

Το υδραγωγείο του «Κουφού» στη Χίο Ιστορικά και κατασκευαστικά στοιχεία

Δρ Απόστολος Στεφ. Εξαδάκτυλος
Αρχιτέκτων Μηχανικός ΕΜΠ

Περίληψη

Στην εργασία επισημαίνονται η σημασία του νερού για την άμυνα των οχυρών, ο ρόλος των δεξαμενών στα υδραγωγεία, καθώς και τα τεχνικοοικονομικά προβλήματα της κατασκευής και συντήρησής τους. Αναλύονται, επίσης, τα στοιχεία ενός εκ των τριών υδραγωγείων της Χίου, του υδραγωγείου του Κουφού, από το οποίο μεταφερόταν νερό στο Κάστρο από τις πηγές Αγίου Γεωργίου Ρεστά. Παρατίθενται πρωτότυπα στοιχεία για τον προσδιορισμό της διαδρομής του υδραγωγείου, όπως είναι μικρά τεχνικά έργα και τμήματα αγωγών. Περιγράφεται, επίσης, η σημαντικότερη κατασκευή του υδραγωγείου, που είναι η υδρογέφυρα πάνω από τον χείμαρρο Κουφού. Από τα βιβλιογραφικά δεδομένα γίνεται προσπάθεια να προσδιοριστεί η εποχή κατά την οποία διακόπηκε η λειτουργία του. Δυστυχώς δεν αναφέρονται οι αιτίες διακοπής της λειτουργίας του υδραγωγείου. Παρατίθενται, επίσης, ορισμένοι υπολογισμοί για να εκτιμηθεί η παροχή του και εκτιμάται ο χρόνος που χρειαζόταν για να γεμίσει η δεξαμενή Κρύα Βρύση, η οποία πιθανότατα τροφοδοτούνταν από το υδραγωγείο. Από το ίδιο υδραγωγείο φαίνεται ότι τροφοδοτούνταν και τα λουτρά που βρίσκονται στην είσοδο του αγωγού στο Κάστρο.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από την αρχαιότητα η αυτάρκεια ενός οχυρού σε νερό για τις ανάγκες των αμυνομένων ήταν από τους σημαντικότερους παράγοντες αντοχής του σε μια πολιορκία. Οι δεξαμενές νερού έπαιζαν αυτόν τον σημαντικό ρόλο, δηλαδή της αποθήκευσης επαρκούς ποσότητας νερού για την επιβίωση κατά το χρονικό διάστημα μιας μακροχρόνιας πολιορκίας γι' αυτό και είχαν χωρητικότητα ανάλογη με τον εκτιμώμενο χρόνο της αμυντικής ικανότητας του φρουρίου.

Στις πόλεις και τα λιμάνια για τις ανάγκες του πληθυσμού και την τροφοδοσία των πλοίων, χρειαζόταν ικανοποιητική παροχή νερού καθ' όλη τη διάρκεια του έτους (τροφοδοσία δημόσιων κρηνών, χώρων λατρείας, λουτρών, ...). Επειδή οι πηγές συνήθως δεν έχουν σταθερή παροχή νερού σε όλη τη διάρκεια του έτους, η παρεμβολή δεξαμενής στον υδροδοτι-

κό αγωγό πριν το σημείο διάθεσης διασφάλιζε την επάρκεια νερού σε περιόδους λειψυδρίας και απέτρεπε τη σπατάλη του νερού κατά τη νύκτα κατά τη διάρκεια της οποίας δεν υπήρχε κατανάλωση.

Οι δεξαμενές λοιπόν ήταν σημαντικότερες κατασκευές για την εξασφάλιση αποθεμάτων νερού, κυρίως σε περιόδους πολέμου.

Για τη μεταφορά του νερού κατασκευάζονταν διαφόρων τύπων υδραγωγεία τα οποία ήταν κατασκευές που συνδύαζαν τις τεχνικοοικονομικές δυνατότητες της εποχής. Για την κατασκευή τους έπρεπε να εκτιμηθούν η παροχή των πηγών, οι αποστάσεις, η φύση του εδάφους, η ανάγκη επείγουσας κατασκευής, οι ανθρώπινοι πόροι, τα υλικά, η διατιθέμενη τεχνολογία και η ευχέρεια συντήρησής.

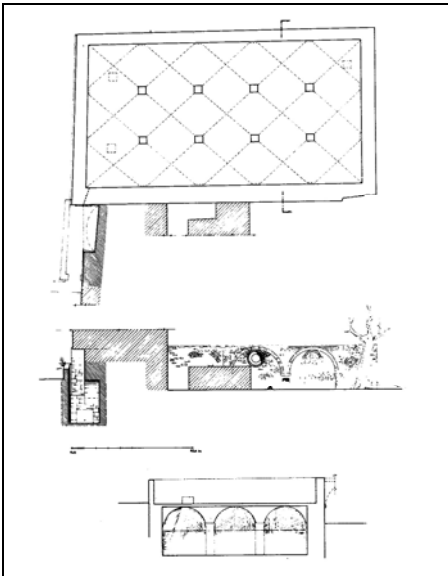
2. Η ΚΡΥΑ ΒΡΥΣΗ

Στην περίπτωση της Χίου, η ύδρευση του Κάστρου και η εξασφάλιση αποθεμάτων νερού με την πλήρωση της σημαντικότερης δεξαμενής του Κάστρου, της **Κρύας Βρύσης**, παράλληλα με τη συγκέντρωση και βρόχινου νερού, φαίνεται ότι υπήρχε και ένα υδραγωγείο που έφερνε νερό από περιοχή βόρεια του Κάστρου και συγκεκριμένα από την περιοχή Αγίου Γεωργίου Ρεστά, που βρίσκεται κάτω από το χωριό Καρυές.¹

