



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος

Ερευνητικό έργο:

*Εργασίες διερεύνησης του Αδριάνειου Υδραγωγείου της Αθήνας
και καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης σε συγκεκριμένα
υπόγεια τμήματά του.*

Εργοδότης:

**Εταιρεία Ύδρευσης και Αποχέτευσης Πρωτεύουσας
(ΕΥΔΑΠ Α.Ε.)**

Επιστημονικός υπεύθυνος:

Ν. Μαμάσης, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

Τελική έκθεση



**Σύνταξη: Π. Δευτεραίος, Πολιτικός Μηχανικός
Υποψήφιος Διδάκτορας ΕΜΠ**

Αθήνα, Φεβρουάριος 2019

Ευχαριστίες

Η εκτέλεση του παρόντος ερευνητικού έργου θα ήταν αδύνατη χωρίς τη βοήθεια δεκάδων ανθρώπων, που ο κάθε ένας συνέβαλε από τη θέση του και με τον τρόπο του. Κοινό τους χαρακτηριστικό ήταν η περιέργεια για ένα τόσο κοντινό αλλά τόσο άγνωστο έργο και η αγάπη τους για ένα από τα σημαντικότερα μνημεία της αρχαίας υδραυλικής τεχνολογίας και της πολιτιστικής μας κληρονομιάς. Ο κατάλογος που θα παρατεθεί στη συνέχεια είναι μακρύς αλλά ουσιαστικά περιλαμβάνει ένα δίκτυο ανθρώπων που πολλά θα μπορούσε να προσφέρει και στο μέλλον.

1. Αρχικά, ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται στην **ΕΥΔΑΠ ΑΕ** η οποία αγκάλιασε από την αρχή το ερευνητικό έργο. Η χρηματοδότηση που διέθεσε, φαίνεται ότι αποτέλεσε τη θρυαλίδα μιας ευρείας κινητοποίησης «δυνάμεων» που σκοπό έχουν την ανάδειξη του υδραγωγείου στο ευρύ κοινό. Ειδικότερα θα πρέπει να ευχαριστήσουμε τους:
 - Έφη Νεστορίδη, η οποία πρώτη εντόπισε τη διαχρονική αξία του έργου προβάλλοντας το εδώ και δεκαετίες, ενώ εξασφάλισε τη μικρή αλλά καθοριστική χρηματοδότηση. Η παρουσία της ήταν συνεχής σε κάθε στάδιο και η υποστήριξή της ποικιλόμορφη.
 - Γιώργο Σαχίνη, ο οποίος παρακολούθησε το σύνολο των δράσεων, συμμετείχε στην εξερεύνηση του υδραγωγείου και προσέφερε έναν μεγάλο αριθμό πραγματικά ευφάνταστων ιδεών αξιοποίησης και ανάδειξής του.
 - Γιώργο Χατζηκωνσταντίνου, Κώστα Παπαδόπουλο, Λαμπρινή Τζαμουράνη, Κατερίνα Σαργιώτη, Ηλία Καράμπελα, Κώστα Μαρινάκη, Κώστα Παπαδάκη, Μαρία Κούτρα και Όλγα Τσιμιδάκη που ο καθένας με τον τρόπο του υποστήριξε το έργο και πρόσφερε τις γνώσεις του και την εμπειρία του.
2. Πολλοί ήταν οι φίλοι της "Αστικής Σηπλαιολογίας" οι οποίοι συμμετείχαν ενεργά και βοήθησαν στις εξερευνήσεις, με μεράκι και αγάπη για το υδραγωγείο, καθώς και ειλικρινές ενδιαφέρον για τα υπόγεια μυστικά του. Ιδιαίτερα αναφέρονται οι Γεωργία Μπουρμπούλη, Αλέξανδρος Τσεκούρας, Αλέξανδρος Γλαράκης, Γιάννης Τσακανίκας, Πότης Φιλιππάκος, Θεολόγος Τσαλίκουλου και Πάνος Γεωργόπουλος.
3. Οι **Εφορείες Αρχαιοτήτων** της Αττικής από την αρχή συνέδραμαν στο έργο και ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται για τη συμμετοχή τους στις εξερευνήσεις στους Ευφροσύνη Κασάπογλου, Ελένη Οικονομοπούλου, Μαρία Στεφανοπούλου, Γιάννα Γκουρτζιούμη, Παντελή Ντίμερη, Δώρα Γεωργουσοπούλου, Όλγα Δακουρά-Βογιατζόγλου, Στέλλα Ραυτοπούλου και Γιώργο Μιχαλόπουλο, Ακόμη,

με τις γνώσεις και την εμπειρία τους βοήθησαν οι Ελένη Μπάνου, Ελένη Ανδρικού, Σοφία Μοσχονησιώτη και Βαγγέλης Νικολόπουλος

4. Η **Αμερικανική Σχολή Κλασικών Σπουδών** στην Αθήνα βοήθησε σημαντικά μέσω του Dylan Rogers, ενώ η Shawna Leigh προσέφερε απλόχερα τις γνώσεις της για ένα θέμα που ερευνά πάνω από 20 χρόνια και αποτέλεσε το θέμα της διδακτορικής της διατριβής.
5. Ευχαριστίες εκφράζονται στους έμπειρους μηχανικούς της **Αττικό Μετρό** Μάρκο Νόβακ και Μάνια Μπενίση και της **ΣΤΑΣΥ** Μενέλαο Στεργιάδη και Μπάμπη Μπουλμέτη για τις τεχνικές συμβουλές και την πρόσβαση στις εγκαταστάσεις του ΜΕΤΡΟ.
6. Οι συνάδελφοι μηχανικοί, καθηγητές και φοιτητές του **ΕΜΠ** συμμετείχαν σε πολλές φάσεις του έργου. Ιδιαίτερα ευχαριστούμε:
 - τον Στάθη Χιώτη που με την μακρόχρονη ενασχόληση του και εμπειρία του μας αποκάλυψε την υδρογεωλογική λειτουργία του υδραγωγείου.
 - Τους καθηγητές Δημήτρη Κουτσογιάννη, Πάνο Παπανικολάου, Γιάννη Κουμαντάκη και Κώστα Νουτσόπουλο οι οποίοι πρόσφεραν τις γνώσεις σε μια σειρά από αντικείμενα που ήταν απαραίτητα στην όλη εργασία.
 - τη Χριστιάνα Τσιούρη που διερεύνησε την υδραυλική λειτουργία του υδραγωγείου στη διπλωματική της εργασία στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, τον Δρ. Παναγιώτη Δημητριάδη, τον υποψήφιο διδάκτορα Γιώργο Παναγιωτόπουλο που έκανε τις πτήσεις με drone και την Όλγα Κίτσου που διεκπεραίωσε ακούραστα τις ποικίλες διοικητικές διαδικασίες.
7. Το **12^ο Γυμνάσιο Αχαρνών**, ο **Δήμος Μεταμόρφωσης**, και ο **Σύλλογος Φίλων του Ολυμπιακού Χωριού** υποστήριξαν από την αρχή τις εργασίες ανάδειξης του έργου και θα πρέπει να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερα τις Αθηνά Στακιά, Μαριάνθη Πλατσή και Ζωή Δημητρίου.
8. Από τους **δεκάδες πολίτες** που έχουν στην ιδιοκτησία τους κάποιο πηγάδι, ιδιαίτερα θα πρέπει να αναφερθεί ο Τάσος που πολλές φορές μας φιλοξένησε στο πηγάδι 278 και μας κέρασε καφέ, γλυκά και τσίπουρο.
9. Τέλος, χωρίς τους **εξωτερικούς συνεργάτες της ΕΥΔΑΠ** Αντρέα, Γιώργο και Κώστα Τάτση θα ήταν αδύνατη η εξερεύνηση των περισσότερων σημείων που παρουσιάζονται στην παρούσα έκθεση. Ιδιαίτερα θα πρέπει να αναφερθεί ο Γιάννης Βαΐλας που από την αρχή «διαισθάνθηκε» τη σημασία του έργου και εθελοντικά εξελίχθηκε σε έμπειρο αστικό σπηλαιολόγο και μέλος της εξερευνητικής ομάδας.



Κλάδος Βαρυμπόμπης



Πηγάδι 278



Ολυμπιακό χωριό



Γεννάδειος Βιβλιοθήκη



Δεξαμενή Κολωνάκι



Πηγάδι 6



Ημερίδα 18/10/2018



Σήραγγα 278-279

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Εισαγωγή	7
1.1. Ιστορικό του έργου	7
1.2. Σύνοψη των εργασιών εξερεύνησης	8
1.3. Ιστορική αναδρομή της λειτουργίας του υδραγωγείου	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Τεχνικά χαρακτηριστικά του υδραγωγείου	21
1.1. Αντιστοίχιση παλαιών μηκοτομών με τη σημερινή κατάσταση	21
2.2. Ψηφιοποίηση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής του υδραγωγείου	24
2.3. Σύστημα αρχειοθέτησης δεδομένων	26
2.4. Υδρολογική, υδραυλική και υδρογεωλογική διερεύνηση	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Η υφιστάμενη κατάσταση του υδραγωγείου	31
3.1. Εισαγωγή	31
3.2. Χαρακτηριστικά σημεία του υδραγωγείου	33
3.2.1. Κτιστό υδραγωγείο Κυριακού	33
3.2.2. Σήραγγα οδού Ριανκούρ	38
3.2.3. Εκτίμηση παροχής στο φρέαρ 18ΑΝ	50
3.2.4. Κυκλική δεξαμενή και κόφτρα Χαλανδρίου	58
3.3. Η σημερινή κατάσταση του υδραγωγείου	68
3.4. Κεκλιμένη στοά, πηγές και ενισχυτικά υδραγωγεία	76
3.4.1. Κεκλιμένη στοά	76
3.4.2. Πηγές και υδραγωγεία στην περιοχή της Πάρνηθας	78
3.4.3. Υδραγωγεία Κοκκινάρα και Πεντέλης	88
3.4.4. Υδραγωγείο Χαλανδρίου	95
3.4.5. Πεισιστράτειο Υδραγωγείο	97
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Δράσεις ανάδειξης	99
4.1. Επισκεψιμότητα τμημάτων του υδραγωγείου	99
4.1.1. Κατάληξη του υδραγωγείου (Κολωνάκι)	99
4.1.2. Υδραγωγείο στο Ολυμπιακό χωριό	100
4.1.3. Δεξαμενή Χαλανδρίου	101
4.1.4. Άλλα προσβάσιμα σημεία της σήραγγας	102

4.2. Αξιοποίηση του νερού του υδραγωγείου	102
4.3. Άλλες δράσεις ανάδειξης	105
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Σύνοψη-μελλοντικές δράσεις	108
5.1. Σύνοψη	108
5.2. Μελλοντικές δράσεις	109
5.2.1. Αναβάθμιση διαθέσιμης πληροφορίας-μελέτη του υλικού	110
5.2.2. Μνημόνιο συνεργασίας εμπλεκόμενων φορών	110
5.2.3. Δράσεις ανάδειξης	111
5.3. Επίλογος	112
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	114
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	
Παράρτημα Α. Ψηφιακά παραδοτέα του έργου	116
Παράρτημα Β. Περιγραφή πλήρους διαδικασίας, μεθόδου και εξοπλισμού ασφαλούς εκτέλεσης υπόγειων εργασιών αποτύπωσης σε φρέατα, σήραγγες, δεξαμενές και πηγάδια αρχαίων υδραυλικών έργων της Αθήνας	117
Παράρτημα Γ. Ημερολόγιο εργασιών, δραστηριοτήτων και δημοσιεύσεων σχετικών με το έργο (2017-2018)	126
Παράρτημα Δ. Χαρακτηριστικά μηκοτομής υδραγωγείου	134
Παράρτημα Ε. Γεωλογικοί σχηματισμοί των περιοχών από όπου διέρχονται τα τμήματα του υδραγωγείου σύμφωνα με γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ	151
Παράρτημα Ζ. 1. Παροχές που αντλήθηκαν από το φρέαρ 18Α τα έτη 1997-99, (Κάζος, 2000)	155
2. Μέτρηση παροχής με μυλίσκο στο φρέαρ 275 (ΕΥΔΑΠ, 26/11/2013)	156
Παράρτημα Η. Μετρήσεις ποιότητας νερού	157

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Εισαγωγή

1.1. Ιστορικό του έργου

Η ΕΥΔΑΠ Α.Ε. ανέθεσε το ερευνητικό έργο με τίτλο: «*Εργασίες διερεύνησης του Αδριάνειου Υδραγωγείου της Αθήνας και καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης σε συγκεκριμένα υπόγεια τμήματά του*» στον Τομέα Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ. Επιστημονικός Υπεύθυνος ορίστηκε ο Νίκος Μαμάσης, Αναπληρωτής Καθηγητής της Σχολής.

Το έργο αφορά στη στοχευμένη εξερεύνηση επιλεγμένων σημείων του Αδριάνειου Υδραγωγείου της Αθήνας. Τα προς εξερεύνηση σημεία του υδραγωγείου επιλέγονται με κριτήριο τον εντοπισμό θέσεων που (α) συνδέονται με πιθανή αξιοποίηση του νερού του υδραγωγείου, (β) έχουν υδραυλικό – υδρογεωλογικό ενδιαφέρον, (γ) είναι κατάλληλες για πιθανή τουριστική αξιοποίηση και (δ) σχετίζονται με μελλοντικές εργασίες αποκατάστασης, που προβλέπεται να εξεταστούν σε επόμενη φάση του έργου.

Τα παραδοτέα του έργου περιλαμβάνουν:

1. Λήψη συντεταγμένων, αποτύπωση και απεικόνιση τουλάχιστον σε ένα λογισμικό (Google Earth, GIS) όλων των αξόνων και των θέσεων των φρεάτων και λοιπών στοιχείων του υδραγωγείου (υφιστάμενων, εντοπισθέντων και χαμένων), επισημαίνοντας τις θέσεις όπου έγινε προσέγγιση υπογείως.
2. Ψηφιακές φωτογραφίες απεικόνισης εσωτερικά και εξωτερικά των φρεάτων και της σήραγγας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν μελλοντικά στην έκδοση λευκώματος.
3. Επιλογή στιγμιότυπων κινηματογράφησης της διαδικασίας και των υπογείων χώρων, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν μελλοντικά για την παραγωγή ντοκυμαντέρ.
4. Τεχνική έκθεση περιγραφής των εργασιών, τεκμηρίωσης της υφιστάμενης κατάστασης με ταυτοποίηση των στοιχείων παλαιών μηκοτομών και διακρίβωση της σημερινής λειτουργίας του υδραγωγείου στα τμήματα όπου πραγματοποιήθηκαν οι υπόγειες επισκέψεις αλλά και γενικότερα.

Στη συνέχεια του κεφαλαίου αυτού γίνεται μια σύνοψη των εργασιών εξερεύνησης και η ιστορική αναδρομή στην κατασκευή και λειτουργία του υδραγωγείου. Στα Κεφάλαια 2 και 3 παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά και η υφιστάμενη

κατάσταση του υδραγωγείου, ενώ στο Κεφάλαιο 4 οι δράσεις ανάδειξης. Τέλος στο Κεφάλαιο 5 γίνεται μια σύνοψη της υπάρχουσας κατάστασης και προτείνονται μελλοντικές δράσεις.

Στο Παράρτημα Α περιγράφονται αναλυτικά τα ψηφιακά παραδοτέα του έργου (Σύστημα Γεωγραφικής Πληροφορίας, σύστημα περιήγησης στο ψηφιακό υλικό, κατάλογοι φωτογραφιών, video και σχεδίων). Στο Παράρτημα Β περιγράφεται ο κανονισμός ασφαλούς εκτέλεσης εργασιών εξερεύνησης και αποτύπωσης υπόγειων έργων. Στο Παράρτημα Γ παρουσιάζεται το ημερολόγιο εργασιών, κατά τα έτη 2017-2018. Στο Παράρτημα Δ παρατίθενται πινακοποιημένα τα χαρακτηριστικά της μηκοτομής του υδραγωγείου. Στο Παράρτημα Ε περιγράφονται οι γεωλογικοί σχηματισμοί των περιοχών από τις οποίες διέρχεται το Αδριάνειο υδραγωγείο καθώς και τα ενισχυτικά σε αυτό υδραγωγεία, σύμφωνα με το γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ. Στο Παράρτημα Ζ παρουσιάζονται τα στοιχεία μέτρησης παροχών σε δύο θέσεις του υδραγωγείου. Τέλος, στο Παράρτημα Η παρουσιάζονται οι μετρήσεις ποιοτικών παραμέτρων νερού, οι οποίες έγιναν σε διάφορες θέσεις του υδραγωγείου.

Για ιστορικούς λόγους αξιοποιούνται στο κείμενο τα αυθεντικά σκαριφήματα και σχέδια για την περιγραφή των διαφορών θέσεων υδραγωγείου, όπως αυτά αντλήθηκαν από το ιστορικό αρχείο της ΕΥΔΑΠ, καθώς και δημοσιεύματα του 19^{ου} και 20^{ου} αιώνα.

1.2 Σύνοψη των εργασιών εξερεύνησης

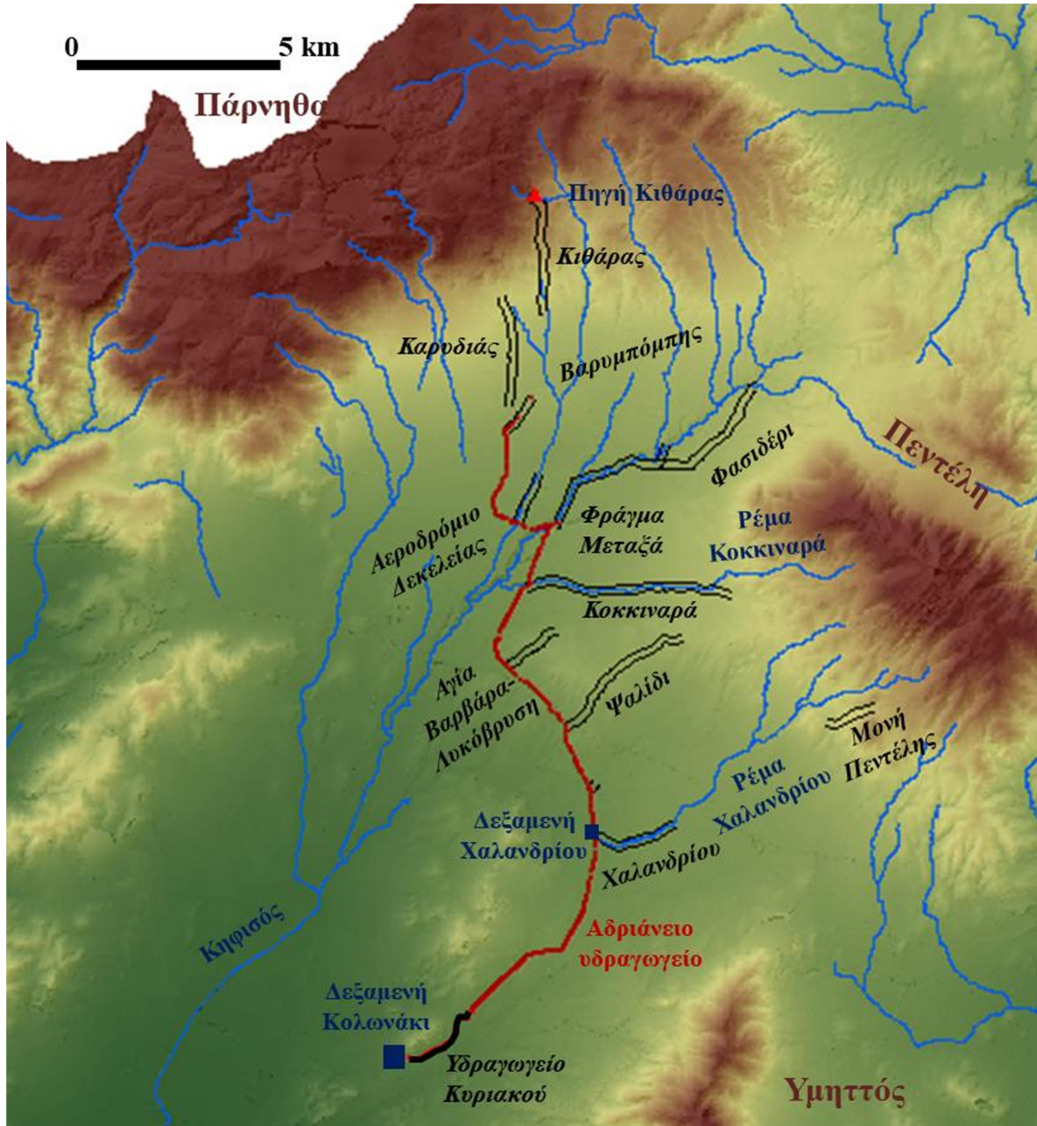
Στην Εικόνα 1.1 φαίνεται σε οριζοντιογραφία ο κύριος άξονας του Αδριάνειου υδραγωγείου καθώς και τα διάφορα ενισχυτικά υδραγωγεία που κατά καιρούς κατασκευάστηκαν.

Η εξερεύνηση του Αδριάνειου υδραγωγείου είχε στόχο τη διερεύνηση της υδρολογικής, υδρογεωλογικής και υδραυλικής λειτουργίας του. Η καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης σε όσα υπόγεια τμήματά του στάθηκε εφικτό, ταυτόχρονα με τις μετρήσεις στα φρέατα του κύριου άξονα από την επιφάνεια, συνέβαλε στην κατανόηση της συνολικής κατάστασης και λειτουργίας του υδραγωγείου σήμερα.

Εκτός από τον κύριο άξονα του υδραγωγείου μελετήθηκαν και οι κύριοι ενισχυτικοί κλάδοι (Εικόνα 1.1) και ειδικότερα:

1. αρχαίο και νεότερο υδραγωγείο Χαλανδρίου-Πεντέλης,
2. νεότερο υδραγωγείο Λυκόβρυσης,

3. αρχαία και νεότερα υδραγωγεία Κοκκιναρά,
4. αρχαία και νεότερα υδραγωγεία Φασιδέρι-Χελιδονούς,
5. υδραγωγείο Αεροδρομίου,
6. υδραγωγείο Ψαλιδίου,
7. προεκτάσεις από το Ολυμπιακό χωριό (ρηχός κλάδος Βαρυμπόμπης-Κιθάρας, επιφανειακό κανάλι Καρυδιάς, τοπική υπόγεια υδρομάστευση Δήμογλι).



Εικόνα 1.1 Άξονας Αδριάνειου σήραγγας και ενισχυτικά υδραγωγεία

Ακόμη, εκτός από τα παραπάνω υπάρχει και το υδραγωγείο Μπραχαμίου στην περιοχή του ΟΑΚΑ, για το οποίο δεν έχουν βρεθεί παρά μόνο βιβλιογραφικές

αναφορές. Αντιθέτως, εντοπίστηκαν κλάδοι που δεν αναφέρονται στις πηγές (τοπική υδρομάστευση Μονομάτι). Από τους παράπλευρους αυτούς κλάδους, μερικοί μόνο αποδεικνύεται ότι υπήρχαν και κατά την αρχαιότητα (Χαλανδρίου, Κοκκιναρά, Ολυμπιακού χωριού), η μορφή των οποίων βελτιώθηκε και εξελίχθηκε κατά τη νεότερη περίοδο λειτουργίας του έργου.

Η έρευνα καταγραφής και αποτύπωσης των ενισχυτικών υδραγωγείων, μερικά από τα οποία παραμένουν ενεργά (Κοκκιναρά, Λυκόβρυσης, Ψαλιδίου, υδρομάστευση Μονομάτι-Σουνά και Δήμογλι, πηγή Κιθάρας) και κυρίως των τμημάτων του βασικού άξονα που δεν ήταν εφικτό να μελετηθούν, θα συνεχιστεί. Στο πλαίσιο της έρευνας πραγματοποιήθηκε η συλλογή πρωτογενών δεδομένων από τα υπόγεια τμήματα του έργου, με κατάβαση στα φρέατα και επίσκεψη στο εσωτερικό της σήραγγας από εξειδικευμένη ομάδα τεχνικών και επιστημόνων σπηλαιολόγων. Η στοχευμένη εξερεύνηση απέδωσε την καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης (φωτογράφιση και κατά τμήματα κινηματογράφηση). Το υλικό αυτό θα είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στην κατανόηση της λειτουργίας του υδραγωγείου, στη διατύπωση προτάσεων χρησιμοποίησης του νερού καθώς και τυχόν τουριστικής αξιοποίησής του. Οι ποσότητες νερού που συλλέγει και μεταφέρει το Αδριάνειο κατά τμήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εφαρμογές όπως η άρδευση δημοτικών εκτάσεων, μετά από έλεγχο των παραγόντων χρόνιας ρύπανσης των υδάτων εντός του πολεοδομικού ιστού.

Μέρος του υλικού που παρουσιάζεται προέκυψε και από τις εργασίες που προηγήθηκαν του παρόντος ερευνητικού έργου, κατά την πρώτη περίοδο συνεργασίας ΕΜΠ-ΕΥΔΑΠ (2013-2014). Πιο συγκεκριμένα:

1. κύριος άξονας του υδραγωγείου (Ολυμπιακό χωριό-Αμπελόκηποι)
2. τμήμα Αμπελόκηποι-Κολωνάκι (παλαιά χάραξη Αδριάνειου-υδραγωγείου Κυριακού)
3. τμήμα Αμπελόκηποι-Κολωνάκι (νεότερη χάραξη μεταλλικών αγωγών ULEN)
4. ελιγμός Χελιδονούς (αρχική κατεστραμμένη χάραξη, νέα χάραξη μεταλλικού αγωγού ULEN)
5. εγκάρσια υδραγωγεία (κατά προσέγγιση, με τα μέχρι στιγμής δεδομένα)
6. ενισχυτικά υδραγωγεία Ολυμπιακού χωριού (Καρυδιάς, Δήμογλι, Βαρυμπόμπης, Κιθάρας)
7. διάφορες εγκαταστάσεις (δεξαμενές Κολωνακίου, θάλαμος χλωρίωσης Αγίου Δημητρίου, θάλαμος αμμωνίασης και εκκενωτήριο Αμπελοκήπων, αντλιοστάσιο

μετρό Πανόρμου, εκκενωτήριο και κυκλική δεξαμενή αμμοκαθίζησης Χαλανδρίου, αντλιοστάσιο Γηροκομείου, αντλιοστάσιο Μεταμόρφωσης και παλιά αντλιοστάσια, κεκλιμένη στοά Ολυμπιακού Χωριού, υδατογέφυρα Βαρυμπόμπης, φράγμα Αγίας Κυριακής, πηγή Κιθάρας)

8. διάφορα φρέατα με υφιστάμενο στόμιο στα οποία έγινε επίσκεψη
9. φρέατα που δεν φαίνονται από την επιφάνεια και εντοπίστηκαν εσωτερικά από τη σήραγγα
10. τμήματα άλλων σηράγγων ή αγωγών βοηθητικού χαρακτήρα (υπόνομος Γλύκωνος, υδραγωγείο Πανόρμου, αγωγοί σύνδεσης δεξαμενών Κολωνακίου, θαλάμου χλωρίωσης Αγίου Δημητρίου)

Τονίζεται ότι όλες οι υπόγειες εργασίες αποτύπωσης πραγματοποιούνται ακολουθώντας πάντα όλα τα ενδεδειγμένα και απαιτούμενα μέτρα, μεθόδους και εξοπλισμό ασφαλείας από την ομάδα της Αστικής Σπηλαιολογίας. Η πλήρης διαδικασία και μεθοδολογία που εφαρμόζεται κατά την εκτέλεση των υπόγειων επισκέψεων και εργασιών, οι προδιαγραφές και η περιγραφή του εξοπλισμού και όλων των σχετικών θεμάτων ασφαλείας, έχουν εγκριθεί από την αρμόδια Εσωτερική Υπηρεσία Προστασίας και Πρόληψης της ΕΥΔΑΠ ως πλήρες Σχέδιο Ασφάλειας και Υγείας (ΣΑΥ), σύμφωνα με το ΠΔ 305/1996. Τα μέτρα και ο εξοπλισμός ασφαλείας περιγράφονται αναλυτικά στο Παράρτημα Β. Ακόμη στο Παράρτημα Γ παρουσιάζεται το ημερολόγιο περισσότερων από 85 εξερευνήσεων και άλλων δράσεων που έγιναν στο διάστημα 2017-2018.

1.3. Ιστορική αναδρομή της λειτουργίας του υδραγωγείου

Το υδραγωγείο ξεκίνησε να κατασκευάζεται από τον Ρωμαίο αυτοκράτορα Αδριανό μεταξύ των ετών 125-134 μ.Χ. για να υδροδοτήσει τη ρωμαϊκή πόλη της Αθήνας και ολοκληρώθηκε από τον διάδοχό του Αντωνίνο το 140 μ.Χ. Ο προσδιορισμός της χρονικής διάρκειας ολοκλήρωσης της κατασκευής του βρίσκεται υπό διερεύνηση. Η κύρια υπόγεια σήραγγα του υδραγωγείου κατασκευάστηκε σε βάθη που έφταναν μέχρι και 42 m από την επιφάνεια του εδάφους, με τη μέθοδο όρυξης εκ διαδοχικών φρεάτων. Ξεκινούσε από μια κεκλιμένη στοά στην περιοχή του σημερινού Ολυμπιακού Χωριού (Αχαρναί) και κατέληγε μετά από περίπου 20 km στη δεξαμενή της ομώνυμης πλατείας στο Κολωνακι, διασχίζοντας τις περιοχές Αχαρναί, κάτω

Κηφισιά, Μεταμόρφωση, Ηράκλειο, Μαρούσι, Χαλάνδρι, Ν. Ψυχικό και Αμπελοκήπους (Εικόνα 1.1). Η κατασκευή του υδραγωγείου ήταν μεν δύσκολη, αλλά σχεδιάστηκε από ικανότατους μηχανικούς και εκτελέστηκε σωστά αποδίδοντας μια σήραγγα στιβαρή που άντεξε στον χρόνο, με τυπικό πλάτος 0.50 m και ύψη από 0.80 έως 2 m. Το υδραγωγείο λειτούργησε κυρίως μαστεύοντας νερό διερχόμενο μέσα από τα υδροφόρα στρώματα και δευτερευόντως μεταφέροντας νερό από πηγές στους πρόποδες της Πάρνηθας. Η λειτουργία της υδρομάστευσης, επιτεύχθηκε με την τμηματική κατασκευή της σήραγγας κάτω από τη στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα.

Η χάραξη εκμεταλλεύτηκε στο μέγιστο τη μορφολογία του εδάφους, ώστε να καλύψει υπογείως μόλις 110 m επιφανειακής υψομετρικής διαφοράς μεταφέροντας νερό μόνο με τη βαρύτητα. Αυτό παρατηρείται ειδικότερα στο σημείο όπου το υδραγωγείο χωρίς να βγαίνει στην επιφάνεια διέρχεται κάτω από τον ποταμό Κηφισό (θέση Χελιδονού), σε μικρό βάθος από τον πυθμένα της κοίτης, και ελίσσεται για να διατηρήσει την κλίση του. Κατά μήκος της σήραγγας συναντώνται ποικίλες διατομές με διαφορετικά σχήματα οροφής (κυρίως υποστηριζόμενες τοξωτές ή τριγωνικές, αλλά και ανεπένδυτες, ή πλακοσκεπείς ορθογωνικές), διαφορετικά πλάτη και ύψη. Επίσης, διαφορετικές διατομές φρεάτων: ορθογωνική (0.60 x 1.00 m), κυκλική (διάμετρος 0.70-0.80 m), τετραγωνική (0.70 m) ή και συνδυασμός δύο διαφορετικών στο ίδιο φρέαρ. Η ποικίλη αυτή εικόνα ενδεχομένως να συνδέεται με τη γεωλογία και την υδρογεωλογία της εκάστοτε περιοχής, δηλαδή με: (α) το είδος και την ποιότητα των γεωλογικών στρωμάτων μέσα στα οποία ορύχθηκε η σήραγγα και τις αντίστοιχες ανάγκες στήριξης ή επένδυσης των εσωτερικών επιφανειών της και (β) τη διαφορετική αναγκαιότητα περατότητας σε νερό, ανάλογα με το εδαφικό στρώμα, το οποίο διαπερνούσε κάθε φορά. Στα τελευταία καταληκτικά τμήματα το υδραγωγείο ήταν ένα κανάλι μικρής κλίσης κατασκευασμένο ως ανοικτό όρυγμα που έπειτα καλύφθηκε. Βρισκόταν πάνω από τη στάθμη του φρεάτιου ορίζοντα, συνεπώς οι επιφάνειες έπρεπε να επενδύονται με υδραυλικά κονιάματα για την αποφυγή των διαρροών. Το τμήμα αυτό από τους Αμπελόκηπους μέχρι το Κολωνάκι, ήταν και το πιο ευάλωτο, και προκύπτει ότι καταστράφηκε σχετικά νωρίς.

Η λειτουργία του υδραγωγείου δεν ήταν συνεχής ανά τους αιώνες. Το Αδριάνειο στην εποχή του λειτούργησε για μερικούς αιώνες και στη συνέχεια λησμονήθηκε, πιθανώς μετά από καταπτώσεις και αποφράξεις σε διάφορα σημεία της σήραγγας. Μετά την απελευθέρωση από τους Τούρκους το υδροδοτικό πρόβλημα της Αθήνας ήταν οξύτατο και με δεδομένη τη σταδιακή πληθυσμιακή αύξησή της η αντιμετώπισή του

ήταν επείγουσα. Με πρωτοβουλία της εκάστοτε δημοτικής αρχής της πόλης γίνονταν σημαντικά έργα κατά καιρούς, όπως επισκευές και καθαρισμοί του υδραγωγείου, το οποίο τέθηκε και πάλι σε λειτουργία το 1847. Επανήλθε στην επικαιρότητα, όταν σε προσπάθειες καθαρισμού υποτιθέμενης “πηγής” στον Άγιο Δημήτριο Αμπελοκήπων, διαπιστώθηκε ότι το νερό έφθανε εκεί μέσα από σήραγγα η οποία παρακάτω είχε καταρρεύσει και φραχθεί. Το νερό που ανέβλυζε εκεί, δίνοντας την εντύπωση πηγής, χρησιμοποιείτο από τους Τούρκους για το πότισμα των κήπων τους. Στα επόμενα χρόνια και πιο συγκεκριμένα κατά το 1871 (επί δημαρχίας Π. Κυριακού), δημοτικά συνεργεία με επικεφαλής τον μηχανικό Ιωάννη Γενησαρλή καθάρισαν και επισκεύασαν τμήμα του υδραγωγείου στους Αμπελοκήπους. Ακόμη ανακάλυψαν την αρχαία δεξαμενή του Αδριανού, κάτω από αντίστοιχη “πηγή” που είχε δημιουργηθεί στην πλατεία “Δεξαμενής” στο Κολωνάκι, επίσης από αναβλύζοντα ύδατα. Η ρωμαϊκή δεξαμενή ανακατασκευάστηκε και τέθηκε σε λειτουργία, μαζί με μια λιθόκτιστη διθάλαμη δεξαμενή, που κατασκευάστηκε από τον Δήμο στην ίδια τοποθεσία το 1880, για μεγαλύτερη αποθηκευτική ικανότητα αλλά και ως διυλιστήριο. Οι δύο δεξαμενές είχαν χωρητικότητα γύρω στα 2200 m³, και λειτουργούσαν μαζί για την ύδρευση της Αθήνας.

Στα μέσα της δεκαετίας του 1870 πραγματοποιήθηκαν τα έργα για να συνδεθεί η δεξαμενή με τη σήραγγα του Αδριανείου που έφερνε το νερό μέχρι τον Άγιο Δημήτριο Αμπελοκήπων. Το ρηχό καταληκτικό τμήμα του υδραγωγείου που είχε καταστραφεί σε μεγάλο βαθμό, ανακατασκευάστηκε και επιδιορθώθηκε όπου αυτό ήταν δυνατόν, ενώ σε όποια σημεία οι ζημιές ήταν ανεπανόρθωτες, κατασκευάστηκαν παρακάμψεις, με τη διάνοιξη νέων στοών. Ήταν το “κτιστό” υδραγωγείο του Π. Κυριακού. Το προβληματικό αυτό (λόγω διαρροών) έργο αντικαταστάθηκε ολοκληρωτικά 50 έτη αργότερα από την ULEN, αμερικάνικη εταιρεία που ανέλαβε την κατασκευή του φράγματος Μαραθώνα. Η εταιρεία αποσκοπούσε στην επισκευή του υδραγωγείου ώστε να καταστεί ικανό να τροφοδοτήσει ικανοποιητικά την Αθήνα μέχρι την ολοκλήρωση του ταμιευτήρα. Από το 1924 ως το 1925 πραγματοποιήθηκε η πρώτη τοπογραφική αποτύπωση ολόκληρου του Αδριανείου υδραγωγείου, καθαρισμός και επισκευές όπου ήταν απαραίτητο, ενώ ανακατασκευάστηκε η σήραγγα της οδού Λουΐζης Ριανκούρ (Αμπελόκηποι). Για την αποφυγή του κινδύνου μόλυνσεως του νερού τοποθετήθηκαν το 1926 μεταλλικοί αγωγοί, σε νέα χάραξη μήκους περίπου 2 km. Αυτή διέρχεται από τη γωνία Πανόρμου και Αλεξάνδρας, και συνεχίζεται κάτω από τις οδούς Π. Κυριακού, Γέλωνος, Δεινοκράτους, Ξενοκράτους, Ξανθίππου, μέχρι

τις δεξαμενές (Εικόνα 1.2).



Εικόνα 1.2. Χάραξη του μεταλλικού υδραγωγείου στην περιοχή των Αμπελοκήπων (Παπάς, 1999)

Μέσω αυτών των αγωγών, σήμερα φτάνουν ακόμη στο Κολωνάκι μεγάλες ποσότητες νερού που καταλήγει σε υπόγεια σήραγγα κάτω από το πεζοδρόμιο της οδού Γλύκωνος. Από εκεί, το νερό απορρίπτεται προσωρινά στο αποχετευτικό δίκτυο, μέχρι να αξιοποιηθεί από τον Δήμο Αθηναίων για πότισμα ή πλύσιμο δρόμων. Είναι προφανές ότι κατά τους αιώνες παροπλισμού του Αδριανείου υδραγωγείου, η λατομημένη στον βράχο λεκάνη της δεξαμενής εξακολουθούσε να γεμίζει νερά, τα οποία έβγαιναν στην επιφάνεια, γεγονός που στάθηκε αφορμή για την αποκάλυψή της. Μέσα στη δεξαμενή, η πρόσβαση στο τούνελ του υδραγωγείου ήταν αποκλεισμένη με τοίχο, από τότε που η ULEN το αντικατέστησε από μεταλλικούς αγωγούς (τμήμα Αμπελόκηποι-Κολωνάκι). Κατά τη διάρκεια εργασιών της ομάδας μας, τον Ιούλιο του 2018 ο τοίχος αφαιρέθηκε, αποκαλύπτοντας την υπόγεια στοά την οποία διασχίσαμε σε μήκος μόλις 50 m, καθώς η συνέχειά της διακόπτεται στο τελευταίο σημείο διασταύρωσης με τους μεταλλικούς αγωγούς. Σήμερα, η Αδριάνεια δεξαμενή, που από τα μέσα του 20^{ού} αιώνα δεν βρίσκεται σε λειτουργία, γεμίζει μια φορά το χρόνο κατά τη γιορτή των Θεοφανείων, για την τέλεση του αγιασμού των υδάτων στο κέντρο της Αθήνας.

Η δεξαμενή στην αρχική της μορφή είχε διαστάσεις 9.30 m πλάτος επί 26.10 m μήκος και χωρητικότητα περίπου 450 m³. Ο Ι. Γενησαρλής αναφέρει ότι, κατά την ανακάλυψή της, ο ρωμαϊκός θόλος είχε καταρρεύσει, οπότε η τότε δημοτική αρχή την καθάρισε και την κάλυψε με νέο θόλο ενισχύοντας τα υποστυλώματα, διατηρώντας όμως ανέπαφη τη θέση της αρχαίας πρόσοψης, όπως και τη μνημειώδη είσοδο

(πρότυλο) που βρισκόταν σε μικρή απόσταση μπροστά από αυτήν.

Το πρότυλο αυτό της Ρωμαϊκής δεξαμενής, ελάχιστα ίχνη του οποίου υπάρχουν μέχρι σήμερα (δύο τοποθετημένα βάθρα), διατηρούνταν εν μέρει όρθιο μέχρι το 1778. Το αποτελούσαν τέσσερεις ιωνικοί κίονες χωρίς ραβδώσεις, στους οποίους πάνω από το μεσαίο μετακίονιο σχηματιζόταν τοξωτή καμάρα. Εκατέρωθεν της καμάρας υπήρχε η παρακάτω επιγραφή (αντί του χαρακτήρα U αναγράφεται V). Σε παρένθεση είναι οι λέξεις από το δεξί τμήμα που μεν έχει καταστραφεί, αλλά το κείμενό του όμως διασώθηκε (Γέροντας και Σκουζές, 1963):

*IMP CAESAR T AELIVS (HADRIANVS ANTONINVS)
AVG PIVS COS III TRIB POT II PP AQVAEDVCTVM IN NOVIS
(ATHENIS COEPTVM A DIVO HADRIANO PATRE SVO)
CONSVMMAVIT (DEDICAVITQVE)*

Η περιγραφή γράφτηκε το 139-140 μ.Χ και είναι συγκοπτόμενη κατά τη ρωμαϊκή συνήθεια. Παρακάτω ακολουθεί και συμπληρωμένη με το παραλειπόμενο τμήμα της (με τον χαρακτήρα U αντί του V):

*IMP(ERATOR) CAESAR T(ITUS) AELIUS HADRIANUS ANTONINUS
AUG(USTUS) PIUS CO(N)S(UL) III, TRIB(UNICIA) POT(ESTATE) II, P(ATER)
P(ATRIAE), AQUAEDUCTUM IN NOVIS ATHENIS COEPTUM A DIVO
HADRIANO PATRE SUO CONSUMAVIT DEDICAVITQUE*

Η ακριβής μετάφρασή της από την Ελπινίκη Μακρή (Καραλή, 2015) παρουσιάζεται στη συνέχεια:

*Ο ΑΥΤΟΚΡΑΤΩΡ ΚΑΙΣΑΡ ΤΙΤΟΣ ΑΙΛΙΟΣ ΑΔΡΙΑΝΟΣ ΑΝΤΩΝΙΝΟΣ
ΣΕΒΑΣΤΟΣ ΕΥΣΕΒΗΣ, ΥΠΑΤΟΣ ΓΙΑ 3η ΦΟΡΑ, ΜΕ ΔΗΜΑΡΧΙΚΗ ΕΞΟΥΣΙΑ ΓΙΑ 2η
ΦΟΡΑ, ΠΑΤΕΡΑΣ ΤΗΣ ΠΑΤΡΙΔΟΣ,
ΤΟ ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟ ΣΤΗΝ ΝΕΑ ΑΘΗΝΑ ΤΟ ΟΠΟΙΟ ΕΙΧΕ ΑΡΧΙΣΕΙ (ΝΑ
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΖΕΙ) Ο ΘΕΙΚΟΣ ΑΔΡΙΑΝΟΣ ΠΑΤΕΡΑΣ ΤΟΥ (ΑΝΤΩΝΙΝΟΥ)
ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΕ ΚΑΙ ΑΦΙΕΡΩΣΕ (Ο ΑΝΤΩΝΙΝΟΣ)*

Το πρότυλο καταγράφηκε όρθιο σε ακέραια μορφή μέχρι και λίγο πριν το 1450, ενώ κατά τις διάφορες επισκέψεις περιηγητών από την περίοδο της Τουρκοκρατίας μέσα στον 17^ο και 18^ο αιώνα βρέθηκε μόνο το αριστερό τμήμα του όρθιο και το δεξί

πεσμένο στο έδαφος. Σε σχέδια εκείνης της περιόδου εμφανίζεται το διασωθέν αυτό τμήμα του, δηλαδή οι δύο κίονες που συγκρατούν την επιστύλια δοκό με το αριστερό τμήμα της επιγραφής. Μετά την ολοκληρωτική κατεδάφιση του πρόπυλου, η δοκός χρησιμοποιήθηκε ως υπέρθυρο στην ανατολική από τις επτά πύλες του τείχους που κατασκεύασε το 1778 ο Χατζή Αλή Χασεκί (Τούρκος διοικητής της Αθήνας από το 1775 έως το 1795), στο οποίο ενσωματώθηκαν και οι δύο κίονες. Σε υδατογραφία του E. Dodwell του 1821 (Εικόνα 1.3) απεικονίζεται η συγκεκριμένη πύλη που οδηγούσε προς τα Μεσόγεια και η κρήνη της Μπουμπουνίστρας (στο εσωτερικό των τειχών ακριβώς όπισθεν της πύλης).



Εικόνα 1.3. Τμήμα της επιγραφής του πρόπυλου της Αδριάνειας δεξαμενής, υδατογραφία του E. Dodwell

Η θέση όπου διασώζεται σήμερα μέσα στον Εθνικό Κήπο το παραπάνω αριστερό τμήμα της επιγραφής (Εικόνα 1.4), οπωσδήποτε δεν απέχει πολύ από το σημείο του τείχους όπου βρίσκονταν η πύλη και η κρήνη. Από όλα τα παραπάνω μπορούμε να συμπεράνουμε λοιπόν ότι το 1870, κατά την ανακάλυψη της δεξαμενής, δεν υπήρχε κανένα τμήμα του ρωμαϊκού πρόπυλου στη θέση του, πλην ίσως των δύο βάθρων των αριστερών κίωνων που υπάρχουν και σήμερα.



Εικόνα 1.4. Τμήμα της επιγραφής του πρόπυλου της Αδριάνειας δεξαμενής, στον Εθνικό Κήπο

Η διαχρονική αξία των αρχαίων υδραυλικών έργων αντικατοπτρίζεται στο Αδριάνειο υδραγωγείο. Η τεχνολογία και τα υλικά εκείνης της εποχής επέτρεψαν να επαναλειτουργήσει ως κύρια πηγή ύδρευσης της Αθήνας μέχρι και 1800 χρόνια μετά την κατασκευή του. Επαναλειτούργησε καθώς επανερχόταν σταδιακά στο φως ύστερα από επισκευές και προσθήκες ενισχυτικών σιηράγγων των αρχών του 20^{ου} αιώνα, σε μια αγωνιώδη προσπάθεια για την επάρκεια της υδροδότησης της πόλης. Το υδραγωγείο ήταν η κύρια πηγή υδροδότησης της πόλης μέχρι το 1931 οπότε και ολοκληρώθηκε η κατασκευή του φράγματος Μαραθώνα. Έπειτα συνέβαλλε βοηθητικά μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1970, ενώ στις πηγές είχε ήδη προστεθεί και η Υλίκη (1959), αλλά στη συνέχεια εγκαταλείφθηκε λόγω μόλυνσης των υδάτων από αστικά λύματα.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, το υδραγωγείο από την αρχαιότητα ενισχύθηκε και από αρκετούς παράπλευρους τροφοδοτικούς κλάδους που συνδέθηκαν με την κύρια σήραγγα σε διάφορες τοποθεσίες, κυρίως πάνω σε άξονες ρεμάτων που συναντούσε στην πορεία του. Από τη Μεταμόρφωση μέχρι το Ψυχικό ακολουθούσαν παράλληλη πορεία με κάποιες από τις κοίτες των παραπόταμων του Ποδονίφτη τις οποίες έτεμνε.

Εκτός από τη ρεματιά Χαλανδρίου, τέτοια υδραγωγεία (αρχαία ή νεότερα) υπήρχαν στο ρέμα Αμαρουσίου (οικισμός Μπραχαμίου, σημερινή περιοχή ΟΑΚΑ) και στο γειτονικό του Ψαλιδίου που καταλήγουν επίσης στον Ποδονόφτη.

Το βοηθητικό υδραγωγείο Χαλανδρίου, ξεκινώντας από την περιοχή της Μονής Πεντέλης και ακολουθώντας τη διεύθυνση της ρεματιάς Χαλανδρίου, συνδεόταν μέσω μικρής κυκλικής δεξαμενής στην οδό Ελ Αλαμίν, όπου είναι ορατά σήμερα τα χαρακτηριστικά μεγάλα κελύφη (φανοί) των φρεάτων. Σήμερα η σήραγγα διατηρείται σχεδόν σε όλο το μήκος της αλλά δεν είναι πλήρως προσβάσιμη, λόγω (α) μικρών διαστάσεων σε κάποια σημεία, (β) διάφορων τεχνικών έργων (σωληνώσεις), και (γ) επειδή είναι κατά τμήματα πλημμυρισμένη. Αυτό συμβαίνει όχι λόγω σημερινής κατάπτωσης της οροφής ή των αρχαίων τοιχωμάτων, αλλά επειδή πολλά από τα πηγάδια επίσκεψης που διέθετε σε τακτές αποστάσεις, μπαζώθηκαν κατά την κατασκευή σύγχρονων έργων υποδομής.

Σημερινό δίδαγμα αποτελεί το γεγονός ότι τα αρχαία υδρομαστευτικά έργα οφείλουν τον αιφορικό χαρακτήρα τους στη λειτουργία κατά την οποία συγκεντρώνουν υπόγεια ύδατα κατά μήκος της σήραγγας. Με τον ίδιο τρόπο λειτούργησε η σήραγγα του Αδριάνειου καθώς διερχόταν από τα υδροφόρα στρώματα, και λειτουργεί ακόμα, χωρίς συντήρηση, υδρομαστεύοντας κατά μήκος των τοιχωμάτων και της οροφής της, αυξάνοντας έτσι την παροχή κατά μήκος με νερά διαφορετικής σύστασης και ποιότητας. Στο επίπεδο μελέτης των υδραγωγείων αυτών, ο κυριότερος παράγοντας που εξετάζεται είναι η προέλευση των υδάτων και η διαδρομή τους μέσω των πετρωμάτων μέχρι να καταλήξουν εντός του υδραγωγείου. Οι διάφοροι υδρολιθολογικοί σχηματισμοί με ικανοποιητική αποθηκευτικότητα και αγωγιμότητα κατά μήκος της χάραξης, διαπιστώνεται ότι εντοπίστηκαν από τους κατασκευαστές μηχανικούς εκείνης της εποχής, που μελέτησαν την υδρογεωλογία των περιοχών ενδιαφέροντος και εξασφάλισαν τη διέλευση του υδραγωγείου από το εσωτερικό τους.

Τα υπόγεια έργα οριζόντιας υδρομάστευσης χαρακτηρίζονται από τη διαχρονικότητα και την αιφορία τους, καθώς συνεχίζουν να λειτουργούν μετά από εκατοντάδες χρόνια, σε σύγκριση με επιφανειακούς μεταφορικούς υδραγωγούς ίδιας ηλικίας που καταστράφηκαν και σύντομα περιήλθαν σε αχρηστία. Ο αιφόρος σχεδιασμός τους συνέβαλε στην για πολλούς αιώνες λειτουργία τους, μετά από μικρές μόνο επισκευές. Αυτό αποδεικνύει ότι παραδείγματα τέτοιων έργων που λειτουργούν μέχρι σήμερα, θα μπορούσαν να δοθούν ως μαθήματα και για αντίστοιχα σύγχρονα έργα,

διερευνώντας την εφαρμογή τεχνολογιών που έχουν μεν εγκαταλειφθεί, αλλά αποδεικνύονται μακροβιότερες σε σύγκριση με τις σημερινές.

Ιδιαίτερα συμβολική σημασία έχει η εκμετάλλευση του νερού του Αδριάνειου υδραγωγείου από τον Δήμο Μεταμόρφωσης, ο οποίος αρδεύει ήδη από το 1996 όλες τις εκτάσεις αστικού πρασίνου της περιοχής του (Εικόνα 1.5). Το έργο πραγματοποιήθηκε ενσωματώνοντας παλαιές τοπικές εγκαταστάσεις ύδρευσης (αντλιοστάσιο και δεξαμενή) που υπήρχαν κατά μήκος του Αδριάνειου. Ακόμη κατασκευάστηκε εκτεταμένο δίκτυο με σύγχρονο σύστημα ελέγχου που παρακολουθεί και ρυθμίζει την άρδευση των εκτάσεων με ασύρματη επικοινωνία, ελαχιστοποιώντας τις απώλειες νερού. Σήμερα λειτουργεί για επιπλέον ασφάλεια, μονάδα υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) για την απολύμανση του νερού, καλύπτοντας όλες τις αρδευτικές ανάγκες της περιοχής με ετήσια παροχή περί τα 60000 m³.



Εικόνα 1.5. Αντλιοστάσιο Δήμου Μεταμόρφωσης δίπλα στο φρέαρ με αριθμό 175

Λειτουργικές εγκαταστάσεις άντλησης υπάρχουν και στο Γηροκομείο, αλλά και στην Κιθάρρα, όπου το νερό χρησιμοποιείται επίσης για άρδευση του ιδρύματος και των βασιλικών κτημάτων αντίστοιχα. Ακόμη στις εγκαταστάσεις του Κέντρου

Επεξεργασίας Λυμάτων της ΕΥΔΑΠ στη Μεταμόρφωση υπάρχει παροχή αδιύλιστου νερού που δίδεται σε βιοτεχνία. Παλιές εγκαταστάσεις, σε άλλες θέσεις, που δεν λειτουργούν, εξυπηρετούσαν το νοσοκομείο Σωτηρία, το Χαλάνδρι, το Ψυχικό και το κτήμα Μακρυκώστα (ΑΣΠΑΙΤΕ). Στις περιπτώσεις άντλησης μεγάλων ποσοτήτων, συνήθως ανοιγόταν νέο φαρδύτερο πηγάδι δίπλα στο υδραγωγείο (Μεταμόρφωση, Γηροκομείο, ΑΣΠΑΙΤΕ) ή διευρυνόταν φρέαρ του υδραγωγείου (αντλιοστάσιο Σωτηρίας). Κάτι ανάλογο θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί επίσης και σε άλλες περιοχές από όπου διέρχεται το υδραγωγείο (Πανόρμου, Πεντάγωνο, ΟΑΚΑ, ΚΕΛΜ, Ολυμπιακό Χωριό, κ.α.)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Τεχνικά χαρακτηριστικά του υδραγωγείου

1.1. Αντιστοίχιση παλαιών μηκοτομών με τη σημερινή κατάσταση

Η παλαιότερη σειρά μηκοτομών (1925) από το ιστορικό αρχείο της ΕΥΔΑΠ αποτελείται από έντεκα φύλλα (Sheet 1-11) και περιγράφει την κατάσταση του υδραγωγείου κατά την προ ULEN εποχή και τις επεμβάσεις (επισκευές-βελτιώσεις) που κατά καιρούς πραγματοποιούσε τοπικά ο Δήμος Αθηναίων. Ακόμη περιλαμβάνει προτάσεις για ολική επισκευή σε πολλά σημεία όπου είχαν εντοπιστεί προβλήματα. Η αρίθμηση των φρεάτων σε αυτή τη σειρά ξεκινάει με τον αριθμό 1 στο Κολωνάκι, φτάνοντας σε αριθμό φρέατος 367 στην κατάληξη του υδραγωγείου στο Ολυμπιακό Χωριό. Το πρώτο φύλλο (Sheet 1) της σειράς που αντιστοιχεί στο τμήμα Δεξαμενή Κολωνακίου – Άγιος Δημήτριος Αμπελοκήπων η οποία περιλάμβανε τα φρέατα υπ' αριθμόν 1 έως 23 της αρχικής αρίθμησης έχει χαθεί, οπότε δεν είναι απόλυτα σαφής η εικόνα του υδραγωγείου σε αυτό το τμήμα που ανακατασκεύασε ο Κυριακός. Η τοπογραφική αποτύπωση έγινε από την ULEN μόλις ανέλαβε την κατασκευή του φράγματος Μαραθώνα, αποσκοπώντας στην επισκευή του, ώστε να τροφοδοτήσει ικανοποιητικά την Αθήνα έως ότου κατασκευαζόταν το νέο υδροδοτικό έργο.

