

ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΩΝ ΓΕΦΥΡΙΩΝ ΤΟΥ
ΝΟΜΟΥ ΑΡΤΑΣ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΟΤΕΡΑ ΤΟΥ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ ΓΕΦΥΡΙΟΥ ΤΗΣ
ΠΛΑΚΑΣ



Μελέτη

ΤΣΟΓΚΑΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ-ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Α.Μ.:38755

Εισήγηση – Επίβλεψη

ΔΡ Γ.Κ. ΒΑΡΕΛΙΔΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝ-ΠΟΛΕΟΔΟΜΟΣ ΕΜΠ

ΑΘΗΝΑ 2016

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΩΝ
ΓΕΦΥΡΙΩΝ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΑΡΤΑΣ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΟΤΕΡΑ ΤΟΥ
ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ ΓΕΦΥΡΙΟΥ ΤΗΣ ΠΛΑΚΑΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο νομός Άρτας ανήκει γεωγραφικά και διοικητικά στην Ήπειρο. Διαθέτει πολλές φυσικές ομορφιές και πλούσια ιστορία. Τα παραδοσιακά οικοδομήματα ηπειρωτικής αρχιτεκτονικής ποικίλουν στην περιοχή και περιλαμβάνεται πλήθος γεφυριών. Στην παρούσα εργασία εξετάζεται το ιστορικό γεφύρι της Πλάκας, το οποίο κατεδαφίστηκε το έτος 2015 από την ορμή του νερού. Σε ευρύτερο πλαίσιο, η ανάπτυξη της γεφυροποιίας υπήρξε καθοριστική στο πέρασμα των αιώνων. Τα πρώτα δείγματα γεφυρών στόχευαν στην εξυπηρέτηση των πεζών και των τροχήλατων μέσων σε μέρη όπου υπήρχαν διάφορα φυσικά εμπόδια. Μέχρι τον 20^ο αιώνα, η μόνη λύση που μπορούσε να δοθεί στο πρόβλημα αυτό ήταν το γεφύρι. Η κατασκευή αυτή ήταν τόσο σημαντική για το κοινωνικό σύνολο που οδήγησε στη δημιουργία σχετικών τραγουδιών, παραδόσεων και θρύλων που αναφέρονταν ακόμα και σε ανθρωποθυσία για να στεριώσει το πολυπόθητο γεφύρι. Οι γέφυρες ενώνουν τον κόσμο και είναι σίγουρα ένα από τα σπουδαιότερα επιτεύγματα του ανθρώπου.

ABSTRACT

The prefecture of Arta belongs geographically and administratively in Epirus. It has many natural beauties and rich history. Traditional continental architecture buildings vary in the region and included numerous bridges. In the present study examines the historical bridge of Plaka, which was demolished in 2015 by the momentum of the water. In wider context, the development of the bridge has been crucial over the centuries. The first bridges samples were intended to serve pedestrians and wheeled instruments in places where there were several natural obstacles. Until the 20th century, the only solution that could be given to this problem was the bridge. This construction was so important to society that led to the creation of relevant songs, traditions and legends which still refers to human sacrifice to build coveted bridge. Bridges unite the world and is certainly one of the greatest achievements of mankind.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	10
Εισαγωγή.....	10
2.1 Άρτα	10
2.2 Ιστορική Αναδρομή.....	13
2.3 Μορφολογία Περιοχής.....	16
2.4 Κλιματικά Δεδομένα	18
2.5 Δημογραφικά Στοιχεία.....	20
2.6 Αρχιτεκτονικά Στοιχεία.....	21
3. ΤΑ ΠΕΤΡΙΝΑ ΓΕΦΥΡΙΑ	25
Εισαγωγή.....	25
3.1 Ορισμός Γέφυρας.....	26
3.2 Ιστορική Αναδρομή Γεφυροποιίας.....	27
3.3 Τύποι Γεφυριών.....	32
3.4 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Πέτρινων Γεφυριών	37
3.5 Καταγραφή των Γεφύριων του Ν. Άρτας	43
4. ΤΟ ΓΕΦΥΡΙ ΤΗΣ ΠΛΑΚΑΣ.....	53
4.1 Ιστορικά Στοιχεία Οικοδόμησης	53

4.2	Τεχνικά Χαρακτηριστικά της Γέφυρας.....	53
4.3	Η Κατάρρευση της Γέφυρας στις 1/2/2015	59
4.4	Γεωτεχνικές Συνθήκες Θεμελίωσης της Γέφυρας.....	64
4.5	Τρόπος Αποκατάστασης	75
4.5.1	Άμεσες ενέργειες	76
4.5.2	Απαιτούμενες Γεωλογικές και Γεωτεχνικές Έρευνες και Μελέτες	80
4.5.4	Τεκμηρίωση των υλικών δομήσεως σε διάφορα τμήματα της γέφυρας.....	81
4.5.5	Τεκμηρίωση της συμπεριφοράς της γέφυρας	84
4.6	Σχεδιασμός και δοκιμή υλικών επέμβασης και αναστήλωσης.....	85
4.7	Μεθοδολογία Εργασιών για την Αποκατάσταση της Γέφυρας....	85
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	87
6.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	90

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη εστιάζει στο ζήτημα της ανάδειξης και συντήρησης της πολιτιστικής κληρονομιάς, εμπνευσμένη από την πρόσφατη καταστροφή που συντελέστηκε στον νομό Άρτας στο γεφύρι της Πλάκας.

Στην προβιομηχανική Ελλάδα, το κύριο δομικό υλικό ήταν η πέτρα και ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα που απασχολούσαν τους κατοίκους περισσότερο της ηπειρωτικής και λιγότερο της νησιωτικής υπαίθρου ήταν η ασφαλής διέλευση των οδοιπόρων και των μεταφορικών μέσων τους πάνω από ποτάμια, ρέματα και χείμαρρους.

Μέχρι τον 20ο αιώνα, το μόνο εφικτό αλλά λειτουργικό τεχνικό έργο που μπορούσε να κατασκευάσει ο ασπούδαστος μάστορας της εποχής εκείνης για να δώσει τη λύση στο συγκοινωνιακό πρόβλημα που απασχολούσε όχι μόνο τον ίδιο αλλά όλους ανεξαιρέτως τους συντοπίτες του ήταν ένα πέτρινο γεφύρι, μονότοξο όπως της Κόνιτσας (εικόνα 01) ή πολύτοξο όπως της Άρτας (εικόνα 02).



Εικόνα 1 Το μονότοξο γεφύρι της Κόνιτσας **Εικόνα 2** Το πολύτοξο γεφύρι της Άρτας

<http://www.konitsa.gr/visit/gefiria-7/17-gepuri-konitsas>

<http://www.travelstyle.gr/ta-gefiria-simeia-anaforas-tis-ipeirou/>

Τα πέτρινα τοξωτά γεφύρια συνήθως είναι χτισμένα σε μια ιδιαίτερη αλλά και σε πολλές περιπτώσεις δυσπρόσιτη θέση. Εξαιτίας της

δυσπρόσιτης θέσης τους αλλά και της έντονης αστυφιλίας που καταδυναστεύει την ελληνική ύπαιθρο τις περισσότερες φορές τα πέτρινα τοξωτά γεφύρια δεν αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι του άμεσου περιβάλλοντος των Ελλήνων και οι γνώσεις τους σχετικά με αυτά είναι περιορισμένες έως ανύπαρκτες. Μάλιστα, σε πολλές περιπτώσεις, όχι μόνο δεν είμαστε εξοικειωμένοι με αυτά αλλά δυστυχώς αγνοούμε ακόμα και την ύπαρξη τους. Έτσι πάρα πολλά έχουν περιέλθει σε αχρηστία και αναπόφευκτα έχουν γίνει βορά στη φθοροποιό δύναμη του πανδαμάτορα χρόνου. (Γ. Μακρή., 2004)

Κύριο μέλημα όλων των φορέων που ασχολούνται με την πολιτιστική ανάπτυξη της χώρας θα έπρεπε να είναι η ακριβής καταγραφή, η διεπιστημονική μελέτη, η συντήρηση επισκευή, η προστασία και τέλος η ανάδειξη των πέτρινων τοξωτών γεφυριών ως μοναδικά δείγματα της πολιτιστικής κληρονομιάς της χώρας μας.

“Όσον αφορά Το περίγραμμα της εργασίας θα πρέπει να αναφερθεί πως η μελέτη αναπτύσσεται σε 4 κυρίως κεφάλαια

Η πρώτη ενότητα της εργασίας εστιάζει στην περιοχή μελέτης. Η Άρτα αποτελεί τη δεύτερη μεγαλύτερη πόλη της Ηλείου και διαθέτει πλούσια αρχαία και βυζαντινά μνημεία. Το κεφάλαιο κάνει ιστορική αναδρομή στην περιοχή της Άρτας από την ύπαρξη ανθρώπινης παρουσίας κατά την παλαιολιθική εποχή και αναλύει τα μορφολογικά και κλιματικά δεδομένα. Πληροφορίες δίνονται για τα δημογραφικά στοιχεία της περιοχής από το 1951 έως το 2011 και αναλύονται τα αρχιτεκτονικά γνωρίσματα των δομικών κατασκευών της Ηλείου.

Η δεύτερη ενότητα εστιάζει στην αρχιτεκτονική των πέτρινων τοξοτών γεφυριών. Τα πέτρινα γεφύρια της Ηλείου ανάγονται σχεδόν όλα στα χρόνια της οθωμανικής κυριαρχίας και ιδιαίτερα στην περίοδο του 18ου και 19ου αιώνα. Αυτά αποτελούσαν τμήματα του οδικού δικτύου για τη διακίνηση και ανάπτυξη του εμπορίου. Είναι δημιουργήματα της λαϊκής αρχιτεκτονικής και αποτελούν με την αισθητική τους αξία ένα κόσμημα για την περιοχή της Ηλείου.

Στο κεφάλαιο αναλύονται επίσης τα δομικά υλικά, οι μηχανικές αντοχές και οι αρχιτεκτονικοί τους τύποι. Στην προσπάθεια να παρουσιάσουμε τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πέτρινων γεφυριών, τα υλικά, αλλά και τις τεχνικές δόμησής τους, παρουσιάζονται πρώτα κάποιες βασικές έννοιες αυτών, όπως ο πυλώνας, το τόξο, το βέλος, η αψίδα, η καμάρα και το επίστρωμα.

Η τρίτη ενότητα (4^ο κεφάλαιο) έχει ως θέμα ανάλυσης το γεφύρι της Πλάκας, το οποίο κατεδαφίστηκε το έτος 2015 από την ορμή του νερού. Στην ενότητα παρουσιάζεται, τα τεχνικά του χαρακτηριστικά, το ιστορικό κατεδάφισης του, καθώς και τις ενέργειες αποκατάστασης του.

Στα συμπεράσματα της εργασίας υποστηρίζεται η σημαντικότητα της προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς προσφέρει ιστορική συνέχεια, συλλογική συνείδηση, ατομική και συλλογική ταυτότητα, αίσθηση του ανήκει κ.ά.

2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Εισαγωγή

Η πρώτη ενότητα της εργασίας εστιάζει στην περιοχή μελέτης. Η Άρτα αποτελεί τη δεύτερη μεγαλύτερη πόλη της Ηπείρου και διαθέτει πλούσια αρχαία και βυζαντινά μνημεία. Το κεφάλαιο κάνει ιστορική αναδρομή στην περιοχή της Άρτας από την ύπαρξη ανθρώπινης παρουσίας κατά την παλαιολιθική εποχή και αναλύει τα μορφολογικά και κλιματικά δεδομένα. Πληροφορίες δίνονται για τα δημογραφικά στοιχεία της περιοχής από το 1951 έως το 2011 και αναλύονται τα αρχιτεκτονικά γνωρίσματα, με έμφαση τα γεφύρια της Ηπείρου.

2.1 Άρτα

Η Άρτα αποτελεί την πρωτεύουσα του ομώνυμου Νομού και του Δήμου Αρταίων, καθώς και η δεύτερη μεγαλύτερη πόλη της Ηπείρου, μετά τα Γιάννενα. Ο πληθυσμός της εμπεριέχει 43.166 κατοίκους. Ένα στοιχείο της πόλης είναι το διαδεδομένο πέτρινο γεφύρι της Άρτας, το οποίο συναντάται στην είσοδο της πόλης. Η Άρτα απλώνεται αμφιθεατρικά από τους πρόποδες έως την κορυφή σχεδόν της βορειοδυτικής πλαγιάς του λόφου Περάνθη. (www.artainfo.gr, 2015)



Εικόνα 3 Η κεντρική πλατεία της περιοχής

<http://epirusgate.blogspot.gr/2015/10/trapezokathismata-plateia-artas.html>

Είναι σκόπιμο να σημειωθεί ότι η Άρτα έχει σπουδαία βυζαντινή ιστορία και παράδοση ήδη από την εποχή του Δεσποτάτου της Ηπείρου (1229). Δείγματα της αποτελούν οι βυζαντινές εκκλησίες της Αγίας Θεοδώρας, των Βλαχερνών, του Αγίου Βασιλείου και της Παρηγορίτισσας, ένα εντυπωσιακό Βυζαντινό κτίσμα κυβόσχημο του 13^{ου} αιώνα, σημαντικό και ιδιαίτερο αρχιτεκτονικό έργο με σπουδαία μωσαϊκά. Μεταγενέστερες τοιχογραφίες υπάρχουν στον ναό της Παρηγορίτισσας. (artainfo.gr, 2016)

Η πόλη είναι χτισμένη στη θέση όπου κατά την αρχαιότητα υπήρξε μια από τις σημαντικότερες πόλεις της περιοχής, η Αμβρακία που χρονολογείται από τον 7^ο αι. π.Χ. . Μάλιστα, εκτός από πρωτεύουσα του Κράτους των Μολοσσών του βασιλιά Πύρρου κατά την ελληνιστική περίοδο, υπήρξε και έδρα του Δεσποτάτου της Ηπείρου που ίδρυσαν οι Κομνηνοί-Δούκες. (www.artainfo.gr, 2015)

Αυτό πραγματοποιήθηκε μετά την Άλωση της Πόλης από τους Σταυροφόρους το 1204, ενώ απέκτησε την ανεξαρτησία της από τους Τούρκους το 1881, πρώτη σε όλη την περιοχή της Ηπείρου. Βέβαια, κατά μια άλλη άποψη, η Άρτα είναι χτισμένη στη θέση της αρχαίας Αργιθέας ή του αρχαίου Αμφιλοχικού Άργους.



Εικόνα 4 Η εκκλησία της Παρηγορίτισσας

<http://www.tap.gr/tapadb/index.php/component/jshopping/product/view/62/1707>

Στην εποχή μας, η σύγχρονη πόλη της Άρτας είναι εντυπωσιακή και ένας τόπος άξιος θαυμασμού για τους επισκέπτες της κατά τη διάρκεια όλου του χρόνου, ενώ είναι απόλυτα λειτουργική και για τους κατοίκους της. Η Άρτα είναι γεμάτη αρχαία και βυζαντινά μνημεία τα οποία είναι επισκέψιμα και έμφαση το εντυπωσιακό και πολυθρύλητο Γεφύρι της. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ευρύτερη περιοχή της Άρτας φημίζεται για την καλλιέργεια εσπεριδοειδών και τα τελευταία χρόνια ακτινιδίων. (www.artainfo.gr, 2015)

2.2 Ιστορική Αναδρομή

Στον νομό Άρτας τα ίχνη εγκατάστασης από την παλαιολιθική εποχή επιβεβαιώνουν την παρουσία ανθρώπινης κατοίκησης από τα πολύ παλιά χρόνια. Υπάρχουν επικυρωμένα δείγματα οικισμού στη θέση της σημερινής Άρτας, ήδη από τον 9^ο αι. π.Χ. (www.artainfo.gr , 2016)

Τον 8^ο αιώνα, περίοδο κατά την οποία οι Κορίνθιοι ξεκινούν τη δημιουργία αποικιών στο Ιόνιο, δημιουργούν και την πρώτη τους εγκατάσταση εκεί που αργότερα άποικοι με αρχηγό τον Γόργο, θα ιδρύσουν την Αμβρακία το 625 π.Χ. . Η Αμβρακία σε αντίθεση με την άλλη μεγάλη αποικία των Κορινθίων στην περιοχή, την Κέρκυρα, θα μείνει πιστή στο μητροπολιτικό κέντρο. Στους Περσικούς Πολέμους η Αμβρακία λαμβάνει μέρος σε δύο σημαντικές συγκρούσεις που λήγουν με νίκη των Ελλήνων: στη ναυμαχία της Σαλαμίνας με επτά πλοία και στην μάχη των Πλαταιών με 500 οπλίτες. Στα χρόνια που ακολουθούν η Αμβρακία παραμένει πιστή σύμμαχος της Κορίνθου και στη διαμάχη της με την Κέρκυρα αλλά και κατά τη διάρκεια του Πελοποννησιακού Πολέμου και νιώθει αρκετά ισχυρή ώστε να έχει επεκτατικές βλέψεις στην γειτονική Ακαρνανία. (Τραχανάς Κ. 2015 (www.arta.gr))

Κατά τα χρόνια της μακεδονικής παντοδυναμίας, η Αμβρακία ανήκει στην επιρροή των Μολοσσών και αποφεύγει τη μακεδονική κατάκτηση χάρη στους συγγενικούς δεσμούς της βασιλικής τους δυναστείας με την μακεδονική βασιλική οικογένεια. Η μεγάλη ακμή της Αμβρακίας στην αρχαιότητα έρχεται όταν ο Βασιλιάς Πύρρος της Ηπείρου την κάνει πρωτεύουσά του το 259 π.Χ. και την στολίζει με λαμπρά οικοδομήματα αντάξια μιας ελληνιστικής πρωτεύουσας. Ωστόσο, το άδοξο τέλος του βασιλιά Πύρρου ακολουθείται από το επίσης άδοξο τέλος της βασιλικής

δυναστείας των Μολοσσών, όταν δολοφονείται η τελευταία βασίλισσα της Αμβρακίας, η Δηιδάμεια και η πόλη αποκτάει δημοκρατικό πολίτευμα, το 232 π.Χ. (Τραχανάς Κ. 2015 (www.arta.gr))

Οι Ρωμαίοι επεκτείνουν την επιρροή τους στον ελληνικό χώρο. Συγκεκριμένα, το 89 π.Χ. πολιορκούν την Αμβρακία και την αναγκάζουν σε συνθηκολόγηση.



Εικόνα 5 Τμήμα του Ρωμαϊκού Υδραγωγείου στην Ελευσίνα

<http://www.elefsina.gr/map.aspx?sflang=el>

Η δυτική Ελλάδα τα επόμενα χρόνια γίνεται θέατρο των επιχειρήσεων των ενδορωμαϊκών συγκρούσεων. Ο Οκταβιανός νικάει τον Αντώνιο και την Κλεοπάτρα στο Άκτιο και το 29 π.Χ. ιδρύει την Νικόπολη λίγο πιο έξω από τη σημερινή Πρέβεζα. Οι κάτοικοι της Αμβρακίας εξαναγκάζονται να μετοικήσουν στην καινούργια πόλη, ενώ τα περισσότερα οικοδομήματα της Αμβρακίας καταστρέφονται και χρησιμοποιούνται ως οικοδομικά υλικά στη νεόκτιστη Νικόπολη ενώ όλοι οι καλλιτεχνικοί θησαυροί μεταφέρονται στη Ρώμη. Η πόλη παρακμάζει και στους επόμενους δέκα αιώνες δεν υπάρχουν αναφορές για την Αμβρακία. Η πόλη είναι σαν να έχει πάψει να υπάρχει, παρά το γεγονός

ότι η περιοχή δεν έλαψε στιγμή να έχει κατοίκους, μιας που είναι η πιο εύφορη της Ηπείρου. (Τραχανάς Κ. 2015 (www.arta.gr))

Η Ήπειρος και η Άρτα αποκτούν νέα αίγλη, όταν οι βυζαντινοί άρχοντες Άγγελοι Κομνηνοί-Δούκες ιδρύουν το Δεσποτάτο της Ηπείρου. Αυτό αποτελεί αντίδραση απέναντι στην κατάληψη της Βασιλεύουσας από τους Φράγκους το 1204 και διαλέγουν την Άρτα ως έδρα τους. Χτίζουν ισχυρό κάστρο για να ενισχύσουν την άμυνα της και στολίζουν την περιοχή με υπέροχους βυζαντινούς ναούς και μοναστήρια στο πνεύμα της εποχής. Η περιοχή συγκλονίζεται από τις αναταραχές του τέλους της Βυζαντινής Αυτοκρατορίας. Την Άρτα καταλαμβάνουν στη σειρά οι Ορσίνιοι, οι Σέρβοι, οι Αλβανοί και ο Κάρολος Τόκκο μέχρι το 1449 π.Χ. που την κατακτούν οι Τούρκοι. Τις διαδοχικές κατακτήσεις ήρθε να συμπληρώσει μια καταστροφική πυρκαγιά, που ακολούθησε μια επίσης καταστροφική πλημμύρα. (Τραχανάς Κ. 2015 (www.arta.gr))

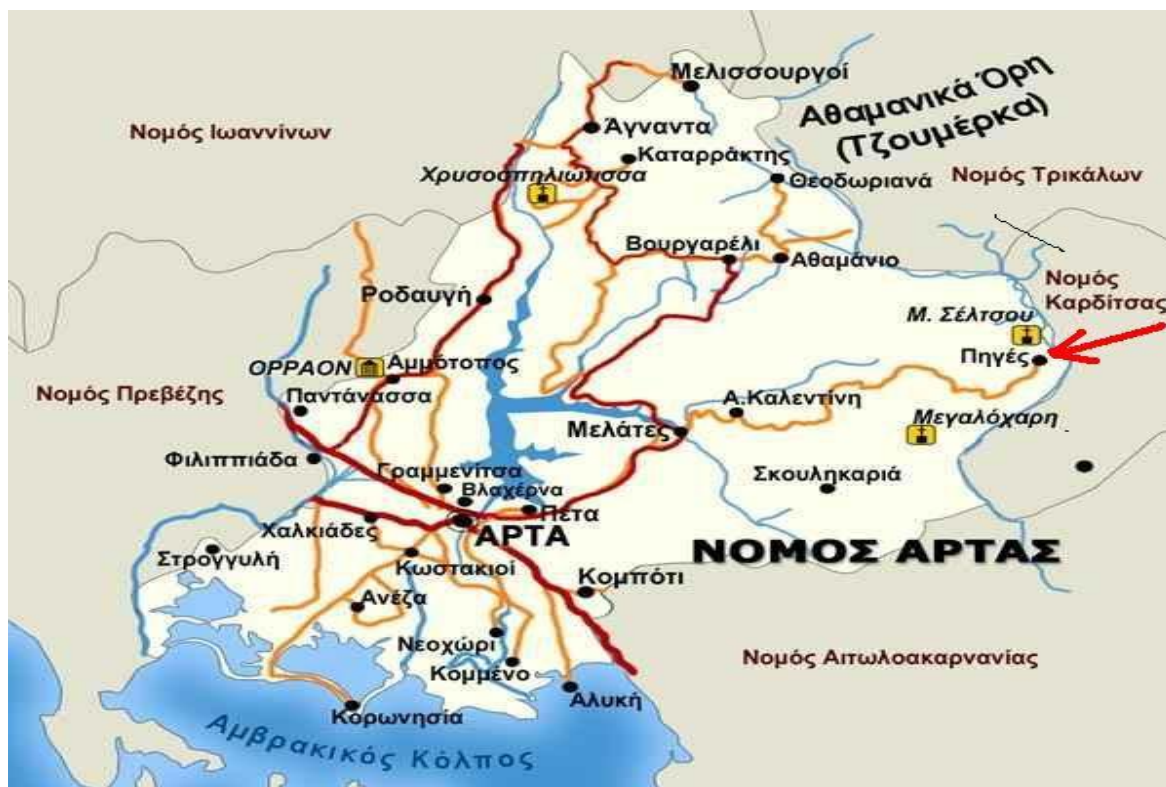
Με το τέλος της Επανάσταση του 1821 οι Έλληνες αποτυγχάνουν να συμπεριλάβουν την Άρτα στο νεοσύστατο ελληνικό κράτος, μολονότι τα πρώτα σύνορα έφταναν μέχρι τον Αμβρακικό. Τα κινήματα στην περιοχή των Τζουμέρκων αποτυγχάνουν και οι επαναστατημένοι Έλληνες αναγκάζονται στην Μάχη του Πέτα να υποστούν μια από τις χειρότερες ήττες κατά τη διάρκεια της Επανάστασης στην οποία χάθηκαν εκτός από Έλληνες και πολλοί εθελοντές Φιλέλληνες. Η δίψα για ελευθερία δεν θα πάψει ποτέ να φλογίζει τις καρδιές των Αρτινών. (Τραχανάς Κ. 2015 (www.arta.gr))

Από την Άρτα εξάλλου κατάγεται ένας από του ιδρυτές της Φιλικής Εταιρείας, ο Νικόλαος Σκουφάς. Από την Άρτα ξεκίνησε τη δράση του στην Επανάσταση ο Στρατηγός Μακρυγιάννης, από την Άρτα κατάγεται και ο Αρχάγγελος της Επανάστασης ο Γεώργιος Καραϊσκάκης. Η Άρτα

θα ενωθεί με την υπόλοιπη Ελλάδα τελικά μαζί με την Θεσσαλία με την συνθήκη του Βερολίνου το 1881. (Τραχανάς Κ. 2015 (www.arta.gr))

2.3 Μορφολογία Περιοχής

Από γεωλογικής πλευράς, η ευρύτερη περιοχή της Άρτας αποτελεί κατά κύριο λόγο τμήμα της Αδριατικοϊονίου ζώνης και κατά δεύτερο των ζωνών Πίνδου και Γαβρόβου – Τριπόλεως. Η λεκάνη απορροής του ποταμού Λούρου είναι εξ ολοκλήρου εντός της Αδριατικοϊονίου ζώνης, ενώ η λεκάνη του ποταμού Αράχθου επεκτείνεται και εκτός της Αδριατικοϊονίου ζώνης στις ζώνες Γαβρόβου - Τριπόλεως και Πίνδου. Το γεγονός αυτό διαφοροποιεί και σημαντικά τη σύνθεση των υλικών αποσάθρωσης που μεταφέρουν τα νερά του ποταμού Αράχθου σε σχέση με αυτά του Λούρου. Αφετηρία των γεωμορφολογικών εξελίξεων της περιοχής, για τη σημερινή κατάληξη του ανάγλυφου, αποτέλεσε η έντονη τεκτονική δραστηριότητα κατά το τέλος Πλειοκαίνου - αρχές Πλειστοκαίνου με τη δημιουργία του βυθίσματος του Αμβρακικού.