Είναι γνωστό ότι η Χίος κατά τη βυζαντινή περίοδο υπήρξε έδρα θέματος και είχε οχυρωμένο λιμάνι. Κατά τις επόμενες περιόδους υπήρξε το μήλο της έριδος μεταξύ των ισχυρών της εποχής, λόγω της θέσης και των πόρων του νησιού (μαστίχα, γεωργικά και βιοτεχνικά προϊόντα). Κάθε κατακτητής έδινε έμφαση σε διάφορους τομείς ανάλογα με τις επιδιώξεις του, αλλά κοινό στοιχείο όλων ήταν η εξασφάλιση επάρκειας νερού στο Κάστρο. Η δεξαμενή Κρύα Βρύση, στην ανατολική πλευρά του φρουρίου (μέγιστες διαστάσεις

¹ Κατά την περίοδο της γενοατοκρατείας λειτουργούσε και το υδραγωγείο από τις πηγές του Δαφνώνα και κατά την τουρκοκρατία κατασκευάστηκε και το υδραγωγείο των Καρυών.

περίπου 22,63m x 11,77m, επιφάνεια 263,5m² και ωφέλιμο βάθος 2,00m), με το μεγάλο μέγεθος της εξασφάλιζε νερό κυρίως σε περιόδους πολιορκίας. Η αρχική κατασκευή της δεξαμενής φαίνεται να ήταν βυζαντινή, ενώ σε επόμενες εποχές έγιναν ανακατασκευές.



Σχέδιο 1. Κάτοψη και τομές Κρύας Βρύσης.²

Σε σχέδιο του 1694 αποτυπώνεται το σημείο εισόδου ενός αγωγού νερού στο Κάστρο και σημειώνεται «Acque dotto Antico e rouinato - αρχαίος και ερειπωμένος υδραγωγός». Πρόκειται για στοιχείο που σε συνδυασμό με τη χωροθέτηση των υπόλοιπων στοιχείων της έρευνας δίνουν μια αρκετά ευκρινή εικόνα της διαδρομής του υδραγωγείου, τουλάχιστον κατά την τελευταία περίοδο της λειτουργίας του.

3. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟΥ, ΠΗΓΕΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Το **υδραγωγείο**, που έφερνε νερό από την περιοχή του Αγίου Γεωργίου Ρεστά, είναι γνωστό σήμερα ως «της Κόρης

το Γεφύρι»³ ή «του Κουφού» από το όνομα του χείμαρρου στον οποίο βρίσκεται το σημαντικότερο έργο του, μία υδρογέφυρα. Κουφός είναι ο χείμαρρος, που ξεκινά κάτω από το χωριό Καρυές, διασχίζει τα Λιβάδια (βόρεια της Χώρας) και χύνεται λίγο νοτιότερα από τον χείμαρρο Αρμένη, που αποτελεί το φυσικό σύνορο της Χώρας με τον Βροντάδο. Νοτιότερα του Κουφού βρίσκεται το ύψωμα του Λατομίου, όπου λειτουργούσε λατομείο από την αρχαιότητα μέχρι τα μέσα του περασμένου αιώνα και το οποίο ήταν η κύρια πηγή του περίφημου χιακού μαρμάρου, γνωστού από την όψιμη αρχαιότητα⁴.

Το υδραγωγείο τροφοδοτούνταν από τις πηγές του Αγίου Γεωργίου Ρεστά (υψόμετρο 120m), του Αγίου Ιωάννου Τριπατέ και τις πηγές των Χαλάνδρων (Αγίου Δημητρίου, υψόμετρο 200m).

Η περιοχή του Αγίου Γεωργίου Ρεστά είχε άλλοτε άφθονα νερά. Σήμερα, το καλοκαίρι ρέει ελάχιστο νερό από τις πηγές. Μέχρι τους σεισμούς του 1949, υπήρχαν νερά στην περιοχή που χρησιμοποιούνταν μόνο για άρδευση επειδή το υδραγωγείο είχε εγκαταλειφθεί.

Σημειώνεται ότι στο βιβλίο του Α. Καραβά, Τοπογραφία της Χίου, που εκδόθηκε στη Χίο το 1866, αναφέρεται ότι το υδραγωγείο ήταν προ πολλού ήδη παραμελημένο. Το ίδιο αναφέρει και ο Βλαστός ότι η γέφυρα του Κουφού το 1840 «ήτο ημελημένη»⁵.

Ο Rockocke, που επισκέφτηκε τη Χίο πριν το 1739, αναφέρει την ύπαρξη υδραγωγείου κτισμένου πάνω σε καμάρες και το οποίο τροφοδοτούνταν από τα νερά τριών πηγών⁶, χωρίς να αναφέρει αν λειτουργούσε τότε.

Ο Davity⁷ (1637) αναφέρει ότι από κλάδους του υδραγωγείου που κατέληγαν στον Άγιο Γεώργιο Ρεστά, συγκεντρώνονταν τα νερά των πηγών του Αγίου Ιωάννου Τριπατέ⁸, περιοχή στους πρόποδες του όρους Κοχλιάς και των Χαλάνδρων⁹.

Ο Thevet (1549) αναφέρει ως πηγές του υδραγωγείου τις πηγές Τριπατέ¹⁰.

Από τα παραπάνω στοιχεία φαίνεται ότι το υδραγωγείο του Κουφού λειτούργησε τουλάχιστον μέχρι τα μέσα του 17ου αι. Δυστυχώς δεν αναφέρονται οι αιτίες διακοπής της λειτουργίας του υδραγωγείου. Πιθανότατα σοβαρές καταστροφές προκλήθηκαν από κάποιο σεισμό. Από ενδείξεις στην υδρογέφυρα φαίνεται ότι έγιναν δραστικές ανακατασκευές λόγω μεγάλων διαρροών.