Μετά το 1925, διατηρήθηκαν και αριθμήθηκαν περίπου 300 θέσεις φρεάτων. Με τη νέα αρίθμηση που έλαβαν τα φρέατα του υδραγωγείου από την Ελληνική Εταιρεία Υδάτων (ΕΕΥ) κατά την επαναλειτουργία του, ο αριθμός 1 βρισκόταν στον Άγιο Δημήτριο Αμπελοκήπων και ο αριθμός 300 στο Δήμογλι, (το σημερινό Ολυμπιακό χωριό). Τα φρέατα μεταξύ των δύο σημείων ήταν περισσότερα, αλλά δεν αριθμήθηκαν όλα. Η αρίθμηση συνεχίστηκε σε άλλα περίπου 35 φρέατα του ρηχού τροφοδοτικού κλάδου που έφτανε στο Ολυμπιακό Χωριό, έχοντας ξεκινήσει από το φράγμα (Αμπολή) στην Αγία Κυριακή Βαρυμπόμπης, μέσω του οποίου κατέληγαν στο Αδριάνειο και τα νερά των πηγών της Κιθάρας (Τατόι, Πάρνηθα). Η βαθιά υδρομαστευτική σήραγγα των αρχών του 20^{ου} αιώνα στο Δήμογλι, ή άλλα βοηθητικά υδραγωγεία, όπως αυτό που κατασκεύασε η ULEN κατά μήκος του ρέματος Κοκκιναρά, διατηρούσαν δική τους ανεξάρτητη αρίθμηση. Τέλος, εκτός αρίθμησης έμεινε το ανακατασκευασμένο τμήμα που αντικατέστησαν οι μεταλλικοί αγωγοί μέχρι το Κολωνάκι.

Ο αριθμός αναγραφόταν στον φανό (κάλυψη) του πηγαδιού είτε επάνω στην περίμετρο, είτε πλευρικά, συνήθως σφραγίζοντας το φρέσκο τσιμέντο με ειδικά μεγάλα τυπογραφικά στοιχεία, μέθοδος που εφαρμόζουμε –κατά την παράδοση– και

στις σημερινές επανασφραγίσεις φανών που ακολουθούν την υπόγεια εξερεύνηση. Ο αριθμός εντοπίζεται επίσης “χτυπημένος” και στην άκρη κοντής σιδερόβεργας, η οποία εντοιχίζεται στο κτιστό περίβλημα του κάθε πηγαδιού (Εικόνα 2.1). Η αρίθμηση της ΕΕΥ έχει παγιωθεί και διατηρείται και στα νέα κελύφη, έχοντας πλέον ιστορικό χαρακτήρα.



Εικόνα 2.1. Ο δεύτερος και λιγότερο φανερός τρόπος αρίθμησης των φανών, εδώ στο φρέαρ 161.

Η ελάχιστη τυπική απόσταση των φρεάτων που συναντάται στο μεγαλύτερο μήκος του άξονα είναι 35-37 m. Με βάση το μήκος των 20 km της υπόγειας σήραγγας και μέση απόσταση τα 40 m προκύπτουν ενδεικτικά 500 φρέατα. Όμως, επειδή οι αποστάσεις μεταξύ τους σε πολλά σημεία του υδραγωγείου υπερβαίνουν κατά πολύ τα 40 m, μοιάζει αρκετά πιθανό τα φρέατα να ήταν λιγότερα. Το 1925 αριθμήθηκαν 367, αλλά είναι σαφές ότι πολλά από τα αρχαία φρέατα καταργήθηκαν, κάτι που επιβεβαιώνεται και από τις επισκέψεις στο εσωτερικό της σήραγγας. Ακόμη κάποια από τα αρχικά φρέατα ενδέχεται να καταργήθηκαν κατά τη διάρκεια επισκευών των πρώτων αιώνων λειτουργίας του υδραγωγείου. Αυτό τεκμηριώνεται έμμεσα από στοιχεία που προκύπτουν στο εσωτερικό του, όταν στην τυπική απόσταση όπου θα έπρεπε να υπάρχει φρέαρ, συναντάται επισκευασμένη οροφή με υλικά της εποχής. Η

κατάργηση των φρεάτων στις συγκεκριμένες θέσεις ίσως να οφειλόταν στην κακή ποιότητα του εδαφικού υλικού των τοιχωμάτων και πιθανή αστοχία τους.

Σήμερα, οι υπάρχοντες φανοί είναι ακόμα λιγότεροι, καθώς άλλοι καταστράφηκαν από δρόμους κι άλλοι από οικοδομικά τετράγωνα, μιας και δεν εφαρμόστηκε παντού ο νόμος που καθόριζε ότι η δόμηση επιτρέπεται σε μια απόσταση από τον άξονα του υπόγειου υδραγωγείου. Από την επιφανειακή και την υπόγεια έρευνα προκύπτουν συνολικά περίπου 200 φρέατα του κυρίως άξονα του υδραγωγείου, οπωσδήποτε όμως διατηρούνται περισσότερα στα οποία δεν είναι εμφανής ο φανός. Από τα φρέατα που μέχρι σήμερα έχουν προσδιοριστεί:

α) περίπου το 25% είναι τελείως αφανή (π.χ. βρίσκονται κάτω από το οδόστρωμα ή το έδαφος με ή χωρίς δυνατότητα πρόσβασης)

β) περίπου το 25% βρίσκονται εντός ιδιωτικών χώρων

γ) το 50%, δηλαδή περίπου 100 είναι εμφανή και βρίσκονται σε δημόσιους χώρους, συνεπώς μπορούν να συμπεριληφθούν σε μελλοντικά έργα ανάδειξης

Ήδη ο Δήμος Ηρακλείου έχει τοποθετήσει σύγχρονες ενημερωτικές πινακίδες σε όλα τα πηγάδια της περιοχής του με εμφανή φανό, πλην του 159 του οποίου ο φανός κατασκευάστηκε κατά τη διάρκεια της έρευνάς μας από το συνεργείο της ΕΥΔΑΠ (Εικόνα 2.2).



Εικόνα 2.2. Ο φανός 159 μέχρι το 2017 ήταν κατεστραμμένος και το φρέαρ μη ορατό.

Οι πινακίδες του Ηρακλείου είναι καφέ χρώματος, ίδιου τύπου με αυτές των Εφορειών Αρχαιοτήτων, και αναγράφουν και τη χρονολογία κατασκευής του υδραγωγείου (140 μ.Χ.). Πινακίδες, αλλά πολύ παλαιότερες, χρώματος μπλε, υπάρχουν και σε κάποια από τα φρέατα της Μεταμόρφωσης και αναγράφουν: “ΕΥΔΑΠ - ΑΔΡΙΑΝΕΙΟ ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟ”.

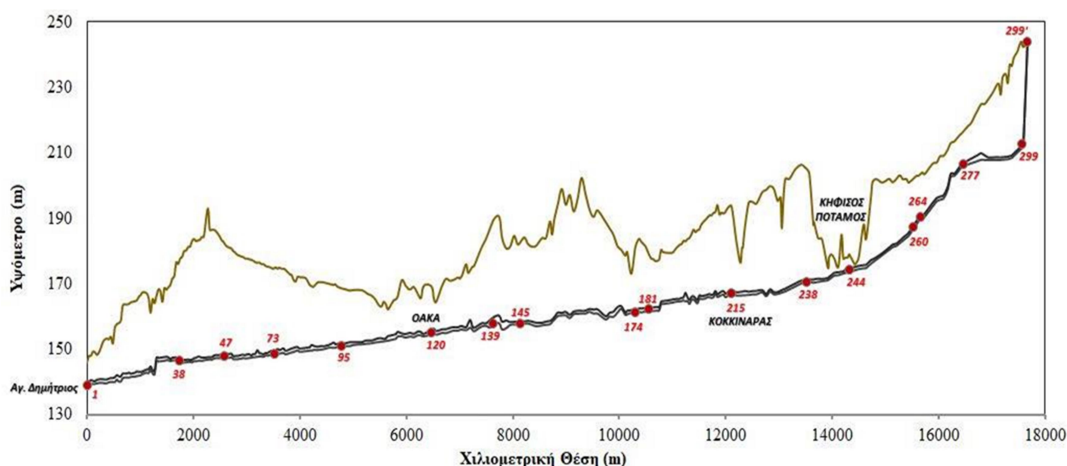
Τέλος, μια δεύτερη, μεταγενέστερη (1936) σειρά μηκοτομών δέκα φύλλων (Φύλλον 1-10) προέκυψε από τοπογραφικές εργασίες της ΕΕΥ, και απεικονίζει το υδραγωγείο μετά την μερική ανακατασκευή του. Σκοπός της αποτύπωσης αυτής, η οποία έγινε πέντε χρόνια μετά την ολοκλήρωση του φράγματος Μαραθώνα, ήταν να διαπιστωθεί η κατάστασή του ώστε να συνεχίσει να συνεισφέρει επικουρικά στην ύδρευση της Αθήνας. Η συγκεκριμένη σειρά ακολουθεί τη νέα αρίθμηση, ξεκινώντας από τον Άγιο Δημήτριο (φρέαρ 1 ορίστηκε το παλαιό 41) και ολοκληρώνεται στο φρέαρ 215 (ΚΕΛΜ), ενώ το υπόλοιπο υδραγωγείο μέχρι το Ολυμπιακό Χωριό δεν πρέπει να τοπογραφήθηκε ξανά.

2.2. Ψηφιοποίηση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής του υδραγωγείου

Η οριζοντιογραφία ολοκληρώθηκε μετά την έρευνα πεδίου και την υπόγεια εξερεύνηση, που απέδωσαν τον απολογισμό των 200 φρεάτων, των οποίων οι θέσεις σημειώθηκαν με συντεταγμένες. Στη συνέχεια αντιστοιχίστηκαν με τις παλαιές οριζοντιογραφίες, μέρος των οποίων γεωαναφέρθηκε και χρησιμοποιήθηκε ως οδηγός και κατά τη διάρκεια της έρευνας. Τα γεωγραφικά δεδομένα (θέσεις και χαρακτηριστικά πηγαδιών και πηγών) εισήχθησαν σε Σύστημα Γεωγραφικής Πληροφορίας και σε υπόβαθρο Google Earth. Επίσης ψηφιοποιήθηκαν οι τροφοδοτικές προεκτάσεις του υδραγωγείου που καταλήγουν στην περιοχή του Ολυμπιακού Χωριού, έως και την πηγή Κιθάρα, άξονες παράπλευρων ενισχυτικών υδραγωγείων (κατά προσέγγιση, με τα μέχρι στιγμής δεδομένα), καθώς και το καταληκτικό τμήμα του υδραγωγείου προς τις δύο δεξαμενές στο Κολωνάκι. Τα στοιχεία αυτά, μαζί με επιλεγμένο φωτογραφικό και αρχαιολογικό υλικό εισήχθησαν στο πληροφοριακό σύστημα.

Η σύγχρονη ψηφιοποίηση του υλικού των μηκοτομών ξεκίνησε αφού οριστικοποιήθηκαν τα στοιχεία οριζοντιογραφίας και μηκοτομής του υδραγωγείου που ανταποκρίνονται περισσότερο προς την αρχική κατάστασή του κατά τη ρωμαϊκή εποχή, αλλά με τη σημερινή αρίθμηση των φρεάτων. Οι μεν παλαιότερες μηκοτομές

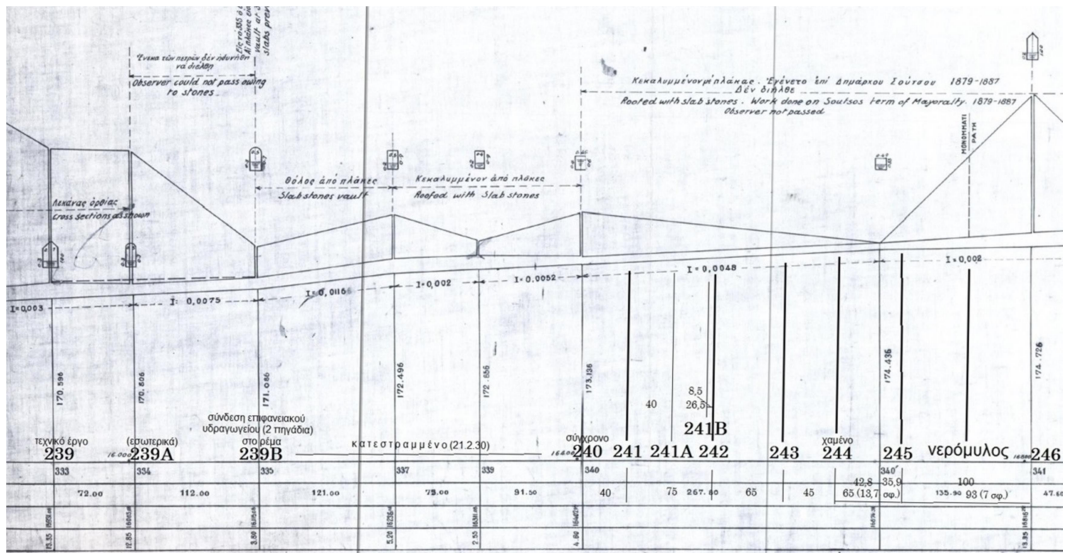
αντιστοιχίστηκαν επ' ακριβώς με τα σημερινά φρέατα και τους αριθμούς τους, χρησιμοποιώντας και επιβεβαιώνοντας όσα στοιχεία υπήρχαν στις νεότερες. Έτσι εντοπίστηκαν και διορθώθηκαν μερικά χονδροειδή σφάλματα που επισημάνθηκαν και στις δύο σειρές, μέσω της εξαγωγής μιας συνολικής μηκοτομής για ολόκληρο το υδραγωγείο, κατόπιν εμπειρικής απαλοιφής των σφαλμάτων (Εικόνα 2.3).



Εικόνα 2.3. Ψηφιοποίηση μηκοτομής του υδραγωγείου (Τσιούρη, 2018)

Στο Παράρτημα Δ παρουσιάζονται αναλυτικά τα στοιχεία της μηκοτομής της σήραγγας και των πηγαδιών όπως: αριθμός φρέατος, χιλιομετρική θέση, υψόμετρα εδάφους και πυθμένα αγωγού, κλίση αγωγού, χαρακτηριστικά διατομής (πλάτος, ύψος, σχήμα) συντεταγμένες κ.ά. Η ταυτοποίηση τόσο των στοιχείων των μηκοτομών, όσο και της οριζοντιογραφίας σε σχέση με τη σημερινή υφιστάμενη κατάσταση, βασίστηκε σε πολύ μεγάλο βαθμό σε στοιχεία που προέκυψαν κατά την επιτόπια έρευνα πεδίου.

Στην Εικόνα 2.4 απεικονίζεται τμήμα της παλαιάς μηκοτομής Φύλλο 10 (περιοχή Κηφισού-Χελιδονού). Η αντιστοίχιση με την υφιστάμενη κατάσταση παρουσίασε πολλές δυσκολίες, λόγω σημαντικών αλλαγών που έγιναν την εποχή ULEN-EEY στο ρηχό αυτό τμήμα, όπως η κατάργηση τμήματος του υδραγωγείου που καταστράφηκε εντός της κοίτης το 1930, προσθήκες νέων φρεατίων, κ.ά. Η ταυτοποίηση εδώ πραγματοποιήθηκε μόνο με τη βοήθεια των δεδομένων που προέκυψαν επί τόπου, καθώς η αποτύπωση των νεότερων μηκοτομών δεν έφτασε έως αυτή την περιοχή.



Εικόνα 2.4. Τμήμα της μηκοτομής A1151 (Κηφισός-Χελιδονού) με τη νέα αρίθμηση ΕΕΥ (ULEN, 1925)

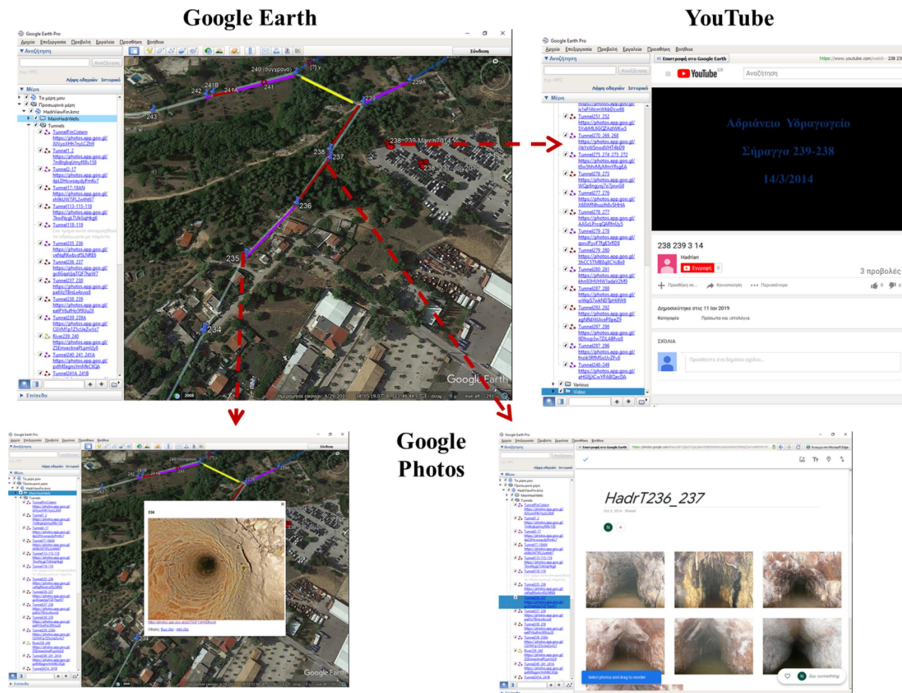
2.3. Σύστημα αρχειοθέτησης δεδομένων

Το σύνολο του υλικού (σχετικές δημοσιεύσεις, αποκόμματα εφημερίδων, ιστορικά διαγράμματα, μετρήσεις, φωτογραφίες κ.ά.) αρχειοθετήθηκε με βάση τον αριθμό του φρεάτος ή του τμήματος της σήραγγας και βρίσκεται αποθηκευμένο σε Google Drive. Οι φωτογραφίες που επιλέχθηκαν για παρουσίαση βρίσκονται αποθηκευμένες σε Google Photos και είναι ανοικτή η πρόσβαση στο ευρύ κοινό.

Τα video των θέσεων που επιλέχθηκαν για παρουσίαση βρίσκονται αποθηκευμένα στο Youtube και είναι ανοικτή η πρόσβαση στο κοινό.

Μια σειρά από γεωγραφικά δεδομένα που σχετίζονται με το υδραγωγείο αρχειοθετήθηκαν σε Σύστημα Γεωγραφικής Πληροφορίας, Τα επίπεδα (shapfiles) περιλαμβάνουν: ψηφιακό μοντέλο εδάφους, γεωλογία, υδρολιθολογία, υδρογραφικό δίκτυο, θέσεις πηγαδιών, θέσεις κύριου κλάδου υδραγωγείου και ενισχυτικών υδραγωγείων, λεκάνες απορροής κ.ά.

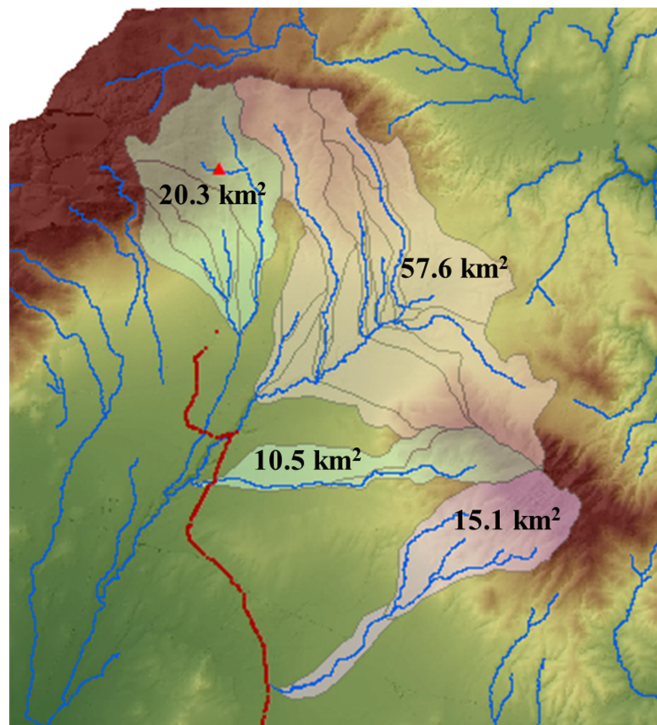
Οι θέσεις των πηγαδιών, των βοηθητικών υδραγωγείων και άλλων σημείων ενδιαφέροντος απεικονίστηκαν στο Google Earth σε αρχεία kmz. Στη συνέχεια υλοποιήθηκε αρχείο ψηφιακής περιήγησης στο υλικό (HadrViewFin.kmz) με επιπλέον σύνδεση, όπου προβάλλονται ενδεικτικές φωτογραφίες και videos (επιλογή από το υλικό που παραδίδεται) των φρεάτων και τμημάτων του υδραγωγείου. Επίσης, όπου είναι απαραίτητο, το υλικό συνοδεύεται από χάρτες, σχέδια κ.λπ. Ένα παράδειγμα της λειτουργίας του φαίνεται στην Εικόνα 2.5.



Εικόνα 2.5. Το σύστημα περιήγησης σε υπόβαθρο Google Earth

2.4. Υδρολογική, υδραυλική και υδρογεωλογική διερεύνηση.

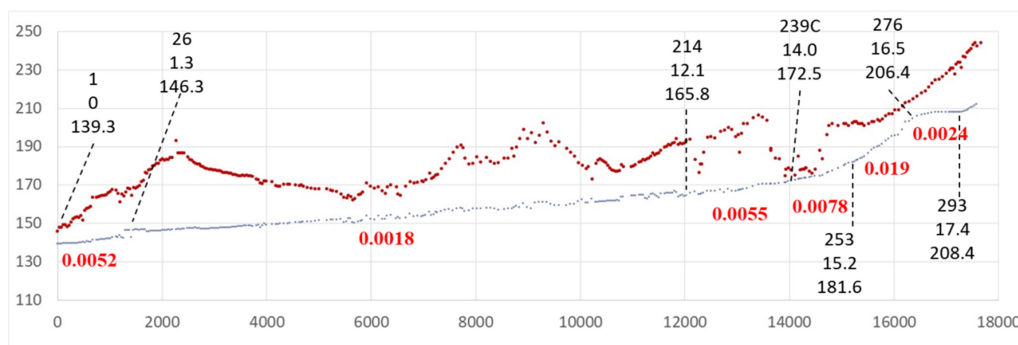
Στο πλαίσιο περαιτέρω έρευνας, καθορίστηκαν και χαράχτηκαν οι υδρολογικές λεκάνες στους άξονες των ρεμάτων (Εικόνα 2.6).



Εικόνα 2.6. Λεκάνες απορροής κύριων ενισχυτικών υδραγωγείων

Οι λεκάνες αυτές συλλέγουν τα όμβρια ύδατα που αναμένεται να τροφοδοτούν έμμεσα το υδραγωγείο, αφού κατεισδύσουν προς το εσωτερικό των γεωλογικών στρωμάτων (υδρομάστευση). Για τις περιοχές αυτές ρυθμίστηκε υδρολογικό μοντέλο με το οποίο θα είναι δυνατή η εκτίμηση της σχέσης βροχής-απορροής.

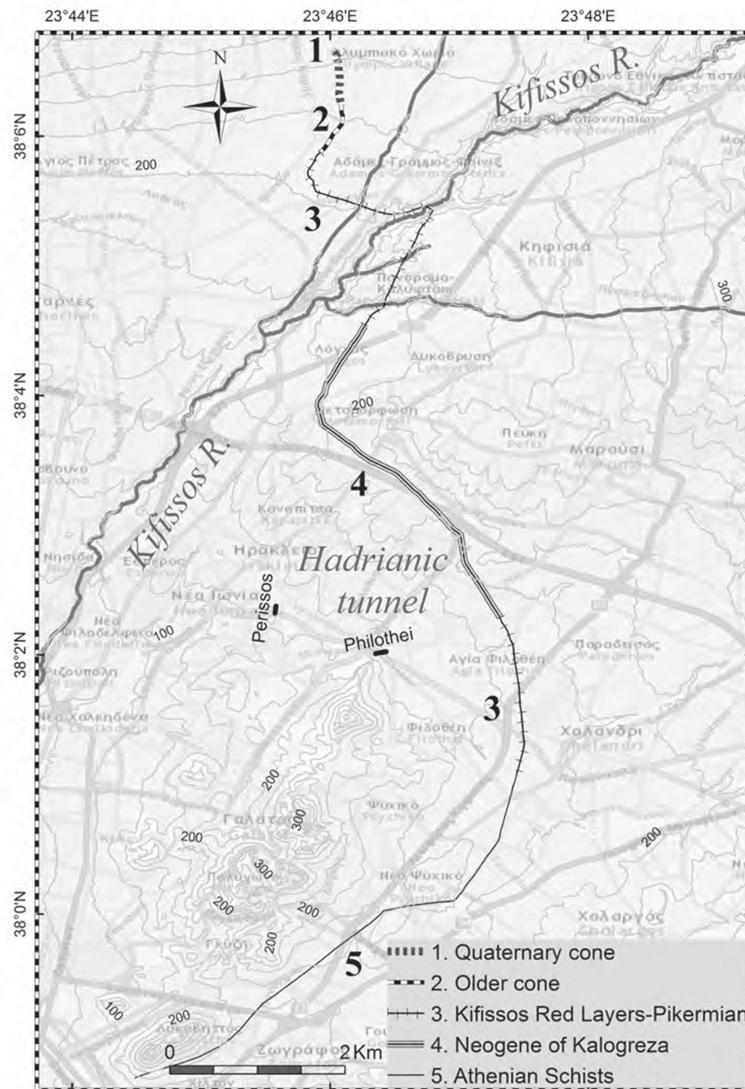
Με βάση τα δεδομένα των μηκοτομών έγινε η προσομοίωση της υδραυλικής λειτουργίας του υδραγωγείου για διάφορα σενάρια συνθηκών ροής και εισροών (Τσιούρη, 2018). Στην Εικόνα 2.7 φαίνονται τα σημεία της μηκοτομής και οι κύριες κλίσεις του υδραγωγείου, όπως αυτές χρησιμοποιήθηκαν στην υδραυλική προσομοίωση.



Εικόνα 2.7. Σημεία της μηκοτομής και κύριες κλίσεις του υδραγωγείου

Η υλοποίηση υδραυλικού μοντέλου αναπαράστασης λειτουργίας του υδραγωγείου αξιοποίησε το υλικό της ψηφιοποίησης των μηκοτομών σε διαφορετικά σενάρια παροχών τροφοδοσίας με χρήση λογισμικού HEC-RAS. Στόχος είναι η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικών με τον τρόπο λειτουργίας του έργου σε διάφορες συνθήκες και ακραίες καταστάσεις όπως είναι οι συνθήκες πλημμύρας, αν και για τη συγκεκριμένη περίπτωση πιστεύεται ότι το περίσσιο νερό εκτρεπόταν εκτός του υδραγωγείου. Επίσης, θα πρέπει να υπολογιστεί η αρχική συνολική παροχή του υδραγωγείου και να συγκριθεί το διαθέσιμο νερό σε συγκεκριμένες θέσεις με καταγεγραμμένες παροχές σε διάφορες χρονικές στιγμές, από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα. Τέλος, διερευνώνται οι συνθήκες υπό τις οποίες το υδραγωγείο μπορεί να λειτουργούσε υπό πίεση, σενάριο που εκτιμάται ότι δεν ήταν επιθυμητό από τους κατασκευαστές του έργου. Η όλη διαδικασία μπορεί να αξιοποιηθεί στη συνέχεια της έρευνας, με την εφαρμογή της στη μελέτη περιπτώσεων σημερινής αξιοποίησης των υδάτων προς άρδευση.

Για την υδρογεωλογική διερεύνηση καταγράφηκαν οι γεωλογικοί σχηματισμοί των περιοχών από όπου διέρχεται ο κύριος άξονας και τα εγκάρσια του υδραγωγείου σύμφωνα με το ΙΓΜΕ (Παράρτημα Ε), ώστε στη συνέχεια να διαπιστωθεί σε ποιες περιοχές η υδρομάστευση λειτουργεί και σε τι βαθμό αποδίδει. Στην Εικόνα 2.8 παρουσιάζεται μια περιγραφή που δόθηκε από τον Chiotis (2018) και διαφέρει ελάχιστα από την αντιστοιχία του άξονα με τον χάρτη του ΙΓΜΕ (2002).



Εικόνα 2.8. Γεωλογικοί σχηματισμοί κατά μήκος του κύριου άξονα του υδραγωγείου (Chiotis, 2018)

Σκοπός της διερεύνησης είναι να προκύψει τελικά η συνολική παροχή εισροών ύδατος προς το υδραγωγείο, για χρήση στο επόμενο στάδιο μελέτης που αφορά στην υδραυλική λειτουργία του για διάφορα σενάρια. Για τον ίδιο λόγο πρέπει να

εξεταστούν οι παροχές και η εποχιακή λειτουργία πηγών τροφοδοσίας στο ανάντη άκρο του υδραγωγείου από την Πάρνηθα (Κιθάρα, Καρυδιά), καθώς και τα κυριότερα παράπλευρα υδραγωγεία από την Πεντέλη (Χαλανδρίου, Κοκκιναρά).

Η στρωματογραφική ακολουθία περιλαμβάνει τους ακόλουθους σχηματισμούς, από τους νεότερους προς τους παλαιότερους.

1. Νεότεροι κώνοι και ριπίδια. Πλευρικά κορήματα και κώνοι κορημάτων, ασύνδετα, του Ολοκαίνου (φρέατα: 280-299)
2. Παλαιοί κώνοι και ριπίδια. Συνεκτικά λατυποκροκαλοπαγή στις παρυφές Πάρνηθας και Πεντελικού του Ανωτέρου Μειόκαινου (φρέατα: 270-280)
3. Λιμνοχερσαίοι σχηματισμοί του Κηφισού στους οποίους επικρατούν καστανέρυθρες άργιλοι του Ανωτέρου Μειόκαινου (φρέατα: 90-124 και 210-270)
4. Λιγνιτοφόροι λιμναίοι σχηματισμοί Καλογρέζας-Πικερμίου του Ανωτέρου Μειοκαίνου (φρέατα: 124-210)
5. Ενότητα Τουρκοβουνίων του αλπικού υποβάθρου με φλυσχοειδή ιζήματα, γνωστά ως Αθηναϊκός Σχιστόλιθος, και ενστρώσεις ασβεστολίθων (φρέατα: 1-90)

Ειδικότερα οι «Αθηναϊκοί σχιστόλιθοι» των Τουρκοβουνίων είναι γνωστοί για την προβληματική συμπεριφορά τους σε τεχνικά έργα. Σχετική περίπτωση στο Αδριάνειο αποτέλεσε μια σημαντική κατάπτωση στο Ψυχικό το 1923 (Γούναρης και Γεωργαλάς, 1926).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Η υφιστάμενη κατάσταση του υδραγωγείου

3.1. Εισαγωγή

Σχετικά με τη διερεύνηση της κατάστασης του υδραγωγείου, πραγματοποιήθηκε εκτεταμένη έρευνα για τον εντοπισμό αναγνωρίσιμων σημείων (δεξαμενές, φρέατα, θάλαμοι, αντλιοστάσια, εκκενωτήρια, στοές, αγωγοί, γέφυρα, φράγμα, πηγή). Αυτή έγινε τόσο στην επιφάνεια όσο και υπογείως, μετά από επισκέψεις σε χαρακτηριστικές θέσεις του υδραγωγείου. Στα σημεία αυτά διενεργήθηκε φωτογράφιση, βιντεοσκόπηση, λήψη μετρήσεων στάθμης νερού και υπολογισμός απολύτων υψομέτρων στάθμης (ΑΥΣ). Για τις ανάγκες διεκπεραίωσης της έρευνας πραγματοποιήθηκαν οικοδομικές εργασίες από το συνεργαζόμενο τεχνικό συνεργείο στα σημεία που αναφέρονται παρακάτω:

1. Φρέαρ 79. Εντός αλσυλλίου, Επτανήσου, Χαλάνδρι.
2. Φρέαρ 97. Εντός αλσυλλίου, Πύλου, Χαλάνδρι.
3. Φρέαρ 102. Ελ Αλαμείν, Χαλάνδρι.
4. Φρέαρ 102Α και εκσκαφή πυθμένα κυκλικής δεξαμενής, Ελ Αλαμείν-Χαλάνδρι.
5. Φρέαρ 103. Ελ Αλαμείν, Χαλάνδρι.
6. Φρέαρ 103Α. Ελ Αλαμείν, Χαλάνδρι.
7. Φρέαρ 104. Ελ Αλαμείν, Χαλάνδρι.
8. Φρέαρ 105. Ελ Αλαμείν, Χαλάνδρι.
9. Φρέαρ 113. Νησίδα Αποστόλου Παύλου, ΟΑΚΑ.
10. Φρέαρ 115. Νησίδα Αποστόλου Παύλου, ΟΑΚΑ.
11. Φρέαρ 159. Εθνομαρτύρων, Ηράκλειο.
12. Φρέαρ 175. Αντλιοστάσιο Δήμου Μεταμόρφωσης.
13. Φρέαρ 184. Νησίδα Αδριάνειου, Μεταμόρφωση.
14. Φρέαρ 235. Πάροδος Λάιου (μεταξύ Περιβοίας και Ειμαρμένης), κάτω Κηφισιά.
15. Φρέαρ 280. Ολυμπιακό χωριό (για τις ανάγκες ντοκιμαντέρ του BBC).
16. Τρία φρέατα του υδραγωγείου Χαλανδρίου-Πεντέλης, μεταξύ των οδών Ισμήνης και Λεωφόρου Βενιζέλου, δυτικά της Μονής Πεντέλης (ένα έφερε την ένδειξη 102Α).
17. Φρέαρ του υδραγωγείου ULEN, ρέμα Κοκκιναρά (πλησίον Δημαρχείου Κηφισιάς).
18. Φρέαρ “Πεισιστράτειου” υδραγωγείου άρδευσης του Εθνικού Κήπου, Παπαδιαμαντοπούλου (στο ύψος της οδού Αεροπόρου Παπαναστασίου), στο

πλαίσιο διερεύνησης πιθανής έμμεσης σύνδεσης με το Αδριάνειο μέσω κλάδου που κατευθύνεται προς τους Κάτω Αμπελοκήπους.

19. Φρέαρ εντός της καλυμμένης κοίτης του Ιλισού σε συνεργασία με την Υπηρεσία Προληπτικής Συντήρησης Δικτύου Αποχέτευσης (διερεύνηση πιθανής πορείας υδραγωγείου μεταφοράς νερού από το Αδριάνειο προς τον Πειραιά μέσω των Μακρών Τειχών).
20. Αποσφράγιση κτισμένου περάσματος, καθαρισμός καταληκτικής στοάς και διερεύνηση τοιχωμάτων στην παλαιά Δεξαμενή (Κολωνάκι). Η αποσφράγιση του αντίστοιχου περάσματος του καναλιού προς την ανοικτή δεξαμενή έγινε από συνεργείο της ΕΥΔΑΠ.
21. Αποσφράγιση κτισμένου περάσματος στον θάλαμο χλωρίωσης της ULEN στην πλατεία Αγίου Δημητρίου (Αμπελόκηποι). Η αποκάλυψη της θυρίδας πρόσβασης έγινε από συνεργείο της ΕΥΔΑΠ.

Ακολουθεί η περιγραφή των σημαντικότερων εργασιών (κατά την περίοδο 2017-2018) σε κάθε θέση, όπου διενεργήθηκε αυτοψία κατά την οποία προέκυψαν χρήσιμα συμπεράσματα και συνοπτική αναφορά των αποτελεσμάτων κατά τις επισκέψεις καθώς και οι εργασίες που εκτελέστηκαν. Ακόμη, η ακριβής ημερολογιακή παρουσίαση όλων των εργασιών και των υπόλοιπων σχετικών ενεργειών γενικότερα, υπάρχει στο Παράρτημα Γ.

Οι προς εξερεύνηση θέσεις του υδραγωγείου επιλέχθηκαν με κριτήριο τον εντοπισμό τμημάτων που:

- (α) συνδέονται με πιθανή αξιοποίηση του νερού του υδραγωγείου,
- (β) έχουν υδραυλικό – υδρογεωλογικό ενδιαφέρον,
- (γ) είναι κατάλληλες για πιθανή μελλοντική τουριστική αξιοποίηση και
- (δ) σχετίζονται με μελλοντικές εργασίες αποκατάστασης

Σε φρέατα όπου παρατηρήθηκε στάσιμο νερό μετρήθηκε το βάθος του πυθμένα και κυρίως η απόσταση της στάθμης του νερού από την επιφάνεια. Αφαιρώντας την τιμή αυτή σε κάθε πηγάδι από το αντίστοιχο απόλυτο υψόμετρο εδάφους (επιφάνειας) που ελήφθη από τις αντιστοιχισμένες παλιές μηκοτομές (με ενδεχόμενη, χωρίς ιδιαίτερη σημασία, μικρή διαφορά από την αντίστοιχη σημερινή κατάσταση) υπολογίστηκαν τα απόλυτα υψόμετρα στάθμης (ΑΥΣ). Από αυτά προέκυψαν τα πλημμυρισμένα τμήματα του υδραγωγείου, που το καθένα παρουσιάζει ίδιο ΑΥΣ σε όλα τα φρέατα που του ανήκουν, με μικρές αποκλίσεις που δεν υπερβαίνουν το ένα μέτρο. Τα

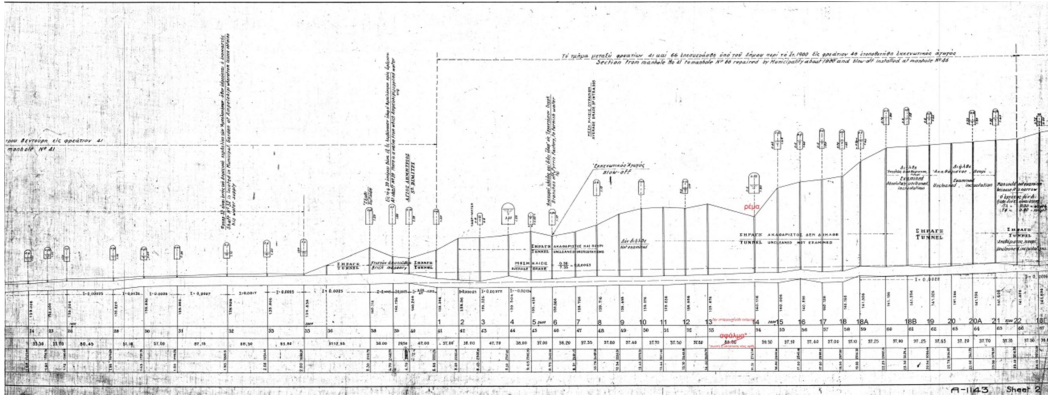
σχετικά αποτελέσματα και συμπεράσματα παρουσιάζονται στη συνέχεια. Στα περισσότερα φρέατα πραγματοποιήθηκε επίσης δειγματοληψία νερού για να γίνει χημική ανάλυση.

3.2. Χαρακτηριστικά σημεία του υδραγωγείου

3.2.1. Κτιστό υδραγωγείο Κυριακού

Όπως ήδη αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 1, το υδραγωγείο κατασκευάστηκε το 1875, ως επί το πλείστον πάνω στον άξονα του Αδριάνειου από τους Αμπελοκήπους μέχρι το Κολωνάκι, όπου το ρωμαϊκό έργο είχε καταστραφεί στο μεγαλύτερο μέρος του και ανακατασκευάστηκε σε συνολικό μήκος 2300 m. Το κανάλι του Αδριάνειου, ρηχό και σκαμμένο στο διαθέσιμο βραχώδες υπόβαθρο, κατασκευάστηκε σε αυτό το τμήμα με τη μέθοδο ανοικτού ορύγματος (cut and cover) και διέθετε φρεάτια ελέγχου και καθαρισμού, κάτι απαραίτητο ειδικά στα σημεία όπου η χάραξη ελίσσεται έντονα. Ο υπολογισμός της χάραξης του τμήματος αυτού ήταν οριακός ως προς την κλίση, σε συνάρτηση με την υψομετρική διαφορά που έπρεπε να καλύψει το συγκεκριμένο μήκος. Από σχέδια της ULEN του ιστορικού αρχείου ΕΥΔΑΠ προκύπτει ότι το απόλυτο υψόμετρο του πυθμένα της καταληκτικής σήραγγας στη δεξαμενή είναι 135.09 m (σχέδια P36, P75, P108), ενώ του πυθμένα του φρέατος 1 (παλαιό 41) απ' όπου ξεκινούσε και το κτιστό υδραγωγείο (Άγιος Δημήτριος) είναι 139.35 m (μηκοτομή Sheet 2, A1143). Η μέση κλίση του τμήματος από τα στοιχεία αυτά προκύπτει 0.185%.

Τα ίδια αυτά χαρακτηριστικά προβλήματα, σε συνδυασμό με επιπλέον προβλήματα διαρροών (κατασκευή εξ' αρχής πάνω από τον υπόγειο φρεάτιο ορίζοντα) και ακάθαρτων εισροών, είχε να αντιμετωπίσει το υδραγωγείο του Κυριακού. Κτίστηκε πάνω στην ίδια χάραξη του αρχικού Αδριάνειου, με εκ νέου άνοιγμα του κατά μήκος ορύγματος και νέο χτίσιμο τοιχωμάτων και τοξωτής οροφής, όπου ήταν απαραίτητο. Για το υδραγωγείο αυτό δεν έχουν σωθεί σχεδόν καθόλου στοιχεία αρχαιακού υλικού, καθώς το Φύλλο 1 της παλιάς σειράς μηκοτομών έχει χαθεί. Στο Φύλλο 2 (Εικόνα 3.1), όπου απεικονίζεται τμήμα 700 m περίπου μεταξύ των φρεατίων της παλιάς αρίθμησης 24-40, δίνονται κάποια γεωμετρικά χαρακτηριστικά της διατομής (μέσος όρος πλάτους: 0.50 m, μέσος όρος ύψους: 1.00 m).



Εικόνα 3.1. Α1143. Στοιχεία του υδραγωγείου (Αμπελόκηποι) πριν την ανακατασκευή (ULEN, 1925)

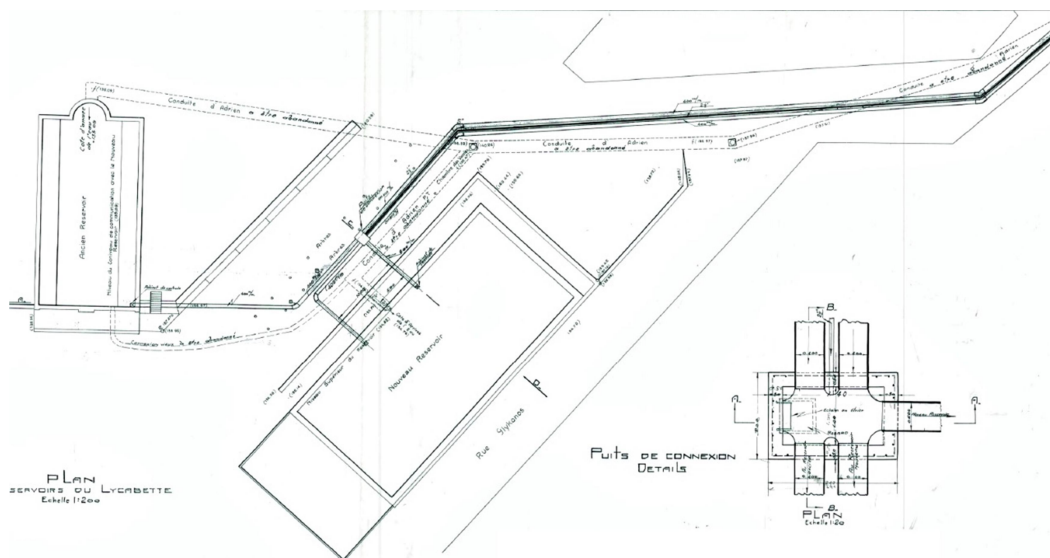
Επίσης προκύπτει ότι οι αποστάσεις μεταξύ των φρεατίων ήταν ακανόνιστες, στοιχείο που επιβεβαιώνεται και στο τμήμα μήκους 150 m που εξερευνήθηκε. Εκεί κάτω από τις οδούς Δεινοκράτους και Ξενοκράτους (Γεννάδειος βιβλιοθήκη), εντοπίστηκαν τέσσερα φρεάτια σε αποστάσεις 40-50 m). Το ύψος της στοάς δεν υπερβαίνει το 1.50 m και το πλάτος το 0.60 m, ενώ το λίθινο τόξο της οροφής και όλες οι επιφάνειες είναι επικαλυμμένες με ασβεστοκονίαμα (Εικόνα 3.2).



Εικόνα 3.2. Υπόγειο υδραγωγείο Κυριακού στην περιοχή της Γενναδείου Βιβλιοθήκης

Η συγκεκριμένη μηκοτομή διασώζει για την περιοχή των Αμπελοκήπων και άλλα στοιχεία του κτιστού υδραγωγείου, που αφορούν σε τοπική ιδιωτική ή δημόσια υδροδότηση, αλλά και της σήραγγας κάτω από την οδό Λουΐζης Ριανκούρ, πριν αυτή ανακατασκευαστεί το 1925 από την ULEN. Για αυτήν δίνονται: διαστάσεις διατομής (που διαφέρουν από τις σημερινές), χρονολογία επισκευής από τον Δήμο (1900), και άλλα στοιχεία υδραυλικών εγκαταστάσεων όπως ο μετρητής Venturi στο φρέαρ 41, ο εκκενωτικός αγωγός στο φρέαρ 46 όπου σημειώνεται και η ύπαρξη κλάδου προς το εργοστάσιο Πυρρή. Οι θέσεις των φρεάτων στο τμήμα αυτό, διατηρήθηκαν και αριθμήθηκαν εκ νέου μετά την ανακατασκευή της σήραγγας, και επιβεβαιώνονται σήμερα εντός του υδραγωγείου, εκτός από κάποια σφάλματα που καταγράφονται στη συγκεκριμένη αποτύπωση.

Τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά του υδραγωγείου Κυριακού συναντώνται και στο τμήμα του Αδριάνειου που καταλήγει στην παλαιά δεξαμενή στο Κολωνάκι, το οποίο αποκαλύφθηκε κατά την έρευνά μας. Οι διαφορές είναι ότι εκεί ορύχθηκε σήραγγα, όχι τάφος, ενώ έχουν διατηρηθεί και στοιχεία της ρωμαϊκής κατασκευής. Η σύνδεση της σήραγγας με τη δεξαμενή γίνεται μέσω οξείας γωνίας, όπως χαρακτηριστικά φαίνεται και σε τμήμα του σχεδίου P75 (Εικόνα 3.3).



Εικόνα 3.3. Συνδεσμολογία παλαιών σηράγγων και νέων αγωγών στις δύο δεξαμενές (ULEN, 1925)

Στα πρώτα 30 από τα συνολικά 50 m προσβάσιμου τούνελ, αρχικά δεν εντοπίστηκαν καθόλου ίχνη αρχαίου υλικού επένδυσης. Στη συνέχεια, κατόπιν διερεύνησης παρουσία αρχαιολόγων της Εφορείας Νεοτέρων Μνημείων, προέκυψε ότι τα

ρωμαϊκά τοιχώματα είχαν επικαλυφθεί με ασβεστοκονίαμα κατά τη νεότερη επισκευή, ενώ βρέθηκε να απουσιάζει η επένδυση του τόξου της οροφής από τη μέση του ύψους των τοιχωμάτων και πάνω. Ενδέχεται κατά την ανακατασκευή του Κυριακού να αφαιρέθηκε, όντας κατεστραμμένη, αφήνοντας τη στοά γυμνή, όπως ήταν όταν σκάφτηκε στον βράχο με ύψος 2 m, και πλάτος 1.5 m (Εικόνα 3.4).



Εικόνα 3.4. Επικαλυμμένα ρωμαϊκά τοιχώματα και απουσία τόξου κάλυψης της οροφής

Στα υπόλοιπα 20 m έχουν επισκευαστεί τα τοιχώματα, ενώ έχει διατηρηθεί η αρχική ρωμαϊκή οροφή σε κάποια σημεία, αποτελούμενη από τοξωτά κεραμικά τριμερή στοιχεία (Εικόνα 3.5).

Κατά τη διάρκεια της έρευνάς μας έγινε επίσης και η αποκάλυψη του καναλιού τροφοδοσίας της ανοικτής δεξαμενής του 1880, πραγματοποιήθηκε επίσκεψη και μετρήσεις στο εσωτερικό του, ταυτοποιώντας το σχέδιο της ULEN (Εικόνα 3.3). Μετρήθηκαν 6 m και 18 m 90° δεξιά προς την κύρια σήραγγα, αλλά η εξερεύνηση σταμάτησε σε μάζα πριν το σημείο της διακλάδωσης. Η ορθογωνική διατομή έχει ύψος 0.60 – 0.80 m και πλάτος 0.50 – 0.55 m και είναι σκεπασμένη με πέτρινες πλάκες (Εικόνα 3.6).



Εικόνα 3.5. Καθαρισμένα και επικαλυμμένα τοιχώματα, διατηρούμενη ρωμαϊκή οροφή



Εικόνα 3.6. Πλακοσκεπές κανάλι τροφοδοσίας της ανοικτής δεξαμενής του 1880

Στο σημείο της ορθής γωνίας υπάρχει φρέαρ ύψους 2.5 m προς την επιφάνεια, και επίσης η παράκαμψη, που φαίνεται και στο παραπάνω σχέδιο, από την οποία μπορούσε να υπερχειλίσει νερό προς την άλλη δεξαμενή. Ο κλάδος αυτός έχει ίδιο πλάτος με τα άλλα τμήματα και ύψος 1 m. Στην αρχή του υπάρχει ένα μεταλλικό φράγμα, και αμέσως κατόπιν διαθέτει και μια μικρή λεκάνη αμμοκαθίζησης. Η συνέχεια προς τη δεξαμενή είναι αποφραγμένη λόγω κατάπτωσης.

Τέλος, μια άλλη σήραγγα που αποκαλύφθηκε το 2015-2016 στην Πανόρμου, μεταξύ Αλεξάνδρας και Αγίου Δημητρίου, αποτυπώθηκε με τελείως διαφορετικά χαρακτηριστικά από αυτά του παραπάνω υδραγωγείου (Εικόνα 3.7). Είναι πιθανό να ανήκε σε κάποιο τοπικό υδραγωγείο που μετέφερε χαμηλότερα περισευούμενο νερό λόγω απόφραξης του Αδριάνειου. Το νερό αυτό σχημάτιζε το “Αϊρέμα”, δηλαδή το ρέμα του Αγίου (Δημητρίου), που κατέληγε στον Ιλισό. Ένα τέτοιο υδραγωγείο ήταν το “Κοντίτο” του 15^{ου}-16^{ου} αιώνα, που μετέφερε τα νερά που ανέβλυζαν προς το Πνευματικό Κέντρο Κωνσταντινουπολιτών, παρακάτω στην οδό Σούτσου, όπου ποτίζονταν τα άλσος (Παραδείσης, 2003). Ο πυθμένας της σήραγγας αυτής σημειώθηκε σε βάθος περίπου 4 m από το οδόστρωμα, με μέγιστο ύψος 2.20 m και πλάτος 0.50 m. Η αυτογία δεν απέδωσε παρά μόνο 20 m προσβάσιμης υπόγειας σήραγγας από το σημείο εισόδου μέχρι το τέλος (απόφραξη).

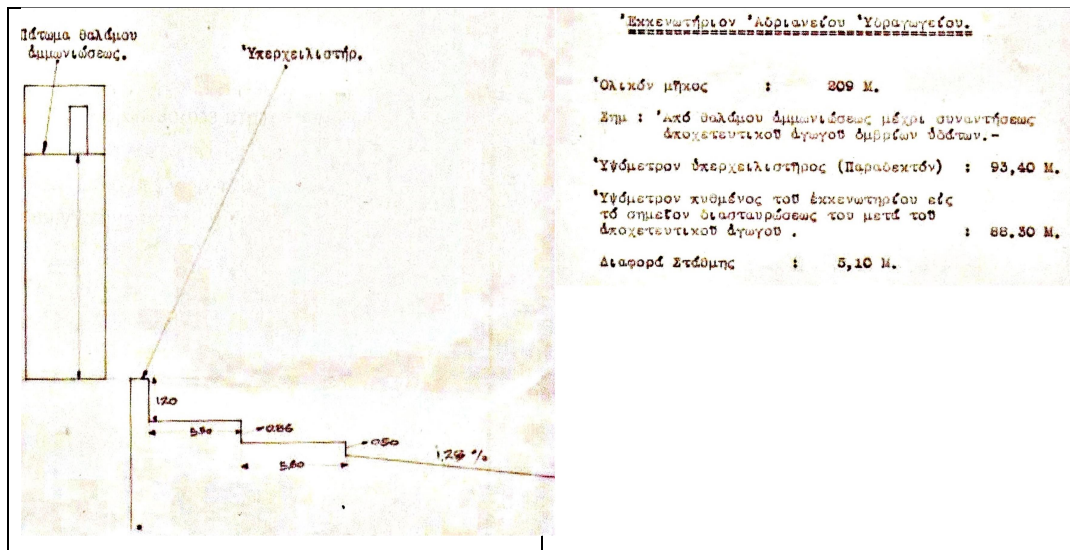


Εικόνα 3.7. Τμήμα υδραγωγείου κοντά στον Άγιο Δημήτριο

3.2.2. Σήραγγα οδού Ριανκούρ

Κατά τη διαδικασία επιφανειακής έρευνας (Δεκέμβριος 2015) επί του άξονα του

υδραγωγείου κατά μήκος της οδού Λουΐζης Ριανκούρ στο τμήμα Άγιος Δημήτριος- Πανόρμου εντοπίστηκε ένα μόνο από τα υπάρχοντα φρέατα του Αδριανείου. Είναι το υπ' αριθμόν 6 (παλαιό 46), διευρυμένο και ανακατασκευασμένο ως κλιμακοστάσιο με ηλεκτροφωτισμό, που παρείχε πρόσβαση σε εγκαταστάσεις εκκενωτηρίου (τα τεχνικά χαρακτηριστικά φαίνονται στην Εικόνα 3.8) και αμμωνίασης.



