ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

"Μελέτη ροής και παραγωγικότητας ελεύθερης φάσης LNAPL του υδροφορέα ενός διυλιστηρίου πετρελαίου"

ΜΟΥΧΤΑΡΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΤΡΟΚΛΟΣ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Γιδαράκος Ευάγγελος (Επιβλέπων καθηγητής)

Καλογεράκης Νικόλαος

Πασαδάκης Νικόλαος

Χανιά
Ιούλιος 2005

ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας την παρούσα διατριβή, θα ήθελα να ευχαριστήσω ορισμένα άτομα, τα οποία με στήριξαν και με βοήθησαν στην πραγματοποίηση αυτής της διατριβής.

Οφείλω, λοιπόν, να ευχαριστήσω τον υπεύθυνο για αυτή την εργασία καθηγητή, κύριο Ευάγγελο Γιδαράκο, ο οποίος μου έδωσε τη δυνατότητα να ασχοληθώ με ένα ιδιαίτερα ευαίσθητο θέμα, όπως αυτό της εξυγίανσης υπόγειων υδροφορέων.

Θα πρέπει, φυσικά, να ευχαριστήσω το προσωπικό του Πολυτεχνείου Κρήτης, τον κύριο Σπύρο Δαμιανό, τον κύριο Γιάννη Φίλη και τον κύριο Μανόλη Πουλή, οι οποίοι από την πρώτη μέχρι την τελευταία στιγμή της παρουσίας μου στα διυλιστήρια, υπήρξαν απαραίτητοι αρωγοί σε κάθε δραστηριότητα.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κυρία Μαρία Αϊβαλιώτη, Μηχανικό Περιβάλλοντος, η βοήθεια της οποίας στη σύνταξη της παρούσας διατριβή ήταν απαραίτητη.

Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω την εταιρεία Ελληνικά Πετρέλαια Α.Ε. και συγκεκριμένα τη διοίκηση του διυλιστηρίου Ασπροπύργου για την εμπιστοσύνη που έδειξαν στο πρόσωπό μου κατά τη χρονική διάρκεια των μετρήσεων, αλλά και για την εξασφάλιση ασφαλών συνθηκών εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ρύπανση εδαφών και υπογείων υδάτων από πετρελαϊκούς υδρογονάνθρακες αποτελεί πρόβλημα για κάθε διυλιστήριο, καθώς και για σταθμούς μεταφόρτωσης και αποθήκευσης πετρελαιοειδών. Μια από τις μεθόδους, που χρησιμοποιείται για την επίλυση τέτοιου είδους προβλημάτων είναι η άντληση της επιπλέουσας ελεύθερης ελαιώδους φάσης από τον υδροφόρο ορίζοντα με την τεχνολογία bioslurping και η αναδιύλισή του.

Στην παρούσα μελέτη εξετάζεται και αναλύεται η εφαρμογή της παραπάνω τεχνολογίας στον ρυπασμένο υδροφορέα ενός διυλιστηρίου πετρελαίου, το οποίο αντιμετωπίζει έντονο πρόβλημα ρύπανσης. Πριν από 20 χρόνια, εμφανίστηκε για πρώτη φορά ελαιώδης φάση, η οποία βρισκόταν στο υπερκείμενο εδαφικό στρώμα του υδροφόρου ορίζοντα.

Για την εφαρμογή του bioslurping επιλέχθηκαν περί τα 50 σημεία σε όλη την έκταση του διυλιστηρίου, κυρίως σε σημεία με έντονη ρύπανση, λαμβάνοντας παράλληλα υπ΄΄ όψιν την κατεύθυνση της ροής του υπόγειου νερού. Ιδιαίτερη σημασία έχει η ύπαρξη πηγαδιών στα σύνορα της εγκατάστασης με τη λίμνη Κουμουνδούρου, καθώς και με τον Σαρωνικό κόλπο.

Η συνεχής λειτουργία του συστήματος άντλησης από το 1997, είχε ως αποτέλεσμα την άντληση της μεγαλύτερης ποσότητας των ελαιωδών από τον υδροφορέα, αποδεικνύοντας πως το bioslurping δύναται να εξυγιάνει τον υδροφόρο ορίζοντα. Παρόλα αυτά, υφίσταται ακόμη ρύπανση στο υπέδαφος, οπότε κρίνεται αναγκαία η συνέχιση του προγράμματος άντλησης σε καθημερινή βάση.

Για την παρακολούθηση της υπάρχουσας ελαιώδους φάσης, πραγματοποιήθηκαν τεστ ανάκτησης και τεστ παραγωγικότητας, τα οποία έδειξαν την τάση αλλά και το ρυθμό επανεμφάνισης των πετρελαϊκών υδρογονανθράκων σε κάθε πηγάδι της εγκατάστασης του διυλιστηρίου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: *ΕΙΣΑΓΩΓΗ*.....1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2*: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ BIOSLURPING*……4

2.1 Γενικά χαρακτηριστικά.....4

2.2 Τυπικό σύστημα βιοαναρρόφησης.....5

2.3 Σύγκριση της τεχνολογίας βιοαναρρόφησης με άλλες τεχνολογίες άντλησης.....8

2.4 Δυνατότητες εφαρμογής.....10

2.5 Πλεονεκτήματα της μεθόδου της βιοαναρρόφησης.....10

2.6 Μειονεκτήματα της μεθόδου της βιοαναρρόφησης.....10

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: *ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ*.....11

3.1 Γενικά στοιχεία – Ιστορικό.....11

3.2 Γεωλογικά και υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά.....14

3.3 Υφιστάμενη κατάσταση.....23

3.3.1 Ελαιώδης φάση.....23

3.3.2 Υπόγειο νερό.....25

3.3.3 Έδαφος.....26

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: *ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ BIOSLURPING ΚΑΙ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΤΕΣΤ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ*.....27

4.1 Γενικά.....27

4.2 Εξοπλισμός.....28

4.2.1 Τυπική δομή πηγαδιού.....28

4.2.2 Μέτρο επιφάνειας.....29

4.2.3 Πλυντηρίδα.....31

4.3 Τεστ ανάκτησης.....33

4.4 Τεστ παραγωγικότητας.....35

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: *ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ*.....38

5.1 Διαδικασία μετρήσεων.....38

5.2 Αποτελέσματα τεστ ανάκτησης.....42

5.3 Αποτελέσματα τεστ παραγωγικότητας.....79

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: *ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ*
6.1 Επεξεργασία αποτελεσμάτων.....89
6.2 Ανάλυση αποτελεσμάτων.....95
6.2.1 Ανάλυση κατά περιοχή.....95
6.2.2 Ανάλυση κατά παραγωγικότητα.....100
6.3 Συμπεράσματα.....103
6.4 Προτάσεις.....103

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: *ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ*.....105

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ρύπανση εδαφών και υπογείων υδάτων από πετρελαϊκούς υδρογονάνθρακες αποτελεί πρόβλημα για κάθε διυλιστήριο, καθώς και για σταθμούς μεταφόρτωσης και αποθήκευσης πετρελαιοειδών. Η ύπαρξη χιλιομέτρων σωληνώσεων, αλλά και δεξαμενών αποθήκευσης στους χώρους διυλιστηρίων, αποτελούν την βασική αιτία ρύπανσης του εδάφους και του υδροφορέα. Διαρροή μπορεί να εμφανιστεί ακόμα και με τη μικρότερη «κακοτεχνία», αφού λόγω της συνεχούς ροής, η ποσότητα του ρύπου, που καταλήγει στον υδροφορέα μπορεί να είναι ακόμη και της τάξεως του 1 κυβικού μέτρου ανά έτος.

Η παρουσία ελαιωδών στον υδροφορέα μπορεί να οφείλεται σε:

- διαρροή από βυτία καυσίμων,
- διαρροή από αγωγούς μεταφοράς καυσίμων,
- κορεσμό υδρατμών, που βρίσκονται στο υπέδαφος και υγροποιούνται,
- στραγγίσματα παλιότερων διαρροών.

Η εμφάνιση ελαιωδών στον υδροφόρο ορίζοντα είναι ορισμένες φορές ο μόνος τρόπος για να διαπιστωθεί κάποια διαρροή, κυρίως σε περιπτώσεις υπογείων αγωγών. Τα προϊόντα του διυλιστηρίου ανήκουν στην κατηγορία των υγρών σε μη υδατώδη φάση (**N**on **A**queous **P**hase **L**iquid**s** - **NAPLs**), τα οποία δε διαλύονται εντός του υπόγειου νερού. Αυτά τα μη αναμειγνυόμενα ρευστά έχουν διαφορετική συμπεριφορά και διαφορετικές ιδιότητες όταν βρίσκονται εντός του υπεδάφους, σε σύγκριση με τα ρευστά, που αναμειγνύονται με το υπόγειο ύδωρ. Στην περίπτωση, που παρατηρηθεί ανάμειξη κάποιου ρευστού με το υπόγειο νερό, τα συστατικά της ζώνης ρύπανσης είναι συνήθως δύσκολο να διακριθούν με γυμνό μάτι και ταξιδεύουν μαζί με το υπόγειο νερό. Το αντίθετο συμβαίνει με τα NAPLs, τα οποία είναι ορατά, βρίσκονται σε μορφή ελαίου και η μετακίνησή τους εξαρτάται από τη βαρύτητα, την άνωση και τις δυνάμεις τριχοειδών φαινομένων.

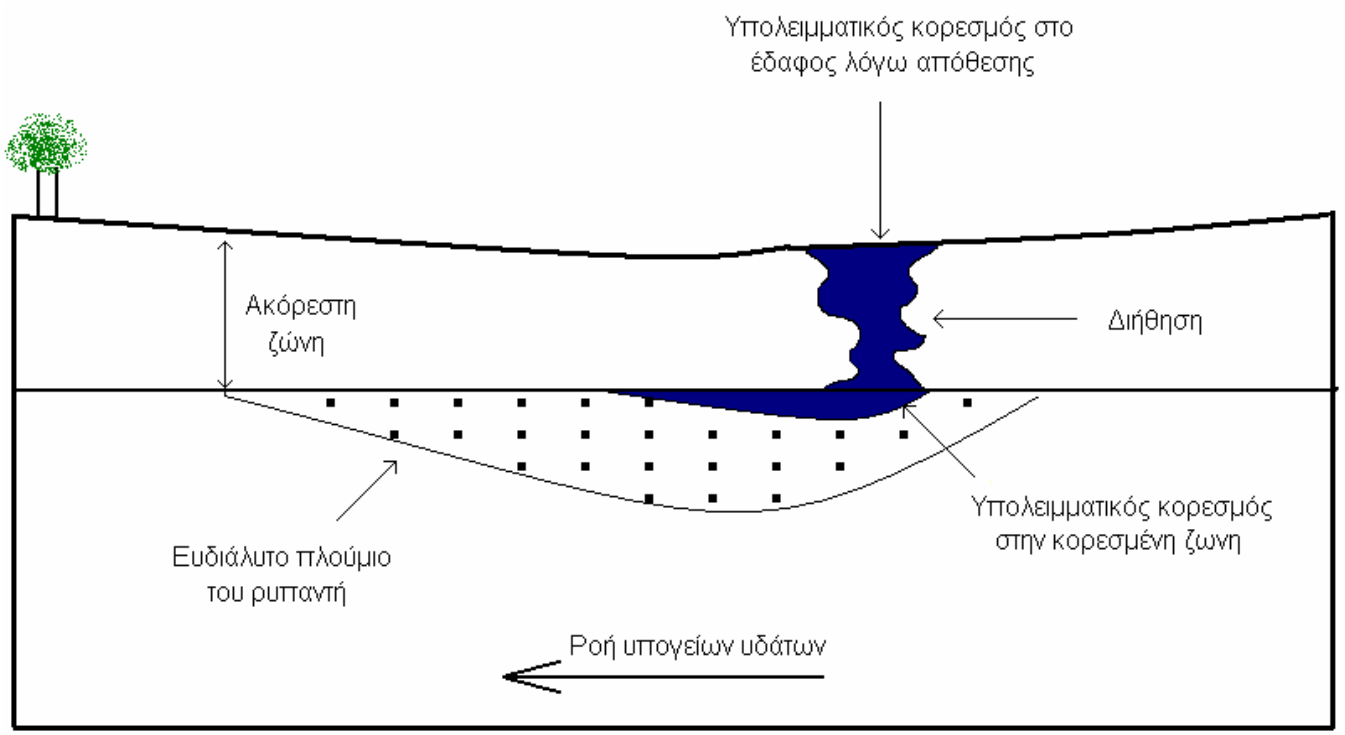
Από τη στιγμή που τα NAPLs εισέλθουν στο έδαφος, μπορούν να κινηθούν σε αυτό ανάλογα με τις ιδιότητές τους και τα χαρακτηριστικά του εδάφους. Έτσι, τα NAPLs χωρίζονται σε αυτά που κινούνται ως αέρια, ως ελεύθερη μη υδατική φάση και ως διαλυμένη στο υπόγειο νερό φάση.

Οι βασικοί τύποι NAPLs είναι:

- LNAPLs, με ειδική βαρύτητα μικρότερη αυτής του ύδατος (επιπλέοντα)
- DNAPLs, με ειδική βαρύτητα μεγαλύτερη αυτής του ύδατος

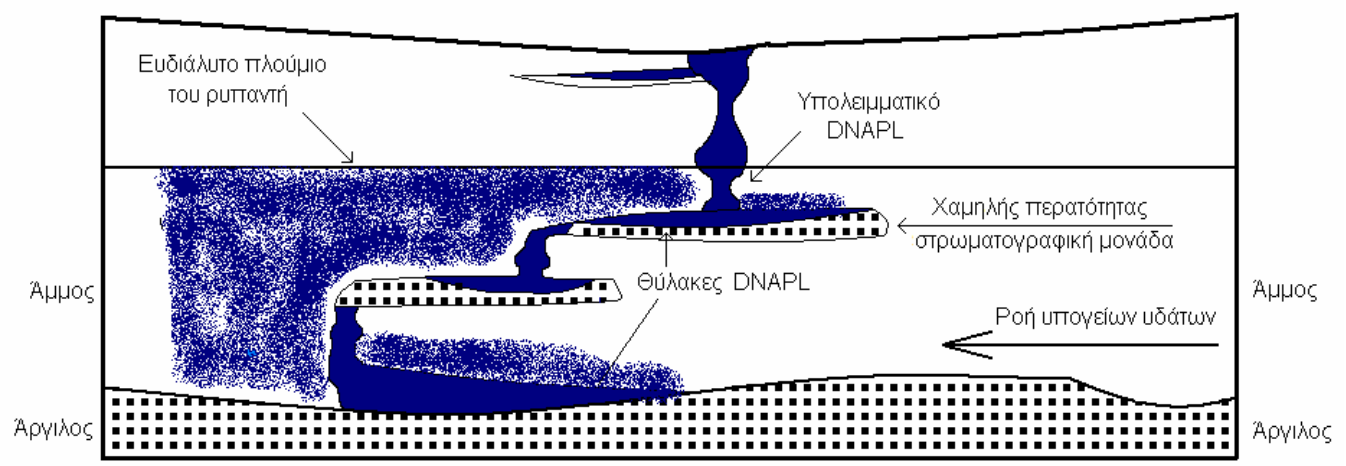
Η συμπεριφορά των NAPLs εντός του υπεδάφους ποικίλει. Τα ελαφρά (LNAPLs) ταξιδεύουν εντός της ακόρεστης ζώνης με καθοδική πορεία και επιπλέουν επί του υδροφόρου ορίζοντα, δημιουργώντας ταυτόχρονα υπολειμματικό κορεσμό, τόσο στην ακόρεστη ζώνη, όσο και στην κορεσμένη. (Σχήμα 1-1).

Ο υπολειμματικός κορεσμός (Residual saturation) είναι μια από τις κύριες παραμέτρους σε προβλήματα εξυγίανσης υπογείων υδάτων και ορίζεται ως το κλάσμα του ολικού όγκου των πόρων που καταλαμβάνεται από υπολειμματικό NAPL.



Σχήμα 1-1: Συμπεριφορά LNAPLs στο υπέδαφος

Τα βαρύτερα προϊόντα (DNAPLs) ταξιδεύουν εντός της κορεσμένης ζώνης, με καθοδική πορεία, δημιουργώντας θύλακες σε στρώματα χαμηλής περατότητας, επί των οποίων επικάθονται (Σχήμα 1-2).



Σχήμα 1-2: Συμπεριφορά DNAPLs στο υπέδαφος

Τα NAPLs εισέρχονται εντός του εδαφικού υλικού λόγω των υδροστατικών πιέσεων που εξασκούν τα ίδια στο πορώδες υλικό. Αρχικά, τα NAPLs εμφανίζονται υπό συνεχή μορφή από την πηγή ρύπανσης και χαρακτηρίζονται ως NAPLs «ελεύθερης φάσης» (Free phase NAPLs). Με τη χρονική εξασθένιση της πηγής, τα NAPLs είναι δυνατόν να αφήσουν την «ελεύθερη φάση» και να εμφανίζονται υπό μορφή φυσαλίδων-σταγόνων, εντός του πορώδους υλικού.

Η μελέτη των NAPLs έχει λάβει ιδιαίτερη προσοχή, λόγω της δυσκολίας εξυγίανσης εδαφών με υπολειμματικά NAPLs, τα οποία δρουν εντός του υπεδάφους ως συνεχείς πηγές ρύπανσης, που διαλύονται εντός του υπογείου ύδατος.

Λόγω της πολύ συχνής εμφάνισης προβλημάτων ρύπανσης υπογείων υδάτων με προϊόντα πετρελαίου, έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνικές εξυγίανσης, οι οποίες είναι ικανές να τα απομακρύνουν από το υπέδαφος. Για την απομάκρυνση εξατμισμένων LNAPLs, τα οποία βρίσκονται σε αέρια φάση στην ακόρεστη ζώνη, εφαρμόζεται η τεχνική άντλησης και επεξεργασίας **S**oil **V**apor **E**xtraction (**S.V.E.**), ενώ για την απομάκρυνση της ελεύθερης επιπλέουσας φάσης των LNAPLs, χρησιμοποιούνται κυρίως βιοαναρροφητικές τεχνολογίες και μία από αυτές είναι το bioslurping.

Η μέθοδος της βιοαναρρόφησης στηρίζεται στην παραγωγή υποπίεσης, ικανής να αντλήσει το προϊόν από τον υδροφορέα και μέσω συστήματος σωληνώσεων, να το οδηγήσει σε δεξαμενές, με σκοπό να αναδιυλιστεί.

Στη συνέχεια της εργασίας, θα παρουσιαστούν τα βασικά χαρακτηριστικά της μεθόδου της βιοαναρρόφησης, ο μηχανισμός απομάκρυνσης των ρύπων, καθώς και τα βήματα και τις προϋποθέσεις της επιτυχημένης εφαρμογής της. Επίσης, θα παρουσιαστεί ο τρόπος με τον οποίο εφαρμόστηκε η τεχνολογία bioslurping σε ένα συγκεκριμένο διυλιστήριο πετρελαίου, υπό συνθήκες πραγματικού πεδίου.

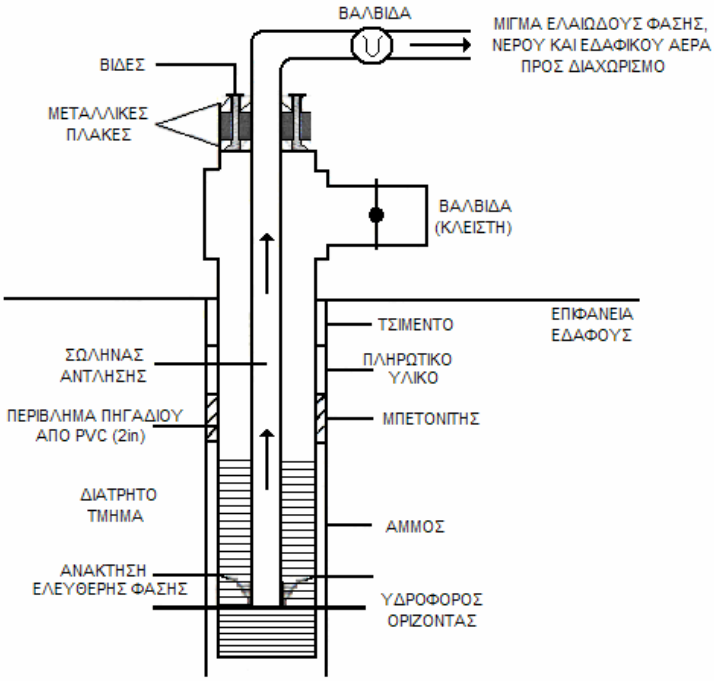
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ BIOSLURPING

Η βιοαναρρόφηση (bioslurping) αποτελεί μια ιδιαιτέρως αποτελεσματική τεχνολογία, η οποία εφαρμόζεται κυρίως για την αποκατάσταση ρυπασμένων από πετρελαϊκούς υδρογονάνθρακες υδροφορέων, συνδυάζοντας τρεις διαφορετικές διεργασίες:

- Την άντληση ελεύθερης φάσης (**LNAPL's**) υπό κενό, όπου επιτυγχάνεται η ανάκτηση των ποσοτήτων του ρυπαντή, που βρίσκονται στο ανώτερο στρώμα του υπόγειο υδροφορέα
- Την άντληση εδαφικού αέρα (**S**oil **V**apor **E**xtraction), όπου ενισχύεται η βιοαποικοδόμηση πτητικών οργανικών ρύπων και
- Τον βιοαερισμό (Bioventing), όπου επίσης βιοαποικοδομούνται οι πτητικοί οργανικοί ρύποι.

2.1 Γενικά χαρακτηριστικά

Ο σκοπός λειτουργίας ενός συστήματος βιοαναρρόφησης είναι η απομάκρυνση ελαφριών πετρελαϊκών υδρογονανθράκων (**LNAPL's**), οι οποίοι εμφανίζονται στο ανώτερο στρώμα του υδροφόρου ορίζοντα με τη μορφή ελεύθερης ελαιώδους φάσης. Η απομάκρυνση των υδρογονανθράκων γίνεται με τη βοήθεια πηγαδιών, όπως αυτό του σχήματος 2-1.



Σχήμα 2-1: Τυπική μορφή πηγαδιού βιοαναρρόφησης.

Τα πηγάδια διαθέτουν διάτρητο περίβλημα, στο βάθος του οποίου τοποθετείται σωλήνας, ο οποίος είναι συνδεδεμένος με αντλία κενού. Το περίβλημα τοποθετείται περίπου στο ύψος του υδροφόρου ορίζοντα και η ασκούμενη από την αντλία πίεση της τάξης των 500 Pa έχει ως αποτέλεσμα την άντληση της ελεύθερης φάσης, καθώς επίσης και μικρών ποσοτήτων υπόγειου νερού και εδαφικού αέρα.

Τα συστήματα βιοαναρρόφησης λειτουργούν με εναλλασσόμενους «κύκλους» άντλησης ελεύθερου προϊόντος και εδαφικού αέρα, χωρίς να επηρεάζεται η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα. Αρχικά απομακρύνονται οι ρευστές φάσεις (προϊόν, νερό) και καθώς τα ελαιώδη μειώνονται, αναρροφάται και εδαφικός αέρας. Στη συνέχεια λαμβάνει χώρα η βιοαποικοδόμηση της ακόρεστης ζώνης, αφού η ασκούμενη υποπίεση προκαλεί εμπλουτισμό της ακόρεστης ζώνης με ατμοσφαιρικό αέρα. Ο «κύκλος» κλείνει με επανεμφάνιση του προϊόντος και εκ νέου επανάντλησή του.

Τα ελαιώδη κινούνται στον υδροφορέα κυρίως οριζόντια, οπότε εξασφαλίζονται μεγαλύτεροι ρυθμοί άντλησης, αποτρέποντας την εξάπλωσή τους στο έδαφος. Η δρώσα δύναμη, που ασκείται για την άντληση των ελαιωδών είναι η μεγαλύτερη από ότι σε οποιαδήποτε άλλη τεχνολογία, με αποτέλεσμα να συσσωρεύεται το προϊόν στο πηγάδι και να επιτυγχάνεται μέγιστη απόδοση ανάκτησης.

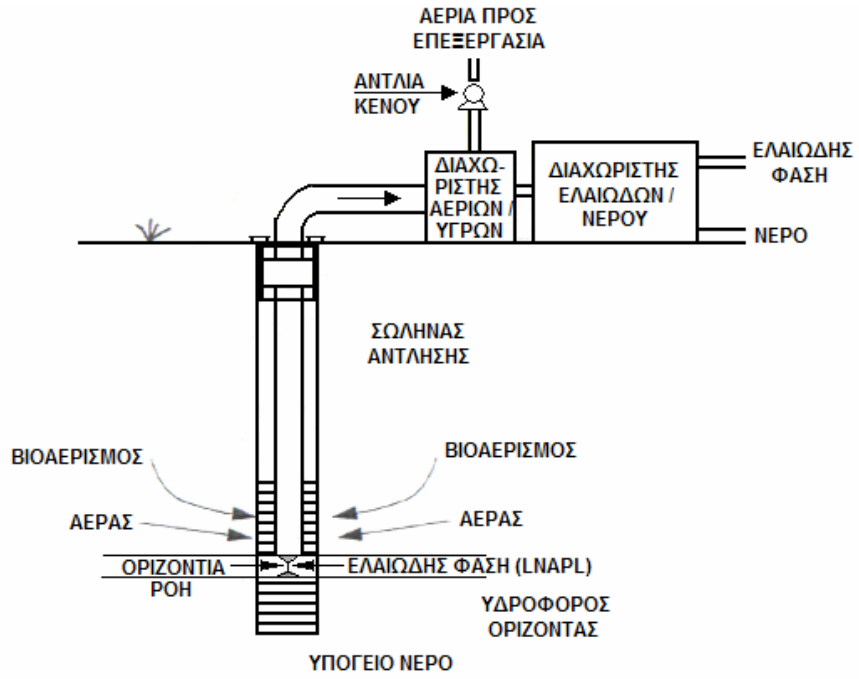
Γενικότερα, για το σωστό σχεδιασμό και την αποδοτική λειτουργία συστημάτων βιοαναρρόφησης απαιτείται η γνώση δύο βασικών παραμέτρων:

- Τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά του προς εξυγίανση πεδίου, όπως διεύθυνση υπόγειας ροής και βάθος υδροφορέα, υγρασία και διαπερατότητα του εδάφους,
- Τα χαρακτηριστικά της ελεύθερης ελαιώδους φάσεως, όπως η έκτασή της, η ταχύτητα ροής και η σύστασή της.

2.2 Τυπικό σύστημα βιοαναρρόφησης

Ένα τυπικό σύστημα βιοαναρρόφησης αποτελείται από τα ακόλουθα τμήματα, όπως φαίνονται στο σχήμα 2-2.

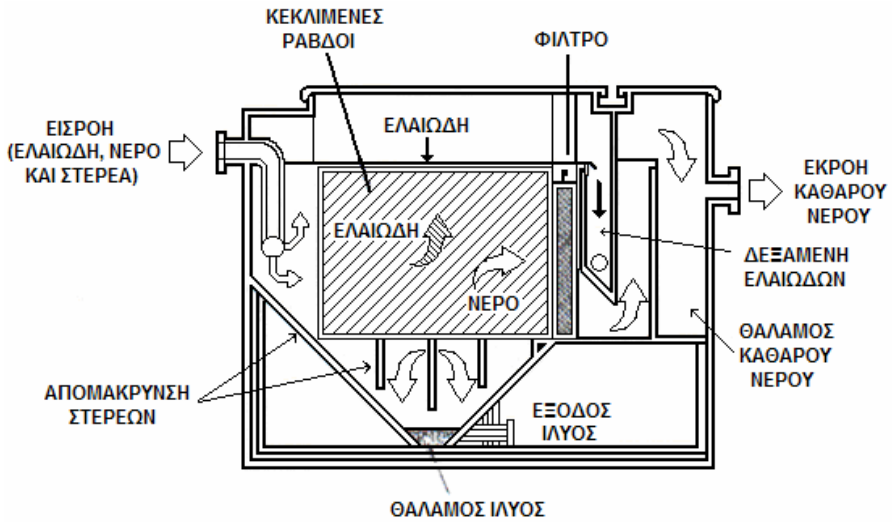
- Αντλία
- Πηγάδια άντλησης ελεύθερης φάσης
- Διαχωριστή ελαιωδών – νερού
- Διαχωριστή αερίων – υγρών
- Σύστημα επεξεργασίας αερίων – νερού



Σχήμα 2-2: Τυπικό σύστημα βιοαναρρόφησης.

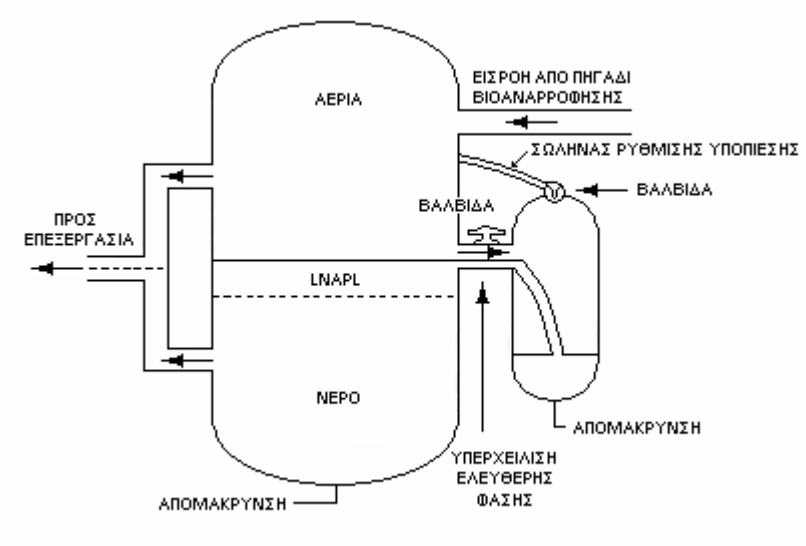
Η αντλία δημιουργεί υποπίεση της τάξης των 500 Pa, οδηγώντας την ελαιώδη φάση, τις ποσότητες του νερού, που τυχόν αντλούνται, καθώς και τον εδαφικό αέρα. Στη συνέχεια, ο διαχωριστής αερίων – υγρών συγκεντρώνει την κάθε φάση σε ένα «ρεύμα», με την αέρια φάση να αποτελείται από τους πτητικούς υδρογονάνθρακες και την υγρή φάση, που αποτελείται από τα ελαιώδη, το νερό και από διάφορα στερεά σωματίδια μικρής σχετικά διαμέτρου.

Η υγρή φάση υποβάλλεται σε νέο επεξεργασία, ώστε να διαχωριστούν τα ελαιώδη από το νερό, όπως φαίνεται και στο σχήμα 2-3. Τα μεν ελαιώδη επαναδιυλίζονται, ενώ το νερό καταλήγει στην εγκατάσταση βιολογικού καθαρισμού, που λειτουργεί στον χώρο του διυλιστηρίου και υφίσταται μια περαιτέρω επεξεργασία.



Σχήμα 2-3: Διαχωριστής ελαιωδών – νερού.

Αν κριθεί απαραίτητος ο διαχωρισμός των τριών φάσεων, προτού το μείγμα καταλήξει στην αντλία κενού, χρησιμοποιείται ο διαχωριστής αερίων – υγρών, όπως φαίνεται και στο σχήμα 2-4.

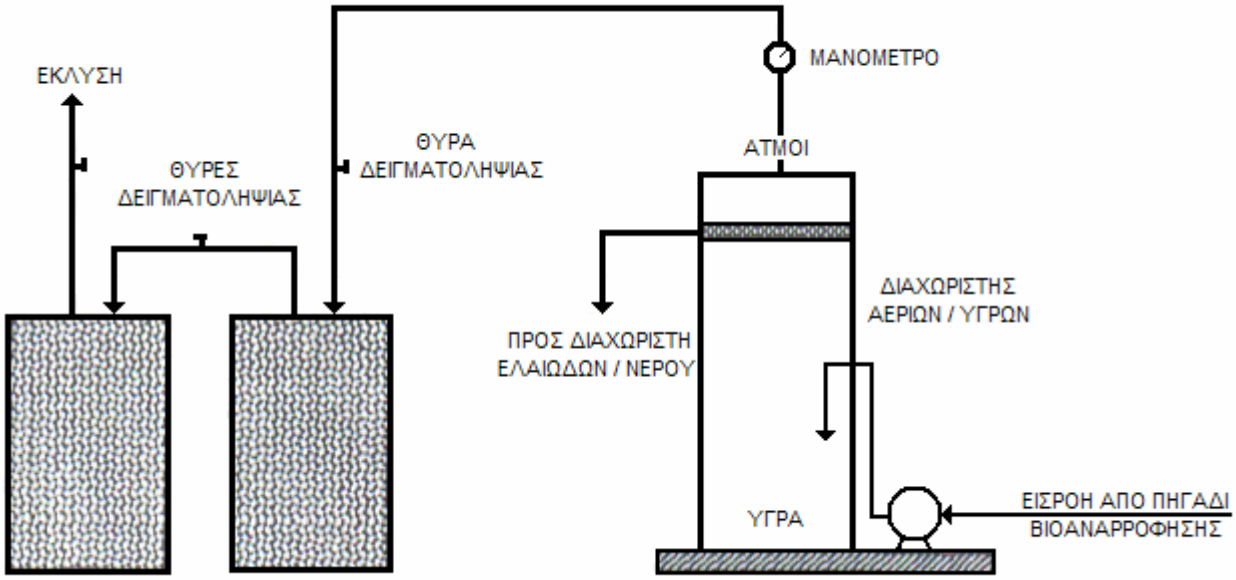


Σχήμα 2-4: Διαχωριστής αερίων – υγρών.

Η αναγκαιότητα ή μη της επεξεργασίας του εδαφικού αέρα κρίνεται, αφού ληφθούν υπ' όψιν οι παρακάτω παράγοντες:

- Όγκος και παροχή των αερίων
- Είδος και συγκέντρωση των πτητικών υδρογονανθράκων στα αέρια
- Χρήση της περιοχής εγκατάστασης του συστήματος βιοαναρρόφησης
- Ανώτερες επιτρεπτές εκπομπές των υφιστάμενων ρύπων

Για την επεξεργασία απαερίων, συνήθως χρησιμοποιούνται μέθοδοι, όπως η προσρόφηση σε ενεργό άνθρακα και η οξείδωση, ενώ η επιλογή της εκάστοτε μεθόδου εξαρτάται από τις ιδιαιτερότητες κάθε περίπτωσης. Ο συνδυασμός προσροφητικών φίλτρων ενεργού άνθρακα και βιοαναρροφητικής τεχνολογίας (Σχήμα 2-5), αποτελεί ένα τυπικό παράδειγμα τεχνολογίας επεξεργασίας απαερίων.



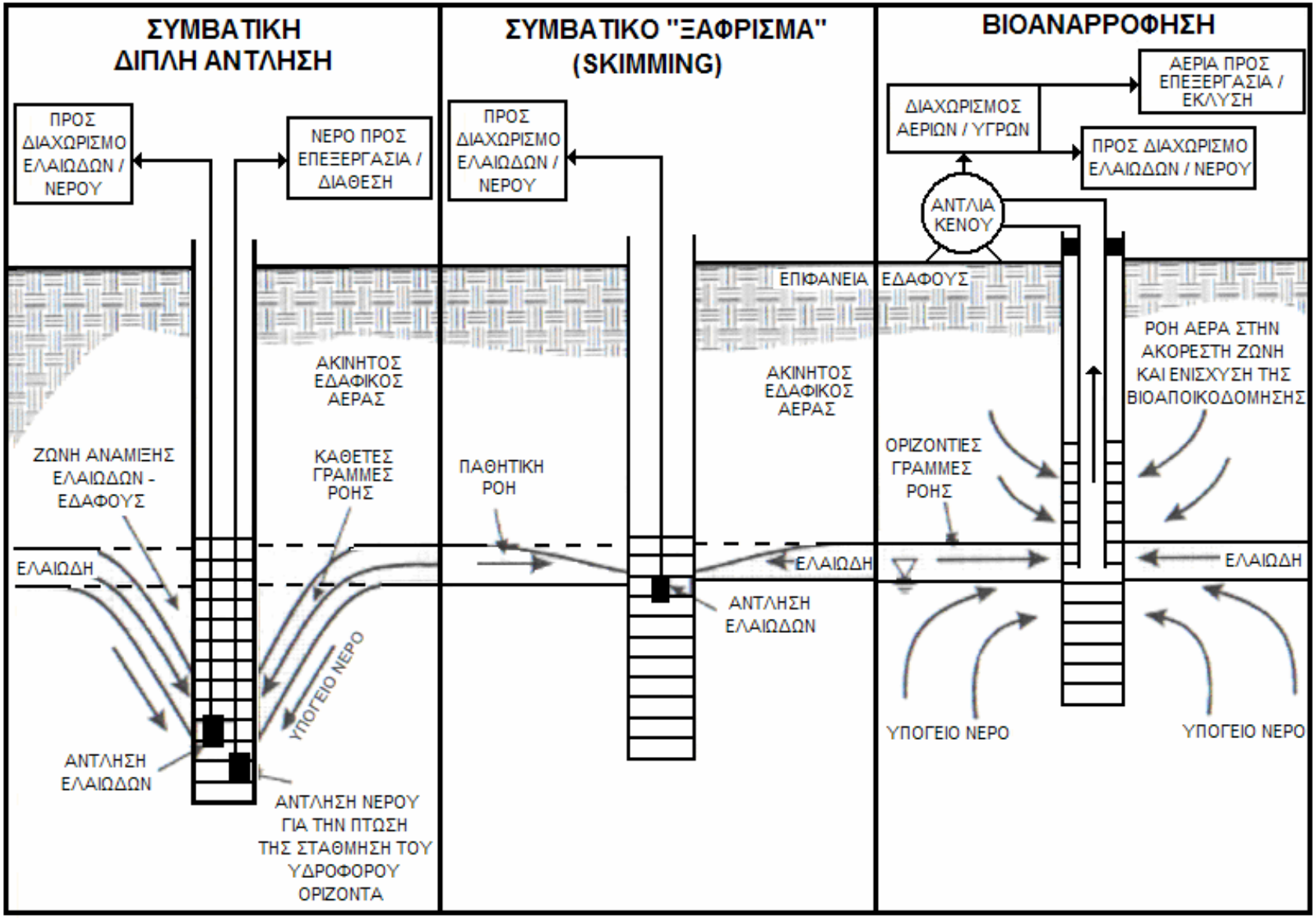
Σχήμα 2-5: Επεξεργασία απαερίων με ενεργό άνθρακα.

Τα βασικά μεγέθη, που παρακολουθούνται κατά τη λειτουργία συστημάτων βιοαναρρόφησης είναι τα εξής:

- Ο όγκος και η σύσταση των ελαιωδών, του υπόγειου νερού και του εδαφικού αέρα που αντλούνται.
- Η σύσταση του προϊόντος, του νερού και του αέρα, που παραμένουν στο υπέδαφος.
- Η υποπίεση που αναπτύσσεται στο υπέδαφος.
- Η στάθμη του υδροφορέα στην περιοχή εξυγίανσης.

2.3 Σύγκριση της τεχνολογίας βιοαναρρόφησης με άλλες τεχνολογίες άντλησης

Οι συμβατικές τεχνολογίες άντλησης, όπως η διπλή άντληση και το ξάφρισμα διαφέρουν από αυτή της βιοαναρρόφησης, όπως φαίνεται και στο σχήμα 2-6. Η λειτουργία συμβατικών συστημάτων αυξάνει τον κώνο της αναρρόφησης με υποβοήθηση από υποβρύχια αντλία και ενώ το προϊόν ρέει διαγώνια προς το σημείο της αναρρόφησης, στη συνέχεια αντλείται από διαφορετική αντλία. Η τεχνολογία άντλησης με αυξημένο κενό στηρίζεται στην ίδια αρχή, με τη διαφορά πως κώνος της αναρρόφησης γίνεται ο κώνος πτώσης πίεσης γύρω από το σημείο της άντλησης.



Σχήμα 2-6: Σύγκριση της τεχνολογίας βιοαναρρόφησης με άλλες τεχνολογίες άντλησης.

2.4 Δυνατότητες εφαρμογής

Οι δυνατότητες εφαρμογής της βιοαναρρόφησης είναι περιορισμένες, αφού η συγκεκριμένη τεχνολογία εφαρμόζεται αποκλειστικά στην περίπτωση παρουσίας ελαφριών κλασμάτων υδρογονανθράκων σε υπόγειους υδροφορείς. Η μεγάλη εξάπλωσή της, ωστόσο, οφείλεται στη μεγάλη της απόδοση, καθώς επίσης και στην ταυτόχρονη επεξεργασία της ακόρεστης ζώνης.

2.5 Πλεονεκτήματα της μεθόδου της βιοαναρρόφησης

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου της βιοαναρρόφησης είναι τα εξής:

- Επιτυγχάνει ιδιαίτερα αποτελεσματική ανάκτηση της ελεύθερης ελαιώδους φάσης, εξ' αιτίας της ασκούμενης υποπίεσης.
- Αποτρέπει τη ανάμειξη του προϊόντος με τον υδροφόρο ορίζοντα, καθώς και την πτώση της στάθμης του, εξ' αιτίας της οριζόντιας ροής που υφίσταται κατά την άντληση.
- Αντλούνται ελάχιστες ποσότητες υπόγειου νερού, μειώνοντας τον όγκο του νερού που διατίθεται προς επεξεργασία, μειώνοντας ταυτόχρονα και το συνολικό κόστος.
- Ενισχύει τη διεργασία βιοαποικοδόμησης στην ακόρεστη ζώνη.
- Τα συστήματα βιοαναρρόφησης εύκολα τροποποιούνται και χρησιμοποιούνται κατά τον βιοαερισμό.
- Εφαρμόζεται ακόμα και με χρήση κινητών μονάδων.
- Με μείωση του ρυθμού άντλησης αέρα και νερού, μπορεί να αποφευχθεί η χρήση μονάδας διαχωρισμού και επεξεργασίας αερίων και νερού.
- Με απλές μετατροπές ελέγχεται η κίνηση της υπάρχουσας ελεύθερης φάσης του προϊόντος.

2.6 Μειονεκτήματα της μεθόδου της βιοαναρρόφησης

Τα κυριότερα μειονεκτήματα της μεθόδου της βιοαναρρόφησης είναι τα εξής:

- Εφαρμόζεται μόνο για ελαφρύς ρύπους (LNAPL's).
- Δεν είναι αποτελεσματική για υδροφορείς βάθους μεγαλύτερου των 7,5 μέτρων.
- Η αποδοτικότητα της μεθόδου χαμηλώνει σε εδάφη με μικρή διαπερατότητα και χαμηλά ποσοστά υγρασίας.
- Η επεξεργασία του αντλούμενου νερού και του αέρα είναι ιδιαίτερα δαπανηρές.
- Απαιτείται πολύ συχνή παρακολούθηση και συντήρηση.
- Δεν αντιμετωπίζει τους προσροφημένους ρύπους («υπολειμματική» ρύπανση).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η περιοχή στην οποία διεξήχθει η μελέτη του Εργαστηρίου Διαχείρισης Τοξικών και Επικίνδυνων Αποβλήτων, στα πλαίσια του ερευνητικού *Προγράμματος Πρόληψης Διαρροών (Monitoring Program), Άντληση και Αποκατάσταση του Υπεδάφους* σε συνεργασία με την εταιρεία **Ελ**ληνικά **Πε**τρέλαια **Α.Ε. (ΕΛ.ΠΕ.)** ήταν συγκεκριμένα η **Β**ιομηχανική **Ε**γκατάσταση **Α**σπροπύργου **(Β.Ε.Α.)**. Η εγκατάσταση αποτελείται από 173 πηγάδια, εκ των οποίων τα 49 είναι συνδεδεμένα με το σύστημα άντλησης. Τα υπόλοιπα 124 είναι πηγάδια παρατήρησης της στάθμης των ελαιωδών και του υδροφόρου ορίζοντα. Ο μεγάλος αριθμός των πηγαδιών οφείλεται στην έκταση του διυλιστηρίου (1.100 στρέμματα).