² Μπούρας 1974: σ.21, 22.

³ Με το ίδιο όνομα «της Κόρης το Γεφύρι» ονομάζεται και η υδρογέφυρα του υδραγωγείου του Δαφνώνα, γεγονός που προκαλεί συγχύσεις και παρανοήσεις.

⁴ Μερούσης 2002: σ.24.

⁵ Βλαστός 1840 (Ανατ. 2000): σ.167.

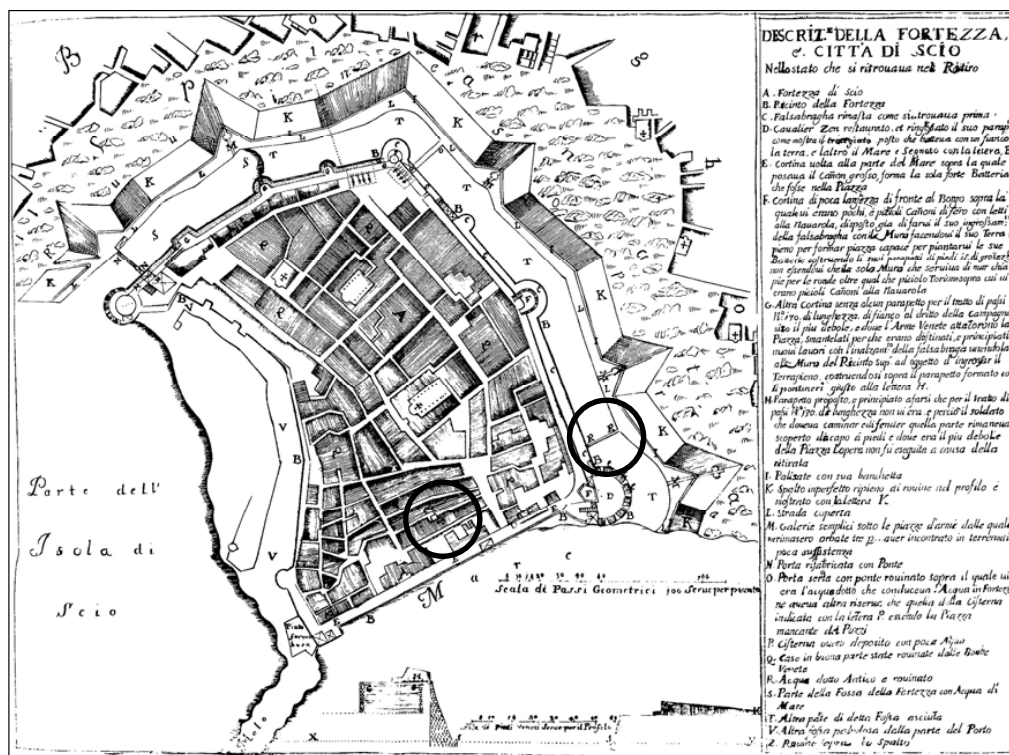
⁶ Rockocke 1739 βλ. Αργέντης - Κυριακίδης 1946: σ.678: Ο περιηγητής αναφέρει τις πηγές, αλλά δεν διευκρινίζει αν λειτουργούσε στην εποχή του το υδραγωγείο.

⁷ Davity 1637 βλ. Αργέντης-Κυριακίδης 1946: σ.1422.

⁸ Thevet 1549 βλ. Αργέντης-Κυριακίδης 1946: σ.1088.

⁹ Ζολώτας 1921: τ.Α, Ι, σ.115.

¹⁰ Thevet 1549 βλ. Αργέντης-Κυριακίδης 1946: σ.1349.