Εικόνα 6 Χάρτης του Νομού Άρτας

<http://www.pigesartas.gr/%CE%A7%CE%AC%CF%81%CF%84%CE%B5%CF%82.html>

Στις αρχές του Πλειστοκαίνου θεωρείται ότι έχουμε συμβολή των ποταμών Λούρου και Αράχθου στο βόρειο τμήμα του ήδη υπάρχοντος βυθίσματος του Αμβρακικού, με αποτέλεσμα το ξεκίνημα της δημιουργίας των πεδινών εκτάσεων Άρτας-Πρέβεζας.

Η περιοχή μεταξύ Άρτας, βόρεια της λιμνοθάλασσας Ροδιάς και των εκβολών του Αράχθου παρουσιάζει πολύ υψηλές τιμές νικελίου(Ni) και χρωμίου(Cr), με τιμές από 152-254 ppm για το Ni και από 111-186 ppm για το Cr. Οι τιμές του Ni στην περιοχή είναι υψηλές και αυτό οφείλεται στην τροφοδοσία των ιζημάτων της περιοχής από τον Άραχθο με υλικά από το οφιολιθικό σύμπλεγμα της Πίνδου. Στην περιοχή της Άρτας αλλά και γενικά στη Δυτική Ελλάδα, λόγω του ιζηματογενούς χαρακτήρα των πετρωμάτων, υπάρχουν σημαντικές ποσότητες από κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους οι οποίοι, κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις μπορούν να

αξιοποιηθούν ως μάρμαρα. (Βруниώτης Δ., Πρακτικά 10^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας. (www.geolib.geo.auth.gr))

Το μεγαλύτερο ποσοστό του εδάφους της περιφερειακής ενότητας Άρτας είναι ορεινό και αντιστοιχεί στο 70,4% του συνολικού εδάφους ενώ το 18,6% είναι πεδινό και το 11% ημιορεινό. Η συνολική έκταση της Π.Ε Άρτας αντιστοιχεί στο 18,06% της Περιφέρειας Ηπείρου και στο 1,21% της Ελλάδας. Σύμφωνα με την μορφολογία του εδάφους, η πεδινή ζώνη καλύπτει συνολική έκταση 396.000 στρεμμάτων από την οποία καλλιεργούνται τα 185.00 στρέμματα, η ημιορεινή με συνολική έκταση 176.000 στρέμματα από την οποία καλλιεργούνται τα 45.000 στρέμματα και η ορεινή με συνολική έκταση 1.090.000 στρέμματα από την οποία καλλιεργούνται τα 105.000 στρέμματα. (artainfo.gr, 2016)

2.4 Κλιματικά Δεδομένα

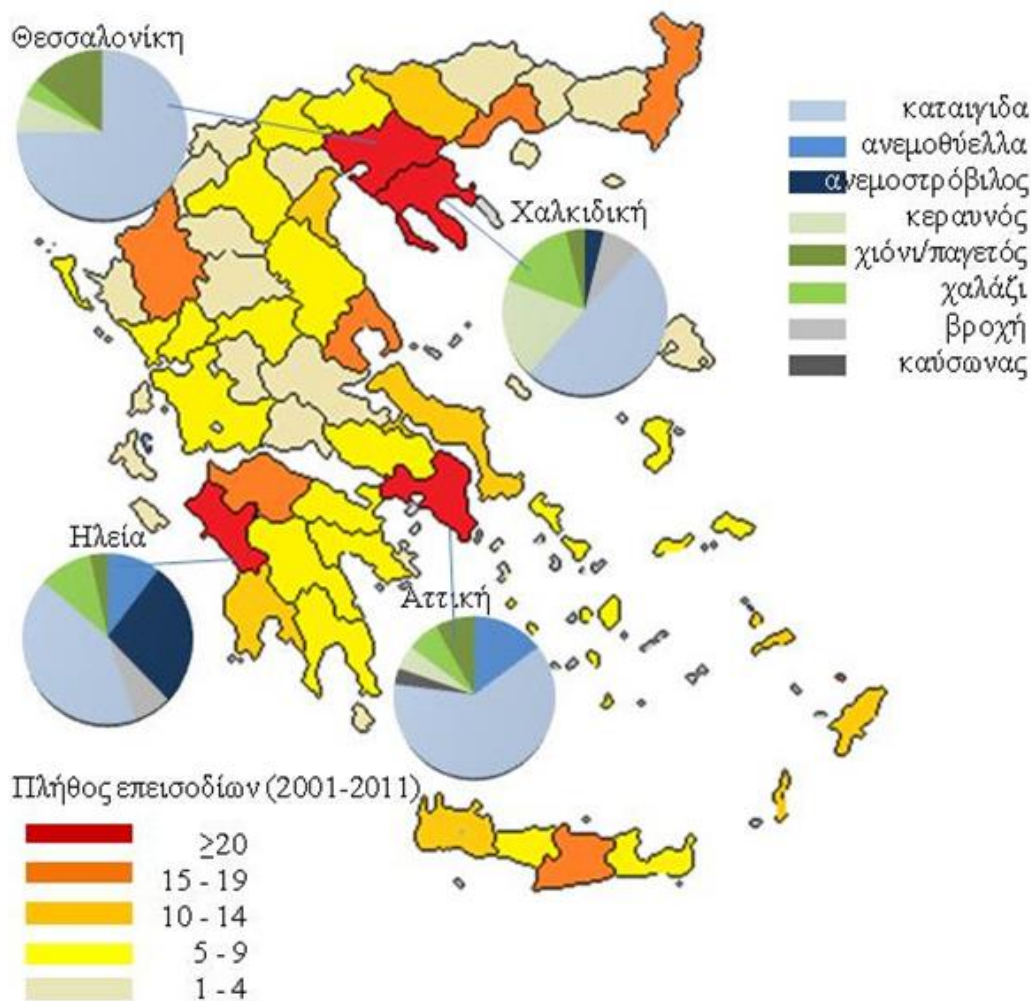
Ο νομός Άρτας αποτελείται από περιοχές παράκτιες με χαμηλά υψόμετρα και ορεινές που βρίσκονται σε μεγάλα υψόμετρα. Το γεγονός αυτό δίνει στην κάθε περιοχή τα ιδιαίτερα κλιματολογικά της χαρακτηριστικά. (Δήμος Αρταίων (www.artainfo.gr), 2015)

Οι παράκτιες περιοχές εμφανίζουν ήπιο μεσογειακό κλίμα και έχουν πιο ήπιους χειμώνες και θερμοκρασίες που σπάνια κατεβαίνουν κάτω από το μηδέν. Αντίθετα, τα καλοκαίρια παρουσιάζουν αρκετά υψηλές θερμοκρασίες με σπάνιες βροχοπτώσεις, ενώ στις ημιορεινές περιοχές το κλίμα χαρακτηρίζεται ως μεταβατικό από μεσογειακό σε εύκρατο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να διατηρούνται τα χαρακτηριστικά του μεσογειακού τύπου, περισσότερο στα χαμηλά υψόμετρα και λιγότερο στις ορεινές περιοχές. Στις ορεινές περιοχές του νομού επικρατεί το ηπειρωτικό κλίμα, το οποίο χαρακτηρίζεται από ψυχρό έως δριμύ

χειμώνα ενίοτε παρατεταμένο και από σχετικά δροσερό καλοκαίρι με αρκετές τοπικές βροχές. (Δήμος Αρταίων (www.artainfo.gr), 2015)

Το κλίμα της περιοχής επηρεάζεται από τις υγρές αέριες μάζες που έρχονται από το Ιόνιο στα δυτικά και η εκφόρτωσή τους γίνεται στον ορεινό όγκο της Πίνδου στα ανατολικά. Το μικρότερο ύψος βροχόπτωσης στη διάρκεια του έτους παρατηρείται στα δυτικά προς τις ακτές του Ιονίου και δεν υπερβαίνει τα 1200 mm, προς τις περιοχές του Δέλτα Αράχθου φτάνει μέχρι 1600 mm, ενώ ανατολικότερα και βορειότερα στους ορεινούς όγκους των Τζουμέρκων το ύψος της βροχόπτωσης ξεπερνάει τα 2600 mm. (Βρυνιώτης Δ., Πρακτικά 10^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας. (www.geolib.geo.auth.gr))

Η Άρτα είναι μια από τις περιοχές με τα υψηλότερα επίπεδα βροχόπτωσης. Οι απόλυτες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες για τους σταθμούς Ακτίου και Άρτας σε ετήσια βάση είναι 37 °C και 41 °C κατά το θέρος και -3,6 °C και -7,2 °C κατά το χειμώνα αντίστοιχα. Η εξάτμιση και η υγρασία έχουν υψηλές τιμές σε όλη τη διάρκεια του έτους. (Βρυνιώτης Δ., Πρακτικά 10^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας. (www.geolib.geo.auth.gr))



Εικόνα 7 Έντονα καιρικά γεγονότα στην Ελλάδα από το 2001

http://www.meteo.gr/meteoplus/weather_cases.cfm

2.5 Δημογραφικά Στοιχεία

Η περιφερειακή ενότητα Άρτας περιλαμβάνει τους 4 εξής δήμους: το δήμο Αρταίων με έδρα τη Άρτα, το δήμο Νικόλαου Σκούφα με έδρα το Πέτα, το δήμο Καραϊσκάκη με έδρα την Άνω Καλεντίνη και το δήμο κεντρικών Τζουμέρκων με έδρα το Βουργαρέλι. (http://www.php.gov.gr/docs/Stratigikos_Shediastosmos.pdf)

Πίνακας 1 Πληθυσμιακά Χαρακτηριστικά Περιφέρειας Άρτας. ΠΗΓΗ:
(http://www.php.gov.gr/docs/Stratigikos_Shediasmos.pdf)

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΤΗΣ ΑΡΤΑΣ	
Έτος	Πληθυσμός
1951	72.717
1961	82.630
1971	78.376
1981	80.044
1991	78.704
2001	77.334
2011	67.870

2.6 Αρχιτεκτονικά Στοιχεία

Τα τοπία της Ηλείου είναι διάσπαρτα από πανέμορφα παραδοσιακά πέτρινα γεφύρια, που συνδυάζονται αρμονικά με τη φύση και προσδίδουν ιδιαίτερη γραφικότητα στο τοπίο. Ανάμεσα στη ποικιλόμορφη βλάστηση με τις έντονες εναλλαγές. Τα πέτρινα γεφύρια δίνουν αλλιώτικο χρώμα στο τοπίο αναβιώνοντας θρύλους και δοξασίες. Σύμφωνα με τη λαϊκή μας παράδοση, το γεφύρι θα μπορούσε να στεριώσει μόνο αν ο πρωτομάστορας θυσίαζε τη γυναίκα του και κατεύναζε την οργή του στοιχειού. (Μακρής, 2014)

Τα παλιά πέτρινα γεφύρια αποτελούν το χαρακτηριστικό αρχιτεκτονικό στοιχείο της περιοχής. Είναι διασκορπισμένα σε κάθε γωνιά της Βαλκανικής, αλλά και σε ολόκληρο το μικρασιατικό χώρο και αποτελούν πειστικά σημάδια αναφοράς στην περασμένη εποχή. Η περιοχή όμως που η ιδιόμορφη αυτή λαϊκή κατασκευή βρήκε το σωστό μέτρο, με αποτέλεσμα να μετουσιωθεί σε αληθινό έργο τέχνης, είναι αναμφισβήτητα η Ήπειρος. Ό,τι δημιουργήθηκε, ήταν αποτέλεσμα απόλυτης ένταξης στο περιβάλλον.

Γνωρίζουμε ότι η Ήπειρος αποτελεί ίσως το ορεινότερο τμήμα του ελληνικού εδάφους. Όλα τούτα τα βουνά σχηματίζουν μεταξύ τους πολλές μικρές κοιλάδες που διασχίζει ένα πλήθος ποταμών και μικρότερων χειμάρρων. Τα νερά πάντα τρέχουν άφθονα, γιατί η περιοχή χαρακτηρίζεται από βροχές, ενώ το χιόνι αποτελεί συνηθισμένη εικόνα σχεδόν όλο το χρόνο. Ως πιο σημαντικά ποτάμια μπορούμε να αναφέρουμε τον Αώο, με δύο παραποτάμους το Σαραντάπορο και το Βίκο (Βοϊδομάτης), τον Καλαμά (Θύαμις), τον Αχέροντα, το Λούρο, το Δρίνο και τον Άραχθο. Επιτακτική, λοιπόν, από πολύ παλιά η ανάγκη να υπερπηδηθούν τούτα τα υδάτινα εμπόδια που δυσκόλευαν την ελεύθερη διακίνηση των κατοίκων. Οι Ηπειρώτες άλλωστε είχαν πάντα παράδοση στις ομαδικές μετακινήσεις. Από τις μικρές διαδρομές που επέβαλε μια σημαντική κτηνοτροφία, μέχρι τα μεγάλα ταξίδια σ' ολόκληρη την Ελλάδα που επιχειρούσαν οργανωμένοι σε επαγγελματικές συντεχνίες. Από εδώ ξεκινούσαν φορτωμένα, και πολλά από τα περίφημα караβάνια των Κυρατζήδων που είχαν για προορισμό τη Βιέννη, το Βουκουρέστι, ακόμη και τα βάθη της Ανατολής.

Βασικές ειρηνικές ανάγκες όδευσης του καλού εμπορευόμενου ταξιδιώτη, που θέλει την ασφαλή διέλευση των ποταμών, προτρέπουν τους κατοίκους των ξέμακρων χωριών να προβούν στην κατασκευή των

πρώτων γεφυριών. Ανάγκες επιβίωσης υποχρεώνουν τους κατοίκους των άγονων περιοχών να γεφυρώσουν τους ορμητικούς χείμαρρους προκειμένου να διέρχονται με ασφάλεια σε γονιμότερες και καρπερότερες κοντινές περιοχές. Και αμυντικοί λόγοι όμως κάνουν επιτακτική την ανάγκη διάβασης και οχύρωσης των ποτάμιων συνόρων σε στενά περάσματα και στρατηγικές θέσεις. Με άλλα λόγια, όλα αυτά τα γεφύρια είναι γεννήματα της πείνας, της ανέχειας και της επικοινωνίας.



Εικόνα 8 Το ιστορικό γεφύρι της Άρτας

Αν στους παραπάνω λόγους προσθέσουμε και τους ειρηνικούς, ταξιδιωτικούς και εμπορικούς, αντιλαμβανόμαστε τη σπουδαιότητα και αναγκαιότητα κατασκευής γεφυριού στον Άραχθο ποταμό. (Μακρής, 2004)

Όσον αφορά την απόφαση για να «στηθεί» ένα γεφύρι, έπαιρνε ένα μεμονωμένο άτομο ή και ολόκληρο χωριό. Στην πρώτη περίπτωση, μπορεί να επρόκειτο για ένα πλούσιο κάτοικο, για κάποιο Τούρκο αξιωματούχο ή και για τον ηγούμενο ενός διπλανού μοναστηριού. Όπως ήταν φυσικό, τους ίδιους βάραινε και η δαπάνη. Για ηθικό αντάλλαγμα, το γεφύρι έπαιρνε αρκετές φορές το όνομά τους, χωρίς όμως τούτο να

αποτελεί και κανόνα. Το «βάφτισμα» γινόταν με την πάροδο του χρόνου και κατά συνήθεια από τους κατοίκους των γύρω χωριών.



Εικόνα 9 Το Φραγκαδιώτικο, ή γεφύρι του Πιτσώνη

Πηγή : <http://arhiogefirionipirotikon.blogspot.gr/>

όταν συγκέντρωναν τα χρήματα οι χωρικοί, ακόμη κι αν χορηγός ήταν ένα και μόνο άτομο, καλούσαν μερικούς μάστορες που διέθεταν δικά τους μπουλούκια και τους ανακοίνωναν την πρόθεσή τους.

Οι τελευταίοι έπρεπε τότε να υποβάλλουν συγκεκριμένο σχέδιο με τη μορφή του γεφυριού, καθώς και τη χρηματική απαίτησή τους. Αυτός που προκρινόταν άρχιζε αμέσως τη δουλειά. Πρώτη του ενέργεια ήταν η εκλογή της θέσης που θα χτιζόταν το γεφύρι. Γενικά αποφεύγονταν οι επίπεδες επιφάνειες, γιατί η πολλή λάσπη δημιουργούσε προβλήματα στερέωσης. Το πιο πρόσφορο μέρος, ήταν κάποιο στένωμα του ποταμού

και μάλιστα με αρκετά βράχια. Τότε, μπορούσαν με ένα και μόνο τόξο, μεγάλου βέβαια ανοίγματος, να ζεύξουν στέρεα το ποτάμι αποφεύγοντας τις μεγάλες και πολυδάπανες κατασκευές. (Γ. Μακρή., 2004)

3. ΤΑ ΠΕΤΡΙΝΑ ΓΕΦΥΡΙΑ

Εισαγωγή

Η εξέλιξη της γεφυροποιίας υπήρξε σημαντική στο πέρασμα των αιώνων, με τα πρώτα δείγματα γεφυρών να έχουν σαν στόχο την εξυπηρέτηση των πεζών και των τροχήλατων μέσων σε μέρη όπου υπήρχαν διάφορα φυσικά εμπόδια όπως τα ποτάμια, τα ρέματα, οι χείμαρροι και άλλα.

Μέχρι τον 20ο αιώνα, η μόνη λύση που μπορούσε να δοθεί στο παραπάνω πρόβλημα ήταν το γεφύρι. Στη χώρα μας, όπου η πέτρα υπήρχε άφθονη στο περιβάλλον, ο ασπούδαστος μάστορας της εποχής εκείνης μπορούσε να κατασκευάσει ένα πέτρινο γεφύρι, μονό τόξο ή πολύ τόξο.

Αυτή η κατασκευή ήταν τόσο σημαντική για το κοινωνικό σύνολο που οδήγησε στη δημιουργία σχετικών τραγουδιών, παραδόσεων και θρύλων που αναφέρονταν ακόμα και σε ανθρωποθυσία για να στεριώσει το πολυπόθητο γεφύρι. Όμως, η κατασκευή τέτοιων γεφυριών έχει σταματήσει από τη δεκαετία του 1940 και η πολύπλοκη αυτή τέχνη έχει ήδη περάσει στη λήθη. Οι πέτρινες τοξωτές κατασκευές έχουν χαρακτηριστεί από ειδικευμένους επιστήμονες ως μια από τις μεγαλύτερες ανακαλύψεις της αρχιτεκτονικής για τον προβιομηχανικό άνθρωπο και ως τον πρώτο μεγάλο σταθμό στην εξελικτική πορεία της παγκόσμιας γεφυροποιίας. Παλιές πετρόχτιστες, μέχρι ατσαλένιες υπερσύγχρονες, πεζογέφυρες ή γέφυρες ταχείας κυκλοφορίας. Από

απίστευτα αρχιτεκτονικά επιτεύγματα, μέχρι απλές λιτές και απέριττες. Άλλες πανύψηλες, άλλες μόλις μερικά εκατοστά από την επιφάνεια του νερού. Οι γέφυρες ενώνουν τον κόσμο και είναι σίγουρα ένα από τα σπουδαιότερα επιτεύγματα του ανθρώπου. (Μακρής, 2004)

3.1 Ορισμός Γέφυρας

Η γέφυρα αποτελεί το μέσο μεταβίβασης από ένα σημείο σε ένα άλλο. Τον τελευταίο αιώνα ο αριθμός των γεφυρών έχει αυξηθεί δραματικά στις αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες. Η ονομασία των γεφυρών συχνά συνδυάζεται με τοπωνυμία της θέσης της γέφυρας, με τον κατασκευαστή και κάποτε με τον πολιτικό ή στρατιωτικό ηγέτη που διέταξε την κατασκευή της ή με το εμπόδιο που γεφυρώνεται. Υπάρχει μια ποικιλία υλικών και μορφών γεφυρών ανάλογα της εποχής που έχουν κατασκευαστεί. Οι γέφυρες χωρίζονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες / τύπους:

- Τοξωτή γέφυρα
- Κρεμαστή γέφυρα
- Γέφυρα με τραβέρσες
- Γέφυρα με προβόλους



Εικόνα 10 Η τοξωτή γέφυρα της Τσάκωνας με μήκος 390 μέτρα είναι πηγή περηφάνειας για τους Έλληνες μηχανικούς. Διακρίνεται για την ιδιαίτερη κατασκευή της και μετά τη γέφυρα Ρίου-Αντιρρίου, δεν υπάρχει άλλη τοξωτή γέφυρα τέτοιου μήκους

www.kathimerini.gr/842563/gallery/epikairothta/ellada/entypwsiazeti-h-gefyra-ths-tsakwnas

Στην αρχαιότητα τα υλικά κατασκευής των γεφυρών ήταν κυρίως το ξύλο και η πέτρα, ενώ στις μέρες μας το οπλισμένο σκυρόδεμα και ο χάλυβας.