Η διαδικασία των μετρήσεων ξεκίνησε το Νοέμβριο του 2004 και ολοκληρώθηκε τον Ιούνιο του 2005. Κατά τη διάρκεια του πειράματος διεξήχθησαν 134 τεστ ανάκτησης και 78 τεστ παραγωγικότητας.

3.1 Γενικά στοιχεία - Ιστορικό

Στα τέλη της δεκαετίας του ’80, διαπιστώθηκε η παρουσία ελαιωδών στον υπόγειο υδροφορέα της περιοχής. Λόγω της επικινδυνότητας του φαινομένου, αναζητήθηκαν λύσεις, αφού στα όρια του διυλιστηρίου υπάρχει η λίμνη Κουμουνδούρου, αλλά και ο Σαρωνικός κόλπος και πιο συγκεκριμένα η ακτογραμμή του Ασπροπύργου και της Ελευσίνας και μια ενδεχόμενη διαρροή θα είχε επιβλαβείς επιπτώσεις στο τοπικό οικοσύστημα.

Για την επίλυση του προβλήματος, το **Ι**νστιτούτο **Γ**εωλογικών και **Μ**εταλλευτικών **Ε**ρευνών **(Ι.Γ.Μ.Ε.)** προκήρυξε διαγωνισμό για την ανάθεση του έργου της άντλησης του προϊόντος από τον υδροφορέα και την απορρύπανσή του. Μετά την ανάθεση του έργου, αποδείχθηκε πως η άντληση από μόνη της δεν θα επίλυε το πρόβλημα, οπότε και συντάχθηκε σχέδιο δράσης, το οποίο εντάχθηκε στο πρόγραμμα LIFE της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Τα βήματα, που ακολουθήθηκαν είναι τα εξής:

- Προσδιορισμός των πηγών της ρύπανσης του υδροφορέα.
- Εκτίμηση της ποσότητας των υδρογονανθράκων στον υδροφόρο ορίζοντα.
- Εφαρμογή καινοτόμων τεχνολογιών ανάκτησης υδρογονανθράκων και αποκατάστασης του υδροφορέα.
- Εκτίμηση του κόστους της αποκατάστασης.

Οι τεχνικές που εφαρμόστηκαν για την υλοποίηση του προγράμματος είναι οι εξής:

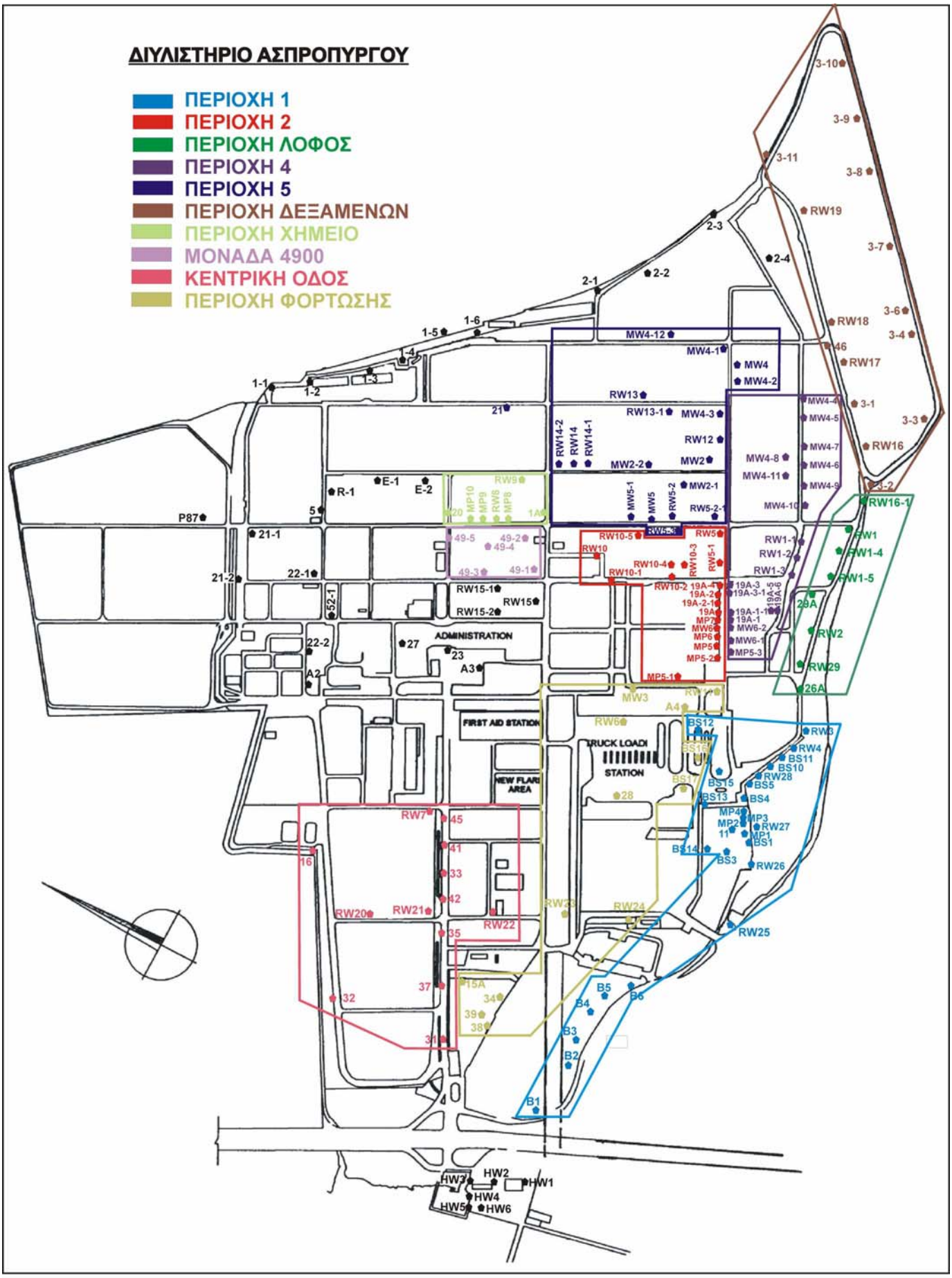
- Τεχνική «χημικού αποτυπώματος» (chemical fingerprinting), με στόχο τον εντοπισμό των υφιστάμενων ρυπασμένων περιοχών και την ταυτοποίησή του είδους, της ηλικίας και της πιθανής πηγής προέλευσης των πετρελαιοειδών, μέσω σύνθετων αναλυτικών μεθόδων.
- Τεχνική «ακουστικών εκπομπών» (acoustic emission), η οποία βασίζεται στην ανάλυση των ηχητικών κυμάτων που παράγονται από οποιαδήποτε ανεπιθύμητη δραστηριότητα έχει σχέση με τη δεξαμενή.
- Τεχνική bioslurping-bioventing, η οποία χαρακτηρίζεται από το συνδυασμό του αερισμού του υπεδάφους και της ανάκτησης της υπερκείμενης κηλίδας του υδροφορέα.

Το 1997, τη διαχείριση του συστήματος άντλησης ελαιωδών είχε αναλάβει η εταιρεία Battelle S.A., το 1999 πέρασε στην εργολαβία της δανέζικης Butech, ενώ από το 2003 ανάδοχος του έργου είναι το Πολυτεχνείο Κρήτης.

Στην περιοχή της μελέτης διεξάγονται:

- Άντληση και ανάκτηση ελεύθερης ελαιώδους φάσεως από τον υδροφόρο ορίζοντα της περιοχής, με εφαρμογή της τεχνικής bioslurping – bioventing.
- Μετρήσεις του πάχους της ελαιώδους φάσης σε διάφορα σημεία της περιοχής του διυλιστηρίου.
- Τεστ ανάκτησης (bail-down tests).
- Τεστ παραγωγικότητας.
- Δειγματοληψίες αέρα, νερού και εδάφους από την περιοχή του διυλιστηρίου.
- Εκπόνηση αναφορών και τεχνικών εκθέσεων, στις οποίες επεξεργάζονται και ερμηνεύονται οι παρατηρήσεις και μετρήσεις του πεδίου.
- Εφαρμογή της μεθόδου air sparging.

Στον Χάρτη 3-1, φαίνονται οι εγκαταστάσεις του διυλιστηρίου των Ελληνικών Πετρελαίων και τα υπάρχοντα πηγάδια, στα οποία πραγματοποιείται άντληση ελαιωδών, δειγματοληψίες ελεύθερης φάσης, υπόγειου νερού, εδάφους και εδαφικού αέρα, καθώς επίσης και μετρήσεις του πάχους της ελαιώδους φάσης.



Χάρτης 3-1: Οι εγκαταστάσεις του διυλιστηρίου.

3.2 Γεωλογικά και υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά

Κατά τη διάνοιξη πηγαδιών παρακολούθησης και άντλησης της ελεύθερης φάσης στο διυλιστήριο Ασπροπύργου πραγματοποιήθηκε γεωλογική περιγραφή του υπεδάφους. Πιο συγκεκριμένα προσδιορίστηκαν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Χρώμα εδάφους.
- Πετρογραφία του εδάφους: άργιλος, άμμος (λεπτή, μεσαία, χονδρή), χαλίκι (λεπτό, μεσαίο, χονδρό), πέτρες.
- Τύπος και ποσότητα των υπαρχόντων υλικών όπως ξύλο, τσιμέντο, ατσάλι.
- Τύπος και μέγεθος των υπόγειων κατασκευών (π.χ. κανάλια, σωλήνες, υπόγεια)
- Ταξινόμηση εδάφους και προσδιορισμός γεωλογικού τύπου.

Σύμφωνα με τις αναλύσεις που έχουν πραγματοποιηθεί κατά τη διάνοιξη πηγαδιών, το έδαφος στην περιοχή του διυλιστηρίου αποτελείται από αμμώδη και ιλυώδη άργιλο, με τη συμμετοχή χαλικιών και χονδρότερων υλικών. Μόνο σε ορισμένα τμήματα του διυλιστηρίου παρατηρούνται αμμώδεις σχηματισμοί. Το πάχος των υλικών αυτών κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 1,5m και 6m.

Κοχύλια που έχουν βρεθεί υποδεικνύουν την ύπαρξη θαλάσσιων ιζημάτων σε ορισμένα στρώματα του εδάφους του διυλιστηρίου. Συνήθως το ανώτερο στρώμα του εδάφους συνδυάζεται με διάφορα πρόσθετα υλικά, όπως τσιμέντο.

Η χημική και ορυκτολογική σύσταση του εδαφικού υλικού σχετίζεται με αυτήν του υποστρώματος, το οποίο αποτελείται από ασβεστόλιθο και δολομίτη στους λόφους και αλουβιακές αποθέσεις στα χαμηλότερα επίπεδα. Η τιμή του ενεργού πορώδους του ασβεστόλιθου κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,1 - 5%, το οποίο αποτελεί μια ενδιάμεση τιμή πορώδους σε σχέση με άλλα πετρώματα, η οποία βέβαια ευνοεί τη γρήγορη μετακίνηση των ρυπαντών.

Οι λόφοι που υπάρχουν μεταξύ του διυλιστηρίου και της λίμνης Κουμουνδούρου αναπτύσσονται σχεδόν από την Ανατολή προς τη Δύση. Η δυτική πλευρά των λόφων διακόπτεται από την εθνική οδό Αθηνών – Κορίνθου και τελειώνει στην ακτή.

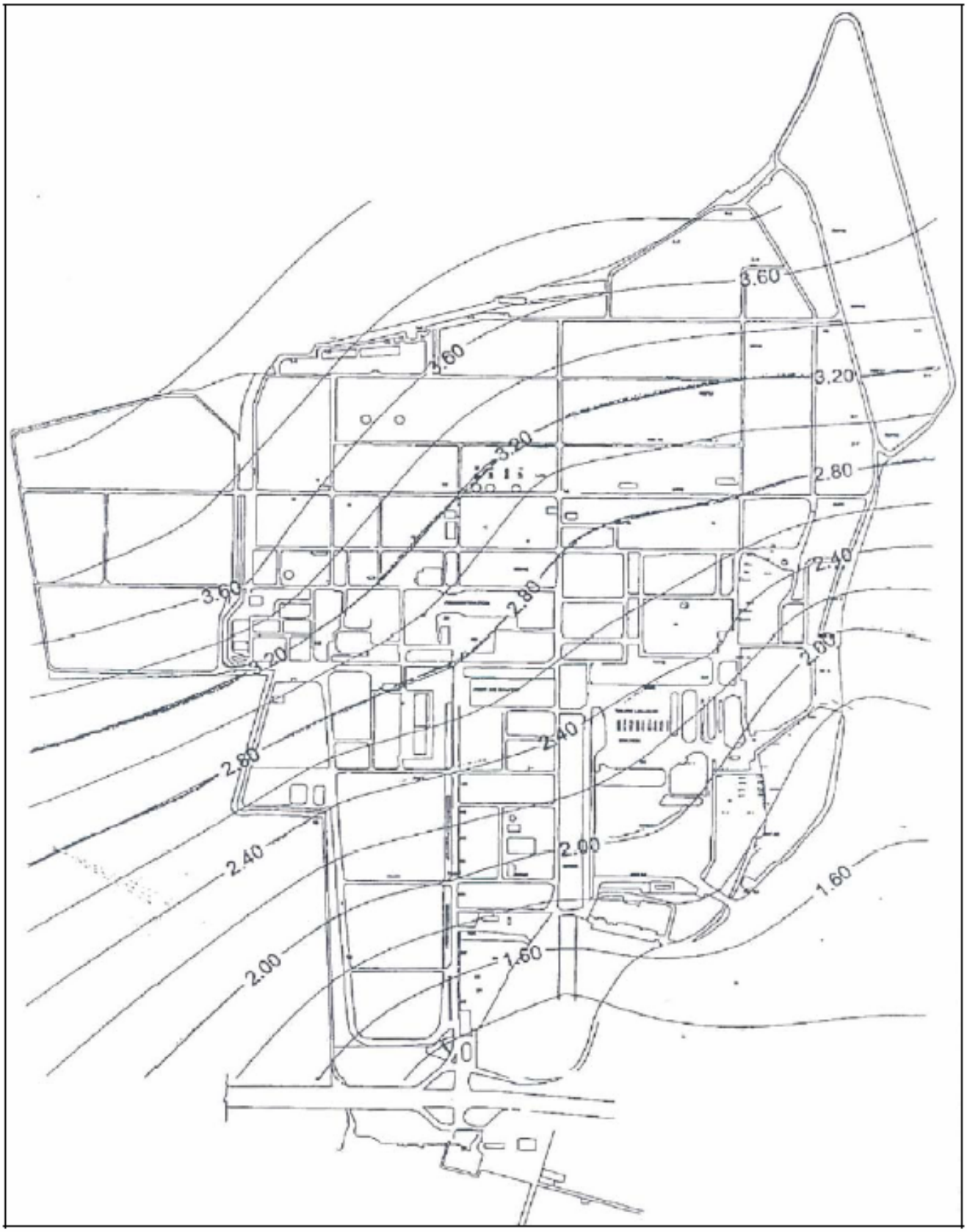
Στην περιοχή υπάρχει ένα καταγεγραμμένο ρήγμα, το οποίο είναι παράλληλο με τους λόφους και βρίσκεται νότια των ορίων του διυλιστηρίου, ξεκινώντας από το βορειοδυτικό τμήμα του διυλιστηρίου και καταλήγοντας στην ακτή. Το ρήγμα αυτό φαίνεται να τελειώνει στο λόφο (παρουσιάζει ύφεση) αλλά μπορεί να υποτεθεί ότι συνεχίζει έως τον κόλπο του Σαρωνικού.

Το νερό που μεταφέρεται υπογείως δημιουργεί ένα πολύπλοκο υπόγειο σύστημα καναλιών (καρστικός υδροφορέας), το οποίο κατά τόπους γίνεται επιφανειακό και καταλήγει σε πηγές ή στη θάλασσα. Τα ρήγματα που υπάρχουν στην περιοχή διακόπτουν ή αλλάζουν την πορεία της υπόγειας ροής και είναι υπεύθυνα για τις αλλαγές στη λιθολογία αλλά και την ύπαρξη λόφων. Η ροή του υπόγειου νερού καθορίζεται από αυτές τις αλλαγές και το υδραυλικό ύψος κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 1 και 9m. Επίσης η παρουσία εγκοίλων, τα οποία αποθηκεύουν ποσότητες νερού, οδηγούν σε μη προβλέψιμες κατευθύνσεις την υπόγεια απορροή.

Ένα επιπλέον σημαντικό πρόβλημα κατά τον προσδιορισμό των εδαφικών ιδιοτήτων είναι η ποσότητα και ο τύπος των υπόγειων εγκαταστάσεων που υπάρχουν στην περιοχή του διυλιστηρίου. Έτσι το έδαφος σε πολλά σημεία διακόπτεται από υλικά όπως ξύλο, τσιμέντο, ατσάλι, σκουπίδια, κα, αλλά και από εγκαταστάσεις όπως σωληνώσεις, υπόγεια διαμερίσματα και κανάλια. Όλοι οι παραπάνω παράγοντες έχουν ως αποτέλεσμα την επίδραση:

- στην υπόγεια απορροή,
- στην εξάπλωση του εδαφικού αέρα,
- στον εντοπισμό της θέσης και της έκτασης των πλουμίων της ελεύθερης φάσης στον υπόγειο υδροφορέα.

Στο Χάρτη 3-2 που ακολουθεί φαίνονται οι ισοϋψείς γραμμές του ύψους του υδροφόρου ορίζοντα του διυλιστηρίου, όπως αυτές έχουν προκύψει από παλαιότερες μελέτες της υδρογεωλογίας της περιοχής.



Χάρτης 3-2: Ισοϋψείς γραμμές του υδροφόρου ορίζοντα του διυλιστηρίου.

Τα γεωλογικά δεδομένα που προήρθαν από την ανάλυση των «καρότων» της κάθε γεώτρησης, είναι σε θέση να μας δώσουν μια εικόνα της γεωλογίας της εκάστοτε περιοχής. Λόγω περιορισμένων δεδομένων, είμαστε σε θέση να μελετήσουμε μόνο την περιοχή του Χημείου, καθώς και αυτή στο Σύστημα Άντλησης.

<u>Περιοχή Χημείο</u>

Χάρτης 3-3: Χάρτης περιοχής Χημείου.

Γεωλογικά δεδομένα που υπάρχουν για τα πηγάδια RW9, MP8 και MP9, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή τομών, όπως φαίνεται και στα σχήματα που ακολουθούν. Έτσι, προκύπτει μια γενική εικόνα της γεωλογίας της περιοχής.

Τα υπάρχοντα δεδομένα των γεωτρήσεων παρουσιάζονται στους Πίνακες 3-1 και 3-2 :

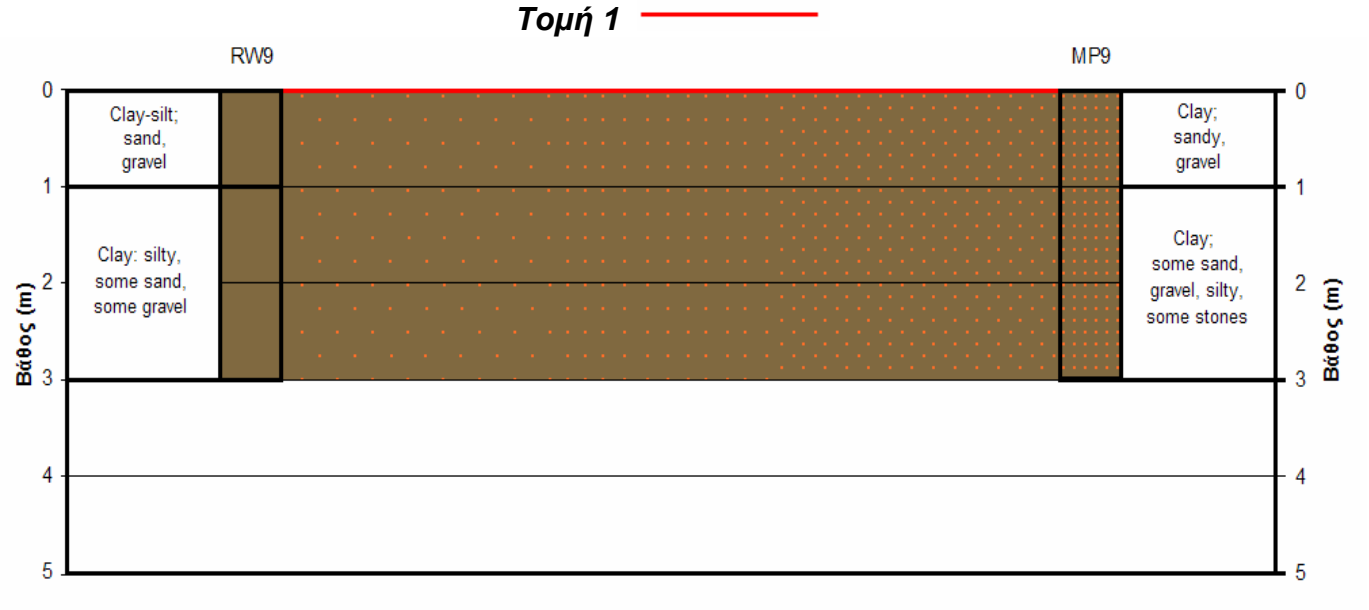
Όνομα Πηγαδιού	***Σύσταση στρώματος***		
	Σε βάθος 1m	***Σε βάθος 3m***	***Σε βάθος 4m***
RW9	Ιλυώδης άργιλος, άμμος, χαλίκι	Ιλυώδης άργιλος, ελάχιστη άμμος, λίγο χαλίκι	-
MP9	Άργιλος, άμμος, χαλίκι	Άργιλος, ελάχιστη άμμος, χαλίκια, ιλύς, πέτρες	-
MP8	Άργιλος, άμμος, χαλίκι	Άργιλος, ελάχιστη άμμος, χαλίκια, ιλύς, πέτρες	Άργιλος, ελάχιστη άμμος, χαλίκια, ιλύς, πέτρες

Πίνακας 3-1: Σύσταση στρώματος κάθε πηγαδιού.

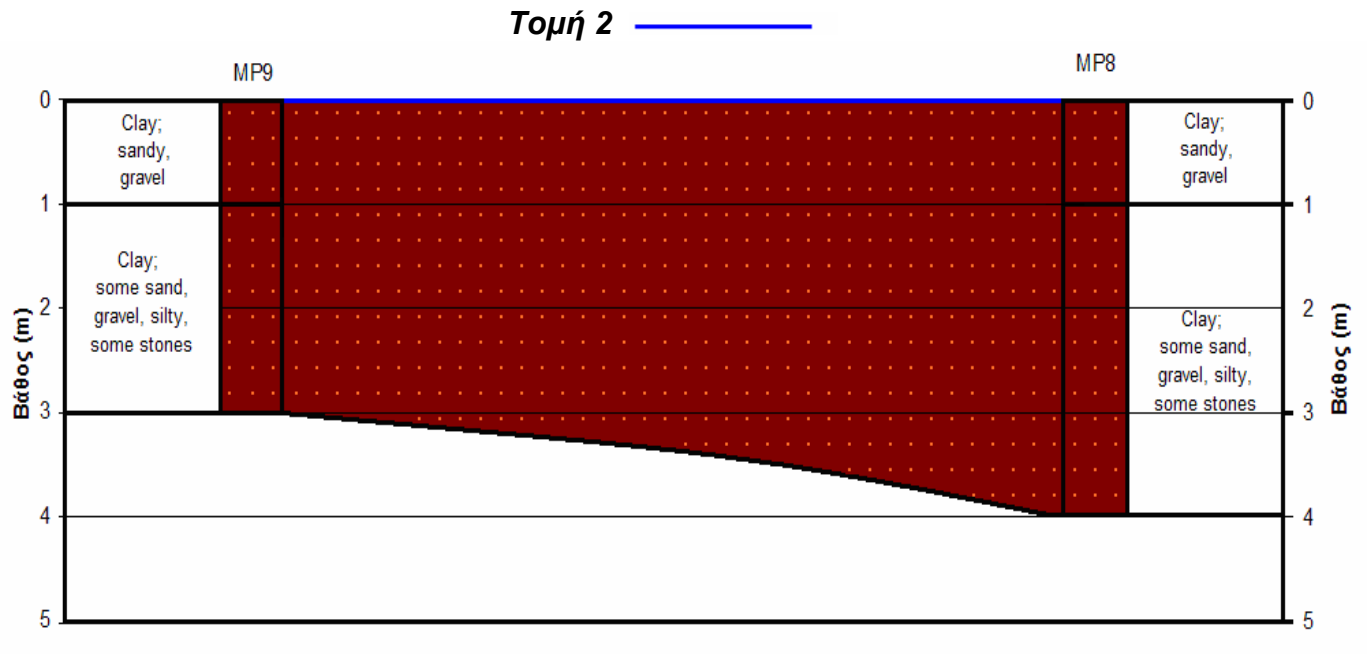
Όνομα Πηγαδιού	***Χρώμα***		
	Σε βάθος 1m	***Σε βάθος 3m***	***Σε βάθος 4m***
RW9	Καφέ	Καφέ	-
MP9	Κόκκινο / Καφέ	Κόκκινο / Καφέ	-
MP8	Κόκκινο / Καφέ	Κόκκινο / Καφέ	Κόκκινο / Καφέ

Πίνακας 3-2: Χρώμα στρώματος κάθε πηγαδιού.

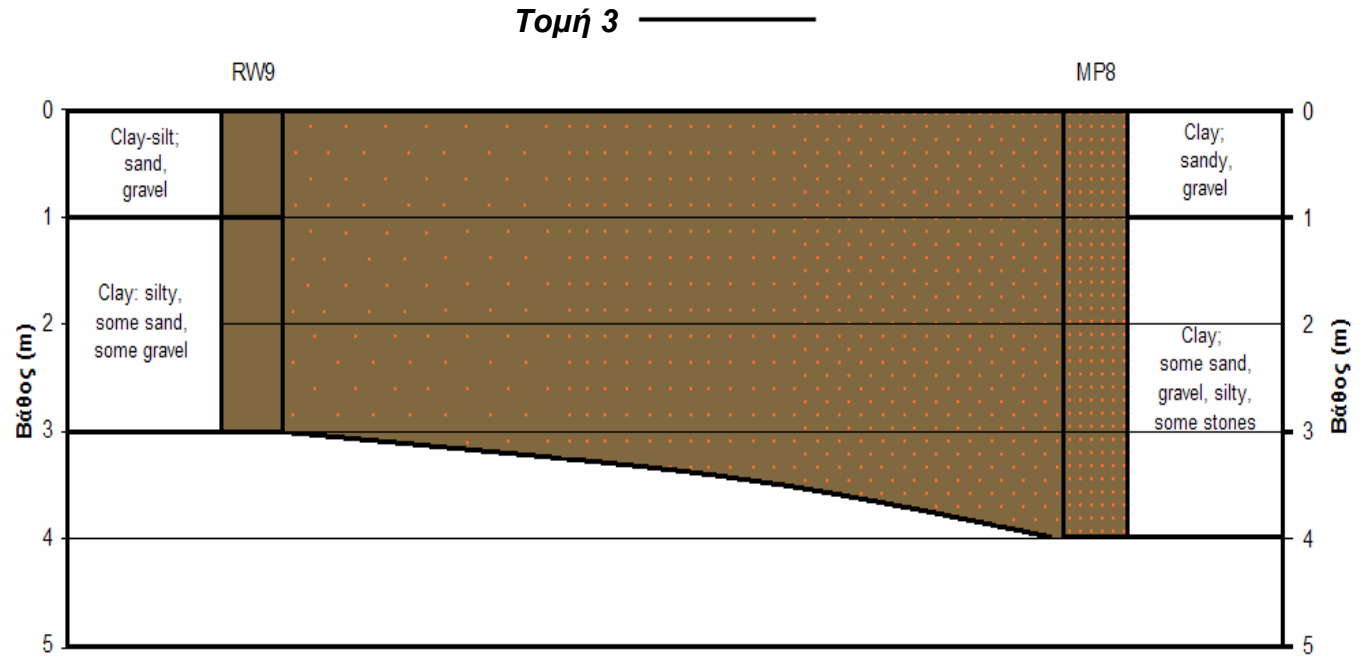
Στα παρακάτω σχήματα φαίνονται οι τομές 1, 2 και 3.



Σχήμα 3-1: Τομή 1 (RW9 - MP9)



Σχήμα 3-2: Τομή 2 (MP9 – MP8)



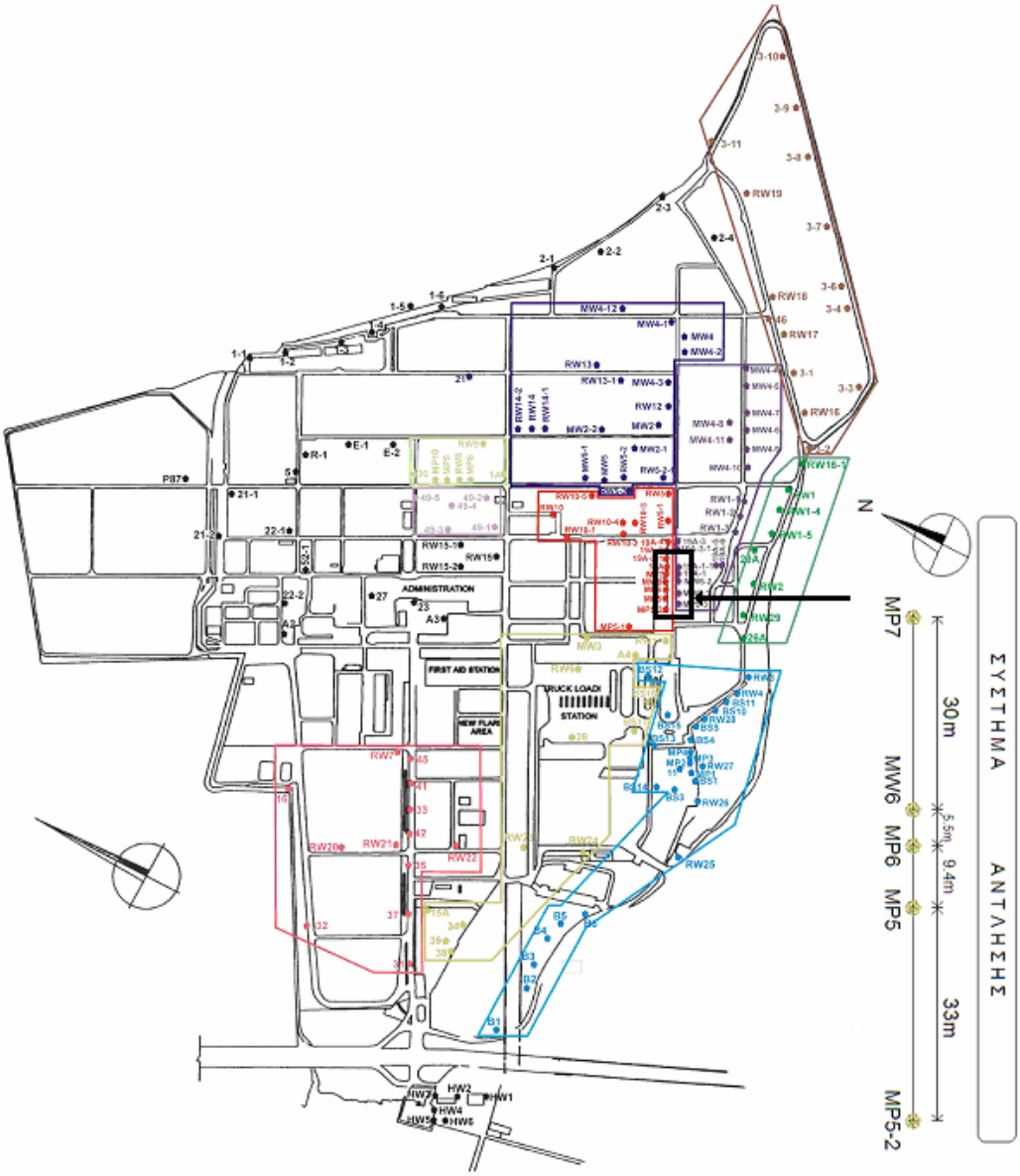
Σχήμα 3-3: Τομή 3 (RW9 – MP8)

Η περιοχή, η οποία παρατηρήθηκε, είναι ένα ορθογώνιο με διαστάσεις της τάξης των 140 x 60 μέτρων. Η ανάλυση των «καρότων» των γεωτρήσεων πληροφορεί, πως στο υπέδαφος της περιοχής επικρατεί σταθερή σύσταση, με μόνη ελάχιστη εξαίρεση, την παρουσία αργιλικής ιλύος στο ανατολικό τμήμα.

Παρατηρώντας την Τομή 2, συμπεραίνεται πως, αφού δεν υπάρχει αλλαγή στη σύσταση του υπεδάφους μεταξύ των πηγαδιών MP9 και MP8, λογικά δεν θα υπάρχει μεταβολή ούτε μεταξύ των πηγαδιών 20 και 1A, που βρίσκονται εκατέρωθεν των προηγούμενων.

Περιοχή 2

Γεωλογικά δεδομένα που υπάρχουν για τα πηγάδια MP5-2, MP5, MP6, MW6 και MP7, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή τομής, όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί.



Χάρτης 3-4: Χάρτης περιοχής 2

Τα υπάρχοντα δεδομένα των γεωτρήσεων παρουσιάζονται στους Πίνακες 3-3 και 3-4:

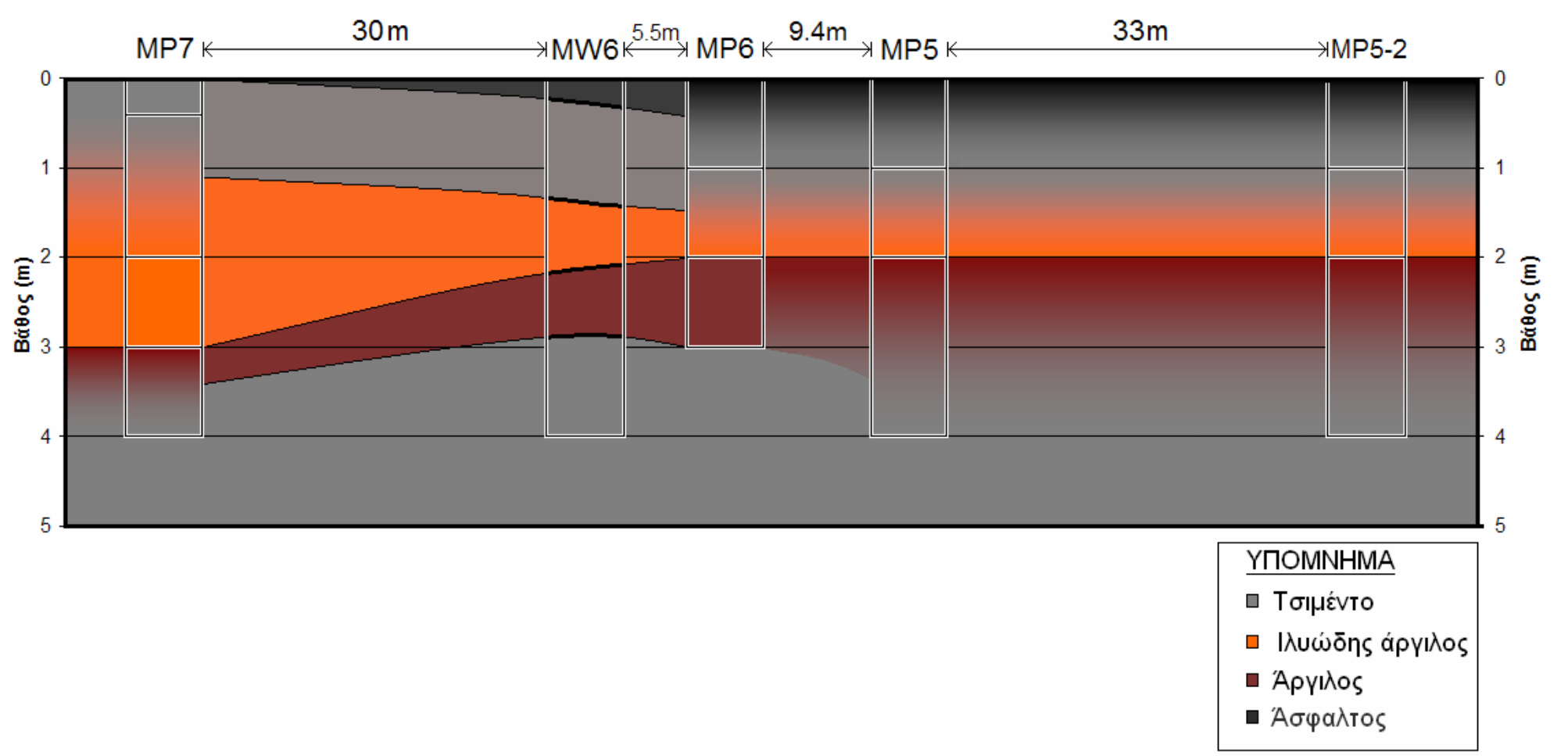
Όνομα Πηγαδιού	***Σύσταση στρώματος***			
	Σε βάθος 1m	***Σε βάθος 2m***	***Σε βάθος 3m***	***Σε βάθος 4m***
MP7	Τσιμέντο	Άμμος, χαλίκια, ιλύς	Χαλίκια, ιλύς, ελάχιστη άμμος	Ιλύς, άμμος, χαλίκια, πέτρες
MP6	Τσιμέντο, άσφαλτος, λίγη άμμος χαλίκια	Ιλυώδης άργιλος, άμμος, χαλίκι	Άργιλος, χαλίκια, ιλύς ελάχιστη άμμος	-
MP5	Τσιμέντο, άσφαλτος, λίγη άμμος, χαλίκια	Ιλυώδης άργιλος, άμμος, χαλίκι	Ιλυώδης άργιλος, άμμος, χαλίκι	Άργιλος, χαλίκια, ιλύς, λίγη άμμος

Πίνακας 3-3: Σύσταση στρώματος κάθε πηγαδιού.

Όνομα Πηγαδιού	***Σύσταση στρώματος***			
	Σε βάθος 1m	***Σε βάθος 2m***	***Σε βάθος 3m***	***Σε βάθος 4m***
MP7	Γκρι	Γκρι / Κόκκινο / Καφέ ανοιχτό	Καφέ ανοιχτό	Καφέ σκούρο / Γκρι
MP6	Γκρι / Μαύρο	Γκρι / Κόκκινο	Καφέ	-
MP5	Γκρι / Μαύρο	Γκρι / Κόκκινο	Γκρι / Κόκκινο	Γκρι / Καφέ / Μαύρο

Πίνακας 3-4: Χρώμα στρώματος κάθε πηγαδιού.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η τομή.



Σχήμα 3-4: Τομή MP 7 – MP 5-2.

Παρατηρώντας την παραπάνω τομή, συμπεραίνεται, πως η σύσταση του εδάφους στο πηγάδι MW6 είναι παρόμοια με αυτήν στο πηγάδι MP6, αφού απέχουν μόλις 5,5 μέτρα, ενώ γενικότερα, η σύσταση του υπεδάφους στα περίπου 80 μέτρα της τομής είναι σταθερή. Η διαπίστωση αυτή μας οδηγεί και στο συμπέρασμα, πως το πηγάδι MP5-2, το οποίο απέχει 33 μέτρα από το κοντινότερο πηγάδι, για το οποίο έχουμε δεδομένα (MP5), θα έχει πιθανότατα και αυτό παρόμοια σύσταση.

Συμπερασματικά, στις προς μελέτη περιοχές δεν παρατηρείται κάποια σημαντική μεταβολή στη σύσταση του υπεδάφους. Αυτό βέβαια δεν ισχύει για όλη την περιοχή, αφού τα παραπάνω πηγάδια έχουν στάθμη νερού στα 3 μέτρα, σε αντίθεση με αυτά της περιοχής του Λόφου (RW-29, RW-2) και της περιοχής 4 (MW4-11, MW4-8), των οποίων οι στάθμες νερού ξεπερνούν τα 10 μέτρα και λογικά το υπέδαφός τους θα έχει και διαφορετική σύσταση.

3.3 Υφιστάμενη κατάσταση ρύπανσης

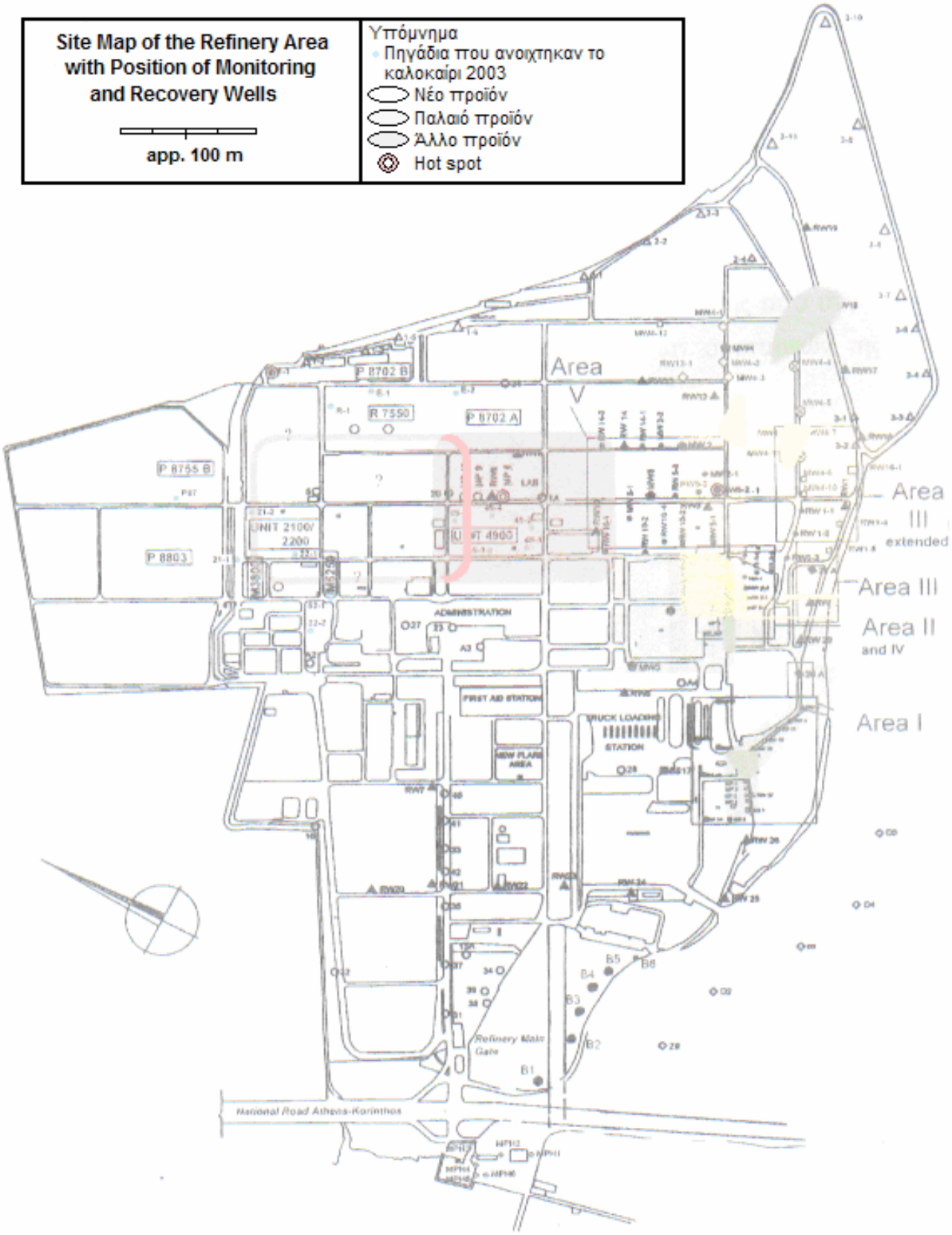
Σύμφωνα με τις δειγματοληψίες και τις αναλύσεις, που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι στιγμής, στην ελαιώδη φάση, στο νερό και στο έδαφος της περιοχής, έχει διαμορφωθεί μια αξιόπιστη εικόνα της κατάστασης ρύπανσης που επικρατεί.