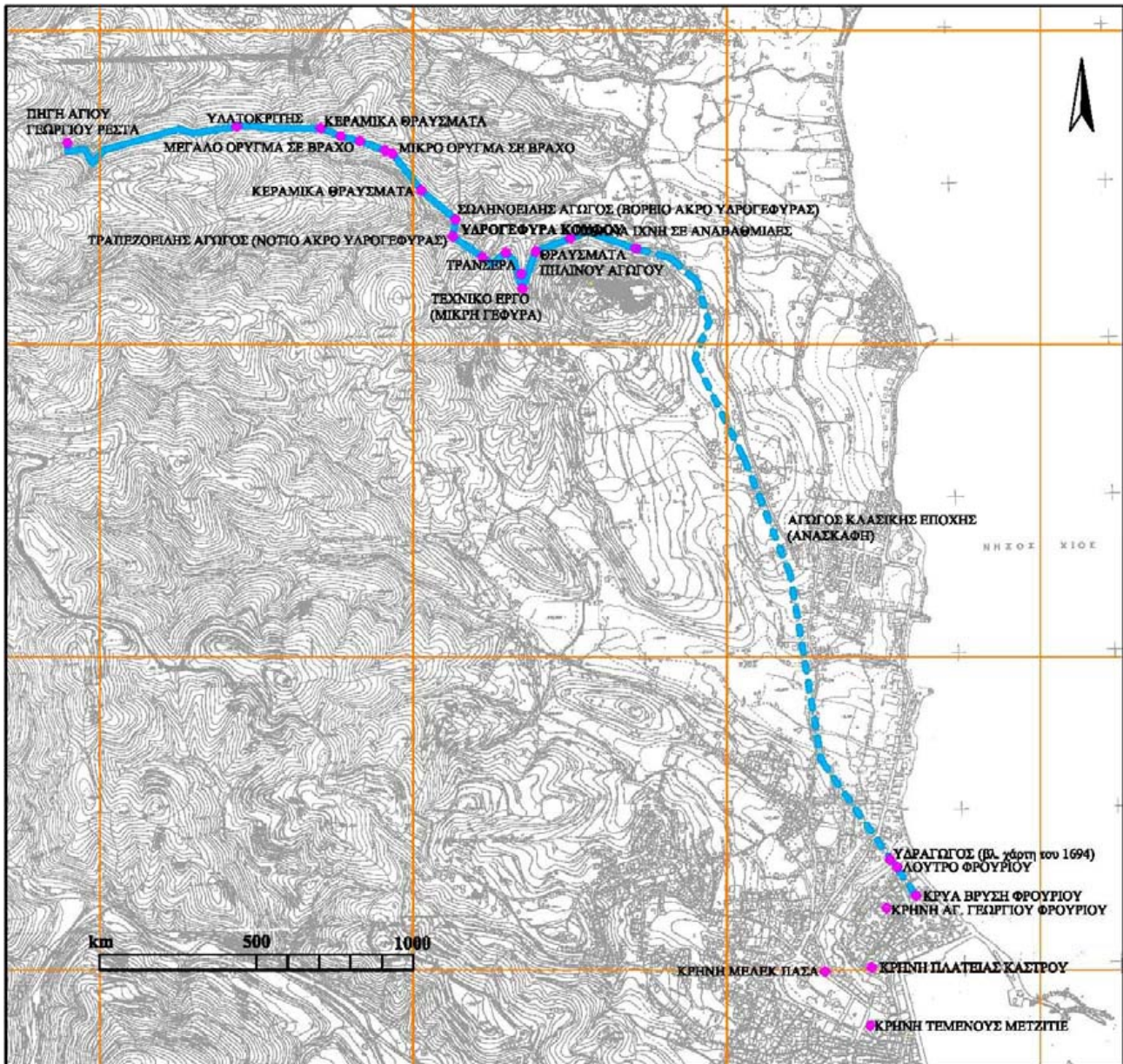
Σχέδιο 2. Χάρτης του Κάστρου της Χίου το 1694 σε χαλκογραφία του 1710.

Σημειώνεται «αρχαίος και ερειπωμένος υδραγωγός» (R) και η δεξαμενή Κρύα Βρύση (P).

4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟΥ



Εικόνα 1. Η υδρογέφυρα πάνω από τον χείμαρρο Κουφό. Στο βάθος το ύψωμα του Λατομιού



Σχέδιο 3. Η διαδρομή του υδραγωγείου Κουφού. Ο υδραγωγός ξεκινά από τον Άγιο Γεώργιο Ρεστά, στρίβει δεξιά στο ρέμα του Κουφού όπου και το διασχίζει με την υδρογέφυρα, περιτρέχει το ύψωμα του Λατομιού και περνώντας τη Σούδα (του Κάστρου) καταλήγει στη δεξαμενή Κρύα Βρύση. (Ο κλίμακας είναι 1000m)

Η αρχή του τμήματος του υδραγωγείου από Ρεστά προς τη Χώρα άρχισε από τη βόρεια πλευρά της ράχης, έφθανε στον υδροκρίτη και από τη νότια πλευρά κατέληγε στην τοξωτή υδρογέφυρα στον χείμαρρο Κουφό και από εκεί παρέκαμπε από τη βόρεια και ανατολική πλευρά το ύψωμα του Λατομιού. Από το Λατόμι με κατεύθυνση νότια, προς τη Χώρα όπου κατευθυνόταν, δεν είναι δυνατόν να εντοπιστεί η διαδρομή του γιατί οι περιοχές είναι αγροτικές ή οικοδομημένες. Πληροφορίες από ευρήματα

όμως συνθέτουν με κάποια αβεβαιότητα τη διαδρομή του. Στην περιοχή του Καρράδειου Σχολείου έχουν βρεθεί πηγάδι και αγωγός νερού κλασικής εποχής¹¹, ο οποίος ενδεχομένως είναι τμήμα παλαιότερου υδραγωγείου από πηγές που δεν μπορούν να είναι άλλες από αυτές του υδραγωγείου του Κουφού.

Το υδραγωγείο λογικά θα περνούσε δυτικά των Ταμπάκικων και θα κατέληγε περνώντας πάνω από τη Σούδα του Κάστρου στη δεξαμενή Κρύα Βρύση.

¹¹ Μερούσης 2002: σ.137.

5. ΚΛΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΙΔΗ ΑΓΩΓΩΝ

Το πρώτο τμήμα του υδραγωγείου από την πηγή μέχρι τον υδροκρίτη (περιοχή πυροφυλάκιου) είχε κλίση περίπου 3,4%, αλλά δεν έχουν σωθεί στοιχεία (λόγω των εκτεταμένων εκσκαφών για τη διάνοιξη δρόμου) ώστε να εξακριβώσουμε το είδος του αγωγού που είχε χρησιμοποιηθεί. Το τμήμα από τον υδροκρίτη (πυροφυλάκιο) μέχρι την υδρογέφυρα, όπως διαπιστώνεται από τα θραύσματα και ένα διασωζόμενο σε κακή κατάσταση μικρό τμήμα (βόρεια της υδρογέφυρας), ήταν κατασκευασμένο από πήλινους σωλήνες με απότομη κλίση 8,6%, η οποία δικαιολογεί τη χρησιμοποίηση σωλήνων.