Εικόνα 3.8. Τεχνικά χαρακτηριστικά του εκκενωτηρίου (Λάμπρου, 2012)

Χωρίς φανό, καλυμμένο από τυπικό κυκλικό σκέπασμα με την ένδειξη “ΕΕΥ”, βρίσκεται στον αριθμό 28 της οδού, στο αριστερό ρείθρο με κατεύθυνση προς τον Άγιο Δημήτριο, μεταξύ των οδών Φθιώτιδος και Αργολίδος. Εκεί το 1915 προστέθηκε πέτρινο φυλάκιο (Λάμπρου, 2012) δίπλα στο παλιό στόμιο (μετέπειτα θάλαμος αμμωνίασης). Το τμήμα αυτό είναι το τελευταίο στο οποίο διατηρήθηκε από την ULEN η υπόγεια σήραγγα του υδραγωγείου (ήδη επισκευασμένη από τον Δήμο Αθηναίων το 1900), που το 1925 ανακατασκευάστηκε πλήρως λαμβάνοντας τη σημερινή της μορφή. Από την κατάληξη του τμήματος αυτού στον Άγιο Δημήτριο, το νερό συνέχιζε προς τη δεξαμενή του Κολωνακίου μέσω του “κτιστού” υδραγωγείου ως συνέχεια του Αδριανείου (πριν την ανακατασκευή), και έπειτα μέσω του μεταλλικού που το αντικατέστησε μετά το 1926.

Το βάθος του φρέατος 6 από την επιφάνεια είναι 8.70 m, ενώ η πρόσβαση στον πυθμένα γίνεται από μια διαβρωμένη μεταλλική στριφογυριστή σκάλα. Κάτω υπάρχει μεταλλική πλατφόρμα τοποθετημένη 0.5 m περίπου πάνω από την επιφάνεια του τρεχούμενου νερού, και δίφυλλες θύρες αποκλεισμού του φρέατος από την ανάντη

και κατάντη σήραγγα. Στο πλάι της σήραγγας υπάρχει θάλαμος χειρισμού του θυροφράγματος (Εικόνα 3.9) που σχετίζεται με το εκκενωτήριο που τοποθετήθηκε το 1900 (Εικόνα 3.8). Κάτω από τη στάθμη της πλατφόρμας (Εικόνα 3.10) εντοπίστηκε το θυρόφραγμα (κόφτρα) κλειστό.



Εικόνα 3.9. Θάλαμος χειρισμού της κόφτρας προς τον αγωγό εκκένωσης



Εικόνα 3.10. Κλειστό θυρόφραγμα προς τον αγωγό εκκένωσης και στα δεξιά, ο παράπλευρος κλάδος όπως αποκόπηκε προ ετών κατά την κατασκευή πολυκατοικίας επί της οδού Φθιώτιδος 22.

Κατά την ανακαίνιση του υδραγωγείου (1925) βελτιώθηκε η διάταξη του

εκκενωτηρίου (ο υπόγειος θάλαμος είναι από σκυρόδεμα), και στο ίδιο φρέαρ άρχισε να γίνεται αμμωνίαση του νερού για σταθεροποίηση της χλωρίωσης. Η χλωρίωση γινόταν παρακάτω, στο φρέαρ 1, όπου υπήρχε και μετρητής παροχής (Venturi). Επίσης, από το ίδιο σημείο ξεκινούσε ήδη από παλαιότερα και ο κλάδος παροχής νερού προς το εργοστάσιο Πυρρή.

Ο τελευταίος εικάζεται ότι ήταν οθωμανική σήραγγα κατασκευής με εκσκαφή και επίχωση (Εικόνα 3.10) που χρησιμοποιήθηκε επί Τουρκοκρατίας για άρδευση των κάτω Αμπελοκήπων με νερό του αποκομμένου κατάντη Αδριάνειου. Βρέθηκε εγκαταλειμμένο το 1883 πριν κατασκευαστεί το εργοστάσιο Πυρρή το 1887 (Παππάς, 1999), οπότε υποθέτουμε ότι το συντήρησαν και το χρησιμοποίησαν για το εργοστάσιο, που απείχε 650 m σε ευθεία από το φρέαρ 6. Από τα διαθέσιμα στοιχεία δεν προκύπτει αν ο εκκενωτικός αγωγός τοποθετήθηκε αργότερα στην ίδια θέση, χρησιμοποίησε μερικά μέτρα (209 m) του ίδιου αυτού παλαιού υδραγωγείου. Το εργοστάσιο έκλεισε τη δεκαετία του 1930, δεν είναι όμως γνωστό μέχρι πότε υδρευόταν από το Αδριάνειο, και αν τελικά υπήρξε κοινή χρήση τμήματος του παλαιού κλάδου ως εκκενωτηρίου, ενώ οι σημειώσεις στο σχέδιο A1143 (Εικόνα 3.1) δείχνουν ότι μπορεί να πρόκειται και για δυο διαφορετικά αντικείμενα.

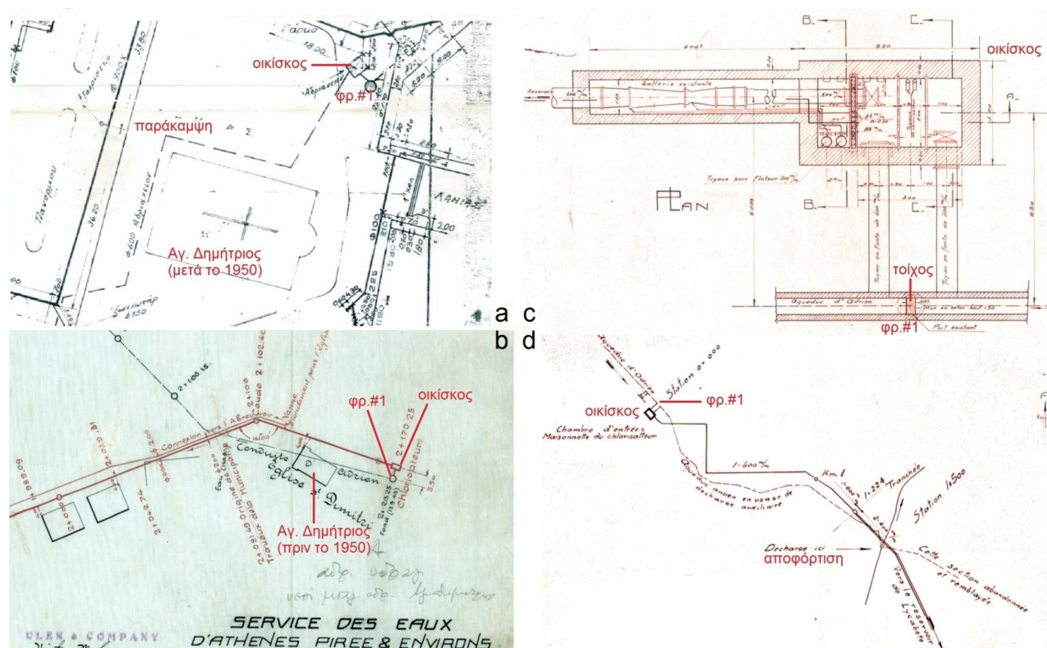
Η κύρια σήραγγα του υδραγωγείου κατεγράφη τον Αύγουστο και τον Οκτώβριο του 2017. Ανακατασκευασμένη πλήρως, έχει αποκτήσει ομοιόμορφη διατομή που έχει σχήμα κλειδαρότρυπας και χτιστά τοιχώματα από επεξεργασμένα στοιχεία λιθοδομής με τσιμεντοκονίαμα, ενώ μόνο στον πυθμένα φαίνεται να διατηρείται το αρχικό λαξευμένο στον βράχο κανάλι, πλάτους 0.50 m. Το πλάτος της διατομής αυξάνεται στο επάνω μέρος (0.80 m), ενώ το ύψος της φτάνει τα 2.20 m. Προς τα κατάντη, όπου τα σφραγισμένα φρέατα 5, 4, 3, 2 βρίσκονται σε αποστάσεις περίπου 37 m μεταξύ τους, πριν το πρώτο φρέαρ (No 1) εντοπίζεται αστοχία που φαίνεται να προκλήθηκε βεβιασμένα από πλευρικές ωθήσεις γειτονικής εκσκαφής τεχνικού έργου (Εικόνα 3.11). Η αρχική θραύση, η οποία έχει προκαλέσει μερική κατάρρευση της κτιστής επένδυσης για τουλάχιστον 15 m, παρατηρήθηκε στο δεξί τοίχωμα της στοάς προς τα κατάντη.

Η πλευρική αστοχία βρίσκεται μεταξύ των φρεάτων 2 και 1, με το τελευταίο να μην είναι ορατό, καθώς κάτω ακριβώς από το άνοιγμά του υφίσταται τοίχος από μπετόν μέχρι τη μέση, και κτιστός με συμπαγή τούβλα έως την οροφή της σήραγγας. Ακριβώς πριν τον τοίχο, χαμηλά στο δεξί τοίχωμα της σήραγγας, υπάρχει εγκάρσιος μικρός μεταλλικός αγωγός (Ø600) όπου εισέρχεται το νερό που καταλήγει στο

υπόγειο του οικίσκου χλωρίωσης, από τον οποίο ξεκινά το μεταλλικό υδραγωγείο (επίσης Ø600) προς το Κολωνάκι, όπως περιγράφουν τα σχέδια της Εικόνας 3.12.



Εικόνα 3.11. Η διατομή της ανακατασκευασμένης σήραγγας και η πλευρική αστοχία της επένδυσης



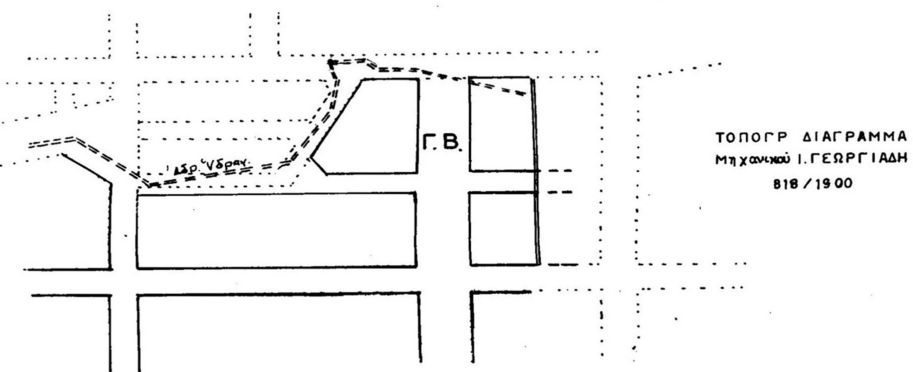
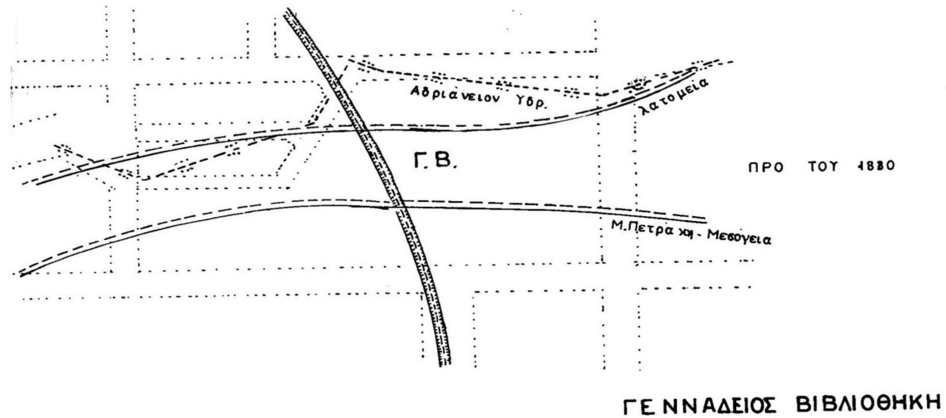
Εικόνα 3.12. α: παράκαμψη στον νέο ναό, β: ο παλιός ναός, γ: οικίσκος χλωρίωσης, δ: αποφόρτιση

Μια παράκαμψη στην αρχή του μεταλλικού αγωγού φέρεται να κατασκευάστηκε το 1952 (Εικόνα 3.12a), όταν αποφασίστηκε η ανέγερση της σημερινής εκκλησίας του Αγίου Δημητρίου (Παραδείσης, 2003) στη θέση προγενέστερης μικρότερης (Εικόνα 3.12b).

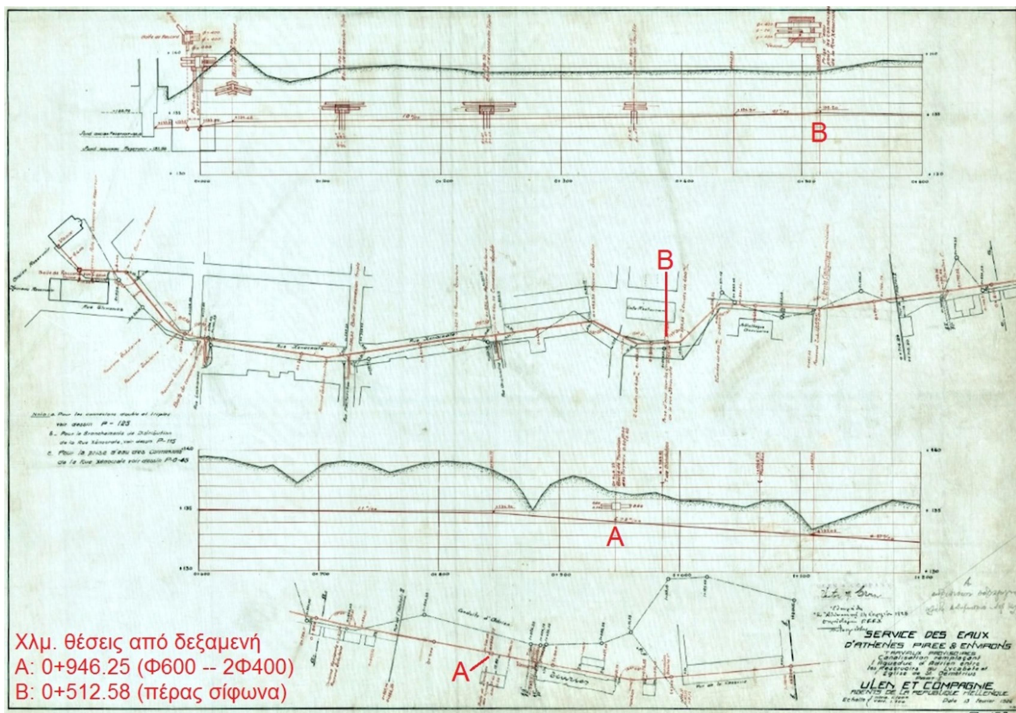
Μετά τις κατασκευές της ULEN (οικίσκος χλωρίωσης, μεταλλικοί αγωγοί) ο τσιμεντένιος τοίχος (Εικόνα 3.12c) προοριζόταν για υπερχειλιστής, ώστε σε περίπτωση πολύ μεγάλης παροχής που δεν θα μπορούσε να παραληφθεί από τον εγκάρσιο αγωγό Ø600, το νερό να περνούσε στο κατάντη τμήμα της παροπλισμένης σήραγγας, που είχε αποφασιστεί να διατηρηθεί ως αγωγός εκκένωσης. Η αποφόρτιση θα γινόταν σε απόσταση περίπου 1.5 km από τον τοίχο του φρέατος 1, πάνω στην αρχική χάραξη του υδραγωγείου. Στη συνέχεια όμως και πιθανότατα για προστασία των θεμελίων του ναού αλλά και του υπόγειου υποσταθμού της ΔΕΗ που βρίσκεται ακριβώς πριν από αυτόν, ο τοίχος χτίστηκε μέχρι επάνω για να μην προκαλεί προβλήματα το νερό. Κατά τον αρχικό σχεδιασμό, το νερό θα διοχετευόταν από την παλιά σήραγγα της ULEN και του Κυριακού, μέχρι ένα σημείο λίγο μετά τη Γεννάδειο, όπου επρόκειτο να άδειαζε σε μικρό ρέμα του Λυκαβηττού που υπήρχε τότε (Εικόνα 3.12d). Ωστόσο, το σχέδιο δεν φαίνεται να εφαρμόστηκε τελικά, μιας και κατά την αυτοψία στο συγκεκριμένο τμήμα του υπόγειου υδραγωγείου (κατάντη Γενναδείου) σε εκείνο το σημείο, δεν εντοπίστηκε κάποιος αγωγός απορροής εσωτερικά. Εκτιμάται μόνο ότι, στη θέση όπου το υδραγωγείο θα προσέγγιζε το ρέμα, η χάραξη πραγματοποιεί μια στροφή 90 μοιρών.

Στα παρακάτω αντίγραφα σχετικών σχεδίων της Εικόνας 3.13 (Παπάς, 1991), προκύπτει ότι στην αρχική χάραξή του το Αδριάνειο (προ ανακατασκευής Κυριακού) δεν προσέγγιζε έτσι το ρέμα, αλλά το έτεμνε.

Η ίδια χάραξη παραδόξως μεταφέρθηκε και στο σχέδιο (P108) αποτύπωσης του μεταλλικού υδραγωγείου της ULEN (Εικόνα 3.14), παρόλο που το 1926 υπήρχε η τροποποιημένη χάραξη Κυριακού με την κλειστή στροφή (σε άλλα σημεία αποτυπώνονται παρακάμψεις από την αρχική χάραξη).

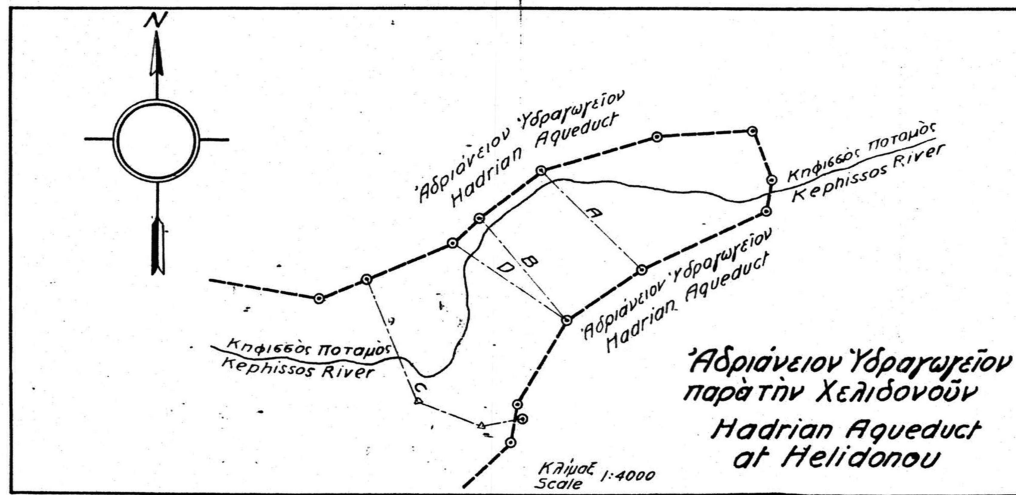


Εικόνα 3.13. Τροποποίηση χάραξης του Αδριάνειου λόγω μικρού ρέματος (Παππάς, 1991)



Εικόνα 3.14. P108. Οριζοντιογραφίες και μηκοτομή του μεταλλικού υδραγωγείου (ULEN, 1926)

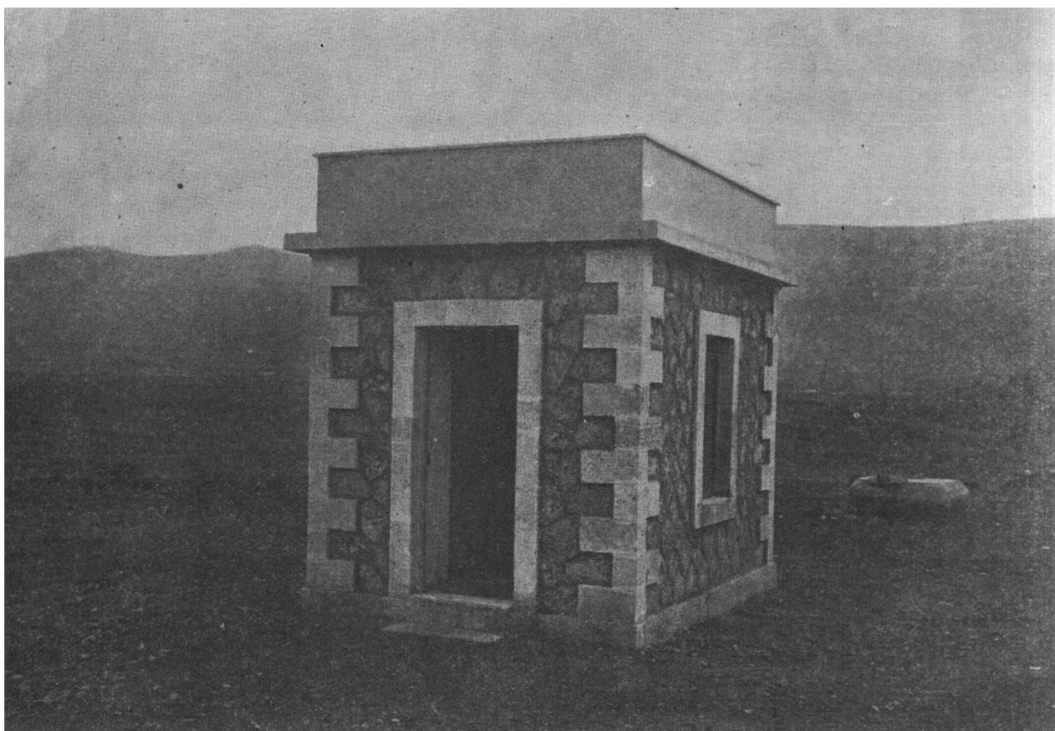
Η τροποποίηση αυτή αποσκοπούσε στο ορθό πέρασμα του υδραγωγείου από την διαμορφωμένη κοίτη εκείνης της εποχής. Προκλήθηκε δηλαδή μικρή αύξηση του μήκους με στροφή, για την ομαλή διατήρηση της κλίσης του αγωγού χωρίς τη χρήση γέφυρας, όπως ακριβώς συνέβαινε και στη Χελιδονού σε πολύ μεγαλύτερη βέβαια κλίμακα (Εικόνα 3.15). Εδώ όμως κεντρίζει την προσοχή το γεγονός ότι στη ρωμαϊκή χάραξη μάλλον ο ελιγμός αυτός δεν υπήρχε, αλλά αυτό μπορεί να εξηγηθεί είτε θεωρώντας ότι η συγκεκριμένη μικρή κοίτη μπορεί να διέφερε εκείνη την εποχή, είτε υποθέτοντας τη χρήση μικρής γέφυρας από τους Ρωμαίους.



Εικόνα 3.15. Ελιγμός Κηφισού και προτάσεις για bypass, αφού καταστράφηκε (ULEN, 1930)

Σύμφωνα με το σχέδιο P88 (ULEN, 1926) από το ιστορικό αρχείο της ΕΥΔΑΠ (τμήμα του, στην Εικόνα 3.12c), πίσω από τον τοίχο στα δεξιά του οποίου φεύγει το νερό στον Ø600 προς το υπόγειο του οικίσκου χλωρίωσης, διατηρήθηκε η παραπάνω συνέχεια της σήραγγας του υδραγωγείου αποκλεισμένη. Ο οικίσκος δεν υπάρχει σήμερα, αλλά γνωρίζουμε τη μορφή του από το εν λόγω σχέδιο και από μαρτυρίες παλιών κατοίκων της συνοικίας του Αγίου Δημητρίου, που υποστηρίζουν ότι κάποτε γκρεμίστηκε. Μέχρι το 1975 δε, φέρεται να υπήρχε στη θέση του μεταγενέστερο πρόχειρο μικρότερο παράπηγμα, που καμία σχέση δεν είχε, βάσει των περιγραφών, με το κτίσμα που παρουσιάζεται στο σχέδιο. Ένας δεύτερος οικίσκος που περιγράφεται ότι υπήρχε λίγο πιο πάνω, ήταν στη θέση του φρέατος 6 με τη στριφογυριστή σκάλα (θάλαμος αμμωνίασης), και έχει διασωθεί σε φωτογραφία από τον Ι. Λάμπρου (Εικόνα 3.16). Κατά την ανακατασκευή της ULEN το φρέαρ πήρε τη

σημερινή του μορφή, και ταυτίστηκε τοπογραφικά με τον οικίσκο, ο οποίος ίσως αντικαταστάθηκε από νεότερο (θάλαμος αμμωνιάσης) που σήμερα δεν υφίσταται.



Εικόνα 3.16. Φυλάκιο του 1915 (Λάμπρου, 2012) στη θέση του φρέατος 6 που διακρίνεται.

Τον Νοέμβριο του 2018, αφού εντοπίστηκε κατόπιν μελέτης το πιο πιθανό σημείο για τη θυρίδα πρόσβασης προς το υπόγειο του οικίσκου χλωρίωσης, μετά από ανασκαφή σε παρτέρι της πλατείας Αγίου Δημητρίου, εντοπίστηκε η θυρίδα εισόδου με κυκλικό κάλυμμα όμοιο με του φρέατος 6. Το παρτέρι δεν υπήρχε στην αρχική ρυμοτομία αλλά προστέθηκε όταν αφαιρέθηκε ο οικίσκος στενεύοντας τον δρόμο, κάτι που διαπιστώθηκε και λήφθηκε υπόψη κατά τη μελέτη εντοπισμού της θυρίδας. Μια σιδερένια διαβρωμένη σκάλα (Εικόνα 3.17) που καταλήγει σε πλατφόρμα με σχάρες και λαμαρίνες βρίσκεται περίπου 3 μέτρα πάνω από το νερό το οποίο καταλήγει εδώ περνώντας από τον εγκάρσιο $\varnothing 600$ που έχει εντοπιστεί και από την πλευρά της σήραγγας (Εικόνα 3.12c). Από το δάπεδο του θαλάμου φεύγει το νερό στον κύριο μεταλλικό $\varnothing 600$ που το μεταφέρει στο Κολωνάκι, ο οποίος για τα έξι πρώτα μέτρα βρίσκεται μέσα σε λιθόκτιστη (πλημμυρισμένη τώρα) τοξωτή στοά. Στο υπόγειο περιλαμβάνονται όλες οι λεπτομέρειες που απεικονίζονται στο σχέδιο P88, παλιά εγκατάσταση φωτισμού και ένας λεπτός σωλήνας για τη χλωρίωση. Μόνο η σκάλα

και η πλατφόρμα δεν υπάρχουν στο σχέδιο, αφού αρχικά προβλεπόταν η κατάβαση από σκαλοπάτια “Π” που ακόμα υπάρχουν στον τοίχο. Στον ίδιο τοίχο (προς την πλευρά της πλατείας), μεταγενέστερα, φαίνεται να συνδέθηκε και ένας μεγάλος αγωγός ύδρευσης (κλειστός) που ίσως είχε ρόλο να εκκενώνει ή να τροφοδοτεί προς το Αδριάνειο, νερό από τον Ø900 που διέρχεται πλησίον. Πάνω από την εξαγωγή του Ø600 υπάρχει χειροκίνητο κλειδί γυρισμένο στην ένδειξη “ΑΝΟΙΚΤΟ” (ανάγλυφη πινακίδα στον τοίχο με βέλος). Το συνολικό βάθος από την επιφάνεια μέχρι τον πυθμένα είναι 8.35 m ενώ υπάρχει και ένα βαθύ φρέαρ με κατακόρυφους αγωγούς που φτάνει τα 11.5 m, μέρος της διάταξης του μετρητή Venturi (Εικόνα 3.17).



Εικόνα 3.17. Πρόσβαση στο υπόγειο του θαλάμου χλωρίωσης. Πάνω αριστερή γωνία: η εισροή

Υπάρχει και ένας δεύτερος εγκάρσιος αγωγός Ø600, όμοιος και παράλληλος με τον πρώτο απ' τον οποίο περνά το νερό από τη σήραγγα στον θάλαμο, και συνδέει τον χώρο με την αποκομμένη σήραγγα κατάντη του τοίχου, αλλά είναι κλειστός με θυρόφραγμα, όπως φαίνεται και στο σχέδιο. Μετά από έρευνα αποδείχτηκε ότι ήταν τοποθετημένος μέσα σε σκαμμένη σήραγγα μήκους τεσσάρων μέτρων, που δεν απεικονιζόταν στο σχέδιο (Εικόνα 3.12c), από την οποία θα μπορούσε να προκύψει

πρόσβαση στο κατάντη παροπλισμένο υδραγωγείο. Αυτό διαπιστώθηκε μετά από αποσφράγιση κλειστού περάσματος μέσα από το υπόγειο του θαλάμου. Μετά από διάνοιξη οπής και στο άλλο άκρο του, προέκυψε πράγματι πέρασμα προς το κατάντη υδραγωγείο, ακριβώς μετά τον τοίχο υπερχειλίσεως όπου και φάνηκε ότι το φρέαρ 1 είναι μπαζωμένο από την επιφάνεια. Στα 13 m κατάντη υπάρχει ένας ακόμη τοίχος με μικρό κενό στο επάνω μέρος του (Εικόνα 3.18). Άλλα δυο μέτρα πιο πίσω υπάρχει κι άλλος τοίχος χτισμένος μέχρι την κορυφή, και μεταξύ των δύο τοίχων, στην οροφή της στοάς, εντοπίστηκε κλειστό άνοιγμα προς την επιφάνεια. Εκτιμήθηκε από τα τοπογραφικά στοιχεία της σήραγγας (μήκος, διεύθυνση), επιβεβαιώθηκε και ηχητικά, ότι η πρόσβαση είναι προς τον υποσταθμό της ΔΕΗ. Στη συνέχεια της έρευνας θα διαπιστωθεί εάν πράγματι υπάρχει εντός του υποσταθμού.

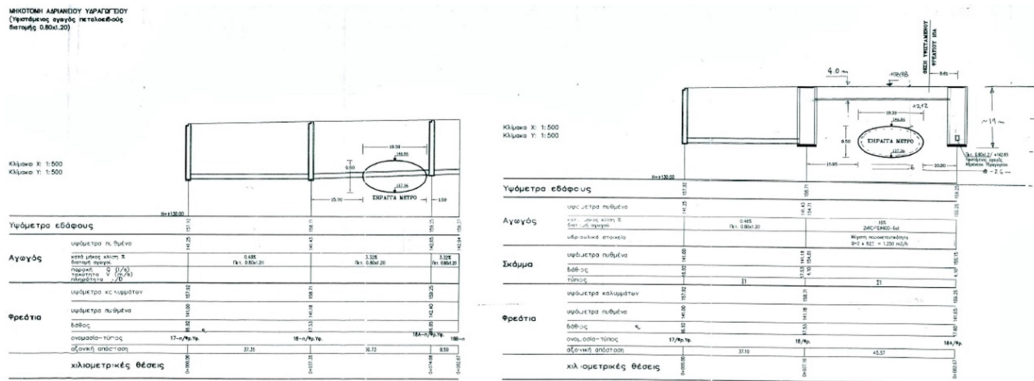


Εικόνα 3.18. Σήραγγα κατάντη του φρέατος 1, στα 13 m εμπρός ο επόμενος υπερχειλιστής

Ο νέος τοίχος, μαζί με τον προηγούμενο του φρέατος 1, θα μπορούσαν να αποτελούν αρχικά δύο διαδοχικά φράγματα του υδραγωγείου με χαρακτήρα υπερχειλιστή, με τον δεύτερο σε μεγαλύτερο ύψος από τον πρώτο. Ο ανενεργός αγωγός Ø600 (της μικρής σήραγγας-περάσματος από τον οικίσκο χλωρίωσης προς τη σήραγγα του υδραγωγείου), θα είχε τον ρόλο να μεταφέρει πίσω στον θάλαμο το νερό που τυχόν

υπερχειλίζει από τον χαμηλότερο τοίχο και παρέμενε στη στοά των δεκατριών μέτρων συγκρατούμενο από τον επόμενο ψηλότερο τοίχο. Η κλίση του αγωγού αυτού δικαιολογεί μια τέτοια λειτουργία, η οποία θα μπορούσε να τελείται ακόμα και πριν χτιστεί ή ανυψωθεί ο κατάντη τοίχος (τουλάχιστον το επάνω μέρος του είναι μεταγενέστερο). Ο αγωγός όμως φαίνεται πως σφραγίστηκε από κάποια στιγμή και μετά, ενώ ίχνη σε όλες τις επιφάνειες της κύριας σήραγγας αλλά και της μικρής εγκάρσιας, δείχνουν ότι κάποια εποχή συγκρατήθηκε για αρκετό καιρό νερό σε μέση στάθμη μεταξύ των δυο τοίχων, που πέρασε και στη στοά του αγωγού. Ο τελευταίος τώρα, και χτισμένος μέχρι την οροφή, τοίχος πρέπει να είχε ρόλο προστασίας των θεμελίων της εκκλησίας, ενώ ο προηγούμενος, μαζί και με ένα ανάχωμα που υπάρχει μπροστά του, μοιάζει να έγινε (ή να ανυψώθηκε) για να προστατευτεί ο υποσταθμός της ΔΕΗ. Το μόνο στοιχείο, τέλος, που δεν ερμηνεύθηκε πλήρως είναι ένας μεταλλικός αγωγός μικρής διαμέτρου, τοποθετημένος στο δάπεδο της κύριας σήραγγας, που ξεκινά από το μπάζωμα του φρέατος 1 και μάλλον χρησίμευε για να μεταφέρει κάπου παρακάτω νερό του υδραγωγείου που περνούσε στο τμήμα αυτό.

Το τμήμα προς τα ανάντη του φρέατος 1 καταγράφηκε τον Οκτώβριο του 2017 με πλήρη διάσχιση της σήραγγας μέχρι την Πανόρμου (μετρό), συνολικού μήκους 630 m. Το έτος ανακατασκευής 1925 επιβεβαιώνεται σε ανεπίσημο χάραγμα στο επίχρισμα, όπως και η ρωμαϊκή σήραγγα πάνω στην ίδια ακριβώς χάραξη, της οποίας διατηρούνται τα τοιχώματα σε ένα σημείο. Ξεκινώντας από τον τοίχο του φρέατος 1 και περνώντας κάτω από τα φρέατα 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, που απέχουν 37 m μεταξύ τους, προσεγγίστηκε το σύγχρονο φρέαρ 18. Αυτό αποτελεί το κατάντη τμήμα του έργου by-pass πάνω από τη σήραγγα του μετρό πλησίον του σταθμού “Πανόρμου”, η οποία διέκοψε το υδραγωγείο (Εικόνα 3.19).



Εικόνα 3.19. Στοιχεία διασταύρωσης σήραγγας μετρό και υδραγωγείου πριν και μετά (Κάζος, 2000)

Από τα σχετικά σχέδια της μελέτης (Κάζος, 2000), επιβεβαιώθηκε το βάθος του (περίπου 18 m) και οι λοιπές διαστάσεις διατομής (Εικόνα 3.20).



Εικόνα 3.20. Νερό υπερχείλισης στο νέο φρέαρ 18, κατάντη μετρό Πανόρμου (σχέδιο: Κάζος, 2000)

3.2.3. Εκτίμηση παροχής στο φρέαρ 18AN

Κατόπιν αυτοψίας και μετρήσεων στο νέο φρέαρ 18A (18AN) (Εικόνα 3.20) ανάντη της σήραγγας του μετρό, διαπιστώθηκε ότι το νερό του υδραγωγείου κινείται προς τα κατάντη με φυσική υπερχείλιση μόνο, μέσω δυο αγωγών $\varnothing 400$. Το υπάρχον σύστημα άντλησης προς την κατάντη σήραγγα δεν είναι σε τακτική λειτουργία, με αποτέλεσμα το ανάντη φρέαρ, βάθους 20 m, να είναι πληρωμένο με 13 m νερό, προκαλώντας υψηλή σταθερή στάθμη στο υδραγωγείο μέχρι το ΟΑΚΑ. Αυτό επιβεβαιώθηκε από τα απόλυτα υψόμετρα στάθμης στο συγκεκριμένο αλλά και σε όλα τα ανάντη φρέατα (152-154 m), συμπεριλαμβανομένων και αυτών της οδού Ελ Αλαμίν στο Χαλάνδρι που εξετάστηκαν εκτενέστερα. Η ολική σημερινή υφιστάμενη κατάσταση των τμημάτων του υδραγωγείου με υψηλή στάθμη και στάσιμο ή πολύ αργά κινούμενο νερό περιγράφεται παρακάτω.

Στο Παράρτημα Ζ1 παρουσιάζονται οι μετρήσεις παροχής που έγιναν για το διάστημα 26/11/1997 έως 30/9/1999 (Κάζος, 2000). Από τις μετρήσεις αυτές

προκύπτει μια μέγιστη μετρημένη παροχή του υδραγωγείου περίπου $250 \text{ m}^3/\text{h}$, ενώ κατά τις 673 ημέρες, πέρασαν συνολικά 3.19 hm^3 . Εάν η παροχή των $250 \text{ m}^3/\text{h}$ δεν επιβεβαιώνεται από το νερό που καταλήγει στο Κολωνάκι, αυτό μπορεί να σημαίνει ότι υπάρχει ενδιάμεση αποφόρτιση παροχής. Σε σχέδια του Υδρονομείου απεικονίζεται ο αγωγός $\text{Ø}300$ που αποσπάται του $\text{Ø}600$ της ULEN στη διασταύρωση Αλεξάνδρας και Κυριακού, και χρησιμοποιήθηκε για άρδευση του Πεδίου του Άρεως κατά τη δεκαετία του '70. Σε μελλοντική διερεύνηση είναι επιθυμητό να εντοπιστεί η ακριβής θέση που σημειώνεται σε κύκλο στην Εικόνα 3.21, προκειμένου να εξακριβωθεί εάν μέσω του $\text{Ø}300$ αυτού εξάγεται μέρος της παροχής του υδραγωγείου, καταλήγοντας στον αγωγό ομβρίων της λεωφόρου Αλεξάνδρας.



Εικόνα 3.21. Σκαρίφημα του Υδρονομείου όπου φαίνεται η εξαγωγή προς τη Λ. Αλεξάνδρας (ΕΥΔΑΠ)

Προς επιβεβαίωση ή μη της παραπάνω παροχής, πραγματοποιήθηκε επίσης και ανίχνευση με ειδική συσκευή (ΕΥΔΑΠ) με σκοπό να εντοπιστούν τα σημεία των δύο φρεατίων επίσκεψης προς τους μεταλλικούς αγωγούς, που σημειώνονται στο σχέδιο P108 (θέσεις Α & Β) (Εικόνα 3.14). Η πρώτη φάση της έρευνας όμως δεν έφερε αποτέλεσμα, παρ' όλο που προχώρησε και σε εργασίες εκσκαφής του οδοστρώματος σε υποψήφιες θέσεις.

Ο κύριος μεταλλικός Ø600 που ξεκινά από τον Άγιο Δημήτριο έχει μήκος περίπου 1220 m, ενώ στα τελευταία 950 m προς τη δεξαμενή, χωρίζεται σε 2Ø400. Συνολικά είναι περίπου 2170 m στα οποία το νερό δεν κυλά με βαρύτητα, αλλά σχηματίζεται εξ αρχής ένας μεγάλος σίφωνας που ολοκληρώνεται περίπου 500 m πριν το Κολωνάκι (Εικόνα 3.14). Αυτό συνέβη επειδή η νέα χάραξη ακολούθησε τη φυσική επιφάνεια του εδάφους, με οριζοντιογραφία που διαφοροποιείται από την αρχική χάραξη. Παρά την υπό πίεση λειτουργία οι αγωγοί δέχονται χωρίς προβλήματα την παροχή που υπερχειλίζει στο φρέαρ 18AN, ωστόσο παρατηρούνται διαρροές λόγω παλαιότητας, εάν κλείσει η βάνα στο Κολωνάκι και η πίεση αυξηθεί. Από μετρήσεις του 1997 στο ίδιο σημείο του υδραγωγείου καταγράφεται παροχή μέχρι και 480 m³/h (αρχείο Νεστορίδη), ενώ η μέγιστη παροχευτικότητα των 2Ø400 υπερχειλίστηκε στο φρέαρ 18AN είναι 2x625=1250 m³/h (Κάζος, 2000). Συνεπώς, οι αγωγοί που λειτουργούν ήδη με παραδεκτή παροχή 250 m³/h χωρίς προβλήματα διαρροών, θα συνεχίσουν να λειτουργούν ανεπηρέαστοι εάν κατά την άντληση η παροχή φτάσει τα 375 m³/h όπως προβλέπει η εν λόγω μελέτη.

Το πρόβλημα που παρατηρήθηκε όμως κατά την έναρξη δοκιμαστικής λειτουργίας του αντλιοστασίου μετά από κατάσταση ηρεμίας, ήταν ότι η σήραγγα κατάντη του μετρώ μέχρι τον Άγιο Δημήτριο δεν λειτούργησε ομαλά. Αυξήθηκε η στάθμη του νερού υπερβαίνοντας και το επίπεδο της οροφής της τουλάχιστον στο κατάντη 1/3 της (παρατήρηση στο φρέαρ 6), λόγω (α) της μικρής κλίσης (0.4-0.1%), (β) της αστοχίας που προαναφέρθηκε τα υλικά της οποίας παρεμποδίζουν τη ροή και (γ) της εγκάρσιας θέσης του αγωγού που μεταφέρει το νερό στον οικίσκο χλωρίωσης (Εικόνα 3.22). Στο σημείο αυτό εξηγείται και η χρησιμότητα του συστήματος των τοίχων υπερχειλίστηκε που περιγράφηκαν παραπάνω (Εικόνα 3.23). Επειδή πάντως μεταξύ του καταληκτικού σημείου της σήραγγας και της έναρξης του μεταλλικού Ø600 προς Κολωνάκι μεσολαβεί ο χώρος του υπογείου θαλάμου χλωρίωσης, που λειτουργεί ως λεκάνη ανακούφισης, εκτιμάται ότι δεν παρουσιάζονται προβλήματα πίεσης στους κατάντη αγωγούς σε αντίστοιχες περιπτώσεις.



Εικόνα 3.22. Το πέρας της σήραγγας Ριανκούρ και ο εγκάρσιος $\varnothing 600$ προς τον οικίσκο χλωρίωση



Εικόνα 3.23. Ο κλειστός τοίχος υπερχειλίσης στη θέση του φρέατος 1. Κάτω δεξιά γίνεται η εξαγωγή (λεπτομέρεια Εικόνας 3.22). Η ζημιά στην επένδυση της οροφής προκλήθηκε από την ανάντη αστοχία.

Η ποσότητα νερού στο φρέαρ 18AN (Εικόνα 3.24) είναι 133 m^3 (σχέδιο as built: 6.37 m νερό σε διατομή $5 \times 3 \text{ m}$ και 6.58 m νερό σε διατομή $1.9 \times 3 \text{ m}$), ενώ του αποθηκευμένου νερού στην ανάντη σήραγγα (μέχρι το ΟΑΚΑ) για μέσο πλάτος 0.50 m , μέσο ύψος 1.50 m και μήκος 6000 m , είναι 4500 m^3 . Το σύνολο των 4633 m^3 θα μπορούσε να αντληθεί με την παροχή $375 \text{ m}^3/\text{h}$ σε 12.35 ώρες, αν ιδανικά δεν εισέρεε επιπλέον νερό κατά τη διάρκεια της δοκιμής. Η “δοκιμαστική” άντληση που πραγματοποιήθηκε από τη ΣΤΑΣΥ τον Σεπτέμβριο του 2018 είχε τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται παρακάτω.



Εικόνα 3.24. Στάθμη ύδατος ($AY\Sigma=152 \text{ m}$) στο φρέαρ 18AN, σε λειτουργία υπερχείλισης

Στα πρώτα 5 min η στάθμη κατέβηκε περίπου 2 m (περίπου 30 m^3). Αν υποθέσουμε ότι στα 5 min αντλήθηκε νερό μόνο από το “πηγάδι”, η παροχή που προκύπτει είναι $30/(5/60)=360 \text{ m}^3/\text{h}$. Αν όμως η αντλία αποδίδει πράγματι $375 \text{ m}^3/\text{h}$ τότε προκύπτει ότι αντλήθηκαν 31.25 m^3 , δηλαδή επιπλέον 1.25 m^3 από τη σήραγγα ανάντη του πηγαδιού. Στα επόμενα 40 min , η στάθμη κατέβηκε περίπου 4.5 m , έως το πέρας της μεγάλης διατομής του φρέατος (περίπου 66 m^3 του φρέατος). Παρατηρούμε ότι με την πάροδο του χρόνου (και δεδομένη σταθερή παροχή) ο ρυθμός της πτώσης στάθμης μειώνεται, κάτι που σημαίνει ότι αντλείται περισσότερο νερό εκτός φρέατος

κατά τη διάρκεια της μείωσής της. Στα 40 min με την ίδια παροχή προκύπτει ότι αντλούνται 250 m³. Αφαιρώντας τα 66 m³ του φρέατος προκύπτει ότι αντλήθηκαν και 184 m³ από τη σήραγγα στον χρόνο αυτό. Στην επόμενη μία ώρα η στάθμη ταπεινώθηκε μόλις 1 m, και για άλλη μία ώρα η επιπλέον πτώση ήταν μόλις 0.50 m. Στις δύο ώρες για τη δεδομένη παροχή αντλήθηκαν 750 m³ από τα οποία μόνο τα 9 περίπου φαίνεται να ήταν όγκος νερού του φρέατος (η στάθμη πλέον βρισκόταν στη μικρή διατομή) και τα υπόλοιπα νερό της σήραγγας. Η δοκιμή διάρκεσε συνολικά 2 h και 45 min (165 min), διάστημα κατά το οποίο αντλήθηκαν περίπου 1030 m³ συνολικά, δηλαδή λιγότερο από το 1/4 της συνολικής ποσότητας.

Κατά την παύση λειτουργίας της αντλίας στην ίδια παραπάνω δοκιμή, η στάθμη ανέβηκε περίπου 1.5 m σε μία ώρα (στη μικρή διατομή του “πηγαδιού”), άλλα 4.5 m (στη μεγάλη διατομή) σε 85 min και τα τελευταία περίπου 2 m μέχρι τη στάθμη υπερχειλίσης, σε ακόμη μία ώρα. Συνολικά, χρειάστηκαν 2 h και 85 min (205 min) για να αναπληρωθούν τα 1030 m³ που αντλήθηκαν, χρόνος από τον οποίο προκύπτει ότι η παροχή νερού του υδραγωγείου ήταν **τουλάχιστον 300 m³/h**. Η τιμή αυτή ισοδυναμεί με την παροχή υδρομάστευσης του τμήματος των 6 km του υδραγωγείου, δεδομένου ότι δεν υπάρχουν ενεργά παράπλευρα υδραγωγεία εγκάρσια στο τμήμα και ότι η ποσότητα νερού που εισρέει από τα ανάντη του επόμενου προβληματικού σημείου (ολική απόφραξη στην οδό Σπύρου Λούη αμέσως κατάντη του ΟΑΚΑ) είναι πολύ μικρή (χονδρική εκτίμηση παρατηρητή: 1.5 l/min ή 0.1 m³/h).

Αν η διαδικασία επαναληφθεί μερικές φορές και παρατηρηθεί ότι η παροχή υδρομάστευσης φθίνει με τον χρόνο, ίσως αυτό να μπορεί να μεταφραστεί σε τοπική εσωτερική αποστράγγιση του υδροφόρου εκατέρωθεν του άξονα του υδραγωγείου, ο οποίος έμεινε ήρεμος και πλήρης για αρκετά χρόνια. Μετά τη σταθεροποίηση της τιμής παροχής, αν πραγματοποιηθεί το απαραίτητο πλήθος δοκιμών, θα προκύψει η πραγματική παροχή υδρομάστευσης σε αυτά τα 6 km του υδραγωγείου, η οποία θα πρέπει να αντλείται σταθερά από τη δεξαμενή αναρρόφησης στον πυθμένα του φρέατος, ώστε να διατηρείται ελεύθερη η επιφάνεια ροής στη σήραγγα. Τέλος, μένει να εξεταστεί αν η παροχή του υδραγωγείου θα επαληθεύσει τα 250 m³/h που μετρήθηκαν στο παρελθόν, και να επιβεβαιωθεί ότι η αντλία μπορεί (λειτουργώντας όσο χρειάζεται) να διατηρεί το υδραγωγείο σε ελεύθερη ροή, με τη στάθμη κάτω από την οροφή της σήραγγας του.

Όλες οι παραπάνω πληροφορίες θα αξιοποιηθούν για να πραγματοποιηθούν μελλοντικά νέες υπόγειες προσεγγίσεις στο ανάντη τμήμα του υδραγωγείου, όσο αυτό

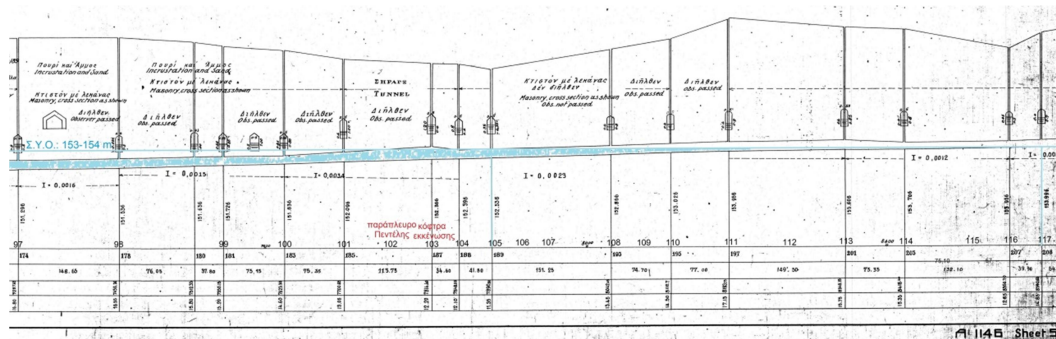
θα παραμένει κενό, ενώ οι αντλίες θα λειτουργούν. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας θα πρέπει να εξασφαλίζεται η συνεχής λειτουργία των αντλιών, καθώς είναι προφανής ο κίνδυνος για το προσωπικό που θα βρίσκεται εντός της σήραγγας, σε περίπτωση διακοπής λειτουργίας. Η πρόσβαση στη σήραγγα και η καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασής της θα πραγματοποιείται μέσω συγκεκριμένων φρεάτων του υδραγωγείου, από τα οποία θα αποσφραγίζονται δύο για κάθε άντληση (για τήρηση των απαιτούμενων συνθηκών ασφαλείας άμεσης πρόσβασης, αερισμού, κ.λπ.) και στη συνέχεια θα επανασφραγίζονται. Τα προτεινόμενα φρέατα παρουσιάζονται στον παρακάτω κατάλογο, όπου αναγράφεται και το απόλυτο υψόμετρο πυθμένα (ULEN, 1925). Κάποια από αυτά ήδη ελέγχθηκαν το 2017 και επισημαίνονται στον παρακάτω κατάλογο με αστερίσκο (*).

- No 32 (146.34 m). Αδριανείου, ανάντη Κηφισίας, (ανθρωποθυρίδα Α/Σ Σωτηρία)
- No 78 (ενδεχομένως και Νο79*) (149 m). Εντός αλсуλλίου, Επτανήσου, Χαλάνδρι
- No 84 (149.43 m). ΑΒ Βασιλόπουλος, Εθνικής Αντιστάσεως Χαλάνδρι
- No 85 (149.55 m). Εντός δημοσίου πρασίνου, Σαρανταπόρου & Εθνικής Αντιστάσεως, Ν. Ψυχικό
- No 86 (149.81 m). Εντός υπαίθριου χώρου ιδιοκτησίας, πλησίον παλαιού Α/Σ Χαλανδρίου-Ψυχικού
- No 94 (150.84 m). Πεζοδρόμιο Αργοναυτών, Χαλάνδρι
- No 96 (150.94 m). Εντός αλсуλλίου, Φιλελλήνων & Ναυαρίνου, Χαλάνδρι
- No 97* (151.3 m). Εντός αλсуλλίου, Πύλου, Χαλάνδρι
- No 102*,103*,103A*, 104*,105* (152.4 m). Νησίδα Ελ Αλαμείν, Χαλάνδρι.

Εξετάζεται επίσης η επισκεψιμότητα φρεάτων εντός Γηροκομείου και Πενταγώνου, που βρίσκονται λίγο πριν και λίγο μετά το πρώτο άμεσα διαθέσιμο φρέαρ 32 αντίστοιχα.

Δεδομένου ότι το επιβεβαιωμένο ΑΥΣ από μετρήσεις σε φρέατα του τμήματος κυμαίνεται μεταξύ 152 m (κατάντη) - 154 m (ανάντη) (Εικόνα 3.25), μπορεί να υπολογιστεί κατά προσέγγιση πόσα μέτρα περίπου πρέπει να ταπεινωθεί η στάθμη του νερού στο φρέαρ 18ΑΝ ώστε να είναι επισκέψιμη η σήραγγα από συγκεκριμένα φρέατα. Για παράδειγμα, για να προσεγγίσουμε τη σήραγγα από το φρέαρ 32, πρέπει να ταπεινωθεί το νερό τουλάχιστον οκτώ μέτρα στο φρέαρ 18ΑΝ. Ενώ για να γίνει

προσέγγιση στην περιοχή της Ελ Αλαμείν, αρκεί να ταπεινωθεί η στάθμη τουλάχιστον 2 m.