3.3.1 Ελαιώδης φάση

Η ανάλυση της ελαιώδους φάσεως έχει σαν στόχο την αποτύπωση (fingerprinting) των δειγμάτων, ώστε να εντοπιστούν οι επιβαρυμένες από ελαιώδη ιδίας σύστασης περιοχές και τελικά να συμπεράνουμε την πηγή της εκάστοτε διαρροής.

Η ταυτοποίηση του μεγαλύτερου μέρους αντλούμενου προϊόντος, απέδειξε πως στο υπέδαφος της περιοχής υπάρχει προϊόν που παραπέμπει σε βενζίνη είτε βαρύτερα συστατικά, όπως diesel και jet fuel. Πιο συγκεκριμένα, βαρύτερο προϊόν συναντάται στη βορειοδυτική περιοχή της έκτασης, ενώ ελαφρύτερο βρίσκεται στην ανατολική περιοχή.

Σύμφωνα με μετρήσεις, οι οποίες διεξήχθησαν το καλοκαίρι του 2003, εντοπίσθηκαν κάποια ιδιαίτερα επιβαρημένα σημεία (hot spots), στα οποία παρατηρούνται στρώματα λαδιού και γράσου, στρώματα κόκκινου φρέσκου προϊόντος, πάχους της τάξεως του 1 μέτρου, καθώς και στρώματα ελεύθερης φάσης πάχους μεγαλύτερου από 1 μέτρο. Τα σημεία αυτά φαίνονται στο Χάρτη 3-5.



Χάρτης 3-5: Έκταση και θέση υπαρχόντων πλουμίων ρύπανσης.

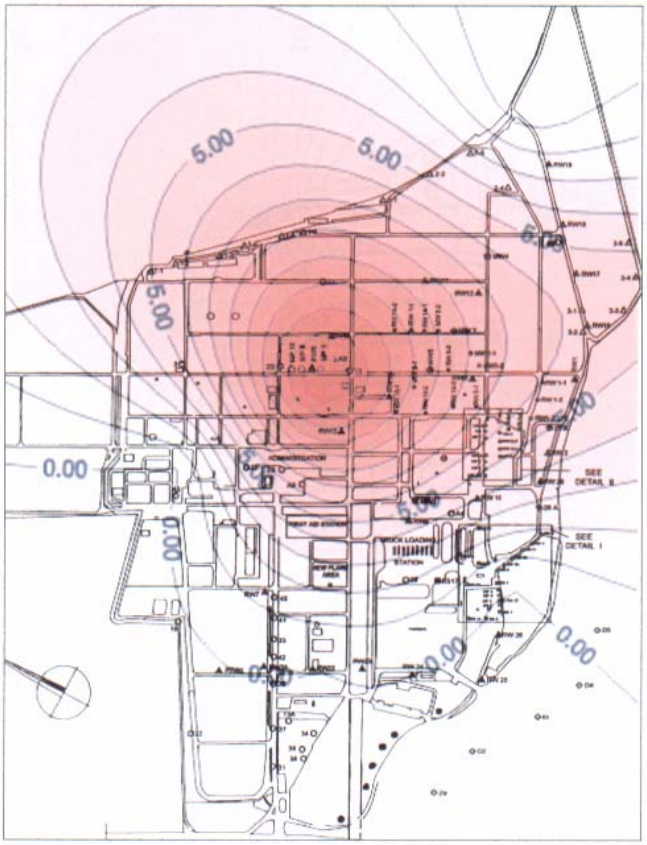
Στοιχεία για την σύσταση και την έκταση του πλουμίου προκύπτουν από τις αναλύσεις του εργαστηρίου και τις μετρήσεις στο πεδίο. Τα κυριότερα προϊόντα, που εμφανίζονται στην ανάπτυξη των πλουμίων είναι:

- Νεώτερο των 5 ετών προϊόν, το οποίο έχει χρώμα από κίτρινο ως ελαφρύ καφέ
- Παλαιότερο των 10 ετών προϊόν, το οποίο έχει χρώμα σκούρο καφέ
- Παλαιότερο των 10 ετών προϊόν, πιθανόν diesel, το οποίο έχει χρώμα από σκούρο καφέ ως μαύρο.

3.3.2 Υπόγειο νερό

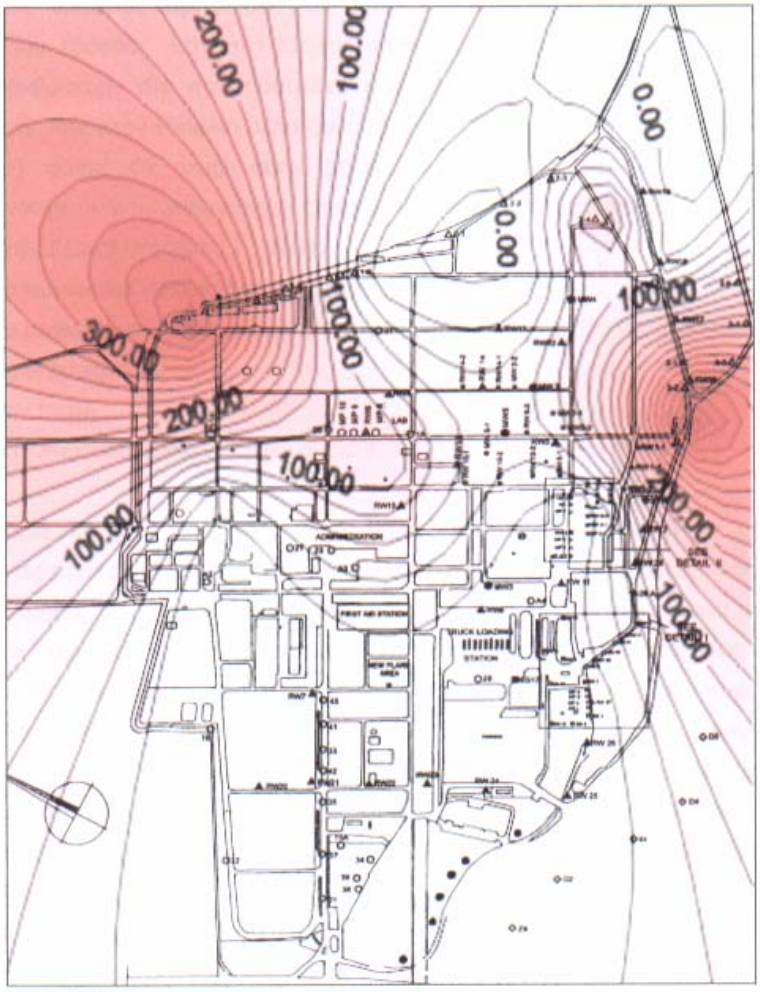
Τα δείγματα νερού, που λαμβάνονται από τα φρεάτια, έχουν σαν στόχο τη διερεύνηση της επιβάρυνσης του υδροφορέα από τη δραστηριότητα του διυλιστηρίου. Λόγω της αδιαλυτότητας των προϊόντων, μπορεί να προσδιοριστεί ποσοτικά η φύση των υδρογονανθράκων.
Οι οργανικοί ρύποι που συναντώνται είναι συνήθως βενζόλιο, τολουόλιο, αιθύλ-βενζόλιο, ξυλόλιο (**BTEX**), υδρογονάνθρακες στο νερό (**TPH**) και πολυαρωματικούς υδρογονάνθρακες (**PAH**) , συστατικά με υψηλή τοξικότητα.

Η εκτιμώμενη κατανομή BTEX στον χώρο του διυλιστηρίου φαίνεται στο Χάρτη 3-6.



Χάρτης 3-6: Η εκτιμώμενη κατανομή BTEX στον χώρο του διυλιστηρίου.

Η εκτιμώμενη κατανομή TPH στον χώρο του διυλιστηρίου φαίνεται στο Χάρτη 3-7.



Χάρτης 3-7: Η εκτιμώμενη κατανομή TPH στον χώρο του διυλιστηρίου.

Τέλος, οι πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες βρίσκονται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις στα υπόγεια ύδατα του διυλιστηρίου και έτσι θεωρούνται απόντες από το υπέδαφος αυτού.

3.3.3 Έδαφος

Τα δείγματα του εδάφους στην περιοχή του διυλιστηρίου δεν είναι αρκετά, ώστε να μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα. Η δειγματοληψία γίνεται με τη μέθοδο του «καρότου», δηλαδή λαμβάνονταν κατά τη διάρκεια της διάνοιξης των πηγαδιών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, τα δείγματα να επιβαρυνθούν με οργανικό υλικό που βρισκόταν στο γεωτρύπανο.

Η ανάλυση των δειγμάτων απέδειξε πως στο έδαφος περιέχονται κορεσμένοι αλειφατικοί υδρογονάνθρακες, οι οποίοι έχουν πυκνότητα μικρότερη από αυτή του νερού, οπότε συσσωρεύονται στο ανώτερο στρώμα του υδροφορέα. Οι υδρογονάνθρακες αυτοί επηρεάζουν το χρώμα, τη γεύση και την οσμή του πόσιμου νερού, καθιστώντας το επικίνδυνο προς κατανάλωση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ BIOSLURPING ΚΑΙ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΤΕΣΤ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ

4.1 Γενικά

Η εγκατάσταση αποτελείται από 173 πηγάδια, εκ των οποίων τα 49 είναι συνδεδεμένα με το σύστημα άντλησης. Τα υπόλοιπα 124 είναι πηγάδια παρατήρησης της στάθμης των ελαιωδών και του υδροφόρου ορίζοντα. Ο μεγάλος αριθμός των πηγαδιών οφείλεται στην έκταση του διυλιστηρίου (1.100 στρέμματα).

Το σύστημα άντλησης, που φαίνεται στην εικόνα 4-1, αποτελείται από τον κεντρικό κινητήρα, ισχύος 30.000 W, ο οποίος εξυπηρετεί την πλειονότητα των πηγαδιών, καθώς και από μία αντλία ισχύος 25.100 W. Τα πηγάδια της περιοχής του Χημείου συνδέονται με μικρότερο κινητήρα, παροχής 1188 m^3/h σε κινητή μονάδα, ενώ τα πηγάδια της περιοχής του Λόφου αντλούν με τη βοήθεια κομπρεσέρ αέρα και αντλιών, λόγω του μεγάλου βάθους του υδροφόρου ορίζοντα, που ξεπερνά ακόμα και τα 15 μέτρα.

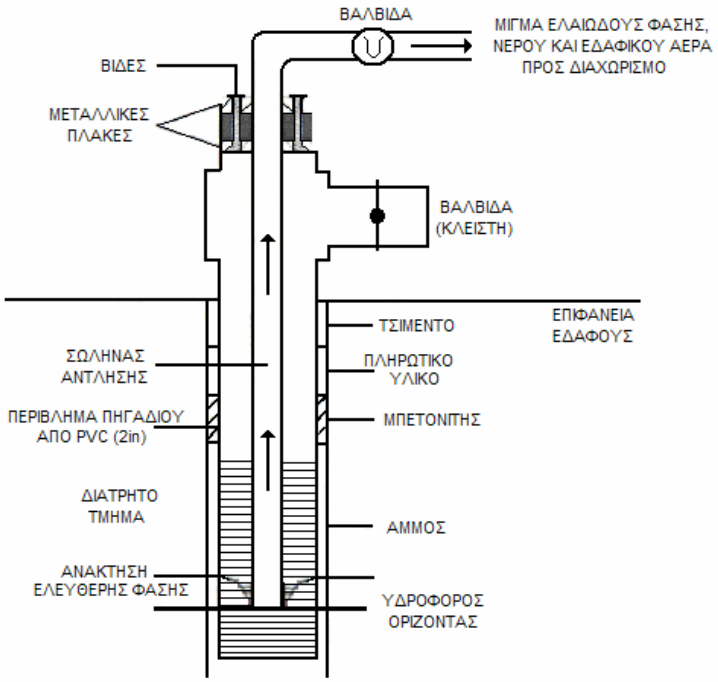
Εικόνα 4-1: Όψη του συστήματος άντλησης (bioslurping) στις Β.Ε.Α.

Το σύστημα λειτουργεί 16 ώρες κάθε ημέρα (07:00 – 23:00) κατά τις εργάσιμες ημέρες. Η μέση ημερήσια παραγωγή ελαιωδών είναι της τάξης των 200 λίτρων. Μέσω του συστήματος των σωληνώσεων, το προϊόν καταλήγει μαζί με νερό, που τυχόν αντλείται, σε πλαστικά βυτία. Η ύπαρξη διαχωριστή εξασφαλίζει την απομόνωση ελαιωδών και νερού σε διαφορετικά βυτία, ενώ τα μεν ελαιώδη αναδιυλίζονται, το δε νερό, απαλλαγμένο από κάθε ίχνος ελαιωδών, μέσω ρέματος καταλήγει στη μονάδα βιολογικού καθαρισμού, που λειτουργεί στις εγκαταστάσεις. Η άντληση επιτυγχάνεται με δημιουργία υποπίεσης, ικανής να ανυψώσει το προϊόν του κάθε πηγαδιού και να το οδηγήσει στα βυτία συλλογής.

4.2 Εξοπλισμός

4.2.1 Τυπική δομή πηγαδιού

Η δομή του κάθε πηγαδιού, όπως φαίνεται και στο σχήμα 4-1 είναι η εξής:



Σχήμα 4-1: Τυπική δομή πηγαδιού.

Η διάνοιξη πηγαδιών γίνεται με χρήση γεωτρύπανου, το οποίο σταματά να κατέρχεται μόλις συναντήσει στρώμα αργίλου. Τυπική διάμετρος της οπής είναι της τάξεως των 12'' – 14 ''. Στη συνέχεια, τοποθετείται πλαστικός σωλήνας, διαμέτρου 6'' – 7'' και ο υπόλοιπος χώρος γεμίζεται με χαλίκι προερχόμενο από ποτάμι, το οποίο έχει υποστεί έκπληση για αποφυγή κατακρήμνισης χώματος ή άλλων υλικών, που δύνανται να κλείσουν τις τρύπες των φίλτρων.

Σε βάθος 50 εκατοστών από την επιφάνεια, η οπή γεμίζεται με μπετονίτη και τοποθετείται καπάκι, προς αποφυγή διαρροής και αναθυμιάσεων.

Τέλος, κατέρχεται το λάστιχο, που είναι συνδεδεμένο με το κεντρικό σύστημα άντλησης. Το βάθος, στο οποίο καταλήγει η άκρη του λάστιχου, καθορίζεται από την απόσταση του εδάφους με το υδροφορέα. Για να ελεγχθεί η ποιότητα της άντλησης, στο λάστιχο παρεμβάλλεται πλαστικός διάφανος σωλήνας, μέσω του οποίου παρατηρείται αν αντλούνται ελαιώδη ή νερό.

4.2.2 Μέτρο επιφάνειας

Για τον υπολογισμό του πάχους των ελαιωδών χρησιμοποιείται μέτρο επιφάνειας (surface meter), όπως φαίνεται στο σχήμα 4-2, με μετροταινία μήκους 30 μέτρων, που καταλήγει σε ακροφύσιο με ανιχνευτή ελαιωδών.

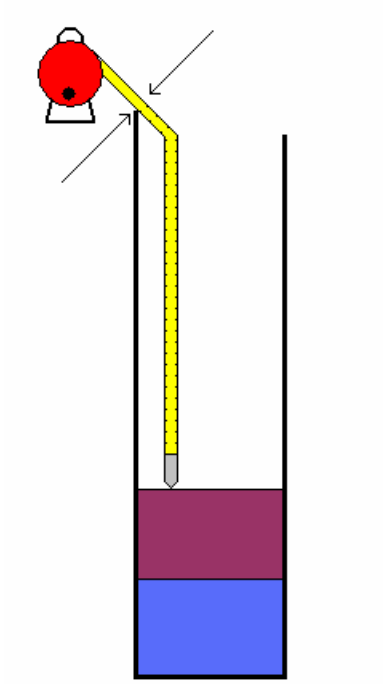
Σχήμα 4-2: Μέτρο επιφάνειας.

Η διαπίστωση ύπαρξης προϊόντος γίνεται με ηχητικό, αλλά και οπτικό τρόπο, αφού μόλις ο αισθητήρας αντιληφθεί παρουσία ελαιωδών, στέλνει σήμα στον επεξεργαστή του οργάνου, το οποίο εκπέμπει μόνιμο ηχητικό σήμα, καθώς ανάβει μόνιμα και ένας μικρός κόκκινος λαμπτήρας.

Συνεχίζοντας την κάθοδό του προς τον υδροφορέα, ο σένσορας αντιλαμβάνεται την ύπαρξη νερού, αφού λόγω μικρότερου ειδικού βάρους από το νερό, το προϊόν συσσωρεύεται σε στρώμα στην επιφάνεια του υδροφόρου ορίζοντα.

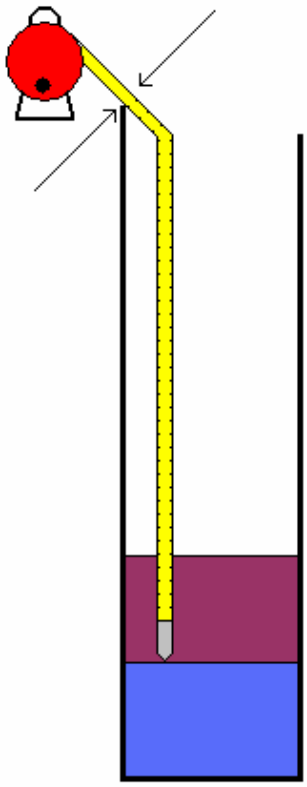
Η παρουσία νερού γίνεται αντιληπτή στον χειριστή του οργάνου, αφού το μόνιμο ηχητικό σήμα που εκπέμπεται, μετατρέπεται σε διακεκομμένο και το φως το λαμπτήρα πλέον αναβοσβήνει.

Μόλις το όργανο αντιληφθεί ύπαρξη ελαιωδών, σημειώνεται η ένδειξη της μετροταινίας σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο, συνήθως στο στόμιο του πηγαδιού, όπως στο σχήμα 4-3.



Σχήμα 4-3: Μέτρηση στάθμης ελαιωδών.

Στη συνέχεια, σημειώνεται η ένδειξη της μετροταινίας στο ίδιο σημείο, μόλις ο αισθητήρας έρθει σε επαφή με το νερό.



Σχήμα 4-4: Μέτρηση στάθμης νερού.

Η διαφορά των δύο τιμών ισοδυναμεί με το πάχος του στρώματος των ελαιωδών, η οποία υπολογίζεται με ακρίβεια της τάξης του 1 εκατοστόμετρου (1 cm).

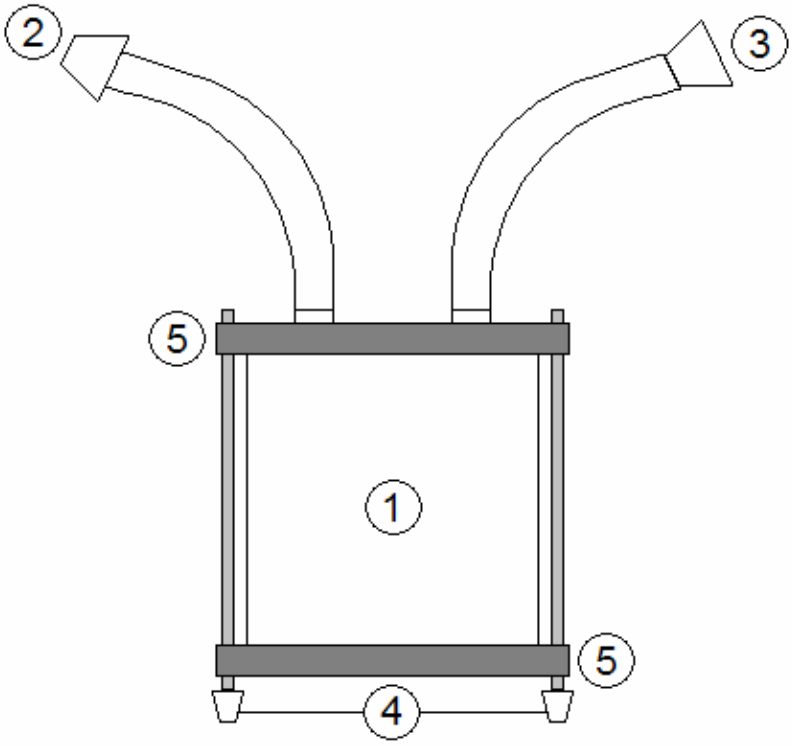
Μετά από κάθε μέτρηση, το ακροφύσιο καθαρίζεται, ώστε να αποφευχθεί συσσώρευση προϊόντος στον αισθητήρα.

Σε περίπτωση, που το όργανο αντιληφθεί μόνο παρουσία νερού, σημειώνεται και πάλι η στάθμη, ώστε να παρατηρηθεί οποιαδήποτε μεταβολή του βάθους του υδροφόρου ορίζοντα.

4.2.3 Πλυντηρίδα

Η πλυντηρίδα, η οποία χρησιμοποιείται για τη διεξαγωγή τεστ παραγωγικότητας, στην ουσία αποτελεί «παγίδα» του πετρελαϊκού προϊόντος. Είναι ένα κυλινδρικό δοχείο, διαμέτρου 19 cm και ύψους επίσης 19 cm, με συνολική χωρητικότητα 5,6 λίτρα.

Η τυπική δομή μιας πλυντηρίδας, φαίνεται στο σχήμα 4-5:



Σχήμα 4-5: Τυπική δομή πλυντηρίδας.

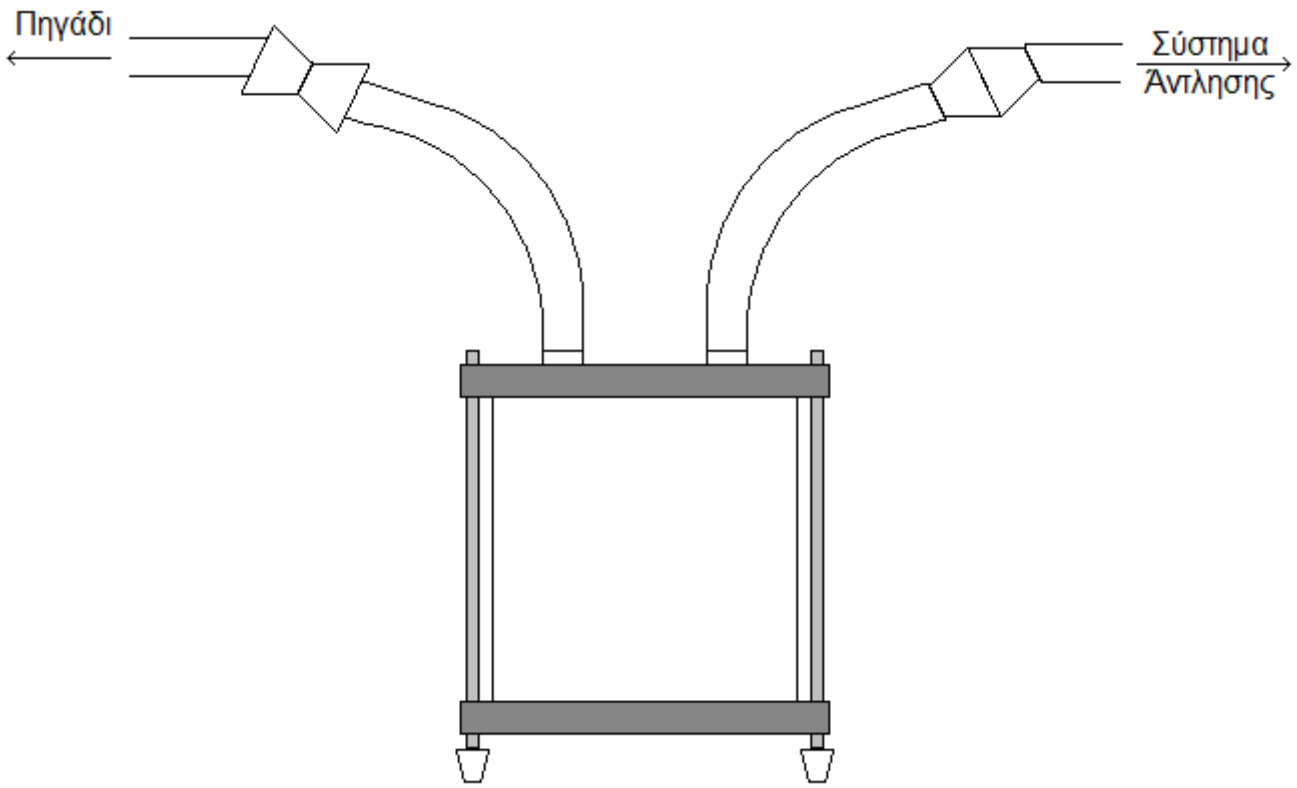
1. Κύλινδρος διάφανος και ακρυλικός με διάμετρο 190mm και ύψος 190mm.
2. Σύνδεσμος «αρσενικός» συνδεδεμένος με καμπλόκ Ø 125.
3. Σύνδεσμος «θηλυκός» συνδεδεμένος με καμπλόκ Ø 125.
4. Σημεία στήριξης
5. Πλάκα PVC πάχους 30mm και επιπέδων διαστάσεων 230x230 mm.

Ο κύλινδρος είναι κατασκευασμένος από ακρυλικό διάφανο υλικό, ώστε να είναι ορατό το περιεχόμενό του, ενώ στο πάνω και κάτω μέρος του υπάρχουν μεταλλικές πλάκες, ώστε να εξασφαλίζεται η στατικότητά του και η παραλληλία του με το έδαφος.

Σκοπός της χρησιμοποίησης της πλυντηρίδας είναι ο έλεγχος του ρυθμού άντλησης ελαιωδών κάθε πηγαδιού. Η πλυντηρίδα παρεμβάλλεται του πηγαδιού και του συστήματος άντλησης, χωρίς να επηρεάζει τη ροή, οπότε μας δίνει τη δυνατότητα να παρατηρήσουμε έναν συγκεκριμένο όγκο ρευστού, που προέρχεται από το πηγάδι, σε συγκεκριμένο χρόνο, ώστε να μπορούμε να υπολογίσουμε το ρυθμό με τον οποίο το κάθε πηγάδι συνεισφέρει στη συνολική παραγωγή του συστήματος.

Στην επάνω πλάκα είναι συνδεδεμένα με ταχυσυνδέσμους τύπου καμπλόκ, δύο λάστιχα, τα οποία καταλήγουν σε ταχυσυνδέσμους, έναν αρσενικό και έναν θηλυκό, ώστε να μπορούν να προσαρτηθούν στο λάστιχο που ενώνει το σύστημα άντλησης με το εσωτερικό του πηγαδιού.

Συνδέοντας το πηγάδι με την πλυντηρίδα, καθώς και την πλυντηρίδα με το σύστημα άντλησης, επιτυγχάνεται η παρεμβολή της κατασκευής ανάμεσα στο πηγάδι και το κεντρικό σύστημα άντλησης. (Σχήμα 4-6).



Σχήμα 4-6: Παρεμβολή της πλυντηρίδας μεταξύ του συστήματος άντλησης και του πηγαδιού.

4.3 Τεστ ανάκτησης

Για να προσδιοριστεί η ροή της ελεύθερης ελαιώδους φάσης, έχουν αναπτυχθεί τα τεστ ανάκτησης (bail-down tests). Σύμφωνα με αυτά, για ένα πηγάδι, όπου έχει παρατηρηθεί στρώμα ελαιωδών, πραγματοποιούνται τα ακόλουθα βήματα:

- Καταγραφή του πάχους της ελεύθερης ελαιώδους φάσης.
- Πλήρης άντληση των ελαιωδών.
- Μέτρηση της τιμής του πάχους της ελαιώδους φάσης, η οποία επανεμφανίζεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

Αναλυτικότερα, μετριέται αρχικά το πάχος του στρώματος των ελαιωδών και στη συνέχεια τίθεται σε λειτουργία η άντληση του πηγαδιού. Αφού απομακρυνθεί όλη η ποσότητα του προϊόντος από τον υδροφόρο, μετράται η στάθμη όπου βρίσκεται το νερό και σημειώνεται η ώρα. Η άντληση σταματά και μετά από μία ώρα μετράται η στάθμη των ελαιωδών (εφ' όσον εμφανιστούν) και αυτή του νερού. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται κάθε μία ώρα για τις υπόλοιπες 5 ώρες.

Σε περίπτωση, που το πάχος του στρώματος των ελαιωδών κατά τη διάρκεια του τεστ βρεθεί ίσο ή μεγαλύτερο αυτού πριν την άντληση, το τεστ σταματάει.

Σημαντικό ρόλο παίζει και η διακοπή λειτουργίας του πηγαδιού, πριν από τη διεξαγωγή του τεστ. Συνήθως, τα πηγάδια είτε κλείνουν για 8 ώρες, δηλαδή λειτουργούν ως τις 23:00, όταν και παύει να λειτουργεί το σύστημα άντλησης και επαναξεκινά στις 07:00 της επόμενης ημέρας, είτε για 56 ώρες, οπότε μεσολαβεί Σαββατοκύριακο.

Αν το πάχος των ελαιωδών κατά τη διάρκεια του τεστ είναι ίσο με αυτό πριν την άντληση και ενώ το πηγάδι είναι εκτός λειτουργίας για 8 ή περισσότερες ώρες, τότε το προϊόν επανέρχεται στον υδροφόρο του πηγαδιού με γρήγορο ρυθμό, άρα το πηγάδι έχει ταχεία ανάκτηση και χρίζει εντατικότερου ελέγχου, δηλαδή υποβάλλεται σε τεστ παραγωγικότητας για να ελεγχθεί η ποσότητα των ελαιωδών που περιέχει, καθώς επίσης λαμβάνεται και δείγμα του αντλούμενου προϊόντος, ώστε αυτό να συγκριθεί και να ταυτοποιηθεί με τα προϊόντα του διυλιστηρίου.

Αν το πηγάδι δεν υπάρχει προϊόν, προφανώς δεν διεξάγεται τεστ ανάκτησης.

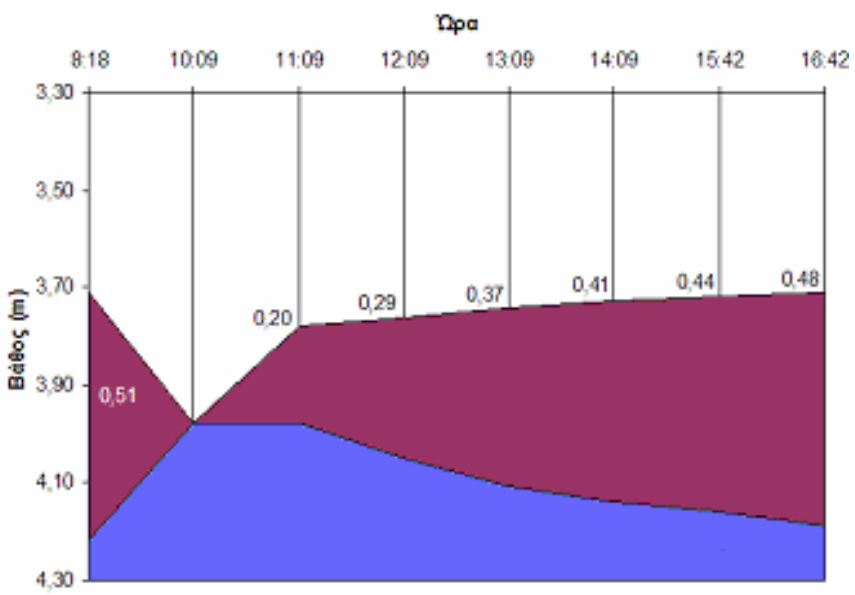
Τελικά, προκύπτει ένας πίνακας δεδομένων, όπως ο Πίνακας 4-1

MP 5-3

Ημερομηνία: *15/12/2004*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:18	3,71	4,22	0,51
10:09	-	**3,98**	**0,00**
11:09	3,78	3,98	0,20
12:09	3,76	4,05	0,29
13:09	3,74	4,11	0,37
14:09	3,73	4,14	0,41
15:42	3,72	4,16	0,44
16:42	3,71	4,19	0,48

Πίνακας 4-1: Δεδομένα τυπικού τεστ ανάκτησης

Με επεξεργασία των παραπάνω μετρήσεων, προκύπτουν διαγράμματα, όπως το Διάγραμμα 4-1, από όπου προκύπτουν σημαντικά συμπεράσματα για το ρυθμό επανεμφάνισης της ελαιώδους φάσεως μετά από πλήρη άντληση. Προσδιορίζοντας το ρυθμό αυτόν, δημιουργείται μια εικόνα σχετικά με τις ποσότητες ελεύθερης ελαιώδους φάσεως στο υπέδαφος, καθώς και η τάση των φάσεων αυτών να κινούνται.

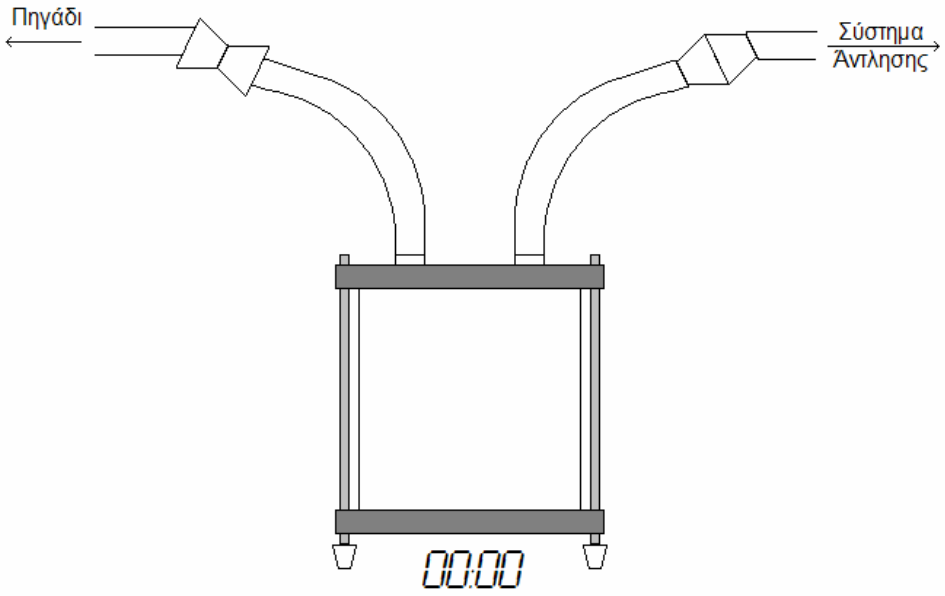


Διάγραμμα 4-1: Τυπικό διάγραμμα κατά τη διεξαγωγή τεστ ανάκτησης

4.4 Τεστ παραγωγικότητας

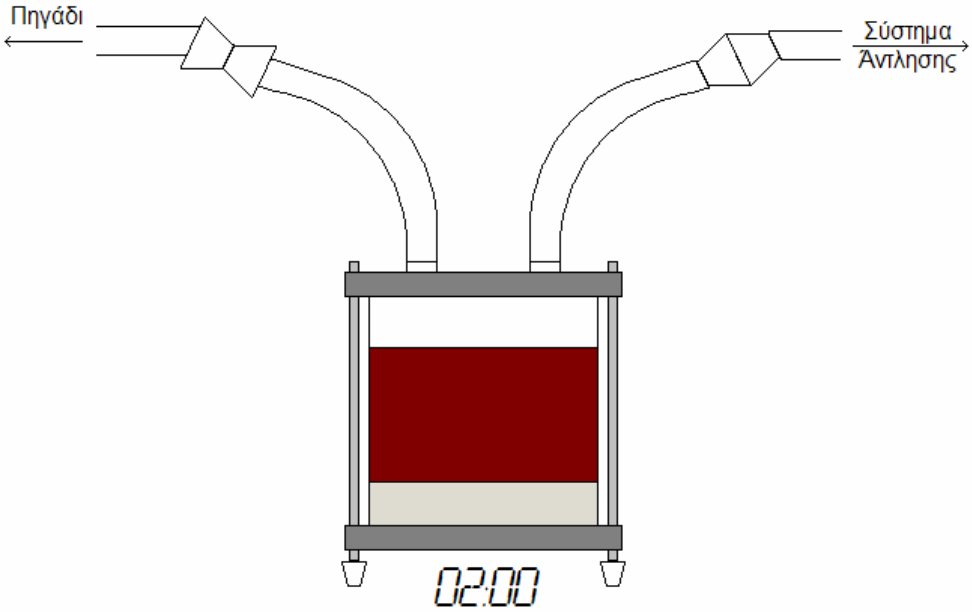
Εξίσου σημαντική πληροφορία για τη λειτουργία κάθε πηγαδιού είναι η ποσότητα των ελαιωδών που αντλούνται. Αυτό επιτυγχάνεται με τη διεξαγωγή τεστ παραγωγικότητας με τη βοήθεια της πλυντηρίδας.

Σε χρόνο 0 και αφού επιτύχουμε τη σύνδεση, ανοίγουμε την παροχή και ξεκινά η άντληση του πηγαδιού. Ταυτόχρονα, ξεκινά η χρονομέτρηση της παραπάνω διαδικασίας.



Σχήμα 4-7: Το περιεχόμενο της πλυντηρίδας σε χρόνο 0 λεπτών της ώρας.

Μετά από 2 λεπτά της ώρας, κλείνουμε την παροχή και αφήνουμε την πλυντηρίδα σε σημείο επίπεδο, ώστε να σταθεροποιηθεί η στάθμη του εσωτερικού της.



Σχήμα 4-8: Το περιεχόμενο της πλυντηρίδας σε χρόνο 2 λεπτών της ώρας.

Το περιεχόμενο της πλυντηρίδας είναι κυρίως ελαιώδη και κάποιο νερό. Λόγω χαμηλότερου ειδικού βάρους, τα ελαιώδη δημιουργούν στρώμα πάνω από το νερό, που έχει μεγαλύτερο ειδικό βάρος. Μετρώντας το πάχος του κάθε στρώματος και γνωρίζοντας τις διαστάσεις της πλυντηρίδας, υπολογίζουμε την παροχή σε σχέση με το χρόνο.

Τελικά, προκύπτει ένας πίνακας δεδομένων, όπως ο Πίνακας 4-2

MW 2-1

Ημερομηνία: *14/12/2004*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 16 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
16:40	3,99	4,15	0,16
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
16:45	120''	6,5	7,7
17:50	120''	6,1	-

Πίνακας 4-2: Δεδομένα τυπικού τεστ παραγωγικότητας

Έστω h_1 το πάχος του στρώματος των ελαιωδών σε μέτρα, άρα στην πλυντηρίδα υπάρχει όγκος ελαιωδών ίσος με [π · (0,19/2) ^{2} · h_1] m^3. Για να συγκεντρωθεί αυτή η ποσόστητα χρειάστηκαν 2 λεπτά, άρα ο στιγμιαίος ρυθμός παραγωγής θα είναι:

$$Q_1^{'} = \frac{\pi \cdot \left(\frac{0,19}{2}\right)^2 \cdot h_1}{2}$$ σε μονάδες κυβικά μέτρα ανά λεπτό (m^3/min).

Επαναλαμβάνοντας το πείραμα μετά από χρόνο t σε λεπτά, προκύπτει ένα στρώμα ελαιωδών με πάχος h_2 μικρότερο από το h_1. Αντίστοιχα, ο στιγμιαίος ρυθμός παραγωγής θα είναι:

$$Q_2^{'} = \frac{\pi \cdot \left(\frac{0,19}{2}\right)^2 \cdot h_2}{2}$$ σε μονάδες κυβικά μέτρα ανά λεπτό (m^3/min).

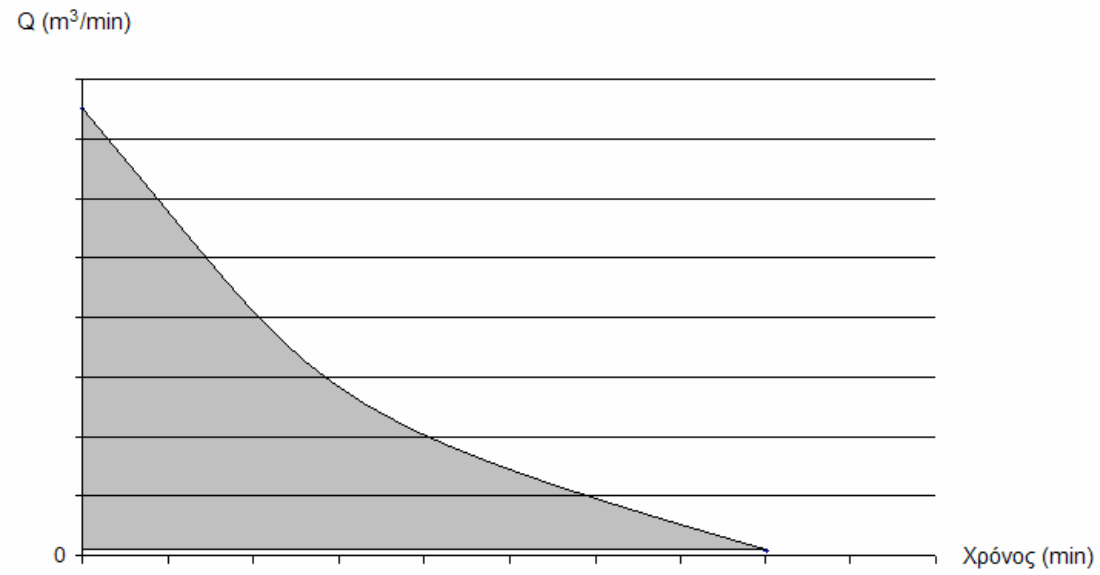
Ο ρυθμός μεταβολης της παροχής θα είναι:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{\left(Q_2^{'} - Q_1^{'}\right)}{\Delta t} = \frac{\pi \cdot \left(\frac{0,19}{2}\right)^2 \cdot \left(h_2 - h_1\right)}{2 \cdot \Delta t} = \frac{0,0142 \cdot \left(h_2 - h_1\right)}{\Delta t}$$

Ο ρυθμός αυτός, προφανώς, θα είναι αρνητικός, αφού το h_2 είναι μικρότερο από το h_1. Αντικαθιστώντας τα h_1 και h_2 προκύπτει ο ρυθμός ελάττωσης της παραγωγής, αριθμός θετικός.