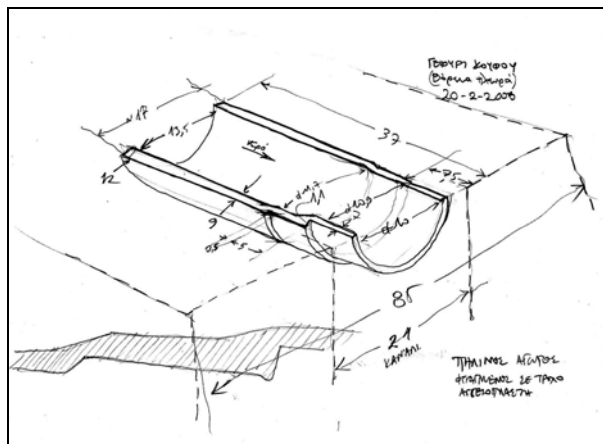
Το τμήμα από την υδρογέφυρα προς τη Χώρα αποτελείται από πήλινους αγωγούς τραπεζοειδούς διατομής, καλυπτόμενους με πλάκες και είχε ήπια κλίση (γύρω στο 0,8%).

Εκτός από το γεφύρι, σε μισγάγκειες και υδροκρίτες διαπιστώθηκε η ύπαρξη μικρότερης κλίμακας, τεχνικών έργων. Κοντά στον Ρεστά, σε βραχώδες έδαφος (περιοχή πυροφυλάκιου, κάτω από τον υδροκρίτη) υπάρχει όρυγμα μήκους τουλάχιστον 70m σε σκληρό βράχο, κυμαινόμενου βάθους (ανάλογα με τις εξάρσεις του εδάφους) μέχρι και 1m και πλάτους στον πυθμένα 0,40m.

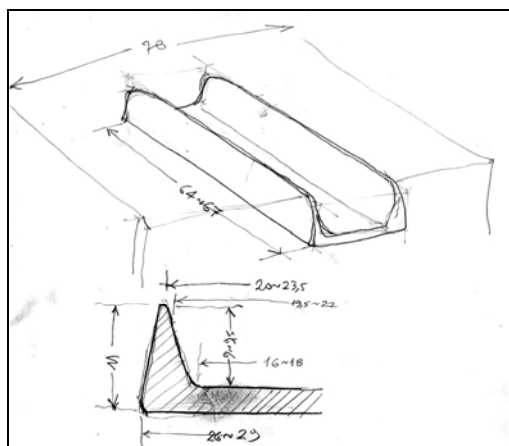
Μετά το γεφύρι στην περιοχή πριν το Λατόμι υπάρχει ορατό όρυγμα (τρανσέρα) σε ημιβραχώδες έδαφος. Στη βόρεια πλευρά του λόφου του Λατομιού, σε μισγάγκεια, υπάρχουν τα ερείπια μικρής υδρογέφυρας.

Όπως αναφέρθηκε, στο βόρειο άκρο της υδρογέφυρας διασώζεται τμήμα του **σωληνοειδούς αγωγού** από πήλινα στελέχη κυκλικής διατομής, κατασκευασμένα σε τροχό αγχειοπλάστη. Ο αγωγός είναι εγκιβωτισμένος σε λιθόκτιστο υπόβαθρο πλάτους 85cm, μέσα σε κανάλι πλάτους 21cm. Τα στελέχη-σωλήνες έχουν μήκος 37cm και συνδέονται με αλληλοεπικάλυψη 7cm με κατάλληλα διαμορφωμένη συναρμογή στην οποία η στεγάνωση γίνεται με κονία. Η ελάχιστη εσωτερική (λειτουργική) διάμετρος των στελεχών είναι **10cm**, η μέγιστη (στη συναρμογή) 13,5cm και εξωτερικά 17cm.

Τμήμα του **τραπεζοειδούς διατομής** αγωγού σώζεται στο νότιο άκρο της υδρογέφυρας. Αποτελείται από πήλινα καναλοειδή στελέχη, μήκους 64~67cm που συναρμολογούνται με επαφή των άκρων τους μέσω υδραυλικής κονίας. Το τραπεζοειδούς διατομής κανάλι έχει βάθος 9~9,5cm, μέγιστο εσωτερικό πλάτος 19,5~22cm και ελάχιστο 16~18cm στον πυθμένα. Εξωτερικά το ύψος του καναλιού είναι 11cm και το μέγιστο πλάτος στη βάση 29cm. Τα στελέχη εγκιβωτίζονται σε λίθινο υπόβαθρο πλάτους ~78cm.¹²



Σχέδιο 4. Σκίτσο πήλινου κυκλικής διατομής αγωγού που διασώζεται βόρεια της υδρογέφυρας του Κουφού.