Εικόνα 3.25. Η στάθμη στο υδραγωγείο από το φρέαρ 18AN ως το ΟΑΚΑ

Πριν τις υπόγειες προσεγγίσεις θα ήταν οπωσδήποτε χρήσιμο να γίνουν δοκιμαστικές αντλήσεις και να μετρηθεί η πτώση στάθμης ταυτόχρονα σε δύο ή περισσότερα φρέατα. Προτείνεται το φρέαρ 32 που είναι προσβάσιμο σε απόσταση περίπου 1 km, και το φρέαρ 102, προσβάσιμο από την κυκλική δεξαμενή Χαλανδρίου, σε απόσταση 5 km. Επιπλέον, σκόπιμο θα ήταν να μετρηθεί εκ νέου και η όποια αύξηση της παροχής στο κατάντη φρέαρ 6 της Λουΐζης Ριανκούρ, αλλά και στον αγωγό εξαγωγής ύδατος στο Κολωνάκι, για την επιβεβαίωση των δεδομένων συνθηκών.

Τέλος, στην περίπτωση που η λειτουργία του αντλιοστασίου δεν εξασφαλιστεί σε μόνιμη βάση, εξετάζεται η αξιοποίηση της “δεξαμενής” σταθερής στάθμης νερού στο φρέαρ 18AN για άρδευση γειτονικών δημοτικών εκτάσεων. Η τροφοδοσία των βυτιοφόρων μπορεί να γίνεται από εξωτερικό αντλιοστάσιο, και η στάθμευσή τους θα πραγματοποιείται στον παρακείμενο διαθέσιμο χώρο (Εικόνα 3.26). Στην περίπτωση αυτή θα είναι χρήσιμα τα αποτελέσματα των δοκιμαστικών αντλήσεων σχετικά με τους χρόνους επαναφοράς της στάθμης ύδατος στο φρέαρ.

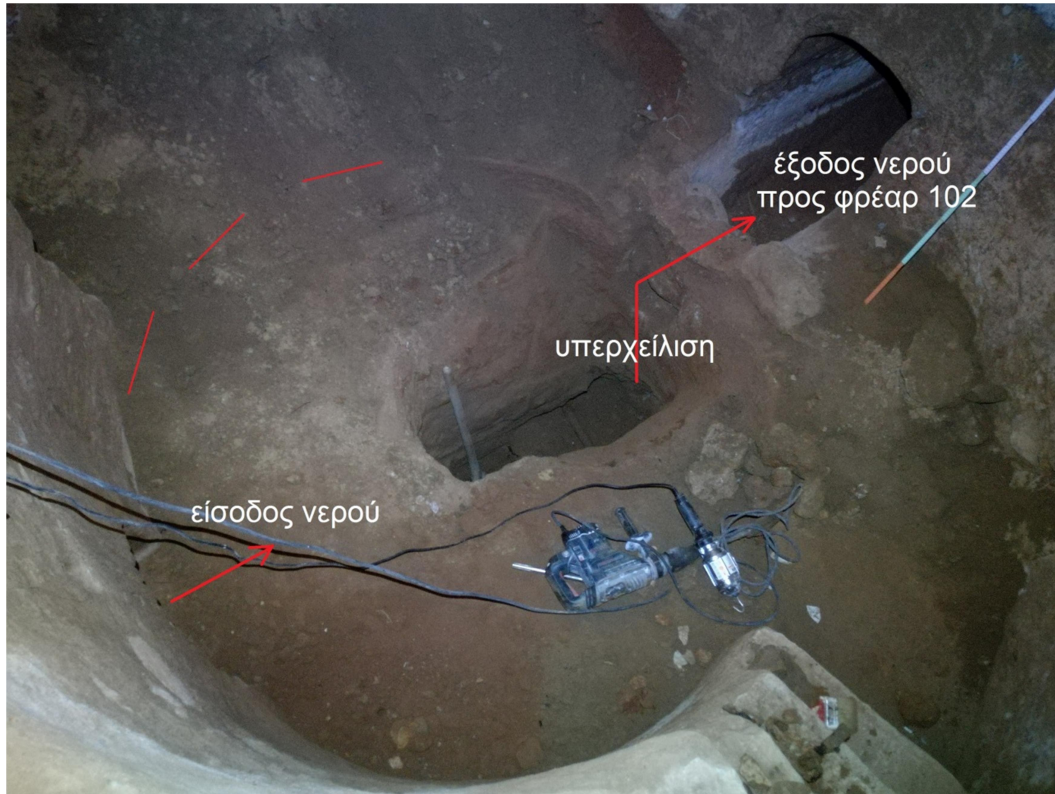


Εικόνα 3.26. Διαθέσιμος χώρος για στάθμευση βυτιοφόρων πλησίον στομίου του φρέατος 18ΑΝ

3.2.4. Κυκλική δεξαμενή και κόφτρα Χαλανδρίου

Η σύνδεση του παλαιότερου από τα εγκάρσια υδραγωγεία που αξιοποιήθηκε και κατά τη σύγχρονη περίοδο λειτουργίας του Αδριάνειου, γίνεται στο φρέαρ 102 μέσω υπόγειας κυκλικής δεξαμενής χωρητικότητας περίπου 12 m^3 . Από εκεί, τα νερά του ρηχού κλάδου που ξεκινά από τη Μονή Πεντέλης, ενισχυόμενα και από το ρέμα Χαλανδρίου (Εικόνα 3.27), κατέληγαν στην κύρια σήραγγα του υδραγωγείου που διέρχεται σε βάθος 12 m από την επιφάνεια, κάτω από το ρέμα. Το κατά θέσεις επιφανειακό αυτό υδραγωγείο φέρεται ως αρχαιότερο του Αδριάνειου (Παρασκευόπουλος, 1907) και τροφοδοτούσε τη δεξαμενή, η οποία φέρει ρωμαϊκά στοιχεία κατασκευής, αλλά ανακατασκευάστηκε από τον Δήμο Αθηναίων το 1876, όπως και το ίδιο το κανάλι τροφοδοσίας της. Μέχρι τότε που ανακαλύφθηκε η δεξαμενή αυτή, το μέγεθος του Αδριάνειου υδραγωγείου δεν ήταν γνωστό παρά μόνο μέχρι το Χαλάνδρι. Θα μπορούσε να υποτεθεί ότι το υδραγωγείο αυτό της ρεματιάς υπήρχε από την αρχαιότητα, καταλήγοντας και τροφοδοτώντας την κυκλική δεξαμενή. Η δεξαμενή επισκευάστηκε και αξιοποιήθηκε κατά τη ρωμαϊκή εποχή για ενίσχυση του Αδριάνειου, και τέλος ανακατασκευάστηκε κατά τη σύγχρονη εποχή,

πυθμένα του καναλιού εξόδου προς το φρέαρ 102 μέχρι τον πυθμένα της, αλλά το μισό μέτρο το κέρδιζε σε όγκο, καθώς υπάρχει μικρό (πρόχειρο) φράγμα υπερχείλισης ύψους 0.50 m προς το κανάλι (Εικόνα 3.28).



Εικόνα 3.28. Εσωτερικό θαλάμου, τομή στα φερτά της δεξαμενής, κλίμακα καθόδου, σήραγγες

Το κανάλι (σήραγγα διατομής 0.50 x 1.50 m) που διοχέτευε το νερό στο κυρίως Αδριάνειο, καταλήγει μετά από 5 m περίπου στο μέσον του ύψους του φρέατος 102 (βάθος 12 m), δηλαδή στα 6 m από την επιφάνεια. Στην κατάληξη βρέθηκε τοποθετημένος μεταλλικός σωλήνας σχήματος “Γ” ο οποίος διοχέτευε το νερό κατευθείαν κατακόρυφα προς το πηγάδι, αποφεύγοντας έτσι φθορές των τοιχωμάτων από την ταχύτητα ροής (Εικόνα 3.29). Στο άλλο άκρο της σήραγγας, στη σύνδεση με τη δεξαμενή, βρέθηκε τοποθετημένο σε ρόλο υποστηρικτικού τόξου της οροφής μάρμαρο με ίχνη φθοράς από σχοινί, το οποίο πιθανότατα ήταν το παλιό μισό στόμιο του “πηγαδιού” υδροληψίας που κατέληξε στο εσωτερικό. Τέλος, να σημειωθεί ότι η πρώτη προσέγγιση του θαλάμου της δεξαμενής έγινε διερευνητικά μέσω της σήραγγας αυτής, καθώς είχε προηγηθεί η αποσφράγιση του φρέατος 102 και η κατάβαση σε αυτό.



Εικόνα 3.29. Μεταλλικός σωλήνας σχήματος “Γ” διοχέτευε το νερό στο Αδριάνειο (φρέαρ 102)

Εξερευνήθηκε εσωτερικά και το υδραγωγείο που καταλήγει στη δεξαμενή, το οποίο όπως διαμορφώθηκε μετά την ανακατασκευή του, είναι κτιστό και σχεδόν επιφανειακό. Ανιχνεύθηκε κατεστραμμένο λίγο πριν την κατάληξή του στη δεξαμενή, ενώ περίπου 2 km ανάντη, κατά μήκος της ρεματιάς, εντοπίστηκε –με τα ίδια χαρακτηριστικά– να βγαίνει στην επιφάνεια και να διακόπτεται από τη σημερινή κοίτη. Η χαμηλή αυτή σήραγγα (0.50 x 1.00 m) συνδέεται στον θάλαμο της δεξαμενής μέσω ρωμαϊκού τόξου, ενώ στη συνέχεια διατηρεί την ίδια διατομή αλλά ανακατασκευασμένη, όπως περιγράφηκε παραπάνω. Δεν μπορεί να προσπελαστεί με ευκολία, ενώ δεν αναμένεται να ήταν ιδιαίτερα μεγαλύτερο στην αρχική του μορφή. Η σήραγγα είναι προσβάσιμη σε μήκος 10-12 m, και αποτελείται από τοιχώματα της εποχής του 1875 (Εικόνα 3.30). Ακόμη περιλαμβάνει ελιγμό μετρίασης της ταχύτητας, ενώ στο πέρας του ελεύθερου μήκους προς ανάντη, υπάρχει κατακόρυφη υδατόπτωση και ρηχό φρεάτιο επίσκεψης. Ανάντη της υδατόπτωσης η σήραγγα συνέχιζε σε ανώτερο επίπεδο (1.5-2.0 m ψηλότερα), αλλά βρέθηκε κατεστραμμένη (κατάπτωση οροφής).



Εικόνα 3.30. Το ανακατασκευασμένο κτιστό χαμηλό τούνελ ανάντη της δεξαμενής

Πάνω ακριβώς από τη σήραγγα εξαγωγής προς το Αδριάνειο υπάρχει μαρμάρινη επιγραφή που πληροφορεί ότι “Ο ΔΗΜΟΣ ΤΩΝ ΑΘΗΝΑΙΩΝ ΕΔΕΙΜΑΤΟ ΕΝ ΕΤΕΣΙ 1875-76” (Εικόνα 3.31), και φέρει ίχνη συντήρησης του 1971. Ο υπογράφων Ι. Τεμζελίδης φαίνεται πως ήταν ο εργολάβος που επισκεύαζε τους φανούς των φρεάτων του Αδριάνειου κατά τη δεκαετία του 1970, καθώς στους περισσότερους υπάρχουν αποτυπωμένα τα αρχικά Ι.Τ. Εδώ αποδεικνύεται μεν μια τουλάχιστον επίσκεψη στη δεξαμενή το 1971, αλλά δεν είναι γνωστό εάν τότε το βοηθητικό υδραγωγείο λειτουργούσε. Κατά τη διάρκεια της έρευνας κατά τους μήνες Σεπτέμβριο, Οκτώβριο και Νοέμβριο του 2017 ειδικοί επιστήμονες επισκέφτηκαν τη δεξαμενή και έγιναν οι παρακάτω εργασίες: (α) απόπειρα αρχαιολογικής χρονολόγησης από την Εφορεία Αρχαιοτήτων Αθηνών (ΕΦΑΑΘ), (β) λήψη δείγματος κονιάματος του 1876 προς εξέταση για τη σύσταση και ποιότητα του, (γ) λήψη δείγματος νερού από το φρέαρ 102 για χημική ανάλυση, (δ) λεπτομερής φωτογράφιση των λεπτομερειών της δεξαμενής και (ε) η ανασκαφική τομή (ΕΥΔΑΠ υπό την επίβλεψη της ΕΦΑΑΘ) στα φερτά της δεξαμενής, τα οποία καταλάμβαναν

ολόκληρο τον όγκο της (Εικόνα 3.28).



Εικόνα 3.31. Η μαρμάρινη επιγραφή, το λευκό κονίαμα της εποχής της, και η νεότερη επισκευή (1971)

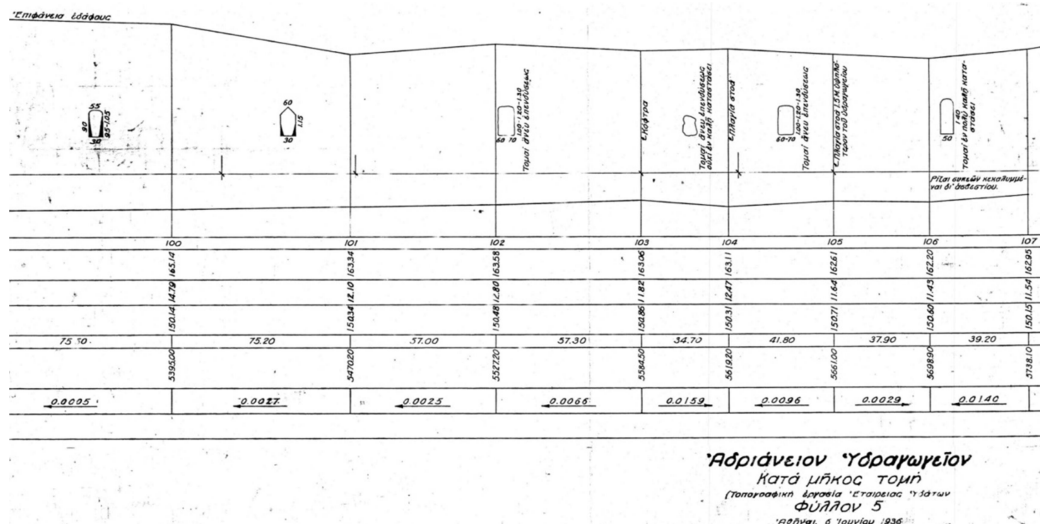
Από την τελευταία διαδικασία διαπιστώθηκε ότι ο πυθμένας της δεξαμενής έχει βάθος 2 m, όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία (Παππάς, 1999), ενώ καθαρίστηκαν και προσδιορίστηκαν τα σημεία σύνδεσης της ανάντη και κατόντη σήραγγας. Δύο διαβρωμένα παλιά μεταλλικά δοχεία (κουβάδες) υδροληψίας ανασύρθηκαν από τα υλικά εκσκαφής. Ο πυθμένας της δεξαμενής πιθανότατα να είναι προϊόν της ανακατασκευής του 1876, καθώς στο βάθος της τομής εντοπίστηκε επίπεδο μάρμαρο ίδιας ποιότητας με εκείνο των σκαλοπατιών. Μελλοντικά ο χώρος και οι λεπτομέρειες πρόκειται να αποτυπωθούν τοπογραφικά με κατάλληλη μέθοδο και ενδεχομένως η δεξαμενή να γίνει επισκέψιμη.

Παράλληλα με τις διάφορες ενέργειες στη δεξαμενή, πραγματοποιήθηκαν εργασίες και σε μερικά ακόμη φρέατα της οδού Ελ Αλαμείν, προκειμένου να επιτευχθεί η αναγνώριση των χαρακτηριστικών του εκκενωτικού υδραγωγείου “Καλογρέζας”, του οποίου η ακριβής κατάληξη δεν έχει εντοπιστεί (Εικόνες 3.32, 3.33). Στα φρέατα της οδού Ελ Αλαμείν, όπως ήδη έχει αναφερθεί, το νερό είναι στάσιμο. Στα 12 m του βάθους τους, βρέθηκε νερό ύψους 2.0-2.5 m λόγω κατόντη απόφραξης, που αρχικά δεν ήταν γνωστή η θέση της, και ο εντοπισμός της αποτέλεσε αντικείμενο έρευνας. Για τον λόγο αυτό λήφθηκαν μετρήσεις στάθμης σε διάφορα φρέατα, έως ότου

διαπιστώθηκε ότι το στάσιμο νερό εκτείνεται από την Πανόρμου μέχρι το ΟΑΚΑ. Στην πραγματικότητα βέβαια, πρόκειται για μια υπερβολικά αργή κίνηση του νερού που υπερχειλίζει στην Πανόρμου, που όμως αναπληρώνεται άμεσα, ώστε η στάθμη να παραμένει σταθερή.



Εικόνα 3.32. Τμήμα οδού Ελ Αλαμείν. Δεν σημειώνεται ο κλάδος Χαλανδρίου στο 102 (ΕΕΥ, 1936)



Εικόνα 3.33. Μηκοτομή του τμήματος Ελ Αλαμείν. Σημειώνεται η κόφτρα στο 103 (ΕΕΥ, 1936)

Για την ανίχνευση του εκκενωτικού υδραγωγείου, πραγματοποιήθηκε αρχικά υποβρύχια τηλεοπτική επιθεώρηση στο φρέαρ 103Α, και στη συνέχεια άντληση του νερού στο φρέαρ 103 από την Υπηρεσία Προληπτικής Συντήρησης Δικτύου Αποχέτευσης ΕΥΔΑΠ (Εικόνα 3.34). Η δυναμικότητα της αντλίας που χρησιμοποιήθηκε ήταν $200 \text{ m}^3/\text{h}$ και η διάρκεια άντλησης 2h και 30 min. Συνεπώς αντλήθηκαν 500 m^3 νερό, τα οποία απορρίφθηκαν σε διπλανό φρεάτιο συλλεκτήρα ακαθάρτων ($0.60 \times 0.90 \text{ m}$) που καταλήγει στον αγωγό παρά του Ποδονίφτη.



Εικόνα 3.34. Προετοιμασία άντλησης υδάτων στο φρέαρ 103.

Ενδιαφέρον είχε η συμπεριφορά του υδραγωγείου κατά την άντληση. Αρχικά η στάθμη κατέβαινε γρήγορα, με ρυθμό που άρχισε να φθίνει από ένα σημείο και μετά, κατεβαίνοντας συνολικά μέχρι και 1 m (βάθος νερού: από 2.40 m έως 1.40 m). Για τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν δύο αυτοσχέδια σταθμήμετρα: (α) κινητό (βρεχόμενο τμήμα σε μετροταινία από την επιφάνεια με βαρίδι στην άκρη) και (β) σταθερό (τμήμα μεταλλικής μετροταινίας που καρφώθηκε στο τοίχωμα του φρέατος 103 Α, από τον πυθμένα μέχρι και 2.50 m ύψος, στην οποία διαβαζόταν το ύψος στάθμης επί τόπου με πρόσβαση εντός του φρέατος). Το αρχικά εκτιμώμενο αποκομμένο σε δύο σημεία τμήμα θεωρήθηκε χονδρικά 1 km, υποθέτοντας ότι ξεκινά από το ΟΑΚΑ (που

αποδείχτηκε ορθό) και ότι καταλήγει στο ρέμα Χαλανδρίου (που αποδείχτηκε λάθος) κάτω από την καλυμμένη κοίτη του οποίου διέρχεται το υδραγωγείο. Μη γνωρίζοντας ακόμη ότι το ΑΥΣ είναι το ίδιο μέχρι και την Πανόρμου, έγινε απόπειρα να εκτιμηθεί χονδρικά ο όγκος νερού που αντλήθηκε και από τις διαστάσεις της σήραγγας ως εξής: 1000 m (μήκος) x 1 m (ύψος πτώσης στάθμης) x 0.50 m (πλάτος της σήραγγας) από τα οποία προκύπτει πράγματι 500 m³ νερό. Και αν πράγματι κάτω από την εγκιβωτισμένη κοίτη της ρεματιάς υπάρχει μερική τοπική απόφραξη στο υδραγωγείο, τότε μπορεί ο τελευταίος υπολογισμός να περιείχε μια δόση αλήθειας.

Όμως, η άντληση σταμάτησε, όταν παρά τη συνέχιση αφαίρεσης νερού με σταθερή παροχή, ο ρυθμός πτώσης της στάθμης μειώθηκε αρκετά. Διαπιστώθηκε τότε ότι το υδραγωγείο συμπληρώνει την αφαιρούμενη ποσότητα με υπόγεια παροχή. Αυτή μπορεί να είναι υδρομάστευση τοπικού υδροφόρου ορίζοντα ή και εισροή από ανάντη λεκάνη. Η παροχή του υδραγωγείου από ανάντη (ΟΑΚΑ) είναι μικρή, δεδομένης της απόφραξης στο τμήμα 118-119. Η προτεινόμενη λύση είναι οι δοκιμές άντλησης από το φρέαρ 18ΑΝ (Πανόρμου) που έχουν ήδη περιγραφεί, ελέγχοντας τον χρόνο που θα απαιτηθεί για την απαιτούμενη ταπείνωση στάθμης στο συγκεκριμένο σημείο που απέχει 5 km.

Παρόλο που δεν επιτεύχθηκε πλήρης εκκένωση, στον πυθμένα του φρέατος 103Α έγινε ορατός ο θάλαμος χειρισμού της κόφτρας (ULEN) προς τον κλάδο εκκένωσης (Εικόνα 3.35), αλλά και η σήραγγα σύνδεσης με το παρακείμενο φρέαρ 103 (Εικόνα 3.36). Τα στοιχεία αυτά είχαν φανεί αλλά όχι ξεκάθαρα, και από την κάμερα του ρομπότ κατά τη διάρκεια της υποβρύχιας τηλεοπτικής επιθεώρησης που είχε προηγηθεί. Το θυρόφραγμα και η αρχή του εκκενωτικού αγωγού όντας χαμηλότερα από το δάπεδο του θαλάμου, ακριβώς όπως και στο φρέαρ 6 της Λουΐζης Ριανκούρ, δεν έγινε ορατό, καθώς παρέμεινε κάτω από τη στάθμη του νερού. Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι το κλειδί χειρισμού της κόφτρας βρέθηκε στερεωμένο κατακόρυφα εντός του φρέατος 103Α και είχε μήκος όσο και το βάθος του, κάτι που αρχικά επέτρεπε τον χειρισμό της διάταξης από την επιφάνεια. Σήμερα είναι σπασμένο στην κάτω άκρη του και επομένως μη λειτουργικό.

Τέλος, μετρήθηκε ο ρυθμός επαναπλήρωσης του νερού μετά την παύση της άντλησης: 10 cm άνοδος στάθμης σε χρόνο 20 min. Ο χρόνος αυτός θα μπορούσε να δώσει την παροχή της τοπικής υπόγειας υδρομάστευσης, χρησιμοποιώντας το πλάτος και το μήκος της σήραγγας, αλλά αυτό θα ίσχυε μόνο για τμήμα αποκομμένο από το υπόλοιπο υδραγωγείο, που δεν θα δεχόταν κατά την άντληση ύδατα γειτονικού

τμήματος.



Εικόνα 3.35. Κόφτρα και θάλαμος χειρισμού στον πυθμένα του φρέατος 103^A



Εικόνα 3.36. Η σήραγγα προς το φρέαρ 103 απέναντι από το θάλαμο της κόφτρας

3.3. Η σημερινή κατάσταση του υδραγωγείου

Η κατάσταση του υδραγωγείου, όπως προέκυψε από τις αυτοψίες που διενεργήθηκαν, παρουσιάζεται στη συνέχεια. Πρόσθετα παρουσιάζονται επιπλέον στοιχεία, και για τα τμήματα που δεν στάθηκε δυνατόν να δεχτούν επίσκεψη, όπως αυτά αναγράφονται στα σχετικά σχέδια ULEN-EEY. Το υδραγωγείο με βάση την σημερινή λειτουργία του μπορεί να χωριστεί σε 9 περιοχές οι οποίες παρουσιάζονται συνοπτικά στη συνέχεια:

1. Κτιστό υδραγωγείο Κυριακού (1875): 2300 m

Από-έως: Κολωνάκι-Άγιος Δημήτριος (αντικαταστάθηκε από νέα χάραξη μεταλλικών αγωγών)

Επισκέψιμο: τμήμα 50 m στη Δεξαμενή, τμήμα 150 m στη Γεννάδειο

Προβλήματα: κατά τμήματα κατεστραμμένο

Κατάσταση: Εκτός λειτουργίας (χωρίς νερό). Αποσπάται κανάλι προς τη δεξαμενή του 1880.

2. Ανακατασκευασμένο τμήμα (1925): Άγιος Δημήτριος-Μετρό Πανόρμου: 630 m

Από-έως: φρέαρ 1-18

Επισκέψιμο: ναι, σε όλο το μήκος

Προβλήματα: τοπική πλευρική αστοχία μεταξύ φρεάτων 1-2, λύματα στο φρέαρ 4 και 9

Κατάσταση: Σε λειτουργία με ελεύθερη ροή νερού που εισέρχεται από υπερχειλίση του ανάντη (επόμενου) πλημμυρισμένου τμήματος. Στο φρέαρ 6 κόφτρα εκκένωσης.

3. Τμήμα Πανόρμου-ΟΑΚΑ: περίπου 6 km

Από-έως: φρέαρ 18AN-119

Επισκέψιμο: μεταξύ φρεάτων 113-118 (κατόπιν άντλησης)

Προβλήματα: πλημμυρισμένο λόγω μη λειτουργίας αντλιοστασίου Πανόρμου (18AN)

Κατάσταση: Σταθερή στάθμη νερού (ΑΥΣ=152-154 m). Εισέρχεται ελάχιστο νερό από το ανάντη (επόμενο) πλημμυρισμένο τμήμα. Στο Γηροκομείο αντλιοστάσιο σε χρήση. Στο φρέαρ 32 ανενεργό αντλιοστάσιο νοσοκομείου

Σωτηρία, στο 86 παλιό αντλιοστάσιο Χαλανδρίου-Ψυχικού, στο 102 σύνδεση ανενεργού υδραγωγείου Χαλανδρίου-Πεντέλης, στο 103 κόφτρα εκκένωσης.

4. Τμήμα ΟΑΚΑ-Αττική Οδός: περίπου 2 km

Από-έως: φρέαρ 119-150

Επισκέψιμο: όχι, εκτός εάν πραγματοποιηθεί τοπική άντληση

Προβλήματα: πλημμυρισμένο λόγω απόφραξης με διάχυση τσιμέντου στο φρέαρ 119

Κατάσταση: Στάσιμο νερό (ΑΥΣ=163-164 m). Άγνωστο αν εισέρχεται νερό από το ανάντη (επόμενο) πλημμυρισμένο τμήμα ή από εγκάρσια υδραγωγεία (Ψαλιδίου, Μπραχαμίου). Στο φρέαρ 137 παλιό αντλιοστάσιο ΑΣΠΑΙΤΕ.

5. Τμήμα Αττική Οδός-Κηφισός (Χελιδονού): περίπου 5 km

Από-έως: φρέαρ 155-239

Επισκέψιμο: μεταξύ φρεάτων 236-239 (ελεύθερη ροή νερού στο ανάντη τμήμα)

Προβλήματα: πλημμυρισμένο λόγω άγνωστου τύπου απόφραξης στο ύψος της Αττικής Οδού. Πιθανή διοχέτευση λυμάτων στο 156, αγωγός άντλησης-διοχέτευση χημικών στο 204, πιθανή τοπική απόφραξη στο 234 από δέντρο.

Κατάσταση: Εισέρχεται ελεύθερα νερό από ανάντη. Από το 235: στάσιμο νερό (ΑΥΣ=167-169 m). Μεταξύ 236-237: δύσκολα προσπελάσιμο (μικρές διαστάσεις, σταλακτίτες λόγω έντονης υδρομάστευσης). Το φρέαρ 237 είναι μεταγενέστερο και αποκλίνει πλευρικά της σήραγγας. Στο 169 αναφερόμενη σύνδεση αγωγού υδραγωγείου Λυκόβρυσης. Στο 175 ενεργό αντλιοστάσιο Μεταμόρφωσης. Στο (μη εντοπισμένο) φρέαρ 216 (ΚΕΛΜ) αναφερόμενη σύνδεση αγωγού υδραγωγείου Καλυφτάκη-Κοκκιναρά. Στο 215 (ΚΕΛΜ) άντληση και πώληση νερού ως αδιώλιστο (μετρητής παροχής ΕΥΔΑΠ)

6. Τμήμα ελιγμού προσπέλασης κοίτης Κηφισού (Χελιδονού): 450 m

Από-έως: φρέαρ 239-240 (περιλάμβανε επτά ενδιάμεσα φρέατα από τα οποία σώζονται δύο)

Επισκέψιμο: μεταξύ φρεάτων 239-239Α (δύσκολα προσπελάσιμο ως 239 Β)

Προβλήματα: κατεστραμμένο από καταιγίδα στις 21/2/1930 (Παππάς, 1999)

Κατάσταση: Αντικαταστάθηκε από μεταλλικό αγωγό bypass (Εικόνα 3.14) που λειτουργεί. Το παλαιό τμήμα 239-239 Β διατηρείται και υδρομαστεύει έντονα,

υπόγεια και ποτάμια ύδατα. Στο 239 Β σύνδεση ανενεργού υδραγωγείου από φράγμα Μεταξά (ίσως με ενίσχυση από Φασίδερι)

7. Τμήμα Κηφισός-Μονομάτι (ρηχό): 300 m

Από-έως: φρέαρ 240-245

Επισκέψιμο: (δύσκολα προσπελάσιμο) μεταξύ 240-242 και λίγα μέτρα 245-246

Προβλήματα: τοπικές καταπτώσεις και αποφράξεις

Κατάσταση: Μικρές διαστάσεις, πρόσθετα φρεάτια, 240-241: μικρή τοπική υδρομάστευση, 245-246: χωρίς νερό και με επισκευές της περιόδου 1879-1887 (ULEN, 1925). Ανάντη του 245 εντοπίζεται επιφανειακά αγωγός εξόδου ύδατος προς το ρέμα Χελιδονούς (θέση παλιού νερόμυλου). Προκύπτει έμμεσα ότι υπάρχει διάταξη υπερχειλίσης (ανάσχεση ροής, στάσιμο νερό στο 246)

8. Τμήμα Μονομάτι-Α. Δεκελείας (ανισόπεδος σιδηροδρομικός κόμβος): 600 m

Από-έως: φρέαρ 246-253

Επισκέψιμο: μεταξύ φρεάτων 248-252 (ελεύθερη ροή νερού στο ανάντη τμήμα)

Προβλήματα: διοχέτευση λυμάτων στο 250 (εντός οικίας)

Κατάσταση: Περιοριζόμενη αλλά σημαντική ροή από το ανάντη τμήμα (απόφραξη στο 253). Έντονη υδρομάστευση. Το φρέαρ 251 ανοίχτηκε εκ νέου για την όρυξη υδρομαστευτικών στοών (Σουνά) που συνδέονται 2 m πάνω από την υφιστάμενη σήραγγα του υδραγωγείου. Μεταξύ 250-251 πιθανή ενίσχυση μέσω του ρέματος Βαρυμπόμπης από τοπικό υδραγωγείο Αεροδρομίου. Ανάσχεση ροής (υψηλή στάθμη) νερού στο κατάντη άκρο (246-248). Στο 246 υπάρχει ιδιωτική άντληση.

9. Τμήμα Α. Δεκελείας-Ολυμπιακό χωριό: περίπου 2.5 km

Από-έως: φρέαρ 255-299

Επισκέψιμο: μεταξύ φρεάτων 267-270, 272-275, 276-281, 297-298 (ελεύθερη ροή νερού)

Προβλήματα: Τμήμα 281-297 (με μήκος 650 m): μη προσβάσιμο και προβληματική ροή νερού (ανάσχεση) λόγω μπαζώματος φρεάτων εντός Ολυμπιακού Χωριού (π.χ. 281, 286). Τμήμα 298-299-299' (κεκλιμένη στοά): μη προσβάσιμο λόγω μπαζώματος του 298 (χαλίκια) και του 299 (προκάλεσε απόφραξη της κεκλιμένης στοάς).

Κατάσταση: Εισέρχεται νερό από τα ανάντη (υδρομαστευτικός κλάδος 1905) διερχόμενο από τα χαλίκια του 298. Υδρομάστευση κατά τμήματα (πτώση στάθμης υδροφόρου ορίζοντα). Στα 265, 268, 278 ιδιωτική άντληση. Σε συγκεκριμένες θέσεις μεταξύ 269-270, 272-273, 274-275, 278-279, 279-280 στήριξη τοιχωμάτων (χτίσιμο) και οροφής (πλάκες) (τέλη 19^{ου}-αρχές 20^{ου} αιώνα). Στο 270 άλμα (πτώση) $h = 1$ m. 270-272: μη προσβάσιμο λόγω έντονης κλίσης 3.9% (ULEN, 1925). Στο 275 μέτρηση παροχής: $Q = 310$ m³/h (Παράρτημα Ζ2). Μεταξύ 272-273: ρωμαϊκός υδρομαστευτικός αγωγός. 275-276: μη προσβάσιμο λόγω χαμηλής τριγωνικής οροφής (κεραμικές πλάκες). 280-281: μη προσβάσιμο λόγω χαμηλής τοξωτής οροφής (χωρίς επένδυση). Στο 281 παράπλευρη εισροή ανενεργού καναλιού σε βάθος 13 m. Ανάσχεση ροής (υψηλή στάθμη) νερού στο κατάντη τμήμα (255-267) με μήκος 650 m (ΑΥΣ=194 m).

Το καταληκτικό τμήμα 2 του υδραγωγείου της Λουϊζης Ριανκούρ, από την Πανόρμου μέχρι και τον Αγ. Δημήτριο, προκύπτει ότι λειτουργεί χωρίς προβλήματα. Εξαιρέση αποτελούν δύο φρέατα όπου υπάρχει μικρή διαρροή λυμάτων από αγωγούς στην επιφάνεια, και το σημείο πλευρικής αστοχίας της επένδυσης της σήραγγας, που δεν επηρεάζει σημαντικά τη ροή. Το νερό αυτό καταλήγει στο Κολωνάκι μέσω των μεταλλικών αγωγών, επίσης χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα. Το μεγαλύτερο όμως μέρος του υπόλοιπου υδραγωγείου παραμένει πλημμυρισμένο, όπως ήδη περιγράφηκε για το τμήμα μέχρι το ΟΑΚΑ. Όμως παροχετεύει προς τα κατάντη μια σχετικά σταθερή παροχή που υπερχειλίζει στο φρέαρ 18ΑΝ η οποία προέρχεται από τη μόνιμη υδρομάστευση.

Ο υπολογισμός των απόλυτων υψομέτρων στάθμης (ΑΥΣ) σε διάφορες θέσεις, επιβεβαιώνει τρία ακόμη εκτεταμένα πλημμυρισμένα τμήματα του υδραγωγείου, τα δύο από τα οποία διαδοχικά. Έχουν μετατραπεί σε επιμήκεις υπόγειες “δεξαμενές”, συγκεντρώνοντας μεγάλες ποσότητες νερού που κινείται υπερβολικά αργά (έως καθόλου) προς τα κατάντη και είναι τα τμήματα 4, 5, και 9. Συνοπτικά: (α) η διακοπή του Αδριάνειου από τη σήραγγα του μετρό στην Πανόρμου, (β) η απόφραξη του φρέατος 119 κατά τα ολυμπιακά έργα στο ΟΑΚΑ, (γ) η απόφραξη τη σήραγγας κατά την κατασκευή της Αττικής Οδού (παρά το μεγάλο βάθος της: 30-35 m) και (δ) παρόμοια ζημιά στον ανισόπεδο σιδηροδρομικό κόμβο Λεωφόρου Δεκελείας, είναι κυρίως οι λόγοι που το νερό παραμένει στο εσωτερικό του υδραγωγείου αποθηκευμένο, αντί να κυλάει προς τον προορισμό του. Συνεπώς, στα τμήματα αυτά

δεν είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί επίσκεψη στο εσωτερικό, καθώς η στάθμη του νερού ως επί το πλείστον υπερβαίνει το επίπεδο της οροφής της σήραγγας.

Με χρήση της παλιάς σειράς μηκοτομών στην οποία έχει αντιστοιχιστεί η νέα αρίθμηση, αναγράφεται το απόλυτο υψόμετρο πυθμένα σε όλα τα φρέατα. Συνεπώς δύναται να έχουμε εικόνα για το μήκος του κάθε πλημμυρισμένου τμήματος και εάν υπάρχει περίπτωση στο ανάντη άκρο του να διατηρείται ελεύθερο (επισκέψιμο) τμήμα, όπως συμβαίνει στα τμήματα Νο 5 και 8. Ενδέχεται επίσης, μικρό τμήμα του πρώτου στην τοποθεσία του ΚΕΛΜ να είναι οριακά ελεύθερο, με οροφή λίγο πάνω από τη στάθμη του στάσιμου νερού. Οι συνθήκες αερισμού όμως στο διαθέσιμο φρέαρ 215 δεν επέτρεψαν τον έλεγχο στον πυθμένα του. Στο τμήμα Νο 3 είναι οριακά ελεύθερα περίπου 400 m (διατομής 0.50 x 1.30 m). Ελέγχθηκαν εσωτερικά περίπου 200 m από αυτά (Εικόνα 3.37) με τη βοήθεια άντλησης στο φρέαρ 115 (Υπηρεσία Προληπτικής Συντήρησης Δικτύου Αποχέτευσης) κατά την οποία ταπεινώθηκε η στάθμη όσο ήταν απαραίτητο (Εικόνα 3.25).

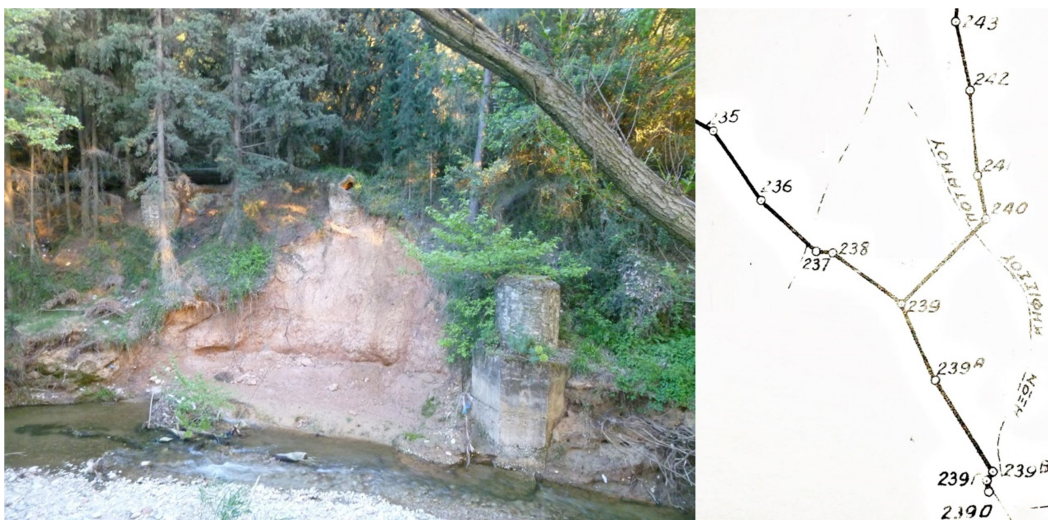


Εικόνα 3.37. Διατομή (κτιστά τοιχώματα, τριμερές κεραμικό τόξο) μεταξύ φρεάτων 113-117

Στο τμήμα Νο 5 και Νο 6 ελεύθερα είναι περίπου 250 m (236-239-239A) με είσοδο από το φρέαρ 239 (Εικόνα 3.38). Εκεί καταλήγει ο μεταλλικός αγωγός (Εικόνα 3.15, λύση D), που αντικατέστησε το προγενέστερο ρηχό τμήμα του ελιγμού διάσχισης του Κηφισού, όταν καταστράφηκε και καταργήθηκε το 1930. Το παλιό αυτό τμήμα, διέσχισε μεγαλύτερη διαδρομή από το υφιστάμενο μεταλλικό νεότερο και διατηρείται το τμήμα 239-239B. Το τελευταίο λειτουργεί σήμερα ως παράπλευρη υδρομαστευτική στοά μικρού μήκους (170 m), αλλά με μεγάλη συνεισφορά λόγω της θέσης του. Στο διατηρηθέν άκρο της στοάς αυτής συνδέθηκε επίσης νεότερο ρηχό υδραγωγείο (Εικόνα 3.39), προερχόμενο από φράγμα που κατασκευάστηκε επί Μεταξά ανάντη στο ρέμα του Κηφισού, στο ύψος γέφυρας Βαρυμπόμπης (Παππάς, 1999), ίσως με ενίσχυση και από την περιοχή του Φασίδερι.

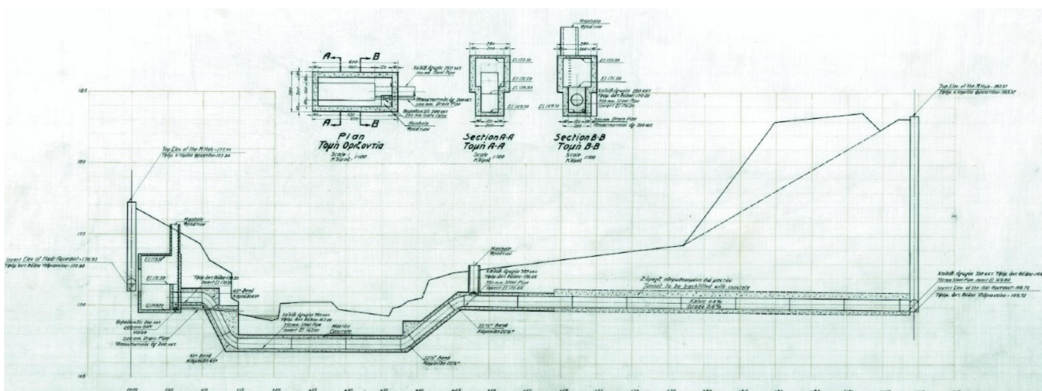


Εικόνα 3.38. Διατομή (0.50 x 1.40 m), το φρέαρ 239 και λεκάνη συλλογής νερού από το τμήμα 6 (εμπρός), το 7 μέσω του μεταλλικού αγωγού (αριστερά) και από το ίδιο το φρέαρ που υδρομαστεύει.



Εικόνα 3.39 Το ανάντη άκρο του κατεστραμμένου τμήματος στο πέρασμα από την κοίτη του Κηφισού. Διακρίνεται το φρέαρ 239 B, αλλά και τα 239 C, 239 D (σύνδεση ενισχυτικού) (ΕΕΥ, 1936).

Στο φρέαρ 239 καταλήγει ποσότητα νερού και από το ανάντη υδραγωγείο (τμήμα Νο 7), μέσω του μεταλλικού αγωγού της κοίτης (239-240) που ξεκινά από υπόγειο θάλαμο κατασκευής ULEN με πρόσβαση από το νέο φρέαρ 240 (αντικατέστησε το αρχικό) (Εικόνες 3.40, 3.41). Το νερό που φτάνει εκεί, προέρχεται από το ρηχό κομμάτι μήκους περίπου 100 m (241-241A) του τμήματος Νο 7, το οποίο υδρομαστεύει ικανοποιητικά σε σχέση με το μήκος και το βάθος του από την επιφάνεια. Μεγάλη παροχή νερού του υδραγωγείου που προέρχεται από το τμήμα Νο 8 διαρρέει εξολοκλήρου εκτός σήραγγας μεταξύ των φρεάτων 245-246, στη θέση τροφοδοσίας παλιού υδρόμυλου (Μονομάτι). Αυτό συμβαίνει με σύγχρονο αγωγό, πιθανώς μέσω διάταξης υπερχείλισης που προκαλεί μικρή ανάσχεση της ροής στο κατάντη άκρο (246-248).



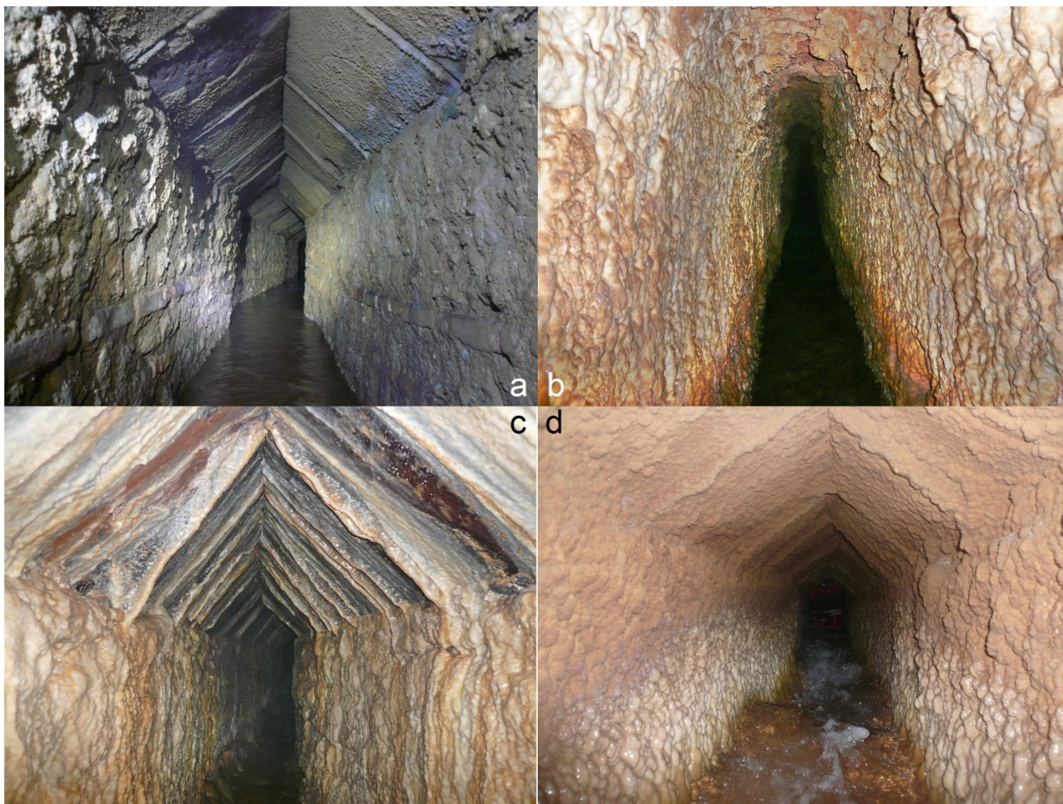
Εικόνα 3.40. Α1206. Μεταλλικός αγωγός, φρέαρ 240, θάλαμος, φρεάτιο κοίτης, φρέαρ 239 (ULEN, 1930)



Εικόνα 3.41. Το φρεάτιο του μεταλλικού αγωγού εντός της κοίτης

Στο τμήμα Νο 9 υπάρχουν μικρότερης σημασίας προβλήματα τοπικών αποφράξεων, καθώς επιτρέπουν την κίνηση το νερού. Αυτά είναι (α) στο φρέαρ 253 στον ανισόπεδο σιδηροδρομικό κόμβο της Λ. Δεκελείας, και (β) σε κάποια φρέατα εντός του Ολυμπιακού Χωριού. Το νερό όμως, που και εδώ προέρχεται από υδρομάστευση, ως επί το πλείστον δεν παραμένει στάσιμο. Πιο συγκεκριμένα, τα προβλήματα ροής παρουσιάζονται: (α) σε περίπου 650 m (255-267) ανάντη της απόφραξης Δεκελείας, όπου το νερό ανακόπτεται μεν, αλλά διέρχεται δια μέσου μπαζώματος από χαλίκια και (β) σε άλλα 650 m (281-297) εντός Ολυμπιακού Χωριού, με προβληματική ροή (τοπικές ανασχές) λόγω μπαζώματος φρεάτων. Ωστόσο η σήραγγα είναι προσβάσιμη σε ορισμένα σημεία. Το τμήμα αυτό μελετήθηκε κατά την πρώτη περίοδο συνεργασίας ΕΜΠ-ΕΥΔΑΠ (2013-2014) και απέδωσε πολλά ενδιαφέροντα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του υδραγωγείου (Εικόνα 3.42). Είναι στοιχεία που αφορούν στον τμηματικό τρόπο όρυξης του υδραγωγείου και τις ατέλειες στη σύνδεση των τμημάτων, μεταγενέστερες επεμβάσεις (επισκευές), υδρομαστευτικές εισροές και υψομετρικές διαφορές ύψους στον πυθμένα του υδραγωγείου (υδατοπτώσεις). Επίσης εντοπίστηκαν διάφορα σημεία από όπου αντλείται νερό μέσω φρεάτων, αλλά και κάποιες θέσεις διαρροής αστικών κυρίως αποβλήτων σε φρέατα

του υδραγωγείου, με πιο χαρακτηριστική αυτή του φρέατος 250.



Εικόνα 3.42. Χαρακτηριστικές διατομές από βαθιά σημεία του τμήματος 9, τυπικού πλάτους 0.50 m (a) σήραγγα 277-78, (b) σήραγγα 279-80, (c) σήραγγα 251-52, (d) σήραγγα 272-73

Στην Εικόνα 3.42a φαίνονται ξεκάθαρα τεχνικά χαρακτηριστικά απουσία υδρομάστευσης (φρέατα 277-278, ύψος 1.40-1.80 m). Στην Εικόνα 3.42b παρουσιάζεται η περίπτωση όπου το υπέδαφος ήταν στιβαρό και η σήραγγα παρέμεινε ανεπένδυτη (φρέατα 279-280, ύψος 1.60-2.00 m). Στην Εικόνα 3.42c είναι έντονη η παρουσία υδρομάστευσης στις λοξές πλάκες της οροφής (φρέατα 251-252, ύψος 1.20-1.40 m). Τέλος, στην Εικόνα 3.42d φαίνεται ότι σε τοπικά μεγάλες κλίσεις η ταχύτητα ροής αυξάνεται εντυπωσιακά (φρέατα 272-273, ύψος 1.00-1.20 m)

3.4. Κεκλιμένη στοιά, πηγές και ενισχυτικά υδραγωγεία

3.4.1 Κεκλιμένη στοιά

Η κεκλιμένη στοιά που βρίσκεται στην περιοχή του σημερινού Ολυμπιακού Χωριού, οδηγούσε το νερό που έφτανε από επιφανειακό κανάλι, στη σήραγγα του κυρίου άξονα του υδραγωγείου και σε βάθος 30.5 m. Το συνολικό μήκος της υπολογίζεται

από την υπάρχουσα μηκοτομή (ULEN, 1925) σε 85.5 m. Το στέγαστρο που προφύλασσε την είσοδό της μέχρι 2014 (Εικόνα 3.43), σήμερα έχει αφαιρεθεί, και η απόφραξη από χώματα, μπάζα και ογκώδη απορρίμματα που έχουν παρασυρθεί από το νερό, έχει αφήσει ελεύθερα μόνο 52 m από την είσοδο του υπόγειου τμήματος. Η μέση κλίση της στοάς προέκυψε υπολογιστικά 22° , ενώ οι επιτόπου μετρήσεις έδωσαν κλίσεις περίπου από 19° έως 25° .



Εικόνα 3.43. Το στέγαστρο στην είσοδο της κεκλιμένης στοάς, που σήμερα δεν υπάρχει.

Κατασκευαστικά, παρά το μικρό μήκος της παρουσιάζει ποικιλία σε τύπους διατομών, οι οποίες παρατηρούνται ήδη από τα 50 πρώτα ελεύθερα μέτρα του μήκους και οι περισσότερες από αυτές συναντώνται και στο υπόλοιπο υδραγωγείο, με εξαίρεση την κάτω δεξιά φωτογραφία της Εικόνας 3.44. Ειδικότερα τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά είναι:

- Πλάτος επενδυμένης διατομής (τυπικό): 0.50 m,
- ύψος διατομής (μέγιστο βασικό): 1.20 m.
- Μέγιστο πλάτος στο μισό του ύψους στο τμήμα χωρίς επένδυση: 1.10 m.
- Μέγιστο ύψος στο ίδιο τμήμα: 1.45 m.
- Μέγιστο ύψος τμημάτων χωρίς επένδυση γενικότερα: 1.60 (σε σημείο όπου

υπάρχει επίπεδη πλάκα στο μισό ύψος της διατομής).

- Υλικό επένδυσης: κεραμικά στοιχεία.
- Οροφή διατομής: τοξωτή και τριγωνική.
- Στον πυθμένα παρατηρήθηκε κρούστα ανθρακικού ασβεστίου, σχηματισμένη από τη χρόνια ροή του νερού.



Εικόνα 3.44. Τύποι διατομών της κεκλιμένης στοάς. Η κάτω δεξιά διατομή δεν έχει εντοπιστεί σε άλλο σημείο του υδραγωγείου, από τα τμήματα που ερευνήθηκαν μέχρι σήμερα.

3.4.2. Πηγές και υδραγωγεία στην περιοχή της Πάρνηθας

Οι ρηχές και επιφανειακές προεκτάσεις του ανάντη άκρου του υδραγωγείου που καταλήγουν στη θέση Δήμογλι, σήμερα δεν μεταφέρουν νερό στην κεκλιμένη στοά. Αντιθέτως, κατά την τελευταία περίοδο λειτουργίας του Αδριάνειου, η ULEN τροφοδότησε με πολλά ανάντη τεχνικά έργα τα υπάρχοντα κανάλια, τα οποία επισκευάστηκαν και τέθηκαν σε πλήρη λειτουργία τροφοδοτώντας το υδραγωγείο με τα νερά της Αμπολής και της Κιθάρας. Στο πιο ανάντη άκρο, το νεότερο υδραγωγείο Κιθάρας (δεν έχει αποδειχτεί ότι υπήρχε κατά την αρχαιότητα) ενισχύθηκε από σήραγγα 85 m που συλλέγει νερό υπόγειας πηγής (Εικόνα 3.45). Καταλήγει στο

εσωτερικό οικίσκου (Εικόνα 3.46), από όπου γέμιζε η ανοιχτή δεξαμενή "Κιθάρα" όταν το υδραγωγείο ήταν σε λειτουργία.



Εικόνα 3.45. Φρέαρ επίσκεψης, διατομή, αρχή (οικίσκος) και πέρασ (πηγή) της σήραγγας της Κιθάρας.



Εικόνα 3.46. Ο οικίσκος όπου καταλήγει η σήραγγα της Κιθάρας

Σήμερα το νερό αυτό χρησιμοποιείται απευθείας για άρδευση των γύρω εκτάσεων (βασιλικά κτήματα Τατοΐου). Παλαιότερα ήταν ενεργή και δεύτερη υπόγεια πηγή στην ίδια περιοχή, η οποία έχει ελάχιστο νερό σήμερα.

Από τη δεξαμενή, μέσω υπόγειων σωληνώσεων, το νερό κατέληγε στην περιοχή της Αγίας Κυριακής, όπου συνέβαλλε ο τοπικός κλάδος της Αμπολής (Εικόνα 3.47). Ο κλάδος ξεκινούσε από φράγμα που κατασκεύασε η ULEN εντός του ρέματος.