Εκτός του ρυθμού μεταβολής της παροχής, μπορεί να υπολογισθεί και η ποσότητα ελαιωδών, που παράγεται από το πηγάδι κατά τη διάρκεια του τεστ. Γνωρίζοντας τους στιγμιαίους ρυθμούς παραγωγής, κατασκευάζουμε διάγραμμα Παροχής – Χρόνου (Διάγραμμα 4-2).

Παροχή (m^3/min) vs. Χρόνου (min)



Διάγραμμα 4-2: Διάγραμμα παροχής-χρόνου

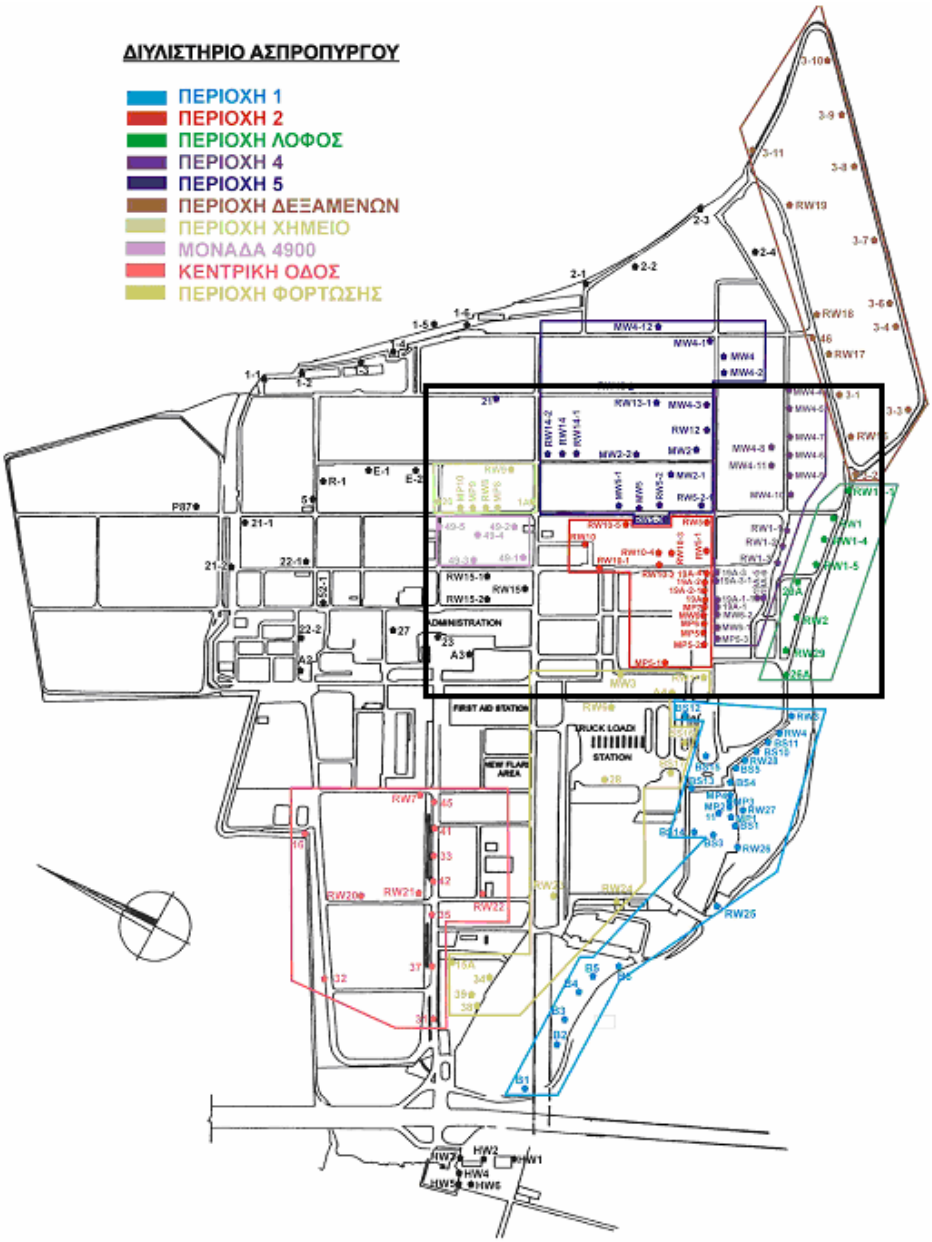
Το εμβαδόν της περιοχής που προκύπτει είναι ίσο με την ποσότητα των ελαιωδών που αντλήθηκαν από το πηγάδι σε χρόνο t. Για να υπολογίσουμε το εμβαδόν αυτό, αρχικά εντοπίζουμε τη βέλτιστη πολυωνυμική εξίσωση, που περιγράφει τη γραμμή που ενώνει τα δύο σημεία. Ολοκληρώνοντας την εξίσωση αυτή από το 0 έως το t, προκύπτει ο συνολικός όγκος σε μονάδες m^3.

Δυστυχώς, κατά τα 100 τεστ που διεξήχθησαν κατά τη διάρκεια του πειράματος, μόνο σε τέσσερις περιπτώσεις υπήρξε εμφάνιση προϊόντος κατά τη δεύτερη διαδικασία της πλυντηρίδας. Αυτό συμβαίνει, λόγω της χαμηλής παραγωγής ελαιωδών κατά τη διάρκεια του πειράματος. Η χαμηλή αυτή παραγωγή οφείλεται στην πολυετή και συνεχή λειτουργία του συστήματος άντλησης στην Ελληνικά Πετρέλαια Α.Ε., που είχε ως αποτέλεσμα την σε μεγάλο βαθμό εξυγίανση του υδροφόρου ορίζοντα της περιοχής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 Διαδικασία μετρήσεων

Η επιλογή των 26 πηγαδιών, στα οποία θα διεξάγονταν τα τεστ, έγινε με σκοπό την όσο καλύτερη απεικόνιση όλης της περιοχής. Έτσι, επιλέχθηκαν πηγάδια τόσο στην περιοχή, όπου το διυλιστήριο συνορεύει με τη λίμνη Κουμουνδούρου (Περιοχή Λόφος), όσο και από περιοχές κοντά στο σύστημα άντλησης (Περιοχή 2). Λόγω της μεγάλης έκτασης του διυλιστηρίου, η προς μελέτη περιοχή, φαίνεται σε χάρτη μικρότερης κλίμακας, που απεικονίζει την περιοχή στο πλαίσιο του Χάρτη 5-1.



Χάρτης 5-1 Υποπεριοχή μελέτης

Τα πηγάδια, που επιλέχθηκαν κατά περιοχή ήταν:

Περιοχή 2: MP 5-2, RW 5-1, MW 6, MP 5, RW 10-4, RW 5

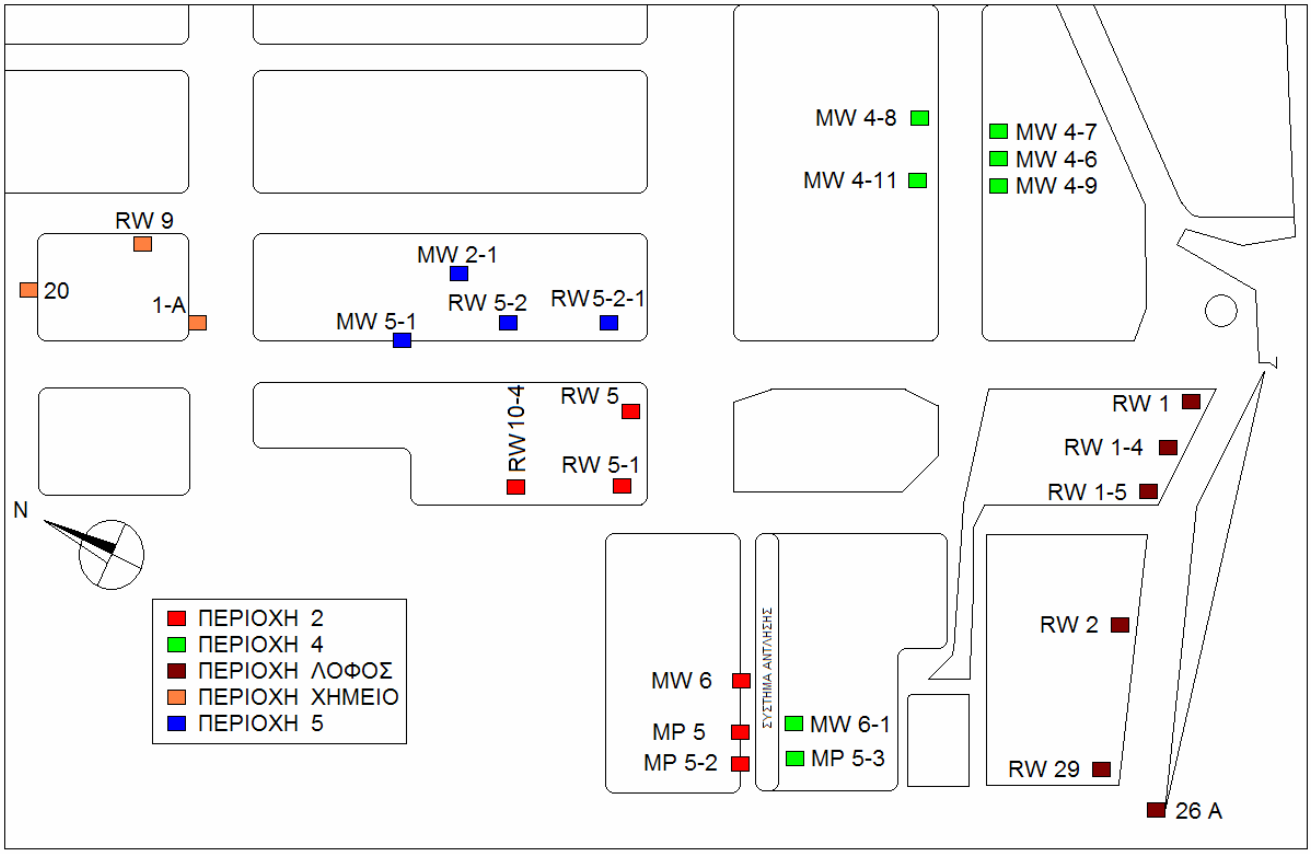
Περιοχή Λόφος: RW 1-4, 26 A, RW 1-5, RW 29, RW 2, RW 1

Περιοχή 4: MW 6-1, MW 4-11, MW 4-9, MW 4-8, MW 4-7, MW 4-6, MP 5-3

Περιοχή 5: MW 5-1, MW 2-1, RW 5-2, RW 5-2-1

Περιοχή Χημείο: RW 9, 20, 1 A

Στον παρακάτω χάρτη διακρίνονται τα παρακάτω πηγάδια στο χώρο του διυλιστηρίου.



Χάρτης 5-2: Περιοχή μελέτης από 22/11/04 έως 01/04/05.

Τα τεστ διεξήχθησαν σε 4 περιόδους:

1η 22/11/04 – 26/11/04, υπό αίθριων καιρικών συνθηκών (12° – 20° C)

2η 20/12/04 – 24/12/04, υπό δριμύ ψύχος (4° – 7° C)

3η 28/02/05 – 04/03/05, υπό εντόνων βροχοπτώσεων (15° – 18° C)

4η 28/03/05 – 01/04/05, υπό αίθριων καιρικών συνθηκών (21° – 24° C)

Οι περιοχές **2, 4** και **5** βρίσκονται εκατέρωθεν του συστήματος άντλησης. Στην περιοχή 4 ανήκουν και τα πηγάδια της «υποπεριοχής MW», στα ανατολικά του χάρτη. Η υποπεριοχή αυτή βρίσκεται σε μεγαλύτερο υψόμετρο από τα υπόλοιπα πηγάδια της περιοχής 4 και αυτή είναι η αιτία του μεγάλου βάθους των πηγαδιών της. Ενδεικτικά, στο πηγάδι MW 4-8 έχει παρατηρηθεί προϊόν σε βάθος μεγαλύτερο από 10,70 μέτρα.

Το μεγάλο βάθος των πηγαδιών στην περιοχή του **Λόφου**, απαιτεί μεγαλύτερη υποπίεση, ώστε να ανέλθει το προϊόν. Έτσι, στα συγκεκριμένα πηγάδια έχουν τοποθετηθεί αντιεκρηκτικού τύπου «πνευματικές» αντλίες, οι οποίες έχουν όγκο 4,4 λίτρα. Οι αντλίες αυτές δεν βρίσκονται μόνιμα σε κάθε πηγάδι του Λόφου, αλλά τοποθετούνται εναλλάξ όποτε κρίνεται απαραίτητο. Αυτός είναι και ο λόγος που δεν υπάρχουν και οι 4 μετρήσεις σε κάθε πηγάδι της περιοχής του Λόφου.

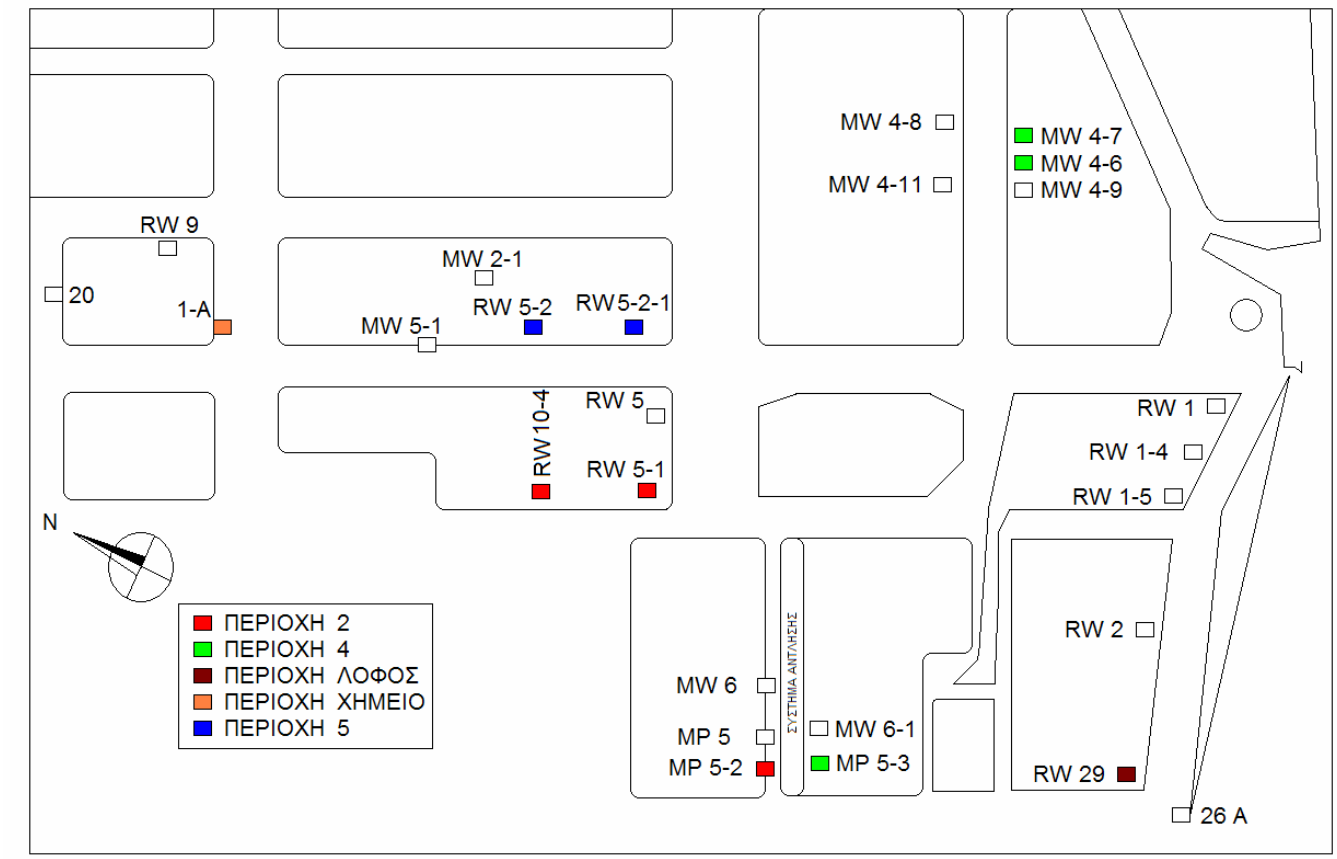
Τα 3 πηγάδια της περιοχής του **Χημείου**, λόγω της χαμηλής παρουσίας ελαιωδών στη ζώνη επιρροής τους, δεν αντλούνται καθημερινά. Πιο συγκεκριμένα, τα πηγάδια RW 9, 20 και 1 A αντλούνται σχεδόν ανά μήνα, οπότε και διεξάγονται τεστ ανάκτησης.

Κατά την επεξεργασία των αποτελεσμάτων, έγινε επιλογή 10 πηγαδιών, τα οποία έχριζαν εντατικότερης παρακολούθησης, αφού παρουσίαζαν διαφορετική συμπεριφορά σε κάθε περίοδο.

Τα πηγάδια αυτά ήταν:

Περιοχή 2: MP 5-2, RW 5-1, RW 10-4
Περιοχή Λόφος: RW 29
Περιοχή 4: MW 4-7, MW 4-6, MP 5-3
Περιοχή 5: RW 5-2, RW 5-2-1
Περιοχή Χημείο: 1 A

Στο Χάρτη 5-3, διακρίνονται τα παραπάνω πηγάδια στο χώρο του διυλιστηρίου.



Χάρτης 5-3: Περιοχή μελέτης από 16/05/05 έως 10/06/05.

Τα επόμενα τεστ διεξήχθησαν στις επόμενες 4 περιόδους:

5η 16/05/05 – 20/05/05, υπό αίθριων καιρικών συνθηκών (26° – 29° C)

6η 23/05/05 – 27/05/05, υπό εντόνων βροχοπτώσεων (24° – 27° C)

7η 30/05/05 – 03/06/05, υπό εντόνων βροχοπτώσεων (24° – 27° C)

8η 06/06/05 – 10/06/05, υπό αίθριων καιρικών συνθηκών (29° – 32° C)

Κατά τη διεξαγωγή των εβδομαδιαίων τεστ, δεν παρατηρήθηκε κάποια ιδιαίτερη αλλαγή της συμπεριφοράς του κάθε πηγαδιού.

5.2 Αποτελέσματα τεστ ανάκτησης

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι μετρήσεις για τα τεστ ανάκαμψης για κάθε πηγάδι. Η σειρά των πηγαδιών είναι η εξής:

Α/Α	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΠΕΡΙΟΧΗ
1	MP 5-2	2
2	RW 5-1	2
3	MW 6	2
4	MP 5	2
5	RW 10-4	2
6	RW 5	2
7	RW 1-4	ΛΟΦΟΣ
8	26 A	ΛΟΦΟΣ
9	RW 1-5	ΛΟΦΟΣ
10	RW 29	ΛΟΦΟΣ
11	RW 2	ΛΟΦΟΣ
12	RW 1	ΛΟΦΟΣ
13	MW 6-1	4
14	MW 4-11	4
15	MW 4-9	4
16	MW 4-8	4
17	MW 4-7	4
18	MW 4-6	4
19	MP 5-3	4
20	MW 5-1	5
21	MW 2-1	5
22	RW 5-2	5
23	RW 5-2-1	5
24	RW 9	ΧΗΜΕΙΟ
25	20	ΧΗΜΕΙΟ
26	1 A	ΧΗΜΕΙΟ

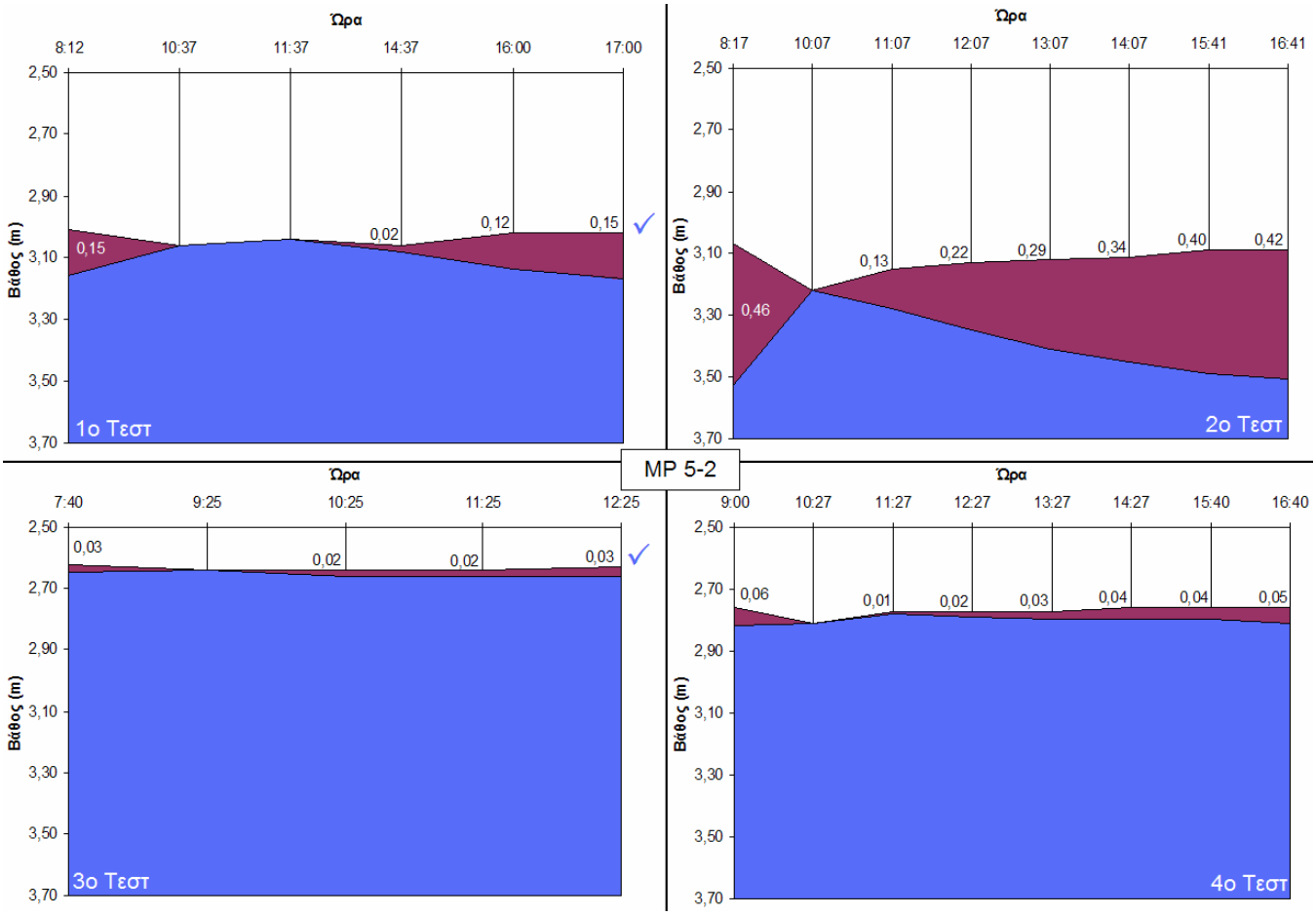
1. *MP 5-2 (μηνιαίες)*

Ημερομηνία: *25/11/2004*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:12	3,01	3,16	0,15
10:37	-	**3,06**	**0,00**
11:37	-	3,04	0,00
14:37	3,06	3,08	0,02
16:00	3,02	3,14	0,12
17:00	3,02	3,17	**0,15**

Ημερομηνία: *15/12/2004*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:17	3,07	3,53	0,46
10:07	-	**3,22**	**0,00**
11:07	3,15	3,28	0,13
12:07	3,13	3,35	0,22
13:07	3,12	3,41	0,29
14:07	3,11	3,45	0,34
15:41	3,09	3,49	0,40
16:41	3,09	3,51	0,42

Ημερομηνία: *02/03/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:40	2,62	2,65	0,03
9:25	-	**2,64**	**0,00**
10:25	2,64	2,66	0,02
11:25	2,64	2,66	0,02
12:25	2,63	2,66	**0,03**

Ημερομηνία: *29/03/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
9:00	2,76	2,82	0,06
10:27	-	**2,81**	**0,00**
11:27	2,77	2,78	0,01
12:27	2,77	2,79	0,02
13:27	2,77	2,80	0,03
14:27	2,76	2,80	0,04
15:40	2,76	2,80	0,04
16:40	2,76	2,81	0,05



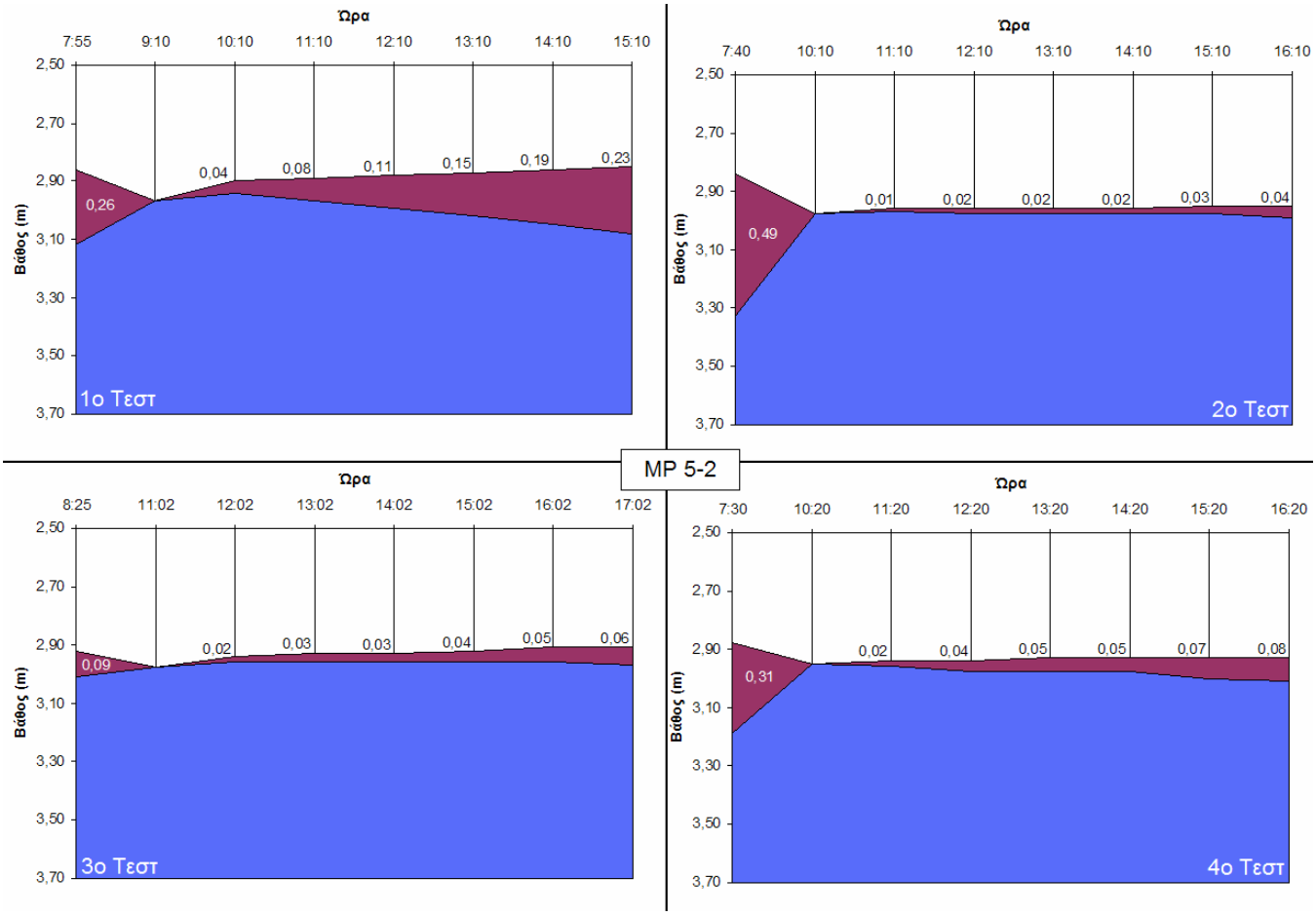
MP 5-2 (εβδομαδιαίες)

Ημερομηνία: *17/05/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:55	2,86	3,12	0,26
9:10	-	**2,97**	**0,00**
10:10	2,90	2,94	0,04
11:10	2,89	2,97	0,08
12:10	2,88	2,99	0,11
13:10	2,87	3,02	0,15
14:10	2,86	3,05	0,19
15:10	2,85	3,08	0,23

Ημερομηνία: *23/05/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 56 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:40	2,84	3,33	0,49
10:10	-	**2,98**	**0,00**
11:10	2,96	2,97	0,01
12:10	2,96	2,98	0,02
13:10	2,96	2,98	0,02
14:10	2,96	2,98	0,02
15:10	2,95	2,98	0,03
16:10	2,95	2,99	0,04

Ημερομηνία: *31/05/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
08:25	2,92	3,01	0,09
11:02	-	**2,98**	**0,00**
12:02	2,94	2,96	0,02
13:02	2,93	2,96	0,03
14:02	2,93	2,96	0,03
15:02	2,92	2,96	0,04
16:02	2,91	2,96	0,05
17:02	2,91	2,97	0,06

Ημερομηνία: *06/06/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 56 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:30	2,88	3,19	0,31
10:20	-	**2,95**	**0,00**
11:20	2,94	2,96	0,02
12:20	2,94	2,98	0,04
13:20	2,93	2,98	0,05
14:20	2,93	2,98	0,05
15:20	2,93	3,00	0,07
16:20	2,93	3,01	0,08



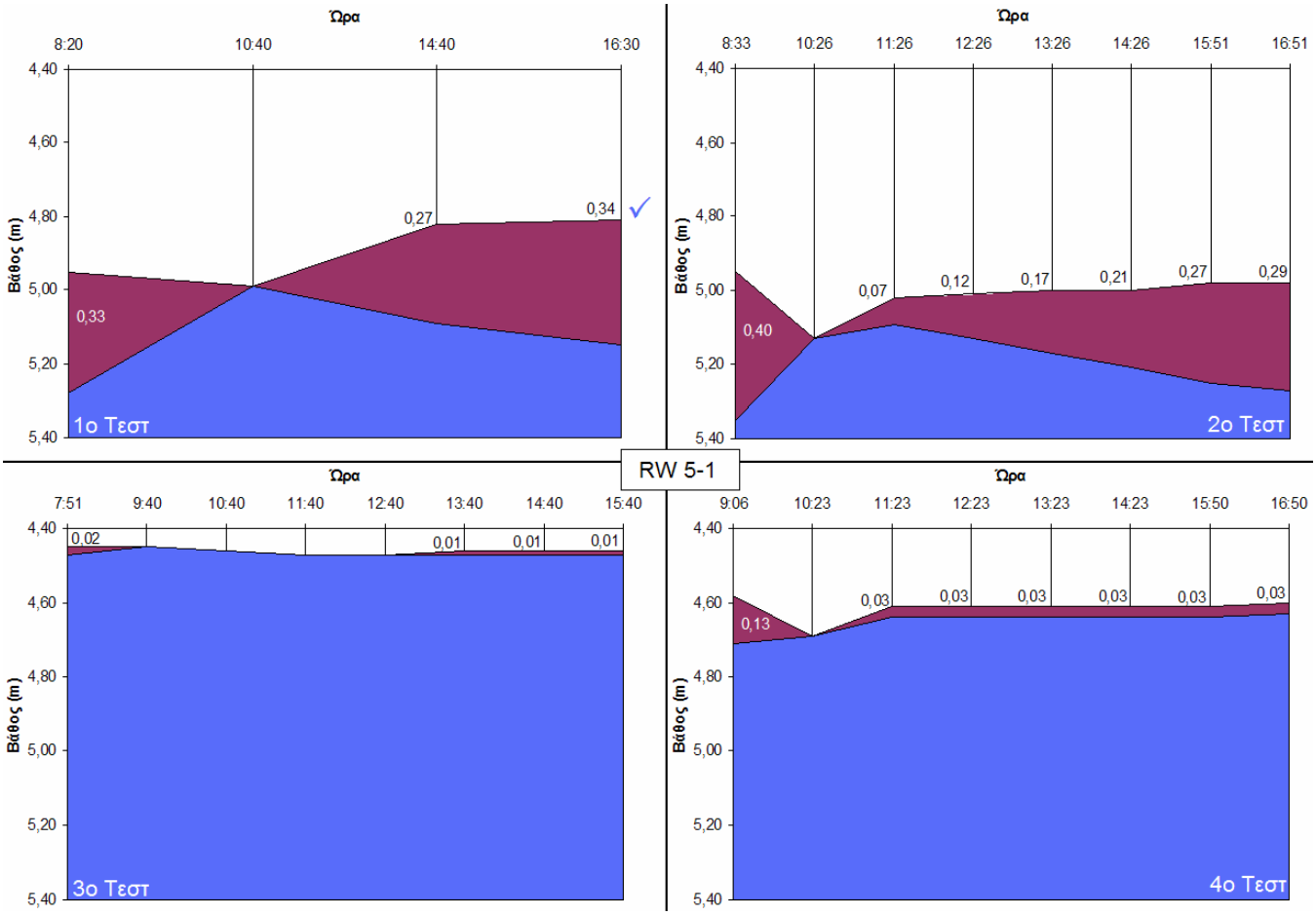
2. *RW 5-1 (μηνιαίες)*

Ημερομηνία: *25/11/2004*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:20	4,95	5,28	0,33
10:40	-	**4,99**	**0,00**
14:40	4,82	5,09	0,27
16:30	4,81	5,15	**0,34**

Ημερομηνία: *16/12/2004*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:33	4,95	5,35	0,40
10:26	-	**5,13**	**0,00**
11:26	5,02	5,09	0,07
12:26	5,01	5,13	0,12
13:26	5,00	5,17	0,17
14:26	5,00	5,21	0,21
15:51	4,98	5,25	0,27
16:51	4,98	5,27	0,29

Ημερομηνία: *02/03/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:51	4,45	4,47	0,02
9:40	-	**4,45**	**0,00**
10:40	-	4,46	0,00
11:40	-	4,47	0,00
12:40	-	4,47	0,00
13:40	4,46	4,47	0,01
14:40	4,46	4,47	0,01
15:40	4,46	4,47	0,01

Ημερομηνία: *29/03/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
9:06	4,58	4,71	0,13
10:23	-	**4,69**	**0,00**
11:23	4,61	4,64	0,03
12:23	4,61	4,64	0,03
13:23	4,61	4,64	0,03
14:23	4,61	4,64	0,03
15:50	4,61	4,64	0,03
16:50	4,60	4,63	0,03



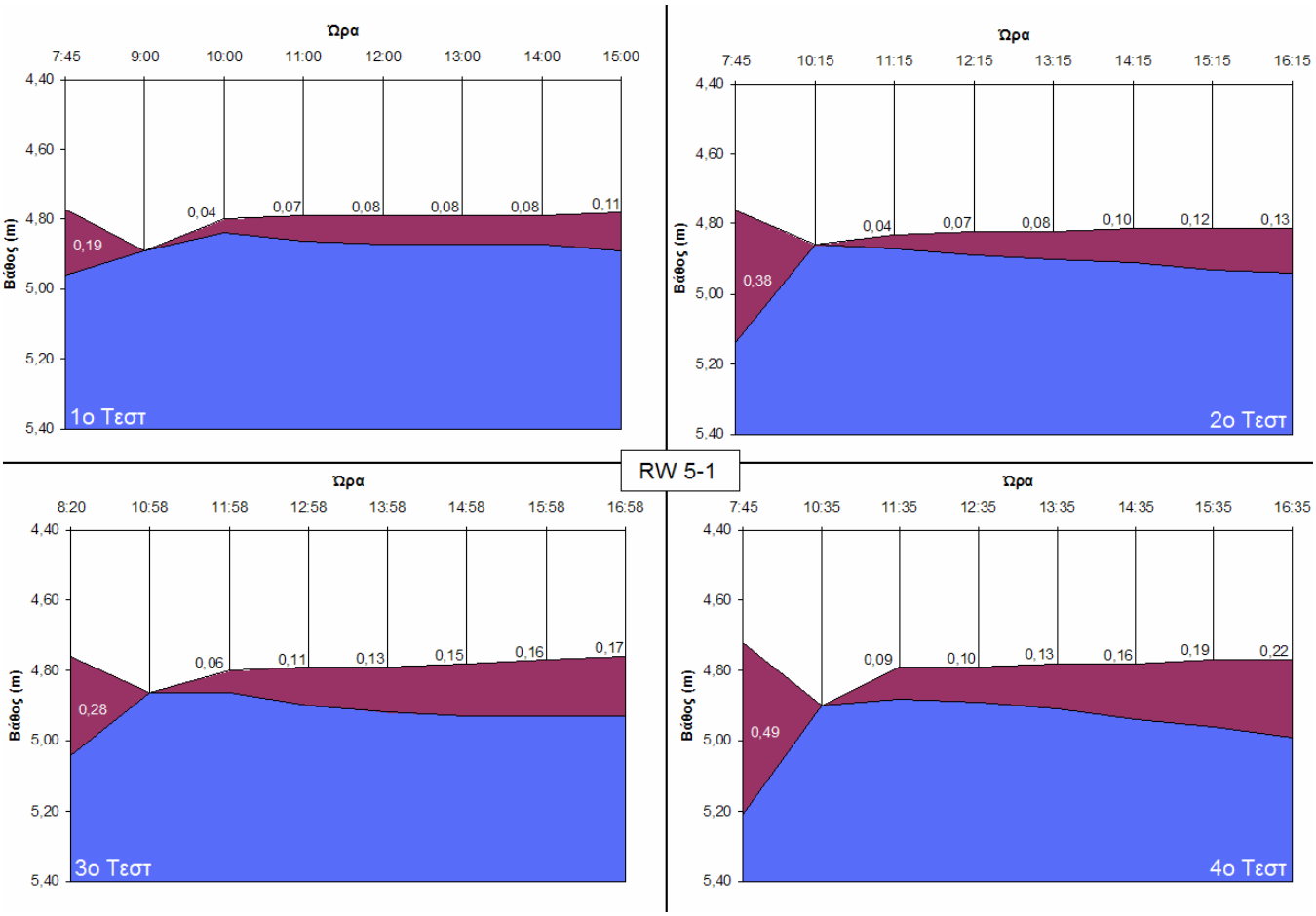
RW 5-1 (εβδομαδιαίες)

Ημερομηνία: *17/05/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:45	4,77	4,96	0,19
9:00	-	**4,89**	**0,00**
10:00	4,80	4,84	0,04
11:00	4,79	4,86	0,07
12:00	4,79	4,87	0,08
13:00	4,79	4,87	0,08
14:00	4,79	4,87	0,08
15:00	4,78	4,89	0,11

Ημερομηνία: *23/05/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 56 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:45	4,76	5,14	0,38
10:15	-	**4,86**	**0,00**
11:15	4,83	4,87	0,04
12:15	4,82	4,89	0,07
13:15	4,82	4,90	0,08
14:15	4,81	4,91	0,10
15:15	4,81	4,93	0,12
16:15	4,81	4,94	0,13

Ημερομηνία: *31/05/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
08:20	4,76	5,04	0,28
10:58	-	**4,86**	**0,00**
11:58	4,80	4,86	0,06
12:58	4,79	4,90	0,11
13:58	4,79	4,92	0,13
14:58	4,78	4,93	0,15
15:58	4,77	4,93	0,16
16:58	4,76	4,93	0,17

Ημερομηνία: *06/06/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 56 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:45	4,72	5,21	0,49
10:35	-	**4,90**	**0,00**
11:35	4,79	4,88	0,09
12:35	4,79	4,89	0,10
13:35	4,78	4,91	0,13
14:35	4,78	4,94	0,16
15:35	4,77	4,96	0,19
16:35	4,77	4,99	0,22



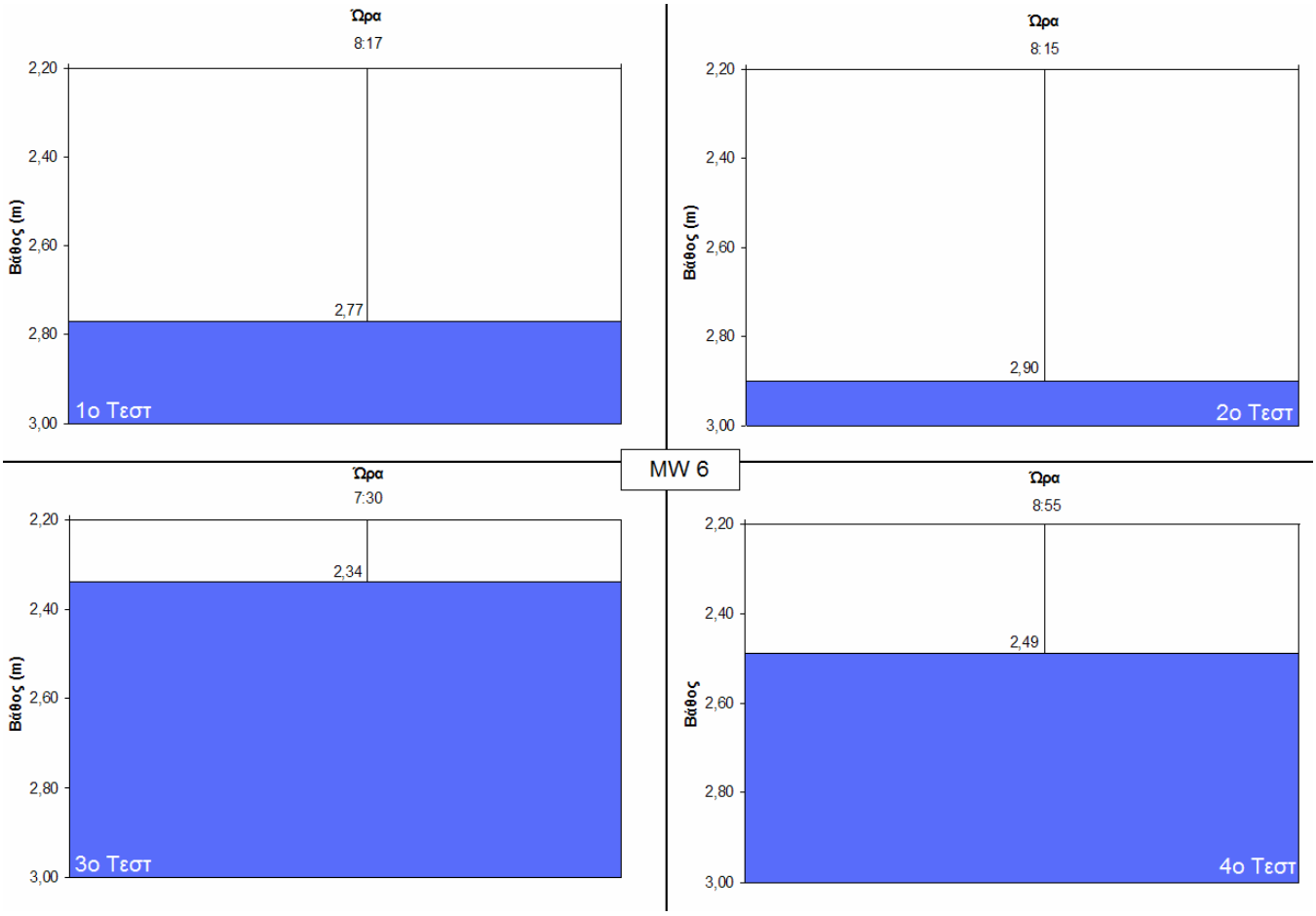
3. MW 6

Ημερομηνία: *25/11/2004*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	Ελαιώδη	Νερό	Διαφορά
8:17	-	2,77	0,00