Τα κύρια στοιχεία από τα οποία αποτελείται μία γέφυρα είναι το κατάστρωμα, ο φορέας και τα βάθρα. Το κατάστρωμα είναι η κατασκευή που φέρει την κυκλοφορία. Στηρίζεται στον φορέα της γέφυρας, που με τη σειρά του στηρίζεται στα βάθρα. Τα φορτία της κυκλοφορίας διαβιβάζονται μέσω του καταστρώματος στον φορέα που με τη σειρά του τα μεταφέρει στα βάθρα και εκείνα στο έδαφος. (Γ. Μακρή., 2004)

3.2 Ιστορική Αναδρομή Γεφυροποιίας

Η εξέλιξη της γεφυροποιίας ακολούθησε την εξέλιξη των δρόμων και συνεπώς των συγκοινωνιών. Αυτή η εξέλιξη μπορεί να χωριστεί βασικά σε τρεις φάσεις, ανάλογα με τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή τους:

- Α' φάση (4.000 π.Χ. – 200 π.Χ.): Τα υλικά που χρησιμοποιούσαν ήταν ξύλο (κορμοί ή κλαδιά δένδρων), μεγάλες πλάκες ή ογκόλιθοι τα οποία ήταν ελαφρώς ή καθόλου επεξεργασμένα.

Άξιο αναφοράς για αυτήν την περίοδο είναι πως οι Κινέζοι είχαν κατασκευάσει από το 2.000 π.Χ. πλωτές γέφυρες, όπως και ο Σάμιος Μανδροκλής το 515 π.Χ. στο Βόσπορο για λογαριασμό των Περσών.

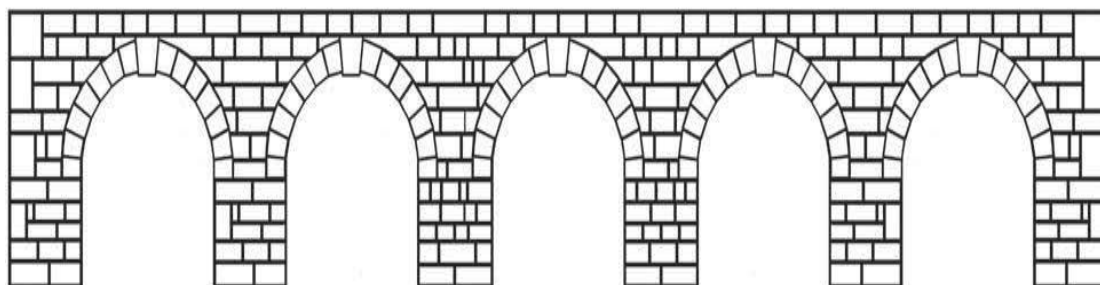
Επιπλέον το 1500 π.Χ. στις Μυκήνες κατασκευάστηκαν γέφυρες με μεγάλιθους και οριζόντια δοκό από πέτρα. Μία από αυτές είναι η γέφυρα του Αρκαδικού, μια από τις παλαιότερες τοξωτές γέφυρες του Μυκηναϊκού πολιτισμού η οποία χρονολογείται από τον 13^ο αιώνα π.Χ. και σώζεται μέχρι και σήμερα.



Εικόνα 11 Η γέφυρα του Αρκαδικού ή της Καζάρμας είναι μυκηναϊκή γέφυρα, που βρίσκεται κοντά στο χωριό Αρκαδικό Αργολίδας. Θεωρείται η αρχαιότερη διατηρημένη γέφυρα της Ευρώπης και η αρχαιότερη μονότοξη γέφυρα που παραμένει μέχρι σήμερα σε χρήση

http://aksioperierga.blogspot.gr/2016/04/blog-post_58.html

- Β' φάση (200 π.Χ. – 1780 μ.Χ.): Τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι λαξευμένες πέτρες και ξύλινα δοκάρια μερικώς κατεργασμένα. Η φάση αυτή ξεκινάει με τους Ρωμαίους μηχανικούς οι οποίοι πρώτοι κατανόησαν τις δυνατότητες του ημικυκλικού τόξου και της θολοδομίας. (Γ. Μακρή., 2004)



Εικόνα 12 Πεντάτοξη γέφυρα της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας (Γκράσσοις Γ. , 2007)

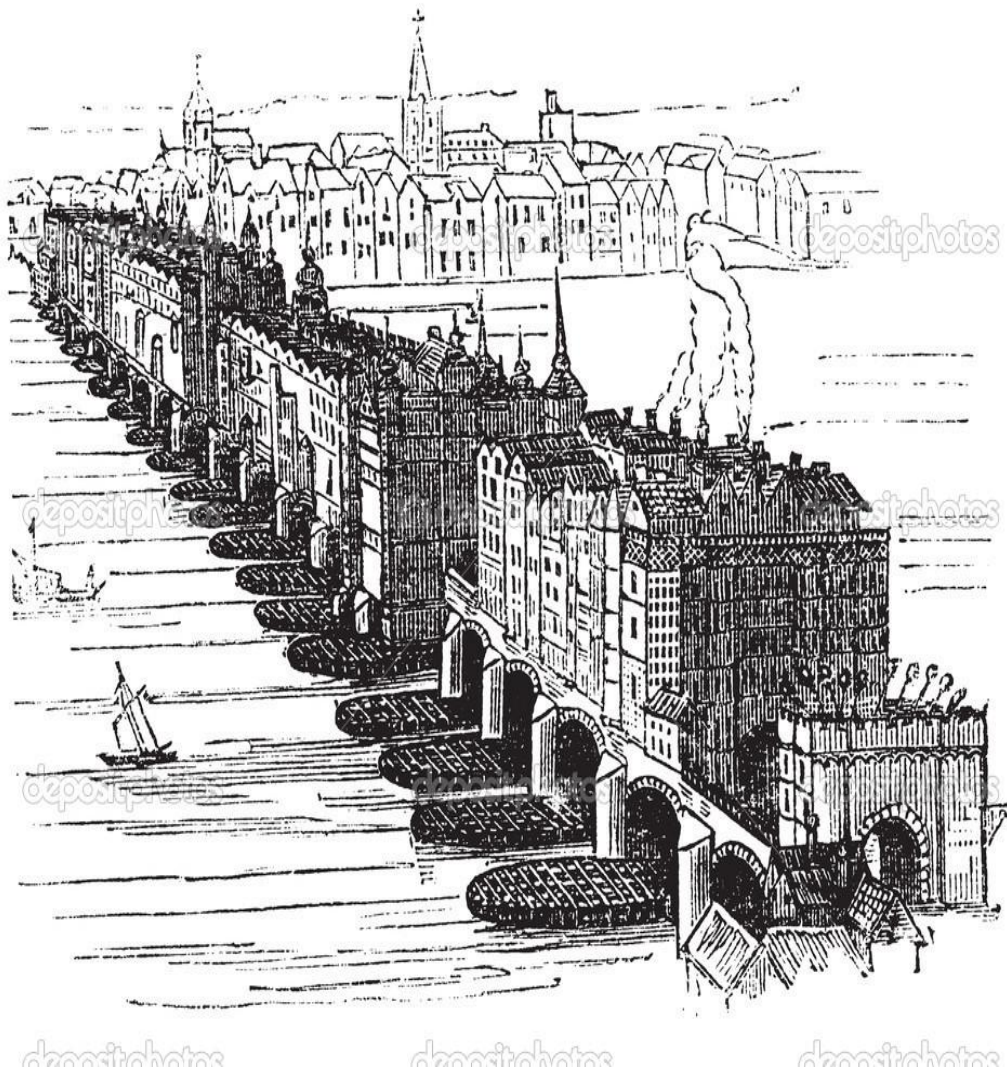
Τα έργα της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας στον τομέα της γεφυροποιίας ήταν αρκετά σημαντικά. Αρκετά από αυτά σώζονται μέχρι και σήμερα με κορυφαία την «Γέφυρα των Αγγέλων» (Ponte Sant ' Angelo) στη Ρώμη.



Εικόνα 13 Η γέφυρα Ponte Sant' Angelo στη Ρώμη, όπως σώζεται μέχρι σήμερα
www.stephendanko.com

Την εποχή του Ιουστινιανού, αυτοκράτορα της Κωνσταντινούπολης κατασκευάζεται υδατογέφυρα για την ύδρευση της πόλης με μήκος 240 μέτρα και ύψος 33 μέτρα.

Η τεχνική της λίθινης γέφυρας συνεχίστηκε και κατά την περίοδο του Μεσαίωνα, με διαφορετικά χαρακτηριστικά όπως η μείωση του ύψους των τόξων και η αύξηση του μήκους των γεφυρών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της εποχής αποτελεί η γέφυρα του Λονδίνου.



Εικόνα 14 Η μεσαιωνική γέφυρα του Λονδίνου

www.depositphotos.com

- Γ' φάση (1780 μ.Χ. – σήμερα): Χρησιμοποιούνται πλήρως κατεργασμένα υλικά όπως ο σίδηρος, το ασάλι και το σπλισμένο σκυρόδεμα. Η λαϊκή τέχνη στην κατασκευή των πέτρινων γεφυριών φτάνει στο απόγειο της κατά τον 18^ο αιώνα, όπου συναντάμε λεπτά τόξα, ανθεκτικά βάθρα με οικονομία υλικών, που συνθέτουν γεφύρια με υψηλή αισθητική και προπάντων αξεπέραστη αντοχή. (Γκράσσοσ Γ., 2007)



Εικόνα 15 Πέτρινο τοξωτό γεφύρι στην Πίνδο

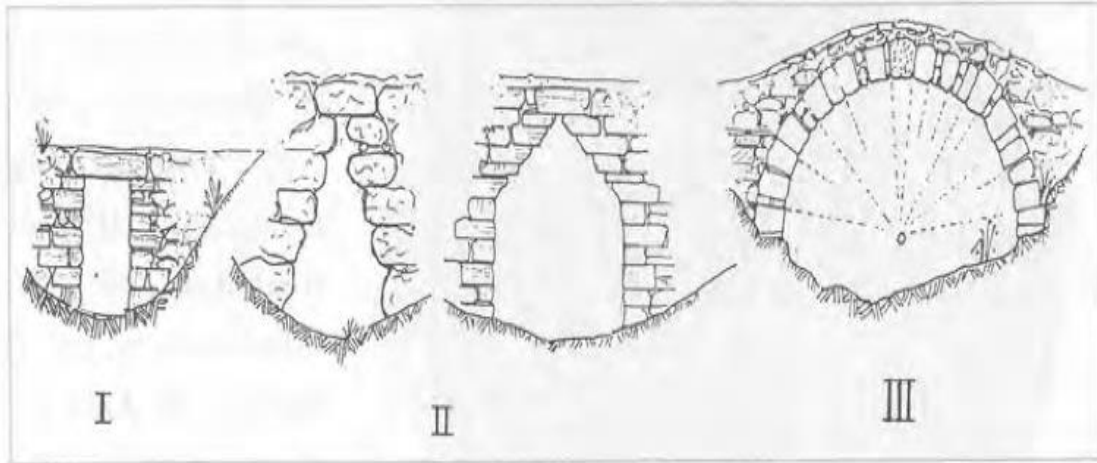
www.siatista.info

Η πρώτη γέφυρα από χυτοσίδηρο, γνωστή ως Ironbridge, κατασκευάστηκε στην Αγγλία το 1779, πάνω από τον ποταμό Σέβερν.

3.3 Τύποι Γεφυριών

Στη χώρα μας υπάρχουν εκατοντάδες πέτρινα γεφύρια που έχουν κατασκευαστεί με παραδοσιακές μεθόδους και υλικά της εκάστοτε εποχής, από την αρχαιότητα μέχρι και την περίοδο του μεσοπολέμου, όταν και άρχισε η γενικευμένη χρήση του σκυροδέματος. Η τεχνοτροπία

στην κατασκευή τους διαφοροποιείται ανάλογα με την εποχή και την τοποθεσία.



Εικόνα 16 Οι τρεις βασικοί τρόποι δημιουργίας λίθινων γεφυριών (Πηγή: Πετρονώτης Α. , 2001)

Οι βασικοί τύποι των πέτρινων γεφυριών είναι:

- Γεφύρι με οριζόντιες δοκούς (Εικόνα 18 I)
- Γεφύρι με εκφορτικό σύστημα (Εικόνα 18 II)
- Γεφύρι μονότοξο (Εικόνα 18 III)
- Γεφύρι πολύτοξο(Εικόνα 22)

Στην Πελοπόννησο και στην Κρήτη σώζονται μέχρι σήμερα πέτρινα γεφύρια από την Μυκηναϊκή και την Μινωική εποχή. Τα γεφύρια αυτά είναι κατασκευασμένα με το εκφορτικό σύστημα. Αυτό σημαίνει πως είναι κατασκευασμένα από λίθους με μια τρύπα τριγωνικού σχήματος με την κορυφή προς τα πάνω για να περνάει το νερό. (Μακρής Γ., 2004)



Εικόνα 17 Η γέφυρα της Ελεύθερνας στο Ρέθυμνο της Κρήτης, που χρονολογείται από τον 4ο αιώνα π.Χ. κτισμένη με το εκφορικό σύστημα

www.maistrelis.com

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω οι Ρωμαίοι ήταν αυτοί που εξέλιξαν την γεφυροποιία εισάγοντας το τόξο στην αρχιτεκτονική τους. Οι γέφυρες των Ρωμαίων διακρίνονταν για την σταθερότητά τους και αποτελούσαν τμήματα του ονομαστού ρωμαϊκού δικτύου οδοποιίας. (Μακρής, 2014)

Σήμερα στην Ελλάδα τα περισσότερα διατηρητέα γεφύρια είναι κατασκευασμένα την εποχή της Τουρκοκρατίας. Αρκετά γεφύρια αυτής της περιόδου είναι τοξωτά αλλά με οξυκόρυφο και όχι ημικυκλικό τόξο, στοιχείο της ισλαμικής τέχνης. Τέτοιο παράδειγμα αποτελεί το γεφύρι στο Καρτερόλι, στον Ελισσώνα ποταμό.



Εικόνα 18 Το γεφύρι στο Καρτερόλι κοντά στην Τρίπολη
www.arcadia.ceid.upatras.gr

Το μεγαλύτερο μονότοξο γεφύρι των Βαλκανίων με ημικυκλικό τόξο ήταν αυτό της Πλάκας στα Τζουμέρκα, στην περιοχή του νομού της Άρτας, το οποίο κατασκευάστηκε το 1886 και δυστυχώς γκρεμίστηκε από τις δυνάμεις της φύσης (αλλά και την ελλιπή συντήρηση) το χειμώνα του 2015. (Μακρής, 2014)



Εικόνα 19 Το γεφύρι της Πλάκας στην Ήπειρο (πηγή: epirusgate.blogspot.gr)

Στο τοξωτό σύστημα κατασκευής γεφυριών συναντάμε και τα πολύτοξα γεφύρια. Αυτά είναι πολύ μεγαλύτερα από τα μονότοξα και βρίσκονται κυρίως σε πεδινές περιοχές σε αντίθεση με τα μονότοξα. Το πιο γνωστό πολύτοξο γεφύρι είναι της Άρτας, το οποίο βρίσκεται 1 χλμ. μακριά από το κέντρο της πόλης και γεφυρώνει τον ποταμό Άραχθο. Σύμφωνα με τις περισσότερες πηγές φαίνεται να θεμελιώθηκε κατά τον 3^ο αιώνα π.Χ. επί βασιλείας του Πύρρου και ολοκληρώθηκε σε τρεις περιόδους κατά το Δεσποτάτο της Ηπείρου (1204 - 1479). Η κατασκευή του είναι εντυπωσιακή, ενώ η δυσκολίες που αντιμετώπιζονταν κατά την κατασκευή του έδωσαν λαβές για τη δημιουργία πολλών θρύλων γύρω από αυτό με συγκινητικότερο αυτόν της θυσίας της γυναίκας του πρωτομάστορα. Το 1881 το γεφύρι της Άρτας αποτελούσε τα σύνορα μεταξύ της ελεύθερης Ελλάδας και της Τουρκοκρατούμενης Ηπείρου. (Μακρής, 2014)



Εικόνα 20 Το γεφύρι της Άρτας (πηγή: static.panoramio.com)

3.4 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Πέτρινων Γεφυριών

Στην προσπάθεια να παρουσιάσουμε τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πέτρινων γεφυριών, τα υλικά, αλλά και τις τεχνικές δόμησής τους, είναι σημαντικό να γνωρίσουμε πρώτα κάποιες βασικές έννοιες αυτών, όπως ο πυλώνας, το τόξο, το βέλος, η αψίδα, η καμάρα και το επίστρωμα. (Μακρής, 2014)

Πυλώνας: είναι το ορθογώνιο στήριγμα που στηρίζει το φορτίο κάθε γέφυρας.

Τόξο: είναι μια καμπυλόγραμμη αρχιτεκτονική κατασκευή, η έννοια του οποίου είναι δανεισμένη από τα μαθηματικά και συγκεκριμένα τη γεωμετρία του κύκλου. Η κατασκευή γεφυρών με τόξα υπάρχει από την

αρχαιότητα και έχει διατηρηθεί μέχρι σήμερα, κυρίως στις γέφυρες που κατασκευάζονται με οπλισμένο σκυρόδεμα. Όταν το πλάτος της κοίτης ενός ποταμού είναι μικρό, τότε η γέφυρα κατασκευάζεται με ένα τόξο, διαφορετικά κατασκευάζονται περισσότερα τόξα. Στην περίπτωση αυτή, τα μεγαλύτερα τόξα πρέπει να είναι διατεταγμένα προς την όχθη με το μεγαλύτερο υψόμετρο. Το ύψος των τόξων πρέπει να είναι υψηλό διότι με τον τρόπο αυτό προκαλείται μικρότερη οριζόντια ώθηση στις βάσεις της γέφυρας. Από πρακτικής πλευράς, όταν μια γέφυρα έχει κατασκευαστεί «τοξωτή», τότε το φορτίο αναλύεται σε δύο πλάγιες συνιστώσες επί των υποστυλωμάτων της γέφυρας και μεταφέρεται σε αυτά, οπότε το οικοδόμημα γίνεται στέρεο. Σε αυτό συνεισφέρει στατικά η αρχή ότι πρέπει το ύψος του τόξου να είναι μεγαλύτερο από το 1/4 του ανοίγματός του. Το πιο σπουδαίο και άξιο προσοχής αρχιτεκτονικά είναι ότι οι αρμοί της πέτρας στα τόξα πρέπει να είναι σωστά κτισμένοι και εκλειανσμένοι σε όλο το βάθος τους. (Μακρής, 2014)

Οι πέτρες εδράσεως των τόξων είναι θεμελιακές για την σωστή στήριξη και ονομάζονται «γενέσεις των τόξων».

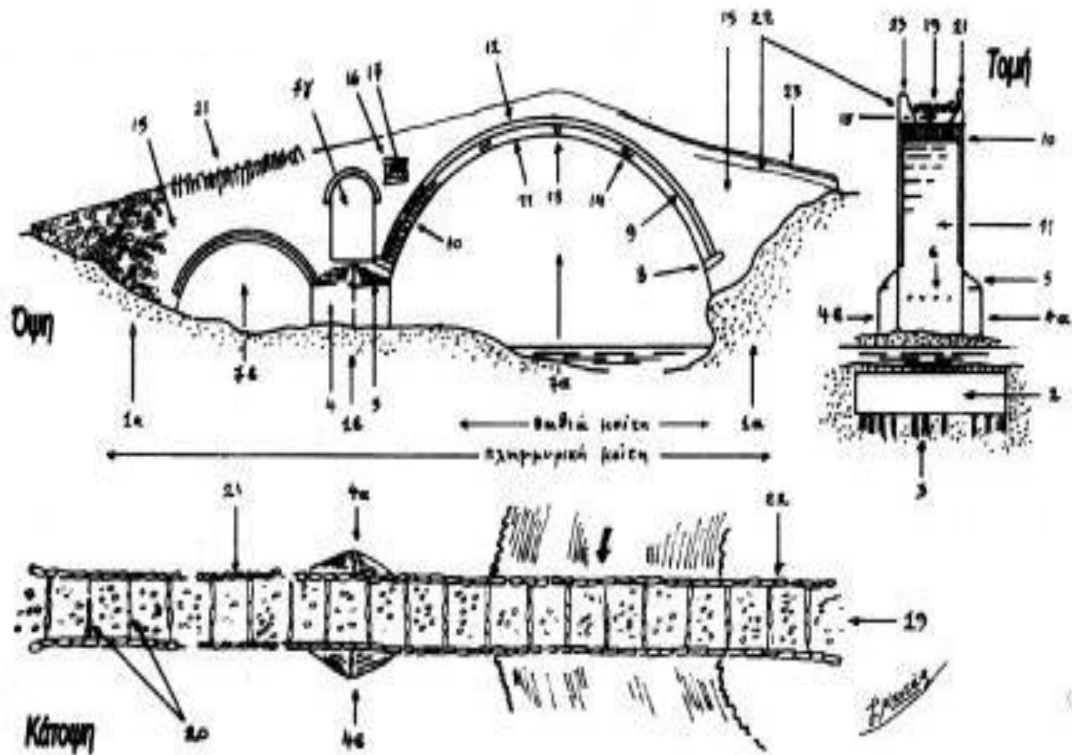
Βέλος: είναι η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ της «γένεσης τόξου» και του κλειδιού στην κάτω επιφάνεια του τόξου. Η κάτω επιφάνεια, η ορατή, του τόξου ονομάζεται «εσωρράχιο» ενώ η μη ορατή η επάνω επιφάνεια του τόξου ονομάζεται «εξωρράχιο». Όταν το βέλος είναι μικρότερο από το μισό του ανοίγματός του λέγεται «καταβιβασμένο» (καμάρα) ενώ, όταν είναι μεγαλύτερο, «αναβιβασμένο» .

Αψίδα: είναι το τόξο που σχηματίζεται πάνω στα στηρίγματα μιας γέφυρας και τα ενώνει μεταξύ τους. Αρχίζει από τις κεντρικές βάσεις της

γέφυρας και από τα πλαϊνά στηρίγματα. Επειδή ακριβώς ο σκοπός της απίδας είναι να στηρίζει την γέφυρα, είναι σχεδιασμένη σε ημικυκλικό σχήμα. Στο κέντρο της απίδας τίθεται η κεντρική πλάκα αφού τελειώσει το χτίσιμο και από τις δυο πλευρές. Αυτή η πέτρα «κλείδωνε» την γέφυρα με την απίδα. Το κάθε τμήμα μιας απίδας αποτελείται από σφηνόλιθους χτισμένους ημικυκλικά – που ονομάζονται «αψιδόλιθοι» ή «θολίτες». Κάθε άκρο του τόξου στηρίζεται σε μεγαλύτερες πλάκες και αυτές σε «αψιδοστάτες» πάνω στα πλάγια υποστηρίγματα. Σημαντική αρχή στην αρχιτεκτονική είναι πως όταν το βάθος ενός ποταμού είναι σχετικά μεγάλο, τότε προσφέρεται η κατασκευή πλήρως ημικυκλικού τόξου.

