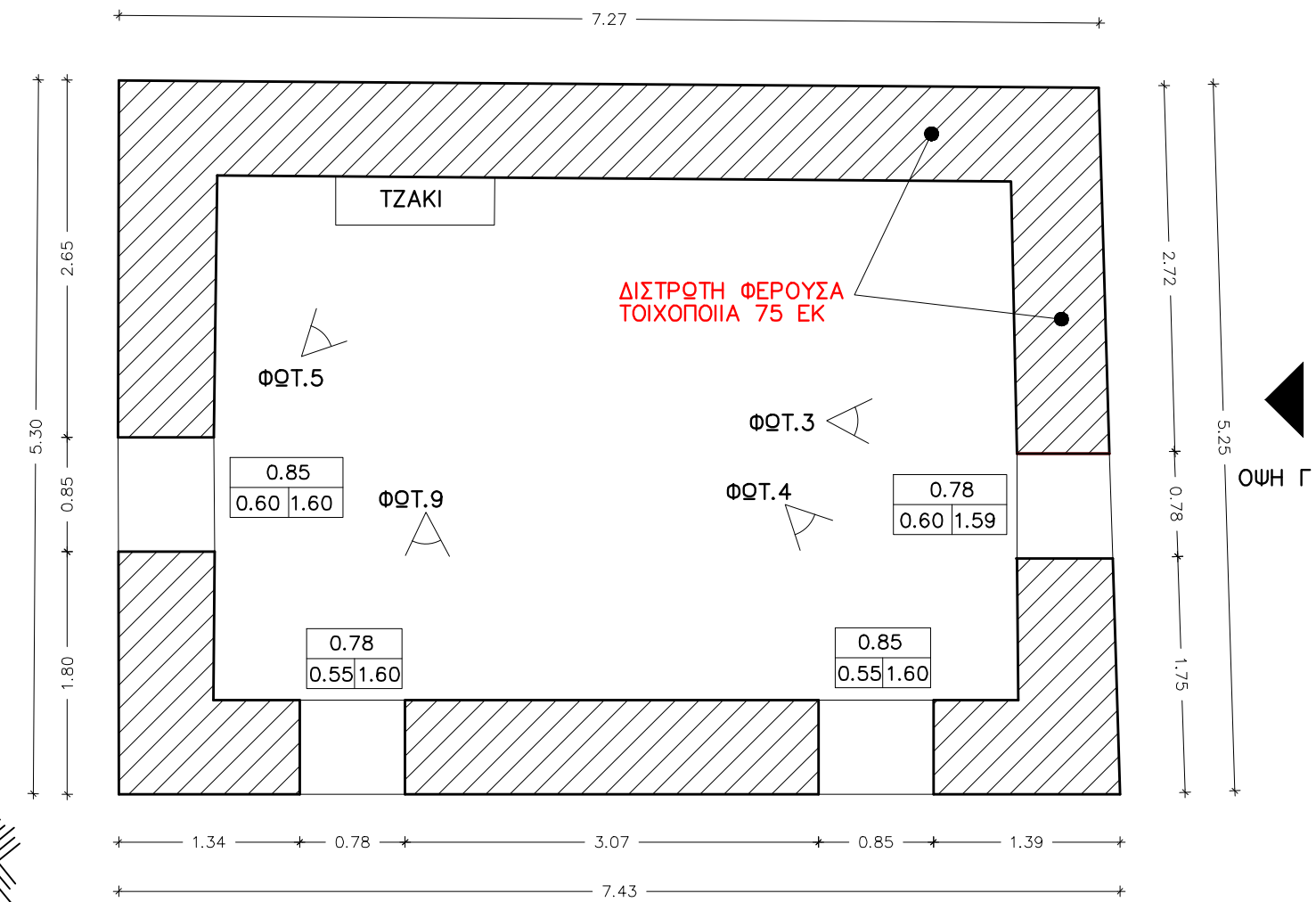
ΤΟ ΔΙΩΡΟΦΟ ΚΤΗΡΙΟ ΤΕΛΩΝΕΙΟΥ  
"ΚΟΥΛΙΑ"