Ημερομηνία: *15/12/2004*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	Ελαιώδη	Νερό	Διαφορά
8:15	-	2,90	0,00

Ημερομηνία: *02/03/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	Ελαιώδη	Νερό	Διαφορά
7:30	-	2,34	0,00

Ημερομηνία: *29/03/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	Ελαιώδη	Νερό	Διαφορά
8:55	-	2,49	0,00



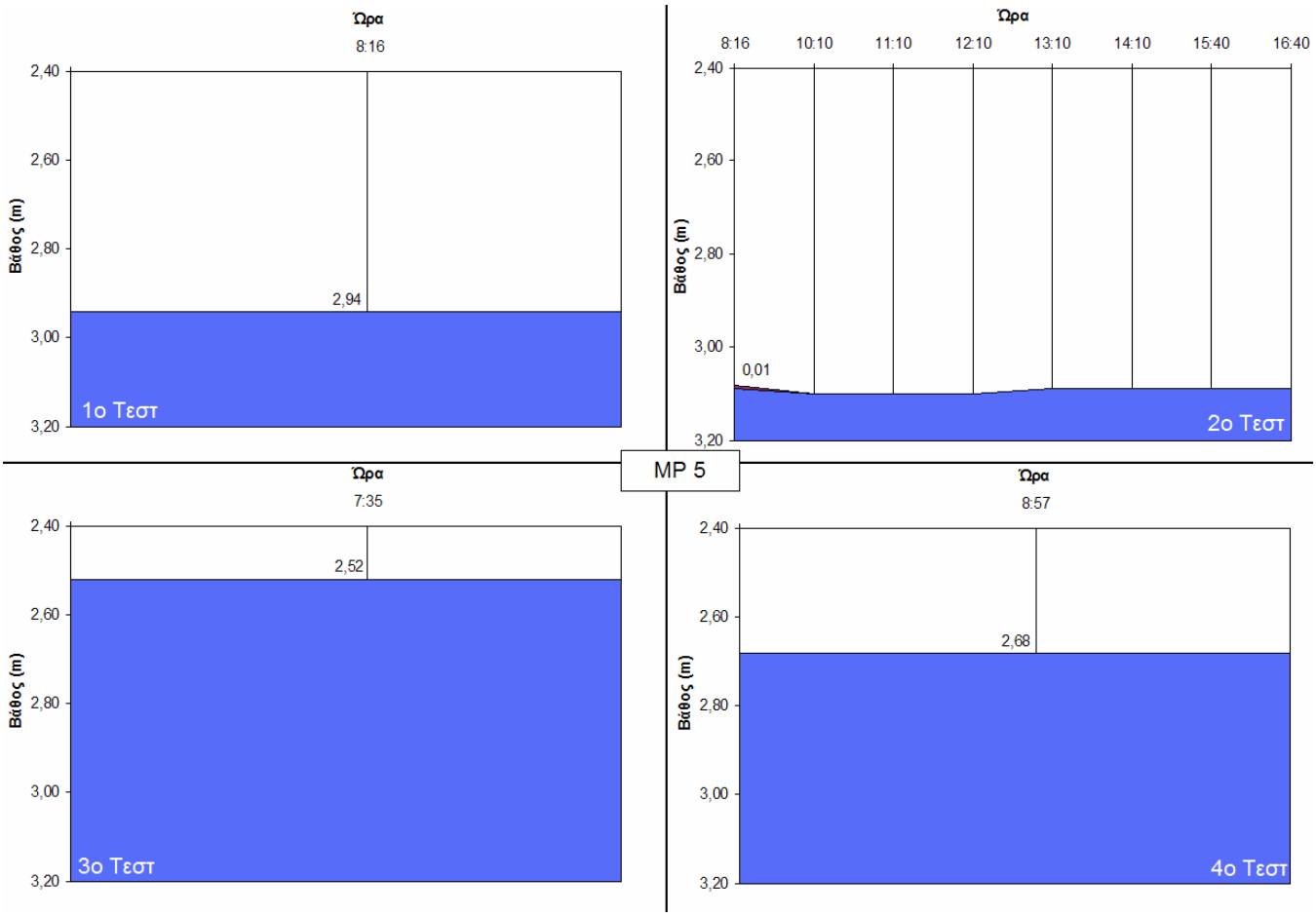
4. MP 5

Ημερομηνία: *25/11/2004*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:16	-	**2,94**	**0,00**

Ημερομηνία: *15/12/2004*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:16	3,08	3,09	0,01
10:10	-	**3,10**	**0,00**
11:10	-	3,10	0,00
12:10	-	3,10	0,00
13:10	-	3,09	0,00
14:10	-	3,09	0,00
15:40	-	3,09	0,00
16:40	-	3,09	0,00

Ημερομηνία: *02/03/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:35	-	**2,52**	**0,00**

Ημερομηνία: *29/03/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:57	-	**2,68**	**0,00**



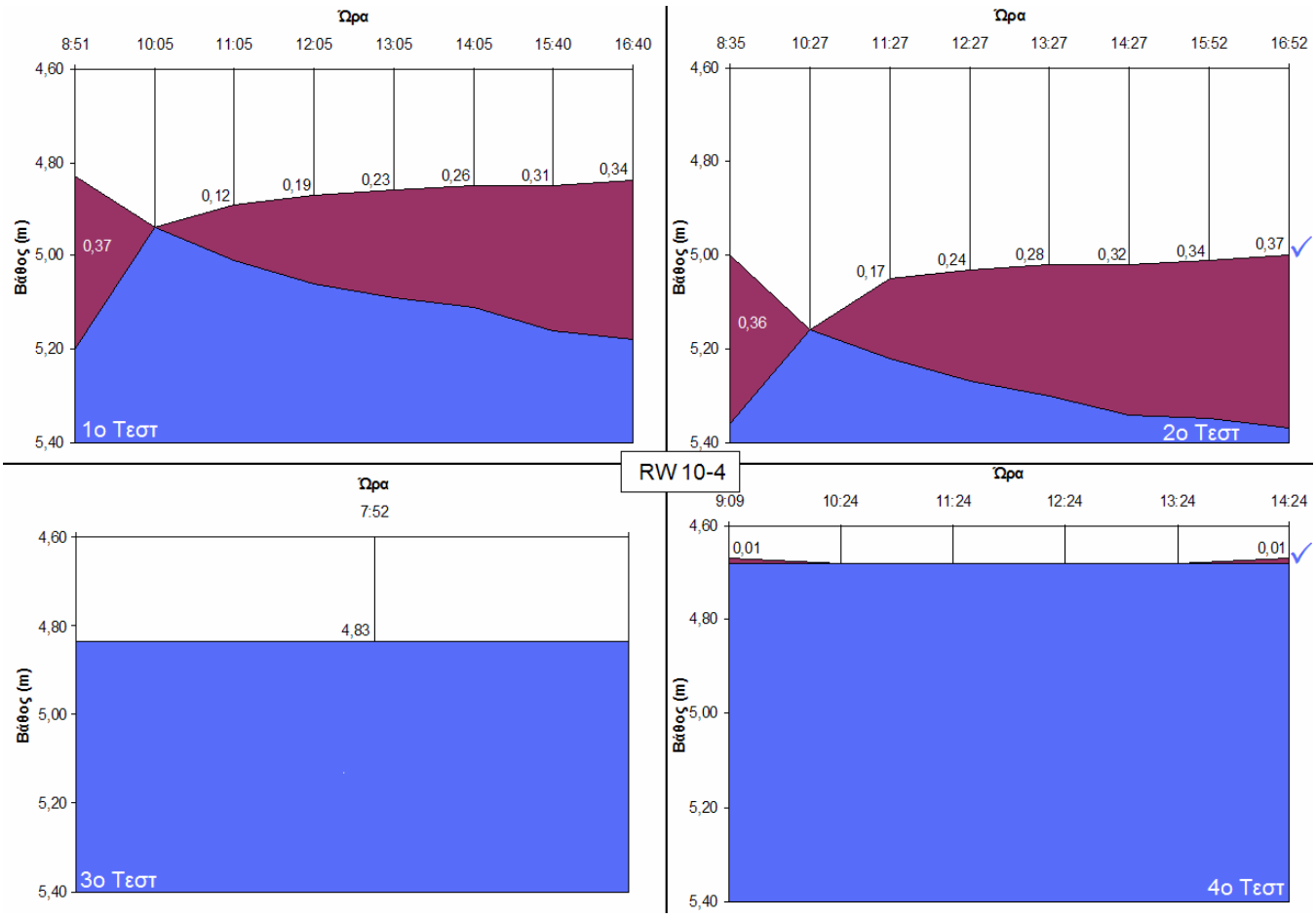
5. *RW 10-4 (μηνιαίες)*

Ημερομηνία: *24/11/2004*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:51	4,83	5,20	0,37
10:05	-	**4,94**	**0,00**
11:05	4,89	5,01	0,12
12:05	4,87	5,06	0,19
13:05	4,86	5,09	0,23
14:05	4,85	5,11	0,26
15:40	4,85	5,16	0,31
16:40	4,84	5,18	0,34

Ημερομηνία: *15/12/2004*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:35	5,00	5,36	0,36
10:27	-	**5,16**	**0,00**
11:27	5,05	5,22	0,17
12:27	5,03	5,27	0,24
13:27	5,02	5,30	0,28
14:27	5,02	5,34	0,32
15:52	5,01	5,35	0,34
16:52	5,00	5,37	**0,37**

Ημερομηνία: *02/03/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:52	-	**4,83**	**0,00**

Ημερομηνία: *29/03/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
9:09	4,67	4,68	0,01
10:24	-	**4,68**	**0,00**
11:24	-	4,68	0,00
12:24	-	4,68	0,00
13:24	-	4,68	0,00
14:24	4,67	4,68	**0,01**



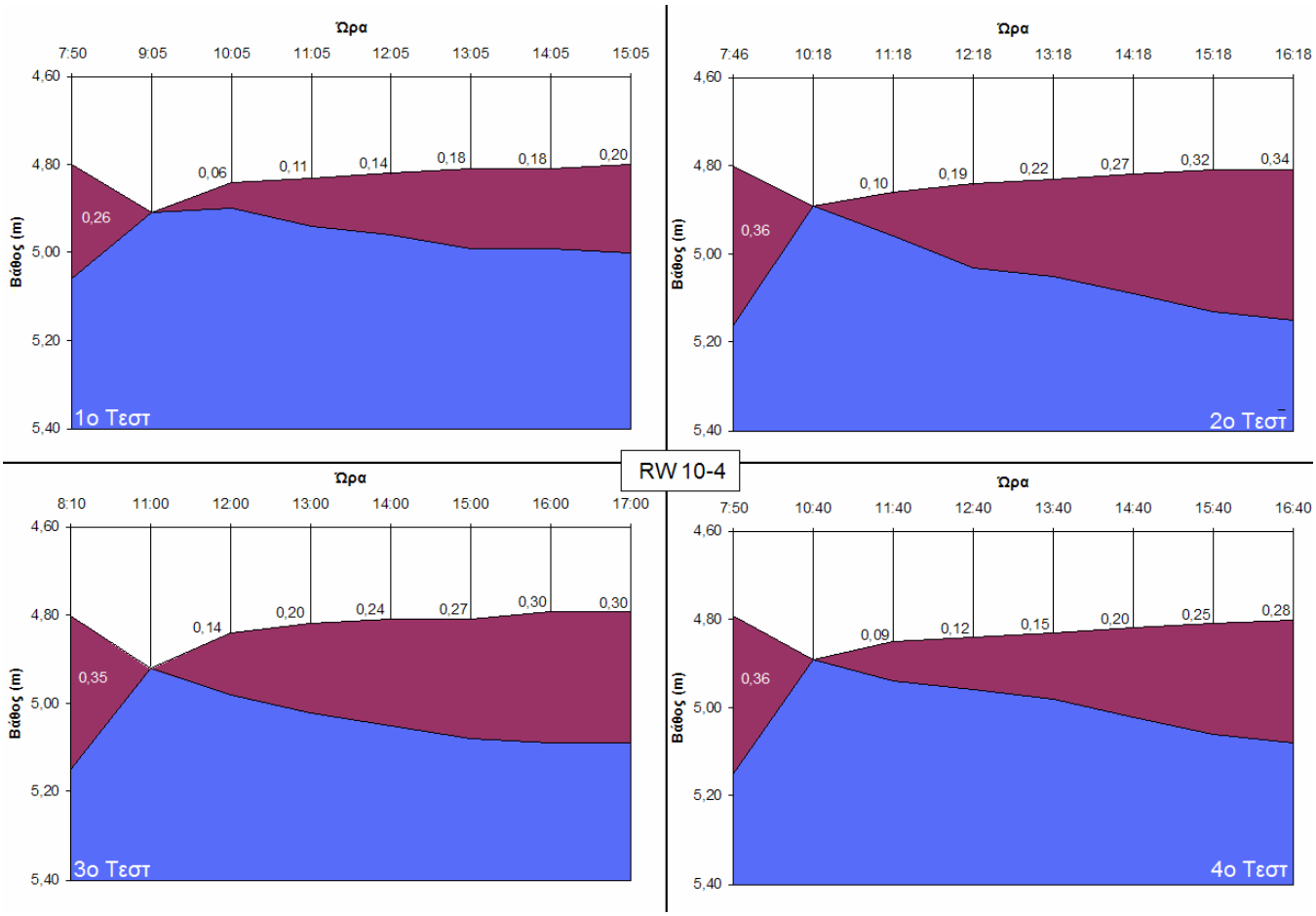
RW 10-4 (εβδομαδιαίες)

Ημερομηνία: *17/05/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:50	4,80	5,06	0,26
9:05	-	**4,91**	**0,00**
10:05	4,84	4,90	0,06
11:05	4,83	4,94	0,11
12:05	4,82	4,96	0,14
13:05	4,81	4,99	0,18
14:05	4,81	4,99	0,18
15:05	4,80	5,00	0,20

Ημερομηνία: *23/05/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 56 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:46	4,80	5,16	0,36
10:18	-	**4,89**	**0,00**
11:18	4,86	4,96	0,10
12:18	4,84	5,03	0,19
13:18	4,83	5,05	0,22
14:18	4,82	5,09	0,27
15:18	4,81	5,13	0,32
16:18	4,81	5,15	0,34

Ημερομηνία: *31/05/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
08:10	4,80	5,15	0,35
11:00	-	**4,92**	**0,00**
12:00	4,84	4,98	0,14
13:00	4,82	5,02	0,20
14:00	4,81	5,05	0,24
15:00	4,81	5,08	0,27
16:00	4,79	5,09	0,30
17:00	4,79	5,09	0,30

Ημερομηνία: *06/06/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 56 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:50	4,79	5,15	0,36
10:40	-	**4,89**	**0,00**
11:40	4,85	4,94	0,09
12:40	4,84	4,96	0,12
13:40	4,83	4,98	0,15
14:40	4,82	5,02	0,20
15:40	4,81	5,06	0,25
16:40	4,80	5,08	0,28



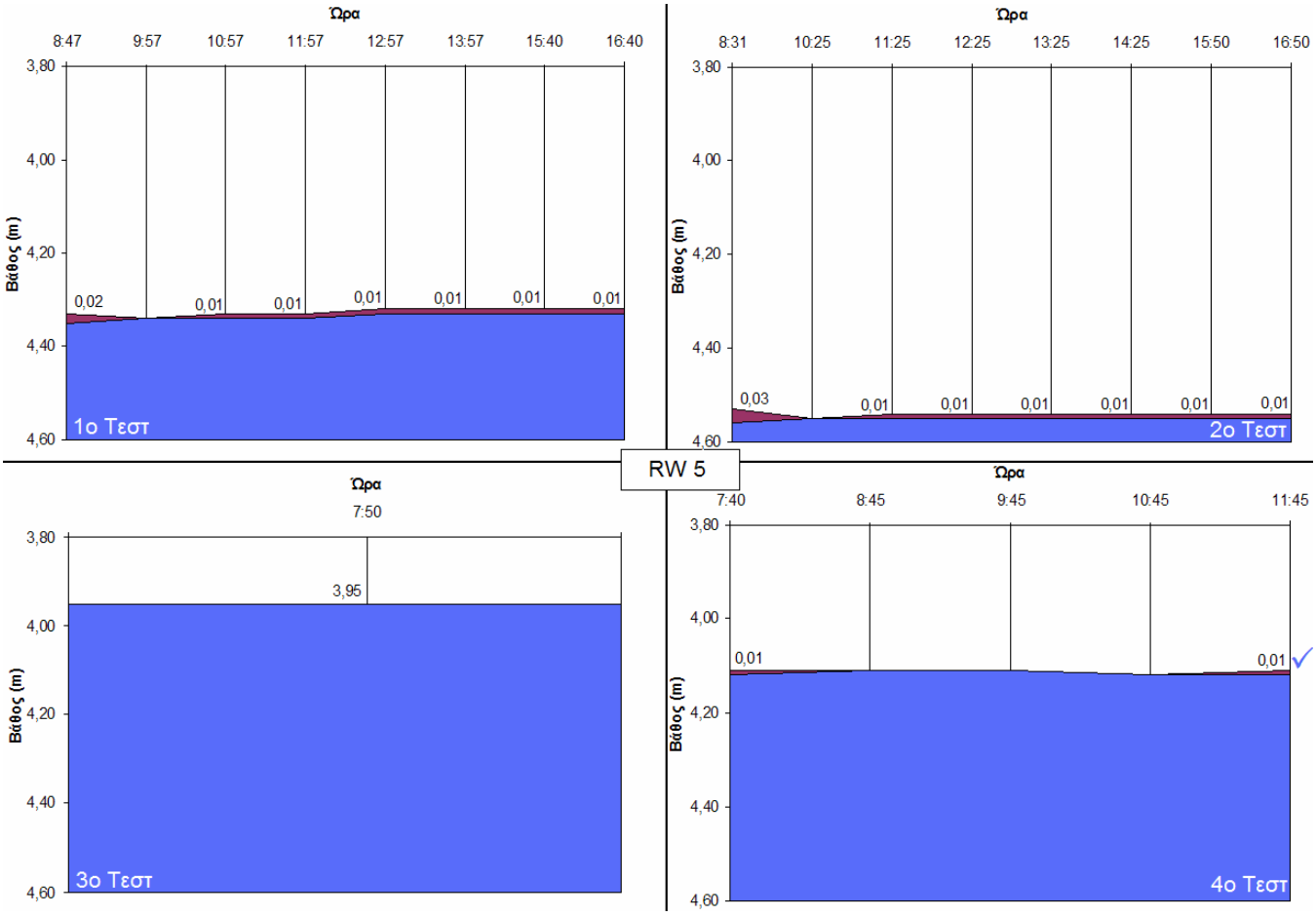
6. RW 5

Ημερομηνία: *24/11/2004*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:47	4,33	4,35	0,02
9:57	-	**4,34**	**0,00**
10:57	4,33	4,34	0,01
11:57	4,33	4,34	0,01
12:57	4,32	4,33	0,01
13:57	4,32	4,33	0,01
15:40	4,32	4,33	0,01
16:40	4,32	4,33	0,01

Ημερομηνία: *15/12/2004*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:31	4,53	4,56	0,03
10:25	-	**4,55**	**0,00**
11:25	4,54	4,55	0,01
12:25	4,54	4,55	0,01
13:25	4,54	4,55	0,01
14:25	4,54	4,55	0,01
15:50	4,54	4,55	0,01
16:50	4,54	4,55	0,01

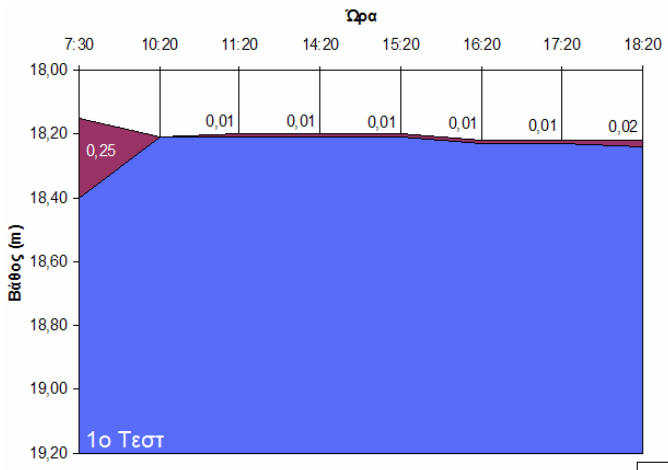
Ημερομηνία: *02/03/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:50	-	**3,95**	**0,00**

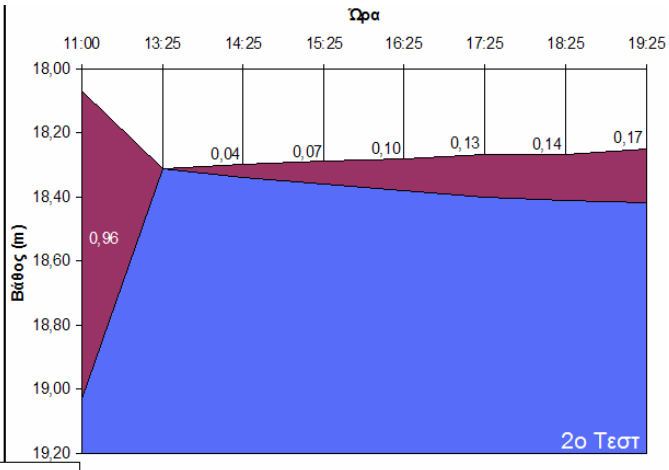
Ημερομηνία: *30/03/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:40	4,11	4,12	0,01
8:45	-	**4,11**	**0,00**
9:45	-	4,11	0,00
10:45	-	4,12	0,00
11:45	4,11	4,12	**0,01**



7. RW 1-4

Ημερομηνία: *28/02/2005*				Ημερομηνία: *28/03/2005*			
Περιοχή *ΛΟΦΟΣ*				Περιοχή *ΛΟΦΟΣ*			
Διακοπή: 56 ώρες				Διακοπή: 72 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**	**Ώρα**	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:30	18,15	18,40	0,25	**11:00**	18,07	19,03	0,96
10:20	-	**18,21**	**0,00**	**13:25**	-	**18,31**	**0,00**
11:20	18,20	18,21	0,01	**14:25**	18,30	18,34	0,04
14:20	18,20	18,21	0,01	**15:25**	18,29	18,36	0,07
15:20	18,20	18,21	0,01	**16:25**	18,28	18,38	0,10
16:20	18,22	18,23	0,01	**17:25**	18,27	18,40	0,13
17:20	18,22	18,23	0,01	**18:25**	18,27	18,41	0,14
18:20	18,22	18,24	0,02	**19:25**	18,25	18,42	0,17





RW 1-4

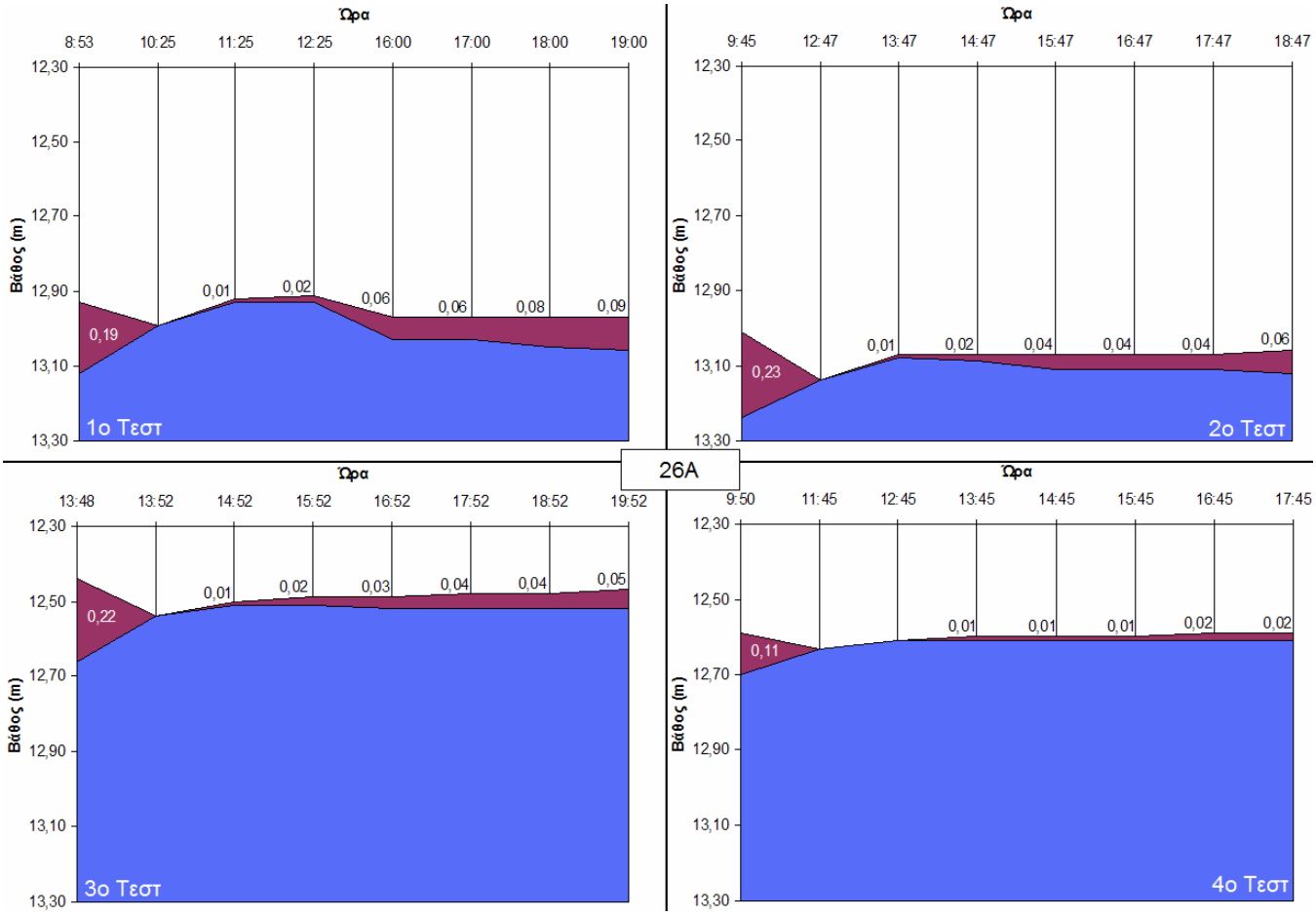
8. **26 A**

Ημερομηνία: *25/11/2004*			
Περιοχή *ΛΟΦΟΣ*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:53	12,93	13,12	0,19
10:25	-	**12,99**	**0,00**
11:25	12,92	12,93	0,01
12:25	12,91	12,93	0,02
16:00	12,97	13,03	0,06
17:00	12,97	13,03	0,06
18:00	12,97	13,05	0,08
19:00	12,97	13,06	0,09

Ημερομηνία: *16/12/2004*			
Περιοχή *ΛΟΦΟΣ*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
9:45	13,01	13,24	0,23
12:47	-	**13,14**	**0,00**
13:47	13,07	13,08	0,01
14:47	13,07	13,09	0,02
15:47	13,07	13,11	0,04
16:47	13,07	13,11	0,04
17:47	13,07	13,11	0,04
18:47	13,06	13,12	0,06

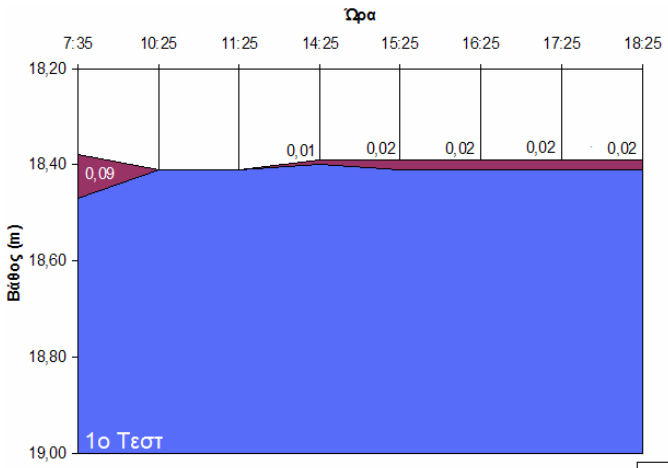
Ημερομηνία: *03/03/2005*			
Περιοχή *ΛΟΦΟΣ*			
Διακοπή: 16 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
13:48	12,44	12,66	0,22
13:52	-	**12,54**	**0,00**
14:52	12,50	12,51	0,01
15:52	12,49	12,51	0,02
16:52	12,49	12,52	0,03
17:52	12,48	12,52	0,04
18:52	12,48	12,52	0,04
19:52	12,47	12,52	0,05

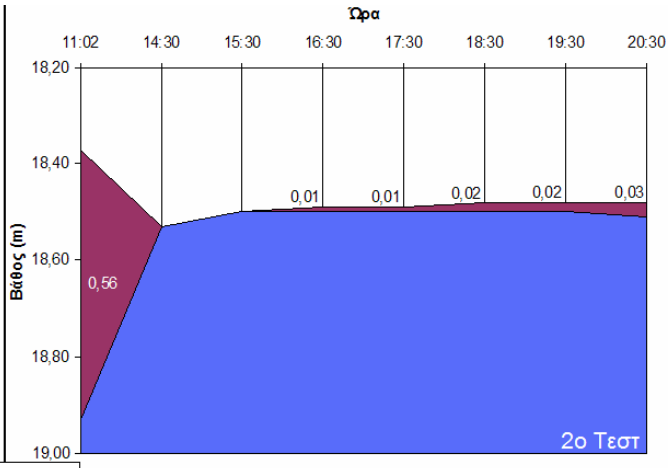
Ημερομηνία: *28/03/2005*			
Περιοχή *ΛΟΦΟΣ*			
Διακοπή: 72 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
9:50	12,59	12,70	0,11
11:45	-	**12,63**	**0,00**
12:45	-	12,61	0,00
13:45	12,60	12,61	0,01
14:45	12,60	12,61	0,01
15:45	12,60	12,61	0,01
16:45	12,59	12,61	0,02
17:45	12,59	12,61	0,02



9. *RW 1-5*

Ημερομηνία: *28/02/2005*				**Ημερομηνία:** *28/03/2005*			
Περιοχή *ΛΟΦΟΣ*				**Περιοχή** *ΛΟΦΟΣ*			
Διακοπή: 56 ώρες				**Διακοπή:** 72 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**	**Ώρα**	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:35	18,38	18,47	0,09	**11:02**	18,37	18,93	0,56
10:25	-	**18,41**	**0,00**	**14:30**	-	**18,53**	**0,00**
11:25	-	18,41	0,00	**15:30**	-	18,50	0,00
14:25	18,39	18,40	0,01	**16:30**	18,49	18,50	0,01
15:25	18,39	18,41	0,02	**17:30**	18,49	18,50	0,01
16:25	18,39	18,41	0,02	**18:30**	18,48	18,50	0,02
17:25	18,39	18,41	0,02	**19:30**	18,48	18,50	0,02
18:25	18,39	18,41	0,02	**20:30**	18,48	18,51	0,03





RW 1-5

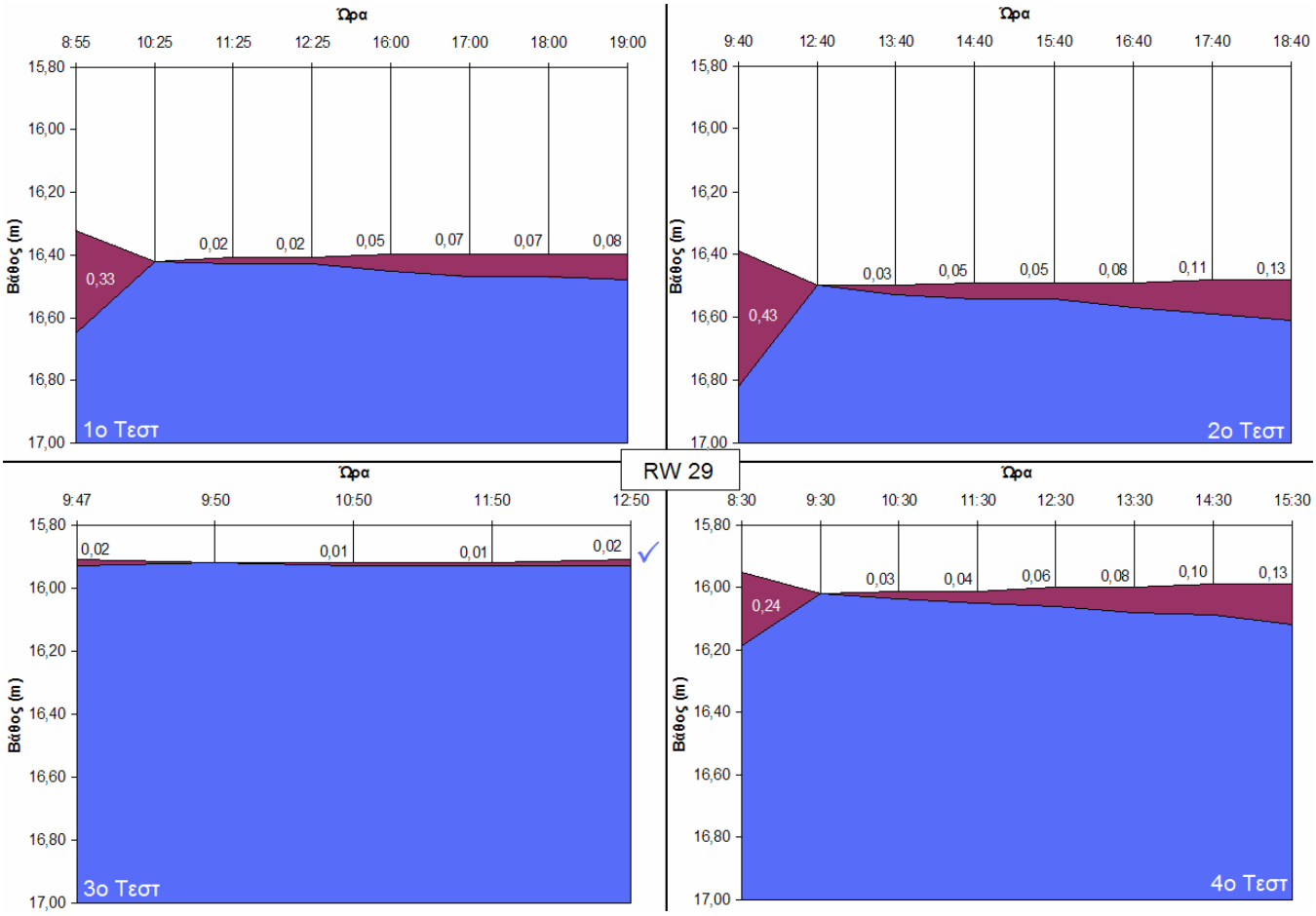
10. RW 29 (μηνιαίες)

Ημερομηνία: *25/11/2004*			
Περιοχή *ΛΟΦΟΣ*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:55	16,32	16,65	0,33
10:25	-	**16,42**	**0,00**
11:25	16,41	16,43	0,02
12:25	16,41	16,43	0,02
16:00	16,40	16,45	0,05
17:00	16,40	16,47	0,07
18:00	16,40	16,47	0,07
19:00	16,40	16,48	0,08

Ημερομηνία: *16/12/2004*			
Περιοχή *ΛΟΦΟΣ*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
9:40	16,39	16,82	0,43
12:40	-	**16,50**	**0,00**
13:40	16,50	16,53	0,03
14:40	16,49	16,54	0,05
15:40	16,49	16,54	0,05
16:40	16,49	16,57	0,08
17:40	16,48	16,59	0,11
18:40	16,48	16,61	0,13

Ημερομηνία: *03/03/2005*			
Περιοχή *ΛΟΦΟΣ*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
9:47	15,91	15,93	0,02
9:50	-	**15,92**	**0,00**
10:50	15,92	15,93	0,01
11:50	15,92	15,93	0,01
12:50	15,91	15,93	**0,02**

Ημερομηνία: *31/03/2005*			
Περιοχή *ΛΟΦΟΣ*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:30	15,95	16,19	0,24
9:30	-	**16,02**	**0,00**
10:30	16,01	16,04	0,03
11:30	16,01	16,05	0,04
12:30	16,00	16,06	0,06
13:30	16,00	16,08	0,08
14:30	15,99	16,09	0,10
15:30	15,99	16,12	0,13



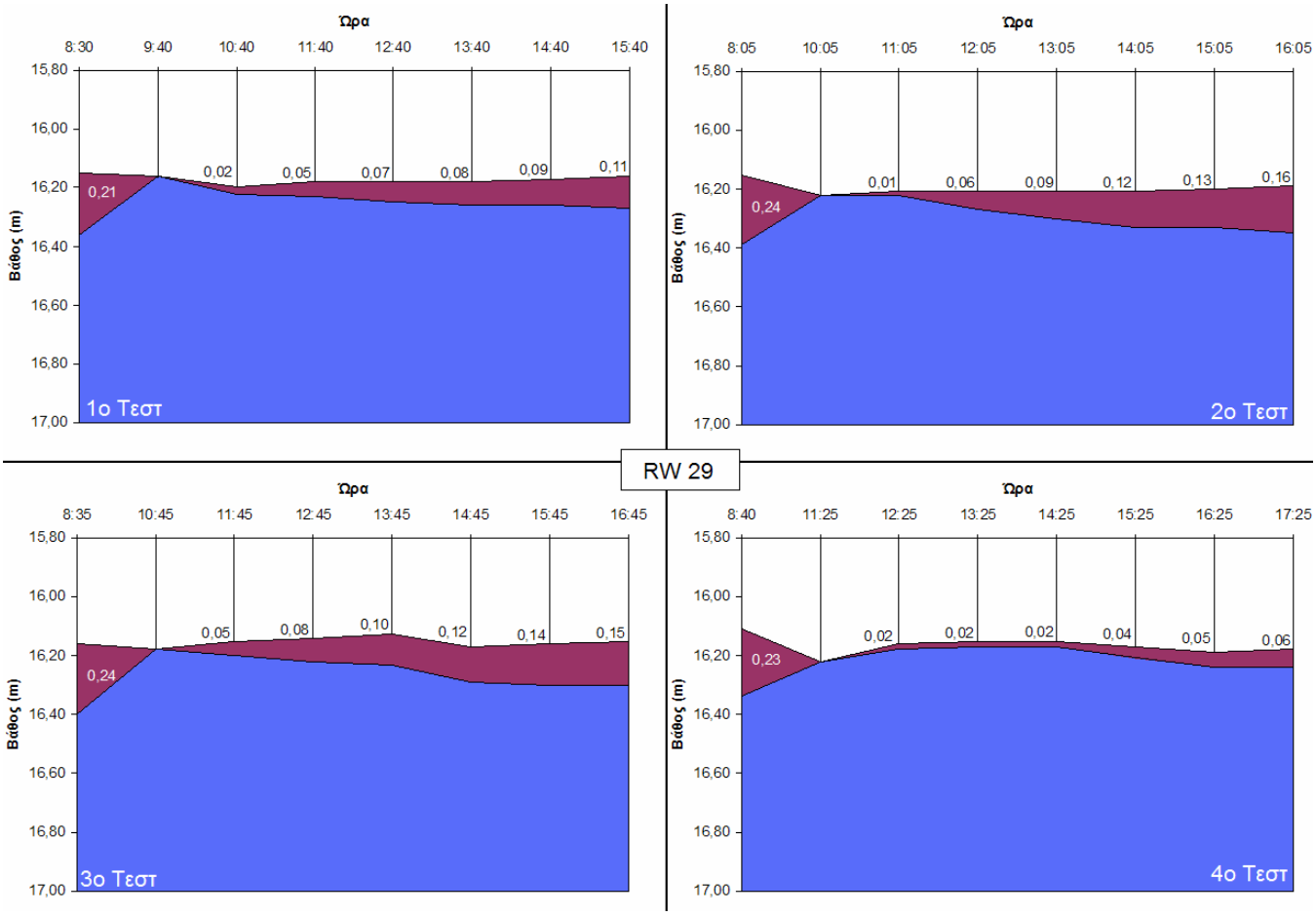
RW 29 (εβδομαδιαίες)

Ημερομηνία: *17/05/2005*			
Περιοχή *ΛΟΦΟΣ*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:30	16,15	16,36	0,21
9:40	-	**16,16**	**0,00**
10:40	16,20	16,22	0,02
11:40	16,18	16,23	0,05
12:40	16,18	16,25	0,07
13:40	16,18	16,26	0,08
14:40	16,17	16,26	0,09
15:40	16,16	16,27	0,11

Ημερομηνία: *25/05/2005*			
Περιοχή *ΛΟΦΟΣ*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:05	16,15	16,39	0,24
10:05	-	**16,22**	**0,00**
11:05	16,21	16,22	0,01
12:05	16,21	16,27	0,06
13:05	16,21	16,30	0,09
14:05	16,21	16,33	0,12
15:05	16,20	16,33	0,13
16:05	16,19	16,35	0,16

Ημερομηνία: *31/05/2005*			
Περιοχή *ΛΟΦΟΣ*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
08:35	16,16	16,40	0,24
10:45	-	**16,18**	**0,00**
11:45	16,15	16,20	0,05
12:45	16,14	16,22	0,08
13:45	16,13	16,23	0,10
14:45	16,17	16,29	0,12
15:45	16,16	16,30	0,14
16:45	16,15	16,30	0,15

Ημερομηνία: *07/06/2005*			
Περιοχή *ΛΟΦΟΣ*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:40	16,11	16,34	0,23
11:25	-	**16,22**	**0,00**
12:25	16,16	16,18	0,02
13:25	16,15	16,17	0,02
14:25	16,15	16,17	0,02
15:25	16,17	16,21	0,04
16:25	16,19	16,24	0,05
17:25	16,18	16,24	0,06