Καμάρα: πρόκειται για τόξο μικρότερο του ημικυκλίου, μια διαφορετική μορφή απίδας. Αυτή η μέθοδος εφαρμόζεται όταν το βάθος της κοίτης ενός ποταμού είναι μικρότερο από το πλάτος της. Μια από τις πλέον γνωστές χρήσεις της καμάρας είναι στις μυκηναϊκές, τοξωτές γέφυρες. Επί ρωμαϊκής εποχής, οι «απίδες θριάμβου» που κτίζονταν επί του εδάφους σχημάτιζαν τρεις καμάρες. (Μακρής, 2014)

Επίστρωμα: το επίστρωμα αποτελείται από το κατάστρωμα πάνω στο οποίο κινούνται τα οχήματα ή οι πεζοί καθώς και από τα δοκάρια και τα τόξα που στηρίζουν την γέφυρα. Κατάστρωμα είναι η κυρία οδός, το οδόστρωμα ή πλάτωμα (πλατφόρμα) μιας γέφυρας, το οποίο τοποθετείται πάνω στον πυλώνα.



Εικόνα 21 Ανατομία και ονοματολογία ενός τυλικού πέτρινου Ηπειρώτικου γεφυριού
www.rhiogefirionipirotikon.blogspot.gr

1. Βάθρο, Ποδαρικό
- 1α. Ακρόβαθρο, Έξω ποδαρικό
- 1β. Μεσόβαθρο, Μέσα ποδαρικό
2. Θεμέλιο, Θεμέλι
3. Πάσσαλοι θεμελίωσης
4. Πρόβολος, Έμβολο, Πρόμαχος, Καλκάν
- 4α. Πρόβολος ανάντι, Προρρήνιο, Κόφτης
- 4β. Πρόβολος κατάντι, Μεταρρήνιο, Κόντρα
5. Ημικώνιο
6. Σκαλότρουπα
7. Τόξο, Βόλτο, Καμάρα, Θόλος, Αψίδα

- 7α.** Κύριο ή βασικό τόξο, Μεσιακιά καμάρα
- 7β.** Βοηθητικό τόξο
- 7γ.** Ανακουφιστικό τόξο, Παράθυρο, Ψευδοθυρίδα, Παραθόλι
- 8.** Μάσκα, Γένεση τόξου
- 9.** Διάζωμα, Στεφάνι
- 10.** Καμαρολίθια, Θολίτες, Αψιδόλιθοι, Τοξόλιθοι
- 11.** Εσωρράχιο, Άντυγα
- 12.** Εξωρράχιο
- 13.** Κλειδί
- 14.** Άρπιζα
- 15.** Τύμπανο, Μέτωπο
- 16.** Κόγχη, Πουλίτσα
- 17.** Πλάκα, Σενές
- 18.** Έρμα - γέμισμα.
- 19.** Διάδρομος διάβασης, Οδόστρωμα, Κατάστρωμα, Καλντερίμι, Λιθόστρωτο
- 20.** Ούβια, Ούγια, Καρτέρι
- 21.** Αρκάδες
- 22.** Κράσπεδο, Στηθαίο, Πεζούλι, Παραπέτο, Κουρκουλούκι, Φλάχτρες, Κοθώρια
- 23.** Καλάκι, Κουπαστή, Κουπαρτίνα, Κοπερτίνα

Αξιζει να προστεθει ότι βασικό στοιχείο σε κάθε αρχιτεκτονική μελέτη ήταν η χρήση σχεδίων και μοντέλων, επί των οποίων οι αρχιτέκτονες

δοκίμαζαν την μηχανική συμπεριφορά της κατασκευής που μελετούσαν. Σε όλο το διάστημα της κατασκευής γεφυρών από την αρχαία εποχή και μετά, οι πάσσαλοι τοποθετούνταν χειροκίνητα, με βάση την μυϊκή δύναμη των ανθρώπων.

Αρχικά, οι γέφυρες κατασκευάζονταν από ξύλο κυπαρισσιού και κέδρου. Στις μεσογειακές περιοχές, ιδίως, η βάση των γεφυρών μπορούσε να οικοδομείται απευθείας στον πυθμένα των ποταμών, μια διαδικασία που λάμβανε χώρα το καλοκαίρι, όταν η κοίτη ήταν στεγνή, οπότε ετίθετο ο θεμέλιος λίθος. Για την κατασκευή των πέτρινων γεφυρών χρησιμοποιούνταν συνηθέστερα φυσικοί λίθοι που προέρχονταν από τα πετρώματα της γης και που στην Ελλάδα, ειδικότερα, αφθονούσαν. Ήταν το βασικό υλικό για την δόμηση τεχνικών έργων (λόγω της μεγάλης διάρκειας ζωής και αντοχής στον χρόνο) και χρησιμοποιούνταν εύκολα ή, έστω, ύστερα από μια απαραίτητη επεξεργασία λάξευσης ή μηχανικής κατεργασίας. Ο τρόπος τοποθέτησης των λίθων στα θεμέλια και στις βάσεις μιας γέφυρας ήταν ιδιαίτερης σημασίας ώστε να προσδίδουν αντοχή στην κατασκευή, παρά την μεγάλη πίεση του νερού. Πριν και μετά την κατασκευή ενός βάρου, οι τεχνίτες δημιουργούσαν «πρόβολους» για να το προστατεύουν από τα υλικά της ροής του ποταμού και να μειώνονται οι στροβιλισμοί του νερού. (Μακρής, 2014)

Στην Ελλάδα, οι πιο διαδεδομένες πέτρες προέρχονταν από τα ιζηματογενή πετρώματα. Από αυτά, οι συμπαγείς ασβεστόλιθοι προτιμούνταν για την παρασκευή των κονιαμάτων και σκυροδεμάτων που, μαζί με άμμο, αξιοποιούνταν στις γέφυρες. Το κονίαμα ή κουρασάνι ήταν το εύπλαστο υλικό της λάσπης και του πηλού που «γέμιζε» τους αρμούς και τις βάσεις των γεφυρών. Έπληξε και με τον τρόπο αυτό εξισώνονταν οι ανώμαλες επιφάνειες και τα κενά μεταξύ των λίθων. Στα τοξωτά γεφύρια η χρήση αδιάβροχου κονιάματος καθώς επίσης και

μείγματος πηλού, ασβέστη ή άμμου ήταν αναγκαία για τη δημιουργία της κατάλληλης πρόσφυσης. Παράλληλα, πολύ σημαντικό παράγοντα έπαιζε η σωστή ανάμειξη της άμμου στα κονιάματα, διότι το μείγμα κινδυνεύει να μην παρουσιάσει την απαραίτητη πλαστικότητα για την ομαλή απορρόφηση των κραδασμών.



Εικόνα 22 Σχέδιο πολύτοξου γεφυριού που συναντάμε κυρίως σε πεδινές περιοχές
www.arhiogefirioniprotikon.blogspot.gr

Η επιλογή των πετρών γινόταν κυρίως από λατομεία εξόρυξης λίθων (από όπου παραγόταν και η τεχνητή άμμος καθώς θρυμματιζόνταν τα πετρώματα των λατομείων). Στη συνέχεια, οι πέτρες λαξεύονταν ώστε να αποκτήσουν το κατάλληλο σχήμα (συνήθως πρισματικό, κυβικό ή με μορφή πλάκας) ώστε να είναι κατάλληλοι για χρήση. Πρώτα κτιζόνταν οι βάσεις, τα βάθρα, κατόπιν οι σκαλωσιές και οι ξυλότυποι, ύστερα οι γενέσεις των τόξων, τα τόξα τα οποία αποτελούσαν και το πιο δύσκολο στάδιο, τα τύμπανα και τέλος η κλείδα του τόξου. Το τόξο του γεφυριού, στο σύνολό του και μετά την αφαίρεση των σκαλωσιών, έπρεπε να έχει ομοιομορφία και συνοχή. (Μαντάς Σπ., 1984)

3.5 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΓΕΦΥΡΙΩΝ ΤΟΥ Ν. ΑΡΤΑΣ.

3.5.1 ΓΕΦΥΡΙ ΤΟΥ ΠΛΑΣΤΗΡΑ.



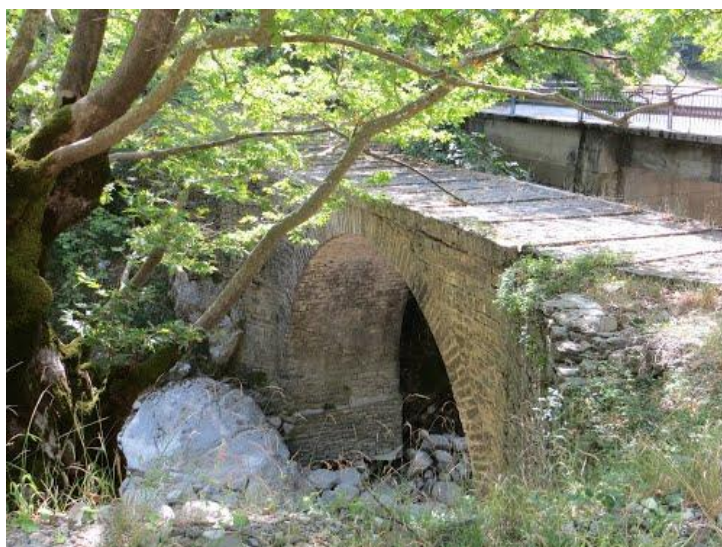
Εικόνα 23. Γεφύρι του Πλαστήρα.



Εικόνα 24. Γεφύρι του Πλαστήρα.

Το γεφύρι του Πλαστήρα το συναντάμε μέσα στο χωρίο της Καλεντίνης καθώς το διασχίζουμε. Ενώνει τις δύο πλευρές του ρέματος του Αράχθου Πλακουτσόρεμα και αρχιτεκτονικά είναι ένα μονότοξο γεφύρι, όπως διακρίνουμε από τις φωτογραφίες, το οποίο όμως έχει υποστεί κάποιες σύγχρονες παρεμβάσεις οι οποίες αλλοίωσαν και κατέστρεψαν την αισθητική. Δεν υπάρχουν αναφορές σχετικά με τη χρονολογία της κατασκευής του. (Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.(www.petrinagefiria.uoi.gr))

3.5.2 ΓΕΦΥΡΙ ΣΤΗ ΜΕΓΑΛΗ ΒΡΥΣΗ.



Εικόνα 25. Γεφύρι στη Μεγάλη Βρύση.



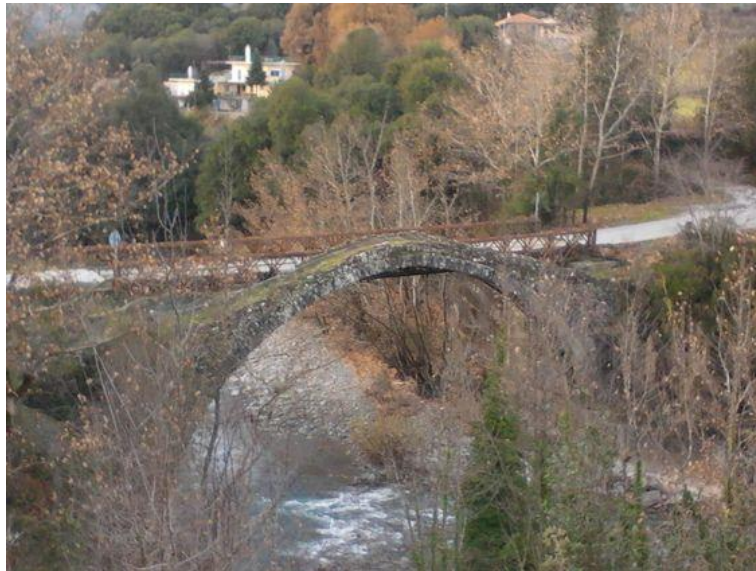
Εικόνα 26 Γεφύρι στη Μεγάλη Βρύση.

Το γεφύρι στη Μεγάλη Βρύση βρίσκεται στο δρόμο ανάμεσα από Βουργαρέλι και Αθαμάνιο στην ομώνυμη τοποθεσία. Είναι μονότοξο γεφύρι με άνοιγμα τόξου 9,50 μ. Η κατασκευή του χρονολογείται στα τέλη του 19^{ου} αιώνα όμως το όνομα του πρωτομάστορα που ευθύνεται για την κατασκευή του παραμένει άγνωστο. (Σχισμένος, 2001, www.petrinagefiria.uoi.gr)

3.5.3 ΓΕΦΥΡΙ ΤΟΥ ΒΡΑΤΣΙΣΤΑ.



Εικόνα 27 Γεφύρι του Βρατσίστα.



Εικόνα 28 Γεφύρι του Βρατσίστα.

Καθώς βγαίνουμε από το χωριό Καλεντίνη βρίσκουμε το Γεφύρι του Βρατσίστα του οποίου η κατασκευή συνδέεται με την Ενετική κατοχή. Γεφυρώνει τον ποταμό Καλεντίνη που είναι παραπόταμος του Αράχθου και κτίστης αυτού του μονότοξου γεφυριού με άνοιγμα τόξου 13,00 μ. είναι ο Κωνσταντίνος Μπέκας με καταγωγή από την Πράμαντα Ιωαννίνων. Δυστυχώς αυτό το πανέμορφο γεφύρι λόγω της αμέλειας συντήρησης βρίσκεται υπο κατάρρευση. (Π. Ιωαννίνων.(www.petrinagefiria.uoi.gr))

3.5.4 ΓΕΦΥΡΙ ΤΟΥ ΜΕΣΟΠΥΡΓΟΥ.



Εικόνα 29 Γεφύρι του Μεσόπυργου.



Εικόνα 30 Γεφύρι του Μεσόπυργου

Το γεφύρι του Μεσόπυργου ή Καμαρούλα το συναντάμε στο δρόμο για τα Μηλιανά. Γεφυρώνει ένα ρέμα που καταλήγει στον Αχελώο ποταμό, είναι μονότοξο με άνοιγμα τόξου 19,00 μ. δυστυχώς όμως δεν υπάρχουν μαρτυρίες για το πότε και το ποιος το κατασκεύασε. Το συγκεκριμένο γεφύρι είναι σε πολύ καλή κατάσταση σε αντίθεση με τα περισσότερα στην περιοχή. (www.petrinagefiria.com)

3.5.5 ΓΕΦΥΡΙ ΣΤΟ ΚΟΡΦΙΤΟ.



Εικόνα 31 Γεφύρι στο Κορφίτο.

Στο χωριό Αθαμάνιο βρίσκουμε το Γεφύρι στο Κορφίτο να συνδέει τις δύο πλευρές ενός ρέματος που καταλήγει στο Σαραντάπορο. Δεν υπάρχουν περαιτέρω πληροφορίες για την κατασκευή του και δυστυχώς και αυτό το γεφύρι έχει υποστεί σύγχρονες επεμβάσεις που αλλοιώνουν τα χαρακτήρα και την αισθητική του. (Σχισμένος, 2001)

3.5.6 ΓΕΦΥΡΙ ΤΗΣ ΚΟΦΕΡΙΤΑΣ.



Εικόνα 32 Γεφύρι της Κοφερίτας.

Στην κοινότητα των Μελισσουργών καθώς βγαίνουμε από το χωριό βλέπουμε το Γεφύρι της Κοφερίτας το οποίο γεφυρώνει το ομώνυμο ρέμα που καταλήγει στον Άραχθο ποταμό. Το εν λόγω γεφύρι έχει άνοιγμα τόξου 10,50 μ. και η κατάστασή του είναι πολύ καλή καθώς το 2001 έγινε συντήρηση, την ίδια χρονιά ανακηρύχθηκε ιστορικό διατηρητέο μνημείο. Πληροφορίες για την κατασκευή του αναφέρουν ότι χρονολογείται στα τέλει του 19^{ου} αιώνα. (<https://www.petrinagefiria.com>)

3.5.7 ΓΕΦΥΡΙ ΣΤΑ ΘΕΟΔΩΡΙΑΝΑ.



Εικόνα 33 Γεφύρι στα Θεοδώριανα.



Εικόνα 34 Γεφύρι στα Θεοδώριανα.

Περνώντας το δρόμο που πηγαίνει προς Τρίκαλα λίγο μετά το χωριό Θεοδώριανα συναντάμε αυτό το μονότοξο γεφύρι. Ενώνει τις δύο όχθες του ποταμού Γκούρα και η κατασκευή του χρονολογείται στις αρχές του περασμένου αιώνα. Περισσότερες πληροφορίες για την κατασκευή του δεν υπάρχουν. (www.theodoriana.com)

3.5.8 ΓΕΦΥΡΙ ΣΤΟ ΡΕΜΑ ΤΟΥ ΚΟΡΑΗ.



Εικόνα 35 Γεφύρι στο ρέμα του Κοραή.

Μέσα στο χωριό του Βουργαρελίου βρίσκουμε το μονότοξο γεφύρι στο ρέμα Κοραή του ποταμού Καλεντίνη παραπόταμου του Άραχθου. Έχει διατηρηθεί σε πολύ καλή κατάσταση έχει άνοιγμα τόξου 7,30 μ. (www.petrinagefiria.com)

3.5.9 ΓΕΦΥΡΙ ΤΗΣ ΑΡΤΑΣ.



Εικόνα 36 Γεφύρι της Άρτας.



Εικόνα 37 Γεφύρι της Άρτας.

Το θρυλικό γεφύρι της Άρτας δεσπόζει επιβλητικό 1 χλμ. από το κέντρο της πόλης. Απέκτησε τη σημερινή του μορφή στις αρχές του 17^{ου} αιώνα χτισμένη πάνω στα θεμέλια γεφυριού που τα στοιχεία δείχνουν ότι υπήρχε εκεί από τους Ελληνιστικούς χρόνους. Τετράτοξο γεφύρι με τη μεγαλύτερη της καμάρα να έχει άνοιγμα τόξου 24,00 μ. (Σχισμένος, 2001)

3.5.10 ΓΕΦΥΡΙ ΤΗΣ ΣΓΑΡΑΣ.



Εικόνα 38 Γεφύρι της Σγάρας.

Ερχόμενοι από Άγναντα στην είσοδο του χωριού Σγάρα συναντάμε το ομώνυμο γεφύρι στέρεα εδραιωμένο ανάμεσα στους πλάτανους. Είναι τρίτοξο με το μεγαλύτερο τόξο του να έχει άνοιγμα 14,80 μ. Δυστυχώς δεν υπάρχουν πληροφορίες για την χρονολογία κατασκευής του όπως επίσης ούτε και για το όνομα του χτίστη του. (Σχισμένος, 2001)

3.5.11 ΓΕΦΥΡΙ ΣΤΟ ΡΕΜΑ ΤΟΥ ΤΣΑΓΚΑΡΑΚΗ.

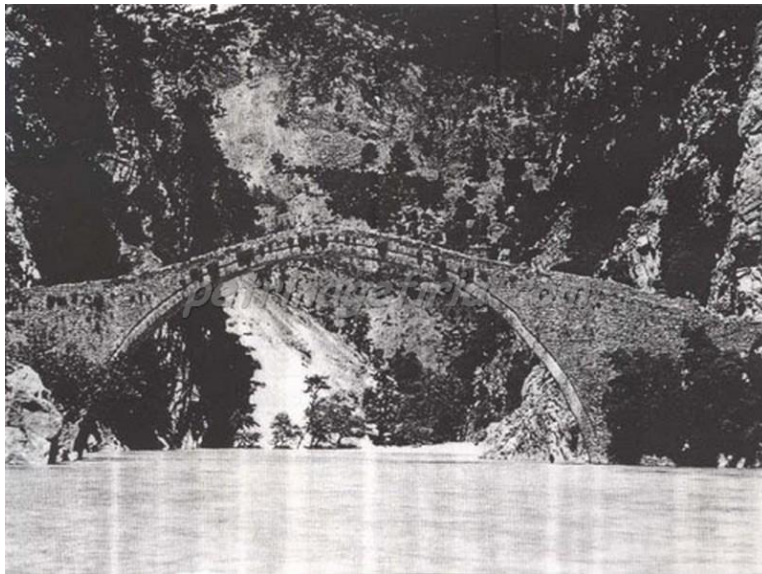


Εικόνα 39 Γεφύρι στο Ρέμα του Τσαγκαράκη.

Το συναντάμε μπαίνοντας στο χωριό Αθαμάνιο από τον παλιό δρόμο. Γεφυρώνει το ομώνυμο ρέμα του ποταμού Σαραντάπορου ο οποίος καταλήγει στον Άραχθο. Η κατασκευή του χρονολογείται στα τέλη του 19^{ου} αιώνα. Είναι ένα μονότοξο γεφύρι με άνοιγμα τόξου 7,50 μ. δυστυχώς πληροφορίες για τον όνομα του χτίστη του δεν υπάρχουν. (Σχισμένος, 2001)

3.5.12 ΓΕΦΥΡΙ ΤΟΥ ΚΟΡΑΚΟΥ.

Φυσικά υπάρχουν και κάποια ιστορικά γεφύρια που δεν άντεξαν στο χρόνο. Ένα από αυτά είναι και η γέφυρα του Κοράκου που βρισκόταν στο χωριό Πηγές οδηγώντας από Άρτα προς Καρδίτσα. Χτισμένο το 1514 γεφύρωνε τις δύο όχθες του Αχελώου και με άνοιγμα τόξου 49,50 μ. αποτελούσε τη μεγαλύτερη γέφυρα στα Βαλκάνια ίσως και την Ευρώπη. Έζησε 434 χρόνια αντέχοντας σεισμούς και την ορμητική δύναμη του Αχελώου όσπου το 1949 έπεσε και αυτή θύμα του εμφυλίου.(www.petrinagefiria.com)



Εικόνα 40 Γεφύρι του Κοράκου.

www.petrinagefiria.com



Εικόνα 41 Γεφύρι του Κοράκου.