### ΚΤΗΡΙΟ ΤΕΛΩΝΕΙΟΥ

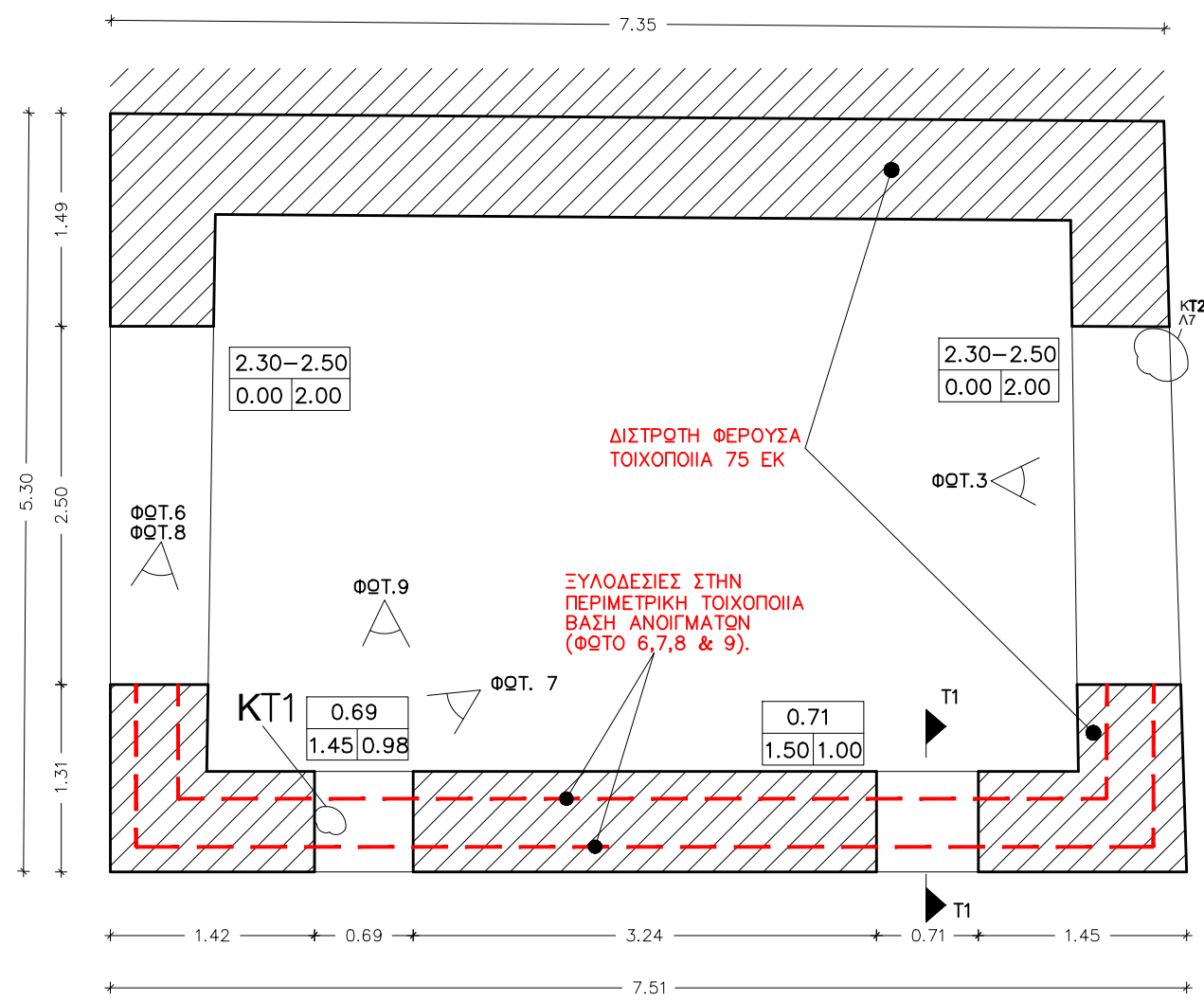
Το κτήριο του τελωνείου, ή «Κούλια» όπως ονομάζεται, βρίσκεται στην βόρειο ανατολική πλευρά της Γέφυρας Κοράκου. Ο δρόμος που οδηγεί προς στην γέφυρα περνά μέσα από το ισόγειο του κτιρίου μέσω των δύο τοξοειδών εισόδων - εξόδων του δίνοντας την δυνατότητα ελέγχου των διερχομένων από τους φύλακες του κτιρίου. Το κτήριο αποτελείται από δύο ορόφους εμβαδού 40 μ<sup>2</sup> έκαστος διαστάσεων 7.50μ Χ 5.25μ. Το δομικό σύστημα του κτηρίου είναι άοπλη διστρωτή φέρουσα τοιχοποιία πάχους περίπου 75 εκ. με επιμελημένη δόμηση στις άκρες και διαπλάτυνση στην βάση του κτιρίου.