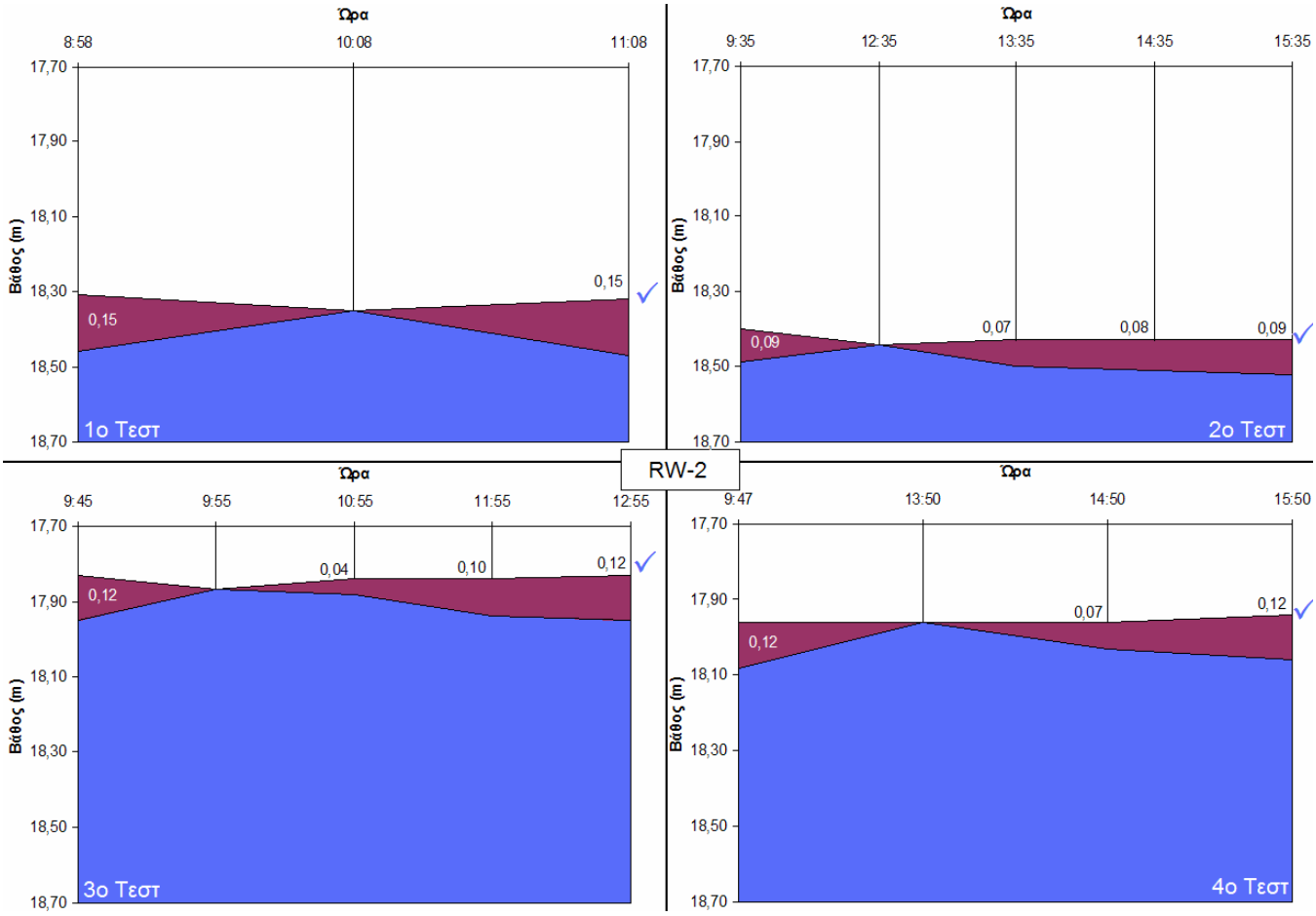
11. RW 2

Ημερομηνία: *25/11/2004*			
Περιοχή *ΛΟΦΟΣ*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:58	18,31	18,46	0,15
10:08	-	**18,35**	**0,00**
11:08	18,32	18,47	**0,15**

Ημερομηνία: *16/12/2004*			
Περιοχή *ΛΟΦΟΣ*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
9:35	18,40	18,49	0,09
12:35	-	**18,44**	**0,00**
13:35	18,43	18,50	0,07
14:35	18,43	18,51	0,08
15:35	18,43	18,52	**0,09**

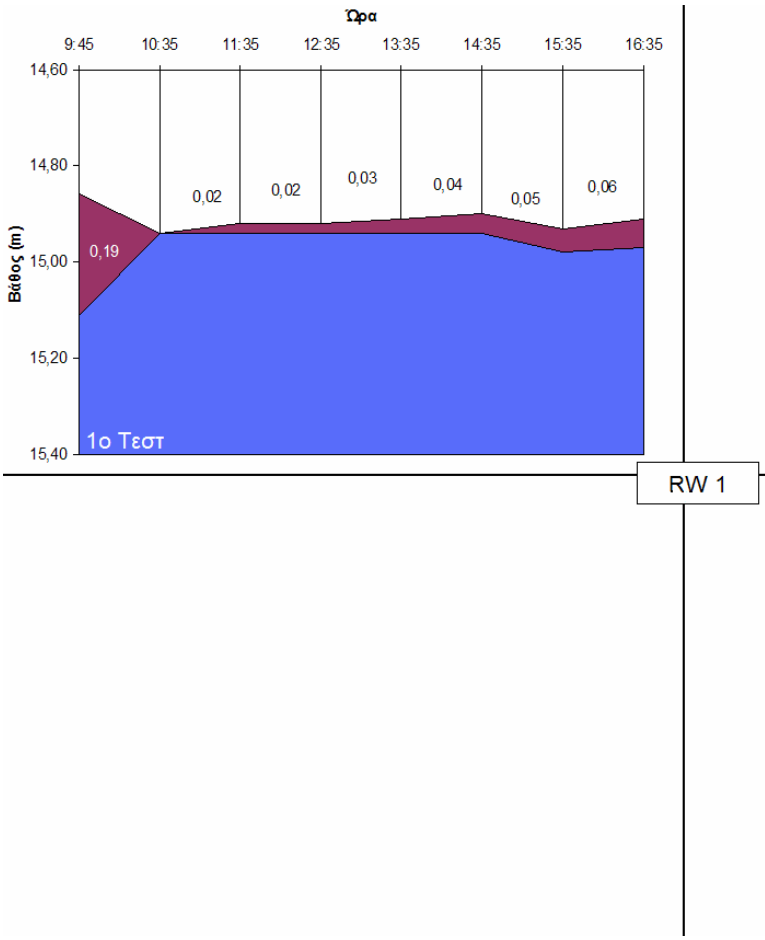
Ημερομηνία: *03/03/2005*			
Περιοχή *ΛΟΦΟΣ*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
9:45	17,83	17,95	0,12
9:55	-	**17,87**	**0,00**
10:55	17,84	17,88	0,04
11:55	17,84	17,94	0,10
12:55	17,83	17,95	**0,12**

Ημερομηνία: *28/03/2005*			
Περιοχή *ΛΟΦΟΣ*			
Διακοπή: 72 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
9:47	17,96	18,08	0,12
13:50	-	**17,96**	**0,00**
14:50	17,96	18,03	0,07
15:50	17,94	18,06	**0,12**



12. RW 1

Ημερομηνία: *28/03/2005*			
Περιοχή *ΛΟΦΟΣ*			
Διακοπή: 72 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
9:45	14,86	15,11	0,25
10:35	-	**14,94**	**0,00**
11:35	14,92	14,94	0,02
12:35	14,92	14,94	0,02
13:35	14,91	14,94	0,03
14:35	14,90	14,94	0,04
15:35	14,93	14,98	0,05
16:35	14,91	14,97	0,06



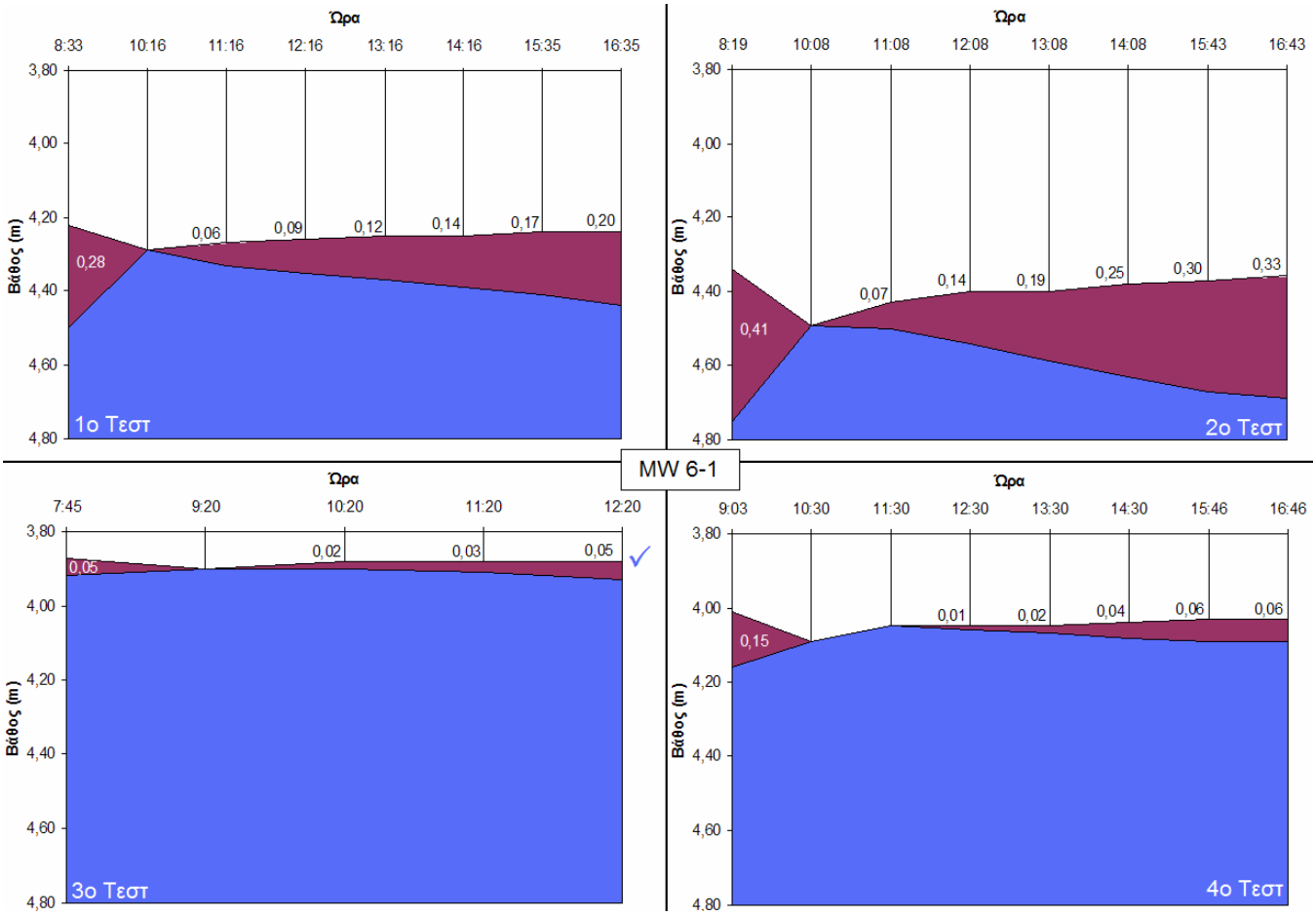
13. MW 6-1

Ημερομηνία: *24/11/2004*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:33	4,22	4,50	0,28
10:16	-	**4,29**	**0,00**
11:16	4,27	4,33	0,06
12:16	4,26	4,35	0,09
13:16	4,25	4,37	0,12
14:16	4,25	4,39	0,14
15:35	4,24	4,41	0,17
16:35	4,24	4,44	0,20

Ημερομηνία: *15/12/2004*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:19	4,34	4,75	0,41
10:08	-	**4,49**	**0,00**
11:08	4,43	4,50	0,07
12:08	4,40	4,54	0,14
13:08	4,40	4,59	0,19
14:08	4,38	4,63	0,25
15:43	4,37	4,67	0,30
16:43	4,36	4,69	0,33

Ημερομηνία: *02/03/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:45	3,87	3,92	0,05
9:20	-	**3,90**	**0,00**
10:20	3,88	3,90	0,02
11:20	3,88	3,91	0,03
12:20	3,88	3,93	**0,05**

Ημερομηνία: *29/03/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
9:03	4,01	4,16	0,15
10:30	-	**4,09**	**0,00**
11:30	-	4,05	0,00
12:30	4,05	4,06	0,01
13:30	4,05	4,07	0,02
14:30	4,04	4,08	0,04
15:46	4,03	4,09	0,06
16:46	4,03	4,09	0,06

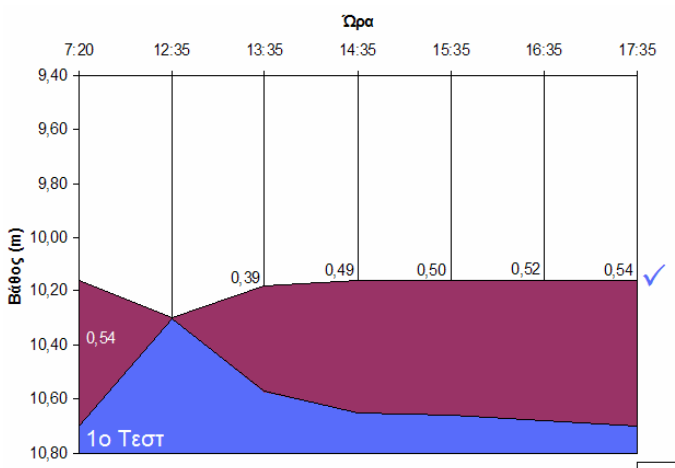


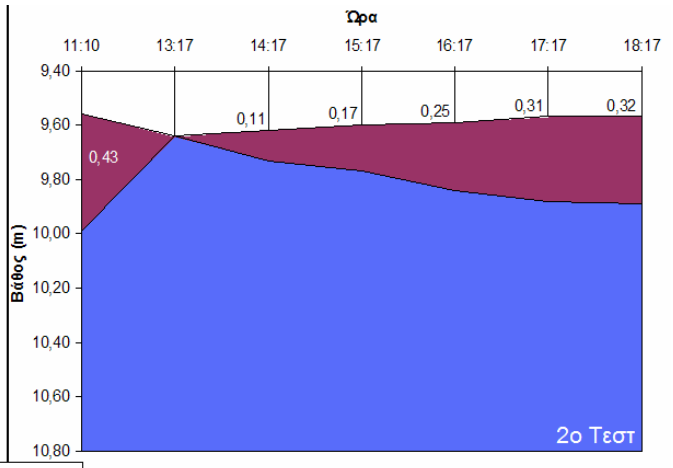
14. MW 4-11

Ημερομηνία: *17/12/2004*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:20	10,16	10,70	0,54
12:35	-	**10,31**	**0,00**
13:35	10,18	10,57	0,39
14:35	10,16	10,65	0,49
15:35	10,16	10,66	0,50
16:35	10,16	10,68	0,52
17:35	10,16	10,70	**0,54**

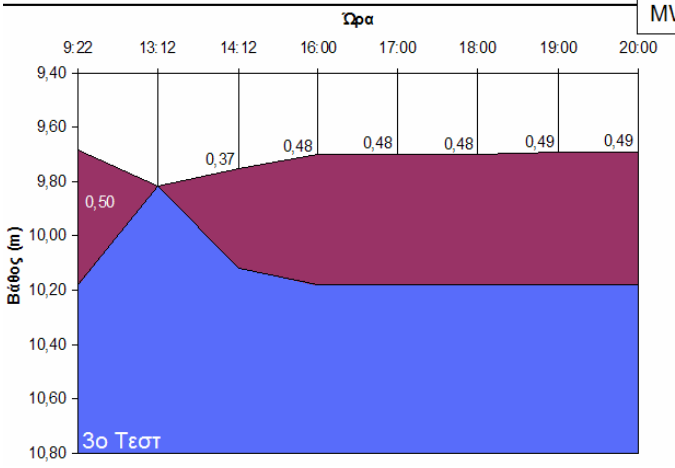
Ημερομηνία: *01/03/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
11:10	9,56	9,99	0,43
13:17	-	**9,64**	**0,00**
14:17	9,62	9,73	0,11
15:17	9,60	9,77	0,17
16:17	9,59	9,84	0,25
17:17	9,57	9,88	0,31
18:17	9,57	9,89	0,32

Ημερομηνία: 29/03/2005			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
9:22	9,68	10,18	0,50
13:12	-	**9,82**	**0,00**
14:12	9,75	10,12	0,37
16:00	9,70	10,18	0,48
17:00	9,70	10,18	0,48
18:00	9,70	10,18	0,48
19:00	9,69	10,18	0,49
20:00	9,69	10,18	0,49





MW 4-11



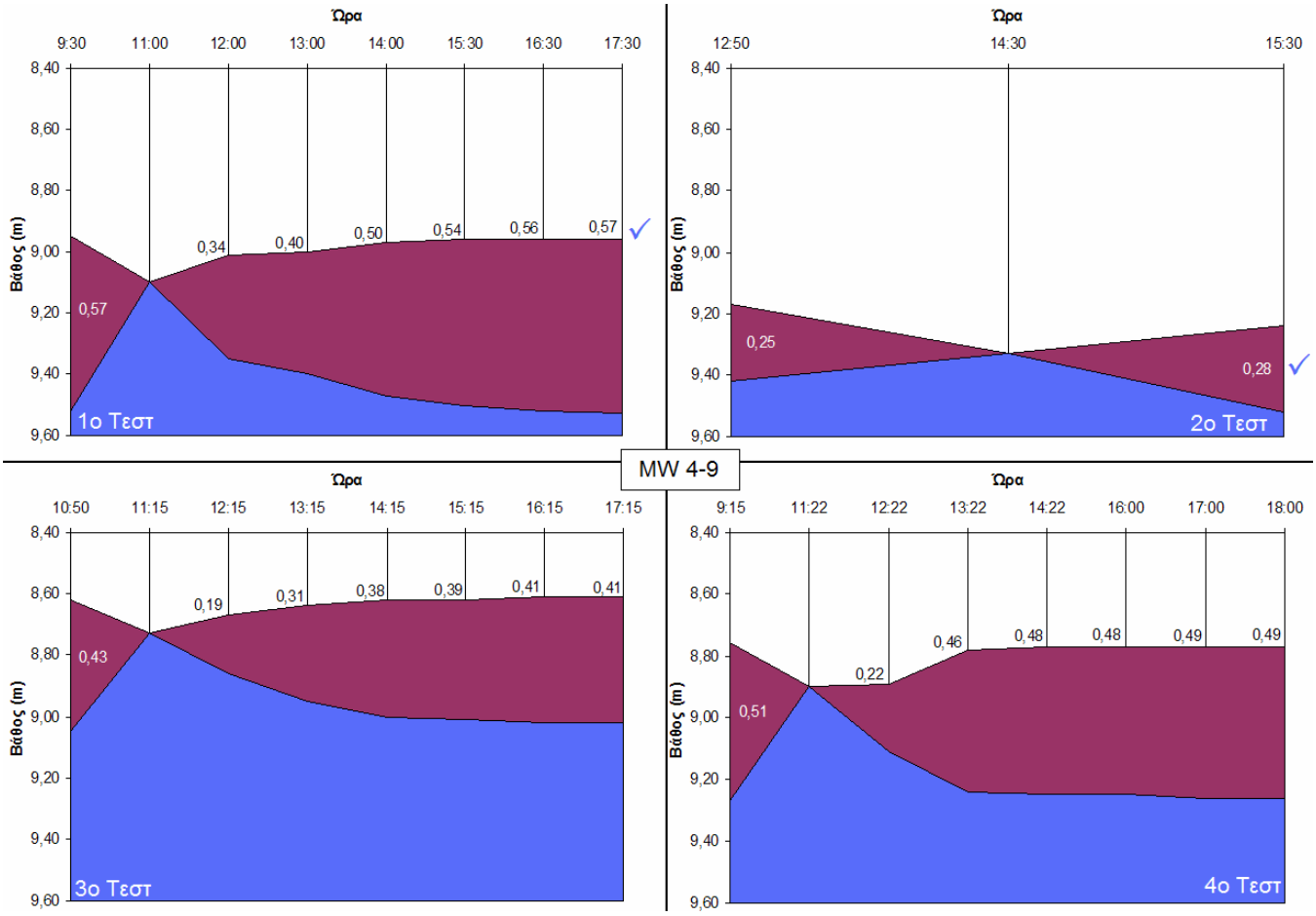
15. MW 4-9

Ημερομηνία: *24/11/2004*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
9:30	8,95	9,52	0,57
11:00	-	**9,10**	**0,00**
12:00	9,01	9,35	0,34
13:00	9,00	9,40	0,40
14:00	8,97	9,47	0,50
15:30	8,96	9,50	0,54
16:30	8,96	9,52	0,56
17:30	8,96	9,53	**0,57**

Ημερομηνία: *14/12/2004*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
12:50	9,17	9,42	0,25
14:30	-	**9,33**	**0,00**
15:30	9,24	9,52	**0,28**

Ημερομηνία: *01/03/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
10:50	8,62	9,05	0,43
11:15	-	**8,73**	**0,00**
12:15	8,67	8,86	0,19
13:15	8,64	8,95	0,31
14:15	8,62	9,00	0,38
15:15	8,62	9,01	0,39
16:15	8,61	9,02	0,41
17:15	8,61	9,02	0,41

Ημερομηνία: *29/03/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
9:15	8,76	9,27	0,51
11:22	-	**8,90**	**0,00**
12:22	8,89	9,11	0,22
13:22	8,78	9,24	0,46
14:22	8,77	9,25	0,48
16:00	8,77	9,25	0,48
17:00	8,77	9,26	0,49
18:00	8,77	9,26	0,49



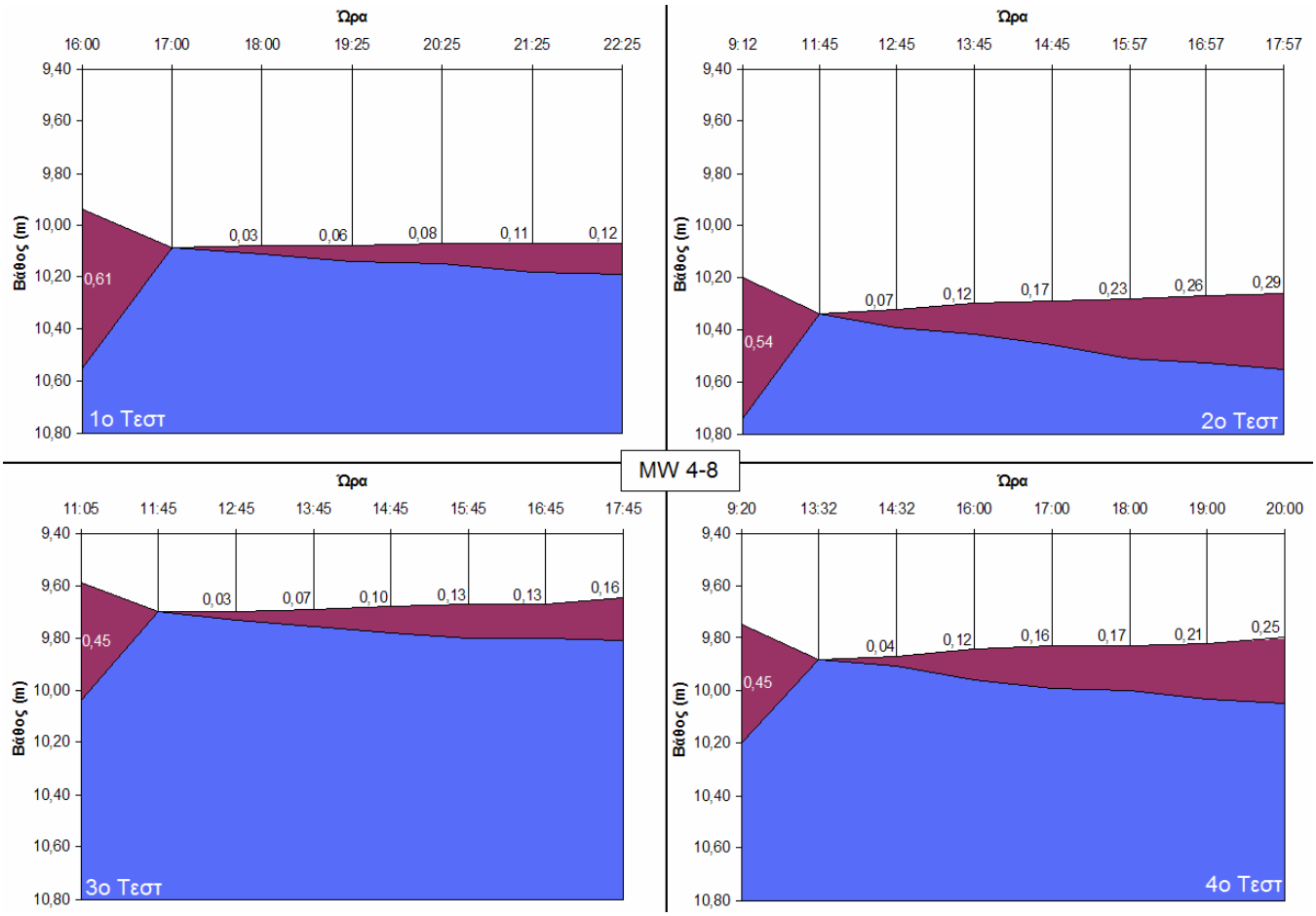
16. MW 4-8

Ημερομηνία: *24/11/2004*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 16 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
16:00	9,94	10,55	0,61
17:00	-	**10,09**	**0,00**
18:00	10,08	10,11	0,03
19:25	10,08	10,14	0,06
20:25	10,07	10,15	0,08
21:25	10,07	10,18	0,11
22:25	10,07	10,19	0,12

Ημερομηνία: *15/12/2004*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
9:12	10,20	10,74	0,54
11:45	-	**10,34**	**0,00**
12:45	10,32	10,39	0,07
13:45	10,30	10,42	0,12
14:45	10,29	10,46	0,17
15:57	10,28	10,51	0,23
16:57	10,27	10,53	0,26
17:57	10,26	10,55	0,29

Ημερομηνία: 01/03/2005			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
11:05	9,59	10,04	0,45
11:45	-	**9,70**	**0,00**
12:45	9,70	9,73	0,03
13:45	9,69	9,76	0,07
14:45	9,68	9,78	0,10
15:45	9,67	9,80	0,13
16:45	9,67	9,80	0,13
17:45	9,65	9,81	0,16

Ημερομηνία: 29/03/2005			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
9:20	9,75	10,20	0,45
13:32	-	**9,88**	**0,00**
14:32	9,87	9,91	0,04
16:00	9,84	9,96	0,12
17:00	9,83	9,99	0,16
18:00	9,83	10,00	0,17
19:00	9,82	10,03	0,21
20:00	9,80	10,05	0,25



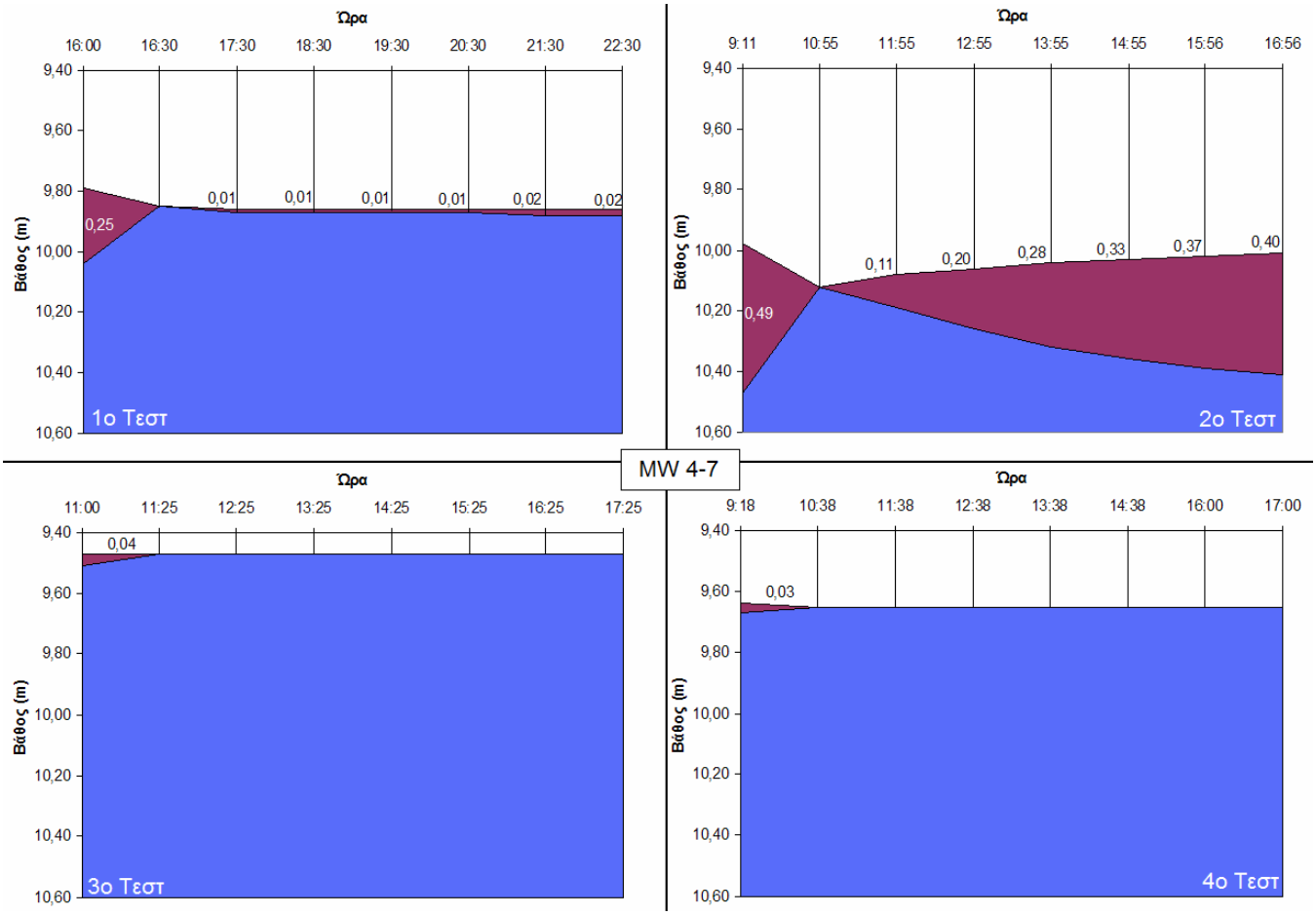
17. *MW 4-7 (μηνιαίες)*

Ημερομηνία: *24/11/2004*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 16 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
16:00	9,79	10,04	0,25
16:30	-	**9,85**	**0,00**
17:30	9,86	9,87	0,01
18:30	9,86	9,87	0,01
19:30	9,86	9,87	0,01
20:30	9,86	9,87	0,01
21:30	9,86	9,88	0,02
22:30	9,86	9,88	0,02

Ημερομηνία: *15/12/2004*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
9:11	9,98	10,47	0,49
10:55	-	**10,12**	**0,00**
11:55	10,08	10,19	0,11
12:55	10,06	10,26	0,20
13:55	10,04	10,32	0,28
14:55	10,03	10,36	0,33
15:56	10,02	10,39	0,37
16:56	10,01	10,41	0,40

Ημερομηνία: *01/03/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
11:00	9,47	9,51	0,04
11:25	-	**9,47**	**0,00**
12:25	-	9,47	0,00
13:25	-	9,47	0,00
14:25	-	9,47	0,00
15:25	-	9,47	0,00
16:25	-	9,47	0,00
17:25	-	9,47	0,00

Ημερομηνία: *29/03/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
9:18	9,64	9,67	0,03
10:38	-	**9,65**	**0,00**
11:38	-	9,65	0,00
12:38	-	9,65	0,00
13:38	-	9,65	0,00
14:38	-	9,65	0,00
16:00	-	9,65	0,00
17:00	-	9,65	0,00



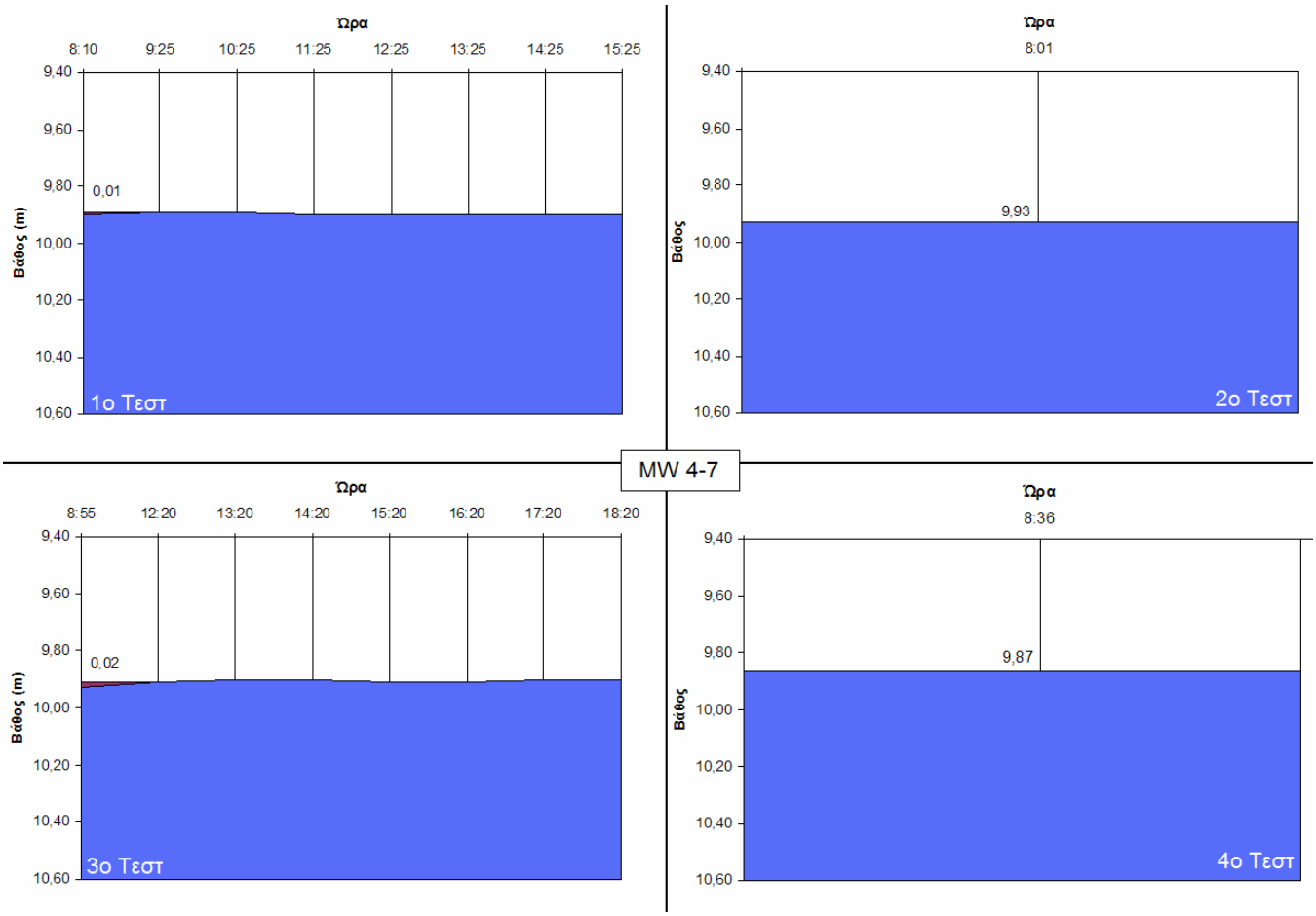
MW 4-7 (εβδομαδιαίες)

Ημερομηνία: *17/05/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:10	9,89	9,90	0,01
9:25	-	**9,89**	**0,00**
10:25	-	9,89	0,00
11:25	-	9,90	0,00
12:25	-	9,90	0,00
13:25	-	9,90	0,00
14:25	-	9,90	0,00
15:25	-	9,90	0,00

Ημερομηνία: *25/05/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
08:01	-	**9,93**	**0,00**

Ημερομηνία: *30/05/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 56 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
08:55	9,91	9,93	0,02
12:20	-	**9,91**	**0,00**
13:20	-	9,90	0,00
14:20	-	9,90	0,00
15:20	-	9,91	0,00
16:20	-	9,91	0,00
17:20	-	9,90	0,00
18:20	-	9,90	0,00

Ημερομηνία: *07/06/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
08:35	-	**9,87**	**0,00**



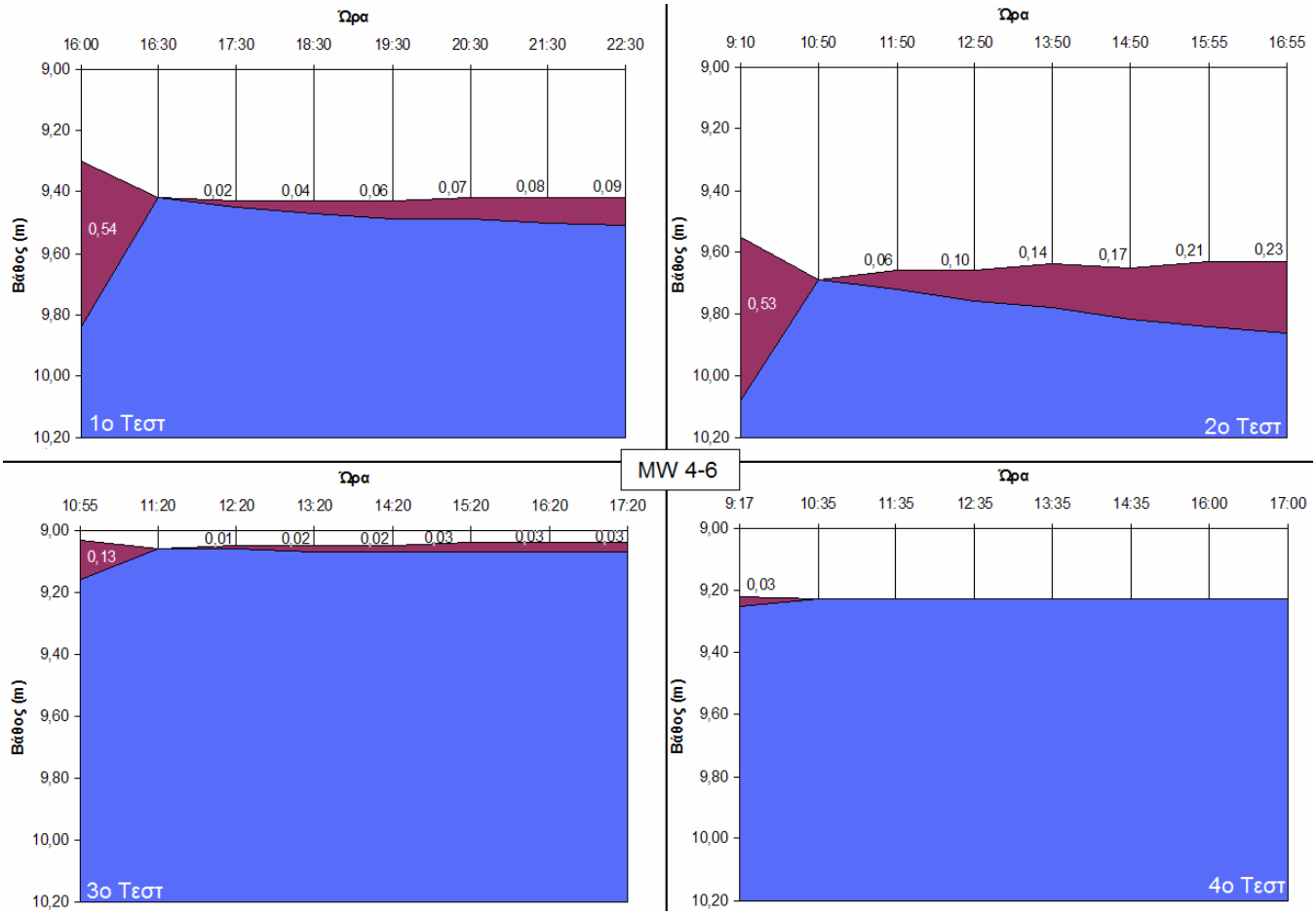
18. MW 4-6 (μηνιαίες)

Ημερομηνία: *24/11/2004*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 16 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
16:00	9,30	9,84	0,54
16:30	-	**9,42**	**0,00**
17:30	9,43	9,45	0,02
18:30	9,43	9,47	0,04
19:30	9,43	9,49	0,06
20:30	9,42	9,49	0,07
21:30	9,42	9,50	0,08
22:30	9,42	9,51	0,09

Ημερομηνία: *15/12/2004*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
9:10	9,55	10,08	0,53
10:50	-	**9,69**	**0,00**
11:50	9,66	9,72	0,06
12:50	9,66	9,76	0,10
13:50	9,64	9,78	0,14
14:50	9,65	9,82	0,17
15:55	9,63	9,84	0,21
16:55	9,63	9,86	0,23

Ημερομηνία: *01/03/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
10:55	9,03	9,16	0,13
11:20	-	**9,06**	**0,00**
12:20	9,05	9,06	0,01
13:20	9,05	9,07	0,02
14:20	9,05	9,07	0,02
15:20	9,04	9,07	0,03
16:20	9,04	9,07	0,03
17:20	9,04	9,07	0,03

Ημερομηνία: *29/03/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
9:17	9,22	9,25	0,03
10:35	-	**9,23**	**0,00**
11:35	-	9,23	0,00
12:35	-	9,23	0,00
13:35	-	9,23	0,00
14:35	-	9,23	0,00
16:00	-	9,23	0,00
17:00	-	9,23	0,00



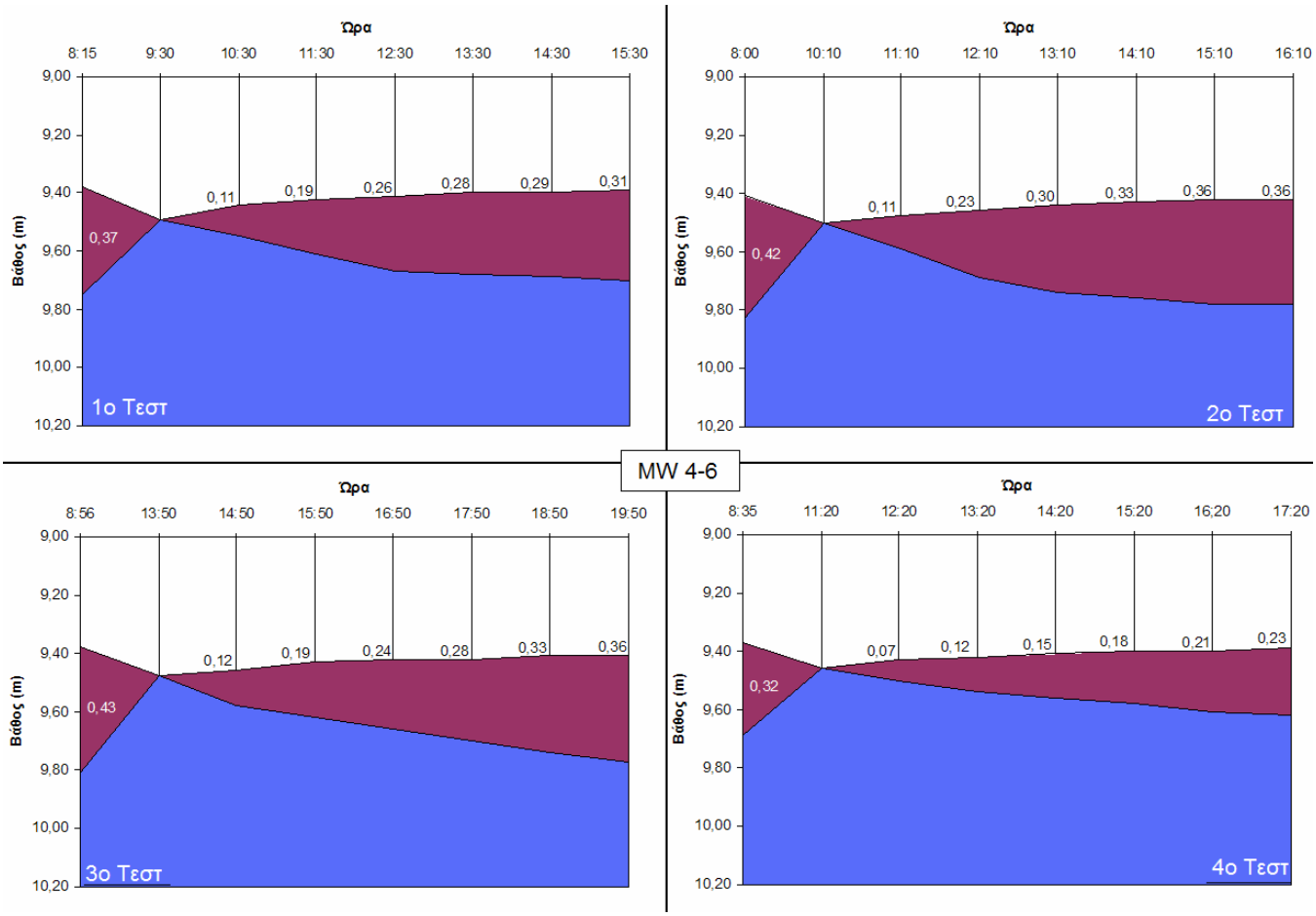
MW 4-6 (εβδομαδιαίες)