Εικόνα 3.47. Η σύνδεση του υδραγωγείου Κιθάρας στο υδραγωγείο Βαρυμπόμπης (φρεάτιο 327)

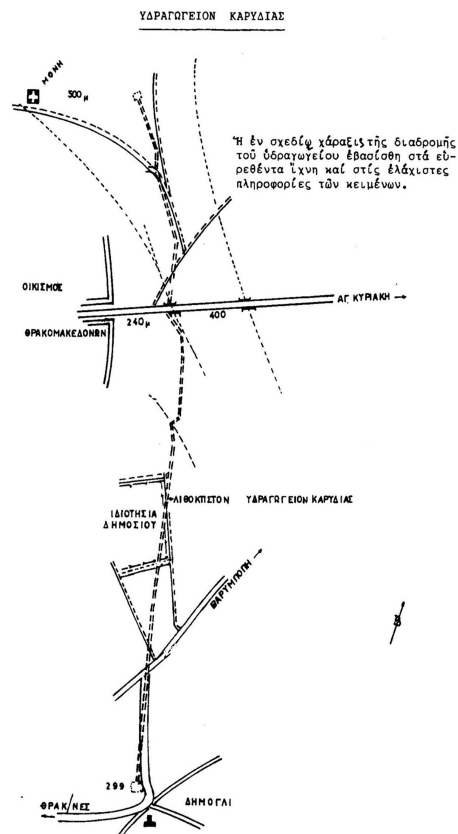
Από την Αγία Κυριακή το ρηχό υδραγωγείο Βαρυμπόμπης (Εικόνα 3.48) οδηγούσε τα νερά της Αμπολής και της Κιθάρας στο Ολυμπιακό Χωριό, όπου μετά την επιφανειακή συμβολή του καναλιού Καρυδιάς (Εικόνα 3.49) κατέληξαν μέσω της κεκλιμένης στοάς στο υπόγειο Αδριάνειο.

Από τα σχέδια της ULEN προκύπτει ότι επρόκειτο το υπάρχον κανάλι του υδραγωγείου Βαρυμπόμπης, να αντικατασταθεί από αγωγό σε λίγο διαφορετική χάραξη, κάτι που δεν φαίνεται να έχει πραγματοποιηθεί. Το υδραγωγείο Βαρυμπόμπης είχε μήκος περίπου 3 km και 35 φρεάτια μικρού βάθους, όπου το κανάλι δεν ήταν επιφανειακό, ενώ διέσχιζε την κοίτη του ρέματος Καρυδιάς μέσω υδατογέφυρας, η οποία διατηρείται. Σήμερα μεταφέρει νερό, το οποίο όμως διαρρέει λόγω θραύσης του πριν την γέφυρα και χρησιμοποιείται για πότισμα ζώων, οπότε δεν

φτάνει μέχρι την κεκλιμένη στοά.



Εικόνα 3.48. Χαρακτηριστικά του κλάδου Βαρυμπόμπης (φανός, κανάλι, υδατογέφυρα, φράγμα)



Εικόνα 3.49. Λιθόκτιστο επιφανειακό ενισχυτικό υδραγωγείο Καρυδιάς (Παππάς, 1999)

Στο πέρας της κεκλιμένης στοάς συνδέθηκαν υπογείως στο φρέαρ 299 δύο ενισχυτικές υδρομαστευτικές στοές (Εικόνα 3.50).

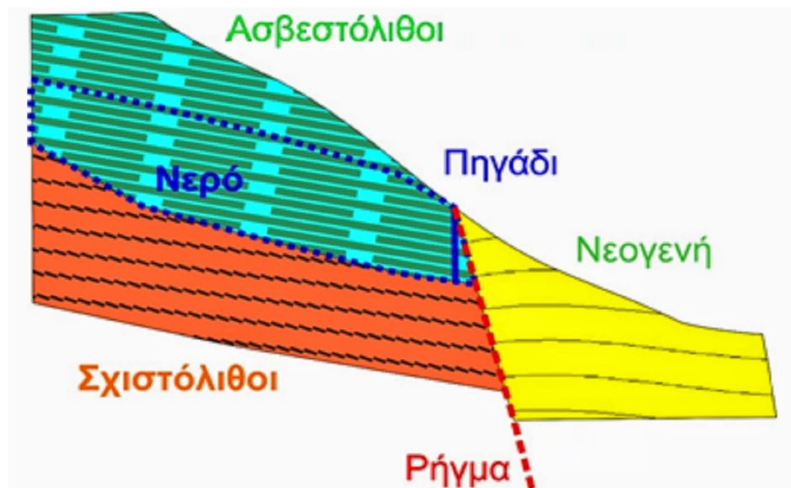


Εικόνα 3.50. Κεκλιμένη στοά ενισχυτικές υδρομαστευτικές στοές και επιφανειακά κανάλια (Δημόγλι)

Η μεγαλύτερη από αυτές, της οποίας τμήμα διατηρείται προσβάσιμο, λειτούργησε αρχικά το 1905, κατασκευασμένη από τον Δήμο Αθηναίων και τον μηχανικό Πρωτοπαπαδάκη (Παρασκευόπουλος, 1907). Για τη δε μικρή αναφέρεται είτε ότι είναι αρχαία (ULEN, 1936), είτε ότι κατασκευάστηκε μετά το 1915 (Παππάς, 1999). Το νερό που σήμερα διοχετεύεται στην αρχή του υπόγειου υδραγωγείου και ανιχνεύεται στο τμήμα 297-298 προέρχεται τουλάχιστον από τη σήραγγα του Πρωτοπαπαδάκη, η υδροφορία της οποίας διαπιστώθηκε εσωτερικά, ενώ η κατάσταση της μικρότερης είναι άγνωστη (δεν διατηρήθηκαν φανοί). Το τμήμα 298-299 είναι εντελώς αποκλεισμένο σήμερα, μιας που δεν υπάρχει πρόσβαση ούτε από το 297 (μπαζωμένος ο πυθμένας του 298), ούτε από την κεκλιμένη στοά (αποφραγμένο το κατάντη άκρο της), ούτε από την επιφάνεια (χαμένος ο φανός 299 και πιθανότατα μπαζωμένο το φρέαρ). Συνεπώς δεν είναι δυνατόν να προσεγγιστεί ο πυθμένας του 299 και ο κόμβος συμβολής των δύο υπόγειων ενισχυτικών.

Στο κυρίως υδραγωγείο της Κιθάρας, κατά μη ισομήκη διαστήματα, παρεμβάλλονται κιβωτιόσχημα επίγεια φρεάτια επίσκεψης του αγωγού, διαστάσεων 2x2 m και ύψους ενός μέτρου, που μπορεί να λειτουργούν και ως μικρές πιεζοθραυστικές δεξαμενές

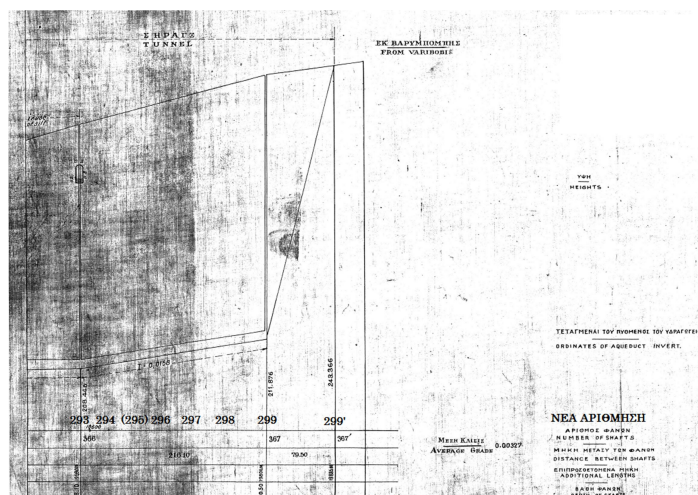
(Παππάς, 1999). Η αφετηρία του υδραγωγείου βρισκόταν στην ομώνυμη ανοικτή δεξαμενή που πήρε το όνομά της λόγω του χαρακτηριστικού σχήματός της. Η "Κιθάρα" κατασκευάστηκε ως τεχνητή λίμνη προς τα τέλη του 19^{ου} αιώνα πλησίον πηγών με άφθονα ύδατα, δύο εκ των οποίων αρχικά τη γέμιζαν. Συμπεριλήφθηκε στα έργα δημιουργίας του πρότυπου κτήματος του Τατοΐου, που διαμορφώθηκε την εποχή εκείνη για λογαριασμό του Βασιλέως Γεωργίου Α΄. Για τη συλλογή των υδάτων από τις δύο πηγές, κατασκευάστηκαν υδρομαστευτικές στοές και ισάριθμες κρήνες που έλαβαν τις ονομασίες των πριγκιπισσών, δηλαδή των δύο θυγατέρων του βασιλικού ζεύγους Γεωργίου και Όλγας: Αλεξάνδρα και Μαρία. Η “γαλαρία της πριγκίπισσας Μαρίας” (ULEN, 1926) βρίσκεται απέναντι από τη λίμνη “Κιθάρα” (Σταματόπουλος, 2011) και είναι η σήραγγα που καταλήγει στην πηγή που παραμένει σήμερα ενεργή. Τα δύο φρέατα που διαθέτει η σήραγγα της Μαρίας διατάσσονται κατά μήκος της επαφής ασβεστολίθων και νεογενών μαργαϊκών ιζημάτων. Το πέτρωμα ταμιευτήρας είναι βέβαια οι ασβεστόλιθοι, και η υδροφορία εγκλωβίζεται από τους υποκείμενους σχιστολίθους και πλευρικά από τα νεογενή ιζήματα, όπως φαίνεται από τη σχηματική γεωλογική τομή της Εικόνας 3.51. Η μπλε διακεκομμένη γραμμή συμβολίζει τα όρια της υδροφορίας. Πριν κατασκευαστούν τα πηγάδια, η ανώτερη στάθμη του νερού ήταν υψηλά και η υπερχειλίση τροφοδοτούσε τις πηγές της περιοχής. Με την άντληση από τα πηγάδια, η ανώτερη στάθμη του νερού ταπεινώνεται και οι πηγές ξηραίνονται, αλλά η άντληση συνεχίζει να δίνει νερό από χαμηλότερους ορίζοντες (Χιώτης, 2014).



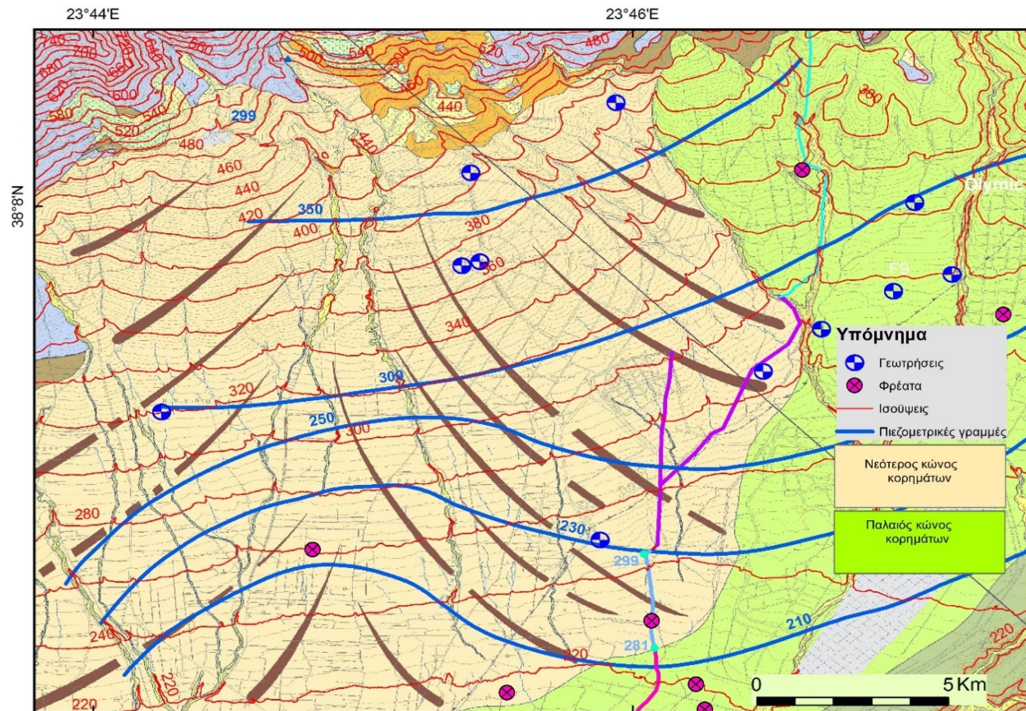
Εικόνα 3.51. Σχηματική γεωλογική τομή στην περιοχή της σήραγγας της πηγής (Χιώτης, 2014)

Η δεύτερη πηγή, “της πριγκίπισσας Αλεξάνδρας”, που εντοπίζεται στην ίδια περιοχή, είναι προσβάσιμη από ένα πηγάδι ίδιας κατασκευής με τα άλλα δύο. Το μικρό άνοιγμα του πυθμένα οδηγεί σε έναν μικρό διάδρομο προς την αίθουσα της πηγής, διαστάσεων 5.00 x 7.50 m. Η συγκεκριμένη πηγή σήμερα είναι σχεδόν ανενεργή, καθώς οι υδρογεωλογικές συνθήκες στο σημείο αυτό είναι λιγότερο ευνοϊκές, γιατί δεν υπάρχουν τα νεογενή που θα δημιουργούσαν έναν φραγμό και εμπλουτισμό της υδροφορίας (Χιώτης, 2014).

Το Αδριάνειο ενισχύθηκε με τα νερά των πηγών της περιοχής, αλλά η κύρια τροφοδοσία του προερχόταν από την υπόγεια υδρομάστευση, που ξεκινούσε απευθείας από το βόρειο άκρο του στο Ολυμπιακό Χωριό. Ο σημαντικότερος ταμιευτήρας της περιοχής είναι τα ριπίδια του κώνου κορημάτων, τα οποία υδρομάστευε η σήραγγα του υδραγωγείου μεταξύ των φρεάτων 280-299 (Εικόνα 3.50). Στο Ολυμπιακό Χωριό η πιεζομετρική επιφάνεια του φρεάτιου ορίζοντα κυμαίνεται μεταξύ των απόλυτων υψομέτρων 230 και 210 m. Ειδικότερα στο φρέαρ 299, με υψόμετρο πυθμένα 211.88 m (Εικόνα 3.52) η στάθμη του φρεάτιου ορίζοντα εκτιμάται από την Εικόνα 3.53 στα 230 m (Χιώτης, 2018). Η επιφάνεια του φρεάτιου ορίζοντα σε γεώτρηση του ΙΓΜΕ στην ίδια περιοχή με υψόμετρο περίπου 244 m μετρήθηκε σε βάθος είκοσι μέτρων (Βρέλλης, 2010). Συνεπώς σε κάθε περίπτωση επιβεβαιώνεται ότι ο πυθμένας του φρεάτος 299, σε βάθος 30.5 m, βρισκόταν τουλάχιστον δέκα μέτρα βαθύτερα από την αδιατάρακτη επιφάνεια του ελεύθερου υδροφόρου πριν από την όρυξη της σήραγγας του υδραγωγείου (Χιώτης, 2018).



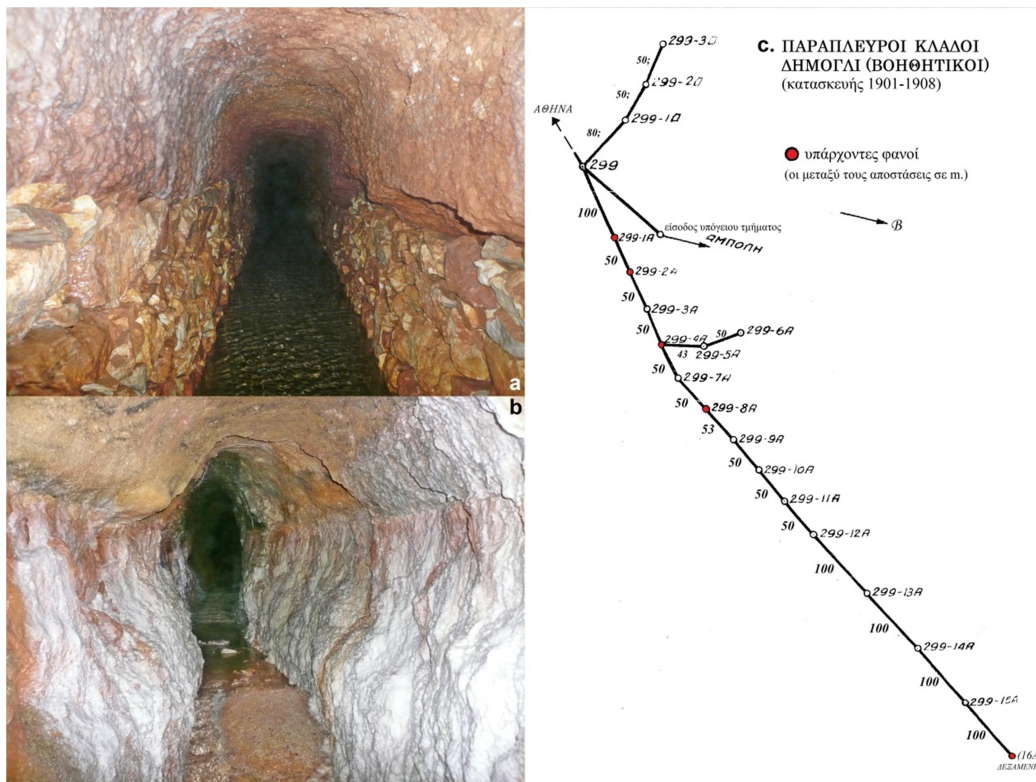
Εικόνα 3.52. Μηκοτομή της αρχής του υδραγωγείου (απεικονίζεται η κεκλιμένη στοά) (ULEN, 1925)



Εικόνα 3.53. Ο κώνος κορημάτων Θρακομακεδόνων, οι πιεζομετρικές γραμμές του επιφανειακού υδροφόρου και η βόρεια απόληξη του υδραγωγείου (Χιώτης, 2018).

Η συνεχής υδρομάστευση κατά μήκος της σήραγγας σήμερα επιβεβαιώνεται από την απόθεση ανθρακικού ασβεστίου στην οροφή και στα τοιχώματά της, ενίοτε και με σχηματισμό σταλακτιτών. Επίσης, επιβεβαιώνεται από τις μεμονωμένες “ζωντανές” μικρές πηγές που εμφανίζονται στα τοιχώματα σε διάφορες θέσεις, με αποτέλεσμα τη συνεχιζόμενη ροή, παρόλο που σήμερα δεν υπάρχει πλέον τροφοδοσία από τις εξωτερικές πηγές. Όπως προκύπτει από τις υπόγειες αυτοψίες, οι λοιπές ενισχυτικές υδρομαστευτικές σήραγγες του υδραγωγείου στην περιοχή βρίσκονται υδρογεωλογικά στη σωστή θέση διερχόμενες από τα όρια των γεωλογικών στρωμάτων. Στο Δήμογλι, η υδροφορία επέρχεται όταν η σήραγγα διαπερνά την επαφή του υπερκείμενου και υδροφόρου κροκαλοπαγούς με τα στεγανά υποκείμενα ερυθρά αργιλικά ιζήματα (Εικόνα 3.54a). Και ενώ τα κροκαλοπαγή είναι συνεκτικά και αντέχουν στη διάβρωση του νερού, τα ερυθρά ιζήματα διαβρώνονται και καταρρέουν (Χιώτης, 2014), οπότε δημιουργείται ανάγκη μερικής στήριξης των τοιχωμάτων. Στην περίπτωση της άλλης ενισχυτικής υδρομάστευσης που ερευνήθηκε στο Μονομάτι (Σουνά), η σήραγγα διασχίζει υδροφόρες ποταμοχειμαρράδες αποθέσεις, επίσης επάνω σε στεγανές ερυθρές αργίλους των λιμναίων ιζημάτων του Κηφισού (Εικόνα 3.54b), αλλά αυτή δεν φέρει καθόλου επένδυση. Ενώ για τα έργα

του Δήμογλι υπάρχουν πληροφορίες για την περίοδο και τον φορέα κατασκευής, για τα αντίστοιχα του Σουνά, που μοιάζουν αρκετά παλαιότερα, δεν αναφέρεται τίποτα στις πηγές.



Εικόνα 3.54. Υδρομαστευτικές στοές σε επαφές γεωλογικών στρωμάτων, (α) Ολυμπιακό Χωριό (Δήμογλι), (β) Μονομάτι (Σουνά), (γ) Οι στοές Δήμογλι στο 299 (ΕΕΥ, 1936)

Επί δημαρχίας Σπύρου Μερκούρη πραγματοποιήθηκε από το 1900 καθαρισμός και επισκευή του Αδριάνειου, από το Δήμογλι μέχρι το Ψαλίδι Αμαρουσίου (σε μήκος 15 km). Μετά από έκθεση του μηχανικού Π. Πρωτοπαπαδάκη «περί της καταστάσεως των υδραγωγείων και των απαραίτητων ενεργειών», αποφασίστηκε η εκτέλεση νέων υδραυλικών εργασιών σε πολλά σημεία του υδραγωγείου. Μία από αυτές ήταν η προέκτασή του από το Δήμογλι με την κατασκευή της υδρομαστευτικής σήραγγας που περιγράφηκε παραπάνω. Η συγκεκριμένη εργασία διάρκεσε όλο το έτος 1901, κι έπειτα σταμάτησε. Ξεκίνησε ξανά το 1903, και μέχρι τον Σεπτέμβριο του 1904 κατασκευάστηκε σήραγγα μήκους 320 m σε βάθος 33 m από την επιφάνεια. Διέθετε επτά φρέατα (Παρασκευόπουλος, 1907), τα οποία δεν ήταν όλα στην ίδια ευθεία. Κατασκευάστηκαν πέντε με κατεύθυνση ΒΑ, στο τέταρτο εκ των οποίων συνέβαλλε μικρή παράπλευρη στοά κατευθυνόμενη ΒΔ, με δύο ακόμη φρέατα (Εικόνα 3.54c).

Τα φρέατα αυτά φέρουν αρίθμηση 299 1Α – 299 7Α (ΕΕΥ, 1936). Το 4Α είναι ο κόμβος συμβολής, και τα δύο παράπλευρα φέρουν τους αριθμούς 5Α και 6Α, ενώ 7Α είναι το τελευταίο αυτής της φάσης κατασκευής. Ο Παππάς (1999) αναφέρει ότι επί του εδάφους βρέθηκε και τρίτος φανός της μικρής ΒΔ διακλάδωσης, που δεν απεικονίζεται στο σχέδιο της ΕΕΥ. Δίνει αποστάσεις των δύο πρώτων φανών του μικρού ΒΔ κλάδου 43 m και 50 m αντίστοιχα μεταξύ τους, ενώ ο τρίτος που εντοπίστηκε επί τόπου, δίνεται σε απόσταση 63 m από τον δεύτερο. Έτσι προκύπτει συνολικό μήκος της μικρής στοάς 156 m. Σήμερα οι φανοί αυτοί δεν σώζονται. Αντιθέτως υπάρχει το φρέαρ 4Α (1.30x2.10x31.00 m), η κατάβαση στο οποίο επιβεβαίωσε την ύπαρξη της συμβολής του μικρού ΒΔ κλάδου. Οι δύο σήραγγες είναι πλάτους 0.50 m, και ύψους 1.20 m η κύρια, 1.00 m η μικρή, και φέρουν χτιστή επένδυση.

Η επέκταση του κλάδου Δήμογλι πραγματοποιήθηκε πιθανώς το έτος 1908 (Παππάς, 1999) με τα φρέατα 299 8Α – 299 15Α, αποσκοπώντας στην περαιτέρω ενίσχυση της παροχής του Αδριάνειου, που με την πρώτη προσπάθεια κρίθηκε ικανοποιητική. Η διεύθυνση της καινούριας χάραξης διαφέρει λίγο της αρχικής, ενώ οι αποστάσεις των φρεάτων διατηρούνται στα 50 m μέχρι το 12Α, και στη συνέχεια διπλασιάζονται. Το τελευταίο φρέαρ (16Α) αναφέρεται ως δεξαμενή (Παππάς, 1999) και δεν απεικονίζεται στον χάρτη της ΕΕΥ, εντοπίζεται όμως επιτόπου. Είναι κυκλικής διατομής (1.70 m, χωρίς επένδυση), και στον πυθμένα του ανιχνεύθηκαν μπάζα ύψους 20 m, καθώς το βάθος του φτάνει τα 40 m. Συνεπώς, δεν στάθηκε δυνατόν να διαπιστωθεί η αρχή της σήραγγας και ο χαρακτήρας της αναφερόμενης κατασκευής (δεξαμενή), εκτός αν επρόκειτο για κάτι επιφανειακό το οποίο καταστράφηκε. Επίσης, μπαζωμένο είναι και το πρώτο φρέαρ (1Α) (ορθογωνικής διατομής 0.70x1.40 m), στο οποίο μετρήθηκε βάθος 24.5 m, ενώ θα έπρεπε να είναι τουλάχιστον 30 m. Το αναφερόμενο βάθος των 33 m (Παρασκευόπουλος, 1907) αντιστοιχεί στο μέγιστο βάθος της σήραγγας στην πρώτη φάση κατασκευής που περιγράφει, ενώ η κατάληξη του κλάδου είναι σε βάθος 30.5 m (φρέαρ 299). Είναι άξιο λόγου το γεγονός ότι παρά του πληρωμένου από μπάζα πυθμένα του πρώτου φρεάτος, και πιθανότατα και του φρεάτος σύνδεσης με το Αδριάνειο (299), το νερό καταφέρνει και διέρχεται στο εσωτερικό του υδραγωγείου.

Το συνολικό μήκος της κύριας σήραγγας του (ολοκληρωμένου) ΒΑ κλάδου είναι περίπου 960 m, και το τελευταίο τμήμα της εκτείνεται παράλληλα με το όρια του παρακείμενου αεροδρομίου. Επίσκεψη στο εσωτερικό της πραγματοποιήθηκε τον

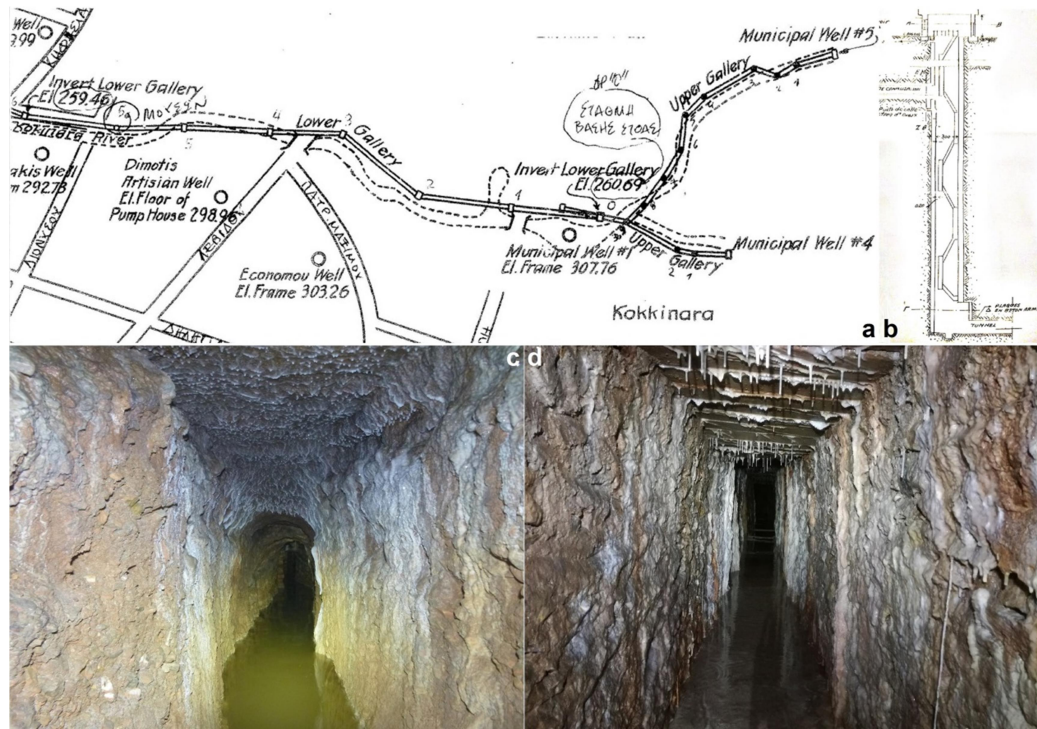
Δεκέμβριο του 2013, με πρόσβαση από το φρέαρ 8Α, κυκλικής διατομής με διάμετρο 1.70 m και βάθος 32 m. Διανύθηκαν 100 m σήραγγας, 50 m κατάντη, και 50 m ανάντη. Τα δύο φρέατα (7Α, 9Α) διαπιστώθηκε ότι μπαζώθηκαν με χαλίκια, πιθανότατα κατά την κατασκευή του Ολυμπιακού χωριού το 2004. Παρά το μπάζωμα πάντως, το νερό διέρχεται μέσα από τα χαλίκια. Τα τοιχώματα της σήραγγας, αλλού σκαμμένα χωρίς επένδυση, αλλού λιθόκτιστα, ανάλογα με την κατάσταση του εδάφους στο εκάστοτε σημείο, απέχουν 0.70-0.80 m (πλάτος), ενώ η οροφή, ενίοτε υποστηριζόμενη με μαρμάρινες πλάκες, διατηρεί ένα μέσο ύψος 2 m. Τέλος, στον πυθμένα της υπάρχουν κατά διαστήματα μικρές ανυψώσεις ανάσχεσης της ροής που λειτουργούν ως υπερχειλιστές, ώστε να επιτυγχάνεται καθαρισμός του νερού από τα σωματίδια.

3.4.3. Υδραγωγεία Κοκκινάρá και Πεντέλης

Στη συνέχεια, θεωρήθηκε σκόπιμο να εξεταστούν και στοιχεία που ανήκουν στους παράπλευρους κλάδους τροφοδοσίας που χρήζουν διερεύνησης. Πιο συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκε αυτοψία στα ανάντη τμήματα των δύο εγκάρσιων υδραγωγείων Κοκκινάρá και Πεντέλης, στη θέση των οποίων φαίνεται να λειτούργησαν αντίστοιχα έργα και κατά τη ρωμαϊκή εποχή.

Εξερευνήθηκε τμήμα μικρού κλάδου του παλαιού δημοτικού υδραγωγείου Κοκκινάρá σε βάθος 20 m, που κατασκευάστηκε την ίδια περίοδο με το προηγούμενο, δηλαδή το 1901, αντικαθιστώντας παλαιότερο έργο του 1890, του Γάλλου μηχανικού Ματών. Τα νερά του προγενέστερου και ρηχότερου αυτού υδραγωγείου, μαζί με τις παροχές δύο ακόμη μικρών παλαιών έργων (υδραγωγεία Καψοκαλυβίου, Κασσαβέτη) και άλλα αρτεσιανών φρεάτων, κατέληγαν στο υδραγωγείο Ψαλιδίου που τα μετέφερε στο Αδριάνειο. Αυτό ήταν το κύριο ενισχυτικό υδραγωγείο από την Κηφισιά (Εικόνα 3.27). Ένα ρηχό υδραγωγείο μήκους 4.7 km, αποτελούμενο από κτιστό πλακοσκεπές κανάλι (0.30x0.70 m), κατασκευασμένο επί δημαρχίας Σούτσου (1879-1887) πάνω στα ίχνη άλλου, αρχαίου, που ανακατασκευάστηκε (Γούναρης, 1900). Ήταν ένα έργο πρόχειρο και πολύ προβληματικό, το οποίο συχνά πληττόταν από διαρροές, εμφράξεις, καταρρεύσεις, αλλά και επιρρεπές στην παράνομη χρήση ύδατος κατά μήκος του, καθ' ότι διερχόταν μέσα από αγροτικές ιδιοκτησίες. Αδυνατούσε να διοχετεύσει στο Αδριάνειο τις νέες ποσότητες που του προωθούσαν τα ανάντη έργα, κι έτσι αποφασίστηκε να αντικατασταθεί από ένα νέο βαθύ σύνθετο υδραγωγείο που θα μετέφερε παροχές

νέων γεωτρήσεων προς το Αδριάνειο, αλλά παράλληλα και θα υδρομάστευε. Η χάραξη του θα ήταν διαφορετική, καθώς θα ακολουθούσε την κοίτη του ρέματος Κοκκινάρα προς το Καλυφτάκι. Προηγούμενος όμως, τον Φεβρουάριο του 1901 ανοίχτηκαν στο ψαμμιτικό στρώμα βάθους 15-25 m (Γούναρης και Γεωργαλάς, 1926) δύο υδρομαστευτικές στοές εντός τη φυσικής κοίτης του ρέματος, ανάντη των σημερινών εγκαταστάσεων της ΕΥΔΑΠ. Το συνολικό μήκος τους είναι 325 m (Παρασκευόπουλος, 1907) και διαθέτουν συνολικά 10 φρέατα (Εικόνα 3.55a). Ακολουθούν τους δύο συμβαλλόμενους βραχίονες του ρέματος Κοκκινάρα, και καταλήγουν σε κοινό φρέαρ όπου τοποθετήθηκαν ατμαντλίες που αντικατέστησαν μία παλιότερη των εγκαταστάσεων του Ματών. Η χρήση αντλίας στα αρτεσιανά φρέατα ήταν απαραίτητη, καθώς το νερό έπρεπε να αντλείται από μεγάλο βάθος. Οι στοές σήμερα ξεκινούν από μεταγενέστερες (1917) βαθιές δημοτικές γεωτρήσεις που φτάνουν τα 130 m (Γούναρης και Γεωργαλάς, 1926), από όπου το νερό ανέβαινε μέσω μεταλλικών αγωγών (ULEN, 1926). Αρχικά δοκιμάστηκαν στην τροφοδοσία του παλαιού υδραγωγείου (Ψαλιδίου) προς το Αδριάνειο, αλλά από το 1920 αξιοποιήθηκαν πλήρως για τη μεταφορά του νερού των γεωτρήσεων και της υδρομάστευσης προς το νέο βαθύ υδραγωγείο που το αντικατέστησε (Εικόνα 3.55b).



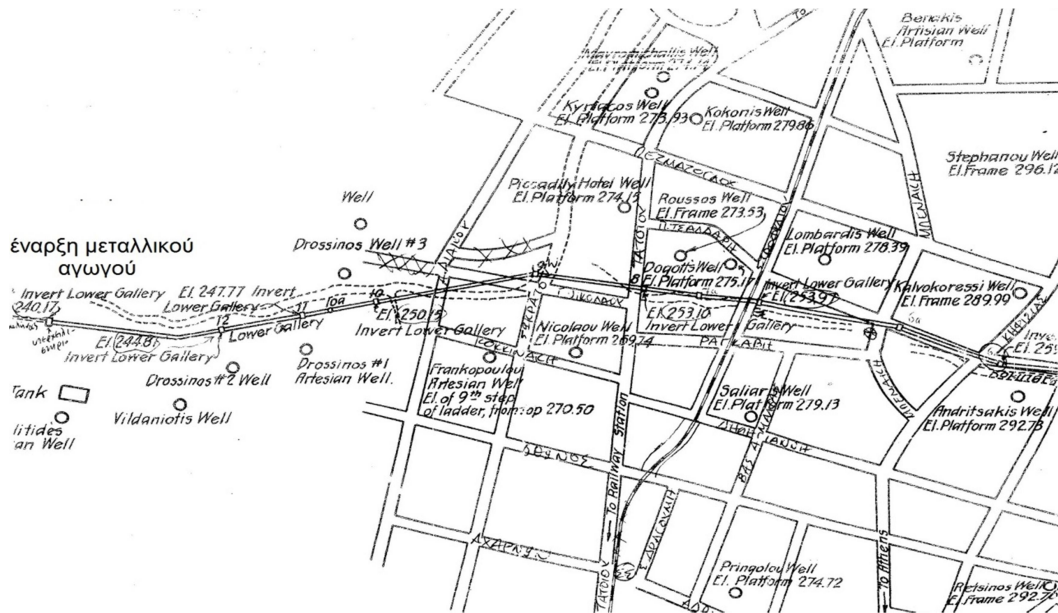
Εικόνα 3.55. Τα υδραγωγεία του Κοκκινάρα κατά την επαναλειτουργία του Αδριάνειου. α: το δημοτικό με δύο κλάδους (Upper) και το νεότερο (Lower) (ULEN, 1926) β: το φρέαρ “No 0” όπου γίνεται η σύνδεση Upper-Lower (ULEN, 1925) γ: υδρομαστευτική στοά (Upper), δ: υδρομαστευτική στοά (Lower)

Στο τμήμα της σήραγγας όπου έγινε η αυτοψία, διαπιστώθηκαν μεγαλύτερες διαστάσεις από το ρωμαϊκό Αδριάνειο, με πλάτος 0.70-0.80 m και ύψος 1.70-1.80 m, που συνηθίζονταν στα έργα της εποχής εκείνης (Εικόνα 3.55c). Διανύθηκε το τμήμα του μικρού κλάδου από το (μπαζωμένο) φρέαρ 2 (upper gallery) μέχρι το “Municipal Well 4” αλλά και ανάντη αυτού, μέχρι το πέρας που δεν απεικονίζεται στην Εικόνα 3.55. Η πρόσβαση πραγματοποιήθηκε από το φρέαρ 1 (20 m). Όπου η σήραγγα είναι ανεπένδυτη, δεν αποτελείται από ιδιαίτερα επιμελημένες επιφάνειες, ενώ τα υλικά κατασκευής του επενδυμένου (χτιστού) είναι πέτρα σε ξερολιθιές, μάρμαρο και νεότερα κίτρινα τούβλα με τσιμεντοκονίαμα. Η κάλυψη της χτιστής στοάς είναι από πέτρινες πλάκες, που σε μερικά σημεία έχουν αντικατασταθεί από τσιμεντόπλακες. Στο εσωτερικό, υπάρχει επίσης η παλιά εγκατάσταση άντλησης (με χυτοσιδηρούς αγωγούς και βάνα) από το μεγάλο βάθος της γεώτρησης “Municipal Well 4”. Ανάντη της γεώτρησης η σήραγγα συνεχίζει για μερικά μέτρα, και κλείνει σε δύο τυφλές διακλαδώσεις που υδρομαστεύουν. Χαρακτηριστικό είναι ότι στο πέρας της μεγαλύτερης (δεξιάς) διακλάδωσης και σε μερικά ακόμη σημεία των στοών έχει σχηματιστεί, λόγω της υδρομάστευσης, λευκός σταλακτιτικός διάκοσμος σε οροφή, τοιχώματα και δάπεδο, όπως στα σπήλαια.

Τα νέα έργα του Κοκκιναρά αύξησαν κατά πολύ τις διοχετευόμενες προς το Αδριάνειο ποσότητες νερού, αλλά για να μπορούν να φτάνουν ασφαλώς σε αυτό, συζητήθηκε από τον δήμαρχο η κατασκευή ενός νέου μεγάλου “διοχετευτικού” υδραγωγείου προς το Καλυφτάκι. Αυτό το έργο θα μπορούσε παράλληλα και να υδρομαστεύει επιπλέον ύδατα κατά την πορεία του μέσα στα υδροφόρα στρώματα, αλλά και να μηδενίζει τον κίνδυνο κλοπής και μόλυνσης του νερού, σε αντίθεση με το υφιστάμενο υδραγωγείο Ψαλιδίου. Το έργο ξεκίνησε να κατασκευάζεται το 1907 κατά μήκος του ρέματος Κοκκιναρά, με τα πρώτα 125 m να έχουν ολοκληρωθεί μέχρι την έκδοση του πονήματος “Οι Δήμαρχοι των Αθηνών” (Παρασκευόπουλος, 1907). Ολοκληρώθηκε το διάστημα 1915-1920 με τη συνεχή ανόρυξη αρτεσιανών φρεάτων, την άντληση και διοχέτευση μεγάλων ποσοτήτων νερού στο Αδριάνειο μέσω της σήραγγάς του, που διανοίχτηκε μέσα σε ψαμμιτικό υδροφόρο στρώμα. Με συνολικό μήκος 4400 m, κατασκευάστηκε σε μέγιστο βάθος 46.5 m στην αρχή του και, μέχρι το μισό του μήκος, με την ίδια μεθοδολογία με το ρωμαϊκό Αδριάνειο (υδρομαστευτική σήραγγα και φρέατα), αλλά με μεγαλύτερες διαστάσεις (Εικόνα 3.55d).

Το υδραγωγείο ξεκινάει μέσα από τις εγκαταστάσεις του αντλιοστασίου ΕΥΔΑΠ από

το φρέαρ “No 0” (Εικόνα 3.55b), κατεβαίνει κατά μήκος του ρέματος και συνδέεται στο Αδριάνειο στην περιοχή του ΚΕΑΜ, στο (μη εντοπισμένο σήμερα) φρέαρ 216 (παλαιό 314). Στο φρέαρ “No 0” καταλήγουν οι δύο παλαιότερες στοές του δημοτικού υδραγωγείου, στο επάνω μισό του ύψους του, αφού προηγουμένως έχουν συμβάλει σε μία, στο κοινό τους φρέαρ (Εικόνα 3.55a, b). Λόγω έντονης κλίσης του εδάφους κατά μήκος του άξονα του νέου υδραγωγείου, από τη μέση του συνολικού μήκους του και μετά είναι ρηχό, και υπερχειλίζει προς μεταλλικό αγωγό Ø400 (Εικόνα 3.56) που αποτελεί το καταληκτικό τμήμα (Καλυφτάκη) μέχρι το Αδριάνειο. Ο αγωγός αυτός (2197 m) τοποθετήθηκε από την ULEN το 1925 (Παπάς, 1999), στη θέση προγενέστερου Ø250 (2269 m).



Εικόνα 3.56. Κατάντη τμήμα της σήραγγας, έναρξη μεταλλικού αγωγού (ULEN, 1926).

Η σήραγγα του ανάντη τμήματος διαθέτει 17 φρέατα ορθογωνικής διατομής (0.90x1.80 m) ή επίσης μεγάλης κυκλικής, σε αποστάσεις κατά μέσο όρο 130 m. Οι διαστάσεις και ο τρόπος κατασκευής του έργου ομοιάζουν ιδιαίτερα με τα χαρακτηριστικά της στοάς του Δήμογλι, η οποία προηγήθηκε. Κατά τη διάρκεια της έρευνας πραγματοποιήθηκε κατάβαση στο κυκλικό φρέαρ 5α (Εικόνα 3.55a) βάθους 33.5 m, που τοποθετείται πλησίον του Δημαρχείου Κηφισιάς. Λίγο ανάντη αυτού, η χάραξη σχηματίζει ορθή γωνία προς τα δεξιά, σαν να τροποποιήθηκε, ενώ το φρέαρ βρίσκεται στο πέρας τυφλής συνέχειας της ανάντη ευθείας. Έγινε διάσχιση της σήραγγας σε μήκος περίπου 600 m, φωτογράφιση και ανίχνευση της υδρομάστευσης.

Η διάσχιση προχώρησε κάτω από τα ορθογωνικά φρέατα 6, 6α προς τα κατάντη, με επιστροφή πριν το φρέαρ 7 (Εικόνα 3.56), και συνέχιση μέχρι το φρέαρ 5 προς τα ανάντη. Στον πυθμένα του τελευταίου έχουν πραγματοποιηθεί τεχνικά έργα έτσι ώστε να μην υπάρχει πρόσβαση στη σήραγγα από την επιφάνεια, ούτε πέρασμα προς τα ανάντη όπου δεν έχει πραγματοποιηθεί αυτοψία μέχρι σήμερα. Μελλοντικά, πρόκειται να καταγραφεί και το αρχικό υπόγειο τμήμα του υδραγωγείου, και ιδίως η σύνδεσή του με τις παλαιότερες στοές (upper galleries) στο φρέαρ “No 0” (Εικόνα 3.55b).

Στο τμήμα όπου πραγματοποιήθηκε η αυτοψία, η σήραγγα αποτελείται από κτιστά τοιχώματα και διαθέτει κάλυψη από τσιμεντοδοκούς (Εικόνα 3.55d). Δεν είναι ανεπένδυτη, όπως αναγράφεται στο σχέδιο P129 (ULEN, 1926), το οποίο αναγράφει κάλυψη από την αρχή μέχρι το φρέαρ Νο 5. Υδρομαστεύει δε έντονα κατά θέσεις, τόσο ώστε το υδραγωγείο να έχει μόνιμα νερό, παρόλο που σήμερα δεν μεταφέρει άλλο νερό πλην το δικό του. Η εκτίμηση της σημερινής υφιστάμενης κατάστασης στο εσωτερικό του υδραγωγείου έγινε για να ληφθεί υπόψη στη μελέτη υδραυλικής προσομοίωσης η παροχή του προς το Αδριάνειο. Όπως φαίνεται από στοιχεία της εποχής εξακολούθησε να λειτουργεί μέχρι τη δεκαετία του 1970 ενώ σε πολλές περιόδους η συνεισφορά του ξεπερνούσε αυτήν του Αδριάνειου (Εικόνα 3.57). Οι σημερινές παρατηρήσεις έχουν συγκριτικό, προς τα δεδομένα της περιόδου λειτουργίας, χαρακτήρα.

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΥΔΑΤΩΝ

Consumption of Wa

1971	Marathon Lake	Boyati Tunnel	Kokkinara	Hadrian Aqueduct		Kephissos	Wells
	M ³	M ³	M ³	M ³	M ³	M ³	M ³
1	2	3	4	5	6	7	8
January	10.340.680		98.020	42.260		21.700	
February	9.216.280		132.410	118.800		42.150	
March	10.181.820		195.490	237.720		166.490	
April	10.423.030		249.400	184.630		65.100	
May	12.689.400		260.230	108.250		43.850	
June	13.165.160		251.010	99.380		34.550	
July	13.037.460		259.960	168.790		22.500	
August	13.014.210		254.900	146.360		21.700	
September	12.229.730		251.300	135.130		21.000	
October	11.952.640		160.750	139.750		21.700	
November	11.063.360		154.110	148.890		23.600	
December	10.925.670		159.480	225.670		54.500	

Εικόνα 3.57. Μηνιαία συνεισφορά σε νερό του υδραγωγείου Κοκκινάρα, που ξεπερνάει Αδριάνειο κατά την τελευταία δεκαετία της λειτουργίας του (ΕΕΥ, 1971)

Τέλος, να σημειωθεί ότι στο εσωτερικό του υδραγωγείου διοχετεύθηκαν σημαντικές ποσότητες πετρελαιοειδών, που ενδεχομένως να διέρρεαν από κάποιο από τα δύο πρατήρια της οδού Κηφισίας (φρέαρ 6). Σε αυτοψία τον Ιανουάριο του 2018 η οσμή που ανέδιδε το κατάντη φρέαρ 6α (και λιγότερο το ανάντη 5) στάθηκε απαγορευτική για την κατάβαση της ομάδας στο εσωτερικό. Η πρόσβαση επιτεύχθηκε τον Ιούλιο του 2018, εφόσον ο αερισμός του φρέατος 5 κρίθηκε κατάλληλος (παντελής απουσία οσμής). Στο εσωτερικό της σήραγγας, κατάντη του φρέατος 6, ανιχνεύθηκαν έντονα σκούρα ιζήματα πετρελαιοειδών, γεγονός που επιβεβαίωσε τη διοχέτευση των βλαβερών ουσιών. Ωστόσο, ιζήματα ή άλλα ίχνη δεν ανιχνεύθηκαν στον πυθμένα του φρέατος 6, παρόλο που ο μεταλλικός αγωγός της Εικόνας 3.58, που ενδεχομένως παλαιότερα να αντλούσε νερό, θα μπορούσε ίσως να χρησιμοποιηθεί και για κάτι τέτοιο.



Εικόνα 3.58. Φρέαρ 6 (χαμένο στην επιφάνεια), βάθους 30.8 m με αγωγό που καταλήγει στον πυθμένα

Ακριβώς στο σημείο όπου σταμάτησε η υπόγεια εξερεύνηση του μεγάλου υδραγωγείου προς τα κατάντη (δηλαδή λίγο ανάντη του φρέατος 7), στην επιφάνεια, και εντός της κοίτης του ρέματος, εντοπίστηκε τμήμα παλαιού ρηχού υδραγωγείου, με ίχνη και αρχαίας λάξευσης σήραγγας. Δεν βρέθηκε καταγεγραμμένο και δεν στάθηκε δυνατόν να ταυτοποιηθεί με κάποιο από τα προαναφερόμενα υδραγωγεία, καθότι βρίσκεται χαμηλότερα της θέσης έναρξης του παλιού υδραγωγείου Ψαλιδίου που ακολουθούσε διαφορετική χάραξη. Δείχνει να ανήκει σε παλαιότερο ρηχό υδραγωγείο του ρέματος Κοκκιναρά, που ανακατασκευάστηκε κατά τα τέλη του 19^{ου} αιώνα. Οι διαστάσεις των διατομών μαρτυρούν σημαντικό έργο μεταφοράς νερού

προς τα κατάντη, και όχι υδραγωγείο τοπικού χαρακτήρα. Η πρόσβαση συνοδεύει αρχαιολόγος της ΕΦΑΑΘ (Οκτώβριος 2017) έγινε από κούφιο πρηνές υδατόπτωσης του ρέματος, λίγο κάτω από τη γέφυρα της οδού Μπενάκη. Η έρευνα απέδωσε δύο, περίπου κάθετες μεταξύ τους, διακλαδώσεις. Η αριστερή είναι μία πολύ χαμηλή λαξευμένη στο μαλακό έδαφος στοά, σε απόσταση 10 m από την είσοδο (καταρράκτης). Το πλάτος κυμαίνεται μεταξύ 0.80-1.10 m, και το ύψος στη συνέχεια αυξάνεται, αλλά δεν υπερβαίνει ιδιαίτερος το 1.50 m. Η στοά καταλήγει μετά από 30 m σε απόφραξη (σωρός από πέτρες και μπάζα), όπου αριστερά διακρίνεται κατασκευή από μπετόν μάλλον τμήμα θεμελίωσης διπλής πολυκατοικίας (Εικόνα 3.59a).

Το δεξί (κύριο) σκέλος είναι πλατύτερο (1.20-1.70 m), αλλά χαμηλό όπως το προηγούμενο, το ύψος όμως επίσης αυξάνεται προς τα ανάντη. Σε απόσταση 30 m από την αρχική είσοδο εντοπίστηκε εντός της σήραγγας λιθόκτιστο χαμηλότερο και μικρότερης διατομής ορθογωνικό κανάλι 0.50x0.70 m καλυμμένο με μαρμάρινες ή πέτρινες πλάκες (Εικόνα 3.59b). Σε απόσταση 7 m από την άκρη του καναλιού υπάρχει κλειστό τετραγωνικό φρεάτιο προς την επιφάνεια, με ύψος 4 m. Το κτιστό κανάλι διατηρείται σε άριστη κατάσταση για 60-70 m κατ' εκτίμηση, με συνεχώς μεταβαλλόμενη διεύθυνση έως το σημείο όπου έχει καταρρεύσει, και η διάσχιση είναι αδύνατον να συνεχιστεί.



Εικόνα 3.59. Αρχαία διατομή σε κακή κατάσταση, και νεότερο κανάλι

Κατά τη μελέτη των υδάτων της Πεντέλης που διοχετεύτηκαν στο Αδριάνειο, εκτός των σύνθετων έργων του Κοκκιναρά, διερευνήθηκαν και μερικά φρέατα του υδραγωγείου της Μονής Πεντέλης, που συνδέθηκε στο Αδριάνειο στο φρέαρ 102Α (Ελ Αλαμείν), μέσω του υδραγωγείου Χαλανδρίου. Βρίσκονται μεταξύ των οδών Ισμήνης και Λεωφόρου Βενιζέλου, δυτικά της Μονής, τουλάχιστον ένα εξ αυτών

φέρει την ένδειξη 102Α, και σηματοδοτούν δύο συλλεκτήριες στοές, μία αρχαία και μία σύγχρονη (Εικόνα 3.60). Η αρχαία ανήκει σε υδραγωγείο μέγιστου βάθους 8 m που, διερχόμενο από την πλατεία της Μονής (Παρασκευόπουλος, 1907), καταλήγει στη νοτιοδυτική γωνία κτήματος της Δουκίσσης Πλακεντίας (Γούναρης, 1900). Κατά την υπόγεια αυτοψία τον Σεπτέμβριο του 2018, παρουσία αρχαιολόγου της ΕΦΑΑΝΑΤ, ανιχνεύθηκαν αστικά λύματα που διοχετεύονται με συνεχή παροχή εντός της λαξευμένης σήραγγας του αρχαίου υδραγωγείου (Εικόνα 3.60a). Στο συγκεκριμένο φρέαρ, βάθους 5 m, λόγω της συνεχούς ροής των λυμάτων στάθηκε αδύνατη η διάσχιση της σήραγγας εντός της οποίας υπάρχουν αναθυμιάσεις και λάσπη ακαθάρτων. Τα ακάθαρτα, σαν ποσότητα, προέρχονται φαινομενικά από ένα μόνο οίκημα και είναι άγνωστο πού καταλήγουν, ενώ ο αποχετευτικός αγωγός διέρχεται ακριβώς δίπλα, κατά μήκος της οδού Ισμήνης. Το συγκεκριμένο φρέαρ έφερε μέχρι πρότινος τα διακριτικά ΕΕΥ (Ελληνική Εταιρεία Υδάτων) και αριθμό 102Α, ενώ μετά τις εργασίες στο νέο κέλυφος αναγράφεται ΕΥΔΑΠ ΑΕ, "ΑΔΡΙΑΝΕΙΟ" και ο ίδιος αριθμός φρέατος.