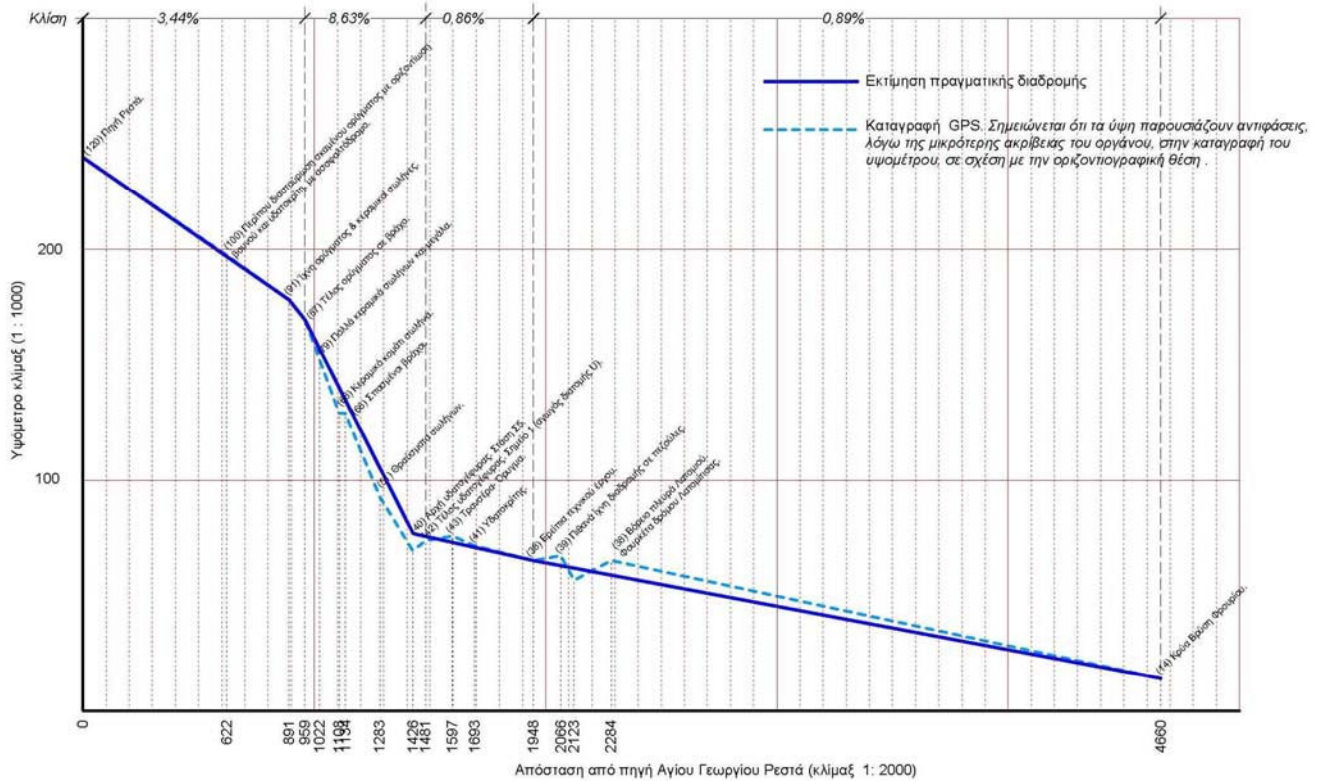


Σχέδιο 5. Σκίτσο πήλινου τραπεζοειδούς διατομής αγωγού που διασώζεται νότια της υδρογέφυρας του Κουφού.

6. Η ΥΔΡΟΓΕΦΥΡΑ ΤΟΥ ΚΟΥΦΟΥ ΚΑΙ ΛΟΙΠΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ

Η σημαντικότερη κατασκευή του υδραγωγείου ήταν το «Γεφύρι του Κουφού», οι Καμάρες όπως αναφέρεται από διαφόρους συγγραφείς. Πρόκειται για λιθόκτιστη κατασκευή με έξι τόξα (σήμερα σώζονται ολόκληρα τα πέντε). Το σωζόμενο μήκος της υδρογέφυρας είναι 35m και το μέγιστο ύψος της από την κοίτη του χειμάρρου 15,60m. Τα τόξα είναι ελαφρώς οξυκόρυφα, έχουν παραπλήσιο άνοιγμα (3,65

¹² Με ανασκαφική έρευνα στα δύο άκρα της υδρογέφυρας του Κουφού είναι δυνατόν να διαπιστωθούν ορισμένες άλλες λεπτομέρειες της κατασκευής και θα πρέπει να προστατευτούν με μέριμνα της αρχαιολογικής Υπηρεσίας.



Μηκοτομή υδραγωγείου Κουφού

Σε παρένθεση πριν από την περιγραφή κάθε σημείου, αναφέρονται τα ύψη που έχουν καταγραφεί από το GPS.

Σχέδιο 6. Μηκοτομή υδραγωγείου Κουφού.

το ακραίο έως 4,57m τα δύο κεντρικά) και μέγιστο ύψος από την κοίτη του χειμάρρου 12,30m. Οι τρεις κεντρικοί πεσσοί είναι τετράγωνοι με πλευρά 2,78m, ενώ οι λοιποί είναι μικρότεροι. Επάνω από τους πεσσούς που φέρουν τα τόξα, παρεμβάλλονται μικρά αμυδιωτά ανοίγματα για ελάφρυνση της κατασκευής.

Το πλάτος της γέφυρας επάνω από τα τόξα σε ύψος 13.40m από την κοίτη περιορίζεται περίπου στα 60cm. Το τμήμα αυτό είναι φανερό από τον τρόπο και τα υλικά κατασκευής ότι είναι ανακατασκευασμένο. Οι πεσσοί είναι κατασκευασμένοι εξωτερικά με επιμελημένη λαξευτή λιθοδομή από θυμιανούσικη πέτρα, ενώ το εσωτερικό τους είναι μείγμα (μάλλον υδραυλικού) κονιάματος με ακατέργαστες πέτρες.

Τα ανώτερα τμήματα πάνω από τους πεσσούς και τα εξωράχια των τόξων είναι κατασκευασμένα με ακατέργαστες πέτρες της περιοχής. Γενικότερα στην υδρογέφυρα διακρίνονται διάφορες ανακατασκευές. Είναι δύσκολο να εξάγουμε συμπεράσματα για τις προηγούμενες μορφές της, παρά μόνο από συγκρίσεις με παρόμοια έργα. Γεγονός είναι ότι τα τμήματα πάνω από τα εξωράχια των τόξων έχουν ασφαλώς ανακατασκευαστεί.

7. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ

Εύλογο είναι το ερώτημα πόσο γρήγορα μπορούσε να γεμίσει η δεξαμενή Κρύα Βρύση από τη βροχή ή μόνο από το υδραγωγείο. Γι' αυτό παρατίθεται μια υπολογιστική εκτίμηση. Βέβαια θα πρέπει πάντα να έχουμε υπ' όψιν ότι η παροχή των πηγών εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι το ετήσιο ύψος βροχόπτωσης, η μεταβολή της χλωρίδας λόγω π.χ. πυρκαγιάς ή ακόμα και οι σεισμοί.