ΘΕΣΗ ΤΕΛΩΝΕΙΟΥ



ΞΥΛΟΤΥΠΟΣ Α' ΟΡΟΦΟΥ  
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50



ΞΥΛΟΤΥΠΟΣ ΙΣΟΓΕΙΟΥ  
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 1  
ΝΟΤΙΑ- ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ



ΟΨΗ Α



ΟΨΗ Γ



ΦΩΤ. 2



ΟΨΗ Β



ΦΩΤ. 1



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 2  
ΝΟΤΙΑ ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 3  
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 4  
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 5  
ΤΖΑΚΙ



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 6  
ΟΠΕΣ ΞΥΛΟΔΕΣΙΩΝ



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 7  
ΟΠΕΣ ΞΥΛΟΔΕΣΙΩΝ – ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ  
ΕΝΔΟΣΚΟΠΗΣΗΣ



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 8  
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΝΔΟΣΚΟΠΗΣΗΣ



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 9  
ΠΟΔΙΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ



ΤΟΜΗ T1-T1

Τα λιθοσώματα της εξωτερικής στρώσης είναι ελαφρώς μικρότερα και πιο επιμελώς διαμορφωμένα σε σχέση με αυτά της εσωτερικής στρώσης. Η οροφή του ισογείου ήταν ξύλινο πάτωμα και αποτελούταν από αμφιέριστες ξύλινες δοκούς ανά περίπου 80-90 εκ που εδράζονταν σε «φωλιές» στην φέρουσα τοιχοποιία, επί αυτών υπήρχε πιθανότατα καρφωτό δάπεδο (εικόνα 5). Η στέγη του κτιρίου ήταν δίριχτη πιθανόν ξύλινη με κεραμίδι. Όλα τα ανοίγματα του κτιρίου έχουν διαμορφωθεί με την χρήση αψίδων (εικόνα 3&4). Ειδικά τα παράθυρα έχουν επιπρόσθετα ξύλινο πρέκι το οποίο στηρίζει μικρότερα λιθοσώματα δημιουργώντας μια πέτρινη μετώπη δημιουργώντας την τελική μορφή των παραθύρων για την κατασκευή ορθογώνιων κουφωμάτων (εικόνα 4). Τα κουφώματα των δύο μεγάλων πορτών στις δύο μικρές πλευρές του κτιρίου και των παραθύρων ήταν ξύλινα και έχουν αφαιρεθεί πλήρως από το κτίριο μαζί με τα ξύλινα πλαίσια τους (εικόνες 2,3 & 12). Στην βάση των ανοιγμάτων των παραθύρων του ισογείου βρέθηκαν δυο διαμπερείς οπές διαστάσεων περίπου 10X10 εκ. με υπολείμματα ξύλου και καρφιά που διέτρεχαν την φέρουσα τοιχοποιία καθ' όλο το μήκος της (εικόνα 6,7 & 8). Το στοιχείο αυτό δείχνει ότι είχε γίνει χρήση ξυλοδεσιών περιμετρικά της τοιχοποιίας. Στις οπές έγινε ενδοσκόπηση και λήψη φωτογραφιών, video όλων των ευρημάτων (φωτογραφίες 6,7,8 και 9). Εντοπίστηκαν στην νοτιοανατολική και ανατολική γωνία του κτιρίου διαμπερείς σχεδόν κατακόρυφες ρωγμές καθ' όλο το ύψος του (όψεις Α, Β, Γ κτιρίου) εύρους μερικών εκατοστών (φωτογραφίες 1 και 2) που διατρέχουν τις ακμές των ανοιγμάτων.



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 10 – ΠΕΤΡΙΝΟΣ ΤΟΙΧΟΣ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΕΣ ΕΠΙΧΩΣΕΙΣ ΛΟΓΩ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΤΗΣ ΔΕΗ



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 11  
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΠΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΧΩΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΛΟΓΩ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΤΗΣ ΔΕΗ.



Λήψη δειγμάτων από τον Ανατολικό τοίχο του κτηρίου τελωνείου.



Λήψη δειγμάτων από τον Νότιο τοίχο του κτηρίου τελωνείου.