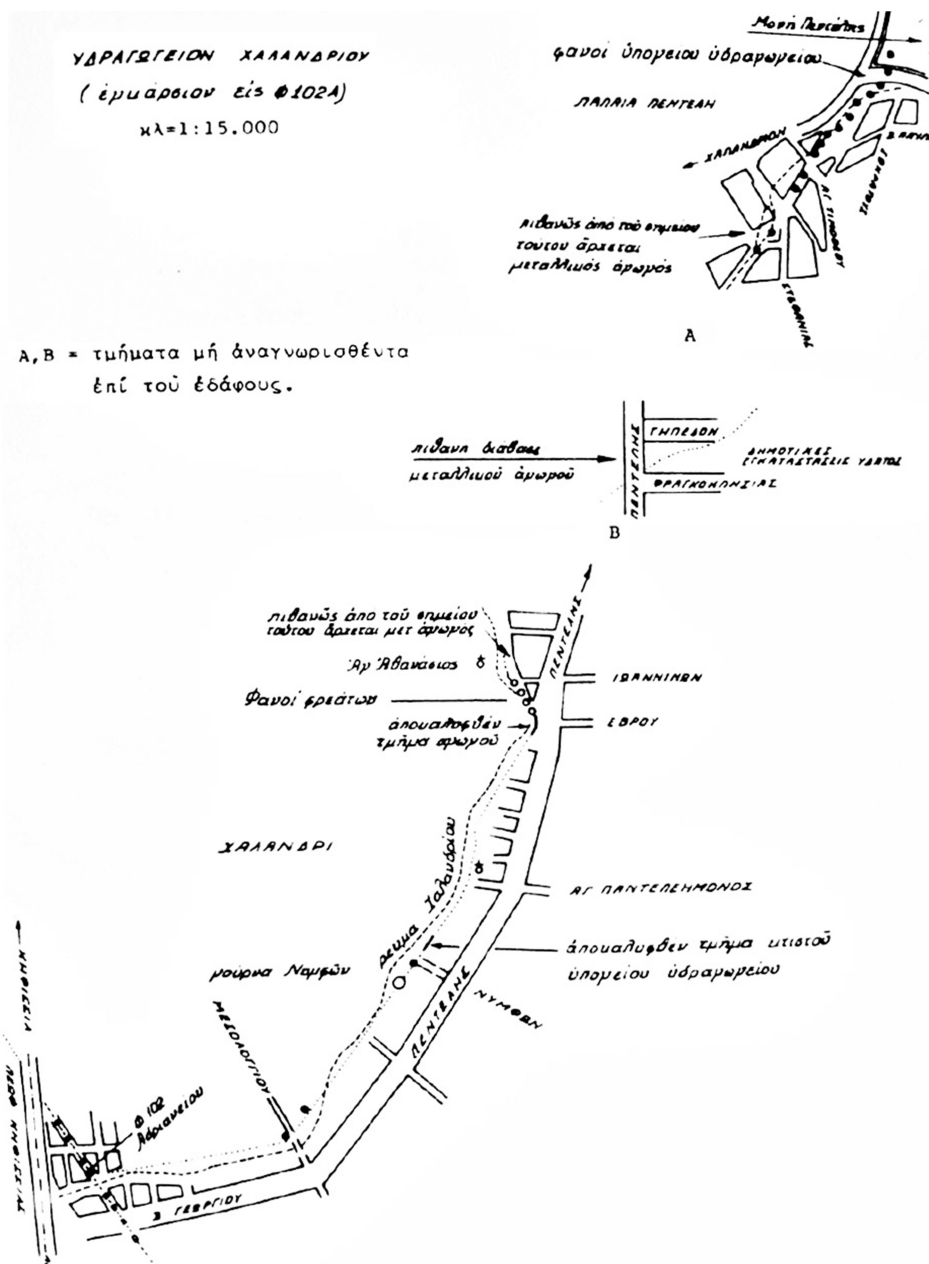
Εικόνα 3.60. Υδρομαστευτικές στοές του υδραγωγείου Πεντέλης σε βάθος 5-6 m (αρχαία, σύγχρονη) πλησίον της Μονής Πεντέλης

3.4.4. Υδραγωγείο Χαλανδρίου

Το υδραγωγείο που αποκαλύφθηκε στην κυκλική δεξαμενή Χαλανδρίου κατασκευάστηκε επί δημαρχίας Κυριακού το 1876, ως κτιστό τοξωτό κανάλι πάνω σε ίχνη αρχαίου έργου (Εικόνα 3.30). Το μήκος του ήταν περίπου 2 km και έφτανε μέχρι το ύψος του Αγίου Αθανασίου, ως επιφανειακό κανάλι, ή σε μικρό βάθος από την επιφάνεια κατά θέσεις, όπου διέθετε και κάποια φρέατα. Σήμερα ανιχνεύονται ίχνη του, αλλά είναι κατεστραμμένο και εκτός λειτουργίας. Αρχικός ρόλος του ήταν να τροφοδοτεί τη δεξαμενή με τα νερά κυρίως του ρέματος, που στη συνέχεια κατέληγαν

στο Αδριάνειο.

Επί δημαρχίας Φιλήμωνος (1887-1891) ανακατασκευάζεται και το υδραγωγείο της Πεντέλης. Με μεταλλικό αγωγό Ø150 (Γούναρης, 1900 και ULEN, 1926) συνδέεται με το υδραγωγείο Χαλανδρίου, δημιουργώντας ουσιαστικά ένα “νέο” ενισχυτικό υδραγωγείο (Εικόνα 3.61), με τη συγχώνευση δύο ανεξάρτητων. Εξάλλου, γίνεται απολύτως σαφές, από τις επισκέψεις σε τμήματα των δύο άκρων, ότι πρόκειται για τελείως διαφορετικά έργα.



Εικόνα 3.61. Το ενιαίο υδραγωγείο Χαλανδρίου-Πεντέλης μέσω μεταλλικού αγωγού (Παππάς, 1999)

Κατά το 1899-1900 πραγματοποιήθηκαν επισκευαστικές εργασίες, όπως κτίσιμο ή κάλυψη με πλάκες, και στα δυο τμήματα του υδραγωγείου. Αυτό συνέβη μετά από μικρές μεν ζημιές που προέκυψαν από καθιζήσεις του εδάφους στο τμήμα Χαλανδρίου, και λόγω μεγάλης βύθισης φρέατος και υποχώρησης πλευρικού τοίχου που συνέβη στο τμήμα της Πεντέλης (Γούναρης, 1900 και Παρασκευόπουλος, 1907). Επίσης πραγματοποιήθηκε και πλήρης καθαρισμός του σωληνωτού τμήματος, ανακτώντας έτσι αύξηση της παροχής. Τέλος, είναι χαρακτηριστικό ότι το συνολικό υδραγωγείο Χαλανδρίου-Πεντέλης συνδύασε, μέσω των δύο διαφορετικών τμημάτων του, στοιχεία τόσο μεταφορικού καναλιού (Χαλάνδρι), όσο και υδρομαστευτικών στοών (Πεντέλη), πολύ μικρής όμως δυναμικότητας και φτωχής ποιότητας σε σχέση με τα έργα του Κοκκιναρά.

3.4.5. Πεισιστράτειο Υδραγωγείο

Στο τέλος της έρευνας που σχετίζεται με τις πηγές και την προέλευση των υδάτων του Αδριάνειου υδραγωγείου, διερευνήθηκε η περίπτωση έμμεσης συσχέτισής του με το έτερο μεγάλο (αρχαιότερο) υπόγειο υδραγωγείο της Αθήνας, το αναφερόμενο ως Πεισιστράτειο. Το υφιστάμενο σήμερα “Πεισιστράτειο”, πιθανότατα αποτέλεσε μεταγενέστερη ανακατασκευή (κατ' εκτίμηση του 4^{ου} αιώνα π.Χ.) πάνω στον αρχικό άξονα του παλαιότερου έργου. Είναι ένα επίσης υδρομαστευτικό υδραγωγείο που ορύχθηκε σε μέγιστο βάθος 10 m και άρχεται από τους πρόποδες του Υμηττού στην περιοχή της Μονής Αγίου Ιωάννη Θεολόγου του Παπάγου. Όντας σε πλήρη χρήση, αποτελεί σήμερα την κύρια πηγή άρδευσης του Εθνικού Κήπου, με ανιχνεύσιμο τμήμα του διερχόμενο από την πλατεία Αγίου Θωμά κατά μήκος της οδού Παπαδιαμαντοπούλου. Κατά τον τ. Διευθυντή του Κήπου, Ταμβάκη (2016) κάτω από την πλατεία αποσπάται κλάδος υδραγωγείου προς την περιοχή των Κάτω Αμπελοκήπων. Το σημείο κατάληξης θα μπορούσε να ταυτίζεται με τη θέση “Πυρρή” (απέχει 500 m), όπου βρισκόταν το εργοστάσιο στο οποίο κατέληγε και το νερό του Αδριάνειου, ξεκινώντας από το φρέαρ 6 στη Λουΐζης Ριανκούρ.

Στο πλαίσιο των εργασιών του προγράμματος αποκαλύφθηκε φρεάτιο της ΕΕΥ στη διασταύρωση Παπαδιαμαντοπούλου και Αεροπόρου Παπαναστασίου (Γουδή), το οποίο αποτέλεσε πρόσβαση στη σήραγγα του υδραγωγείου. Εντοπίστηκε ο κλάδος Κάτω Αμπελοκήπων και αποσφραγίστηκε το κλειστό πέρασμα (Εικόνα 3.62), προς διερεύνηση της πιθανότητας για τη μοναδική έμμεση σύνδεση Αδριάνειου-Πεισιστράτειου, μέσω δύο αντίστοιχων υδροδοτικών κλάδων τους προς την ίδια

περιοχή. Η έρευνα όμως δεν στάθηκε δυνατόν να ολοκληρωθεί, καθώς η σήραγγα (Εικόνα 3.62) βρέθηκε μπαζωμένη στα 35 m από πολύ παλιά, από φρέαρ που βρισκόταν επί της πλατείας Αγίου Δημητρίου, αλλά σήμερα δεν έχει εντοπιστεί. Μελλοντικά, θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί εντοπισμός του εξωτερικά, και να γίνει μια απόπειρα καθαρισμού των παλαιών απορριμμάτων από τον πυθμένα του, με σκοπό να καταστεί επισκέψιμη η συνέχεια της σήραγγας.



Εικόνα 3.62. Αποσφράγιση της διακλάδωσης του “Πεισιστράτειου” υδραγωγείου προς Κάτω Αμπελοκήπους

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Δράσεις ανάδειξης

4.1. Επισκεψιμότητα τμημάτων του υδραγωγείου

Δεδομένου ότι το υδραγωγείο παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον για πολλές κατηγορίες επισκεπτών (αρχαιολόγοι, μηχανικοί, φοιτητές κ.α.) εντοπίστηκαν σημεία στα οποία θα μπορούσε να εξασφαλιστεί η επισκεψιμότητα. Βέβαια σε κάθε περίπτωση για τα σημεία που θα εξεταστούν θα πρέπει να εξασφαλιστεί η ατομική προστασία των επισκεπτών. Ειδικότερα θα είναι απαραίτητη η κατασκευή έργων πρόσβασης, τοποθέτησης φωτισμού, εγκατάστασης οργάνων μέτρησης ποιότητας αέρα, και έλεγχος στατικότητας της σήραγγας. Στη συνέχεια παρουσιάζονται ορισμένα σημεία που θα μπορούσαν να αξιολογηθούν για αυτό τον σκοπό.

4.1.1 Κατάληξη του υδραγωγείου (Κολωνάκι)

Η κατάληξη της σήραγγας στην παλιά δεξαμενή, αποκαλύφθηκε σε συνεργασία με τις αρμόδιες Εφορείες Αρχαιοτήτων και φαίνεται στην Εικόνα 4.1.

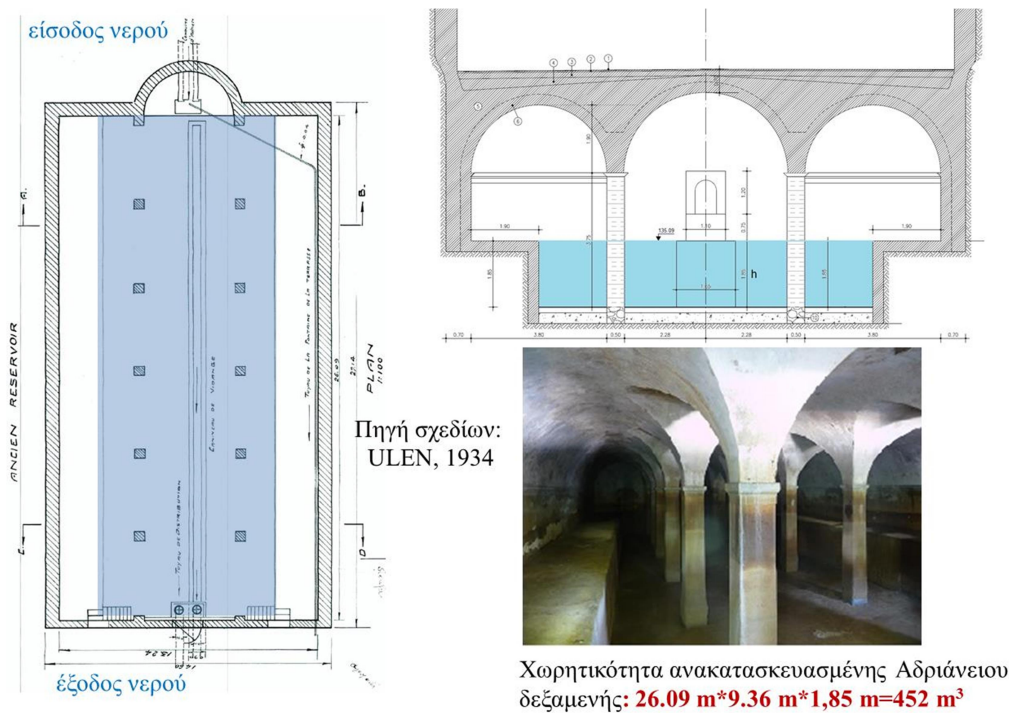


Εικόνα 4.1. Κατάληξη του υδραγωγείου στη δεξαμενή

Η διαμόρφωση έγινε κατά τη διάρκεια του ερευνητικού έργου και ειδικότερα αφαιρέθηκαν: (α) ο τοίχος που έφραζε τη σύνδεση της ανακατασκευασμένης (1875) σήραγγας του υδραγωγείου με τη δεξαμενή και (β) ο πρόσθετος τοίχος, που βρισκόταν εξωτερικά του προηγούμενου μέχρι το ύψος του σωλήνα εκτόνωσης στη

βάση. Το συγκεκριμένο κτιστό φράγμα τοποθετήθηκε μεταξύ 1925-1930 όταν τέθηκε σε λειτουργία το νέο μεταλλικό υδραγωγείο της ULEN.

Στόχος της αφαίρεσης ήταν να γίνει ορατή η σήραγγα από την είσοδο της δεξαμενής (αφού πλέον δεν μεταφέρει νερό). Η σήραγγα μπορεί να γίνει εύκολα προσβάσιμη σε τμήμα μήκους τουλάχιστον 30 m. Για τον σκοπό αυτό πρέπει να κατασκευαστεί εναέριος πλευρικός διάδρομος πρόσβασης που θα ξεκινάει από τον παλιό διάδρομο της δεξαμενής ο οποίος βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με το δάπεδο της σήραγγας. Τα σχέδια της δεξαμενής παρουσιάζονται στην Εικόνα 4.2.



Εικόνα 4.2. Κάτοψη και η τομή της δεξαμενής στο Κολωνάκι.

4.1.2. Υδραγωγείο στο Ολυμπιακό χωριό

Στην περιοχή του Ολυμπιακού χωριού βρίσκεται η απόληξη του επιφανειακού υδραγωγείου, η κεκλιμένη στοά καθώς και αρκετά πηγάδια (Εικόνα 4.3). Στην περιοχή θα μπορούσαν να υλοποιηθούν δράσεις ανάδειξης του υδραγωγείου σε συνεργασία με τους τοπικούς φορείς του Ολυμπιακού χωριού. Ήδη οργανώθηκε σχετική ημερίδα τον Οκτώβριο του 2018, όπου συμμετείχαν ο Δήμος Αχαρνών, το 12ο Γυμνάσιο, ο Σύλλογος Κατοίκων, οι Εφορείες Αρχαιοτήτων, το ΙΓΜΕ, η ΕΥΔΑΠ και το ΕΜΠ.



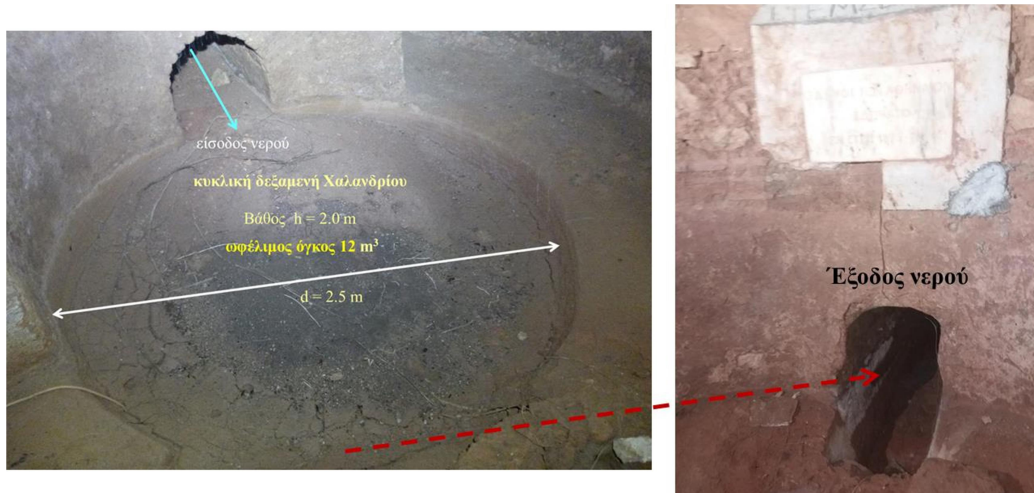
Εικόνα 4.3 Πηγάδια Ολυμπιακού χωριού.

Για την αξιοποίηση της περιοχής αυτής θα πρέπει να γίνει καθαρισμός της κεκλιμένης στοάς και προφύλαξη της εισόδου από πλημμύρες και φερτά. Ακόμη θα μπορούσε να εξεταστεί πρόταση σε συνεργασία με την Εφορεία Αρχαιοτήτων Δυτικής Αττικής ώστε μελλοντικά να γίνει επισκέψιμο υπόγειο τμήμα του υδραγωγείου, με την κατασκευή και τοποθέτηση ειδικών ανελκυστήρων. Αυτό θα μπορούσε να υλοποιηθεί στο τμήμα του υδραγωγείου μεταξύ των πηγαδιών 278 και 279. Το 278 βρίσκεται εντός ιδιοκτησίας και το 279 βρίσκεται στα όρια του Ολυμπιακού χωριού. Το τελευταίο διατηρείται σε καλή κατάσταση και διαθέτει εξωτερικά αξιοποιήσιμο για την ανάδειξη χώρο. Το μέγιστο μήκος της επισκέψιμης υπόγειας σήραγγας θα μπορούσε να φτάνει και τα 150 m, με στόχο την προσέγγιση του χώρου από επιστήμονες και άλλους ειδικούς επισκέπτες. Στο συγκεκριμένο τμήμα πραγματοποιήθηκαν και οι κινηματογραφικές λήψεις από το συνεργείο του BBC.

4.1.3. Δεξαμενή Χαλανδρίου.

Η δεξαμενή Χαλανδρίου είναι ήδη σε μεγάλο βαθμό επισκέψιμη. Με εργασίες μικρής κλίμακας (καθαρισμό, φωτισμό, διαμόρφωση εισόδου) σε συνεργασία με την Εφορεία Αρχαιοτήτων Ανατολικής Αττικής θα μπορούσε να αναδειχθεί. Η θέση παρουσιάζει ενδιαφέρον λόγω της συμβολής του κύριου ενισχυτικού υδραγωγείου (Χαλανδρίου) στο Αδριάνειο και της ρωμαϊκής δεξαμενής καθίζησης. Η πρόσβαση

στη δεξαμενή είναι ιδιαίτερα εύκολη καθώς και η επίσκεψη στα πρώτα τμήματα του ενισχυτικού υδραγωγείου (Εικόνα 4.4).



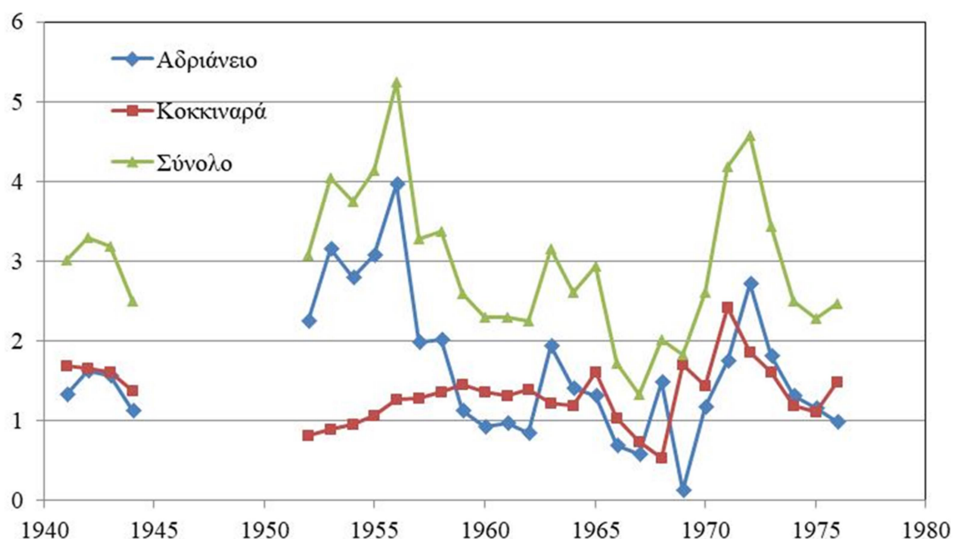
Εικόνα 4.4. Δεξαμενή και ενισχυτικό υδραγωγείο Χαλανδρίου

4.1.4 Άλλα προσβάσιμα σημεία της σήραγγας

Σε διάφορα σημεία του υδραγωγείου είναι σχετικά εύκολη η πρόσβαση στη σήραγγα. Για παράδειγμα στη διέλευση του υδραγωγείου από τον Κηφισό είναι δυνατή η προσέγγιση στη σήραγγα από το φρέαρ 240. Ακόμη, το ανακατασκευασμένο το 1925 τμήμα της Λουΐζης Ριανκούρ μπορεί να προσεγγιστεί από το φρέαρ 6. Όμως το τμήμα αυτό είναι κατάντη του αντλιοστασίου του σταθμού Μετρό Πανόρμου. Έτσι, στην περίπτωση που το αντλιοστάσιο λειτουργήσει και παροχετεύσει μεγάλες ποσότητες νερού, η πρόσβαση μπορεί να γίνει επικίνδυνη και για αυτό θα πρέπει να αποφευχθεί. Τέλος, άλλες υπόγειες εγκαταστάσεις του υδραγωγείου που προσφέρονται για επισκέψεις ομάδων είναι η σήραγγα της πηγής στην Κιθάρα και ο θάλαμος χλωρίωσης στον Άγιο Δημήτριο

4.2. Αξιοποίηση του νερού του υδραγωγείου

Το υδραγωγείο αξιοποιήθηκε τον 20^ο αιώνα για την ύδρευση της Αθήνας μεταφέροντας σημαντικές, για την εποχή, ποσότητες νερού. Στην Εικόνα 4.5 παρουσιάζονται οι ετήσιες απολήψεις για την ύδρευση της Αθήνας από τα υδραγωγεία Αδριάνειο και Κοκκιναρά για τις χρονικές περιόδους 1941-44 και 1952-76.



Εικόνα 4.5. Ετήσιες απολήψεις από τα υδραγωγεία Αδριάνειο και Κοκκινάρα για τις χρονικές περιόδους 1941-44 και 1952-76 (hm^3).

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προκύπτουν οι τιμές του παρακάτω Πίνακα 4.1. Είναι φανερό ότι η δυνατότητα του υδραγωγείου εφόσον βρίσκεται σε κανονική λειτουργία είναι της τάξης των $10000 m^3$ την ημέρα.

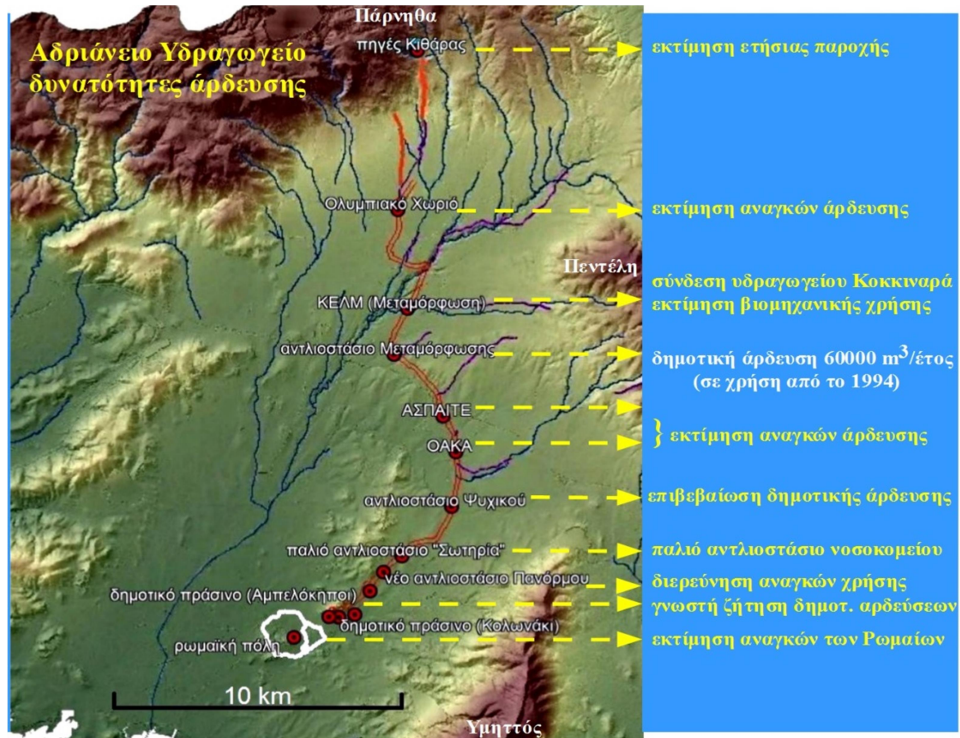
Πίνακας 4.1. Χαρακτηριστικά απολήψεων από τα υδραγωγεία Αδριάνειο και Κοκκινάρα

		hm^3/y	m^3/d	m^3/hr	l/s
Αδριάνειο	Μέση ετήσια παροχή	1.6	4470	186	52
	Μέγιστη ετήσια παροχή	4.0	10890	453	126
Αδριάνειο και Κοκκινάρα	Μέση ετήσια παροχή	3.0	8134	339	94
	Μέγιστη ετήσια παροχή	5.2	14379	599	166

Σήμερα η μόνη συστηματική απόληψη από το Αδριάνειο υδραγωγείο είναι αυτή του Δήμου Μεταμόρφωσης ο οποίος από το 1994 αντλεί ποσότητες της τάξης των $60000 m^3$ ετησίως για άρδευση κοινοτικών εκτάσεων. Ακόμη υπάρχουν μικρές ιδιωτικές απολήψεις κατά μήκος του υδραγωγείου. Στην Εικόνα 4.6 παρουσιάζεται η διερεύνηση που έγινε για την εύρεση δυνητικών σημείων υδροληψίας.

Πρόσθετα αναζητήθηκαν χρήσεις σε περιοχές κοντά στο υδραγωγείο μετά από επικοινωνία με τον Δήμο Αθηναίων και αυτές φαίνονται στην Εικόνα 4.7. Είναι χαρακτηριστικό ότι το σύνολό τους είναι μόλις $26700 m^3$ το έτος και άρα κατά πολύ

μικρότερες από τη δυνατότητα του υδραγωγείου.



Εικόνα 4.6. Σημεία δυνητικής υδροληψίας από το Αδριάνειο υδραγωγείο.



Εικόνα 4.7. Ζήτηση ετήσιων αρδεύσεων από το Αδριάνειο υδραγωγείο στον Δήμο Αθηναίων

Η αρδευτική χρήση απαιτεί η ποιότητα του νερού να πληροί προδιαγραφές που ορίζονται από τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες και τον FAO. Κατά τη διάρκεια του έργου έγιναν μετρήσεις ποιότητας του νερού σε διάφορα σημεία του υδραγωγείου. Οι παράμετροι που εξετάστηκαν ήταν: (α) COD (mg/l), (β) BOD (mg/l), (γ) Ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS) (mg/l), (δ) pH, (ε) ολικό Άζωτο (TN) (mg/l), (ε) Αμμωνιακό Άζωτο NH₄ (mg/l), (ζ) Αγωγιμότητα (μS/cm) και (η) Άζωτο Νιτρικών N-NO₃-(mg/l). Στο Παράρτημα Η παρουσιάζονται οι θέσεις του υδραγωγείου, οι ημερομηνίες δειγματοληψίας και οι τιμές των παραπάνω παραμέτρων. Με βάση τις τιμές αυτές το νερό είναι κατάλληλο για άρδευση αλλά θα πρέπει να γίνει έλεγχος και για κολοβακτηρίδια (e-coli). Στην περίπτωση συστηματικής χρήσης του νερού για άρδευση ο έλεγχος της ποιότητας των υδάτων θα πρέπει να γίνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα.

4.3. Άλλες δράσεις ανάδειξης

Το υδραγωγείο διέρχεται από πολλές περιοχές της Αθήνας, ανάμεσα τους και πολλοί δημόσιοι χώροι. Ακόμη και αν δεν είναι δυνατή η επίσκεψη στη σήραγγα, σε πολλές περιπτώσεις τα πηγάδια είναι ορατά και η ανάδειξη του υδραγωγείου θα μπορούσε να γίνει παράλληλα με άλλες δράσεις ανάδειξης της κάθε περιοχής. Ειδικότερα αναφέρονται:

1. Η μελλοντική διαμόρφωση του χώρου στο ΟΑΚΑ. Αυτή θα μπορούσε να περιλάβει την αρτιότερη ανάδειξη του Αδριάνειου. Στην Εικόνα 4.8 φαίνονται τα πηγάδια 131, 132 και 133. Στον χώρο θα μπορούσαν να τοποθετηθούν πινακίδες που να ενημερώνουν το κοινό για την ιστορία και λειτουργία του Υδραγωγείου.

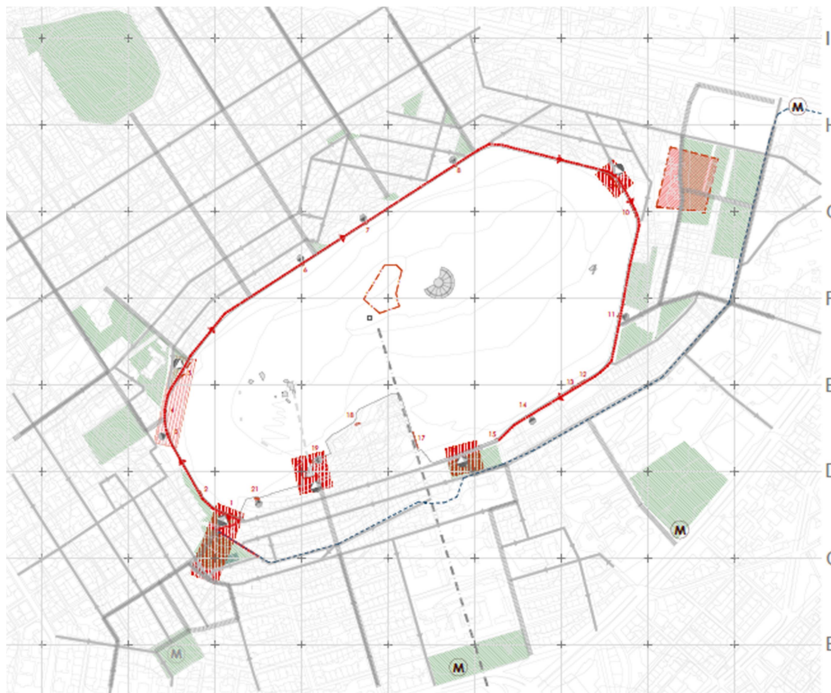


Εικόνα 4.8 Πηγάδια 131, 132 133 στο ΟΑΚΑ

Ακόμη θα μπορούσε να αξιοποιηθεί το νερό του Αδριάνειου για την άρδευση των χώρων του ΟΑΚΑ και ίσως και την τροφοδότηση των τεχνητών λιμνών που υπάρχουν.

Τέλος θα πρέπει να εξεταστεί η αποκατάσταση της ζημιάς (πηγάδι 119) που έχει προκαλέσει διακοπή της ροής του υδραγωγείου.

2. Η μελλοντική διαμόρφωση του χώρου στην περιοχή του Λυκαβηττού. Αυτή προτείνεται στη μελέτη «Στρατηγική Σχεδιασμού και Παρεμβάσεις Προτεραιότητας για την Αναζωογόνηση και Ενεργοποίηση του Λόφου Λυκαβηττού» από ομάδα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Σύμφωνα με τη μελέτη προβλέπεται διαδρομή νερού που θα περιλαμβάνει τη δεξαμενή και τμήματα του Αδριάνειου υδραγωγείου (Εικόνα 4.9).



Εικόνα 4.9 Διαμόρφωση Λυκαβηττού και διαδρομή νερού. Πηγή: Στρατηγική Σχεδιασμού και Παρεμβάσεις Προτεραιότητας για την Αναζωογόνηση και Ενεργοποίηση του Λόφου Λυκαβηττού, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Στα πλαίσια της παραπάνω διαμόρφωσης θα μπορούσε να γίνει ορατό το υδραγωγείο Κυριακού στην περιοχή της Γεννάδειου βιβλιοθήκης (Πλατεία Κιτσίκη). Στην περιοχή αυτή το υδραγωγείο βρίσκεται αρκετά κοντά στην επιφάνεια του εδάφους και εφόσον αντικατασταθεί το πεζοδρόμιο με γυάλινη επιφάνεια, θα είναι δυνατή η θέαση του υπόγειου καναλιού. Ήδη η Υπηρεσία Νεοτέρων Μνημείων και τεχνικών έργων

Αττικής του Υπουργείου Πολιτισμού έχει συμφωνήσει για τη σημασία αυτού του έργου ανάδειξης, όπως προκύπτει από έγγραφό της προς την Υπηρεσία Αξιολόγησης και Υποστήριξης Νέων Δραστηριοτήτων της ΕΥΔΑΠ.

Ακόμη, στη μελέτη «Ανάδειξη και Αξιοποίηση της Ασκεπούς Δεξαμενής στην Πλατεία Δεξαμενής στο Κολωνάκι» (ΕΥΔΑΠ, 2018) προτείνεται ένα «ανοιχτό μουσείο» στην νεότερη Δεξαμενή στο οποίο θα αναδεικνύεται το συνολικό Αδριάνειο υδραγωγείο. Στην ίδια μελέτη προτείνονται παρεμβάσεις στο σύνολο της πλατείας Δεξαμενής που θα την επαναφέρουν ως τοπόσημο νερού στην πόλη. Η ανάδειξη αυτή έχει συζητηθεί με τον Δήμο Αθηναίων, το Υπουργείο Πολιτισμού και το Πράσινο Ταμείο.

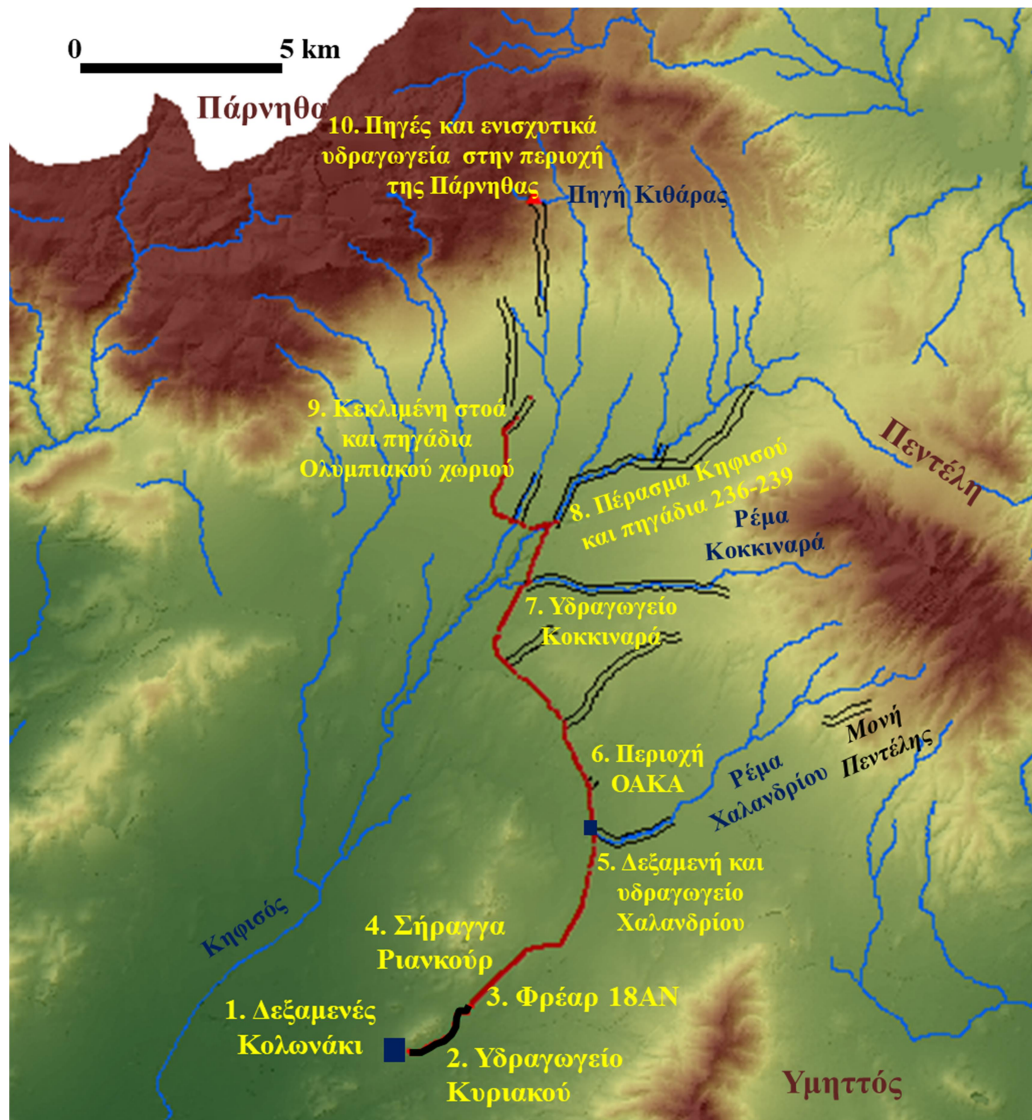
3. Άλλες δράσεις ανάδειξης που κατά καιρούς έχουν προταθεί είναι:

- (α) η δημιουργία ποδηλατικής διαδρομής με σήμανση κατά μήκος του υδραγωγείου ως συμπλήρωση της ευρωπαϊκής διαδρομής Euro Velo,
- (β) ψηφιακές δράσεις Virtual και Augmented Reality όπως αυτές που παρουσίασε η Σχολή Αρχιτεκτονικής PennDesign του Πανεπιστημίου της Pennsylvania των ΗΠΑ, στην εκπαιδευτική συνεργασία που είχε με την ΕΥΔΑΠ το καλοκαίρι του 2018 και
- (γ) η διαμόρφωση της πλατείας Αγίου Δημητρίου Πανόρμου, ώστε να δημιουργηθεί χώρος άρδευσης και η ανάδειξη της γειτονικής δεξαμενής χλωρίωσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Σύνοψη-μελλοντικές δράσεις

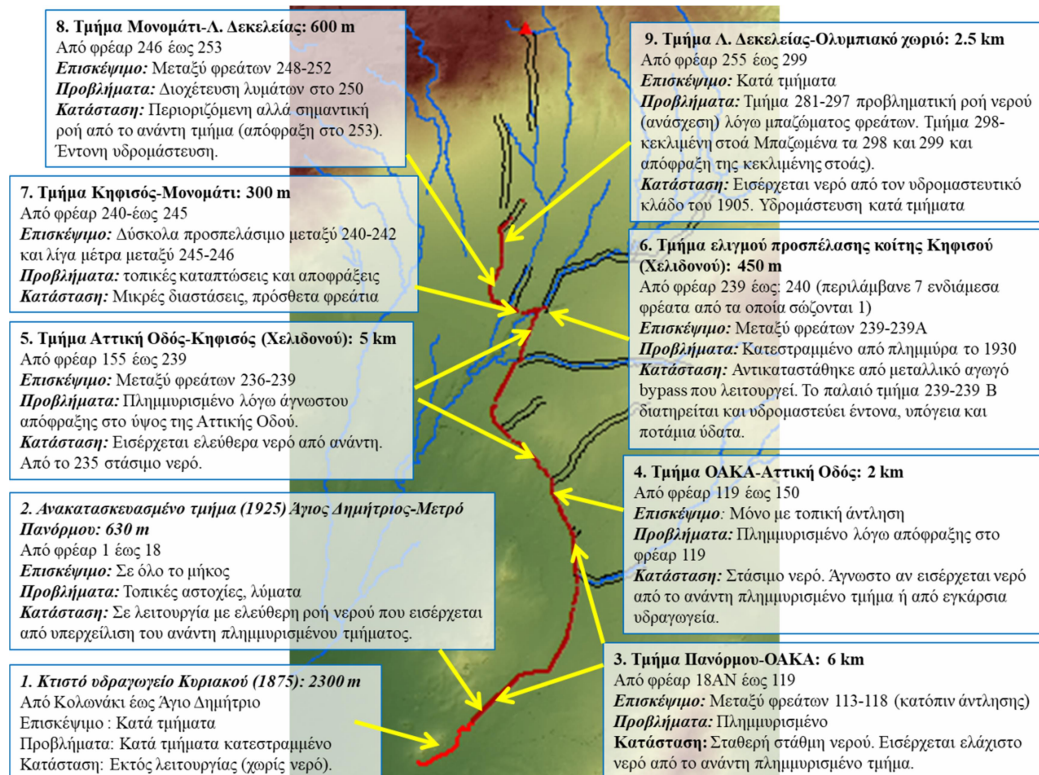
5.1. Σύνοψη

Στα πλαίσια του ερευνητικού έργου έγινε η καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης με (α) συλλογή και ψηφιοποίηση του διαθέσιμου υλικού (σχέδια, επιστημονικές εργασίες, δημοσιεύματα κ.α.) και (β) εξερεύνηση σε όσα υπόγεια τμήματα του υδραγωγείου στάθηκε εφικτό. Το πληροφοριακό σύστημα που δημιουργήθηκε σε Google Earth και GIS περιλαμβάνει σημαντικό μέρος της διαθέσιμης πληροφορίας. Οι σημαντικότερες περιοχές εξερεύνησης παρουσιάζονται στην Εικόνα 5.1. Σε αυτές περιλαμβάνονται πηγάδια και τμήματα της σήραγγας του υδραγωγείου, ενισχυτικά υδραγωγεία και αλλά έργα (δεξαμενές, θάλαμοι κ.ά.).



Εικόνα 5.1. Ενδεικτικές περιοχές που εξερευνήθηκαν.

Η σημερινή κατάσταση του υδραγωγείου περιγράφηκε αναλυτικά στο Κεφάλαιο 3.3 και παρουσιάζεται συνοπτικά στο Σχήμα 5.2.



Σχήμα 5.2. Σημερινή κατάσταση υδραγωγείου

Σήμερα το υδραγωγείο, αν και διακινεί σημαντικές ποσότητες νερού, λειτουργεί κατά τμήματα. Ειδικότερα τα σημεία όπου η ροή του υδραγωγείου διακόπτεται λόγω ζημιών στη σήραγγα ή τεχνικών έργων είναι: (α) μπαζωμένα πηγάδια Ολυμπιακού χωριού, (β) πηγάδι 253 λεωφόρος Δεκελείας, (γ) πηγάδια 245-246 στο Μονομάτι, (δ) τμήμα κάτω από την Αττική Οδό, (ε) πηγάδι 119 στο ΟΑΚΑ και (ζ) φρέαρ 18ΑΝ στο σταθμό Μετρό Πανόρμου.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι στο πέρασμα του Κηφισού η ροή δεν διακόπτεται, αφού έχει τοποθετηθεί μεταλλικός αγωγός από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα.

5.2. Μελλοντικές δράσεις

Οι δράσεις που θα πρέπει να γίνουν στο μέλλον περιλαμβάνουν συντήρηση, μελέτη και ανάδειξη του υδραγωγείου. Ειδικότερα αναφέρονται:

5.2.1. Αναβάθμιση διαθέσιμης πληροφορίας- μελέτη του υλικού

Στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου έγινε η καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης και η αρχειοθέτηση της διαθέσιμης πληροφορίας σε πληροφοριακό σύστημα. Το σύστημα θα πρέπει να συντηρείται και να ενσωματώνονται τα νέα δεδομένα. Ακόμη, θα πρέπει να γίνονται αναθεωρήσεις των διαθέσιμων δεδομένων (π.χ. στοιχεία μηκοτομών) όταν υπάρχουν νέες μετρήσεις. Τέλος, θα πρέπει τα γεωγραφικά δεδομένα του υδραγωγείου να ενσωματωθούν και στο Σύστημα Γεωγραφικής Πληροφορίας που διατηρεί η ΕΥΔΑΠ για τη διαχείριση των δικτύων της.

Το υλικό που συλλέγεται θα πρέπει να μελετηθεί συστηματικά ώστε να προσεγγιστεί καλύτερα η ολιστική αναπαράσταση της λειτουργίας του υδραγωγείου (υδραυλική, υδρογεωλογική, υδρολογική, διαχειριστική). Σημαντική είναι η υδρολογική και υδρογεωλογική μοντελοποίηση των λεκανών τροφοδοσίας και των σχηματισμών από τους οποίους διέρχεται το υδραγωγείο ώστε να εκτιμηθεί η τροφοδοσία από υδρομάστευση, πηγές και ρέματα. Ακόμη η προσομοίωση της υδραυλικής λειτουργίας του θα δώσει εκτιμήσεις για την παροχευτικότητα και τις συνθήκες ροής. Τέλος είναι ιδιαίτερα σημαντική σε ερευνητικό επίπεδο η σύνδεση του υδραγωγείου με τις ανάγκες της ρωμαϊκής πόλης (λουτρά, κρήνες, ύδρευση κατοικιών) και τα κοινωνικά και πολιτικά χαρακτηριστικά της εποχής. Στα πλαίσια αυτά είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον να γίνει η μελέτη σκοπιμότητας κατασκευής του υδραγωγείου κατά τη ρωμαϊκή εποχή και να εκτιμηθούν ο χρόνος και το κόστος κατασκευής του.

5.2.2. Μνημόνιο συνεργασίας εμπλεκόμενων φορέων

Το Αδριάνειο υδραγωγείο αποτελεί ταυτόχρονα:

- ένα αρχαίο μνημείο που αφορά τις Εφορείες Αρχαιοτήτων
- έναν παροπλισμένο υδατικό πόρο που διαχειρίζεται η ΕΥΔΑΠ και
- ένα αειφόρο υδραυλικό έργο, μεγάλης κλίμακας, του οποίου η μελέτη πολλά μπορεί να προσφέρει στο εκπαιδευτικό και ερευνητικό έργο του ΕΜΠ.

Δεδομένου ότι η διερεύνηση και αξιοποίηση του υδραγωγείου ως υδραυλικό έργο απαιτεί διεπιστημονική προσέγγιση, σκόπιμο είναι να προσδιοριστεί η συμμετοχή των εμπλεκόμενων φορέων σε μια τέτοια προσπάθεια. Για τον σκοπό αυτό στο παρελθόν είχε υποβληθεί σχέδιο μνημονίου συνεργασίας μεταξύ ΕΥΔΑΠ ΑΕ,

Εφορειών Αρχαιοτήτων και Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ.

Συμφώνα με το σχέδιο:

- Η *ΕΥΔΑΠ ΑΕ* (α) προστατεύει και συντηρεί το υδραγωγείο, (β) συνδράμει τις επισκέψεις σε αυτό, (γ) αξιολογεί δράσεις που σχετίζονται με την αξιοποίησή του ως υδατικού πόρου αλλά και ως μνημείου αρχαίας τεχνολογίας, (δ) προσφέρει τεχνογνωσία στην υδραυλική προσομοίωση και (ε) διαχειρίζεται την υπάρχουσα πληροφορία μέσα από διαδικτυακή εφαρμογή που φιλοξενεί στον ιστότοπό της.
- Οι *Εφορείες Αρχαιοτήτων* (α) διαφυλάττουν τον χαρακτήρα του έργου ως μνημείο αρχαίας τεχνολογίας, (β) είναι αρμόδιες για οποιαδήποτε δράση ανάδειξης, όπως η δημιουργία εκθεσιακού χώρου ή σημείων πρόσβασης για το ευρύ κοινό, (γ) προσφέρουν τεχνογνωσία στη διερεύνηση του ιστορικού πλαισίου, των τεχνικών κατασκευής και υλικών, (δ) συμμετέχουν σε δράσεις προβολής του έργου.
- Η *Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ* (α) ερευνά την υδρολογική, υδρογεωλογική και υδραυλική λειτουργία του υδραγωγείου, (β) πραγματοποιεί την υπόγεια εξερεύνηση και συλλογή των δεδομένων (γ) διαχειρίζεται την υπάρχουσα πληροφορία μέσα από διαδικτυακή εφαρμογή, (δ) προτείνει δράσεις αξιοποίησης ως υδατικού πόρου αλλά και ως μνημείου αρχαίας τεχνολογίας και (ε) συμμετέχει σε δράσεις προβολής του έργου.

Η υπογραφή μνημονίου μεταξύ των τριών φορέων θα διευκόλυνε την περαιτέρω έρευνα και αξιοποίηση του υδραγωγείου.

5.2.3. Δράσεις ανάδειξης

Στο κεφάλαιο 4 περιγράφηκαν σημεία του υδραγωγείου που θα μπορούσαν να είναι επισκέψιμα από το ευρύ κοινό, ή να χρησιμοποιηθούν για την παροχή αρδευτικού νερού σε γειτονικές περιοχές. Ακόμη παρουσιάστηκαν οι δυνατότητες ένταξης της ανάδειξης του υδραγωγείου σε μελλοντικές αναπλάσεις των αστικών περιοχών μέσα από τις οποίες περνάει. Στα πλαίσια αυτά θα πρέπει να μελετηθεί η δυνατότητα αποκατάστασης των ζημιών στα αποφραγμένα σημεία, (Αττική Οδός, ΟΑΚΑ) και να διερευνηθεί η πιθανή περιοδική λειτουργία του αντλιοστασίου στον σταθμό Μετρό Πανόρμου. Ακόμη θα πρέπει να υλοποιηθούν έργα διάθεσης νερού για άρδευση. Για τον σκοπό αυτό θα πρέπει να εκπονηθεί στρατηγικό σχέδιο αξιοποίησης του νερού

του Αδριάνειου, που θα περιλαμβάνει την καταγραφή αναγκών, τον εντοπισμό θέσεων, την τεχνοοικονομική μελέτη άντλησης και την κατάρτιση προγράμματος μετρήσεων ποιότητας,

Πάντως θα πρέπει να τονιστεί ότι για οποιαδήποτε δράση ανάδειξης απαιτείται η συνεργασία όλων των εμπλεκόμενων φορέων.

5.3. Επίλογος

Το Αδριάνειο υδραγωγείο την εποχή της κατασκευής του είχε τη δυνατότητα να μεταφέρει ποσότητες νερού της τάξης των 10000 m³ την ημέρα, που στις σημερινές συνθήκες ικανοποιούν τις υδρευτικές ανάγκες μια πόλης της τάξης των 50000 κατοίκων. Η δεξαμενή των 450 m³ είχε τη δυνατότητα να αποθηκεύσει τις εισροές μόλις 1-2 ωρών και ήταν απλά ρυθμιστική (castellum divisorium). Καθότι δεν έχουν εντοπιστεί έργα ταμίευσης κατά μήκος του υδραγωγείου, το νερό αποθηκευόταν στις μικρότερες δεξαμενές της πόλης και των πολυάριθμων λουτρών ή έτρεχε άφθονο στα Νυμφαία. Οι εκτιμήσεις δείχνουν ότι οι κάτοικοι της πόλης την εποχή εκείνη δεν ξεπερνούσαν τους 30000 και έτσι σε κάθε πολίτη αναλογούσαν ποσότητες νερού μεγαλύτερες από αυτές που διατίθενται σήμερα, ακόμη και σε πόλεις του αναπτυσσόμενου κόσμου. Κατά συνέπεια γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι η κατασκευή του υδραγωγείου κυριολεκτικά απογείωσε το επίπεδο ζωής στη ρωμαϊκή Αθήνα.

Ο τρόπος κατασκευής του υδραγωγείου παρουσιάζει εξαιρετικό τεχνικό ενδιαφέρον δεδομένου ότι αυτό είναι εξ ολοκλήρου υπόγειο και υδρομαστεύει σε πολλά σημεία της διαδρομής του. Σε γενικές γραμμές οι χαράξεις των ρωμαϊκών υδραγωγείων ευνοούσαν τις υδατογέφυρες, σε βάρος των σηράγγων. Στο συγκεκριμένο έργο ακόμη και σε σημεία που θα ήταν σκόπιμο να γίνει υδατογέφυρα (π.χ πέρασμα Κηφισού) επιλέχθηκε η λύση της σήραγγας ή ρηχού καναλιού. Αυτό ίσως να οφείλεται στο ότι οι τεχνικές κατασκευής υπόγειων έργων υδρομάστευσης ήταν πολλούς αιώνες πριν γνωστές στους τεχνίτες και μηχανικούς της αρχαίας Αθήνας και έτσι αξιοποιήθηκε η τοπική εμπειρία.

Στα τέλη του 19^{ου} αιώνα το υδραγωγείο διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο στην υδροδότηση της αναπτυσσόμενης πρωτεύουσας (17 αιώνες μετά την κατασκευή του) και κάλυπτε σχεδόν το σύνολο των αναγκών σε νερό ύδρευσης.

Το υδραγωγείο συνέχισε τη λειτουργία του κατά τον 20^ο αιώνα, στη διάρκεια του οποίου ο πληθυσμός της πόλης πολλαπλασιάστηκε. Παρόλα αυτά λειτούργησε

ενισχυτικά στα μεγάλα έργα ύδρευσης της Αθήνας (φράγμα και υδραγωγείο Μαραθώνα-1931, υδραγωγείο Υλίκης-1959) και εγκαταλείφθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1970 όταν κατασκευάστηκε το φράγμα και το υδραγωγείο Μόρνου.

Σήμερα υπάρχουν αρκετές ζημιές σε διάφορα σημεία αλλά το υδραγωγείο λειτουργεί κατά τμήματα και διακινεί σημαντικές ποσότητες νερού. Βέβαια ακόμη και σε πλήρη λειτουργία η προσφορά του αντιστοιχεί σε λιγότερο από το 1% της σημερινής ετήσιας ζήτησης υδρευτικού νερού της Αθήνας. Αν και η συνολική ετήσια ποσότητα (της τάξης των 3 hm³) του νερού που σήμερα χάνεται δεν είναι οικονομικά αμελητέα, η αξία του υδραγωγείου είναι κυρίως συμβολική.

Η «επιμονή» του υδραγωγείου να υδρομαστεύει και να μεταφέρει το νερό της Αττικής γης, σχεδόν 19 αιώνες μετά την κατασκευή του, το καθιστά σημαντικό παράδειγμα αιφορίας αρχαίου τεχνικού έργου. Ακόμη, είναι ιδιαίτερα μεγάλη η αξία του, ως αρχαίο μνημείο, αιφόρο υδραυλικό έργο και διεπιστημονικό αντικείμενο μελέτης.