Ημερομηνία: *17/05/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:15	9,38	9,75	0,37
9:30	-	**9,49**	**0,00**
10:30	9,44	9,55	0,11
11:30	9,42	9,61	0,19
12:30	9,41	9,67	0,26
13:30	9,40	9,68	0,28
14:30	9,40	9,69	0,29
15:30	9,39	9,70	0,31

Ημερομηνία: *25/05/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:00	9,41	9,83	0,42
10:10	-	**9,50**	**0,00**
11:10	9,48	9,59	0,11
12:10	9,46	9,69	0,23
13:10	9,44	9,74	0,30
14:10	9,43	9,76	0,33
15:10	9,42	9,78	0,36
16:10	9,42	9,78	0,36

Ημερομηνία: *30/05/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 56 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
08:56	9,38	9,81	0,43
13:50	-	**9,48**	**0,00**
14:50	9,46	9,58	0,12
15:50	9,43	9,62	0,19
16:50	9,42	9,66	0,24
17:50	9,42	9,70	0,28
18:50	9,41	9,74	0,33
19:50	9,41	9,77	0,36

Ημερομηνία: *07/06/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:35	9,37	9,69	0,32
11:20	-	**9,46**	**0,00**
12:20	9,43	9,50	0,07
13:20	9,42	9,54	0,12
14:20	9,41	9,56	0,15
15:20	9,40	9,58	0,18
16;20	9,40	9,61	0,21
17:20	9,39	9,62	0,23



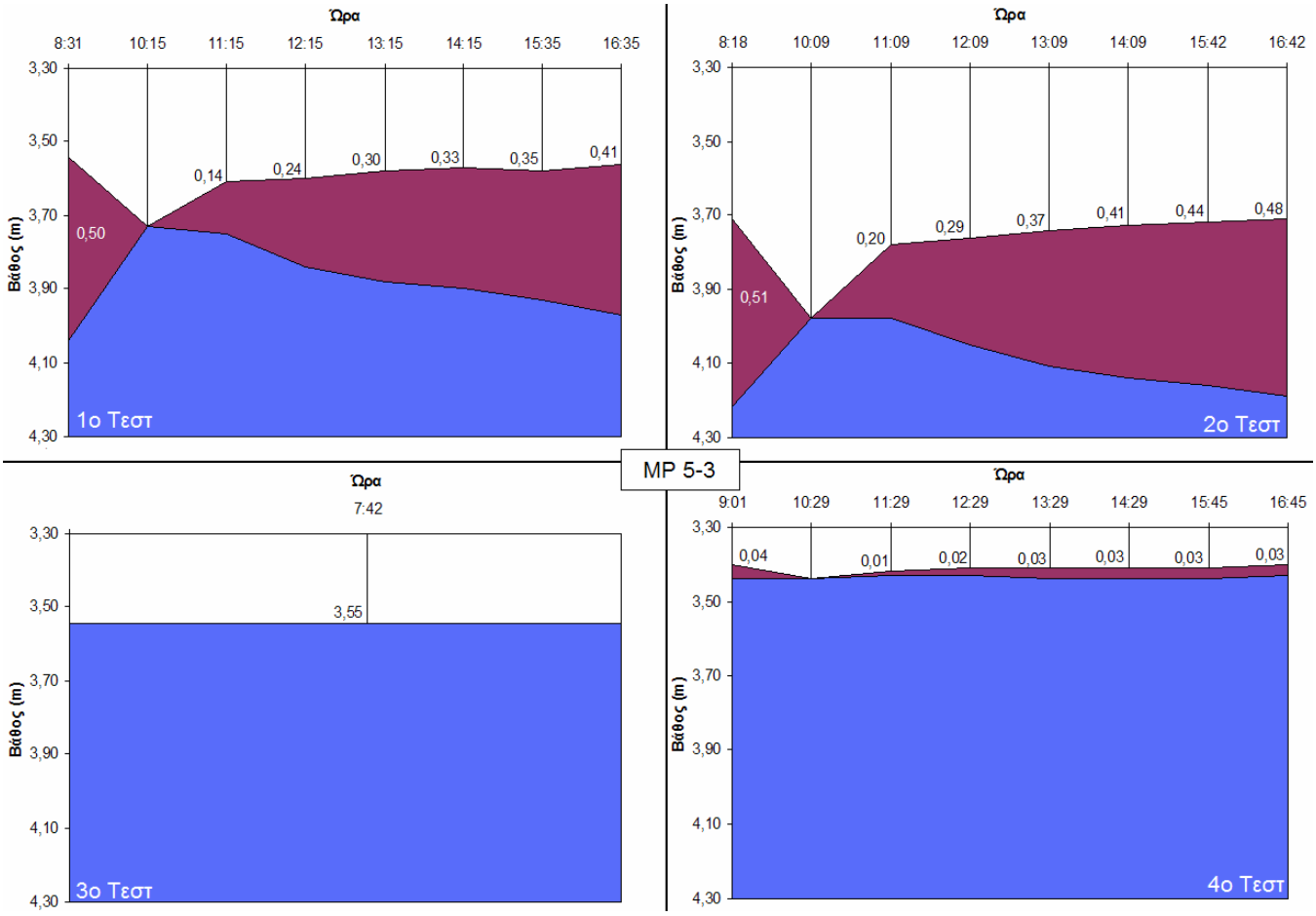
19. *MP 5-3 (μηνιαίες)*

Ημερομηνία: *24/11/2004*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:31	3,54	4,04	0,50
10:15	-	**3,73**	**0,00**
11:15	3,61	3,75	0,14
12:15	3,60	3,84	0,24
13:15	3,58	3,88	0,30
14:15	3,57	3,90	0,33
15:35	3,58	3,93	0,35
16:35	3,56	3,97	0,41

Ημερομηνία: *15/12/2004*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:18	3,71	4,22	0,51
10:09	-	**3,98**	**0,00**
11:09	3,78	3,98	0,20
12:09	3,76	4,05	0,29
13:09	3,74	4,11	0,37
14:09	3,73	4,14	0,41
15:42	3,72	4,16	0,44
16:42	3,71	4,19	0,48

Ημερομηνία: *02/03/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:42	-	**3,55**	**0,00**

Ημερομηνία: *29/03/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
9:01	3,40	3,44	0,04
10:29	-	**3,44**	**0,00**
11:29	3,42	3,43	0,01
12:29	3,41	3,43	0,02
13:29	3,41	3,44	0,03
14:29	3,41	3,44	0,03
15:45	3,41	3,44	0,03
16:45	3,40	3,43	0,03



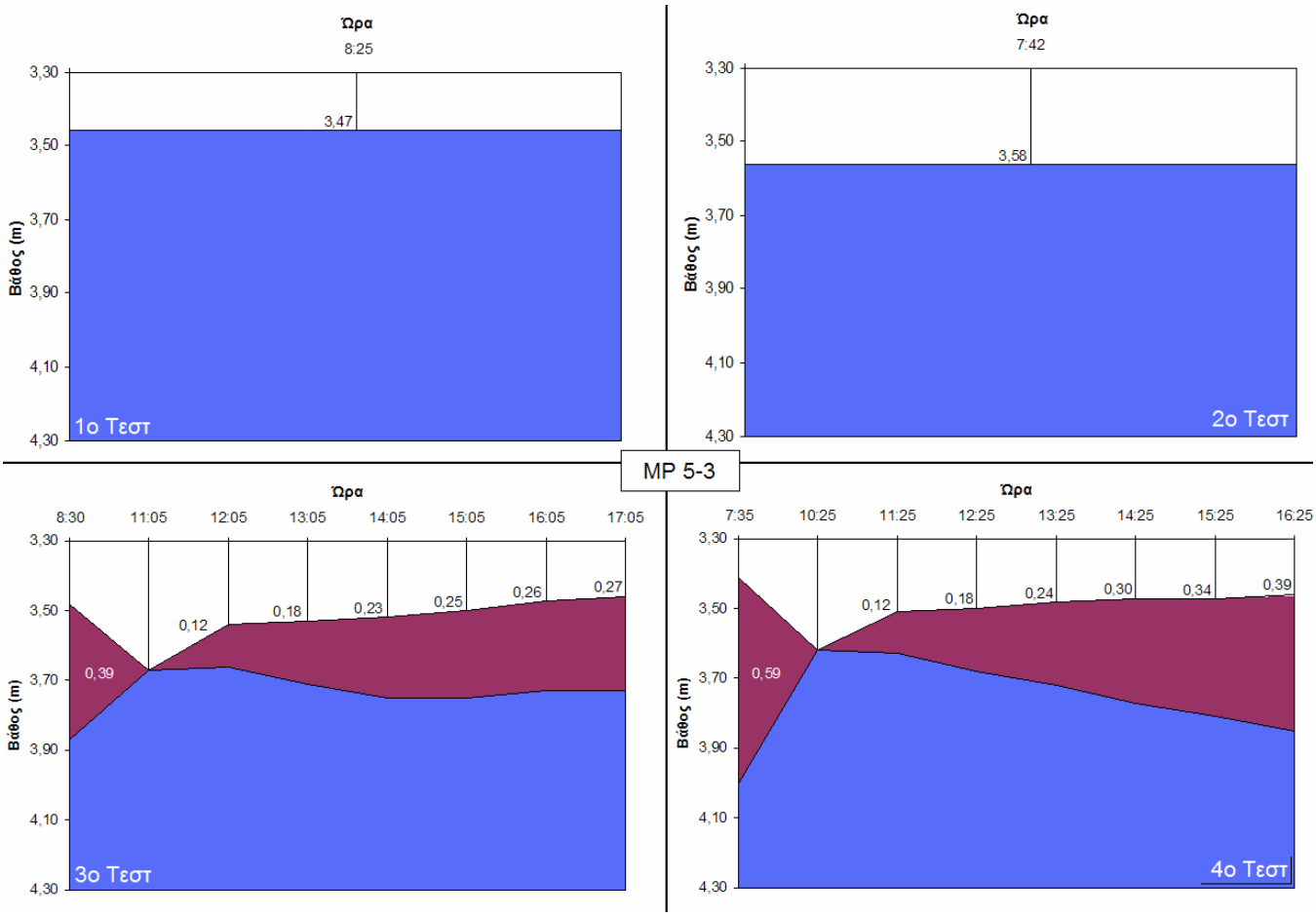
MP 5-3 (εβδομαδιαίες)

Ημερομηνία: *17/05/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:25	-	**3,47**	**0,00**

Ημερομηνία: *23/05/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 56 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:42	-	**3,58**	**0,00**

Ημερομηνία: *31/05/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 56 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
08:30	3,48	3,87	0,39
11:05	-	**3,67**	**0,00**
12:05	3,54	3,66	0,12
13:05	3,53	3,71	0,18
14:05	3,52	3,75	0,23
15:05	3,50	3,75	0,25
16:05	3,47	3,73	0,26
17:05	3,46	3,73	0,27

Ημερομηνία: *06/06/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 56 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:35	3,41	4,00	0,59
10:25	-	**3,62**	**0,00**
11:25	3,51	3,63	0,12
12:25	3,50	3,68	0,18
13:25	3,48	3,72	0,24
14:25	3,47	3,77	0,30
15:25	3,47	3,81	0,34
16:25	3,46	3,85	0,39



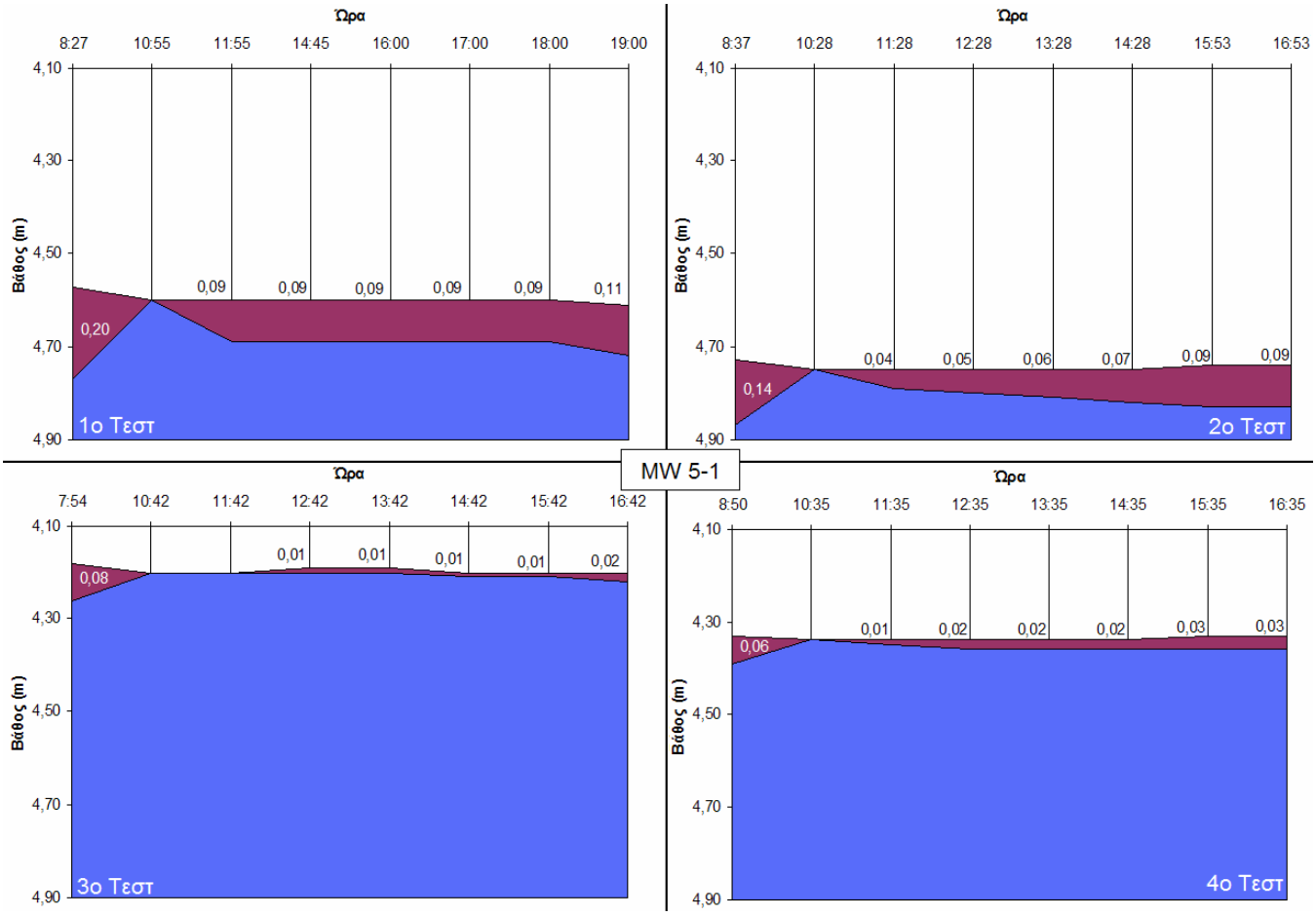
20. MW 5-1

Ημερομηνία: *25/11/2004*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:27	4,57	4,77	0,20
10:55	-	**4,60**	**0,00**
11:55	4,60	4,69	0,09
14:45	4,60	4,69	0,09
16:00	4,60	4,69	0,09
17:00	4,60	4,69	0,09
18:00	4,60	4,69	0,09
19:00	4,61	4,72	0,11

Ημερομηνία: *15/12/2004*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:37	4,73	4,87	0,14
10:28	-	**4,75**	**0,00**
11:28	4,75	4,79	0,04
12:28	4,75	4,80	0,05
13:28	4,75	4,81	0,06
14:28	4,75	4,82	0,07
15:53	4,74	4,83	0,09
16:53	4,74	4,83	0,09

Ημερομηνία: *02/03/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:54	4,18	4,26	0,08
10:42	-	**4,20**	**0,00**
11:42	-	4,20	0,00
12:42	4,19	4,20	0,01
13:42	4,19	4,20	0,01
14:42	4,20	4,21	0,01
15:42	4,20	4,21	0,01
16:42	4,20	4,22	0,02

Ημερομηνία: *30/03/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:50	4,33	4,39	0,06
10:35	-	**4,34**	**0,00**
11:35	4,34	4,35	0,01
12:35	4,34	4,36	0,02
13:35	4,34	4,36	0,02
14:35	4,34	4,36	0,02
15:35	4,33	4,36	0,03
16:35	4,33	4,36	0,03



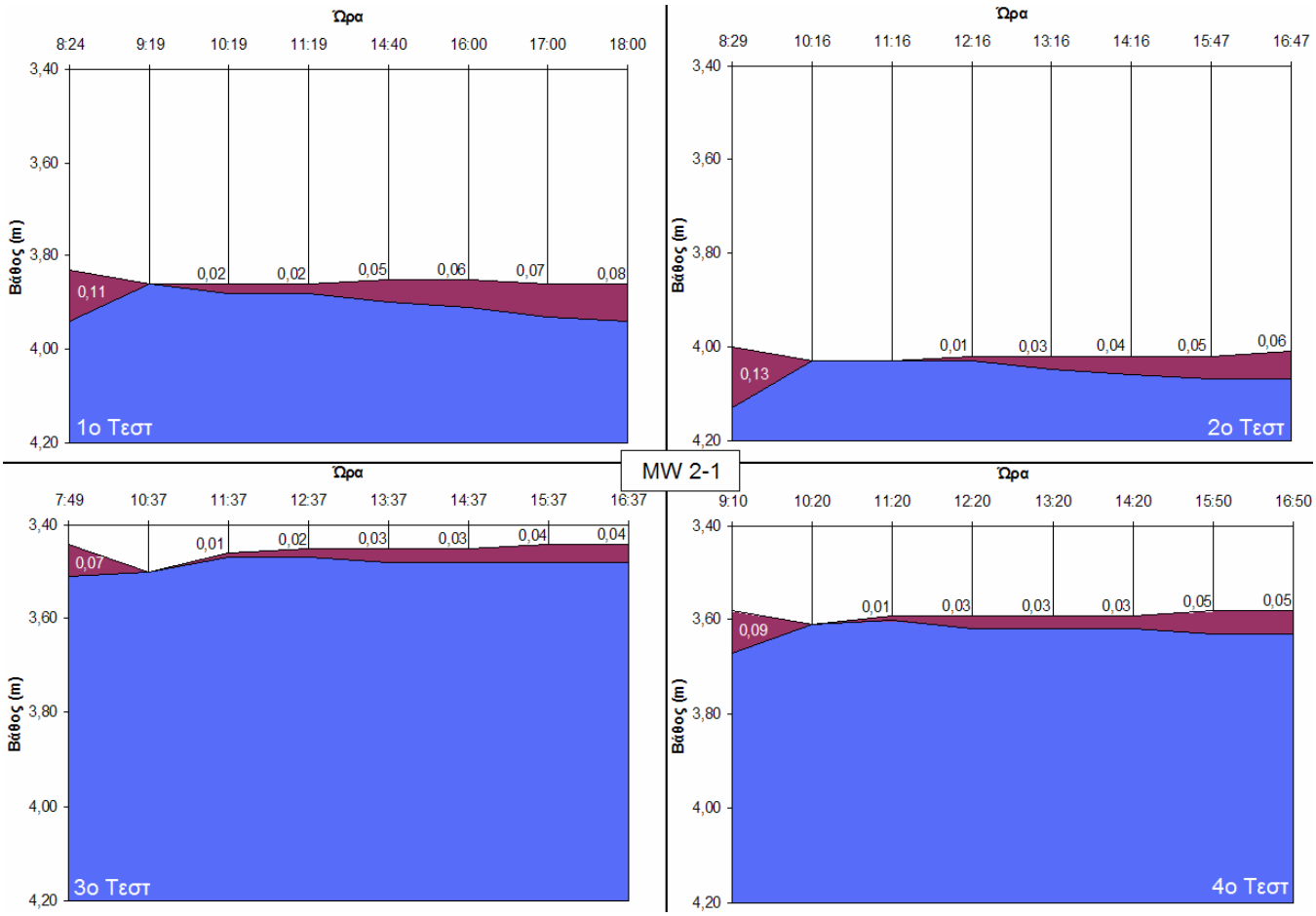
21. MW 2-1

Ημερομηνία: *25/11/2004*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:24	3,83	3,94	0,11
9:19	-	**3,86**	**0,00**
10:19	3,86	3,88	0,02
11:19	3,86	3,88	0,02
14:40	3,85	3,90	0,05
16:00	3,85	3,91	0,06
17:00	3,86	3,93	0,07
18:00	3,86	3,94	0,08

Ημερομηνία: *15/12/2004*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:29	4,00	4,13	0,13
10:16	-	**4,03**	**0,00**
11:16	-	4,03	0,00
12:16	4,02	4,03	0,01
13:16	4,02	4,05	0,03
14:16	4,02	4,06	0,04
15:47	4,02	4,07	0,05
16:47	4,01	4,07	0,06

Ημερομηνία: *02/03/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:49	3,44	3,51	0,07
10:37	-	**3,50**	**0,00**
11:37	3,46	3,47	0,01
12:37	3,45	3,47	0,02
13:37	3,45	3,48	0,03
14:37	3,45	3,48	0,03
15:37	3,44	3,48	0,04
16:37	3,44	3,48	0,04

Ημερομηνία: *29/03/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
9:10	3,58	3,67	0,09
10:20	-	**3,61**	**0,00**
11:20	3,59	3,60	0,01
12:20	3,59	3,62	0,03
13:20	3,59	3,62	0,03
14:20	3,59	3,62	0,03
15:50	3,58	3,63	0,05
16:50	3,58	3,63	0,05



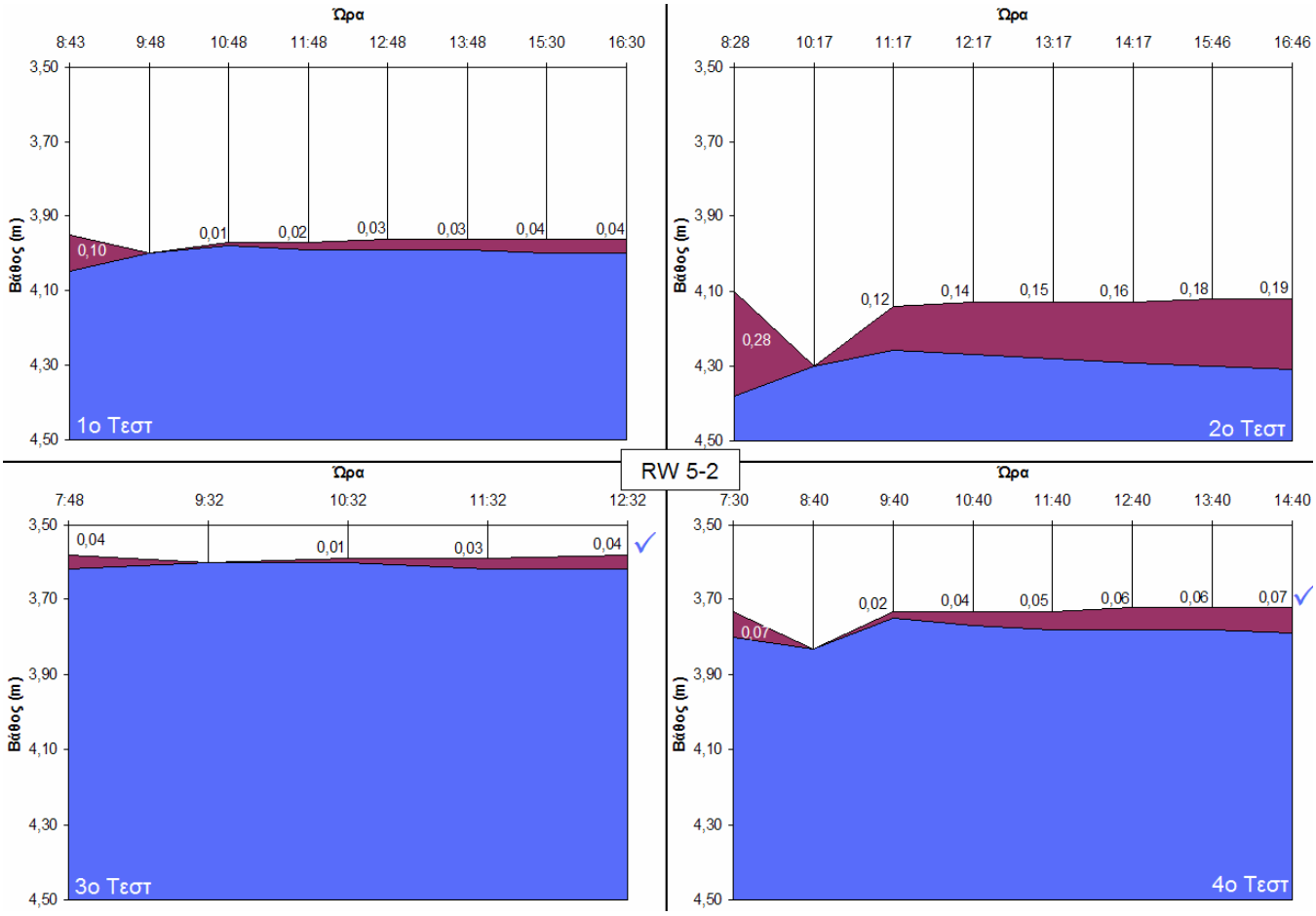
22. *RW 5-2 (μηνιαίες)*

Ημερομηνία: *24/11/2004*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:43	3,95	4,05	0,10
9:48	-	**4,00**	**0,00**
10:48	3,97	3,98	0,01
11:48	3,97	3,99	0,02
12:48	3,96	3,99	0,03
13:48	3,96	3,99	0,03
15:30	3,96	4,00	0,04
16:30	3,96	4,00	0,04

Ημερομηνία: *15/12/2004*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:28	4,10	4,38	0,28
10:17	-	**4,30**	**0,00**
11:17	4,14	4,26	0,12
12:17	4,13	4,27	0,14
13:17	4,13	4,28	0,15
14:17	4,13	4,29	0,16
15:46	4,12	4,30	0,18
16:46	4,12	4,31	0,19

Ημερομηνία: *02/03/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:48	3,58	3,62	0,04
9:32	-	**3,60**	**0,00**
10:32	3,59	3,60	0,01
11:32	3,59	3,62	0,03
12:32	3,58	3,62	**0,04**

Ημερομηνία: *30/03/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:30	3,73	3,80	0,07
8:40	-	**3,83**	**0,00**
9:40	3,73	3,75	0,02
10:40	3,73	3,77	0,04
11:40	3,73	3,78	0,05
12:40	3,72	3,78	0,06
13:40	3,72	3,78	0,06
14:40	3,72	3,79	**0,07**



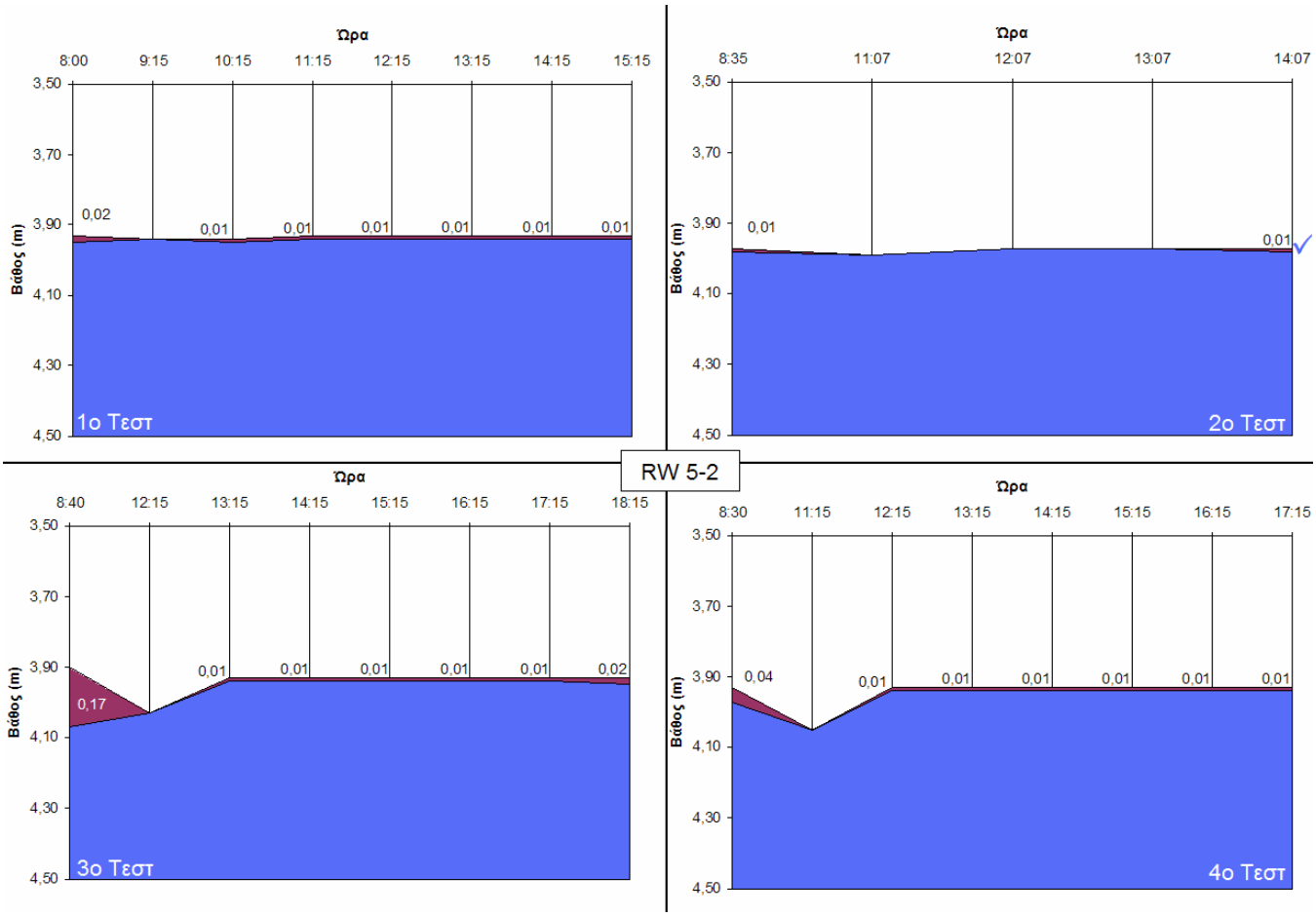
RW 5-2 (εβδομαδιαίες)

Ημερομηνία: *17/05/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:00	3,93	3,95	0,02
9:15	-	**3,94**	**0,00**
10:15	3,94	3,95	0,01
11:15	3,93	3,94	0,01
12:15	3,93	3,94	0,01
13:15	3,93	3,94	0,01
14:15	3,93	3,94	0,01
15:15	3,93	3,94	0,01

Ημερομηνία: *25/05/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:35	3,97	3,98	0,01
11:07	-	**3,99**	**0,00**
12:07	-	3,97	0,00
13:07	-	3,97	0,00
14:07	3,97	3,98	**0,01**

Ημερομηνία: *30/05/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 56 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
08:40	3,90	4,07	0,17
12:15	-	**4,03**	**0,00**
13:15	3,93	3,94	0,01
14:15	3,93	3,94	0,01
15:15	3,93	3,94	0,01
16:15	3,93	3,94	0,01
17:15	3,93	3,94	0,01
18:15	3,93	3,95	0,02

Ημερομηνία: *07/06/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:30	3,93	3,97	0,04
11:15	-	**4,05**	**0,00**
12:15	3,93	3,94	0,01
13:15	3,93	3,94	0,01
14:15	3,93	3,94	0,01
15:15	3,93	3,94	0,01
16:15	3,93	3,94	0,01
17:15	3,93	3,94	0,01



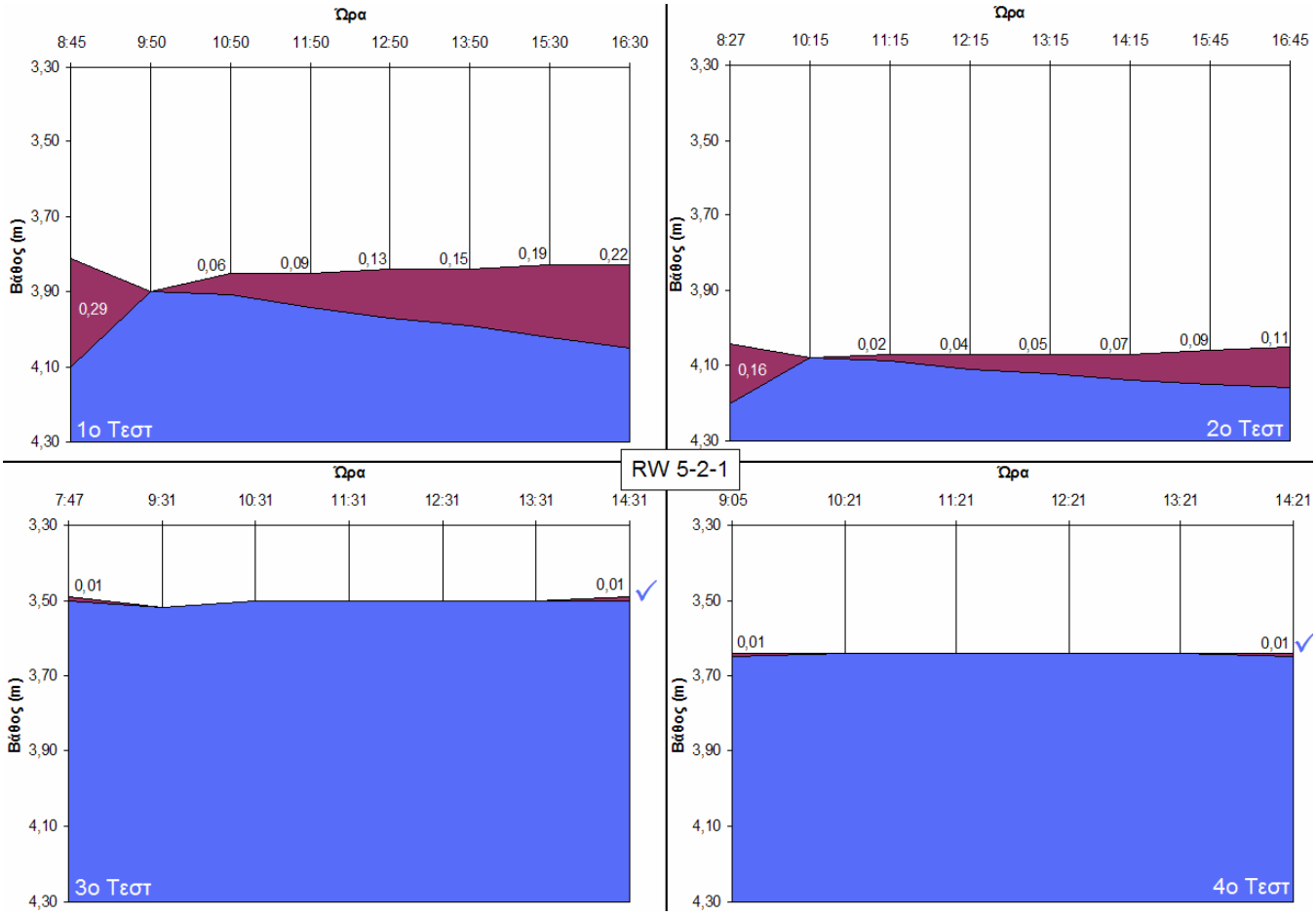
23. *RW 5-2-1 (μηνιαίες)*

Ημερομηνία: *24/11/2004*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 16 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:45	3,81	4,10	0,29
9:50	-	**3,90**	**0,00**
10:50	3,85	3,91	0,06
11:50	3,85	3,94	0,09
12:50	3,84	3,97	0,13
13:50	3,84	3,99	0,15
15:30	3,83	4,02	0,19
16:30	3,83	4,05	0,22

Ημερομηνία: *15/12/2004*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:27	4,04	4,20	0,16
10:15	-	**4,08**	**0,00**
11:15	4,07	4,09	0,02
12:15	4,07	4,11	0,04
13:15	4,07	4,12	0,05
14:15	4,07	4,14	0,07
15:45	4,06	4,15	0,09
16:45	4,05	4,16	0,11

Ημερομηνία: *02/03/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:47	3,49	3,50	0,01
9:31	-	**3,52**	**0,00**
10:31	-	3,50	0,00
11:31	-	3,50	0,00
12:31	-	3,50	0,00
13:31	-	3,50	0,00
14:31	3,49	3,50	**0,01**

Ημερομηνία: *30/03/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
9:05	3,64	3,65	0,01
10:21	-	**3,64**	**0,00**
11:21	-	3,64	0,00
12:21	-	3,64	0,00
13:21	-	3,64	0,00
14:21	3,64	3,65	**0,01**



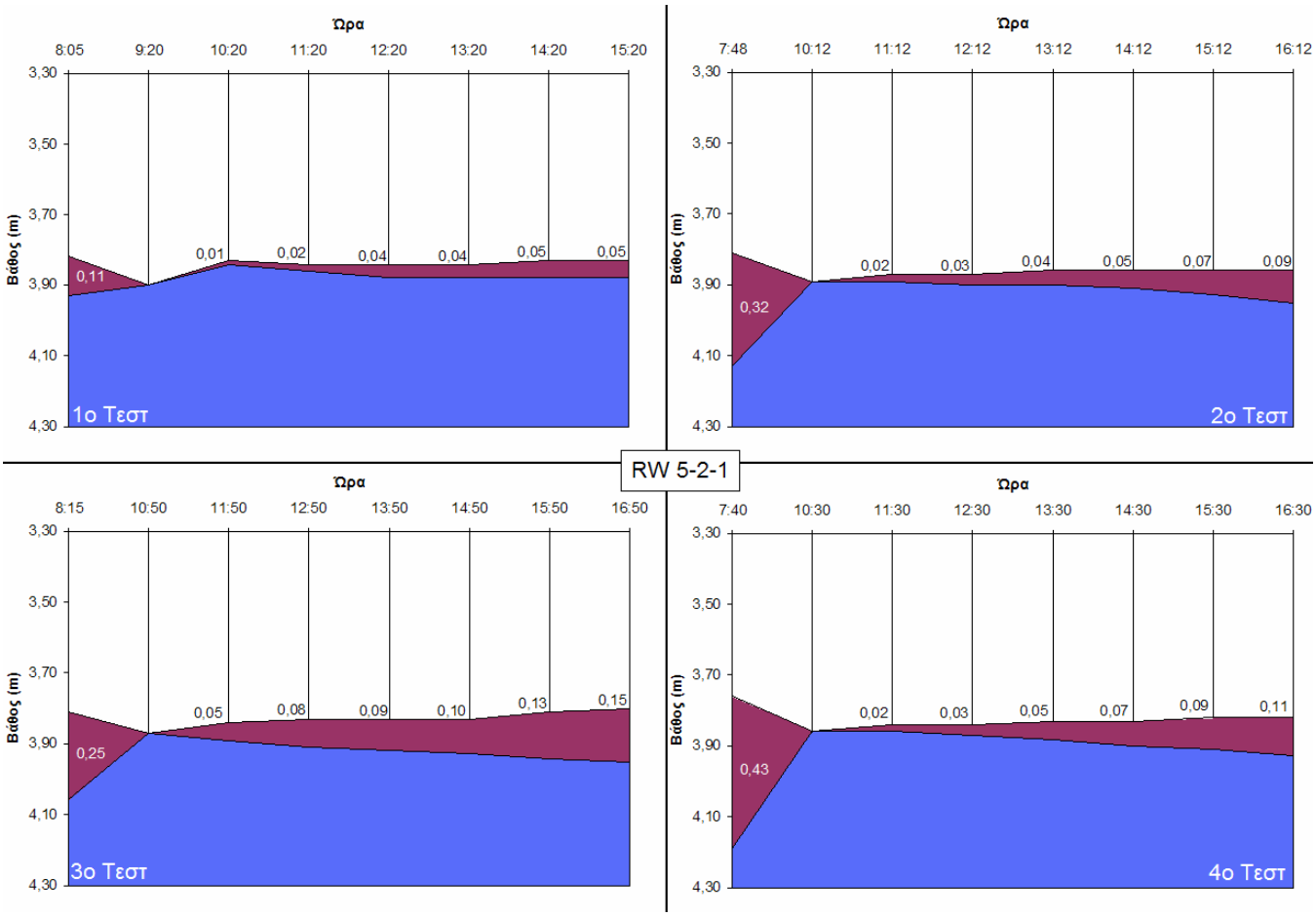
RW 5-2-1 (εβδομαδιαίες)

Ημερομηνία: *17/05/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:05	3,82	3,93	0,11
9:20	-	**3,90**	**0,00**
10:20	3,83	3,84	0,01
11:20	3,84	3,86	0,02
12:20	3,84	3,88	0,04
13:20	3,84	3,88	0,04
14:20	3,83	3,88	0,05
15:20	3,83	3,88	0,05

Ημερομηνία: *23/05/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 56 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:48	3,81	4,13	0,32
10:12	-	**3,89**	**0,00**
11:12	3,87	3,89	0,02
12:12	3,87	3,90	0,03
13:12	3,86	3,90	0,04
14:12	3,86	3,91	0,05
15:12	3,86	3,93	0,07
16:12	3,86	3,95	0,09