Οι ρωγμές στην ανατολική γωνία του κτηρίου ξεκινούν από κάτω με μικρό πάχος και αυξάνουν προς τα πάνω γεγονός που αποτελεί ένδειξη ότι έχουν προκληθεί λόγω εκτός επιπέδου καταπόνησης και πιθανής μικρό - ολίσθησης επί του κεκλιμένου βραχώδους υποβράθου ειδικά περί της νότιο ανατολικής γωνίας του κτηρίου η οποία είναι και η χαμηλότερη στάθμη έδρασης του κτηρίου. Οι παραπάνω ρωγμές εμφανίστηκαν μετά τις εργασίες της ΔΕΗ πιθανότατα εξαιτίας της επίχωσης μπροστά από το κτίριο και εν συνεχεία της απομακρυνσής της (φωτογραφία 10 & 11) καταστρέφοντας το βορεινό πέτρινο αντέρισμα (φωτογραφία 10) πλησίον της νότιοανατολικής γωνίας του κτηρίου. Το προαναφερθέν πέτρινο αντέρισμα ως στοιχείο που εμπόδιζε την διέλευση έπαιξε επίσης σημαντικό στατικό ρόλο περιορίζοντας την λυγηρότητα του φέροντος τοίχου στην ασθενή διεύθυνση και κατανέμοντας πιο ομοιόμορφα τις θλιπτικές τάσεις της τοιχοποιίας. Ένα παραπάνω αίτιο που πιθανότατα έχει συνδράμει στην δημιουργία των ρωγμών είναι γενικότερα οι εργασίες δημιουργίας σιράγγων πλησίον του κτηρίου (συνεχής κίνηση βαρέων μηχανημάτων πλησίον του) και ιδιαίτερα η χρήση εκρηκτικών χωρίς την λήψη μέτρων προστασίας του κτιρίου.

Σημαντική παρατήρηση που πρέπει να αναφερθεί είναι επίσης ότι στην ανατολική γωνία η φέρουσα τοιχοποιία του ορόφου έχει δομηθεί κατά περίπου 5 εκ έκκεντρα προς τα μέσα σε σχέση με το ισόγειο. Επίσης η ανατολική γωνία του κτηρίου στο ύψος του ισόγειου έχει κατασκευαστεί με μια μικρή κλίση προς τα μέσα. Βάσει προφορικών πληροφοριών που συλλέχθηκαν το κτίριο έχει υποστεί επίσης πυρκαγιά εσωτερικά με αποτέλεσμα την ολοσχερή καταστροφή του ξύλινου διαφράγματος και της ξύλινης στέγης.

Για τον προσδιορισμό της ποιότητας του συνδετικού υλικού της φέρουσας τοιχοποιίας και των λιθοσωμάτων ελήφθησαν 2 δείγματα συνδετικού υλικού (θέσεις ΚΤ1 και ΚΤ2) και ένα δείγμα λιθοσώματος (θέση Λ7).

Επίσης έγιναν κρουσιμετρήσεις στα λιθοσώματα της φέρουσας τοιχοποιίας τα οποία έδειξαν υψηλό βαθμό ομοιομορφίας στην επιφανειακή σκληρότητα των λιθοσωμάτων.

Τα δείγματα συνδετικού υλικού υποβλήθηκαν σε εργαστηριακή δοκιμή εφελκυσμού και προέκυψαν τάσεις αστοχίας 0.07 MPa και 0.32 MPa. Όσον αφορά το λιθόσωμα έγινε διαμόρφωση του σε κυβικό δοκίμιο 5X5 εκ και υποβλήθηκε σε ανεμπόδιση θλίψη δίνοντας αποτέλεσμα 68 MPa, τιμή μικρότερη από τον μέσο όρο των αποτελεσμάτων των λιθοσωμάτων της Γέφυρας.