Με βάση τα παραπάνω η ανάδειξη του υδραγωγείου και η αξιοποίηση του νερού που μεταφέρει, αποτελούν υποχρέωση της σύγχρονης πόλης στο περιβάλλον, και ταυτόχρονα φόρο τιμής στην αρχαία τεχνολογία.

Βιβλιογραφία

1. Βρέλλης, Γ. 2010. *Μελέτη δοκιμαστικής άντλησης γεώτρησης κτηρίου ΙΓΜΕ*. Αθήνα
2. Γέροντας Δ. Α. και Σκουζές Δ. Γ. 1963. *Το χρονικό της υδρεύσεως των Αθηνών. Σύλλογος των Αθηναίων, Αθήνα*
3. Γούναρης, Χ. Δ. 1900. *Αδριάνειον Υδραγωγείον. Έκθεσις προς την Διεύθυνσιν της τεχνικής υπηρεσίας του Δήμου Αθηναίων*. Αρχιμήδης, 3, Μάιος-Ιούνιος, Αθήνα.
4. Γούναρης, Χ. Δ. και Γεωργαλάς, Α. Κ. 1926. *Υδρευσις Αθηνών (από των αρχαιοτάτων χρόνων μέχρι σήμερα)*. Μεγάλη ελληνική εγκυκλοπαίδεια, τόμος Β΄. Πυρσός, Αθήνα
5. Chiotis, E. D. 2018. *The Hadrianic aqueduct of Athens and the underlying tradition of hydraulic engineering*, Great Waterworks in Roman Greece: Aqueducts and Monumental Fountain Structures: Function in Context, Aristodemou G., Tassios T. (Ed.). Archaeopress Publishing, Oxford, pp 70-9
6. Δευτεραίος, Π. 2016. *Περιγραφή πλήρους διαδικασίας, μεθόδου και εξοπλισμού ασφαλούς εκτέλεσης υπόγειων εργασιών αποτύπωσης σε φρέατα, σήραγγες, δεξαμενές και πηγάδια αρχαίων υδραυλικών έργων της Αθήνας*. ΕΜΠ
7. Δευτεραίος, Π., Χιώτης, Ε. και Μαμάσης, Ν. 2018. *Το υπόγειο Αδριάνειο υδραγωγείο της Αθήνας και η διαχρονική αξία του*, Ηράκλειο Αττικής: Υδάτινες διαδρομές από τον Αδριανό μέχρι σήμερα. Άλλος τόπος επικοινωνίας και πολιτισμού, Αθήνα
8. Κάζος, Γ. Ν. 2000. *Οριστική μελέτη φρεάτων αποκατάστασης “Αδριάνειου” υδραγωγείου περί τον σταθμό “Πανόρμου” του μετρό*. ΕΥΔΑΠ
9. Καραλή, Λ. 2015. *Μουσείο ύδρευσης ΕΥΔΑΠ, πλατεία Δεξαμενής*. Μελέτη αποκατάστασης της Αδριάνειας και νεότερης δεξαμενής με τον περιβάλλοντα χώρο τους. ΕΥΔΑΠ
10. Κορδέλλας, Α. 1879. *Αι Αθήναι Εξεταζόμεναι υπο Υδραυλικήν Έποψιν*. Φιλοκαλίας, Αθήνα
11. Λάμπρου, Ι. Λ. 2012. *Το Αδριάνειο Υδραγωγείο*. Μπατσιούλας, Αθήνα
12. Νεστορίδη, Ε. *Προσωπικό αρχείο χαρτών και σχεδίων Αδριάνειου υδραγωγείου*
13. Παππάς, Α. Αθ. 1991. *Κολωνάκι – Λυκαβηττός. Ένας σύντομος περίπατος στο παρελθόν*. Σύλλογος των Αθηναίων, Αθήνα

14. Παππάς, Α. Αθ. 1999. *Η Ύδρευσις των Αρχαίων Αθηνών*. Ελεύθερη Σκέψις, Αθήνα
15. Παραδείσης, Ν. Κ. 2003. *Αμπελόκηποι*. Ε.Α.Μ.Ε. “Ο Μικρός Ρωμηός”, Αθήνα
16. Παρασκευόπουλος, Γ. Π. 1907. *Οι Δήμαρχοι των Αθηνών (1835-1907)*, Αθήνα
17. Σταματόπουλος, Κ. Μ. 2011. *Τατόι, περιήγηση στον χώρο και τον χρόνο*. Καπόν, Αθήνα
18. Ταμβάκης, Ν. 2016. *Εθνικός Κήπος*. Εταιρεία Φίλων Εθνικού Κήπου, Αθήνα
19. Τσιούρη, Χ. Γ. 2018. *Υδραυλική διερεύνηση Αδριάνειου υδραγωγείου*. Διπλωματική εργασία, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ. Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος.
20. ULEN & Company, ΕΕΥ. *Χάρτες και σχέδια από το ιστορικό αρχείο της ΕΥΔΑΠ. Α.Ε.*
21. Χιώτης, Ε. 2014 και 2018. *Προσωπική επικοινωνία*.

Παράρτημα Α

Ψηφιακά παραδοτέα του έργου

Ο σκληρός δίσκος που συνοδεύει την παρούσα έκθεση περιλαμβάνει τα παρακάτω αρχεία και φακέλους:

1. Αρχείο HadrViewFin.kmz (έχει υλοποιηθεί σε περιβάλλον Google Earth) με το οποίο γίνεται η ψηφιακή περιήγηση στις φωτογραφίες και τα video του Αδριάνειου υδραγωγείου. Αποτελείται από 4 αρχεία:

- **MainHadrWells.kmz**. Περιέχει τις θέσεις των πηγαδιών. Στα πηγάδια που σημειώνονται με μπλε πινέζα υπάρχει φωτογραφικό υλικό και ο χρήστης μπορεί να τα επιλέξει για να δει μία φωτογραφία η να συνδεθεί με τον κατάλογο φωτογραφιών.
- **Tunnels.kmz**. Περιέχει τα τμήματα των υδραγωγείων όπου ο χρήστης μπορεί να τα επιλέξει για να δει μία φωτογραφία η να συνδεθεί με τον κατάλογο φωτογραφιών.
- **Variou.s.kmz**. Περιέχει τις κύρια υδραγωγεία καθώς και άλλες θέσεις (δεξαμενές, θαλάμους) για τις οποίες διατίθεται φωτογραφικό υλικό.
- **Videos.kmz**. Περιλαμβάνει τις θέσεις όπου υπάρχει βιντεοσκοπημένο υλικό. Ο χρήστης μπορεί να τα επιλέξει να έχει σύνδεση με το αντίστοιχο αρχείο video.

2. Φάκελος GIS. Περιλαμβάνει τα παρακάτω επίπεδα του Συστήματος Γεωγραφικής Πληροφορίας:

- Θέσεις πηγαδιών
- Θέσεις κύριου κλάδου υδραγωγείου
- Θέσεις ενισχυτικών υδραγωγείων
- Ψηφιακό μοντέλο εδάφους της Αττικής
- Γεωλογία
- Υδρολιθολογία
- Υδρογραφικό δίκτυο
- Λεκάνες απορροής

3. Φάκελος PhotosHadian. Περιλαμβάνει το σύνολο των φωτογραφιών αρχειοθετημένες κατά πηγάδι και τμήμα υδραγωγείου

4. Φάκελος VideosHadrian. Περιλαμβάνει τρεις φακέλους: (α) *Video_raw*, όπου βρίσκονται αμοντάριστα πλάνα σε διάφορες θέσεις του υδραγωγείου (β) *Video_processed* με επεξεργασμένα βίντεο και (γ) *Drone* όπου βρίσκονται οι λήψεις από την πτήση drone στο Ολυμπιακό χωρίο.

5. Φάκελος DrawingHadrian. Περιλαμβάνει δύο φακέλους: (α) *Mikotomess* με τα αυθεντικά φύλλα της μηκοτομής του υδραγωγείου και (β) *Sxedia_ULEN* όπου υπάρχουν τα παλιά σχέδια διαφόρων περιοχών του υδραγωγείου

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Περιγραφή πλήρους διαδικασίας, μεθόδου και εξοπλισμού ασφαλούς εκτέλεσης υπόγειων εργασιών αποτύπωσης σε φρέατα, σήραγγες, δεξαμενές και πηγάδια αρχαίων υδραυλικών έργων της Αθήνας.

1. Μέσα Ατομικής Προστασίας (Μ.Α.Π.)

Οι εργασίες πραγματοποιούνται με χρήση κατάλληλων μέσων ατομικής προστασίας (ΜΑΠ), που πληρούν προϋποθέσεις και προδιαγραφές σχετικές με την εργατική νομοθεσία και τους αυστηρούς κανόνες ασφαλείας που ορίζονται στα Εκπαιδευτικά Σεμινάρια της Ελληνικής Σπηλαιολογικής Εταιρείας (ΕΣΕ) και της Σπηλαιολογικής Ομοσπονδίας Ελλάδος (ΣΟΕ) (κράνη, φωτισμός, φόρμες εργασίας, γάντια, γαλότσες, επιγονατίδες, μάσκες).

1.1. Κράνος-φωτισμός

Τα σπηλαιολογικά κράνη που χρησιμοποιούνται είναι ειδικών προδιαγραφών, με προσαρμοσμένα επάνω τους αυτόνομα φωτιστικά LED, διάρκειας πολλών ωρών. Αποτελούνται από ένα προστατευτικό κέλυφος από πλαστικό συνήθως υλικό ή ανθρακονήματα, το οποίο εφαρμόζει στο κεφάλι με ειδικούς άνετους μίαντες πρόσδεσης (τύπου Y) στο σαγόνι, με κλείστρο ασφαλείας ταχείας απελευθέρωσης, χωρίς να εμποδίζει τον σωστό αερισμό. Πρόκειται για εγκεκριμένα και αναγνωρισμένα υλικά από την UIAA (Union of International Alpinists Association), τα οποία φέρουν πιστοποίηση CE.

Ακριβέστερα, πιστοποιούνται με βάση το πρότυπο EN 12492 (UIAA-106), το οποίο συνοπτικά προβλέπει ότι το κράνος πρέπει να διαθέτει τουλάχιστον:

1. αντοχή σε χτύπημα αντικειμένου μάζας 5 kg, το οποίο προσκρούει από απόσταση δύο μέτρων (2 m) κάθετα στο πάνω τμήμα του κράνους
2. αντοχή σε χτύπημα αντικειμένου μάζας 5 kg, το οποίο προσκρούει από απόσταση 50 εκατοστών υπό γωνία σε πλαϊνό τμήμα του κράνους
3. αντοχή σε χτύπημα αιχμηρού αντικειμένου μάζας 1.5 kg από απόσταση ενός μέτρου (1 m)

1.2. Ένδυση-υπόδηση

Ανάλογα με την κατάσταση και τον βαθμό δυσκολίας (συνθήκες πλήρωσης με νερό, διαστάσεις διατομών, κ.λπ.) χρησιμοποιούνται:

1. Απλή βαμβακερή εργατική φόρμα
2. Ολόσωμα ισοθερμικά εσώρουχα (κατασκευασμένα από υδρόφοβο συνθετικό ύφασμα το οποίο απομακρύνει την υγρασία από το σώμα, συνήθως βασισμένο στον πολυεστέρα)
3. Φόρμα ημιαδιάβροχη (cordura με ή χωρίς μεμβράνη)
4. Καταδυτική φόρμα (στολή neoprene)
5. Γαλότσες EN ISO 20347 (2012) ή υποδήματα EN ISO 20345 (2011)
6. Μάλλινες ή συνθετικές κάλτσες που προστατεύουν τα πόδια από το κρύο, ή αδιάβροχες κάλτσες neoprene
7. Γάντια EN 388
8. Επιγονατίδες Australian Standard 5037 A26 Heat resistant
9. Μέσα προστασίας αναπνευστικών οδών (βλέπε παράγραφο 4.2)

2. Μεθοδολογία κατάβασης-ανάβασης σε φρέατα και δεξαμενές

Η διαδικασία που ακολουθείται για την κατάβαση (και ανάβαση) σε φρέατα, πηγάδια και δεξαμενές των αρχαίων υδραυλικών έργων με βάθος που φτάνει μέχρι 40 m (για το βαθύτερο όλων Αδριάνειο υδραγωγείο), πραγματοποιείται με χρήση του πιστοποιημένου (EN) εξοπλισμού ασφαλείας που περιγράφεται στην παράγραφο 4, και με εφαρμογή της μεθοδολογίας που διδάσκεται στα Εκπαιδευτικά Σεμινάρια της Ελληνικής Σπηλαιολογικής Εταιρείας (ΕΣΕ) και της Σπηλαιολογικής Ομοσπονδίας Ελλάδος (ΣΟΕ), και εφαρμόζεται διεθνώς κατά τις εξερευνήσεις σε βαθιά κατακόρυφα σπήλαια (βάραθρα) και φρέατα παλαιών μεταλλείων που εκτείνονται σε πολύ μεγαλύτερα βάθη (100-1000 m). Πρόκειται για τις Τεχνικές Μονού Σχοινιού (Single Rope Techniques-SRT) που βασίζονται σε τεχνογνωσία που προέρχεται από τα σχολεία Initiateur της Γαλλικής Ομοσπονδίας Σπηλαιολογίας (Fédération Française de Spéléologie-FFS). Κατά τη μεθοδολογία αυτή:

1. Το ειδικών προδιαγραφών σχοινί (βλέπε παράγραφο 4.1) εξασφαλίζεται με χρήση προδιαγεγραμμένων κόμπων και εξαρτημάτων σε τουλάχιστον τρία σταθερά σημεία πλησίον του προς κατάβαση στομίου, και τοποθετείται κατά ύψος στο εσωτερικό του φρέατος, παράλληλα με τα τοιχώματα και χωρίς να έρχεται σε επαφή με αυτά.
2. Ο εκπαιδευμένος σπηλαιολόγος, με χρήση ειδικού πιστοποιημένου εξαρτήματος (καταβατήρας – βλέπε παράγραφο 4.1) κατεβαίνει στον πυθμένα μέσω του σχοινιού αυτού ομαλά και ελεγχόμενα.

3. Απαγορεύεται και δεν εφαρμόζεται σε καμία περίπτωση η χρήση του ίδιου σχοινιού από δύο σπηλαιολόγους ταυτόχρονα.
4. Επιβάλλεται η παρουσία τουλάχιστον δύο σπηλαιολόγων στον πυθμένα του προς εξερεύνηση φρέατος, στο εσωτερικό της σήραγγας ή της δεξαμενής.
5. Επιβάλλεται η παρουσία τουλάχιστον ενός σπηλαιολόγου στο στόμιο του φρέατος, ο οποίος θα μπορεί να επικοινωνήσει με ή χωρίς χρήση ασύρματων συσκευών (φορητοί πομποδέκτες “Walkie Talkie”) με τους σπηλαιολόγους που θα βρίσκονται στον πυθμένα ή στο εσωτερικό της σήραγγας ή της δεξαμενής.
6. Μετά το πέρας της υπόγειας εξερεύνησης οι σπηλαιολόγοι ανεβαίνουν διαδοχικά από το ίδιο σχοινί, με χρήση ειδικών προδιαγεγραμμένων χειροκίνητων φρένων ανάβασης (βλέπε παράγραφο 4.1) που επιτρέπουν μόνο την προς τα επάνω κίνηση, χωρίς να τραυματίζουν το σχοινί.
7. Πριν από κάθε επιχείρηση κατάβασης-εξερεύνησης ενημερώνονται από τον συντονιστή της αποστολής, για την ακριβή τοποθεσία (συντεταγμένες WGS 84) και τον χρόνο έναρξης-λήξης, τουλάχιστον δύο άλλοι σπηλαιολόγοι, μέλη της Ομάδας Σπηλαιοδιάσωσης της ΕΣΕ ή της ΣΟΕ, οι οποίοι δεν συμμετέχουν στην αποστολή, αλλά βρίσκονται σε επιφυλακή. Σε περίπτωση που ενημερωθούν ότι απαιτείται να επέμβουν, ή σε περίπτωση που δεν ειδοποιηθούν για την ομαλή λήξη της επιχείρησης το αργότερο μέχρι τον προκαθορισμένο χρόνο λήξης, ενεργοποιούνται άμεσα προς διάσωση των συναδέλφων τους. Κατά τη διάσωση εφαρμόζονται ειδικές τεχνικές που διδάσκονται στα σεμινάρια Β΄ Βαθμού.
8. Σε δυσκολότερες περιπτώσεις ή και μόνο προληπτικά, πριν από την αποστολή, μπορεί επίσης να ενημερώνεται για την τοποθεσία της επιχείρησης και η Ειδική Μονάδα Αντιμετώπισης Καταστροφών (ΕΜΑΚ) του Πυροσβεστικού Σώματος, μετά από προκαταρκτική συνεννόηση, ώστε να επέμβει άμεσα με χρήση του ειδικού εξοπλισμού διάσωσης, σε ακραία περίπτωση που αυτό απαιτηθεί.

3. Έλεγχος επαρκούς αερισμού-προστασία αναπνευστικών οδών

Ο επαρκής αερισμός των υπογείων χώρων (σήραγγες, δεξαμενές, φρέατα) αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την ασφαλή προσέγγισή τους και την ομαλή διεξαγωγή των εργασιών. Οι παρακάτω κανόνες διαμορφώνονται και τηρούνται αποσκοπώντας στην προσωπική ασφάλεια των σπηλαιολόγων που εργάζονται εντός των υπογείων.

1. Δεν επιτρέπεται κατάβαση σπηλαιολόγου, σε περίπτωση που διαπιστωθεί κακός αερισμός του πυθμένα φρέατος ή δεξαμενής, μετά από καταβύθιση φορητής συ-

σκευής ανίχνευσης αερίων (βλέπε παράγραφο 4.2) εν λειτουργία (χειρισμός από την επιφάνεια). Εναλλακτικά, εάν το βάθος το επιτρέπει, ο έλεγχος μπορεί να γίνεται με σύνδεση σωλήνα δειγματοληψίας στη συσκευή και ανάγνωση του οργάνου απευθείας από την επιφάνεια.

2. Σε περίπτωση που πραγματοποιηθεί κατάβαση σε ικανοποιητικά αεριζόμενο φρέαρ, αλλά στη συνέχεια παρατηρηθεί ανεπάρκεια οξυγόνου ή ανιχνευθεί παρουσία επικίνδυνου αερίου στο εσωτερικό της σήραγγας (έναντι υπερασφαλούς ρύθμισης των ορίων συναγερμού του ανιχνευτή) από τον πρώτο σπηλαιολόγο που θα κατέβει, κύριο μέλημα του οποίου θα είναι να ελέγξει την ποιότητα του αέρα, τότε ματαιώνεται κάθε εργασία, πραγματοποιείται τάχιστη οπισθοχώρηση και ανάβαση προς την επιφάνεια, και απαγορεύεται η κατάβαση οποιουδήποτε άλλου ατόμου, εξαιρουμένου μόνο του προσωπικού διάσωσης, που θα φέρει ειδικές μάσκες προστασίας των αναπνευστικών οδών και ατομικές συσκευές παροχής οξυγόνου, στην ακραία περίπτωση που συμβεί απρόσμενη απώλεια των αισθήσεων του πρώτου.
3. Σχετικά με επισκέψεις υπόγειων υδραγωγείων που διαθέτουν σήραγγα, η οποία επικοινωνεί μέσω διαδοχικών φρεάτων με την επιφάνεια, πρακτικά, η καλή κυκλοφορία του αέρα στο εσωτερικό της μπορεί να εξασφαλίζεται με την αποσφράγιση τουλάχιστον δύο κοντινών στο σημείο πρόσβασης οδών αερισμού, όπου αυτό είναι εφικτό. Σε περίπτωση που δεν είναι εφικτό ή υπάρχει μόνο ένα στόμιο πρόσβασης (όπως π.χ. στις δεξαμενές), θα εφαρμόζεται εναλλακτικά η αποσφράγιση του και η αναμονή εύλογου σύντομου χρονικού διαστήματος κατά το οποίο πρόκειται να αεριστεί επαρκώς ο υπόγειος χώρος, πριν την κατάβαση. Σε κάθε περίπτωση πάντως θα πραγματοποιείται ο έλεγχος (1). Οι παραπάνω δύο μέθοδοι έχουν ήδη εφαρμοστεί κατά το παρελθόν σε σειρά ανάλογων περιπτώσεων, και έχει επιβεβαιωθεί ότι είναι αξιόπιστες και επιφέρουν το επιθυμητό αποτέλεσμα.
4. Επίσης πρακτικά, στις περιπτώσεις τμημάτων κάποιων σηράγγων υπόγειων υδραγωγείων που βρίσκονται ακόμη σε (μερική) λειτουργία, εντός των οποίων διαπιστώνεται σημαντική ροή νερού με παρατήρηση από την επιφάνεια, έχει αποδειχτεί επανειλημμένως ότι η κυκλοφορία του αέρα στο εσωτερικό τους είναι καλή, κάτι που είναι μεν βέβαιο, αλλά δεν εξασφαλίζει όμως και την απουσία επικίνδυνων αερίων, για αυτό και ο έλεγχος (1) θα πραγματοποιείται σε κάθε περίπτωση.

4. Τεχνικός εξοπλισμός ασφαλείας, μηχανολογικός και λοιπός εξοπλισμός

4.1. Εξοπλισμός κατάβασης-ανάβασης

Ο ατομικός εξοπλισμός κατάβασης-ανάβασης είναι πιστοποιημένος από Ευρωπαϊκά Πρότυπα (EN) και αποτελείται από μεταλλικά εξαρτήματα (καταβατήρας, φρένα ανόδου, κρίκοι ασφαλείας) τα οποία βρίσκονται στη διάθεση του σπηλαιολόγου ανά πάσα στιγμή, εφόσον είναι προσαρμοσμένα πάνω στην ατομική του εξάρτηση (ζώνη) είτε απευθείας, είτε μέσω κρίκων, είτε μέσω σχοινίων αυτασφάλισης ή ιμάντων. Όλα τα παραπάνω υλικά πληρούν συγκεκριμένες προδιαγραφές αντοχών, ενώ το ίδιο ισχύει και για το κύριο σχοινί, τους ιμάντες και τους κρίκους που χρησιμοποιούνται για την εξασφάλισή του. Πιο συγκεκριμένα, και για την εφαρμογή της μεθοδολογίας που περιγράφηκε στην παράγραφο 2, στον απαραίτητο βασικό εξοπλισμό περιλαμβάνονται:

1. Ζώνη EN 12277
2. Καταβατήρας CE0197, EN 341 A
3. Φρένο χειρός CE0197, EN 567 : 1997, EN 12841 : 2006 B
4. Φρένο στήθους CE0197, EN 567 : 1997, EN 12841 : 2006 B
5. Κρίκοι απλοί και ασφαλείας CE0082, EN 362 : 2004 B, αντοχής 24 kN
6. Ημιστατικό σχοινί EN 1891 A, διαμέτρου 10 mm, αντοχής 22 kN
7. Ιμάντες CE1019, EN 566, αντοχής 22 kN
8. Βοηθητική ανεμόσκαλα κατασκευασμένη από ιμάντες

4.2. Εξοπλισμός ασφαλείας (αερισμού, φαρμακείου, επικοινωνίας)

Προς ικανοποίηση των μέτρων ασφαλείας έναντι των συνθηκών που περιγράφονται στην παράγραφο 3, για τον έλεγχο της ποιότητας του αέρα εντός των υπογείων χώρων έρευνας, είναι διαθέσιμος πιστοποιημένος ανιχνευτής MicroClip XL με αισθητήρα τεσσάρων αερίων (O₂, FLAMMABLE, CO, H₂S) και σωλήνα δειγματοληψίας, ο οποίος –εφόσον το επιτρέπουν οι συνθήκες (στενότητα χώρου, πληρότητα σε νερό)– μεταφέρεται από τον πρώτο σπηλαιολόγο στο υπόγειο σημείο εργασίας, έτοιμος προς χρήση, μετά τον προκαταρκτικό έλεγχο (1) που διενεργείται πριν την είσοδο.

Επίσης, υπάρχουν δυο βασικές κατηγορίες ΜΑΠ των αναπνευστικών οδών, που ακολουθούν τις οδηγίες των προτύπων EN 405, EN 141, EN 14387:

1. Συσκευές (μάσκες μισού προσώπου) με φίλτρο οι οποίες εξαρτώνται από την ατμόσφαιρα του εργασιακού περιβάλλοντος και αποτελούν τμήμα του φορητού α-

τομικού εξοπλισμού του σπηλαιολόγου. Χρησιμοποιούνται κατά την κρίση του, ανάλογα με την κατάσταση της ατμόσφαιρας του περιβάλλοντα υπόγειου χώρου.

2. Αυτοδύναμες αναπνευστικές συσκευές, οι οποίες δεν εξαρτώνται από την ατμόσφαιρα του εργασιακού περιβάλλοντος και βρίσκονται στη διάθεση της ομάδας επιφυλακής (Σπηλαιοδιάσωση), η οποία επεμβαίνει σε εξαιρετικά σπάνιες περιπτώσεις συναγερμού, όπως περιγράφεται στις παραγράφους 2 (7) και 3 (2).

Επιπλέον, να σημειωθεί ότι υπάρχει πάντοτε διαθέσιμο κατάλληλα εξοπλισμένο φαρμακείο στον εκάστοτε χώρο εργασίας.

Τέλος, για την άμεση επικοινωνία των εργαζόμενων σπηλαιολόγων με το προσωπικό που θα βρίσκεται στην επιφάνεια, στον ομαδικό εξοπλισμό περιλαμβάνονται ασύρματες συσκευές “Walkie Talkie” (φορητό ζεύγος πομποδεκτών) και χρησιμοποιούνται όποτε αυτό κρίνεται απαραίτητο, δηλαδή όταν δεν είναι εφικτή η άμεση επαφή μεταξύ υπογείου και επιφάνειας, λόγω βάθους και απόστασης από το σημείο καθόδου.

4.3. Λοιπός εξοπλισμός αποτύπωσης

Για τις απαραίτητες εργασίες μετρήσεων, χαρτογράφησης, φωτογράφησης, κινηματογράφησης, χρησιμοποιούνται μετροταινίες, ηλεκτρονικό αποστασιόμετρο (Disto Laser), φωτογραφική μηχανή (Nikon D5200), αδιάβροχη φωτογραφική μηχανή (Panasonic FT25), αδιάβροχη κάμερα (GoPro).

5. Σχέδιο Ασφάλειας-Υγείας (ΣΑΥ), ΠΔ 305/96 άρθ. 3, παρ. 3,4,5,6,8,9,10

5.1. Σκοπός

Να πραγματοποιούνται με απόλυτη ασφάλεια και εφαρμόζοντας τους απαραίτητους κανονισμούς και τα σχετικά πρότυπα, οι εργασίες μελέτης, εξερεύνησης, φωτογράφησης και κινηματογράφησης φρεάτων και σηράγγων υπόγειων υδραγωγείων, δεξαμενών, πηγαδιών και πηγών της Αθήνας.

5.2. Γενικά μέτρα για την ασφαλή εκτέλεση των εργασιών

Οι συμμετέχοντες στην ομάδα εργασίας:

1. Συμμορφώνονται με τα μέτρα ασφάλειας και υγείας που ορίζονται στο παρόν τεύχος
2. Έχουν επαρκή επίβλεψη από τους εκάστοτε υπευθύνους (ΕΥΔΑΠ, Εφορείες Αρχαιοτήτων)

3. Έχουν επαρκή πληροφόρηση και εκπαίδευση σχετικά με την ασφάλεια και την υγεία σε εργασίες αυτής της κατηγορίας
4. Φέρουν και χρησιμοποιούν πιστοποιημένο και χωρίς φθορές εξοπλισμό για όλες τις εργασίες
5. Είναι εφοδιασμένοι με τα απαραίτητα μέσα ατομικής προστασίας (ΜΑΠ), και έχουν ενημερωθεί ώστε να τα χρησιμοποιούν σωστά
6. Τηρούν τους κανόνες σχετικά με τον επαρκή αερισμό των υπόγειων χώρων εργασίας, και φροντίζουν για τον επαρκή φωτισμό τους

5.3. Φάσεις εργασιών

Το προσωπικό, οι συμμετέχοντες στην ομάδα εργασίας, τα ΜΑΠ και ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός, είναι όπως καθορίστηκαν στις προηγούμενες παραγράφους του τεύχους.

Φάση 1. Προετοιμασία εξοπλισμού, κατάβαση και ανάβαση

Πιθανοί κίνδυνοι:

1. Πτώση εργαζομένου (που δεν φέρει εξοπλισμό) εντός του φρέατος
2. Κακή ποιότητα αέρα για τον ασφαλώς κατερχόμενο στο φρέαρ
3. Δυσφορία λόγω κακών συνθηκών περιβάλλοντος (στενότητα, υγρασία)
4. Τραυματισμός του σπηλαιολόγου από υποχώρηση των τοιχωμάτων του φρέατος ή άλλων αντικειμένων
5. Τραυματισμός του σχοινιού από πτώση δομικών υλικών ή από επαφή με αιχμηρά σημεία των τοιχωμάτων

Μέτρα αποτροπής-αποφυγής των κινδύνων:

1. Η προσέγγιση στο στόμιο μετά την αποσφράγιση θα γίνεται μόνο από τους σπηλαιολόγους, πάντοτε ασφαλισμένους στο σχοινί, με χρήση του πιστοποιημένου ατομικού τους εξοπλισμού.
2. Απαγορεύεται η κατάβαση στο υπόγειο σε περίπτωση που διαπιστωθεί κακός αερισμός στον πυθμένα, μετά από καταβύθιση της συσκευής ανίχνευσης αερίων (χειρισμός από την επιφάνεια).
3. Δυνατότητα διάταξης πιστοποιημένης τροχαλίας και συστήματος ανέλκυσης του σπηλαιολόγου σε περίπτωση απώλειας των αισθήσεων κατά την κατάβαση, με χρήση ειδικής τεχνικής.
4. Έλεγχος ευστάθειας τοιχωμάτων από τον γενικό υπεύθυνο της ομάδας. Σε περίπτωση κακής κατάστασης με πιθανότητα αστοχίας, ματαιώνεται η κατάβαση.

5. Μέτρα προστασίας του σχοινιού κατά το στήσιμο (προφύλαξη με ειδικό σκληρό μανδύα). Απαγορεύεται η επαφή χωρίς προστασία με τα τοιχώματα, και απαγορεύεται η ελεύθερη απόρριψη οποιουδήποτε αντικειμένου εντός του φρέατος είτε όταν βρίσκεται μέσα σε αυτό ο σπηλαιολόγος, είτε και όταν βρίσκεται μόνο το σχοινί.

Φάση 2. Μελέτη και αποτύπωση υπογείων

Πιθανοί κίνδυνοι:

1. Κακή ποιότητα αέρα στο εσωτερικό της σήραγγας (ή δεξαμενής)
2. Δυσφορία λόγω κακών συνθηκών περιβάλλοντος (στενότητα, υγρασία)
3. Τραυματισμός του σπηλαιολόγου από υποχώρηση των τοιχωμάτων ή της οροφής της σήραγγας
4. Υψηλή στάθμη υδάτων ή συσσώρευση μολυσμένων υδάτων

Μέτρα αποτροπής-αποφυγής των κινδύνων:

1. Σωστός προκαταρκτικός αερισμός, χρήση του ανιχνευτή αερίων, χρήση των ΜΑΠ για τις αναπνευστικές οδούς, επιφυλακή της ομάδας διάσωσης.
2. Οπισθοχώρηση-ματαίωση της εργασίας σε περίπτωση υπερβολικής υγρασίας ή πολύ μικρών διατομών
3. Έλεγχος ευστάθειας τοιχωμάτων-οροφής από τον γενικό υπεύθυνο της ομάδας. Σε περίπτωση κακής κατάστασης με πιθανότητα αστοχίας, ματαιώνεται η εξερεύνηση. Απαραίτητη η παρουσία τουλάχιστον ενός ακόμη ατόμου υπογείως. Επίσης απαραίτητη η άμεση ή έμμεση αποτελεσματική επικοινωνία με το προσωπικό στην επιφάνεια.
4. Σωστά μέτρα ατομικής προστασίας (ένδυση-υπόδηση), υποχώρηση και ματαίωση της εξερεύνησης σε περίπτωση που η στάθμη και η ποιότητα των υδάτων υπερβαίνει τα επιτρεπτά όρια ασφαλείας που ορίζει το ανθρώπινο σώμα

Σημειώσεις

1. Υπάρχει πάντοτε διαθέσιμο φαρμακείο στον χώρο εργασίας και ιατρός ή γνώστης της παροχής Α΄ Βοηθειών (το μάθημα των Α΄ Βοηθειών περιλαμβάνεται στο Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα Επιστημονικής και Αθλητικής Σπηλαιολογίας της Ελληνικής Σπηλαιολογικής Εταιρείας).
2. Οι σπηλαιολόγοι κατά τις ημέρες εργασίας βρίσκονται σε καλή φυσική κατάσταση (όχι ασθενείς), ενώ οι ιατρικές τους βεβαιώσεις έχουν παραδοθεί στην ΕΣΕ κατά

την παρακολούθηση των σεμιναρίων (για τη συμμετοχή στα πρακτικά μαθήματα απαιτείται ιατρική βεβαίωση).

5.4. Πιστοποιητικά, τεχνικά φυλλάδια του εξοπλισμού

Τα πιστοποιητικά και τα τεχνικά φυλλάδια των εξαρτημάτων του ατομικού εξοπλισμού για την κίνηση στο σχοινί, καθώς και της συσκευής ανίχνευσης αερίων, βρίσκονται στην κατοχή της ομάδας εργασίας και είναι διαθέσιμα προς υποβολή σε οποιαδήποτε ζήτηση.

5.5. Νομοθεσία

1. Π.Δ.225/89 «Υγιεινή και ασφάλεια στα υπόγεια τεχνικά έργα»
2. Π.Δ.305/96 «Ελάχιστες προδιαγραφές ασφάλειας και υγείας που πρέπει να εφαρμόζονται στα προσωρινά ή κινητά εργοτάξια»
3. Π.Δ.17/96 «Μέτρα για τη βελτίωση της ασφάλειας και της υγείας των εργαζόμενων κατά την εργασία»
4. Ν3850/2010 «Κώδικας νόμων για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζόμενων»

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Ημερολόγιο εργασιών, δραστηριοτήτων και δημοσιεύσεων σχετικών με το έργο (2017-2018)

1. **15/7/2017:** Επίσκεψη στο ελεύθερο τμήμα 239 – 236 (από το ανοικτό φρέαρ 239). Το τμήμα είχαμε επισκεφτεί αρχικά εντός του 2014. Το νερό υδρομάστευσης ρέει ελεύθερα
2. **20/7/2017:** Αποσφράγιση και κατάβαση στο φρέαρ 235 και εντοπισμός του φρέατος 236 εξωτερικά. Συμπέρασμα: έναρξη πλημμυρισμένου τμήματος τουλάχιστον μέχρι το ΚΕΛΜ
3. **30/7/2017:** Ανίχνευση (έρευνα πεδίου) ορατών επιφανειακών τμημάτων και φρεάτων του κλάδου Πεντέλης, κατά μήκος της ρεματιάς Χαλανδρίου και πλησίον της Μονής Πεντέλης
4. **26/8/2017:** Επίσκεψη στο φρέαρ 6 (Λ. Ριανκούρ), διάσχιση κατάντη έως την κατάπτωση της επένδυσης της σήραγγας, και εντοπισμός διαρροής μικρής ποσότητας λυμάτων στο φρέαρ 4
5. **28/8/2017:** Κατάβαση σε πιθανό φρεάτιο του κλάδου Πεντέλης, που αποδείχτηκε ότι ανήκε σε μεμονωμένο τοπικό υδρομαστευτικό σύστημα, άσχετο από το υδραγωγείο, αν και γειτνιάζει
6. **20/9/2017:** Αποσφράγιση των φρεάτων 102, 102Α, 103, 103Α και αποκάλυψη της κυκλικής δεξαμενής Χαλανδρίου (102Α) όπου καταλήγει ο κλάδος Πεντέλης. Συνδέεται μέσω στοάς με το φρέαρ 102.
7. **27/9/2017:** Υποβρύχια τηλεοπτική επιθεώρηση στο φρέαρ 103Α από συνεργείο ΕΥΔΑΠ για εντοπισμό του υδραγωγείου εκκένωσης Καλογρέζας, αποσφράγιση - κατάβαση στο φρέαρ 105
8. **29/9/2017:** Αυτοψίες αρχαιολόγου ΕΦΑΑΘ, γεωλόγου ΙΓΜΕ και τοπογράφου ΕΜΠ στη δεξαμενή Χαλανδρίου και διερεύνηση συνθηκών άντλησης και δειγματοληψίας νερού (ΕΥΔΑΠ) στα φρέατα
9. **1/10/2017:** Φωτογράφιση της δεξαμενής Χαλανδρίου και κατάβαση στο φρέαρ 103. Συμπέρασμα από όλα τα φρέατα της Ελ Αλαμείν: στάσιμο νερό
10. **3/10/2017:** Έρευνα πεδίου προς εντοπισμό ενισχυτικού υδραγωγείου δημοτικού φρέατος Χαλανδρίου στο φρέαρ 104 (Παπιάς, 1999). Δεν εντοπίστηκαν ίχνη ούτε πληροφορίες
11. **15/10/2017:** Κατάβαση στο φρέαρ 115 (Απ. Παύλου, ΟΑΚΑ). Διαπιστώθηκε

- στάσιμο νερό με στάθμη χαμηλότερη από την οροφή της σήραγγας (ΑΥΣ ίδιο με της οδού Ελ Αλαμίν)
12. **19/10/2017:** Άντληση υδάτων στο φρέαρ 103 (ΕΥΔΑΠ) με μερική ταπείνωση στάθμης, και αναγνώριση στοιχείων του υδραγωγείου εκκένωσης (κόφτρα, θάλαμος χειρισμού)
 13. **26/10/2017:** Επίσκεψη σε ρηχό αρχαίο επιφανειακό υδραγωγείο στο ρέμα Κοκκιναρά με αρχαιολόγο της ΕΦΑΑΘ, το οποίο ενδεχομένως να αποτέλεσε ενισχυτικό του Αδριάνειου
 14. **29/10/2017:** Πλήρης διάσχιση της σήραγγας της Λ. Ριανκούρ (600 m) από το φρέαρ 1 έως και το 18 (κατάντη φρέαρ του έργου by-pass του μετρό όπου καταλήγουν ύδατα)
 15. **9/11/2017:** Ανασκαφική τομή στη δεξαμενή Χαλανδρίου παρουσία ΕΦΑΑΘ. Γύρισμα με την Γ. Διευθύντρια Ε. Νεστορίδη στη δεξαμενή Κολωνακίου για τον ALPHA TV
 16. **23/11/2017:** Αυτοψία στο αντλιοστάσιο Μεταμόρφωσης κατόπιν συνάντησης με τον Δήμαρχο και κατάβαση στο σύγχρονο φρέαρ άντλησης (δίπλα στο φρέαρ 175). Λήψη μετρήσεων.
 17. **1/12/2017:** Αποσφράγιση και μετρήσεις στάθμης στα φρέατα 79 και 97 στο Χαλάνδρι. (στάσιμο νερό από το οποίο προέκυψε ΑΥΣ ίδιο με της Ελ Αλαμίν και Απ. Παύλου)
 18. **3/12/2017:** Διερεύνηση στον Άγιο Δημήτριο Αμπελοκήπων προς εντοπισμό του οικίσκου χλωρίωσης του υδραγωγείου, εσωτερικά (ανίχνευση αγωγού Ø600) και εξωτερικά
 19. **7/12/2017:** Άντληση στο φρέαρ 115 για ταπείνωση στάθμης, κατάβαση και διάσχιση 200 m σήραγγας (117-113), αποσφράγιση φρέατος 113 (Απ. Παύλου) και φρέατος 104 (Ελ Αλαμίν)
 20. **8/12/2017:** Επιλογή σχεδίων από το ιστορικό αρχείο ΕΥΔΑΠ και το αρχείο Νεστορίδη
 21. **11/12/2017:** Ημερίδα του Δήμου Ν. Φιλαδέλφειας: Δευτεραίος, Π. & Μαμάσης, Ν. “Ο προσδιορισμός του Αδριάνειου υδραγωγείου στις κοίτες του Ποδονόφτη και του Κηφισού”
 22. **12/12/2017:** Έλεγχος αγωγού εξαγωγής ύδατος (Ø300), παροχής και λειτουργίας βάνας από τη νεότερη δεξαμενή Κολωνακίου προς την υπόνομο της οδού Γλύκωνος (Υδρονομείο ΕΥΔΑΠ)

23. **14/12/2017:** Αποσφράγιση και μετρήσεις στάθμης στα φρέατα 159, 164 (μεταλλικό κάλυμμα επί της Λ. Ηρακλείου) στο Ηράκλειο και στα φρέατα 175 (Α/Σ) και 184 στη Μεταμόρφωση
24. **18/12/2017:** Επιφανειακή αυτοψία φρεάτων Ν. Ψυχικού-Χαλανδρίου και αναζήτηση νέων άγνωστων
25. **19/12/2017:** Επιφανειακή αυτοψία σύγχρονων φρεάτων 18 και 18ΑΝ του έργου by-pass του μετρό εκατέρωθεν της Πανόρμου. Βιντεοσκόπηση πυθμένα στο φρέαρ 159 (Ηράκλειο)
26. **20/12/2017:** Διάλεξη: Δρ. Θεωдорής Κουτσογιάννης, “Από τη «σχολή του Αριστοτέλη» στη serliana του Oxfordshire: Το Αδριάνειο υδραγωγείο της Αθήνας στην κλασική παράδοση της Ευρώπης”
27. **23&24/12/2017:** Αποκάλυψη φρεατίου (Άγιος Δημήτριος), έρευνα για εντοπισμό του οικίσκου χλωρίωσης εξωτερικά και εντός αγωγού ομβρίων, έλεγχος πρόσβασης στο φρέαρ 18ΑΝ
28. **4/1/2018:** Δημοσίευση του άρθρου: “Ρωσική Εκκλησία: γνωρίζοντας τις θρυλικές κατακόμβες της Αθήνας” (urbanspeleology.blogspot.gr), όπου βρίσκεται ρωμαϊκό βαλανείο με τροφοδοσία από το Αδριάνειο
29. **6/1/2018:** Εορτασμός Θεοφανείων στη δεξαμενή του Κολωνακίου. Ενημέρωση του Δημάρχου Αθηναίων για τα σχέδια ανάδειξης και αξιοποίησης των δεξαμενών και του υδραγωγείου
30. **8/1/2018:** Διάλεξη της Ε.Μ.Α.Ε.Τ.: Δρ. Ευστάθιος Χιώτης, «Ανασκόπηση των υπόγειων υδραγωγείων κατά την αρχαιότητα» (ορισμός των υδραγωγείων τύπου “Qanat”)
31. **12&17/1/2018:** Επίσκεψη στην παλαιά δεξαμενή Κολωνακίου. Φωτογράφιση και αυτοψία στο σημείο σύνδεσης της παλαιάς στοάς του υδραγωγείου. Εκτίμηση αποσφράγισης της σήραγγας
32. **16/1/2017:** Συνάντηση μηχανικών ΕΥΔΑΠ, ΕΜΠ & Τμ. Τεχνικής Γεωλογίας Αττικό Μετρό σχετικά με τα σημεία τομής του Αδριάνειου με υφιστάμενες και νέες γραμμές του μετρό
33. **17/1/2018:** Εγκαίνια έκθεσης της ΕΦ.Α.ΑΘ. “Αδριανός Σωτήρ και Κτίστης” στο Φετιχιέ Τζαμί, με προβολή οπτικοακουστικού υλικού από την υπόγεια εξερεύνηση του Αδριάνειου
34. **18/1/2018:** Έλεγχος παροχής του υδραγωγείου και συνθηκών αερισμού στο φρέαρ 6 (Λ. Ριανκούρ). Έρευνα πεδίου και εντοπισμός βαθιών φρεάτων

υδραγωγείου ULEN Κοκκιναρά

35. **25/1/2018:** Αυτοψία στο φρέαρ 18AN (Πανόρμου) από μηχανικούς των ΣΤΑ.ΣΥ., Αττικό Μετρό, ΕΥΔΑΠ, ΕΜΠ και μέτρηση στάθμης. ΑΥΣ: ίδιο με της Ελ Αλαμίν
36. **7/2/2018:** Δημοσίευση άρθρου στο περιοδικό “Θερμοϋδραυλικός” (Οι υπόγειες σήραγγες του Αδριάνειου υδραγωγείου της Αθήνας, Δευτεραίος, Π., Χιώτης Ε. & Μαμάσης, Ν.)
37. **9/2/2018:** Κατάθεση στην ΕΥΔΑΠ του εγγράφου: “Προγραμματισμός οικοδομικών εργασιών (2018) σε φρέατα του Αδριάνειου Υδραγωγείου” (Δευτεραίος, Π.)
38. **23, 24, 25/2/2018:** Επίσκεψη (ντοκιμαντέρ & 3D scanning) στα φρέατα 278-279-280 (Ολυμπιακό Χωριό) συνοδεύοντας τηλεοπτικό συνεργείο του BBC (Invisible Cities)
39. **28/2/2018:** Κατάθεση εξαμηνιαίας έκθεσης προόδου ερευνητικού έργου ΕΜΠ-ΕΥΔΑΠ
40. **6-7/3/2018:** Παρουσίαση σε μεταπτυχιακούς φοιτητές του Πανεπιστημίου της Πενσυλβανίας (UPENN) σχεδίων και διαφανειών σχετικών με τη λειτουργία του υδραγωγείου
41. **7/3/2018:** Επίσκεψη με το ίδιο team στην υπόγεια δεξαμενή καθίζησης του Χαλανδρίου
42. **13/3/2016:** Δημιουργία πρότασης αξιοποίησης και ανάδειξης του τμήματος του υδραγωγείου στην έκταση της ΑΣΠΑΙΤΕ σε συνεργασία με τον καθηγητή Β. Στεργιόπουλο
43. **15/3/2018:** Ανίχνευση πιθανών σημείων φρεάτων του υδραγωγείου στην οδό Δεινοκράτους
44. **22/3/2018:** Επίσκεψη στο φρέαρ 278 (Αχαρναί) και σε τμήμα της σήραγγας του υδραγωγείου (ΕΥΔΑΠ, ΕΜΠ, Γ. Σαχίνης, Ν. Μαμάσης)
45. **28/3/2018:** Κατάθεση στην ΕΥΔΑΠ του εγγράφου: “Απαιτούμενες οικοδομικές εργασίες σε συγκεκριμένες θέσεις του Αδριάνειου Υδραγωγείου” (Δευτεραίος, Π.)
46. **30/3/2018:** Έρευνα πεδίου, ταυτοποίηση και εντοπισμός φρεάτων ενισχυτικών κλάδων υδραγωγείου ULEN, στην περιοχή των εγκαταστάσεων αντλιοστασίου Κοκκιναρά της ΕΥΔΑΠ
47. **3/4/2018:** Μετρήσεις στάθμης σε φρέατα του ΟΑΚΑ και της Μεταμόρφωσης.

- Διερεύνηση πιθανών θέσεων και επαφή με ΟΑΚΑ για ενδεχόμενη αξιοποίηση των υδάτων (ΕΥΔΑΠ, ΕΜΠ)
48. **11/4/2018:** Συνάντηση με εκπρόσωπο της Εφορείας Δυτικής Αττικής για ενδεχόμενη ανάδειξη και αξιοποίηση του υδραγωγείου στην περιοχή του Ολυμπιακού Χωριού Αχαρνών (ΕΥΔΑΠ, ΕΜΠ)
 49. **13/4/2018:** Ολοκλήρωση του πληροφοριακού συστήματος για το τμήμα Κολωνάκι-φρέαρ 150
 50. **30/4/2018:** Κοινοποίηση εγγράφως από τον Δήμο Μεταμόρφωσης της ετήσιας κατανάλωσης νερού για άρδευση από το Αδριάνειο υδραγωγείο
 51. **3/5/2018:** Συνάντηση με εκπροσώπους των Εφορειών Αρχαιοτήτων Αθηνών και Ανατολικής Αττικής για πρόταση ανάδειξης-αξιοποίησης ολόκληρου του υδραγωγείου (ΕΥΔΑΠ, ΕΜΠ)
 52. **7/5/2018:** Λήψη τριών προσφορών για την προμήθεια ανιχνευτή αερίων O₂, CO, H₂S, LEL
 53. **12/5/2018:** Επίσκεψη σε τμήμα υπόγειου τροφοδοτικού κλάδου υδραγωγείου Κοκκιναρά
 54. **22/5/2018:** Παρουσίαση στοιχείων του υδραγωγείου σε μαθητές του 12^{ου} Γυμνασίου Αχαρνών
 55. **4/6/2018:** Αρχαιολογικοί Διάλογοι 2018, 4^η Συνάντηση: Πόλεις / Αστικό τοπίο. Μαμάσης Ν. και Δευτεραίος Π., "Το Αδριάνειο υδραγωγείο ως υδατικός πόρος. Ο ρόλος της δεξαμενής στο Κολωνάκι". Ξενάγηση, Συζήτηση και Προβολή στο θερινό σινεμά Δεξαμενή.
 56. **10-11/6/2018:** Οπτικοακουστική αποτύπωση από μεταπτυχιακούς φοιτητές του Πανεπιστημίου της Πενσυλβανίας (UPENN) σε χαρακτηριστικές θέσεις του υδραγωγείου (Ολυμπιακό χωριό, Κηφισός-Χελιδονού, Αμπελόκηποι-κατάβαση στη Λουΐζης Ριανκούρ)
 57. **20/6/2018:** Συνάντηση με εκπροσώπους διαφόρων φορέων σχετικών με την περιβαλλοντική αξιοποίηση του Αδριάνειου υδραγωγείου στο Ολυμπιακό χωριό, στο 12^ο Γυμνάσιο Αχαρνών
 58. **25/6/2018:** Αποστολή εγγράφου από την ΕΥΔΑΠ ΑΕ προς τη ΣΤΑΣΥ ΑΕ (με κοινοποίηση στις Εφορείες Αρχαιοτήτων) σχετικά με την προσωρινή λειτουργία του αντλιοστασίου Πανόρμου
 59. **10/7/2018:** 2^η συνάντηση στο 12^ο Γυμνάσιο Αχαρνών (Ολυμπιακό χωριό) με θέμα τη διοργάνωση ημερίδας (18/10) για την τοπική αξιοποίηση του Αδριάνειου

υδραγωγείου

60. **20/7/2018:** Κατάβαση σε φρέαρ βάθους 40 m στο υδραγωγείο Κοκκιναρά της ULEN και διάσχιση της σήραγγας σε μήκος περίπου 600 m. Φωτογράφιση, ανίχνευση υδρομάστευσης
61. **27-28/7/2018:** Αποσφράγιση της σύνδεσης της σήραγγας του υδραγωγείου με την κλειστή δεξαμενή στο Κολωνάκι και αυτοψία αυτής στο προσβάσιμο μήκος (50 m). Φωτογράφιση.
62. **1/8/2018:** Αποσφράγιση πρόσβασης προς τμήμα του “Πεισιστράτειου” υδραγωγείου του Εθνικού Κήπου και εντοπισμός (αποφραγμένης) διακλάδωσης προς Αμπελοκήπους (πιθανής μοναδικής έμμεσης σύνδεσης με το Αδριάνειο) κάτω από την οδό Παπαδιαμαντοπούλου
63. **2/8/2018:** Ξενάγηση ομάδας ΕΥΔΑΠ στο Κολωνάκι στη σήραγγα που αποκαλύφθηκε και εντοπισμός αντίστοιχης σύνδεσης της διακλάδωσης προς την ανοικτή δεξαμενή (1880). Εναέρια κινηματογράφιση της σειράς φρεάτων του υδραγωγείου στο Ολυμπιακό χωριό.
64. **8/8/2018:** Έναρξη οικοδομικών εργασιών διερεύνησης εντοπισμού σύνδεσης σήραγγας στη νεότερη δεξαμενή (αποσφράγιση) με βάση σχέδια της ULEN.
65. **9/8/2018:** (α) Ξενάγηση στη δεξαμενή του Dylan Rogers, Assistant Director της Αμερικανικής Σχολής Κλασικών Σπουδών στην Αθήνα, και (β) Συνάντηση-συζήτηση για επερχόμενη έκδοση της ΕΥΔΑΠ και του Πολιτιστικού Συλλόγου Εργαζομένων ΕΥΔΑΠ σχετική με τις δεξαμενές
66. **10/8/2018:** Επίσκεψη (2η) σε τμήμα υπόγειου τροφοδοτικού κλάδου υδραγωγείου Κοκκιναρά
67. **11/8/2018:** Διάνοιξη της σήραγγας του “Πεισιστράτειου” υδραγωγείου προς Αμπελοκήπους και πλήρης διάσχιση τμημάτων πλην νέας σήραγγας (λόγω έλλειψης οξυγόνου στο εσωτερικό)
68. **12/8/2018:** Επίσκεψη στο άκρο της σήραγγας του Αδριάνειου στη Λουΐζης Ριανκούρ, για εξέταση δυνατοτήτων επίσκεψης στην κατάντη συνέχεια και τον οικίσκο χλωρίωσης
69. **13/8/2018:** Συνέχιση οικοδομικών εργασιών και εντοπισμός του άκρου του καταληκτικού καναλιού προς τη νεότερη δεξαμενή με βάση σχέδια της ULEN.
70. **14/8/2018:** Ολοκλήρωση εργασιών αποκάλυψης του καναλιού τροφοδοσίας της δεξαμενής του 1880 και εσωτερική επίσκεψη αναγνώρισης στα πρώτα μέτρα (ταυτοποίηση σχεδίου ULEN)

71. **18/8/2018:** Εσωτερική επίσκεψη στο κανάλι τροφοδοσίας του 1880, φωτογράφιση και λήψη μετρήσεων. Δεν στάθηκε δυνατός ο εντοπισμός της σύνδεσης με την κύρια σήραγγα (πτώση).
72. **23/8/2018:** Αποσφράγιση δύο φρεάτων στο αρχικό τμήμα (πηγές) του παράπλευρου κλάδου Μονής Πεντέλης-Ρεματιάς Χαλανδρίου και αναγνωριστική εξερεύνηση τροφοδοτικών στοών
73. **4/9/2018:** Αποσφράγιση φρεατίου εντός της καλυμμένης κοίτης του Ιλισού σε συνεργασία με την Υπηρεσία Προληπτικής Συντήρησης Δικτύου Αποχέτευσης
74. **20/9/2018:** Διερεύνηση δυνατοτήτων εξωτερικής άντλησης στο φρέαρ 18AN από συνεργείο ΕΥΔΑΠ. Διάθεση (άτυπα) από ΣΤΑΣΥ στοιχείων εσωτερικής δοκιμής άντλησης
75. **27/9/2018:** Κατάβαση σε φρέαρ (102Α) του παράπλευρου κλάδου Μονής Πεντέλης και ολοκλήρωση νέου φανού. Ανίχνευση μόνιμης παροχής λυμάτων στο εσωτερικό της σήραγγας
76. **28/10/2018:** Δοκιμή εξωτερικής άντλησης στο φρέαρ 18AN από συνεργείο ΕΥΔΑΠ. Ανεπάρκεια κατάντη τμήματος να δεχτεί τον αποθηκευμένο όγκο νερού διατηρώντας κανονική ροή προς τον Ø600 (αναγκαιότητα τακτικής λειτουργίας εσωτερικού αντλιοστασίου). Επίσκεψη στο Γηροκομείο, εντοπισμός θέσης εγκαταστάσεων άντλησης από το Αδριάνειο
77. **30/10/2018:** Επίσκεψη σε φρεάτιο του υδραγωγείου Κυριακού στη Γεννάδειο βιβλιοθήκη. Εξερεύνηση υπογείου τμήματος μήκους 150 m (Δεινοκράτους, Ξενοκράτους)
78. **5/11/2018:** Ανίχνευση (συσκευή ΕΥΔΑΠ) στον Άγιο Δημήτριο και στη Δεινοκράτους για εντοπισμό μεταλλικών καλυμμάτων φρεατίων του τμήματος προς Κολωνάκι
79. **8/11/2018:** Επίσκεψη της σήραγγας στη δεξαμενή (Κολωνάκι) και στη Γεννάδειο αρχαιολόγων της ΕΦΑΑΘ. Τοπογραφικές μετρήσεις αποτύπωσης του τμήματος μήκους 150
80. **9, 14, 19, 20, 21, 28/11/2018 και 26/12/2018:** Εργασίες εντοπισμού, αποκάλυψης και αποσφράγισης θυρίδας πρόσβασης υπογείου θαλάμου χλωρίωσης στην πλατεία Αγίου Δημητρίου. Επίσκεψη στο εσωτερικό και ταυτοποίηση με το σχέδιο P88 (ULEN). Ανίχνευση αρχής μεταλλικού αγωγού προς Κολωνάκι. Εντοπισμός και διπλή αποσφράγιση άκρων περάσματος προς το αποκομμένο τμήμα του υδραγωγείου κατάντη. Εξερεύνηση σήραγγας μέχρι τη θέση

υποσταθμού της ΔΕΗ.