Η Χίος έχει μέσο ετήσιο ύψος βροχοπτώσεων 50-60cm (~0,55m³). Η επιφάνεια των 263,5m² της δεξαμενής της Κρύας Βρύσης μπορούσε να συγκεντρώνει μόνο από τη βροχή 263,5 x 0.55 = 144,9~145 m³/έτος. Εύλογο είναι το ερώτημα εάν το υπόλοιπο τμήμα (των 263,5 x 1,45 = 382,07m³) μπορούσε θεωρητικά να γεμίσει με νερό που μεταφερόταν από το υδραγωγείο. Για να εκτιμηθεί η παροχή του τραπεζοειδούς διατομής αγωγού εφαρμόστηκε ο τύπος του Manning:

$$v = \frac{1}{\eta} J^{\frac{1}{2}} R^{\frac{2}{3}}$$

όπου v η ταχύτητα ροής (m/sec), η ο συντελεστής τραχύτητας, J η κατά μήκος κλίση του πυθμένα (m), $R=F/\Pi$, όπου F η υγρή διατομή του νερού, Π η βρεχόμενη περίμετρος της διατομής. Υποθέτουμε συνθήκες ομοιόμορφης ροής.

Για την κατάσταση του αγωγού ελήφθη $\eta=0,022$, κλίση 0,86% ($J=0,0086$) και για ύψος νερού μέσα στον αγωγό 0,02m. Η ταχύτητα υπολογίστηκε 0,27m/sec, δηλαδή παροχή 0,000962m³/sec ή 83m³/24h. Αντίστοιχα μπορεί να υπολογιστεί η παροχή στον σωληνοειδή αγωγό, η οποία, όμως, προκύπτει πολλαπλασίως μεγαλύτερη. Εάν η παροχή της πηγής ήταν τέτοια, ώστε ο αγωγός να λειτουργεί σε όλη του τη διατομή τότε η παροχή θα ήταν πολλαπλασίως μεγαλύτερη.

Έτσι λοιπόν φαίνεται ότι ολόκληρη η δεξαμενή (263,5m² x 2,00m = 527~550m³) θα μπορούσε να γεμίσει σε περίπου εξήμισι ημέρες (158h), ή ότι το τμήμα που δεν θα είχε γεμίσει από τη βροχή σε ένα χρόνο (382,07m³) θα μπορούσε να γεμίσει σε τεσσερισήμισι ημέρες (110h).

Σε μιας τέτοιας κατασκευής αγωγό οι απώλειες νερού ήταν μεγάλες. Γι' αυτόν τον λόγο, αλλά κυρίως και για λόγους περιορισμού της διατομής από συσσωρεύσεις ξένων σωμάτων (πέτρες, κλαδιά), είχε κατασκευαστεί μεγαλύτερη από την απαιτούμενη. Ασφαλώς θα υπήρχε επίσης ανάγκη παροχής νερού στο λουτρό που βρίσκεται στο σημείο που εισέρχεται ο αγωγός στο φρούριο στην εσωτερική πλευρά του τείχους. Το λουτρό ανασκάπτεται αυτήν την εποχή από την 3^η Εφορεία Βυζαντινών Αρχαιοτήτων Χίου και ενδεχο-

μένως να αποκαλυφθεί από ποιούς υδραγωγούς ετροφοδοτείτο κατά την τουρκοκρατία ή και παλαιότερα. Δεν θα ήταν καθόλου απίθανο να αποδειχτεί ότι στην ίδια θέση υπήρχε λουτρό από τη βυζαντινή εποχή (δηλαδή προ του 1346), δεδομένου ότι το Κάστρο ήταν ιδιαίτερα φροντισμένο, γιατί σ' αυτό κατοικούσαν οι ευγενείς και είχαν εγκατασταθεί οι πολιτικές και στρατιωτικές αρχές και υπηρεσίες.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αργέντης Φ. Π. - Κυριακίδης Σ. Π., (μεταφρ.), Η Χίος παρά τοις γεωγράφοις και περιηγηταίς από ογδόν μέχρι εικοστού αιώνας, Εν Αθήναις 1946.
2. Βλαστός Αλέξανδρος, Χιακά, ήτοι η ιστορία της νήσου Χίου από των αρχαιοτάτων χρόνων μέχρι της εν έτει 1822 γενομένης καταστροφής αυτής παρά των Τούρκων, Ερμούπολη 1840 (Ανατύπωση με πρόλογο-εισαγωγή-επιμέλεια έκδοσης Χαβιάρα Νίκου, εκδόσεις Χαβιάρα, Χίος ημερολόγιο, Χίος 2000).
3. Ζολώτας Γεώργιος, Ιστορία της Χίου, τ.Α, Ιστορική τοπογραφία και γενεαλογία συνταχθείσα επιμέλεια της θυγατρός αυτού Αιμιλίας Σάρου, Ι, Ιστορική τοπογραφία, Εν Αθήναις 1921.
4. Μερούσης Νίκος, Χίος. Φυσικό περιβάλλον & κατοίκηση από τη νεολιθική εποχή μέχρι το τέλος της αρχαιότητας, Αιγέα, Χίος 2002.
5. Μπούρας Χαράλαμπος, Οδηγοί της Ελλάδος. Χίος, Εθνική Τράπεζα της Ελλάδος, Αθήναι 1974.

Extended Summary

The aqueduct of “Koufos” in Chios Historical and structural data.