4 ΓΕΦΥΡΙ ΤΗΣ ΠΛΑΚΑΣ

4.1 Ιστορικά Στοιχεία Οικοδόμησης

Τα πέτρινα γεφύρια της Ηλείου ανάγονται σχεδόν όλα στα χρόνια της οθωμανικής κυριαρχίας και ιδιαίτερα στην περίοδο του 18ου και 19ου αιώνα. Αυτά αποτελούσαν τμήματα του οδικού δικτύου για τη διακίνηση και ανάπτυξη του εμπορίου. Είναι δημιουργήματα της λαϊκής αρχιτεκτονικής και αποτελούν με την αισθητική τους αξία ένα κόσμημα για την περιοχή της Ηλείου.(Γκόλια Ι., «Πρόδρομη Έκθεση Εμπειρογνομώνων του Ε.Μ.Π.», 2015)

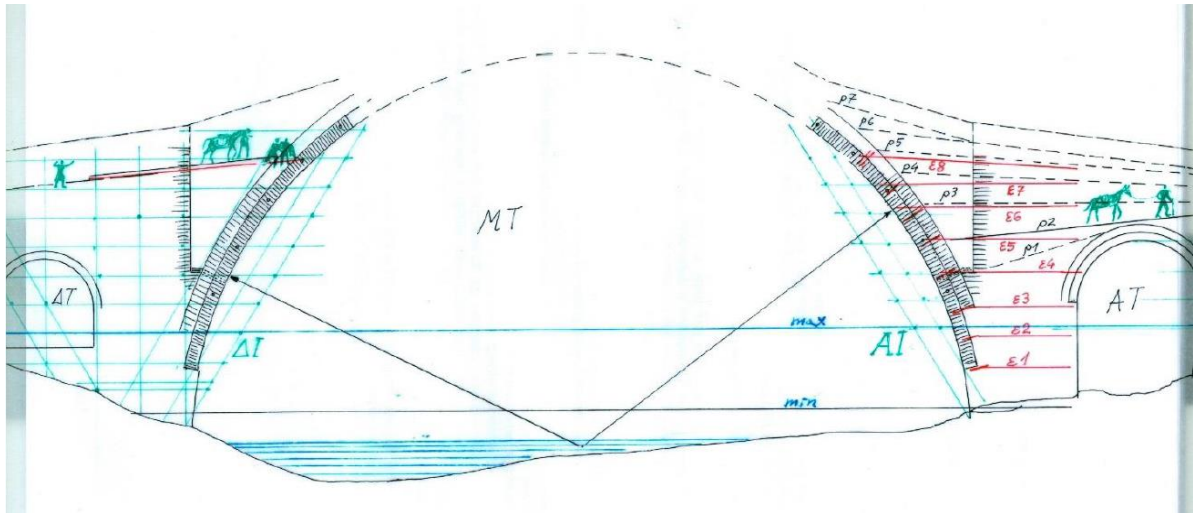
4.2 Τεχνικά Χαρακτηριστικά της Γέφυρας

Η γέφυρα, στέκει σε σημείο 86,5 χλμ. από την εκβολή του ποταμού (μέτρηση μήκους ιστορικής κοίτης, μη λαμβανομένης υπ'όψιν της τεχνητής λίμνης), με υψόμετρο περίπου +250. Στην θέση αυτή η κλίση του ποταμού είναι ιδιαίτερος ισχυρή (~7:1000), ενώ έως την τεχνητή λίμνη, 25 χλμ. Κατόντη, είναι ~5:1000. Βάσει πληροφοριών των εντοπίων, ιχνών επί των οχθών, αλλά και της υψηλής θέσεως του δυτικού ανακουφιστικού τόξου, χρησιμοποιουμένης ως ένδειξης, η μεταξύ ελαχίστου και μεγίστου διαφορά στάθμης είναι της τάξεως των 6 μέτρων. Τούτο δεν εκφράζεται επαρκώς στο υδρόμετρο στάθμης που ήταν στερεωμένο στο ανατολικό μεσόβαθρο. Δεδομένης της ισχυρής κλίσης ροής (~0,7%) και της μεγάλης ανύψωσης της στάθμης, η ταχύτητα του ποταμού μπορεί εύκολα να υπερβαίνει τα 20 χλμ/ώρα.

Εκτεινόμενη καθέτως προς τον άξονα της κοίτης, η γέφυρα έχει κατεύθυνση από Α προς Δ ή ακριβέστερα ΔΝΔ (δυτικονοτιοδυτική,

αποκλίνουσα από τον ΑΔ άξονα κατά ~22ο, οπότε : $270 \circ - 22 \circ = 248 \circ$)
Στην θέση της γέφυρας η κοίτη φαίνεται σχεδόν ευθεία, στην πραγματικότητα όμως παρουσιάζει ελαφρά αριστερή στροφή με ακτίνα καμπυλότητας περίπου 1,5 χλμ. , εξ αιτίας της οποίας, συντελούντος και του εδάφους, η κοίτη βαθύνεται δεξιά του μέσου και καλύπτεται από φερτές ύλες αριστερά αυτού. Το προς γεφύρωση πλάτος είναι περίπου 50μ κατά μέσον όρο. Η γέφυρα μονότοξη, ανοίγματος 40μ, με δύο ανακουφιστικά τοξωτά ανοίγματα πλάτους ~6.5μ το ανατολικό και ~5μ το δυτικό, έχει μήκος περίπου 70μ και πλάτος ~4μ στα βάθρα, μειούμενο σε ~3.5μ, στο άνω μέρος. Παρόμοια διαφορά υπήρχε και στο μέτωπο των μεσοβάθρων.

Απλή παρατήρηση του τόξου αρκούσε για την διαπίστωση των κοινών με τόξα άλλων γεφυρών χαρακτηριστικών του, αλλά και μιας ιδιαίτερης ανωμαλίας του (Εικ. 1): Η χάραξή του, εξαιρουμένου του ανωτέρου μέρους, είχε μορφή κυκλικού τόξου εμφανώς μικρότερου ενός ημικυκλίου, με αποτέλεσμα οι γενέσεις να παρουσιάζουν χαρακτηριστική προκρέμαση και οι στρώσεις της λιθοδομής τους έκδηλη κλίση προς την κοίτη του ποταμού. Το κέντρο του τόξου βρισκόταν σχεδόν 2μ χαμηλότερα της χορδής και η ακτίνα του υπερέβαινε τα 20μ. Από ένα ύψος ~16,5 μ άνω του κέντρου, το απομένον μέρος του τόξου, χορδής 22 σχεδόν μέτρων, παρουσίαζε ισχυρότερη καμπυλότητα και ανύψωση. (Γκόλια Ι. «Πρόδρομη Έκθεση Εμπειρογνομώνων του Ε.Μ.Π.», 2016)

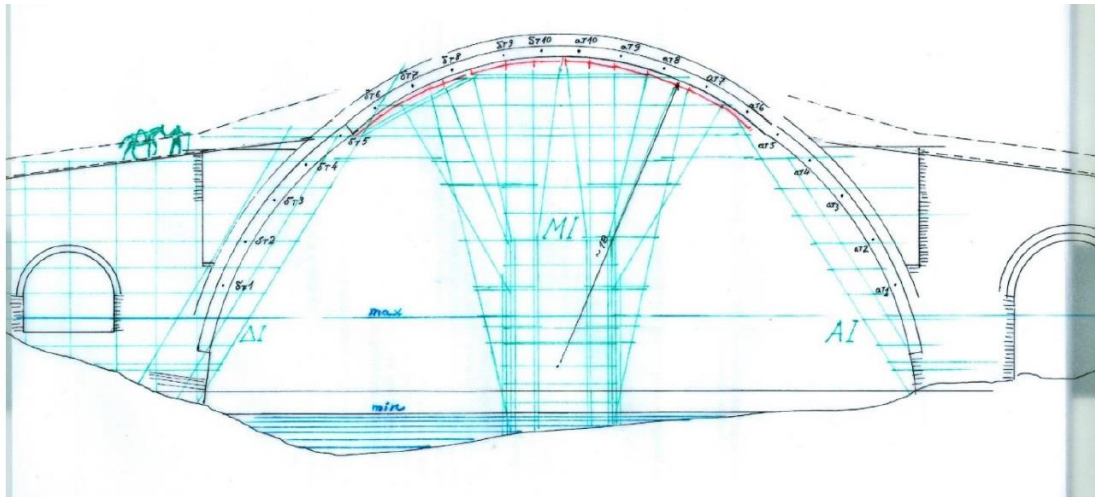


Εικόνα 42 «Η γέφυρα του Αράχθου στην Πλάκα, Θέρος 1865». Άποψη από κατάντη. Υποθετική μορφή ικριώματος AI και ΔI, βάσει των οικείων οπών, αναπαράσταση των εντός της δομής ξύλινων εσχάρων και διαδοχικών ραμπών εργασίας.

<http://gefyri-plakas.ntua.gr/prodromi-ekthesi>

την τροποποίηση της χάραξης. Η τροποποίηση αυτή είναι παρόμοια με τροποποιήσεις παρατηρούμενες στην τομή κάποιων κυκλικών θόλων (π.χ. της Ροτόντας στη Θεσσαλονίκη), οι οποίες κατά κανόνα εξυπηρετούν την ελάττωση της περιοχής των δυσμενέστερων για το κτίσιμο κλίσεων. (Γκόλια Ι., «Πρόδρομη Έκθεση Εμπειρογνομώνων του Ε.Μ.Π.», 2015)

Τούτο δεν αντιτίθεται στην στατική λειτουργία των θόλων, είναι όμως αντίθετο στην αρχή της στατικής λειτουργίας των τόξων, ή οποία απαιτεί παντού να διατίθεται καμπύλωση γενέουσα επί τα αυτά. Στην παρούσα περίπτωση η μέση γραμμή παρουσίαζε δυσμενή θλάση (όχι όμως επικινδύνως μεγάλη).



Εικόνα 43 «Η γέφυρα του Αράχθου στην Πλάκα, Θέρος 1866». Άποψη από κατάντη. Άρπιζες (ατ1, ατ2...δτ1, δτ2...) και θεωρητική μορφή ικριώματος MI.

<http://gefyrri-plakas.ntua.gr/prodromi-ekthesi>

Τα λοιπά χαρακτηριστικά της γέφυρας ήταν τα συνήθη: κύριο τόξο (πάχους ~ 65 εκ) ελαφρώς εισέχον του λοιπού μετώπου, εγκάρσιοι διαμπερείς σύνδεσμοι (άρπιζες), δέκα στο ανατολικό ήμισυ και δέκα στο δυτικό (Εικ. 1, ατ1, ατ2, ατ3... δτ1, δτ2, δτ3...), επιβοηθητικό τόξο πάχους ~65 εκ, πάχυνση κατασκευής εκατέρωθεν του μεσαίου τόξου παρακολουθούμενη και από την άντυγα αυτού έως ύψους ~8μ (από τις γενέσεις), με χαρακτηριστικό τονισμό (δύο βαθμίδες άντυγος και μια κατακόρυφη ακμή μετώπου, ακριβώς υπεράνω εκάστης των γενέσεων σε αμφότερες τις όψεις, ορθογώνια εσοχή επιγραφής («σενέ») παρά το ανατολικό πέρασ του επί τα κατάντη μετώπου, στηθαίο με «αρκάδες» (στυλίσκοι πακτωμένοι στο εξωράχιο και τον τοίχο μετώπου), λίθινο βαθμιδωτό οδόστρωμα με «ούγιες».

Ως συνήθως στην Ήπειρο, η γέφυρα είναι κτισμένη με πλακοειδή φυσικά τεμάχια ασβεστόλιθου, τα οποία σε ειδικές περιπτώσεις είναι πελεκητά. Εξ αυτών τα χρησιμοποιηθέντα στις άντυγες των τόξων και δη του μεσαίου, είναι μεγαλύτερα και προσεκτικότερα επιλεγμένα. Το μέσο

πάχος τους είναι ~ 12εκ, το κατά την ακτίνα μήκος τους φθάνει τα 65 εκ και το βάρος τους τα 80χλγρ. Στο κύριο τόξο εμφανίζονται σε κάθε άντυγα ~450 τέτοιοι λίθοι, άλλοι τόσοι στο επιβοηθητικό τόξο και οκτώ φορές περισσότεροι στο μεταξύ των δύο όψεων πάχος: σύνολον ~9000 λίθοι (4.500 φόρτοι ημιόνου !) Η λοιπή δομή περιέχει εκλεκτότερους λίθους στην επιφάνεια ~20 τεμ./ μ² , ήτοι ~12.000 τεμ. (~3.000 φόρτοι ημιόνου), ενώ δέκα φορές περισσότεροι ήταν οι λίθοι της εσωτερικής πλήρωση, εν γένει μικροί και μάλλον ακανόνιστοι (~15.000 φόρτοι ημιόνου). Αναλόγως μεγάλη πρέπει να ήταν και η ποσότητα των ασβεστοκονιαμάτων δομής, παρά την (αναγνωρίσιμη στις τομές) επιτυχή προσπάθεια ελαχιστοποίησης αρμών και λοιπών πληρώσεων (~300-400 τόνοι, ή 2.000-2.600 φόρτοι ημιόνου). Ο όγκος της λιθοδομής, έφθανε τα 1.700μ³ εκ των οποίων 300μ³ μόνον για το μεσαίο τόξο, και είχε βάρος ~ 4.500 τόνων, μαζί με τα στηθαία και το κατάστρωμα (~30.000 φόρτοι ημιόνου).

Αλλά εκτός των λίθων και των κονιαμάτων, η δομή περιείχε και μεγάλη ποσότητα ξυλείας, μορφωμένης σε επάλληλες εσχάρες με ιδιαίτερη πύκνωση πλησίον της άντυγας. Βάσει όσων προχείρως είναι ορατά, δύναται να υποτεθούν από την έδραση έως ύψους 15μ, οκτώ έως 10, αν όχι περισσότερες επάλληλες εσχάρες διήκουσες καθ' όλο το πλάτος και σε όλη σχεδόν την έκταση εκατέρωθεν του μεγάλου τόξου (Εικ. 1, ερυθροί αριθμοί ε1, ε2, ε3 κ.ε. –δηλώνονται μόνον οι εσχάρες του ανατολικού ημίσεως). Για την αναγνώριση του ξύλου θα απαιτηθούν δείγματα. Οι εσχάρες υπηρετούσαν διττό σκοπό: 1) ασφάλιζαν την συνοχή της κατασκευής κατά την ως συνήθως μακρά διάρκεια της σκλήρυνσης του ασβεστοκονιάματος δομής 2) κατά την πρόοδο της επί του θολοτύπου δομής, έως ύψους ~15μ, οπότε σε κάθε πλευρά του στάθμευε μάζα ~190 τόνων, συνέδεαν αυτή την μάζα με την υπεράνω

εκάστου μεσοβάθρου, κατά πολύ υπέρτερη μάζα, ώστε να δύναται να ισορροπεί και ως πρόβολος (ο τρόπος αυτός αποτελεί είδος προβολοδόμησης).

Ταυτοχρόνως άλλες ξύλινες κατασκευές, προσωρινές όμως, ήσαν εξ ίσου αναγκαίες: μεγάλα ικριώματα με δέκα επάλληλες σειρές ξύλων, όπως σαφώς συμπεραίνεται βάσει των σχετικών οπών της λιθοδομής. Τα ικριώματα αυτά περιείχαν και ένα πλήθος ξύλων τα οποία συναρμολογημένα καταλλήλως είχαν την δύσκολη αποστολή της συγκράτησης και ακινητοποίησης του θολοτύπου. Με κάθε επιφύλαξη, εν αναμονή αξιόπιστων φωτογραφικών και άλλων τεκμηρίων, το σύστημα δύναται να αναπαρασταθεί ως απαρτιζόμενο, πρώτον, από δύο ακραία ικριώματα (ανατολικό και δυτικό, Εικ. 1, ΑΙ , ΔΙ) ανταποκρινόμενα στην (εν προβόλω) κατασκευή των άκρων του μεσαίου τόξου, έως ύψους ~16μ και έως προβολής ~8μ (από το σημείο γένεσης), δεύτερον, από ένα μεσαίο ικριώμα (ΜΙ), αναγκαίο για το κλείσιμο του τόξου με εφαρμογή του τροποποιημένου σχεδίου (βλ. ως άνω Εικ. 2). Το μεσαίο ειδικής μορφής μέρος του τόξου, με μήκος ~22μέτρων πρέπει να είχε βάρος της τάξεως των 260 τόνων (χωρίς οδόστρωμα και στηθαία), στο οποίο το μεσαίο ικριώμα θα έπρεπε να ανταποκρίνεται. Στο σημείο αυτό αρμόζει η παρατήρηση ότι μετά το κτίσιμο του συμπληρώματος της άντυγος με χρήση ασυμπίεστου υλικού (ελαχιστοποίηση αρμών, αρίστη κοκκομετρία κονιάματος), το συμπλήρωμα του επιβοηθητικού τόξου θα ήταν δυνατόν να φέρεται σε μεγάλο βαθμό από την ίδια την άντυγα και όχι από τον ξυλότυπο. Τούτο όμως μακροπροθέσμως δεν θα ήταν ωφέλιμο για την γέφυρα. Αντιθέτως θα έπρεπε σε όλα τα στάδια να επιδιώκεται η ισότονη στατική λειτουργία άντυγος και επιβοηθητικού τόξου. Επομένως το ΜΙ θα έπρεπε να έχει φέρουσα ικανότητα ανταποκρινόμενη στο συνολικό βάρος και ως εκ τούτου δεν πρέπει να

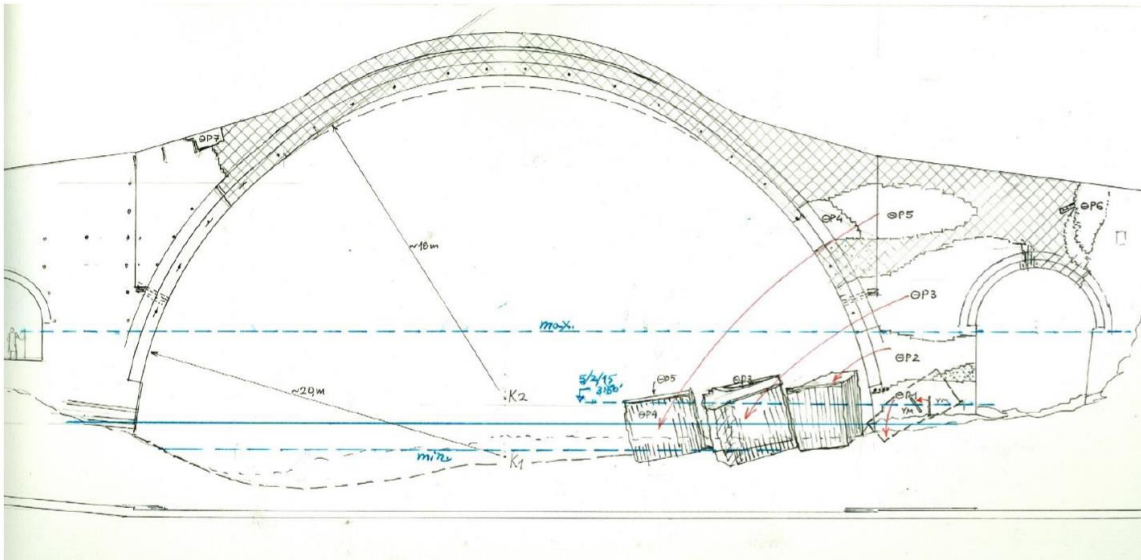
διέθετε λιγότερα από 200 όρθια ξύλα διατομής 12/12, καλώς διατεταγμένα και ασφαλισμένα, με κατάλληλες συνδέσεις, έναντι λυγισμού ή άλλων μετακινήσεων (στην Εικ. 2 υποτίθενται 15 σειρές δεκατεσσάρων ξύλων).

Δεδομένης της τοποθεσίας και της εποχικής τεράστιας ορμής του ποταμού η κατασκευή της γέφυρας, ή έστω του μεσαίου μέρους του τόξου πρέπει να έγινε εντός ολίγων μηνών υπό συνθήκες πολύ χαμηλής στάθμης και ασθενούς ροής, ώστε να είναι δυνατή η ανέγερση και ασφαλής χρήση ικριωμάτων. Η συνθήκη αυτή πρέπει να επέβαλε την πλήρη ετοιμασία όλων των αναγκαίων για το ικρίωμα και την γέφυρα υλικών, ώστε ο ελάχιστος διαθέσιμος χρόνος να χρησιμοποιείται πυρετωδώς μόνον για συναρμολόγηση ή κτίσιμο έτοιμων στοιχείων. Αυτό άλλωστε αναφέρεται πάντοτε στις ιστορίες που περιβάλλουν την θαυμαστή γέφυρα: οι πετράδες ετοιμάζαν τους λίθους επί έτη.

4.3 Η Κατάρρευση της Γέφυρας στις 1/2/2015

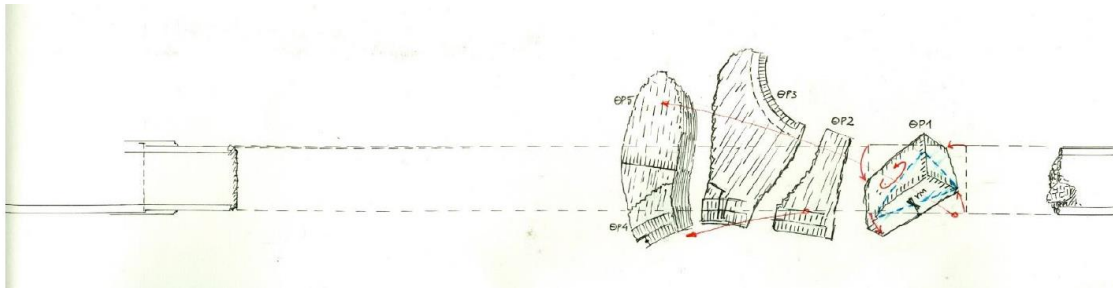
Η κατάρρευση του μεγαλύτερο μέρους του μεσαίου τόξου και του ανατολικού (αριστερού) μεσοβάθρου της γέφυρας, την 1η Φεβρουαρίου 2015, είναι σε αδρές γραμμές όπως φαίνεται στην Εικ. 3, στην οποία περιέχονται όχι μόνον τα κατά χώραν εναπομείναντα τμήματα, αλλά και τα σε θέση πτώσεως διατηρούμενα μεγάλα ογκοτεμάχια του μεσοβάθρου και των υπερκειμένων μερών, ως είχαν κατά το απόγευμα (15:50') της 5ης Φεβρουαρίου (η αντίστοιχη στάθμη του ποταμού δηλώνεται τοπικά με διακεκομμένη κυανή γραμμή, ενώ με όμοια, αλλά μακρά γραμμή δηλώνονται η μεγίστη και η ελαχίστη στάθμη). Η προσέγγιση της θέσεως των τεμαχίων τόσο οριζοντιογραφικώς, όσο και υψομετρικώς είναι της τάξεως του μισού μέτρου. Επιφύλαξη υπάρχει μόνον για τα εντός του

ύδατος μη ορατά μέρη, τα οποία είναι εκείνα που περισσότερο καταπονήθηκαν κατά την πρόσκρουση αυτών των μαζών στον πυθμένα, του οποίου οι λεπτομέρειες δυστυχώς δεν είναι γνωστές (Ποιο είναι το πάχος και η ακριβής σύσταση του στρώματος στρογγυλεμένων λιθαριών; Υποκάτω αυτού υπάρχει μόνον φλύσχη; υπάρχουν τοπικά βραχοτεμάχια ασβεστόλιθου;) Από αυτές όμως εξαρτάται η κατάσταση των εν λόγω αφανών μερών των τεμαχίων της γέφυρας.



Εικόνα 44 «Η γέφυρα του Αράχθου στην Πλάκα, 5/2/2015» Άποψη από κατάντη. Ιστάμενα, ελλείποντα, και έως τώρα αναγνωρισμένα ογκοτεμάχια σε θέση πτώσεως. Αναγνωριζόμενες οπές ξύλων ικριώματος (1865). Καταπεσόντα και εισέτι μη αναγνωριζόμενα μέρη και η υπολογιζόμενη αρχική θέση τους στο κτίσμα.