81. **12/11/2018:** Έρευνα στη Δεινοκράτους και μέτρηση στάθμης στο φρέαρ 32 (αντλιοστάσιο νοσοκομείου Σωτηρία)
82. **22/11/2018:** Επίσκεψη στο αντλιοστάσιο Γηροκομείου, εντοπισμός πιθανών θέσεων φρεάτων. Επίσκεψη στη δεξαμενή στο Κολωνάκι, φωτογράφιση σημειωμάτων εργατών 19^{ου} αιώνα
83. **17/12/2018:** Παρουσίαση Ημερολογίου “Ηράκλειο Αττικής: υδάτινες διαδρομές από τον Αδριανό μέχρι σήμερα” (Ε. Νεστορίδη) με κείμενα των Π. Δευτεραίου, Ε. Χιώτη, Ν. Μαμάση
84. **10/1/2019:** Επίσκεψη μηχανικών ΕΥΔΑΠ προς εντοπισμό φρεάτων του υδραγωγείου στον χώρο του “Πενταγώνου” (Υπουργείο Εθνικής Άμυνας)
85. **13/1/2019:** Εντοπισμός και μετρήσεις στάθμης στα φρέατα 230, 231, 232 (κάτω Κηφισιά)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

Χαρακτηριστικά μηκοτομής Υδραγωγείου (Τσιούρη, 2018)

Αρ. Φρέατος	Αποστάσεις μεταξύ (m)	Χιλιομετρική Θέση (m)	Υψόμετρο εδάφους (m)	Ύψος πυθμένα αγωγού (m)	Κλίση αγωγού (m)	Διατομή			Συντεταγμένες	
						πλάτος	ύψος	σχήμα	x	y
0									478.686	4.204.358
1	37,00	0,0	145,95	139,35		0,48	1,20	ημικυκλική	478.689	4.204.354
2	38,00	37,0	147,97	139,32	-0,0008	0,50	0,80		478.718	4.204.379
3	37,80	75,0	147,98	139,33	0,0003	1,10	1,25		478.746	4.204.404
4	38,00	112,8	149,28	139,39	0,0015	0,80	1,00		478.772	4.204.430
5	37,00	150,8	149,09	139,44		0,50	0,83		478.799	4.204.455
6	38,20	187,8	148,30	139,57	0,0035	0,55	1,10		478.827	4.204.481
7	37,35	226,0	149,02	139,71	0,0037	0,55	1,10		478.854	4.204.506
8	37,80	263,4	150,48	139,72	0,0003	0,60	1,15		478.882	4.204.532
9	37,40	301,2	152,24	139,70	-0,0005	0,50	1,15		478.909	4.204.558
10	37,70	338,6	153,03	139,58	-0,0033	0,45			478.936	4.204.584
11	37,50	376,3	153,28	139,64	0,0016	0,45	1,10		478.963	4.204.610
12	37,80	413,8	153,04	139,94	0,0080	0,45			478.990	4.204.636
13	36,00	451,6	153,88	139,96	0,0006	0,50	1,25		479.017	4.204.662
14	39,30	487,6	151,78	139,98		0,62	1,45		479.042	4.204.687
15	37,10	526,9	156,81	140,01		0,50	1,40		479.071	4.204.715
16	37,40	564,0	157,70	140,70	0,0186	0,50	1,40		479.097	4.204.740
17	37,00	601,4	158,03	140,13	-0,0152	0,50	1,60		479.124	4.204.767
18	37,10	638,4	158,73	140,17	0,0011	0,52	1,55		479.150	4.204.793

18^A	74,25	675,5	163,43	141,20	0,0278	0,50	1,40		479.178	4.204.819
18^B	37,25	749,7	163,70	141,40	0,0027	0,50	1,20	ημικυκλική	479.231	4.204.871
19	37,65	787,0	163,87	141,33	-0,0019	0,50	1,55		479.257	4.204.897
20	37,20	824,6	164,35	141,57	0,0064	0,50	0,95		479.285	4.204.922
20^A	37,70	861,8	164,50	141,60	0,0008	0,65	1,10		479.314	4.204.948
21	37,35	899,5	164,69	141,61	0,0003	0,80	1,20		479.341	4.204.974
22	37,30	936,9	164,93	141,83	0,0058	0,55	1,40		479.367	4.205.000
22^A (18^F)	36,85	974,2	166,05	141,90	0,0019	0,50	1,20		479.394	4.205.027
22^B	37,95	1011,0	166,59	142,04	0,0038	0,40	1,00		479.421	4.205.052
22^C	72,56	1049,0	167,46	142,48	0,0116	0,50	0,80	ορθογωνική	479.448	4.205.077
22^D	36,95	1121,5	167,14	142,84	0,0050	0,50	1,00	ημικυκλική ο- ροφή	479.500	4.205.129
22^E	37,08	1158,5	165,69	142,76	-0,0022	0,50	1,12		479.527	4.205.154
22^F	37,40	1195,5	161,18	143,70	0,0254	0,35	1,05		479.554	4.205.181
23	37,00	1232,9	165,29	142,67	-0,0275	0,40	0,95		479.581	4.205.206
24	36,65	1269,9	164,09	142,27	-0,0108	0,40	1,15		479.608	4.205.232
25	36,90	1306,6	166,37	146,37	0,1119	0,50	1,10		479.636	4.205.258
26	36,60	1343,5	168,32	146,27	-0,0027	0,55	1,10		479.664	4.205.282
27	37,60	1380,1	167,89	146,34	0,0019	0,57	1,10		479.692	4.205.306
28	38,00	1417,7	164,48	146,42	0,0021	0,60			479.719	4.205.331
29	37,60	1455,7	168,70	146,50					479.746	4.205.356
30	36,90	1493,3	168,21		-3,8962	0,65	1,10		479.774	4.205.381
31	38,00	1530,2	168,97	146,65	3,9741	0,50	0,90		479.801	4.205.406
32	35,40	1568,2	169,70	146,38	-0,0071	0,37	0,68		479.829	4.205.431
33	37,10	1603,6	171,62	146,57	0,0055	0,50	0,85	479.856	4.205.456	

34	36,40	1640,7	172,35	146,55	-0,0006	0,56	0,95	ημικυκλική ο- ροφή	479.880	4.205.486	
35	37,00	1677,1	176,60	146,70	0,0041	0,50	0,80		479.903	4.205.513	
36	37,40	1714,1	176,06	145,66	-0,0281		0,73		479.927	4.205.543	
37	36,35	1751,5	177,69	145,71	0,0013		0,80		479.951	4.205.571	
38	38,15	1787,8	178,29	145,89	0,0050		0,80		479.982	4.205.591	
39	37,60	1826,0	179,98	145,95	0,0016		0,80		480.016	4.205.607	
40	37,55	1863,6	180,18	146,00	0,0013		0,80		480.053	4.205.619	
41	37,15	1901,1	181,27	146,14	0,0037		0,75		480.088	4.205.630	
42	36,70	1938,3	181,37	146,13	-0,0003		0,65		480.124	4.205.642	
43	36,15	1975,0	183,06	146,01	-0,0032		0,80		480.159	4.205.653	
43^A	37,80	2011,1	183,73	146,38	0,0102		0,90		480.197	4.205.659	
43^B	36,00	2048,9	183,00	146,30	-0,0021		1,10		480.234	4.205.666	
43^C	36,10	2084,9	183,35	146,47	0,0047		0,50		1,30	480.271	4.205.672
43^D	36,50	2121,0	183,40	146,55	0,0022		0,40		1,15	480.306	4.205.676
43^E	39,10	2157,5	184,31	146,46	-0,0025	0,35	1,00		480.340	4.205.681	
43^F	73,75	2196,6	184,45	146,63	0,0043	0,70	0,80		480.379	4.205.686	
α	36,85	2270,4	193,00	146,82	0,0025		0,75		480.453	4.205.697	
β	37,75	2307,2	186,53	146,91			0,70		480.492	4.205.702	
γ	37,70	2345,0	186,50	146,80	-0,0029		0,80		480.527	4.205.707	
δ	37,00	2382,7	186,53	147,13	0,0088	0,90	0,90		480.564	4.205.709	
ε	72,15	2419,7	186,15	147,33	0,0054	0,50	0,90		480.601	4.205.709	
44	36,20	2491,8	184,52	147,28	-0,0007	0,55	0,95		480.675	4.205.713	
45	36,80	2528,0	183,38	147,38	0,0028	0,60	1,00		480.711	4.205.715	
46	36,90	2564,8	182,85	147,27	-0,0029	0,50	1,00		480.748	4.205.725	
47	37,60	2601,7	181,86	147,30	0,0008	0,40	1,00		480.782	4.205.738	

48	36,85	2639,3	181,33	147,57	0,0072	0,60	1,00		480.805	4.205.767
49	37,40	2676,2	181,05	147,35	-0,0060	0,50	1,20		480.829	4.205.796
50	35,70	2713,6	180,83	147,53	0,0048	0,50	1,10		480.849	4.205.828
51	37,45	2749,3	179,99	146,99	-0,0151	0,50	0,90		480.860	4.205.863
52	37,75	2786,7	179,55	146,95	-0,0011	0,50	1,00		480.878	4.205.897
53	37,55	2824,5	178,85	146,95	0,0000	0,60	1,00		480.897	4.205.930
54	37,50	2862,0	178,63	147,08	0,0035	0,50	1,00		480.915	4.205.962
55	38,70	2899,5	178,32	147,17	0,0024	0,60	1,10		480.933	4.205.995
56	37,10	2938,2	178,21	147,31	0,0036	0,40	1,00		480.952	4.206.029
57	37,35	2975,3	177,68	147,23	-0,0022	0,50	1,00		480.971	4.206.062
58	37,60	3012,7	177,74	147,24	0,0003	0,50	1,20		480.990	4.206.095
59	38,50	3050,3	177,47	147,37	0,0035	0,60	1,10		481.009	4.206.127
60	37,40	3088,8	177,34	147,44	0,0018	0,50	0,70		481.028	4.206.160
61	37,85	3126,2	177,02	147,57	0,0035	0,50	1,00		481.047	4.206.193
62	37,90	3164,0	176,62	147,62	0,0013	0,60	1,00		481.066	4.206.224
63	37,80	3201,9	176,43	147,73	0,0029	0,70	2,00		481.084	4.206.258
						0,85	1,00			
64	37,85	3239,7	176,52	147,79	0,0016	0,50	1,00		481.102	4.206.291
65	37,30	3277,6	176,03	147,80	0,0003	0,50	0,90		481.120	4.206.324
66	37,50	3314,9	176,03	147,70	-0,0027	0,50	0,80		481.137	4.206.357
67	38,30	3352,4	175,51	148,06	0,0096	0,50	0,80		481.156	4.206.389
68	38,20	3390,7	175,27	148,07	0,0003	0,50	0,80		481.175	4.206.423
69	37,80	3428,9	175,14	148,14	0,0018	0,50	1,10		481.194	4.206.455
70	37,15	3466,7	174,84	148,26	0,0032	0,50	1,30	ημικυκλική ο-	481.213	4.206.488
71	37,80	3503,8	174,60	148,40	0,0038	0,50	1,20	ροφή	481.233	4.206.520

72	37,45	3541,6	175,02	148,49	0,0024	0,50	1,00		481.252	4.206.553
73	37,40	3579,1	174,63	148,70	0,0056	0,70	1,40		481.268	4.206.586
74	39,40	3616,5	174,95	148,67	-0,0008	0,60	1,10		481.282	4.206.621
75	37,65	3655,9	174,60	148,82	0,0038	0,60	1,20		481.289	4.206.660
76	37,80	3693,5	174,63	148,88	0,0016	0,50	1,40		481.296	4.206.697
77	75,00	3731,3	174,26	148,46	-0,0111	0,60	1,10		481.304	4.206.736
78	37,60	3806,3	173,00	148,82	0,0048	0,50	1,15		481.319	4.206.808
79	37,85	3843,9	172,70	149,00		0,50	1,25		481.325	4.206.845
80	38,70	3881,8	171,17	149,22	0,0059	0,60	1,20		σχεδόν ορθογω- νικό	481.335
						0,60	1,20	τριγωνική		
						0,60	1,20	σχεδόν ορθογω- νικό		
81	37,40	3920,5	170,70	149,45		0,60	1,20	ορθογωνική	481.342	4.206.920
82	39,20	3957,9	172,15	149,67		0,60	1,00	τριγωνική	481.350	4.206.957
83	111,30	3997,1	172,04	149,24	-0,0110	0,60	1,00		481.358	4.206.994
84	74,20	4108,4	171,75	149,43	0,0017	0,50	1,00		481.384	4.207.103
84^A	37,80	4182,6	169,71	149,55	0,0016	0,50	1,05		481.401	4.207.175
85	36,95	4220,4	169,26	149,56	0,0003	0,50	1,50	ημικυκλική	481.408	4.207.213
						0,50	2,00			
86	75,00	4257,3	169,16	149,81	0,0068	0,50	1,15		481.417	4.207.248
						0,60	1,40			
87	73,78	4332,3	170,42	149,77	-0,0005	0,50	1,00		481.434	4.207.322
88	37,70	4406,1	170,49	149,92	0,0020	0,60	1,10		481.450	4.207.394
89	110,30	4443,8	170,43	150,03	0,0029	0,50	0,90		481.458	4.207.430
90	79,45	4554,1	170,00	150,50	0,0043	0,50	0,90		481.483	4.207.538

91	33,30	4633,6	169,64	150,44	-0,0008	0,40	1,60		481.500	4.207.616
92	33,90	4666,9	169,86	150,46	0,0006	0,50	1,10		481.507	4.207.649
93	78,20	4700,8	169,17	150,67	0,0062	0,40	1,00		481.514	4.207.682
94	74,60	4779,0	168,64	150,84	0,0022	0,50	0,90		481.531	4.207.757
95	78,80	4853,6	168,34	150,94	0,0013	0,50	0,90		481.548	4.207.832
96	75,05	4932,4	167,96	150,96	0,0003	0,50	1,20		481.559	4.207.905
97	148,65	5007,4	168,10	151,30	0,0045	0,40	0,90	τριγωνική	481.561	4.207.979
98	76,05	5156,1	168,09	151,54	0,0016	0,40	0,65	ημικυκλική	481.562	4.208.131
98^A	37,80	5232,1	167,44	151,64	0,0013	0,43	1,00		481.554	4.208.205
99	75,15	5269,9	166,93	151,73	0,0024	0,55	0,85	τριγωνική	481.550	4.208.243
						0,50	1,00			
100	75,35	5345,1	166,44	151,84	0,0015	0,85	0,80		481.544	4.208.318
101	57,00	5420,4	165,15	152,10	0,0035	0,50	1,00		481.536	4.208.393
102	57,30	5477,4	163,58	152,20	0,0018	0,65	1,17	481.529	4.208.448	
103	34,60	5534,7	163,06	152,35	0,0026	ακανόνιστο		481.524	4.208.505	
104	41,80	5569,3	164,50	152,40	0,0013	0,50	0,80	τριγωνική	481.521	4.208.539
105	37,90	5611,1	163,89	152,54	0,0033	0,50	0,75		481.517	4.208.581
106	39,20	5649,0	162,20	152,60	0,0017	0,50	1,40	ημικυκλική	481.515	4.208.619
107	74,50	5688,2	162,95	152,75	0,0038				481.512	4.208.657
108	38,60	5762,7	165,01	153,05	0,0040				481.504	4.208.734
109	36,30	5801,3	165,22	153,20					481.501	4.208.772
110	77,00	5837,6	166,18	153,90	0,0193	481.498	4.208.810			
111	74,40	5914,6	171,11	153,96	0,0007	0,50	0,90		481.491	4.208.885
112	74,90	5989,0	169,37	153,57	-0,0052	0,50	1,10	481.483	4.208.961	
113	75,35	6063,9	168,24	153,94	0,0049			481.479	4.209.031	

114	75,10	6139,3	169,06	153,71	-0,0031	0,50	1,00	τριγωνική	481.470	4.209.108
115	57,40	6214,4	166,90	154,30	0,0079	0,50	1,10	ημικυκλική	481.463	4.209.182
116	39,90	6271,8	165,59	154,20	-0,0017				481.456	4.209.240
117	64,80	6311,7	168,85	154,00	-0,0051	0,50	0,70		481.453	4.209.279
118	104,50	6376,5	169,85	154,10	0,0015		1,00		481.447	4.209.345
119	36,40	6481,0	168,94	154,64	0,0052	0,50	1,10		τριγωνική	481.438
						0,50	1,10			
120	41,60	6517,4	165,39	155,19	0,0151	0,50	1,10	ημικυκλική	481.434	4.209.485
121	108,45	6559,0	164,45	154,45	-0,0178				481.415	4.209.522
122	76,15	6667,4	169,28	154,98	0,0049				481.368	4.209.618
123	75,10	6743,6	171,54	154,94	-0,0006				481.334	4.209.686
124	67,80	6818,7	170,96	155,34	0,0054	0,50	1,20	τριγωνική μορφή	481.300	4.209.754
						0,60	1,20	κυλινδρική μορφή		
						0,50	1,20	τριγωνική μορφή		
125	83,50	6886,5	171,20	155,70	0,0053	0,50	1,05	τριγωνική	481.268	4.209.814
126	33,10	6970,0	171,96	155,66	-0,0005				481.230	4.209.889
127	41,80	7003,1	171,58	155,94	0,0085	Αχρηστευθέν τμήμα			481.217	4.209.919
128	75,50	7044,9	172,56	156,00	0,0014	0,60	1,05	κυλινδρική μορφή	481.199	4.209.958
						0,60	1,05	τριγωνική μορφή		
						0,60	1,05	κυλινδρική μορφή		
129	37,90	7120,4	175,98	155,83	-0,0023	0,50	0,90	ημικυκλική	481.169	4.210.024

130	42,10	7158,3	173,33	156,18	0,0093	0,50	1,70	ορθογωνική	481.153	4.210.058
131	36,70	7200,4	174,21	156,61	0,0102	(σαν 137-142)			481.134	4.210.096
132	33,80	7237,1	175,15	156,00	-0,0167	0,50	1,10	ορθογωνική	481.118	4.210.129
133	75,10	7270,9	175,47	155,47	-0,0157	0,40	1,10		481.103	4.210.159
134	74,15	7346,0	178,47	156,27	0,0107	0,50	1,00	τριγωνική οροφή	481.070	4.210.227
135	76,00	7420,1	181,36	157,01	0,0100				481.037	4.210.296
136	75,30	7496,1	183,74	157,14	0,0017	0,60	0,80		481.004	4.210.363
137	74,60	7571,4	186,96	157,11	-0,0003				480.970	4.210.429
138	75,00	7646,0	189,82	157,82	0,0095				480.936	4.210.496
139	38,00	7721,0	190,84	158,04	0,0029				480.901	4.210.562
140	37,90	7759,0	189,53	157,83	-0,0055				480.898	4.210.600
141	75,30	7796,9	184,05	156,80	-0,0272				480.894	4.210.637
142	75,35	7872,2	180,89	156,93	0,0017				480.889	4.210.712
143	76,95	7947,6	181,32	157,42	0,0064				0,50	0,90
144	72,85	8024,5	184,67	157,57	0,0019	0,50	0,85	480.871	4.210.864	
145	113,50	8097,4	182,02	157,57	0,0000	0,40	0,90	ημικυκλική οροφή	480.865	4.210.938
146	74,10	8210,9	184,17	157,82	0,0022	0,40	0,70		480.800	4.211.033
147	75,60	8285,0	182,12	157,87	0,0007	0,40	0,85		480.747	4.211.085
148	74,10	8360,6	181,35	158,01	0,0019	επισκευασμένο με βραχέα υποστυλώματα και με πλάκες από σκυροκονίαμα			480.703	4.211.143
149	112,50	8434,7	181,59	158,16		0,50	1,30	ορθογωνικό	480.656	4.211.200
						0,40	1,05	τριγωνική οροφή		
						0,50	1,30	ορθογωνικό		
0,40	1,05	τριγωνική οροφή								

						0,50	1,30	ορθογωνικό		
						0,40	1,05	τριγωνική οροφή		
150	74,25	8547,2	184,00	158,38		0,40	0,80	ημικυκλική	480.585	4.211.289
151	76,60	8621,4	184,00	158,52		0,50	1,00	τριγωνική	480.536	4.211.347
152	37,00	8698,0	189,07	158,67		0,50	1,00	ακανόνιστο	480.487	4.211.407
								τριγωνική οροφή		
								σχεδόν ορθογωνικό		
152^A	44,20	8735,0	185,00	158,85	0,0048	0,55	0,80	ημικυκλική οροφή		
153	63,40	8779,2	189,85	159,06		0,40	0,80		480.433	4.211.473
154	75,20	8842,6	194,16	160,15	0,0172	0,50	1,05	ημικυκλική οροφή	480.393	4.211.523
						0,50	1,05	ορθογωνικό		
						0,50	1,05	ημικυκλική οροφή		
155	75,30	8917,8	198,99	160,32	0,0022	0,50	0,80	ημικυκλική	480.347	4.211.581
156	74,80	8993,1	194,16	160,36	0,0006	0,50	1,05	τριγωνική	480.297	4.211.636
								ημικυκλική		
157	73,00	9067,9	197,15	160,55	0,0025	0,50	1,05	ακανόνιστο	480.249	4.211.692
								τριγωνική		
								ημικυκλική οροφή		

158	75,30	9140,9	192,13	160,73		0,50	0,80	τριγωνική	480.200	4.211.751
159	73,75	9216,2	196,00	160,84	0,0014	0,50	0,90		480.152	4.211.807
160	74,15	9290,0	202,34	160,94			0,50	0,80	ημικυκλική (0.55)	480.105
161	75,20	9364,1	197,42	160,92	-0,0003	0,50	0,90	480.041		4.211.900
162	74,60	9439,3	192,73	161,43	0,0068	0,20	0,95	ακανόνιστο ορθογωνικό	479.976	4.211.939
						0,35	0,90			
						0,40	0,80	ημικυκλική (0.50)		
163	77,00	9513,9	190,42	160,92	-0,0068	0,30	1,20	ορθογωνική	479.911	4.211.977
						0,60	1,20	σχεδόν ορθογω- νικό		
						0,20	1,55	ημικυκλική (0.50)		
						0,60	1,50	σχεδόν ορθογω- νικό		
164	149,30	9590,9	192,39	160,88	-0,0005	0,50	1,30	ορθογωνικό	479.846	4.212.017
						0,50	1,15	ημικυκλική		
						0,60	1,00	ημικυκλική		
165	74,10	9740,2	188,91	159,15	-0,0116	0,60	1,05	ημικυκλική	479.732	4.212.112
166	73,90	9814,3	186,99	161,99	0,0384	0,85	1,65	σχεδόν ορθογω- νικό	479.679	4.212.164
						0,75	1,60			
167	75,20	9888,2	184,99	161,94	-0,0007	0,70	1,60		479.624	4.212.213

						0,50	1,10	ορθογωνικό		
168	73,00	9963,4	181,57	161,17	0,0029	0,60	0,70	τριγωνική οροφή	479.569	4.212.264
169	74,70	10036,4	180,37	162,37		0,60	0,80	τριγωνική	479.517	4.212.316
170	37,10	10111,1	178,62	162,52	0,0021	0,60	0,70	ημικυκλική οροφή	479.463	4.212.367
171	74,40	10148,2	179,68	162,69	0,0046	0,60	1,10	ημικυκλική οροφή	479.437	4.212.393
						0,10	1,00	ημικυκλική οροφή (0,50)		
						0,60	1,10	ημικυκλική οροφή		
172	75,20	10222,6	173,07	162,64	-0,0007	0,40	0,80	ημικυκλική	479.381	4.212.445
173	37,30	10297,8	181,12	163,12	0,0064	0,60	1,10		479.328	4.212.497
174	37,40	10335,1	182,86	163,06	-0,0016				479.301	4.212.523
175	37,60	10372,5	183,76	163,40	0,0091				479.289	4.212.556
176	37,80	10410,1	182,87	163,37	-0,0008				0,60	1,20
177	37,00	10447,9	182,22	163,42	0,0013	0,45	1,10	τριγωνική οροφή	479.275	4.212.632
178	38,30	10484,9	181,58	163,44	0,0005	0,50	1,10	ημικυκλική οροφή	479.269	4.212.669
								τριγωνική οροφή		
								σχεδόν ημικυκλική οροφή		
179	37,00	10523,2	180,20	163,60	0,0042				479.262	4.212.707

180	37,30	10560,2	178,84	163,64	0,0011				479.257	4.212.742
180^A	37,90	10597,5	177,73	163,63	-0,0003			τριγωνική οροφή	479.251	4.212.779
181	37,60	10635,4	177,56	163,66	0,0008				479.246	4.212.817
182	36,90	10673,0	176,97	163,77	0,0029				479.251	4.212.855
183	37,30	10709,9	177,05	163,85	0,0022	0,60	1,10		ημικυκλική οροφή	479.264
184	36,70	10747,2	177,41	163,81	-0,0011	0,50	1,00	σχεδόν ημικυκλική οροφή	479.280	4.212.923
185	38,55	10783,9	180,40	163,80	-0,0004	0,45	0,80	ημικυκλική	479.304	4.212.953
186	157,00	10822,5	179,69	163,84	0,0010	0,40	0,90		479.326	4.212.987
187	38,00	10979,5	179,43	164,23	0,0025	0,55	0,90		479.352	4.213.137
188	37,50	11017,5	179,79	164,34	0,0029	0,45	0,95		479.366	4.213.171
189	74,80	11055,0	180,66	164,51	0,0045	0,55	0,85		479.383	4.213.204
190	37,30	11129,8	181,89	164,64	0,0017	0,50	0,80		479.418	4.213.271
191	37,20	11167,1	182,16	164,71	0,0019	0,50	1,00		479.435	4.213.305
192	37,00	11204,3	183,13	164,88	0,0046	0,55	1,00		479.453	4.213.337
193	37,00	11241,3	182,96	164,66	-0,0058	0,80	2,60	σχεδόν ημικυκλική οροφή	479.470	4.213.370
194	37,55	11278,3	183,66	164,70	0,0011	0,70	1,20	ημικυκλική οροφή	479.488	4.213.402
195	37,55	11315,8	184,00	164,86	0,0042				479.506	4.213.436
196	36,50	11353,4	185,12	165,02		0,60	1,00		479.523	4.213.468
197	37,50	11389,9	186,56	165,24	0,0060	0,40	1,00		479.539	4.213.501
198	37,60	11427,4	185,80	165,27	0,0009	0,50	1,00		479.557	4.213.535

199	37,00	11465,0	186,40	165,31					479.574	4.213.567			
200	38,00	11502,0	186,65	165,34					479.590	4.213.600			
201	75,50	11540,0	188,18	165,38	0,0010	0,50	0,90		479.610	4.213.633			
202	37,85	11615,5	189,57	165,53	0,0020	0,50	0,95		479.644	4.213.698			
203	37,70	11653,3	190,20	165,90	0,0098	0,40	0,80		479.663	4.213.733			
204	37,75	11691,0	190,95	165,90	0,0000	0,45	1,00		479.677	4.213.768			
205	37,65	11728,8	190,88	165,73	-0,0045	0,40	0,90		479.695	4.213.799			
206	37,35	11766,4	191,69	165,89	0,0042	0,40	1,00		479.711	4.213.832			
207	37,80	11803,8	191,96	166,91	0,0273	0,40	0,90		479.728	4.213.866			
208	37,40	11841,6	194,06	166,01	-0,0238	0,50	0,80		479.745	4.213.900			
209	38,10	11879,0	191,22	166,26	0,0068	0,50	1,00		479.765	4.213.932			
210	37,40	11917,1	191,72	166,52					479.783	4.213.966			
211	37,00	11954,5	191,49	166,69	0,0045	0,40	1,10	ημικυκλική οροφή (0,50)	479.800	4.213.999			
212	35,19	11991,5	191,90	166,64	-0,0014				479.817	4.214.032			
213	77,95	12026,7	193,00	166,69	0,0013				479.833	4.214.064			
214	90,95	12104,6	193,75	166,79					479.891	4.214.116			
215	76,00	12195,6	183,15	166,45	-0,0038	0,50	1,00	ημικυκλική οροφή	479.960	4.214.177			
216	30,00	12271,6	176,43	166,40	-0,0006	φρεάτιο συνδέσεως του αγωγού (Κοκκιναρά)			480.024	4.214.209			
217	15,90	12301,6	181,00	166,44	0,0014				480.039	4.214.236			
218	38,10	12317,5	181,00	166,47					480.041	4.214.250			
219	74,00	12355,6	187,00	166,52	0,50	1,30	τριγωνική οροφή	480.033	4.214.292				
220	72,55	12429,6	194,85	166,63	0,50	1,00	ημικυκλική οροφή	480.016	4.214.368				
221	72,05	12502,1	195,00	166,72	0,0012	0,50	1,05	τριγωνική ορο-	480.051	4.214.432			

222	109,05	12574,2	194,52	166,80				φή	480.072	4.214.501
223	73,30	12683,2	197,99	167,39	0,0054	0,50	0,70	φή	480.112	4.214.602
224	73,25	12756,5	198,71	166,20	-0,0162				480.137	4.214.670
225	71,40	12829,8	199,84	167,64	0,0197	0,40	0,70		480.161	4.214.739
226	71,50	12901,2	199,01	166,76	-0,0123				480.186	4.214.807
227	54,60	12972,7	195,32	166,92	0,0022	0,50	0,60	ημικυκλική οροφή	480.209	4.214.874
228	23,30	13027,3	196,34	167,19	0,0055	0,50	0,75		480.239	4.214.918
229	33,40	13050,6	187,00	167,31					480.236	4.214.942
230	34,55	13084,0	197,00	167,50		0,40	0,85		τριγωνική οροφή	480.247
231	72,20	13118,5	202,09	167,69		0,50	0,85	480.259		4.215.006
232	113,14	13190,7	202,00	168,28	0,0081	Συναρμογή			480.287	4.215.073
233	109,36	13303,9	205,00	169,20		Συναρμογή			480.325	4.215.179
234	75,20	13413,2	206,37	170,07		0,50	0,90	ημικυκλική οροφή	480.365	4.215.283
235	77,00	13488,4	205,51	170,36		0,0039	0,40	0,65	τριγωνική οροφή	480.393
236	76,65	13565,4	203,75	170,50	0,0018	0,40	0,80	480.439		4.215.407
237	10,00	13642,1	188,00	170,38	-0,0016	Συναρμογή			480.474	4.215.465
238	80,00	13652,1	188,96	170,36		0,50	1,00	ημικυκλική οροφή	480.474	4.215.476
239	72,00	13732,1	183,95	170,60	0,0030	0,70	1,00	τριγωνική οροφή	480.515	4.215.549
239 ^A	112,00	13804,1	183,66	170,81	0,0029	0,50	0,70	ημικυκλική οροφή	480.576	4.215.587
239 ^B	20,20	13916,1	174,89	171,09	0,0025	0,50	0,70		480.650	4.215.646
(?) α	44,80	13936,3	178,00	171,32	0,0117	Συναρμογή			480.648	4.215.666
(?) β	56,00	13981,1	179,00	171,84		Συναρμογή			480.622	4.215.701
239 ^C	75,00	14037,1	177,70	172,50		0,50	0,90	ορθογωνική	480.570	4.215.682

239^D	59,50	14112,1	175,21	172,66	0,0021	0,40	0,90		480.500	4.215.659
(?) γ	32,00	14171,6	185,00	172,97	<i>0,0052</i>	Συναρμογή		ορθογωνική	480.452	4.215.623
240	40,00	14203,6	177,74	173,14		0,45	0,60		480.433	4.215.600
241	40,00	14243,6	178,00	173,32	<i>0,0046</i>	0,45	Συναρμογή		480.395	4.215.586
241^A	26,50	14283,6	178,00	173,51					480.358	4.215.573
241^B	8,50	14310,1	179,00	173,63					480.332	4.215.565
242	65,00	14318,6	179,00	173,67					480.324	4.215.562
243	45,00	14383,6	177,00	173,97					480.266	4.215.535
244	65,00	14428,6	176,00	174,18					480.223	4.215.525
245	93,00	14493,6	178,00	174,48					480.158	4.215.517
246	47,60	14586,6	188,08	174,73					1,00	480.158
246^A	88,50	14634,2	183,69	174,84	0,0023	0,50	1,00	480.068	4.215.517	
247	30,00	14722,7	196,28	176,13	0,0146	0,50	1,10	ορθογωνική	479.944	4.215.550
248	70,00	14752,7	201,00	176,50	<i>0,0124</i>	Συναρμογή			479.917	4.215.561
249	114,50	14822,7	202,00	177,36					479.864	4.215.598
250	112,50	14937,2	200,98	178,78		0,30	0,60	τριγωνική οροφή	479.761	4.215.643
251^A	28,90	15049,7	202,00	180,19	<i>0,0125</i>	Συναρμογή		τριγωνική οροφή	479.627	4.215.683
251	55,00	15078,6	202,00	180,55					479.655	4.215.678
252	74,80	15133,6	201,04	181,24		0,50	0,80		479.587	4.215.708
253	39,30	15208,4	202,18	181,64	0,0053	0,60	0,70		479.517	4.215.741
254	35,51	15247,7	203,00	182,16	<i>0,0134</i>	Συναρμογή			479.481	4.215.757
255	34,60	15283,2	203,00	182,64				479.447	4.215.769	
256	37,70	15317,8	202,00	183,10				479.416	4.215.784	

257	37,40	15355,5	202,00	183,60				479.381	4.215.799		
258	39,19	15392,9	202,00	184,10				479.347	4.215.813		
259	80,00	15432,1	200,98	184,63		0,40	1,00	479.313	4.215.827		
260	66,00	15512,1	202,00	186,54	0,0239	Συναρμογή		479.240	4.215.859		
261	45,25	15578,1	203,00	188,12				479.239	4.215.926		
262	64,30	15623,3	203,11	189,21		0,45	1,15	479.232	4.215.994		
263	36,70	15687,6	204,00	189,90	0,0108	0,50	1,00	479.187	4.216.038		
264	51,00	15724,3	203,46	190,30						479.169	4.216.072
265	71,80	15775,3	204,40	191,40	0,0216			479.164	4.216.122		
266	57,20	15847,1	206,00	192,88	0,0207	0,45	1,10	479.187	4.216.187		
267	58,20	15904,3	207,00	194,07						479.203	4.216.217
268	60,10	15962,5	207,08	195,28						479.244	4.216.292
269	66,40	16022,6	209,00	195,68	0,0068	0,50	1,00	479.251	4.216.348		
270	76,80	16089,0	209,09	196,14						479.291	4.216.401
271	56,20	16165,8	211,00	198,72	0,0337	0,50	0,70	479.338	4.216.462		
272	70,55	16222,0	213,00	202,65						479.363	4.216.519
273	71,74	16292,6	213,54	202,99						479.394	4.216.582
274	78,56	16364,3	215,00	204,38	0,0194	Συναρμογή		479.425	4.216.646		
275	91,00	16442,9	216,26	205,91				479.458	4.216.717		
276	67,00	16533,9	218,00	206,42	0,0057	0,50	Συναρμογή	479.503	4.216.796		
277	62,00	16600,9	219,00	206,80						479.515	4.216.859
278	64,00	16662,9	221,00	207,15						479.522	4.216.923
279	66,00	16726,9	223,00	207,51						479.518	4.216.988
280	67,50	16792,9	224,87	207,89					0,50	2,00	479.520
281	66,30	16860,4	225,00	207,86	-0,0004	Συναρμογή		479.515	4.217.122		

282	69,90	16926,7	226,38	207,83		0,40	0,80		479.501	4.217.187
283	66,70	16996,6	228,00	207,83	<i>0,0001</i>	0,40	0,80		479.494	4.217.255
284	31,00	17063,3	230,00	207,84					479.498	4.217.321
285	33,35	17094,3	231,00	207,84					479.499	4.217.352
286	33,85	17127,6	231,00	207,84					479.501	4.217.385
287	32,53	17161,5	227,80	207,85					0,40	0,80
288	33,55	17194,0	233,00	207,90	<i>0,0017</i>	0,40	0,80	479.503	4.217.453	
289	34,34	17227,5	234,00	207,96				479.502	4.217.487	
290	31,88	17261,9	234,00	208,01				479.497	4.217.522	
291	36,55	17293,8	231,32	208,07				479.493	4.217.557	
292	38,85	17330,3	237,00	208,25	<i>0,0050</i>	0,40	0,80	479.489	4.217.594	
293	36,53	17369,2	236,55	208,45				479.485	4.217.630	
294	33,09	17405,7	239,00	209,03	<i>0,0159</i>	0,40	0,80	479.481	4.217.665	
295	37,51	17438,8	240,00	209,55				479.475	4.217.699	
296	37,18	17476,3	241,00	210,15				479.472	4.217.739	
297	37,36	17513,5	243,00	210,74				479.468	4.217.775	
298	34,43	17550,8	244,00	211,33				479.463	4.217.809	
299	79,50	17585,3	242,38	211,88				479.484	4.217.836	
299'		17664,8	244,00	243,37	0,3961			479.541	4.217.892	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε

Γεωλογικοί σχηματισμοί των περιοχών από όπου διέρχονται τα τμήματα του υδραγωγείου σύμφωνα με γεωλογικό χάρτη του φύλλο “Κηφισιά” (ΙΓΜΕ, 2002).

Κύριος άξονας

Φρέατα (Αριθμός)	Μήκος στον σχηματισμό	Κωδικός Πετρώματος (Ι.Γ.Μ.Ε.)	Περιγραφή πετρώματος
1 έως 80	3900 m	K ₉ -mk,sch	<p style="text-align: center;">Μαργαϊκός ορίζοντας</p> <p>Κυρίως σκληρές ψαμμιτικές μάργες στις οποίες παρεμβάλλονται στρωματίδια μαργαϊκών ασβεστόλιθων τα οποία συχνά φέρουν κονδύλους πυριτόλιθων. Συχνή είναι η παρουσία ψαμμιτών και κροκαλολατυποπαγών με κροκάλες-λατύπες , συνήθως από πετρώματα του ίδιου ορίζοντα. Στον ορίζοντα αυτόν απαντώνται ενστρώσεις πλακωδών μικριτικών ασβεστολίθων (K₉, k) σημαντικών διαστάσεων , οι οποίοι διαχωρίστηκαν .</p> <p>Πάχος ορατό 120 m περίπου</p>
81 έως 270	11900 m	M _s .m, c	<p style="text-align: center;">Λιμναίοι σχηματισμοί Καλογρέζας-Πικερμίου</p> <p>Περιοχή Καλογρέζας: κυρίως αποθέσεις, που συνίστανται από λευκές έως υποκίτρινες μάργες, αμιγείς έως αμμούχες και από ερυθρούς πηλούς , με συχνές παρεμβολές κροκαλοπαγών, ψαμμιτών και αργιλοαμμωδών υλικών. Επίσης απαντώνται ενστρώσεις μαργαϊκών ασβεστολίθων μικρού πάχους.</p>

			<p>Στους σχηματισμούς αυτούς υπήρχαν σημαντικά κοιτάσματα λιγνιτών, τα οποία στο παρελθόν έτυχαν έντονης εξόρυξης. Στο ΒΑ/κό τμήμα των σχηματισμών αυτών (περιοχή που περνά ο αγωγός), παρατηρείται βαθμιαία αύξηση των κλαστικών υλικών .</p> <p>Πάχος ορατό 200 m περίπου</p>
271 έως 279	620 m	M _s .c ,l ,m	<p>Αδρομερείς ποταμολιμναίοι σχηματισμοί παρυφών Πάρνηθας και Πεντελικού</p> <p>Κυρίως παλαιοί (ανωμειοκαινικοί) σχηματισμοί δέλτα, ριπιδίων και κώνων κορημάτων. Είναι λατυποπαγείς και κροκαλολατυποπαγείς σχηματισμοί στις περιοχές που γειτνιάζουν με τους ορεινούς όγκους της Πάρνηθας και του Πεντελικού .Κατά θέσεις παρεμβάλλονται ερυθροί πηλοί και μαργαϊκά υλικά καθώς και ενστρώσεις Μαργαϊκών –Τραβερτινοειδών Ασβεστόλιθων (M_s.mk.tv) .</p> <p>Πάχος έως και 250 m</p>
280 έως 299	830 m	Pt.sc, cs	<p>Παλαιά πλευρικά κορήματα και κώνοι κορημάτων</p> <p>Πολύ συνεκτικά , από αδρομέρη γωνιώδη στοιχεία, ποικίλου μεγέθους. Μερικές φορές συνοδεύονται από ογκολίθους. Συχνά σε αυτά υπέρκεινται κατά θέσεις , ασύνδετα υλικά νεότερων κώνων και πλευρικών κορημάτων.</p>

Ενισχυτικά υδραγωγεία

Όνομα υδραγωγείου	Φρέαρ όπου καταλήγει	Κωδικός Πετρώματος (Ι.Γ.Μ.Ε.)	Περιγραφή πετρώματος
Χαλανδρίου	102	M _s .m, c	Λιμναίοι σχηματισμοί Καλογρέζας-Πικερμίου
ΟΑΚΑ-Καλογρέζας	120	M _s .m, c	Λιμναίοι σχηματισμοί Καλογρέζας-Πικερμίου
Ψαλιδίου – Αμαρουσίου	145	Από φρέαρ 145 έως μήκος 1260 m (Δημαρχείο Πεύκης): M _s .m, c	Λιμναίοι σχηματισμοί Καλογρέζας-Πικερμίου
		Από 1260 έως 3620 m: M _s .c ,l ,m	Αδρομερείς ποταμολιμναίοι σχηματισμοί παρυφών Πάρνηθας και Πεντελικού
Αγίας Βαρβάρας-Λυκόβρυσης	169	Από φρέαρ 169 έως μήκος 810 m: M _s .m, c	Λιμναίοι σχηματισμοί Καλογρέζας-Πικερμίου
		Από 810 m έως 1460μ : M _s .c ,l ,m	Αδρομερείς ποταμολιμναίοι σχηματισμοί παρυφών Πάρνηθας και Πεντελικού
Κοκκιναρά	215 ΚΕΛΜ	Από φρέαρ 215 έως μήκος 1400μ: M _s .m, c	Λιμναίοι σχηματισμοί Καλογρέζας-Πικερμίου
		Από 1400 έως 4900 m: M _s ,l,m	Λιμνοχερσαίοι σχηματισμοί Κηφισού Λεπτομερείς αποθέσεις πηλών, αργίλων και αργιλοσαμμούχων υλικών με κατά θέσεις διάσπαρτες κροκάλες και παρεμβολές ψηφιδωπαγών και κροκαλοπαγών. Πάχος ορατό 150μ περίπου
Φράγματος Μεταξά-Χελιδονούς	239B	M _s ,l,m	Λιμνοχερσαίοι σχηματισμοί Κηφισού
Αεροδρομίου Δεκελείας	250	Από φρέαρ 250 έως μήκος 850 m: M _s ,l,m	Λιμνοχερσαίοι σχηματισμοί Κηφισού
		Από 850 έως 1250 m: M _s .c ,l ,m	Αδρομερείς ποταμολιμναίοι σχηματισμοί παρυφών Πάρνηθας και Πεντελικού
Δήμογλι	299	Από φρέαρ 299 έως μήκος 700 m: Pt.sc, cs	Παλαιά πλευρικά κορήματα και κώνοι κορημάτων
		Από μήκος 700 έως 960 m:	Αδρομερείς ποταμολιμναίοι σχηματισμοί παρυφών Πάρνηθας

		M _s .c ,l ,m	και Πεντελικού
Βαρυμπόμπης	299' είσοδος κεκλιμένης στοάς	Από φρέαρ 299' έως μήκος 950 m: Pt.sc, cs	Παλαιά πλευρικά κορήματα και κώνοι κορημάτων
		Από μήκος 950 έως 3170 m (φράγμα Αμπολή): M _s .c ,l ,m	Αδρομερείς ποταμολιμναίοι σχηματισμοί παρυφών Πάρνηθας και Πεντελικού
Βαρυμπόμπης σύνδεση με Κιθάρα	326- 327 A (Φρέατα του υδραγωγείου Βαρυμπόμπης)	Μήκος 100 m M _s .c ,l ,m	Αδρομερείς ποταμολιμναίοι σχηματισμοί παρυφών Πάρνηθας και Πεντελικού
Κανάλι Καρυδιάς	Συμβολή Καρυδιάς Βαρυμπόμπης	Από συμβολή έως μήκος 1250 m: Pt.sc, cs	Παλαιά πλευρικά κορήματα και κώνοι κορημάτων
		Από 1250 έως 1650 m: M _s .c ,l ,m	Αδρομερείς ποταμολιμναίοι σχηματισμοί παρυφών Πάρνηθας και Πεντελικού
Σωλήνας Κιθάρας	237 A συμβολή με Κιθάρα	Από 237 A έως μήκος 1200 m: M _s .c ,l ,m	Αδρομερείς ποταμολιμναίοι σχηματισμοί παρυφών Πάρνηθας και Πεντελικού
		Από μήκος 1200 έως 1870 m: Tm-Ji.k	Ασβεστόλιθοι Μαυρηνόρας-Μπελετσίου Ανοικτότεφροι ή σκουρότεφροι και τοπικά ροδόχρωμοι ή υποκίτρινοι λόγω αγερτιώσεως , μέσο-έως παχυσρωματώδεις κατά θέσεις άστρωτοι και έντονα καρστικοί , νηριτικοί συχνά οργανογενείς και κατά θέσεις ωολιθικοί με πολλές παρεμβολές δολομιτών και δολομιτικών ασβεστολίθων .
		Από μήκος 1870 έως 2640 m: M _s .c ,l ,m	Αδρομερείς ποταμολιμναίοι σχηματισμοί παρυφών Πάρνηθας και Πεντελικού
		Από μήκος 2640 έως 2820 m (Κιθάρα) : M _s .mk.tv	Τραβερτινοειδών ασβεστολίθων Ηλικία: Ανώτερο Μειόκαινο Πάχος έως και 250μ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ1

**Παροχές που αντλήθηκαν από το φρεάτιο 18Α τα έτη 1997-99,
(Κάζος, 2000)**

	Μέτρηση		Διάρκεια μέτρησης (ημέρες)	Ώρες λειτουργίας	Μέση ωριαία παροχή (m ³ /h)	Συνολική (m ³)
	από	έως				
1	26/11/1997	30/12/1997	34	381,56	118	45024
2	30/12/1997	30/1/1998	31	606	205	124230
3	30/1/1998	25/2/1998	26	450	182	81900
4	25/2/1998	31/3/1998	34	615	190	116850
5	31/3/1998	30/4/1998	30	717	251	179967
6	30/4/1998	1/6/1998	32	746	245	182770
7	1/6/1998	29/6/1998	28	547	205	112135
8	29/6/1998	31/7/1998	32	508	167	84836
9	31/7/1998	31/8/1998	31	702	238	167076
10	31/8/1998	30/9/1998	30	585	205	119925
11	30/9/1998	30/10/1998	30	570	200	114000
12	30/10/1998	30/11/1998	31	680	230	156400
13	30/11/1998	31/12/1998	31	745	252	187740
14	31/12/1998	29/1/1999	29	668	242	161656
15	29/1/1999	1/3/1999	31	698	236	164728
16	1/3/1999	31/3/1999	30	718	251	180218
17	31/3/1999	30/4/1999	30	721	252	181692
18	30/4/1999	31/5/1999	31	595	202	120190
19	31/2/1999	30/6/1999	30	720	252	181440
20	30/6/1999	30/7/1999	30	721	252	181692
21	30/7/1999	31/8/1999	32	715	235	168025
22	31/8/1999	30/9/1999	30	702	246	172692
ΣΥΝΟΛΟ			673			3185186

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ2

Μέτρηση παροχής με μολίσκο στο φρέαρ 275 (ΕΥΔΑΠ, 26/11/2013)

Έναρξη:	12:00	Προπέλα	1-168476	σε ράβδο
Λήξη:	12:20	n<	k	a
		0,58	0,2438	0,013
		9,57	0,2611	0,003

Στροφές μολίσκο u	M.O. χρόνου (sec)	Στροφές /sec	Ταχύτητα (m/sec)	Εμβαδό (m ²)	Παροχή (m ³ /sec)
170,25	50	3,405	0,89	0,0962	0,086

$$Q = 0.086 \text{ m}^3/\text{sec} = 309.6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Υπολογισμός σφάλματος μέτρησης

πλάτος πυθμένα	b	(m)	0,3
σφάλμα μέτρησης οριζοντίων μηκών	Δb	(m)	0,006
κλίση πρανών	z	-	
ύψος νερού	h	(m)	0,40
σφάλμα μέτρησης κατακόρυφων διαστάσεων	Δh	(m)	0,02
σφάλμα επιφάνειας	ΔE	(m ²)	0,008
πλήθος σημείων μέτρησης ταχύτητας	n	-	1
βρεχόμενη επιφάνεια	E	(m ²)	0,963
max {(Vmax-Vm), (Vmin-Vm)}	ΔV	(m/sec)	0,000
άθροισμα ταχυτήτων	ΣV	(m/sec)	0,89
ΔQ=E*ΔV+(ΔE/n)*ΣV	ΔQ	(m ³ /sec)	0,007
υπολογισμένη παροχή από υδρομέτρηση	Q	(m ³ /sec)	0,086
ΣΦΑΛΜΑ	ΔQ/Q	(%)	8,73%

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Η

Μετρήσεις ποιότητας νερού

ΘΕΣΗ	ΠΗΓΑΔΙ 115 ΟΑΚΑ ΜΑΡΟΥΣΙ	ΠΗΓΑΔΙ 102 ΧΑΛΑΝΔΡΙ	ΠΗΓΑΔΙ 6 Λ. ΡΙΑΝΚΟΥΡ	ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ 175 ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΗ	ΠΗΓΑΔΙ 97
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	17/10/2017	17/10/2017	29/10/2017	23/11/2017	1/12/2017
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΑΠΟ ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ	17/10/2017	17/10/2017	24/11/2017	24/11/2017	4/12/2017
ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ	Λ01-171017	Λ02-171017	Λ01-291017	Λ01-231117	Λ03-011217
COD (mg/l)	< 18	20	< 18	< 18	25
BOD (mg/l)	4,9	4,3	3,5	0,6	4
ΟΛΙΚΑ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΤΕΡΕΑ (TSS) (mg/l)	20	10	10	< 5	100
pH	7,2	6,9	6,9	7	7,3
ΟΛΙΚΟ ΑΖΩΤΟ (TN) (mg/l)	7	11	58	79	35
ΑΜΜΩΝΙΑΚΟ ΑΖΩΤΟ N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	< 0,12	3,1	< 0,12	< 0,12	< 0,12
ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (μS/cm)	827	1148	1105	1086	1294
ΑΖΩΤΟ ΝΙΤΡΙΚΩΝ N-NO ₃ ⁻ (mg/l)			29	19	35

ΘΕΣΗ	ΠΗΓΑΔΙ 79	ΠΗΓΑΔΙ 6 Λ. ΡΙΑΝΚΟΥΡ ΤΡΕΧΟΥΜΕΝΟ	Λ. ΡΙΑΝΚΟΥΡ ΚΑΤΑΝΤΗ	ΑΠ.ΠΑΥΛΟΥ ΜΑΡΟΥΣΙ	ΚΟΛΩΝΑΚΙ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	1/12/2017	3/12/2017	3/12/2017	7/12/2017	12/12/2017
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΑΠΟ ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ	4/12/2017	8/12/2017	8/12/2017	8/12/2017	15/12/2017
ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ	Λ04-011217	Λ01-031217	Λ02-031217	Λ07-071217	Λ02-121217
COD (mg/l)	< 18	< 18	40	< 18	< 18
BOD (mg/l)	4,2	1,5	3,9	3,8	1,4
ΟΛΙΚΑ ΔΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΤΕΡΕΑ (TSS) (mg/l)	45	< 5	900	10	< 5
pH	7,1	7,1	7,1	7,2	7,1
ΟΛΙΚΟ ΑΖΩΤΟ (TN) (mg/l)	28	26	29	7	27
ΑΜΜΩΝΙΑΚΟ ΑΖΩΤΟ N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	< 0,12	< 0,12	< 0,12	< 0,12	< 0,12
ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (μS/cm)	1158	1097	1113	855	1150
ΑΖΩΤΟ ΝΙΤΡΙΚΩΝ N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	28	26	26	7	27