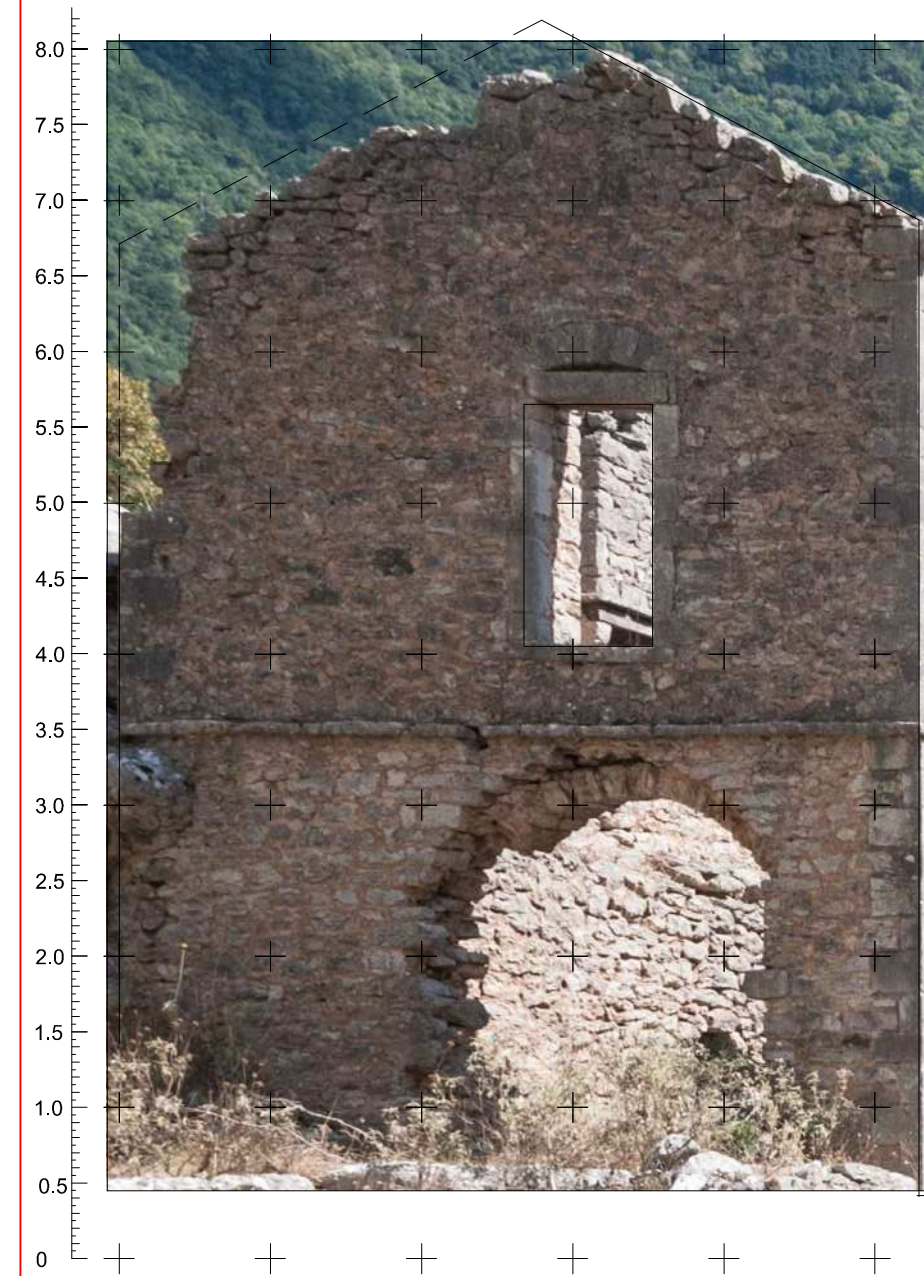


ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 12  
ΛΕΠΤ. ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΨΙΔΑΣ ΕΙΣΟΔΟΥ