<http://gefyri-plakas.ntua.gr/prodromi-ekthesi>



Εικόνα 45 Τα ως άνω τεμάχια, αριθμημένα από 1 έως 5, κατά σειράν αντιστοιχούσα στο ύψος της αρχικής τους θέσεως

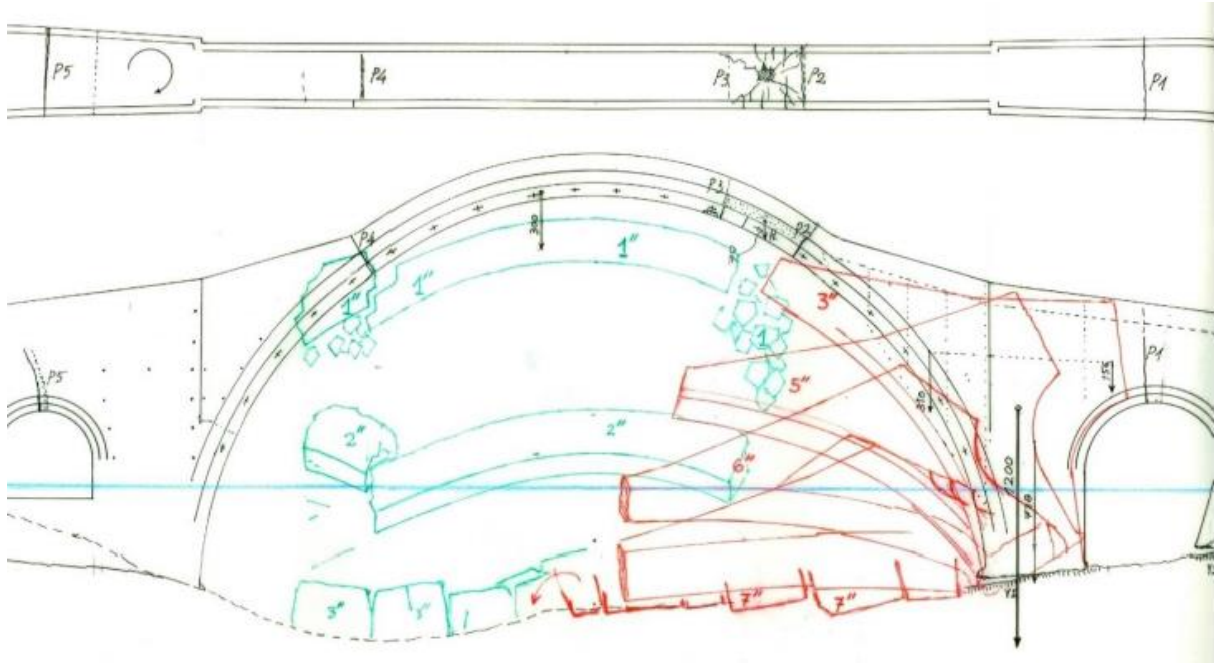
<http://gefyri-plakas.ntua.gr/prodromi-ekthesi>

Μια κρίσιμη παρατήρηση: το τεμάχιο 1, αν και πρακτικώς παραμένει στην θέση όπου αυτό εδράζεται αμέσως επί του εδάφους, δεν παρουσιάζει απλώς περιστροφή, αλλά και βύθιση, ως εάν χάθηκε η κατώτερη μάζα του, ή μέρος του εδάφους του, ή και τα δύο σε οποιαδήποτε αναλογία. Είναι επομένως βέβαιον ότι η παλαιά υποσκαφή της ανάντη πλευράς του βάθρου είχε εσχάτως προοδεύσει και τελικώς παρουσίασε ραγδαία επιδείνωση κατά τις προηγηθείσες της πτώσεως ώρες. (Γκόλια Ι., «Πρόδρομη Έκθεση Εμπειρογνομώνων του Ε.Μ.Π.», 2016)

Η υποσκαφή προκάλεσε επιρρέπεια πτώσης προς τα ανάντη και δυτικά, η οποία όμως έμενε χωρίς αποτέλεσμα ενόσω το μεσαίο τμήμα του μεγάλου τόξου, αν και με υποβαθμισμένη την δομή (λόγω χρόνιας εντός αυτής διαλυτικής υέτιας δράσης), παρέμενε στην θέση του.

Όμως, τα παλαιά ρήγματα στα άκρα αυτού του τμήματος δημιουργούσαν δυνατότητα μικροκινήσεων, οι οποίες προκαλούμενες από την ωστική με εναλλαγές εντάσεως δράση του ποταμού επί του βάθρου, κατέτρωγαν τις ρηξιγενείς επιφάνειες, με αποτέλεσμα την προοδευτική αύξηση του εύρους των κλυδωνισμών. Και πάλι μια τυπική περίπτωση φαύλου κύκλου, αυτή τη φορά με κατάληξη (Εικ. 4) την πτώση του μεσαίου τμήματος του μεγάλου τόξου (βάρους ~ 300 τόνων) και την επακόλουθη

πτώση του βάθρου με το υπερκείμενο ανατολικό μέρος του μεγάλου τόξου, αλλά και μέρους του μικρού (ολικώς 1200 τόνοι).



Εικόνα 46 Η γέφυρα του Αράχθου στην Πλάκα, 1/2/2015, φάσεις της κατάρρευσης». Άποψη από κατάντη. Σημειώνονται τα υφιστάμενα μείζονα ρήγματα (P1 έως P5) η διάτρηση από οβίδα (μεταξύ P2 και P3), Οι θέσεις υποσκαφής (ΥΣ), διαδοχικές φάσεις της πτώσεως: ελεύθερη για τα τεμάχια του μεσαίου μέρους (πράσινη γραμμή), ανατροπική ολόσωμη για το ανατολικό μέρος (ερυθρά γραμμή), συνιστάμενη σε στροφή περί σημείο της επιφάνειας έδρασης σε κατεύθυνση Δ (έως 200 δεξιότερα του διαμήκους άξονος). Σημειώνονται επίσης το κέντρο και οι τιμή (σε κλίμακα 1εκ=200τόνοι) εκάστου τεμαχίου.

<http://gefyrri-plakas.ntua.gr/prodromi-ekthesi>

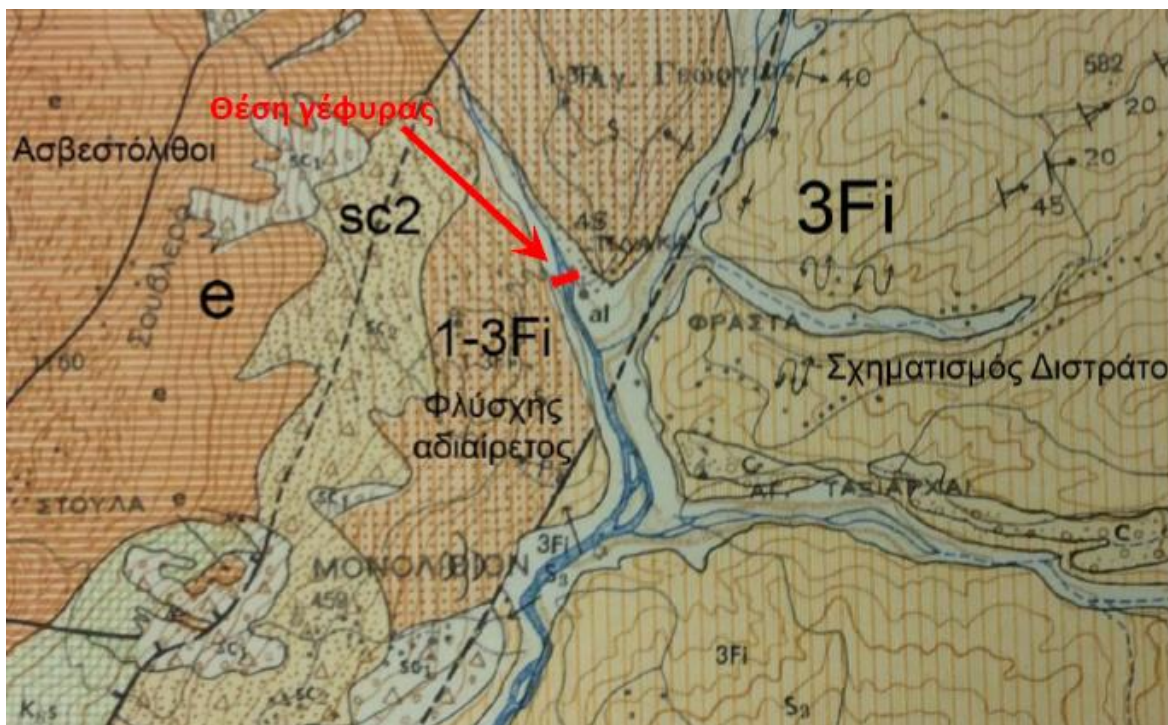
Καθώς η εκκεντρότητα του φορτίου ήταν ακριβώς στον διαμήκη άξονα και η υποσκαφή κατά την ΒΔ διαγώνιο, η πτώση έγινε στην κατεύθυνση του διαμήκους άξονα αλλά με 100 έως 200 απόκλιση προς τα ανάντη, συνοδευόμενη από ταυτόχρονη αριστερή στροφή λόγω της εκ της υποσκαφής εκκεντρότητας του φορτίου ως προς το απομένον σημείο έδρασης του βάθρου. Εκεί η φόρτιση, αρχικά σχεδόν 1400 και εντός

μηδενικού χρόνου 1200 τόνων, θα παρουσίαζε διαρκούσης της πτώσεως προοδευτική ελάττωση κατά μερικές εκατοντάδες τόνους, αλλά θα διατηρούσε κάποιες άλλες εκατοντάδες από το αρχικό ποσό, ικανές να αποκλείουν κάθε ολίσθηση του πόδα εξ αιτίας της τεράστιας δύναμης του ποταμού, ή όποιας άλλης συμπτωματικής συνεπικούρησής της (συμπεριλαμβανομένης και της αρχικά ελκυστικής περίπτωσης ενός γιγάντιου πλάτανου). τρία δευτερόλεπτα μετά την έναρξη της κατάρρευσης το μεσαίο τμήμα του τάξου ήταν πλέον κομματιασμένο στον πυθμένα, αλλά το ογκώδες τμήμα του ανατολικού μεσοβάθρου (ολικού βάρους 1200 τόνων) κινούμενο ακόμη βραδέως ίσως είχε διανύσει ήδη τις πρώτες 100 έως 150 της περί το σημείο έδρασης ανατροπής σε δυτική κατεύθυνση, ανάμεσα στο πέμπτο και έκτο δευτερόλεπτο η άντυγα του τόξου συναντούσε την επιφάνεια του νερού, ενώ ακόμη τα αντίθετα αυτής ανατολικότερα σημεία της μάζας βρίσκονταν 10μ πιο ψηλά (Εικ. 4. Φάση 5' ' και 6' '). Κατά τη φάση της βύθισης (περίπου ένα ακόμη δευτερόλεπτο), κατά την οποία η άνωση εξουδετέρωνε τα 10/26 του βάρους (απέμεναν 740 τόνοι) και το νερό ταξίδευε με 5 ή 6μ ανά δευτερόλεπτο, η αριστερή περί τη βάση στροφή ενισχύθηκε κατά τι, λόγω της μεγάλης πλέον μετωπικής επιφάνειας (και δη κατά την έννοια της ελάσσοнос ροπής αδρανείας του σώματος. Όταν τούτο συναντούσε τον πυθμένα, εάν η στροφή του έφθανε ήδη τις 400, αυτό, ως πεπλατυσμένο, θα κατακλίνεται αναγκαστικώς με την μόνη υποψήφια προς τούτο πλευρά, την βόρεια, πράγμα που όντως συνέβη, με αποτέλεσμα πλέον να προστεθούν εκ της νέας συνθήκης άλλες 450 στην αρχική στροφή. Δεν έφθασε ποτέ τις 900, όχι τόσο λόγω της προς Ν κατωφέρειας της κοίτης, αλλά ασφαλώς λόγω βίαιης εισχωρήσεως της βορειοδυτικής ακμής στον πυθμένα, ή άλλως λόγω αυτοκαταστροφής της ίδιας (μια λεπτομέρεια που θα φανεί όταν ηρεμήσει ο ποταμός). Σε αυτήν μόνο την στιγμή ολικής πρόσκρουσης με τον πυθμένα, το γιγάντιο

σώμα διερράγη και απέμεινε τεμαχισμένο εκεί που το συναντήσαμε (Εικ. 3 και Εικ. 4. Φάση 7' '), περίλυποι και εμβρόντητοι, παρά το αισθητικό και πνευματικό ύψιλον του γεγονότος ως δείγματος της δύναμης της φύσεως, απέναντι στην οποία το δέος, ο θαυμασμός και ο σεβασμός πρέπει να είναι η μόνη τίμια στάση μας.(Γκόλια Ι., «Πρόδρομη Έκθεση Εμπειρογνομώνων του Ε.Μ.Π.», 2015)

4.4 Γεωτεχνικές Συνθήκες Θεμελίωσης της Γέφυρας

Στο παρόν Κεφάλαιο συνοψίζονται οι γεωτεχνικές συνθήκες θεμελίωσης του έργου, όπως διαπιστώθηκαν κατά την αυτοψία της 5/2/2015, και περιγράφονται οι απαιτούμενες Γεωλογικές/Γεωτεχνικές Έρευνες και Μελέτες για τον έλεγχο της επάρκειας της θεμελίωσης των βάθρων της γέφυρας και τον προσδιορισμό της τυχόν ανάγκης ενίσχυσής τους κατά την μελετώμενη αποκατάσταση της γέφυρας.



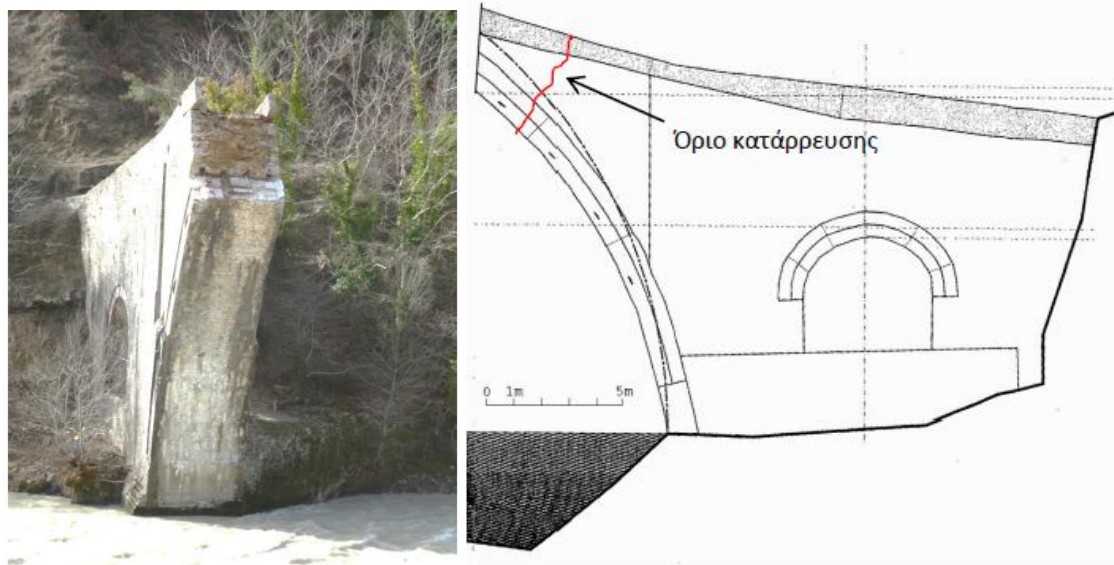
Εικόνα 47 Απόσπασμα του γεωλογικού χάρτη του ΙΓΜΕ (Φύλλο Άγναντα) με σημειωμένη τη θέση της γέφυρας στο ανώτερο τμήμα της κοίτης του Αράχθου

Γεωλογικώς, η περιοχή της γέφυρας δομείται από την κατώτερη σειρά του φλύσχη της Ιονίου Ζώνης (αδιαίρετος φλύσχη 1-3Fi), ηλικίας Ανώτερου Ηωκαίνου – Ολιγοκαίνου, που περιλαμβάνει εναλλαγές ψαμμιτικών πάγκων ποικίλου πάχους με τις συνεκτικές μάργες του Αράχθου. Στο ακόλουθο Σχήμα φαίνεται απόσπασμα του γεωλογικού χάρτη του ΙΓΜΕ (Φύλλο Άγναντα) με σημειωμένη τη θέση της γέφυρας στο ανώτερο τμήμα της κοίτης του Αράχθου. (Γκόλια Ι., «Πρόδρομη Έκθεση Εμπειρογνωμόνων του Ε.Μ.Π.», 2015)



Εικόνα 48 Άποψη του δεξιού (δυτικού) αντερείσματος της κοίτης. Το δεξί πρηνές στην ευρύτερη περιοχή είναι σχετικά απότομο, λόγω της ευνοϊκής για την ευστάθεια κλίσης της στρώσης του φλύσχη. Πάντως, η επιλογή της συγκεκριμένης θέσης της γέφυρας, δεν προκύπτει ότι έγινε λόγω ευνοϊκών συνθηκών έδρασης της στο δεξί αντέρεισμα, δεδομένου ότι οι γεωλογικές συνθήκες είναι παρόμοιες σε όλο το μήκος του δεξιού πρηνούς της κοίτης.

<http://gefyri-plakas.ntua.gr/prodromi-ekthesi>



Εικόνα 49 Έδραση της γέφυρας στο δεξιό αντέρεισμα (απόσπασμα από Σχέδιο της Μελέτης Αποκατάστασης του 2005).¹

<http://gefyri-plakas.ntua.gr/prodromi-ekthesi>

Στην αριστερή (ανατολική) όχθη, η μορφολογία του εδάφους είναι πολύ ήπια (πεδινό ανάγλυφο) και ο φλύσχος εμφανίζεται εντόνως αποσαθρωμένος επιφανειακά, με αποτέλεσμα οι συνθήκες έδρασης της γέφυρας να είναι δυσμενείς (βλέπε επόμενη φωτογραφία που δείχνει την αριστερή όχθη του ποταμού). (Γκόλια Ι., «Πρόδρομη Έκθεση Εμπειρογνομών του Ε.Μ.Π.», 2016)

¹ Στην δεξιά πλευρά της κοίτης, το βάθος του νερού είναι μεγαλύτερο (περίπου 4 μέτρα), καθώς η ροή του ποταμού έχει μεγαλύτερες ταχύτητες. Λόγω του κινδύνου διάβρωσης της θεμελίωσης, η βάση του τόξου έχει προστατευθεί με λοξό θωράκιο στην ανάντη πλευρά του βάθρου, και το ανακουφιστικό άνοιγμα («παράθυρο») δεν φθάνει μέχρι την κοίτη, ώστε το θεμέλιο να είναι ενιαίο και ευρύ. Το βάθος έδρασης του θεμελίου του δεξιού βάθρου δεν είναι γνωστό, ούτε και οι συνθήκες του εδάφους στην θεμελίωση.



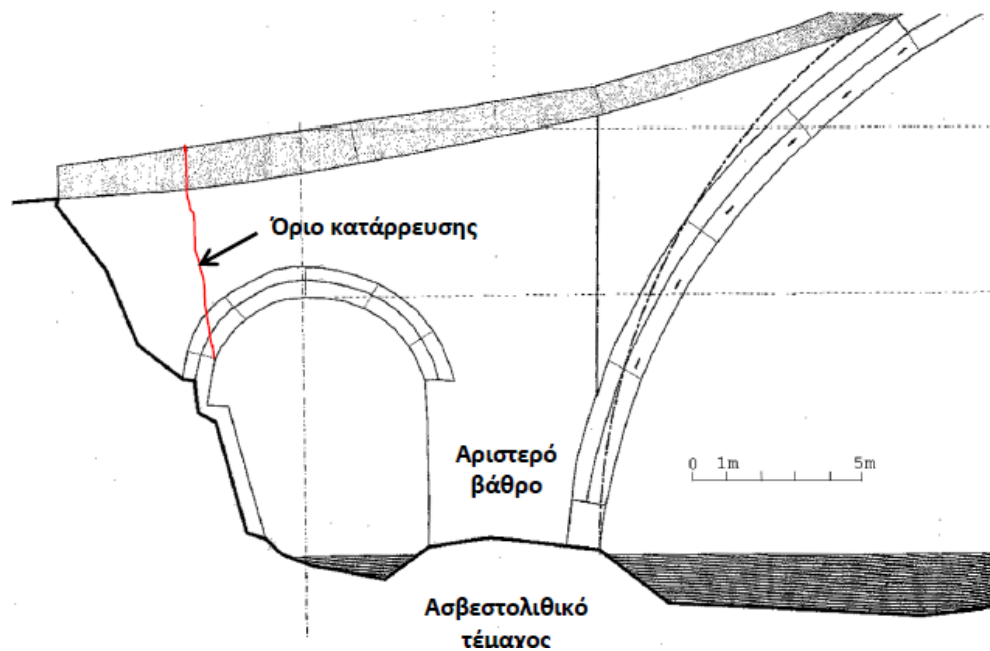
Εικόνα 50 Η μορφολογία του εδάφους στην αριστερή (ανατολική) όχθη του ποταμού είναι πολύ ήπια (πεδινό ανάγλυφο) και ο φλύσχος εμφανίζεται εντόνως αποσαθρωμένος επιφανειακά, με αποτέλεσμα οι συνθήκες έδρασης της γέφυρας να είναι δυσμενείς.

<http://gefyri-plakas.ntua.gr/prodromi-ekthesi>

Ακριβώς στην θέση έδρασης του αριστερού άκρου του τόξου, υπάρχει ένας ασβεστολιθικός ογκόλιθος (υπολειμματικό ράκος από τους υπερκείμενους ασβεστόλιθους των Τζουμέρκων) άγνωστων διαστάσεων, επί του οποίου έχει θεμελιωθεί το αριστερό βάθρο της γέφυρας (βλέπε κατωτέρω φωτογραφία). (Γκόλια Ι., «Πρόδρομη Έκθεση Εμπειρογνωμόνων του Ε.Μ.Π.», 2015)

Δεδομένου ότι οι συνθήκες θεμελίωσης κατά μήκος της αριστερής όχθης του ποταμού είναι δυσμενείς (λόγω του αποσαθρωμένου φλύσχη της αριστερής όχθης), είναι πρακτικώς βέβαιο ότι η επιλογή της συγκεκριμένης θέσης της γέφυρας έγινε λόγω της παρουσίας του συγκεκριμένου ασβεστολιθικού τεμάχους σ' αυτή τη θέση της αριστερής

όχθης. Εκτιμάται, όμως, ότι οι τεχνίτες της εποχής υπερεκτίμησαν το μέγεθος του ασβεστολιθικού τεμάχους, θεωρώντας ότι αποτελεί τμήμα ενός σταθερού υποβάθρου και όχι μεμονωμένο βράχο (όπως πράγματι είναι), και μάλιστα χωρίς σημαντική ανάπτυξη στο ανάντη τμήμα του βάθρου της γέφυρας.



Εικόνα 51 Έδραση της γέφυρας στο αριστερό αντέρεισμα (απόσπασμα από Σχέδιο της Μελέτης Αποκατάστασης του 2005).²

<http://gefyri-plakas.ntua.gr/prodromi-ekthesi>

Στην επόμενη φωτογραφία (που παραχωρήθηκε από τον κ. Χρήστο Γιαννέλο) φαίνεται η βάση του αριστερού βάθρου της γέφυρας (βορειοδυτική γωνία) σε παλαιότερη περίοδο χαμηλών υδάτων. (Γκόλια Ι., «Πρόδρομη Έκθεση Εμπειρογνομόνων του Ε.Μ.Π.», 2015)

² Στην αριστερή πλευρά της κοίτης, το βάθος του νερού είναι μικρό καθώς η κύρια ροή διέρχεται από την δεξιά πλευρά του ποταμού. Επιπλέον, το αριστερό βάθρο πρέπει να εδράσθηκε στο ασβεστολιθικό τέμαχος, που είναι αρκετά σταθερότερο από τον φλύσχη που το περιβάλλει. Πιθανότατα όμως, οι τεχνίτες της εποχής υπερεκτίμησαν τις διαστάσεις του ασβεστόλιθου (ίσως θεωρώντας ότι αποτελεί το σταθερό υπόβαθρο). Έτσι, δεν θωράκισαν το αριστερό βάθρο έναντι διάβρωσης, ούτε διεύρυναν το πέδιλο, όπως έκαναν στο δεξί βάθρο.



Εικόνα 52 Βάση του αριστερού βάθρου της γέφυρας (βορειοδυτική γωνία) σε παλαιότερη περίοδο χαμηλών υδάτων. Φαίνεται η έντονη διάβρωση του βάθρου και η υποσκαφή της θεμελίωσης.