Dr Apostolos Stef. Exadaktylos
Architect ing NTUA

Abstract

This study indicates the importance of water in the defence of fortifications, the role of reservoirs in aqueducts and the technical-economical problems of construction and maintenance. It also analyses one of the three aqueducts of Chios town, the aqueduct of Koufos, which used to conduct water to the Castle from the spring of St. George Resta (Agios Georgios Resta). Prototype data are cited for the aqueduct route, such as small-scale structures and segments of water pipelines. It also describes the most important construction of the aqueduct, which is the aqua-bridge above the torrent Koufos, and from bibliographical data tries to determine the period in which the aqueduct stopped functioning. Unfortunately, the causes of the aqueduct's failure are not mentioned in the literature. Some calculations are also cited to estimate the flow rate of the aqueduct and the time needed to fill the Kria Vrissi cistern, which was probably fed by this aqueduct. The same aqueduct seems to have been used to feed the baths located at the entrance to the Castle of the water pipeline.

EXTENDED SUMMARY

From antiquity, cities had needs for the water supply of public fountains, places of worship (temples, nymphaeums, churches, mosques, ...) and the public baths. Equally important were the water supply constructions (for the strengthening of the defence capability) of fortresses and the development of harbours. The construction of aqueducts for conducting water from water springs and the construction of reservoirs to guarantee the reserves of water during periods of drought or war, was always a first concern of the authorities. For the construction of aqueducts many factors were quantified, such as the flow rate of water springs, the distances, the topography of the land, the urgency of the construction, the human resources, the materials, the allocated technology and maintenance.

In the case of Chios, where city, fortress and harbour coexisted at least from the Byzantine period, we understand the importance of guaranteeing (supply and storage) sufficient quantities of water for the supplying of boats with

Submitted: Nov. 11, 2008 Accepted: Feb. 9, 2009

potable water and for people in peaceful periods, as well as in the besieged Kastro (Castle) in wartime. Kria Vrissi was the most important cistern for water reserves and supply of the fortress of Chios (Kastro). Together with impoundment of rain water in the cistern, it appears that an aqueduct was constructed to conduct water from the region of Agios Georgios Resta, that lies under the village of Karyes.

It is known that Chios was a seat of a Byzantine theme (thema=main Byzantine administrative division) and had a fortified harbour. In the following periods the island was the apple of discord between the great powers of the era, because of its position and its resources (mastic, agricultural- and craft-based products). Each conqueror focused on various sectors depending on his objectives, but their common target was the guarantee of water sufficiency in the Castle.

The Kria Vrissi cistern is located on the east side of the fortress, the original construction of which appears to be Byzantine, with reconstructions in subsequent periods. Its dimensions are approximately 22.63 m x 11.77 m, with area 263.5 m² and usable depth 2.00 m. An important element that shows that the filling of the cistern was achieved by the aqueduct that conducted water from the region of Agios Georgios Resta, is the clue in a drawing dated from 1694, which indicate the [point of] entry of an aqueduct into the Castle. This fact, combined with the location of other research findings, gives a fairly clear picture of the route of the aqueduct, at least during the last period of its use.

The aqueduct that conveyed water from the area of Agios Georgios Resta is known today as “Koris bridge”, or “Koufos bridge”, where the latter refers to the name of the torrent that is crossed by an aqua-bridge, the most important construction of the aqueduct. Koufos is a torrent that flows lower from the village of Karyes, across Livadia (north of the city of Chios), and falls in to the sea, a little further south than the torrent Armenis, which is the natural border of the town of Chios with the settlement of Vrontados. The aqueduct was supplied from the water spring of Agios Georgios Resta, (altitude 120m), Agios Ioannis Tripates and the water spring of Halandra (Agios Dimitrios, altitude 200m).

According to the reports of travellers^{6,7,8} and writers^{5,9}, it seems that the aqueduct of Koufos was in order at least until the mid 17th century. Unfortunately the causes of failure of the aqueduct are not indicated. From clues on the aquabridge it seems that major reconstructions took place because of significant leakages.

The aqueduct of Koufos started from Resta, descended from the north side of the ridge, passed by the watershed and on the south side of the ridge stood in the arched aquabridge of Koufos. From there, the aqueduct circumvented the hill of Latomi (ancient quarry) from the north and east. From Latomi, it continued in a southern direction, passing west of Tampakika, directed towards the Castle and passing over the moat, where it fed the Kria Vrissi cistern.

The slope of the first section of the aqueduct, from the spring to the watershed, was about 3.4% and there are no clues to indicate the type of pipe that was used. The section from the watershed to the aquabridge, as shown by the clay fragments was made of clay pipes, with a steep slope of 8.6%. The section from aquabridge to the Castle, was a channel (of trapezoidal section) made of clay, covered with

plates and with a gentle slope (about 0.8%). Besides the impressive aquabridge of Koufos, there were other technical constructions found but of smaller scale.

According to calculations based on the physical characteristics of the pipeline and the channel, the rainfall in Chios, the parameters of leakages and error, it seems that the cistern of Kria Vrissi ($263.5 \text{ m}^2 \times 2.00 \text{ m} = 527 \sim 550 \text{ m}^3$) could be filled in about six and a half days (158h). The remaining part when the cistern filled with rain in a year (382.07 m^3) could be filled from the aqueduct in four days (110h).

The same aqueduct seems to supply the baths located on the inside of the defensive wall, at the point where pipeline enters the Castle. Today an excavation is being carried out in the baths, from the 3th Ephorate of Byzantine Antiquities. It will be very interesting to discover which aqueduct supplied the baths and at which period of time. Also it would be very useful to see whether there were any baths in the same place during the Byzantine period (i.e. before 1346), since the Castle was very attentive, because the nobles lived in it, as well as the civil and military authorities and services.