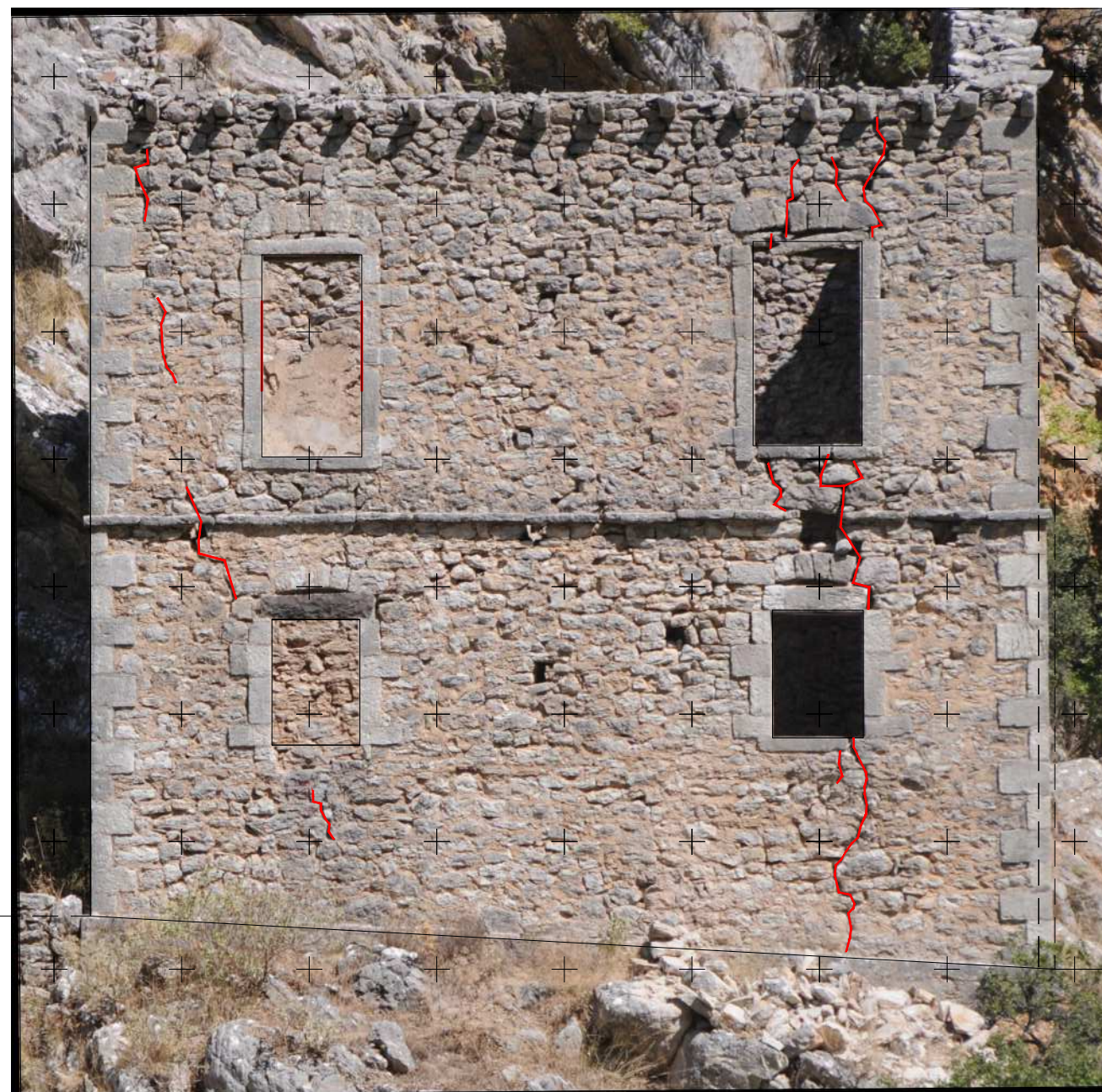
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 13  
ΛΕΠΤ. ΑΨΙΔΑΣ ΝΟΤΙΟΥ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ





ΩΨΗ Α – ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ

ΣΗΜΕΙΩΣΗ : ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΟΝΤΑΙ ΟΙ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΤΩΝ ΩΨΕΩΝ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΕΝΕΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΣΗΜΕΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΕΔΙΟΥ - ΔΕΝ ΠΡΟΚΕΙΤΑΙ ΓΙΑ ΟΡΘΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ.



ΩΨΗ Β – ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ



ΩΨΗ Γ – ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ

#### ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

- Προσωρινή αντιστήριξη της νότιο ανατολικής γωνίας του κτιρίου. Έλεγχος σχετικών μετακινήσεων με την χρήση γεωδαιτικού σταθμού.
- Γεωτεχνική μελέτη βράχου θεμελίωσης.
- Συρραφή μεγάλων ρωγμών.
- Αρμολόγηση φέρουσας τοιχοποιίας με κονίαμα συμβατής σύνθεσης με το υφιστάμενο.
- Συμπλήρωση φέρουσας τοιχοποιίας με χρήση κατάλληλων λιθοσωμάτων και κονιάματος.
- Τοποθέτηση μεταλλικών ελκυστήρων στις στάθμες οροφής ισογείου και ορόφου.
- Δημιουργία ξύλινων διαφραγμάτων στην οροφή ισογείου και ειδικά στην οροφή ορόφου (ξύλινη στέγη). Έμφαση θα δοθεί στο διάφραγμα της οροφής ορόφου καθώς έχει αποδειχθεί πειραματικά ως πιο αποτελεσματική επέμβαση.

12.10