<http://gefyri-plakas.ntua.gr/prodromi-ekthesi>

Είναι σαφής η διάβρωση του εδάφους γύρω από το θεμέλιο, τόσο στην δεξιά πλευρά (προς την κοίτη) όσον και στην αριστερή πλευρά (προς τα ανάντη). Κάτι αντίστοιχο προκύπτει και από την επόμενη φωτογραφία (που μας παραχωρήθηκε από τον κ. Νίκο Μάνθο, κάτοικο της Πλάκας) και λήφθηκε προ πενταετίας (τα Χριστούγεννα του 2009), σε περίοδο σχετικώς υψηλών υδάτων, και δείχνει την ανάντη πλευρά του αριστερού βάθρου της γέφυρας. Σε απόσταση μικρότερη από ένα μέτρο ανάντη του αριστερού βάθρου είχε αναπτυχθεί πλατάνος με σημερινή διάμετρο κορμού στη βάση περίπου 60cm. Το έδαφος μεταξύ του πλατάνου και

του βάθρου είχε διαβρωθεί λόγω της τύρβης που δημιουργείται στην εσοχή μεταξύ πλατάνου και βάθρου. Επιπλέον, δεδομένου ότι ο πλατάνος δεν μπορεί να εδρασθεί στον ασβεστόλιθο, προκύπτει ότι ο ασβεστολιθικός ογκόλιθος δεν εκτείνεται μέχρι την θέση του πλατάνου, όπου προφανώς εμφανίζεται ο φλύσχος. Δεδομένου ότι ο φλύσχος υπόκειται ευκόλως σε διάβρωση, προκύπτει ότι η ανάντη πλευρά του αριστερού βάθρου της γέφυρας είχε τάση για ευχερή διάβρωση.



Εικόνα 53 Ανάντη πλευρά του αριστερού βάθρου της γέφυρας. Σε απόσταση μικρότερη από ένα μέτρο έχει αναπτυχθεί πλατάνος με σημερινή διάμετρο κορμού στη βάση περίπου 60cm. Το έδαφος μεταξύ του πλατάνου και του βάθρου έχει διαβρωθεί λόγω της τύρβης που δημιουργείται.

<http://gefyri-plakas.ntua.gr/prodromi-ekthesi>

Ο πλάτανος φαίνεται χαρακτηριστικά πίσω από το βάθρο, και στην επόμενη φωτογραφία που λήφθηκε το φθινόπωρο του 2011 (από την κατάντη πλευρά της αριστερής όχθης του Αράχθου).



Εικόνα 54 Άλωση του αριστερού βάθρου της γέφυρας σε παλαιότερη περίοδο υψηλών υδάτων (φωτογραφία από την κατάντη πλευρά της αριστερής όχθης του Αράχθου). Φαίνεται ο πλάτανος ακριβώς πίσω από το βάθρο.

<http://gefyri-plakas.ntua.gr/prodromi-ekthesi>

Κατά την επιθεώρηση που πραγματοποιήσαμε στις 5/2/2015, λίγες μέρες μετά την αστοχία της γέφυρας, διαπιστώσαμε ότι ο πλάτανος αυτός είχε καταπέσει, και μάλιστα τα υπολείμματα της ρίζας του (που είχε μερικώς εξολκευθεί), βρισκόταν στην θέση τους, όπως φαίνεται στην

επόμενη φωτογραφία. Είναι λοιπόν πολύ πιθανόν ότι οι ρίζες του πλατάνου είχαν διεισδύσει κάτω από τον ασβεστολιθικό ογκόλιθο (εφόσον το πάχος του είναι μικρό) και συνεπώς να έχουν προκάλεσαν μετακινήσεις του θεμελίου του βάθρου κατά την πτώση του δένδρου (καθώς οι ρίζες εξολκεύθηκαν).

Από μαρτυρίες των κατοίκων, ο πλάτανος ήταν όρθιος λίγο πριν την κατάρρευση της γέφυρας και συνεπώς η πτώση του πρέπει να έγινε σχεδόν ταυτόχρονα με την κατάρρευση της γέφυρας. Εάν ο πλάτανος κατέρρευσε (λόγω διάβρωσης της βάσης του από τα ορμητικά νερά) λίγο πριν την κατάρρευση της γέφυρας και έπεσε στην κοίτη του ποταμού, τότε αφενός μεν προκλήθηκε παραμόρφωση της βάσης του βάθρου της γέφυρας (λόγω εξόλκευσης των ριζών του πλατάνου) αλλά και η πίεση της ροής του ποταμού στους κλάδους του πεσμένου πλέον δέντρου μεταφέρθηκε στον κορμό του ο οποίος ακούμπησε στην γωνία του βάθρου και την πίεσε έντονα, με το πεσμένο δένδρο να λειτουργεί ως μοχλός πιέζοντας το βάθρο της γέφυρας με υπομόχλιο την θέση της ρίζας του.



Εικόνα 55 Υπολείμματα της ρίζας του πλατάνου (σημειώνονται μέσα στον κόκκινο κύκλο), ακριβώς ανάντη του αριστερού βάθρου της γέφυρας. Εντός της κοίτης φαίνονται τμήματα του αριστερού βάθρου της γέφυρας.

<http://gefyri-plakas.ntua.gr/prodromi-ekthesi>

Ο εκ των εμπειρογνομόνων Μ. Καββαδάς, υπολόγισε ότι η συρτική δύναμη του νερού στους κλάδους του πεσμένου πλατάνου πολλαπλασιάστηκε επί 10 φορές περίπου ($=20/2$) ως ώθηση επί του βάθρου στο σημείο που ο κορμός του δέντρου ήρθε σε επαφή με την ΒΔ γωνία του βάθρου, λόγω του μεγέθους των μοχλοβραχιόνων του κορμού του πεσμένου δέντρου (με υπομόχλιο την ρίζα του). Λαμβάνοντας υπόψη την ροπή αντοχής του κορμού του δέντρου (με διάμετρο κορμού 60cm και καμπτική αντοχή ξύλου 30 MPa – συντηρητική τιμή), η δύναμη που

το δέντρο άσκησε στην γωνία του βάρου πριν σπάσει ο κορμός ξεπέρασε τους 35 τόνους : $F = \sigma_y W L / [y (L-y)] = 30000 \times 0.0212 \times 20 / (2 \times 18) = 353 \text{ kN} \square 35 \text{ τόνοι}$. Η δύναμη αυτή προστέθηκε στην υδατική πίεση που ασκούσαν στο βάρο λόγω της ροής του νερού. Θεωρώντας (προκαταρκτικά) ως ενεργό διαφορά (υδροδυναμικής) στάθμης πίεσης νερού μεταξύ ανάντη και κατάντη πλευράς του βάρου κατά 1.5μ, η καθαρή υδατική δύναμη στο βάρο (μέσο πλάτος 7μ, μέγιστο ύψος νερού 6μ) είναι $1.5 \times 6 \times 7 = 63 \text{ τόνοι}$. Συνεπώς, η δύναμη του πεσμένου δέντρου (> 35 τόνοι) και η δύναμη του νερού (63 τόνοι) αθροίστηκαν (περίπου 100 τόνοι) και επιβλήθηκαν επί του βάρου της γέφυρας. Εάν, επιπλέον, είχαν συγκρατηθεί και κλαδιά στο αριστερό ανακουφιστικό «παράθυρο» (δεδομένου ότι, κατά μαρτυρίες, η στάθμη της πλημμύρας είχε φθάσει σχεδόν μέχρι το ύψος των ελκυστήρων του παραθύρου) τα οποία εμποδίζοντας την ροή αύξησαν περαιτέρω την υδατική δύναμη κατά μερικούς τόνους, μπορεί εύκολα να υποθεθεί ότι κατά τον χρόνο της κατάρρευσης, το αριστερό βάρο υφίστατο μια σημαντική οριζόντια δύναμη αρκετά μεγαλύτερη των 100 τόνων. Δυνάμεις αυτού του μεγέθους, σε συνδυασμό με την υποσκαφή του θεμελίου του αριστερού βάρου, μπορεί να συνέβαλαν στην αστοχία του βάρου και της γέφυρας.

4.5 Τρόπος Αποκατάστασης

Σε παλαιούς καιρούς, η αυθόρμητη αντίδραση του απλού κοινού, αλλά και των ειδικών, απέναντι σε συμβάντα όπως αυτό, ήταν η ανακατασκευή, ει δυνατόν με τέλεια επανάληψη δομής και μορφής, ή κατά τρόπον ελεύθερο, αναλόγως προς τα μέσα και τις επιθυμίες, αλλά πάντως όχι λόγω μιας θεωρητικής δεοντολογίας, όπως συχνά συμβαίνει στις μέρες μας, κυρίως όταν αναλαμβάνουν αναστηλωτές με έντονο θεωρητικό προσανατολισμό. Τα επιχειρήματα είναι γνωστά: το νέο πρέπει να αναγνωρίζεται ως τοιούτο, η τέλεια απομίμηση ισοδυναμεί με κιβδηλία, κ.α. Με αυτά ως δικαιολογία, οι αναστηλωτές αρκετές φορές δράττονται της ευκαιρίας για άσκηση (και επίδειξη) σχεδιαστικής δημιουργικότητας, με «αφαιρετικές ερμηνείες», νέες μορφές που «συνομιλούν επιτυχώς» με τις αρχικές κ.α. Στην πραγματικότητα όμως κανένας τρόπος δεν είναι σεμνότερος από την απλή επανάληψη του υπάρξαντος, επειδή το αποτέλεσμα αντανακλά πολύ περισσότερο τον πρώτο δημιουργό παρά τον σύγχρονο ερμηνευτή. Αλλά και η «ανησυχία» μη τυχόν και δεν αναγνωρίζεται η αλήθεια, εύκολα παρέρχεται, εάν χρησιμοποιούνται κάποιες πινακίδες με σχετικές πληροφορίες, πόσο μάλλον που ακόμη και αν ήθελε κανείς να προβάλει το αντίγραφο ως γνήσιο, απλώς ποτέ δεν θα το κατάφερνε, επειδή η τέλεια αντιγραφή είναι πολύ δυσκολότερη από όσο πιστεύουν εκείνοι που την υποτιμούν.

Στο σημείο αυτό ας τονισθεί ότι η αναγωγή της αυθεντικότητας σε πρώτη αξία, αδικεί άλλες αξίες, οι οποίες ορισμένως, είναι συχνά σπουδαιότερες. Το Vasa, στην Στοκχόλμη, ουδέποτε θα είναι σπουδαιότερο από το ένα δέκατο της αξίας του Victory στο Portsmouth, έστω και εάν διατηρεί δέκα φορές περισσότερη αυθεντική ύλη. Η

θαυμάσια αναφορά του Πλουτάρχου στο φιλοσοφικό ερώτημα της αυθεντικότητας (με αφορμή το πλοίο του Θησέως) βρίσκει στα προηγούμενα παραδείγματα εύστοχη εφαρμογή, και πάντως δείχνει πόσο ευρύτερη μπορεί να είναι η έννοια της αυθεντικότητας.

Ειδικότερα περί γεφυρών ας λεχθεί ότι σε αυτές, η αυθεντικότητα θα έπρεπε να τελεί υπό περιορισμό, επειδή οι περισσότερες λόγω είδους είχαν βίο βραχύ, ανεξάρτητο της φυσικής τους αντοχής. Οι σπουδαιότερες αρχαίες, βασικά ρωμαϊκές γέφυρες, ανήκαν σε μια πολιτική, η οποία σχεδόν εξ ίσου περιείχε την δημιουργία, την κατάργηση, την ανακατασκευή κ.ο.κ. , εκεί όπου τα εδάφη άλλαζαν κυρίους, σε όλα τα μέρη της Ευρώπης και της Ασίας. Σε αυτές τις γέφυρες η ιστορικότητα εμπεριέχει και την συχνή ανακατασκευή, λόγω πολέμων, πόσο μάλλον όταν η επιβίωση τέτοιων μνημείων κρέμεται πολύ περισσότερο και από τον πόλεμο με τα στοιχεία της φύσεως. Ουδεμία σύγκριση λοιπόν με τα συνήθη ήδη κτηρίων και μνημείων.

Για τους ως άνω λόγους, η πιστή επανάληψη της μορφής της γέφυρας προ της κατάρρευσης, δεν παρουσιάζει δεοντολογικές δυσκολίες, πόσο μάλλον, που η χρήση των πεσόντων ογκοτεμαχίων και των δυνατών να συλλέγουν μικρότερων τεμαχίων ή λίθων, θα επιτρέψει και υψηλό βαθμό υλικής αυθεντικότητας.

4.5.1 Άμεσες ενέργειες

Διαμόρφωση τεχνικώς επαρκούς οδικής προσπέλασης προς τα ακρόβαθρα της γέφυρας, για τις ανάγκες του έργου (ακόμη και τις προκαταρκτικές όπως εκτέλεση γεωτρήσεων, κλπ.).

Θα πρέπει να εξετασθεί αμέσως η ανάγκη και ο τρόπος προστασίας των πεσόντων ογκοτεμαχίων του αριστερού βάθρου που έχουν καταπέσει

στην κοίτη, τα οποία υπάρχει κίνδυνος είτε να παρασυρθούν από την ροή του ποταμού είτε να καταστραφούν λόγω της παρατεταμένης πρόσκρουσης κροκαλών και ογκολίθων που παρασύρονται από το ποτάμι. Δεδομένου ότι τα πεσόντα τεμάχια είναι ογκώδη (τα δύο μεγαλύτερα έχουν βάρος περίπου 200 τόνων), η ανάσυρσή τους από την κοίτη του ποταμού δεν είναι ευχερής. Συνεπώς, προτείνεται κατ' αρχήν να αποτυπωθούν ως έχουν επακριβώς (ίσως και με φωτογράφιση από ελικόπτερο) ώστε να διαπιστωθεί εάν υπάρχει τάση για παράσυρσή τους από την ροή του ποταμού σε περιόδους έντονης πλημμύρας. Στη συνέχεια να μελετηθεί ο τρόπος πιθανής ολόσωμης (ει δυνατόν) ανάταξης ή απομάκρυνσης (για προστασία) των πεσμένων ογκοτεμαχίων του αριστερού βάρθρου (ή των δια συρματοκοπής υποδιαιρέσεων των δύο μεγαλύτερων τεμαχίων, ώστε να μειωθεί το βάρος τους).

Αρκετά από τα τεμάχια αυτά είναι επισφαλώς συγκρατούμενα στο υπολειπόμενο τμήμα του αριστερού βάρθρου και θα πρέπει να στερεωθούν αμέσως, ώστε να μην υπάρξει κίνδυνος ασφάλειας για διερχόμενους επισκέπτες.

4.5.2 Απαιτούμενες Γεωλογικές και Γεωτεχνικές Έρευνες και Μελέτες

Από τα στοιχεία που συλλέξαμε κατά την αυτοψία και την επισκόπηση της Μελέτης Αποκατάστασης του 2005, προέκυψαν τα εξής στοιχεία :

1. Αν και το δεξί πρηνές της όχθης του ποταμού στην θέση του δεξιού βάρθρου είναι γενικώς ευσταθές (λόγω της ευνοϊκής κλίσης της στρώσης του φλύσχη), υπάρχουν ενδείξεις τοπικών ασταθειών (ρωγμές και ελαφρές μετακινήσεις) σε διάφορες θέσεις του ευρύτερου πρηνούς. Οι μετακινήσεις αυτές δεν φαίνεται να έχουν προκαλέσει μετακινήσεις ούτε

να έχουν επηρεάσει σε σημαντικό βαθμό το δεξί (δυτικό) βάθρο της γέφυρας.

2. Δεν είναι γνωστό το βάθος θεμελίωσης του δεξιού βάθρου της γέφυρας, ούτε οι διαστάσεις και η κατάσταση του θεμελίου. Πάντως, το ενιαίο θεμέλιο των δύο στοιχείων του βάθρου (εκατέρωθεν του ανακουφιστικού παραθύρου) αλλά και η αξιόλογη θωράκιση της ανάντη πλευράς του βάθρου αποτελούν ενδείξεις ότι η συμπεριφορά της θεμελίωσης του δεξιού βάθρου πρέπει να είναι επαρκής και ικανοποιητική.

3. Το αριστερό αντέρεισμα είναι μορφολογικά ήπιο και δομείται από εξαλλοιωμένο φλύσχη (πολύ ασθενέστερο από τον φλύσχη του δεξιού αντερείσματος) με αποτέλεσμα οι συνθήκες θεμελίωσης της γέφυρας στο αριστερό (ανατολικό) αντέρεισμα να είναι δυσμενείς. Όμως, ακριβώς στην θέση του αριστερού βάθρου της γέφυρας υπάρχει ασβεστολιθικός ογκόλιθος επί του οποίου φαίνεται ότι έχει εδρασθεί το αριστερό βάθρο. Η σημασία αυτού του ογκολίθου είναι τόσο σημαντική, ώστε να εκτιμάται ότι η επιλογή της συγκεκριμένης θέσης για την κατασκευή της γέφυρας έγινε με σκοπό το αριστερό βάθρο να εδρασθεί επί αυτού του συγκεκριμένου ασβεστόλιθου. Οι διαστάσεις του ογκολίθου και κυρίως η έκτασή του ανάντη και κατάντη του βάθρου δεν είναι γνωστά. Πάντως, γεωλογικώς είναι σαφές ότι δεν πρόκειται για σχηματισμό υποβάθρου αλλά για μετακινημένο ασβεστολιθικό ογκόλιθο που περιβάλλεται από τον ασθενή φλύσχη του αριστερού αντερείσματος της όχθης του ποταμού. Μάλιστα, η ανάπτυξη ενός πλατάνου σε απόσταση περίπου ενός μέτρου ανάντη του αριστερού βάθρου τη γέφυρας δείχνει ότι ο ασβεστόλιθος δεν εκτείνεται ανάντη του βάθρου και ότι εκεί εμφανίζεται ο εξαλλοιωμένος φλύσχης (αφού ο πλάτανος δεν μπορεί να ριζώσει στον ασβεστόλιθο). Εκτιμάται ότι οι τεχνίτες της εποχής υπερεκτίμησαν το

μέγεθος του ασβεστολιθικού τεμάχους, θεωρώντας ότι αποτελεί τμήμα ενός σταθερού υποβάθρου και όχι μεμονωμένο βράχο μικρών διαστάσεων (όπως πράγματι είναι).

4. Εκτιμάται ότι (λόγω της παρουσίας του ασβεστολιθικού ογκολίθου) η θεμελίωση του αριστερού βάθρου έχει γίνει σε πολύ μικρό βάθος (πρακτικώς στον πυθμένα της κοίτης) επί του ασβεστόλιθου. Δεν είναι γνωστές οι διαστάσεις και κυρίως η κατάσταση του θεμελίου, αλλά ούτε και η έκταση του ασβεστολιθικού όγκου επί του οποίου έχει εδρασθεί το αριστερό βάθρο της γέφυρας, αν και (όπως αναφέρθηκε παραπάνω – λόγω του πλατάνου) εκτιμάται ότι ο ασβεστόλιθος δεν εκτείνεται ανάντη του αριστερού βάθρου. Επιπλέον, από παλαιότερη φωτογραφία, προκύπτει ότι η βάση του αριστερού βάθρου έχει υποστεί σημαντική διάβρωση και υποσκαφή. Επιπλέον, η θεμελίωση του αριστερού βάθρου μπορεί να έχει υποστεί βλάβες εάν οι ρίζες που πλατάνου που είχε αναπτυχθεί ακριβώς ανάντη του βάθρου είχαν διεισδύσει κάτω από τον ασβεστολιθικό ογκόλιθο (εάν το πάχος του είναι μικρό) ή και να έχουν προκαλέσει μετακινήσεις του θεμελίου του βάθρου κατά την πτώση του δένδρου (καθώς οι ρίζες εξολκεύθηκαν). Συνεπώς, η κατάσταση της θεμελίωσης του αριστερού βάθρου πρέπει να διερευνηθεί.

Με βάση τις ανωτέρω παρατηρήσεις, απαιτούνται οι εξής γεωλογικές και γεωτεχνικές έρευνες, με σκοπό τον έλεγχο της επάρκειας της θεμελίωσης των βάθρων της γέφυρας και τον προσδιορισμό της τυχόν ανάγκης ενίσχυσής τους κατά την μελετώμενη αποκατάσταση της γέφυρας :

1. Γεωλογική χαρτογράφηση της περιοχής του δεξιού βάθρου της γέφυρας σε απόσταση έως 20 μέτρων ανάντη, έως 20 μέτρων κατάντη του βάθρου και έως 100 μέτρων στο πρηνές προς τα δυτικά του βάθρου. Σκοπός της χαρτογράφησης θα είναι η λεπτομερής αποτύπωση των

κλίσεων της στρώσης του φλύσχη και των επιφανειακών ενδείξεων μετακινήσεων και τοπικών ασταθειών του πρανούς.

2. Εκτέλεση μιας δειγματοληπτικής γεώτρησης βάθους 15 μέτρων στην περιοχή του δεξιού βάρθρου. Η γεώτρηση θα ξεκινήσει πολύ κοντά στο θεμέλιο του βάρθρου (είτε ανάντη είτε κατάντη) και θα είναι λοξή με σκοπό να διατρήσει το θεμέλιο του βάρθρου. Σκοπός της είναι να προσδιορισθεί το βάθος θεμελίωσης του βάρθρου και η κατάσταση της έδρασης του θεμελίου, και στη συνέχεια η διερεύνηση των εδαφικών σχηματισμών κάτω από την έδραση του βάρθρου.

3. Εκτέλεση τριών κατακόρυφων δειγματοληπτικών γεωτρήσεων, βάθους εκάστης 15 μέτρων γύρω από το αριστερό βάρθρο της γέφυρας. Η μία εξ αυτών θα γίνει σε απόσταση περίπου ενός μέτρου ανάντη του βάρθρου, η δεύτερη σε απόσταση περίπου ενός μέτρου κατάντη του βάρθρου και η τρίτη σε απόσταση περίπου ενός μέτρου από το βάρθρο προς την πλευρά της κοίτης (δηλαδή εντός της κοίτης). Για την εκτέλεση των τριών γεωτρήσεων, θα απαιτηθεί προσωρινή επίχωση της όχθης του ποταμού και, βεβαίως, οι γεωτρήσεις θα πρέπει να γίνουν σε περιόδους χαμηλών υδάτων του ποταμού. (Γκόλια Ι., «Πρόδρομη Έκθεση Εμπειρογνωμόνων του Ε.Μ.Π.», 2015)

4.5.3 Τεκμηρίωση φέροντος οργανισμού και συμπεριφοράς

Κατά την αυτοψία, καθώς και κατά την συζήτηση η οποία έλαβε χώρα στην Περιφέρεια Ηπείρου, διαπιστώθηκαν ή αναφέρθηκαν διάφορα στοιχεία τα οποία σχετίζονται με την διαμόρφωση του φορέα της γέφυρας, καθώς και με την παθολογία της η οποία οδήγησε σε επεμβάσεις κατά την προηγούμενη δεκαετία (Μελέτη 2005). Μερικά από αυτά τα στοιχεία περιλαμβάνονται ήδη σε προηγούμενες

παραγράφους αυτής της Έκθεσης, όπως, για παράδειγμα, ο τρόπος μόρφωσης του τόξου, ο διαφορετικός τρόπος μόρφωσης των δυο αντερεισμάτων, καθώς και η διαφορετική θέση (ως προς την κοίτη του ποταμού) των ανακουφιστικών παραθύρων, η παρουσία ξύλινων εσχαρών σε διάφορες στάθμες καθ' ύψος των ακροβάθρων, κ.λπ.

Με στόχο την κατανόηση της συμπεριφοράς του γεφυριού κατά την αρχική του κατάσταση, την ερμηνεία των βλαβών τις οποίες υπέστη και οι οποίες οδήγησαν στην ανάγκη των επεμβάσεων (βάσει της μελέτης του 2005), καθώς και για να προταθούν ενδεχόμενες απαραίτητες ενισχύσεις κατά την αναστύλωση της γέφυρας, απαιτείται η κατά το δυνατόν εξαντλητική τεκμηρίωση του φέροντος οργανισμού και της συμπεριφοράς του υπό διάφορες δράσεις και σε διάφορες φάσεις της ζωής του.

4.5.4 Τεκμηρίωση των υλικών δομήσεως σε διάφορα τμήματα της γέφυρας

Κατ' αναλογία με τα περιγραφόμενα στην προηγούμενη παράγραφο, θα πρέπει να ληφθούν δείγματα από τα υλικά κατασκευής, καθώς και από τα υλικά επεμβάσεων (π.χ. χάλυβας ελκυστήρων, σκυρόδεμα) σε όλα τα διαφορετικά στοιχεία της γέφυρας. Τα δείγματα θα υποβληθούν σε εργαστηριακές δοκιμές, ώστε να προσδιορισθούν τα φυσικά, τα χημικά και τα μηχανικά χαρακτηριστικά τους.

Οι σχετικές πληροφορίες είναι απαραίτητες (α) για την αποτίμηση της συμπεριφοράς της γέφυρας σε διάφορες φάσεις (αρχική, με βλάβες, μετά από τις επεμβάσεις-μελέτη 2005-, και μετά την κατάρρευση). Πράγματι, τα στοιχεία αυτά θα επιτρέψουν την διαμόρφωση των παραδοχών υπολογισμού της γέφυρας, καθώς και την εκτίμηση της

φέρουσας ικανότητας των διαφόρων φερόντων στοιχείων και (β) για τον σχεδιασμό κατάλληλων υλικών επέμβασης ή αναστύλωσης, τα οποία οφείλουν να είναι φυσικοχημικώς και μηχανικώς συμβατά με τα υφιστάμενα. Επί πλέον, όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα (εξ αιτίας της κατάρρευσης της γέφυρας), μεταξύ του κεντρικού τόξου και των τυμπάνων του, υπάρχει μια περιοχή υλικού πληρώσεως, το οποίο μοιάζει να αποτελείται από μικρούς λίθους και χώμα. Η τεκμηρίωση πρέπει να επεκταθεί και σε αυτό το υλικό, δεδομένου ότι ενδεχόμενη εφαρμογή ενεμάτων σ' αυτές τις περιοχές (με στόχο την ενίσχυση της γέφυρας, εφ' όσον απαιτηθεί) προϋποθέτει ότι είναι δυνατή η εισαγωγή ενέματος σε αυτές. (Γκόλια Ι., «Πρόδρομη Έκθεση Εμπειρογνομώνων του Ε.Μ.Π.», 2015)



Εικόνα 56 Άποψη του δεξιού ακροβάθρου μετά την κατάρρευση. Μεταξύ του κεντρικού τόξου και των τυμπάνων του, υπάρχει μια περιοχή υλικού πληρώσεως, το οποίο μοιάζει να αποτελείται από μικρούς λίθους και χώμα.

<http://gefyri-plakas.ntua.gr/prodromi-ekthesi>

4.5.5 Τεκμηρίωση της συμπεριφοράς της γέφυρας

Της μελέτης αναστήλωσης θα πρέπει να προηγηθεί η τεκμηρίωση της συμπεριφοράς της γέφυρας σε διάφορες φάσεις της ζωής της. Αυτή η τεκμηρίωση θα γίνει τόσο ποιοτικώς (με βάση τα διατιθέμενα στοιχεία ιστορικής και τρέχουσας παθολογίας), όσο και ποσοτικά (στο πλαίσιο της μελέτης).

Είναι φανερό ότι, καθώς τα διατιθέμενα ιστορικά στοιχεία δεν είναι κατ' ανάγκην επαρκή, συνεχή εν χρόνο ή τεχνικώς ακριβή, αυτή η διερεύνηση (ακόμη και το υπολογιστικό της μέρος) θα έχει έναν χαρακτήρα-εν πολλοίς-ποιοτικό. Παρά ταύτα είναι πολύτιμη τόσο για την ερμηνεία των ως τα τώρα βλαβών, όσο και για την λήψη αποφάσεων σχετικώς με την αναστήλωση του μνημείου.

Για την φάση της ποιοτικής τεκμηρίωσης θα αξιοποιηθούν όλες οι διατιθέμενες πηγές (γραπτές, αφηγήσεις, φωτογραφίες, προηγούμενες αποτυπώσεις, κλπ.). Στόχος αυτής της φάσης είναι να αποκτηθούν στοιχεία (α) για την ενδεχόμενη επιρροή του εδάφους θεμελιώσεως στον αρχικό φορέα, (β) για την επιρροή της βλάβης που προεκλήθη από τον βομβαρδισμό (κατά την υποχώρηση των στρατευμάτων κατοχής, Β' παγκόσμιος πόλεμος), (γ) για την πιθανή συν-επιρροή σεισμικών γεγονότων, (δ) για την επιρροή των πρόσφατων επεμβάσεων στην συμπεριφορά του μνημείου.

Τα στοιχεία της ποιοτικής τεκμηρίωσης της συμπεριφοράς, μαζί με τα ποσοτικά στοιχεία των παραπάνω παραγράφων θα αξιοποιηθούν στο πλαίσιο των αντίστοιχων υπολογιστικών διερευνήσεων.

4.6 Σχεδιασμός και δοκιμή υλικών επέμβασης και αναστήλωσης

Είναι φανερό ότι τα υλικά τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για την αναστήλωση του καταρρεύσαντος τμήματος, για την ενδεχόμενη ενίσχυση της περιοχής θεμελίωσης, για την πιθανή ενίσχυση των απομεινάντων τμημάτων, καθώς και για ενδεχόμενες ενισχυτικές τεχνικές στο σύνολο του μνημείου, θα πρέπει να μελετηθούν και να δοκιμασθούν στο Εργαστήριο, ενώ θα πρέπει να προβλεφθεί και κατάλληλο σχήμα ελέγχου βασικών ιδιοτήτων τους επί τόπου του έργου.

Πρέπει, τέλος, να αναφερθεί ότι το σύνολο των επί τόπου διερευνητικών εργασιών θα μπορέσει να πραγματοποιηθεί μόνον κατά τους θερινούς μήνες και κατά προτίμηση μετά από την εγκατάσταση του ικριώματος.

4.7 Μεθοδολογία Εργασιών για την Αποκατάσταση της Γέφυρας

Σχετικά με την σειρά των εργασιών αποκατάστασης της γέφυρας, πρέπει και πάλι να τονισθεί ότι εργασίες που δύνανται να είναι παράλληλες, δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να αντιμετωπίζονται ως διαδοχικές, ώστε να επισπευσθεί ο χρόνος κατασκευής του έργου.

Υπάρχει κοινή αντίληψη πως η βασικότερη εργασία είναι το ειδικό μεταλλικό ικρίωμα υποστήριξης του ξυλοτύπου, επειδή είναι όντως ανεξάρτητη των λοιπών εργασιών, και συνεπώς η μελέτη και κατασκευή πρέπει να αρχίσει το συντομότερο δυνατόν. Το εν λόγω ικρίωμα:

- θα αποτελέσει εξ αρχής το μέσον σύνδεσης των δύο οχθών, ώστε το συντομότερο δυνατόν να εξασφαλισθεί ευκολία κίνησης μελετητών, εργαζομένων και υλικών,

- θα διαθέτει την αναγκαία μετατρεψιμότητα στα άκρα για την διευκόλυνση των πασσαλώσεων,
- ακολούθως και συνεχώς θα υπηρετεί την εκτέλεση των λιθοδομών, ενώ
- σε κάποιο αρχικό στάδιο θα υπηρετήσει τοπικά την συναρμολόγηση μιας βαρέως τύπου σιδηροκατασκευής, αναγκαίας για την ανάταξη ή απομάκρυνση (για προστασία) των πεσμένων ογκοτεμαχίων του αριστερού βάρθρου.

Δεδομένου ότι οι εργασίες για την κατασκευή της γέφυρας εκτιμάται ότι θα εκτείνονται πέραν της μιας ξηρής (θερινής) περιόδου, το μεταλλικό ικρίωμα θα πρέπει να είναι αυτοφερόμενο, με έδραση μόνον στο άκρα του, χωρίς ενδιάμεσο βάρθρο (ή βάρθρα) εντός της κοίτης του ποταμού. Η σύνθετη αυτή κατασκευή του ικριώματος πρέπει να μελετηθεί και να εκτελεσθεί εντός λίγων μηνών, ώστε τον ερχόμενο Ιούνιο να είναι ήδη διαμορφωμένες οι ως άνω Α-Β-Γ-Δ αναγκαίες συνθήκες.

Πρέπει να γίνουν ενδελεχείς μετρήσεις των ιδιοτήτων των λίθων και του κονιάματος κατασκευής της γέφυρας. (Γκόλια Ι., «Πρόδρομη Έκθεση Εμπειρογνωμόνων του Ε.Μ.Π.», 2015)

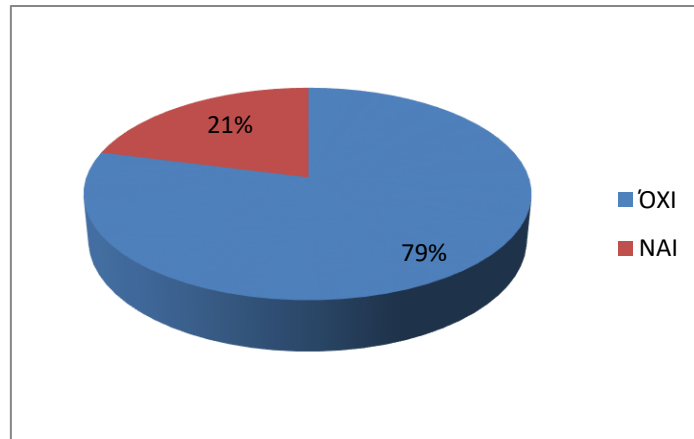
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς προσφέρει ιστορική συνέχεια, συλλογική συνείδηση, ατομική και συλλογική ταυτότητα, αίσθηση του ανήκει κ.ά.

- Η αξία των πολιτιστικών αγαθών χαρακτηρίζεται συχνά ως «ανεκτίμητη» αλλά στην πράξη αυτό μεταφράζεται: αγαθά με άπειρη, συμβολικά, αξία αλλά μηδενική πρακτική αξία και τιμή.
- Η προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς απαιτεί πόρους, φέρνοντας την κοινωνία αντιμέτωπη με το δίλημμα να θυσιάσει μέρος των πόρων που θα διοχέτευε σε κάποια άλλα κοινωνικά αγαθά (υγεία, παιδεία, κ.λπ.) προς τον πολιτισμό.
- Το κόστος είναι μέγεθος απολύτως μετρήσιμο και κατανοητό για την κοινωνία, αλλά το όφελος εκφράζεται, στις περισσότερες περιπτώσεις, σε όρους ποιοτικούς (αισθητική αξία, κοινωνική αξία, ιστορική αξία κ.ά.).

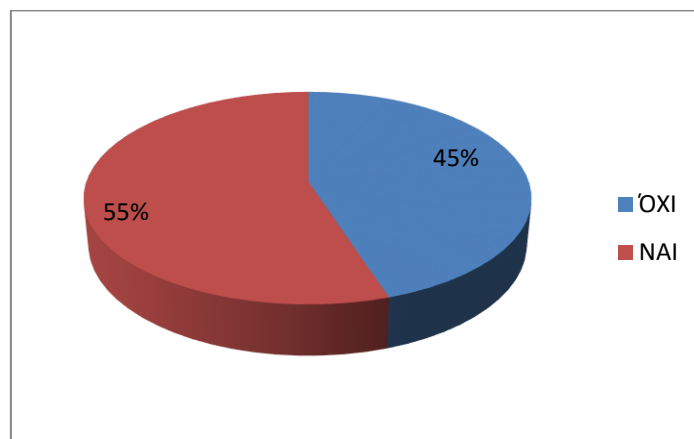
Σύμφωνα με μελέτη που εκπονήθηκε για λογαριασμό του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου με θέμα «Η Κοινωνική Αξία της Αναστήλωσης του Γεφυριού της Πλάκας από το Πρίσμα της Πολιτικής Οικονομίας» με υπευθύνους έρευνας τους κυρίους Καλιαμπάκο και Δαμίγο προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα.

Ένας στους πέντε ερωτώμενους που συμμετείχαν στην έρευνα έχουν επισκεφθεί το Γεφύρι της Πλάκας.



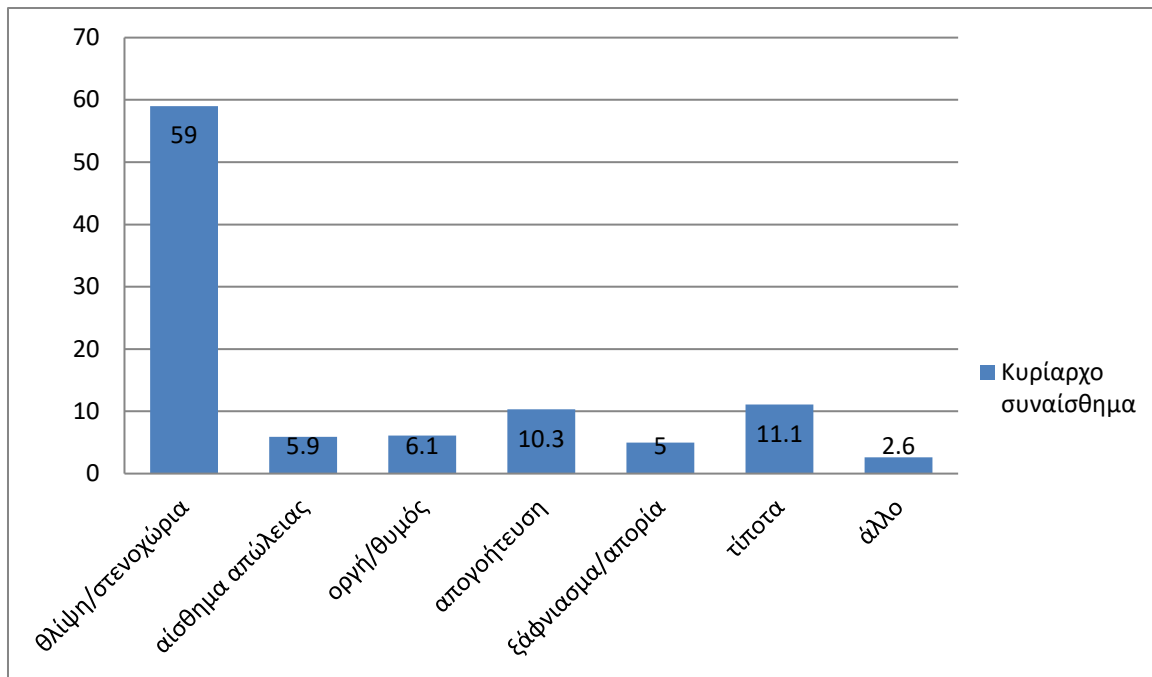
Εικόνα 57 Απαντήσεις στην ερώτηση αν έχετε επισκεφτεί το εν λόγω γεφύρι(Πηγή: Μελέτη ΕΜΠ με θέμα «Η Κοινωνική Αξία της Αναστήλωσης του Γεφυριού της Πλάκας από το Πρίσμα της Πολιτικής Οικονομίας»)

Περισσότεροι από ένας στους δύο ερωτώμενους γνώριζαν το Γεφύρι πριν την κατάρρευση. Τα ευρήματα αυτά αποτελούν σαφή ένδειξη της ακτινοβολίας του μνημείου.



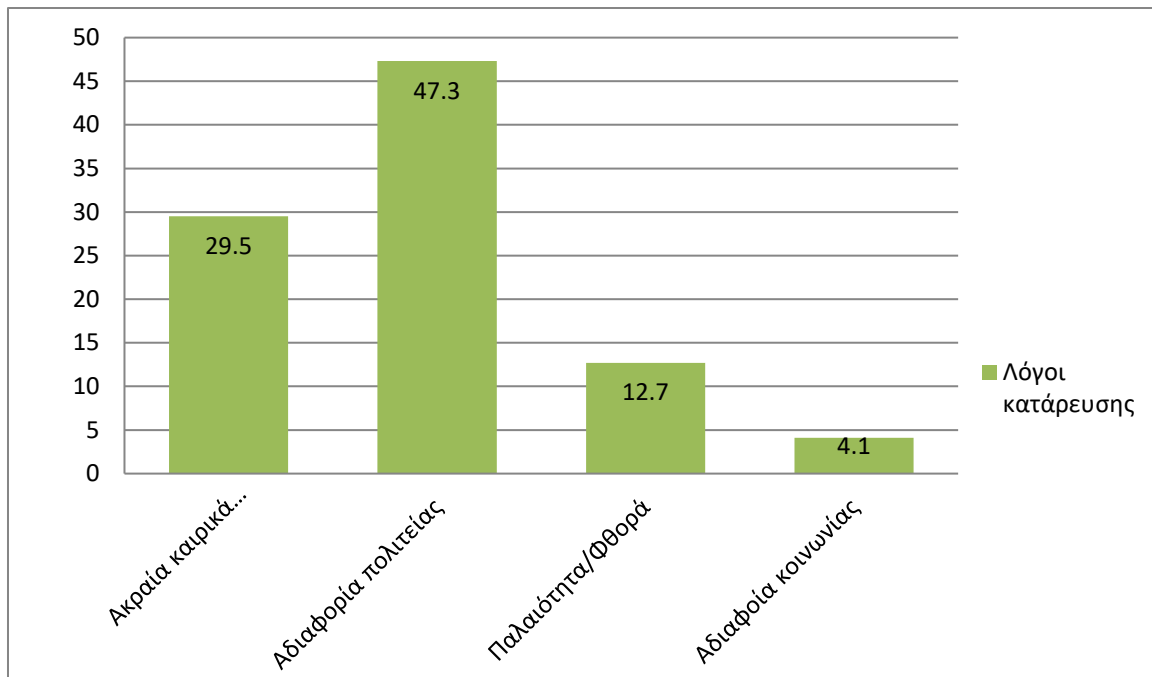
Εικόνα 58 Απαντήσεις στην ερώτηση αν γνωρίζατε το γεφύρι πριν την κατάρρευση. (Πηγή: Μελέτη ΕΜΠ με θέμα «Η Κοινωνική Αξία της Αναστήλωσης του Γεφυριού της Πλάκας από το Πρίσμα της Πολιτικής Οικονομίας»)

Σχεδόν καθολικά οι ερωτώμενοι εξέφρασαν αρνητικά συναισθήματα για την κατάρρευση, με τη θλίψη να είναι το κυρίαρχο συναίσθημα.



Εικόνα 59 (Πηγή: Μελέτη ΕΜΠ με θέμα «Η Κοινωνική Αξία της Αναστήλωσης του Γεφυριού της Πλάκας από το Πρίσμα της Πολιτικής Οικονομίας»)

Σχεδόν οι μισοί από τους ερωτώμενους αποδίδουν την κατάρρευση στην αδιαφορία της Πολιτείας και ακολούθως, με μεγάλη διαφορά στα ακραία καιρικά φαινόμενα και στην παλαιότητα του μνημείου.



Εικόνα 60 (Πηγή: Μελέτη ΕΜΠ με θέμα «Η Κοινωνική Αξία της Αναστήλωσης του Γεφυριού της Πλάκας από το Πρίσμα της Πολιτικής Οικονομίας»)

Όσον αφορά την αναστήλωση του γεφυριού τα αποτελέσματα της έρευνας έδωσαν τα εξής αποτελέσματα.

- Πιστεύω ότι το γεφύρι της Πλάκας πρέπει να ξαναχτιστεί, όσο πιο κοντά στην αρχική του μορφή, ακόμη και πέτρα – πέτρα: 86%
- Πιστεύω ότι το γεφύρι της Πλάκας δεν πρέπει να ξαναχτιστεί για να θυμίζει την αμέλεια της κοινωνίας και της πολιτείας: 2,2%
- Πιστεύω ότι το γεφύρι της Πλάκας δεν πρέπει να ξαναχτιστεί γιατί υπάρχουν άλλες προτεραιότητες: 6,6%

Σε συντριπτικό ποσοστό η ελληνική κοινωνία προκρίνει την αναστήλωση του γεφυριού και, μάλιστα, κοντά στην αρχική του μορφή. Το εύρημα αυτό αποκτά ιδιαίτερη σημασία λαμβάνοντας υπ' όψιν τη συγκυρία της κρίσης.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

1. Γκράσος Γ., Γ. (2007). *Τα πέτρινα τοξωτά γεφύρια της Ελλάδας*. Πήλιο: Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Μακρινίτσας
2. Γκόλια Ι., Πρόδρομη Έκθεση Εμπειρογνομών του Ε.Μ.Π. (2016)
Ανάκτηση από: <http://gefyri-plakas.ntua.gr/prodromi-ekthesi>
3. ΗΠΕΙΡΟΣ. (2014). *Epirus.org*. Ανάκτηση από: www.epirus.org
4. Καλιαμπάκος Δ., Δαμίγος Δ. (2015) Έκθεση Ε.Μ.Π. "Η Κοινωνική Αξία της Αναστήλωσης του Γεφυριού της Πλάκας από το Πρίσμα της Πολιτικής Οικονομίας" Ανάκτηση από: http://gefyri-plakas.ntua.gr/sites/default/files/6_Damigos.pdf
5. Κονταράτου Σαβ., Κ. (1986). *Αρχιτεκτονική και παράδοση*. Αθήνα: Καστανιώτη.
6. Μακρής Γ., Μ. (2004). *Οι γέφυρες στην αρχαία Ελλάδα*. Αθήνα: Αίολος.
7. Μαντάς Σπ., Μ. (1984). *ΤΑ ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΑ ΓΕΦΥΡΙΑ*. Αθήνα: Πολύπτυχο, Τεχνικές εκδόσεις Α.Ε.
8. Σχισμένος Α., (2001). *Τα 55 πέτρινα γεφύρια του Άραχθου*. Αθήνα: Αριος Hora.

9. Τζελεπής Ν., Τ. (1977). *Λαϊκή Ελληνική Αρχιτεκτονική*. Αθήνα: Θεμέλιο

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

1. Agro-tour. (2014). Ανάκτηση από Agro-tour: www.agro-tour.net
2. Oxford Dic, O. (1991). *The Oxford Dictionary of Byzantium*. Oxford: Oxford.

Χρήσιμες Ιστοσελίδες

www.petrinagefria.com

www.theodoriana.com

ΔΗΜΟΣ ΑΡΤΑΙΩΝ: www.arta.gr

www.artainfo.gr

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ: www.petrinagefria.uoi.gr

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος/ή..... ΤΣΟΥΓΚΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ-ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΤΟΥ
ΣΟΥΤΗΡΙΟΥ φοιτητής του Τμήματος..... ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

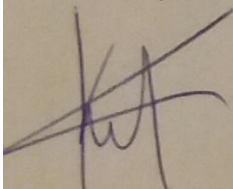
του Α.Ε.Ι Πειραιά Τ.Τ, πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε, ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα, σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασή της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση Π.Ε με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε πρέπει να ολοκληρώσει εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού βμήνου από την ημερομηνία ανάθεσής της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18. παρ.5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού».

Ο Δηλών



Ημερομηνία

16/5/2017