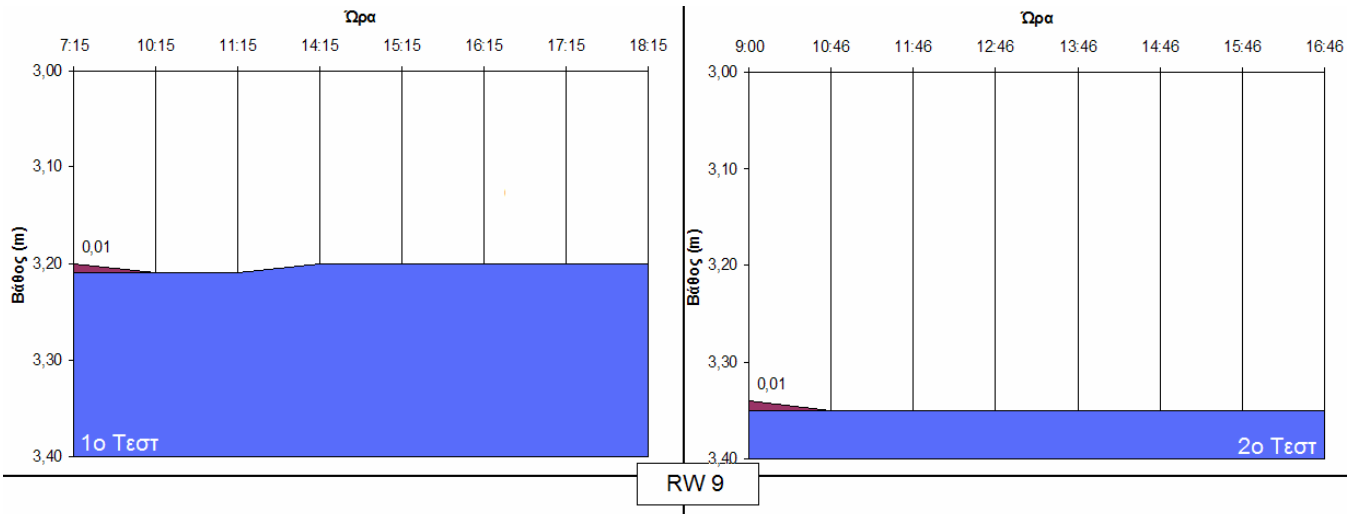
Ημερομηνία: *31/05/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
08:15	3,81	4,06	0,25
10:50	-	**3,87**	**0,00**
11:50	3,84	3,89	0,05
12:50	3,83	3,91	0,08
13:50	3,83	3,92	0,09
14:50	3,83	3,93	0,10
15:50	3,81	3,94	0,13
16:50	3,80	3,95	0,15

Ημερομηνία: *07/06/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:40	3,76	4,19	0,43
10:30	-	**3,86**	**0,00**
11:30	3,84	3,86	0,02
12:30	3,84	3,87	0,03
13:30	3,83	3,88	0,05
14:30	3,83	3,90	0,07
15:30	3,82	3,91	0,09
16:30	3,82	3,93	0,11



24. RW 9

Ημερομηνία: *28/02/2005*				Ημερομηνία: *16/12/2004*			
Περιοχή *ΧΗΜΕΙΟ*				Περιοχή *ΧΗΜΕΙΟ*			
Διακοπή: 56 ώρες				Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**	**Ώρα**	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:15	3,20	3,21	0,01	**9:00**	3,34	3,35	0,01
10:15	-	**3,21**	**0,00**	**10:46**	-	**3,35**	**0,00**
11:15	-	3,21	0,00	**11:46**	-	3,35	0,00
14:15	-	3,20	0,00	**12:46**	-	3,35	0,00
15:15	-	3,20	0,00	**13:46**	-	3,35	0,00
16:15	-	3,20	0,00	**14:46**	-	3,35	0,00
17:15	-	3,20	0,00	**15:46**	-	3,35	0,00
18:15	-	3,20	0,00	**16:46**	-	3,35	0,00



RW 9

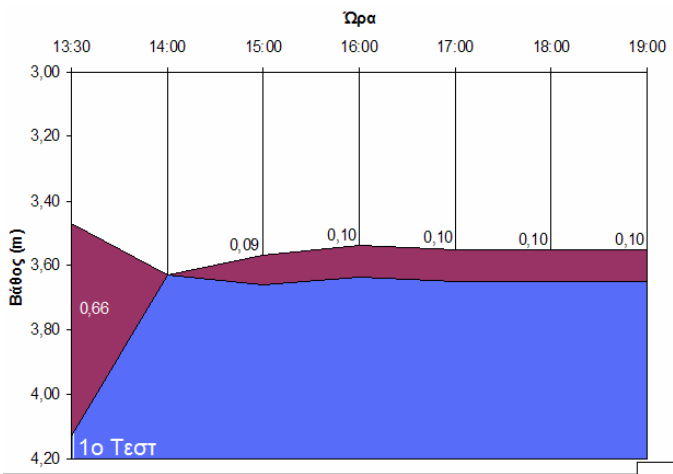
25. **20**

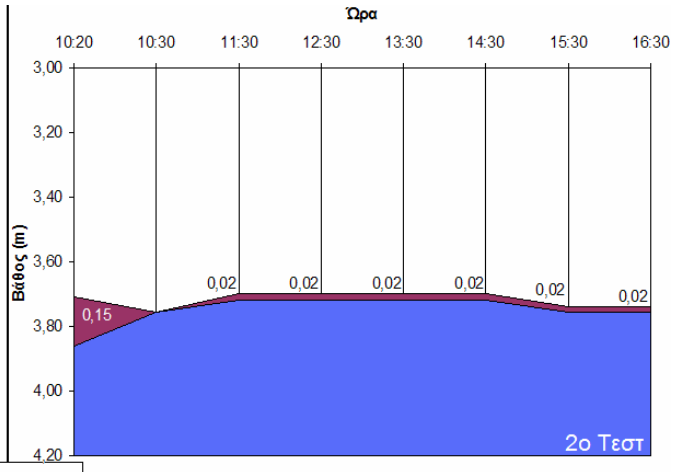
Ημερομηνία: *25/11/2004*			
Περιοχή *ΧΗΜΕΙΟ*			
Διακοπή:			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
13:30	3,47	4,13	0,66
14:00	-	**3,63**	**0,00**
15:00	3,57	3,66	0,09
16:00	3,54	3,64	0,10
17:00	3,55	3,65	0,10
18:00	3,55	3,65	0,10
19:00	3,55	3,65	0,10

Ημερομηνία: *17/12/2004*			
Περιοχή *ΧΗΜΕΙΟ*			
Διακοπή:			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
10:20	3,71	3,86	0,15
10:30	-	**3,76**	**0,00**
11:30	3,70	3,72	0,02
12:30	3,70	3,72	0,02
13:30	3,70	3,72	0,02
14:30	3,70	3,72	0,02
15:30	3,74	3,76	0,02
16:30	3,74	3,76	0,02

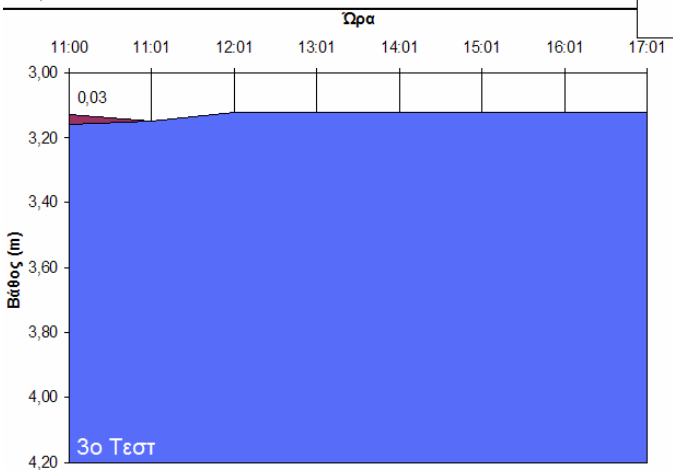
Ημερομηνία: 03/03/2005			
Περιοχή *ΧΗΜΕΙΟ*			
Διακοπή:			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
11:00	3,13	3,16	0,03
11:01	-	**3,15**	**0,00**
12:01	-	3,12	0,00
13:01	-	3,12	0,00
14:01	-	3,12	0,00
15:01	-	3,12	0,00
16:01	-	3,12	0,00
17:01	-	3,12	0,00

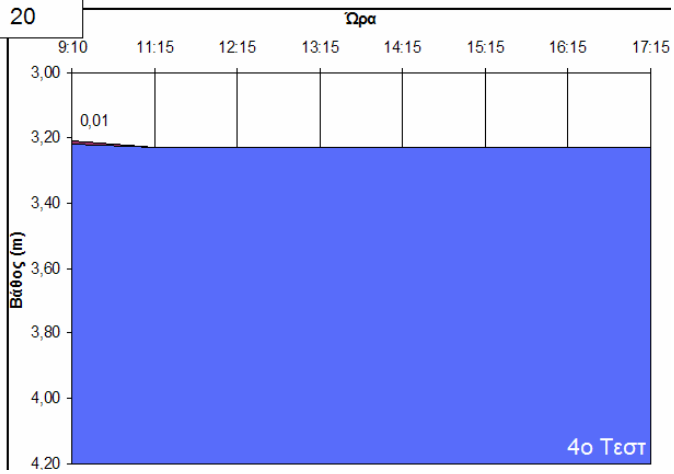
Ημερομηνία: 30/03/2005			
Περιοχή *ΧΗΜΕΙΟ*			
Διακοπή:			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
9:10	3,21	3,22	0,01
11:15	-	**3,23**	**0,00**
12:15	-	3,23	0,00
13:15	-	3,23	0,00
14:15	-	3,23	0,00
15:15	-	3,23	0,00
16:15	-	3,23	0,00
17:15	-	3,23	0,00





20





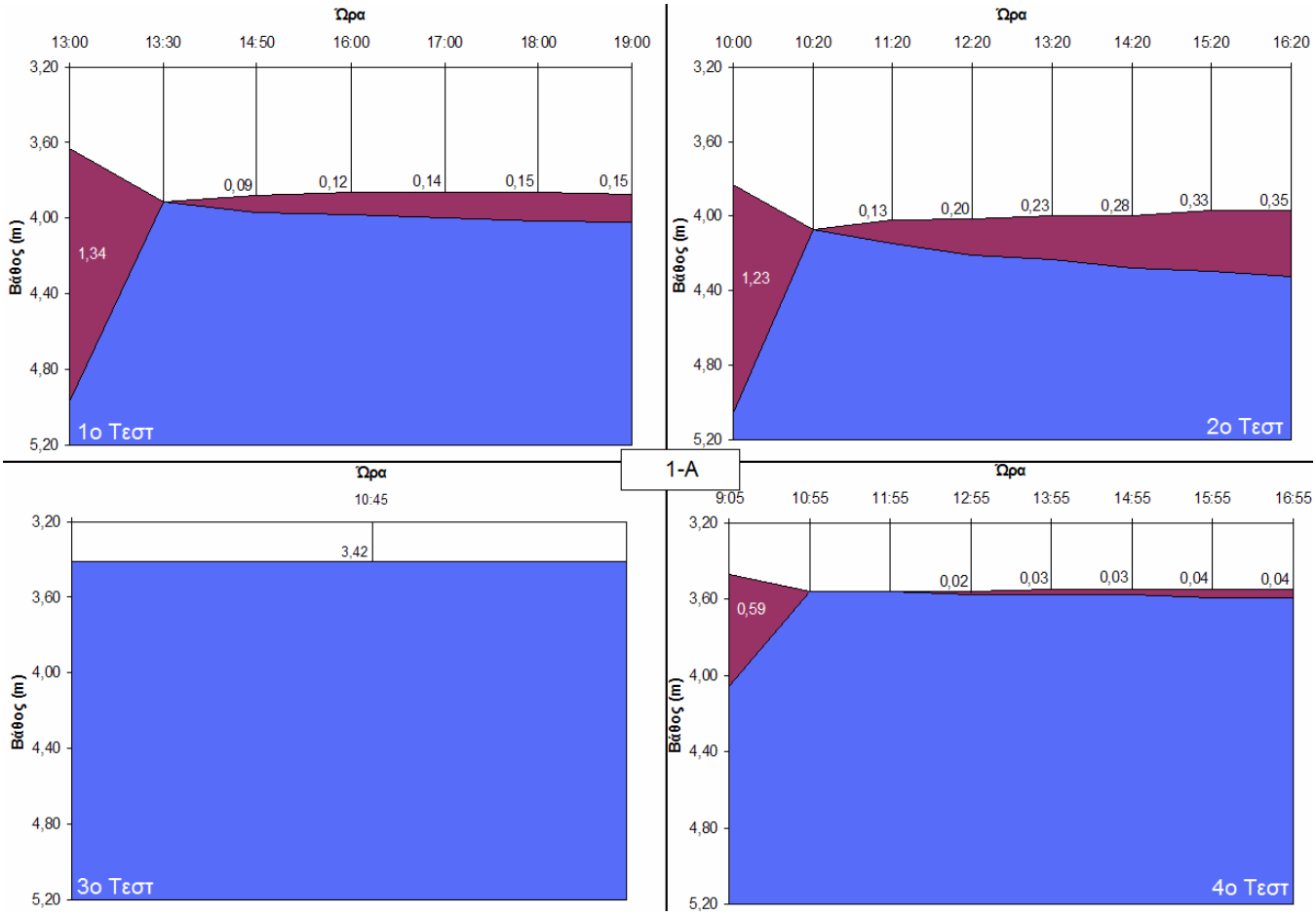
26. 1-Α (μηνιαίες)

Ημερομηνία: *25/11/2004*			
Περιοχή *ΧΗΜΕΙΟ*			
Διακοπή:			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
13:00	3,63	4,97	1,34
13:30	-	**3,91**	**0,00**
14:50	3,88	3,97	0,09
16:00	3,86	3,98	0,12
17:00	3,86	4,00	0,14
18:00	3,86	4,01	0,15
19:00	3,87	4,02	0,15

Ημερομηνία: *17/12/2004*			
Περιοχή *ΧΗΜΕΙΟ*			
Διακοπή:			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
10:00	3,83	5,06	1,23
10:20	-	**4,07**	**0,00**
11:20	4,02	4,15	0,13
12:20	4,01	4,21	0,20
13:20	4,00	4,23	0,23
14:20	4,00	4,28	0,28
15:20	3,97	4,30	0,33
16:20	3,97	4,32	0,35

Ημερομηνία: *03/03/2005*			
Περιοχή *ΧΗΜΕΙΟ*			
Διακοπή:			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
10:45	-	**3,42**	**0,00**

Ημερομηνία: *30/03/2005*			
Περιοχή *ΧΗΜΕΙΟ*			
Διακοπή:			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
9:05	3,47	4,06	0,59
10:55	-	**3,56**	**0,00**
11:55	-	3,56	0,00
12:55	3,56	3,58	0,02
13:55	3,55	3,58	0,03
14:55	3,55	3,58	0,03
15:55	3,55	3,59	0,04
16:55	3,55	3,59	0,04



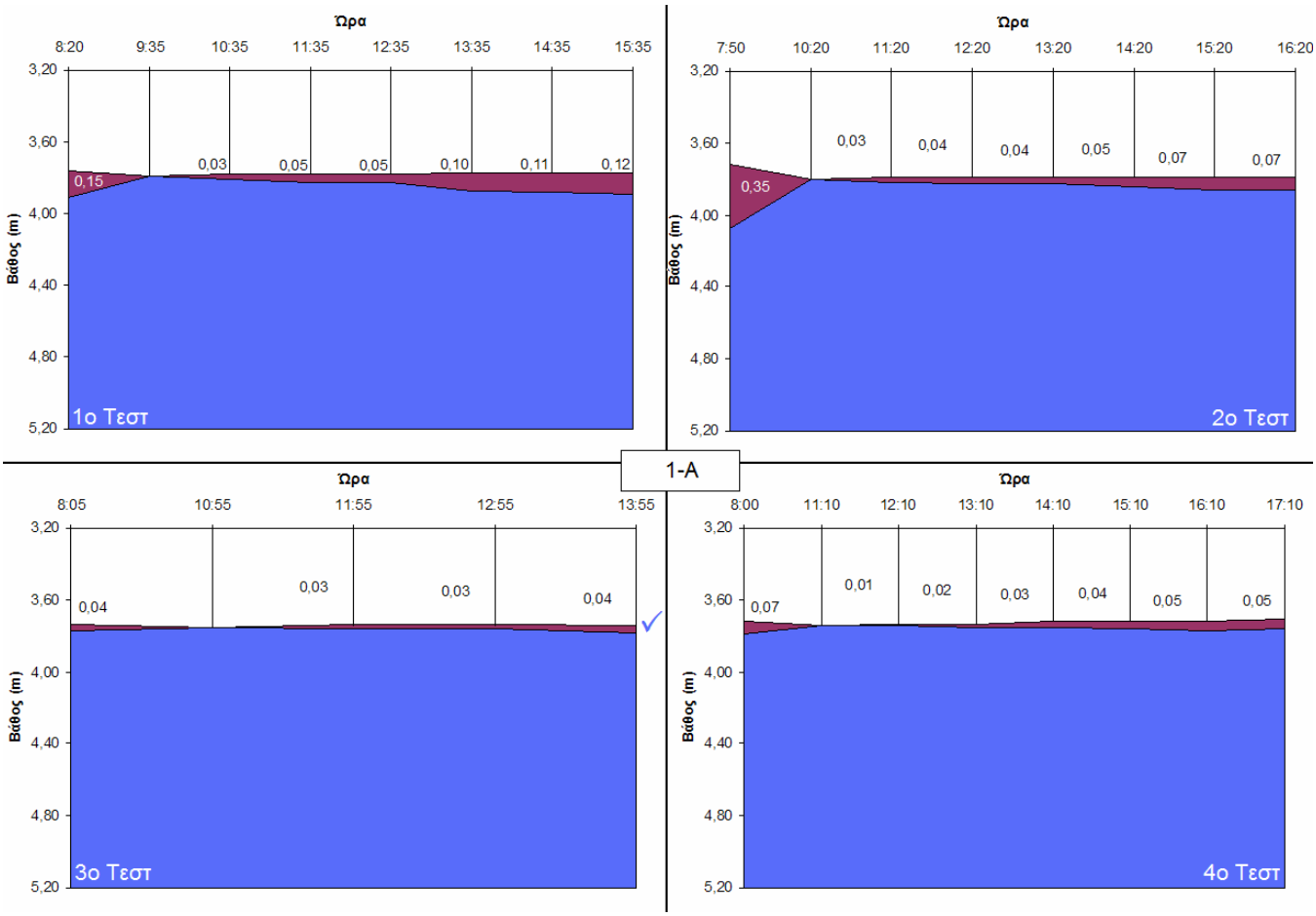
1-Α (εβδομαδιαίες)

Ημερομηνία: *17/05/2005*			
Περιοχή *ΧΗΜΕΙΟ*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:20	3,76	3,91	0,15
9:35	-	**3,79**	**0,00**
10:35	3,78	3,81	0,03
11:35	3,78	3,83	0,05
12:35	3,78	3,83	0,05
13:35	3,77	3,87	0,10
14:35	3,77	3,88	0,11
15:35	3,77	3,89	0,12

Ημερομηνία: *23/05/2005*			
Περιοχή *ΧΗΜΕΙΟ*			
Διακοπή: 56 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
7:50	3,72	4,07	0,35
10:20	-	**3,80**	**0,00**
11:20	3,79	3,82	0,03
12:20	3,79	3,83	0,04
13:20	3,79	3,83	0,04
14:20	3,79	3,84	0,05
15:20	3,79	3,86	0,07
16:20	3,79	3,86	0,07

Ημερομηνία: *31/03/2005*			
Περιοχή *ΧΗΜΕΙΟ*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
08:05	3,73	3,77	0,04
10:55	-	**3,75**	**0,00**
11:55	3,73	3,76	0,03
12:55	3,73	3,76	0,03
13:55	3,74	3,78	**0,04**

Ημερομηνία: *07/06/2005*			
Περιοχή *ΧΗΜΕΙΟ*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη**	**Νερό**	**Διαφορά**
8:00	3,72	3,79	0,07
11:10	-	**3,74**	**0,00**
12:10	3,73	3,74	0,01
13:10	3,73	3,75	0,02
14:10	3,72	3,75	0,03
15:10	3,72	3,76	0,04
16:10	3,72	3,77	0,05
17:10	3,71	3,76	0,05



5.3 Αποτελέσματα τεστ παραγωγικότητας

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι μετρήσεις για τα τεστ παραγωγικότητας για κάθε πηγάδι. Η σειρά των πηγαδιών είναι η εξής:

Α/Α	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΠΕΡΙΟΧΗ
1	MP 5-2	2
2	RW 5-1	2
3	MW 6	2
4	MP 5	2
5	RW 10-4	2
6	RW 5	2
7	26 A	ΛΟΦΟΣ
8	MW 6-1	4
9	MW 4-9	4
10	MP 5-3	4
11	MW 5-1	5
12	MW 2-1	5
13	RW 5-2	5
14	RW 5-2-1	5

1. *MP 5-2 (μηνιαίες)*

Ημερομηνία: *24/11/2004*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:25	2,98	3,14	0,16
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
09:00	120''	-	4,8
10:55	120''	5,8	-

Ημερομηνία: *14/12/2004*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:35	3,08	3,42	0,34
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
08:40	120''	-	13,7
13:30	120''	13,7	-

Ημερομηνία: *03/03/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
09:00	2,98	3,14	0,16
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
09:05	120''	16	0,4
11:35	120''	15,4	-

Ημερομηνία: *29/03/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
09:00	2,76	2,82	0,06
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
09:20	120''	14,2	1,9
10:20	120''	15	-

MP 5-2 (εβδομαδιαίες)

Ημερομηνία: *18/05/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:00	2,86	3,12	0,26
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
08:05	120''	1,5	12
13:00	120''	12	-

Ημερομηνία: *26/05/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
09:42	2,97	3,05	0,08
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
09:45	120''	6	3
13:15	120''	9	-

Ημερομηνία: *01/06/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:30	2,86	3,06	0,20
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
08:32	120''	2,5	14
08:37	120''	11	-

Ημερομηνία: *08/06/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:10	2,93	3,10	0,17
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
08:12	120"	2,5	13
13:10	120"	11	-

2. *RW 5-1 (μηνιαίες)*

Ημερομηνία: *24/11/2004*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:49	4,75	5,15	0,40
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
10:00	120''	-	11,5
14:10	120''	9,4	-

Ημερομηνία: *14/12/2004*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
09:05	4,95	5,30	0,35
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
09:07	120''	-	10,4
12:30	120''	16,3	-

Ημερομηνία: *02/03/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
07:51	4,45	4,47	0,02
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
08:20	120''	15	0,7
09:40	120''	14,4	-

Ημερομηνία: *29/03/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
9:06	4,58	4,71	0,13
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
09:50	120''	9,5	7,5
10:50	120''	15,7	-

RW 5-1(εβδομαδιαίες)

Ημερομηνία: *18/05/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:30	4,77	4,96	0,19
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
08:35	120''	2,8	11,6
13:15	120''	12,1	-

Ημερομηνία: *26/05/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
10:00	4,81	5,04	0,23
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
10:02	120''	-	9
13:22	120''	8,5	-

Ημερομηνία: *01/06/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
09:45	4,71	5,05	0,34
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
09:48	120''	-	15,5
09:54	120''	8	0,5

Ημερομηνία: *08/06/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:35	4,76	5,06	0,30
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
08:37	120''	-	15
13:30	120''	8,5	-

3. ***MW 6***

Ημερομηνία: *24/11/2004*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:29	-	2,75	-

Ημερομηνία: *13/12/2004*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 56 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
10:55	-	3,90	-

Ημερομηνία: *02/03/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
07:35	-	2,75	-

Ημερομηνία: *29/03/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:55	-	2,49	-

4. ***MP 5***

Ημερομηνία: *24/11/2004*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:27	-	2,91	-

Ημερομηνία: *13/12/2004*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 56 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
11:02	3,04	3,08	0,04
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
11:12	120''	5,2	6,9
14:30	120''	13	-

Ημερομηνία: *02/03/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
07:30	-	2,34	-

Ημερομηνία: *29/03/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:57	-	2,68	-

5. *RW 10-4 (μηνιαίες)*

Ημερομηνία: *25/11/2004*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:22	4,85	5,27	0,42
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
09:16	120''	-	13
14:40	120''	8,5	-

Ημερομηνία: *14/12/2004*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
09:10	4,99	5,35	0,36
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
09:15	120''	-	13,7
12:40	120''	13,5	-

Ημερομηνία: *03/03/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
07:52	-	4,53	-

Ημερομηνία: *29/03/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
09:09	4,67	4,68	0,01
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
10:00	120''	8	0,9
11:00	120''	8,4	-

RW 10-4 (εβδομαδιαίες)

Ημερομηνία: *18/05/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:40	4,80	5,06	0,26
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
08:45	120''	-	15,8
13:20	120''	14,1	-

Ημερομηνία: *26/05/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
10:05	4,82	5,18	0,36
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
10:07	120''	-	18
13:25	120''	18	-

Ημερομηνία: *01/06/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
09:50	4,77	5,11	0,34
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
10:02	120''	-	16,5
10:05	120''	-	10,5
10:08	120''	3,5	3,5

Ημερομηνία: *08/06/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:40	4,79	5,16	0,37
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
08:42	120''	-	16
13:35	120''	9	-

6. ***RW 5***

Ημερομηνία: *23/11/2004*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
12:15	4,30	4,40	0,10
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
12:20	120''	-	8,5
16:30	120''	7,8	-

Ημερομηνία: *14/12/2004*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:55	4,49	4,68	0,19
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
09:00	120''	-	13,5
12:25	120''	7	-

Ημερομηνία: *02/03/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
07:50	-	3,95	-

Ημερομηνία: *30/03/2005*			
Περιοχή *2*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
07:40	4,07	4,08	0,01
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
07:45	120''	6	1
08:45	120''	7	-

7. ***26 A***

Ημερομηνία: *16/12/2004*			
Περιοχή *ΛΟΦΟΣ*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
09:45	13,01	13,24	0,23
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
10:10	20''	10,5	8,5
12:45	20''	15,5	-

Ημερομηνία: *02/03/2005*			
Περιοχή *ΛΟΦΟΣ*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
07:58	12,44	12,67	0,23
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
10:00	20''	10	9
13:00	20''	15	-

Ημερομηνία: *02/03/2005*			
Περιοχή *ΛΟΦΟΣ*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
09:35	12,59	12,70	0,11
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
10:10	20''	9	8
12:45	20''	14	-

8. ***MW 6-1***

Ημερομηνία: *25/11/2004*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:15	4,19	4,64	0,45
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
09:08	120''	-	13
14:35	120''	10,8	-

Ημερομηνία: *13/12/2004*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 56 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
11:35	4,30	4,84	0,54
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
11:40	120''	-	12,1
14:05	120''	12,7	-

Ημερομηνία: *02/03/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
07:45	3,87	3,92	0,05
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
08:00	120''	16,5	1,1
09:20	120''	15	-

Ημερομηνία: *29/03/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
09:03	4,01	4,16	0,15
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
09:30	120''	8	8
10:30	120''	14	-

9. ***MW 4-9***

Ημερομηνία: *14/12/2004*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
12:50	9,18	9,57	0,39
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
12:55	120''	-	10,4
13:25	120''	3,7	4,5
14:30	120''	7	-

Ημερομηνία: *03/03/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
09:25	8,63	9,06	0,43
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
09:30	120''	0,5	9,4
11:35	120''	6,2	-

Ημερομηνία: *29/03/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
09:15	8,76	9,27	0,51
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
10:50	120''	-	17
11:20	120''	13	-

10. *MP 5-3 (μηνιαίες)*

Ημερομηνία: *25/11/2004*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:15	3,54	4,09	0,55
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
09:05	120''	-	17
14:30	120''	7,5	-

Ημερομηνία: *13/12/2004*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 56 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
11:20	3,67	4,22	0,55
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
11:25	120''	-	12
14:25	120''	5,8	-

Ημερομηνία: *02/03/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
07:42	-	3,25	-

Ημερομηνία: *29/03/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
09:01	3,40	3,44	0,04
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
09:25	120''	8,7	1,3
10:25	120''	10	-

MP 5-3 (εβδομαδιαίες)

Ημερομηνία: *17/05/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
09:00	-	3,47	-

Ημερομηνία: *23/05/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 56 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
07:42	-	3,58	-

Ημερομηνία: *01/06/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:40	3,50	3,59	0,09
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
08:42	120''	7,5	4,5
08:48	120''	9	-

Ημερομηνία: *07/06/2005*			
Περιοχή *4*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:15	3,48	3,94	0,46
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
08:17	120''	2	8
13:15	120''	9	-

11. MW 5-1

Ημερομηνία: *24/11/2004*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
13:30	4,49	5,04	0,55
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
13:35	120''	-	11
15:55	120''	9,9	-

Ημερομηνία: *14/12/2004*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
09:20	4,69	5,03	0,34
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
9:25	120''	-	7,8
12:45	120''	4,8	-

Ημερομηνία: *02/03/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
07:54	4,18	4,26	0,08
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
09:45	120''	-	3,5
10:42	120''	3	-

Ημερομηνία: *30/03/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:50	4,33	4,39	0,06
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
08:55	120''	-	5
10:00	120''	4	-

12. MW 2-1

Ημερομηνία: *24/11/2004*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:41	3,79	3,97	0,18
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
09:42	120''	-	11
14:00	120''	6	-

Ημερομηνία: *14/12/2004*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 16 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
16:40	3,99	4,15	0,16
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
16:45	120''	6,5	7,7
17:50	120''	6,1	-

Ημερομηνία: *02/03/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
07:49	3,44	3,51	0,07
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
09:35	120''	9,2	1,8
10:37	120''	8,8	-

Ημερομηνία: *29/03/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
09:15	3,58	3,67	0,09
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
10:05	120''	1	6
11:05	120''	5,5	-

13. *RW 5-2 (μηνιαίες)*

Ημερομηνία: *23/11/2004*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
12:25	3,93	4,08	0,15
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
12:30	120''	2,5	4
16:35	120''	3,7	-

Ημερομηνία: *14/12/2004*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:45	4,06	4,49	0,43
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
08:47	120''	-	5,9
12:20	120''	6,8	-

Ημερομηνία: *02/03/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
07:48	3,58	3,62	0,04
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
08:15	120''	7	0,6
09:35	120''	6,5	-

Ημερομηνία: *30/03/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
07:30	3,73	3,80	0,07
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
07:35	120''	11	2
08:40	120''	4	-

RW 5-2 (εβδομαδιαίες)

Ημερομηνία: *18/05/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:10	3,93	3,95	0,02
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
08:15	120''	12	0,9
13:05	120''	13	-

Ημερομηνία: *26/05/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
09:48	3,98	3,99	0,01
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
09:52	120''	3,5	0,2
13:18	120''	3,5	-

Ημερομηνία: *01/06/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
09:32	3,88	3,99	0,11
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
09:35	120''	13	3
09:40	120''	14	-

Ημερομηνία: *07/06/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:30	3,93	3,94	0,01
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
08:32	120''	3,5	0,2
13:25	120''	3,5	-

14. *RW 5-2-1 (μηνιαίες)*

Ημερομηνία: *25/11/2004*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:25	3,81	4,22	0,41
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
09:25	120''	-	7,2
14:45	120''	7	-

Ημερομηνία: *13/12/2004*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 56 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
12:25	3,96	4,37	0,41
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
12:30	120''	-	6,6
14:45	120''	5,5	-

Ημερομηνία: *02/03/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
07:47	3,49	3,50	0,01
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
08:10	120''	12	1,8
09:30	120''	11,5	-

Ημερομηνία: *29/03/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
09:05	3,64	3,65	0,01
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
09:40	120''	3	3
10:40	120''	4,9	-

RW 5-2-1 (εβδομαδιαίες)

Ημερομηνία: *18/05/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:20	3,82	3,93	0,11
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
08:25	120''	-	16,6
13:10	120''	13	-

Ημερομηνία: *25/05/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
11:18	3,85	4,01	0,16
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
11:20	120''	-	13,5
14:00	120''	5	-

Ημερομηνία: *01/06/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:55	3,73	4,20	0,47
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
08:57	120''	-	11,5
09:20	120''	9	2
09:25	120''	10	-

Ημερομηνία: *07/06/2005*			
Περιοχή *5*			
Διακοπή: 8 ώρες			
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:25	3,81	4,02	0,21
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
08:27	120''	-	9,5
13:20	120''	8,2	-

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

6.1 Ανάλυση αποτελεσμάτων

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η επεξεργασία των αποτελεσμάτων των τεστ παραγωγικότητας, ώστε να υπολογιστεί ο όγκος πετρελαϊκού προϊόντος, που αντλείται από κάθε πηγάδι.

Στο πηγάδι MW 4-9 κατά το μήνα Δεκέμβριο έγινε τεστ παραγωγικότητας, του οποίου τα αποτελέσματα ήταν τα εξής:

Περιοχή 4	**MW 4-9**		**14/12/04**
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
12:50	9,18	9,57	0,39
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
12:55	120''	-	10,4
13:25	120''	2,7	4,5
14:30	120''	4,8	-

Πίνακας 6-1: Δεδομένα τεστ παραγωγικότητας.

Κατά τη διεξαγωγή του δεύτερου τεστ, παρατηρήθηκε στρώμα ελαιωδών στο εσωτερικό της πλυντηρίδας, φαινόμενο που επιτρέπει να υπολογιστεί η παραγωγή του συγκεκριμένου πηγαδιού.

Χρησιμοποιώντας τη σχέση

$$Q' = \frac{\pi \cdot \left(\frac{0,19}{2}\right)^2 \cdot h}{2}$$

υπολογίζεται η στιγμιαία παροχή του πηγαδιού τη στιγμή της μέτρησης.

- *Ώρα 12:55*

Το πάχος του στρώματος των ελαιωδών είναι 10,4cm = 0,104m

Αντικαθιστώντας στον παραπάνω τύπο, προκύπτει:

$$\boxed{Q_1 = 1,47 \text{ l/min}}$$

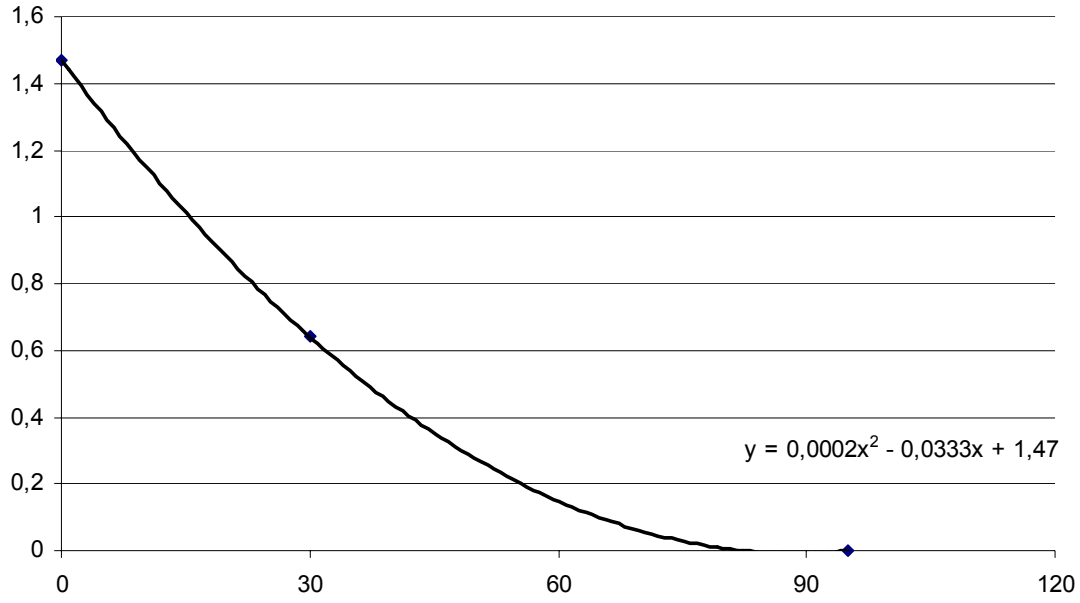
- *Ώρα 13:25*

Το πάχος του στρώματος των ελαιωδών είναι 4,5cm = 0,045m

Αντικαθιστώντας στον παραπάνω τύπο, προκύπτει:

$$\boxed{Q_2 = 0,64 \text{ l/min}}$$

Για να υπολογιστεί ο όγκος προϊόντος, που παρήγαγε το πηγάδι, κατασκευάζεται διάγραμμα Παροχής – Χρόνου.



Διάγραμμα 6-1: Διάγραμμα παροχής - χρόνου για το πηγάδι MW 4-9

Το εμβαδόν της περιοχής ανάμεσα στους άξονες και τη γραμμή είναι ίσο με τον όγκο παραγωγής του πηγαδιού, σε λίτρα. Η γραμμή περιγράφεται από την εξίσωση:

$$\mathbf{y = 0{,}0002\,x^2 - 0{,}0333\,x + 1{,}47} \quad (y=0 \rightarrow x=95 \text{ min})$$

Ολοκληρώνοντας την εξίσωση, προκύπτει:

$$\int_0^{95} y = 0{,}0002\frac{x^3}{3} - 0{,}0333\frac{x^2}{2} + 1{,}47x$$

Ορίζοντας το ολοκλήρωμα από 0 έως 95 λεπτά, προκύπτει η τελική τιμή:

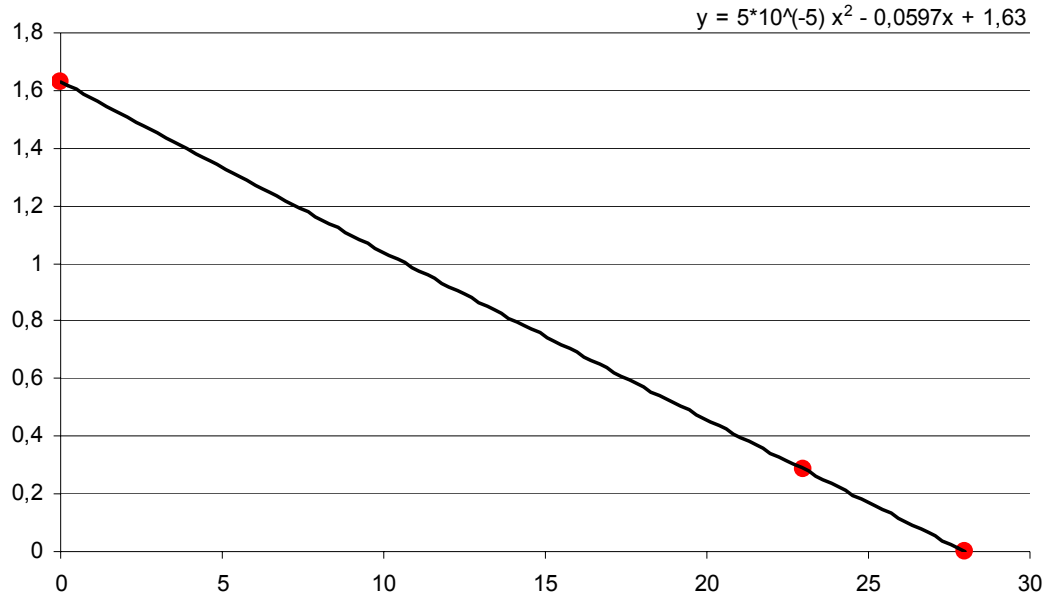
$$\boxed{V = 46{,}54 \text{ l}}$$

Από το συγκεκριμένο πηγάδι αντλείται κυρίως βενζίνη πολύ υψηλής πτητικότητας και έχει παρατηρηθεί, πως στη διαδρομή από το πηγάδι ως το βυτίο συλλογής των ελαιωδών, εξατμίζεται ως και το 20% του συγκεκριμένου προϊόντος. Έτσι, στο βυτίο καταλήγουν:

$$46{,}54 \cdot 80\ \% = \boxed{37{,}232 \text{ λίτρα}}$$

RW 5-2-1	*ΠΕΡΙΟΧΗ 5*		01.06.05
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
08:55	3,73	4,20	0,47
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
08:57	120''	-	11,5
09:20	120''	9	2
09:25	120''	10	-

Χρόνος (min)	Ελαιώδη (cm)	Όγκος στην πλυντηρίδα (l)	Παροχή (l/min)
0	11,5	3,26	1,630
23	2	0,57	0,285
28	0	0	0



Διάγραμμα 6-2: Διάγραμμα παροχής - χρόνου για το πηγάδι RW 5-2-1.

Η γραμμή περιγράφεται από την εξίσωση: **$y = 5 \cdot 10^{-5} x^2 - 0{,}0597\, x + 1{,}63$** (y=0 → x=28 min)

Ολοκληρώνοντας την εξίσωση, προκύπτει:

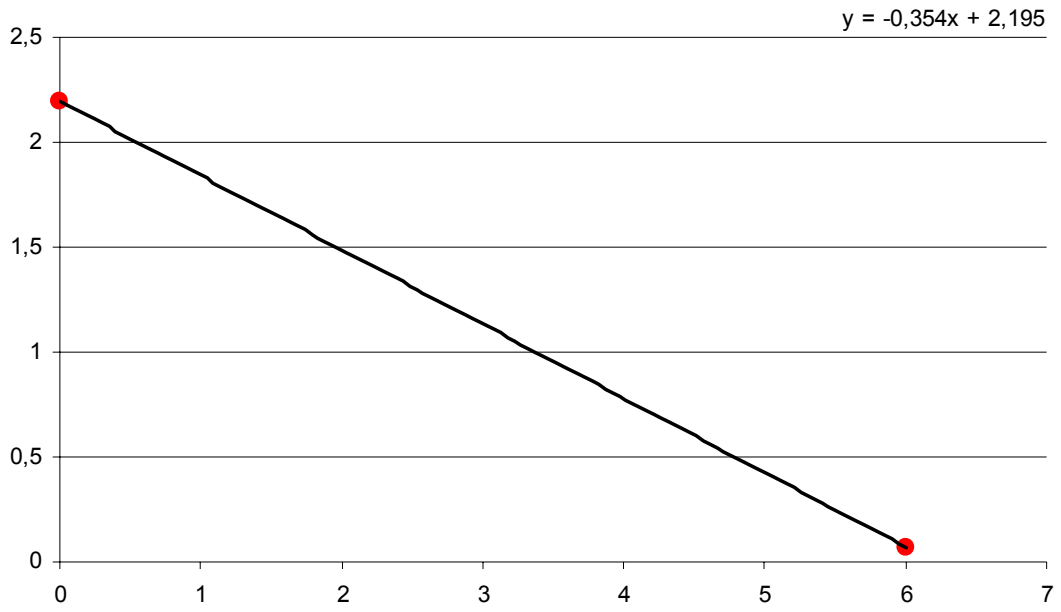
$$\int_0^{28} y = 5 \cdot 10^{-5} \frac{x^3}{3} - 0{,}0597 \frac{x^2}{2} + 1{,}63x$$

Ορίζοντας το ολοκλήρωμα από 0 έως 28 λεπτά, προκύπτει η τελική τιμή:

$$\boxed{V = 22{,}60\ l}$$

RW 5-1	*ΠΕΡΙΟΧΗ 2*		01.06.05
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
09:45	4,71	5,05	0,34
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
09:48	120''	-	15,5
09:54	120''	8	0,5

Χρόνος (min)	**Ελαιώδη (cm)**	**Όγκος στην πλυντηρίδα (l)**	**Παροχή (l/min)**
0	15,5	4,39	2,195
6	0,5	0,14	0,071



Διάγραμμα 6-3: Διάγραμμα παροχής - χρόνου για το πηγάδι RW 5-1.

Η γραμμή περιγράφεται από την εξίσωση: **y = –0,354 x + 2,195** (y=0 → x=6,2 min)

Ολοκληρώνοντας την εξίσωση, προκύπτει:

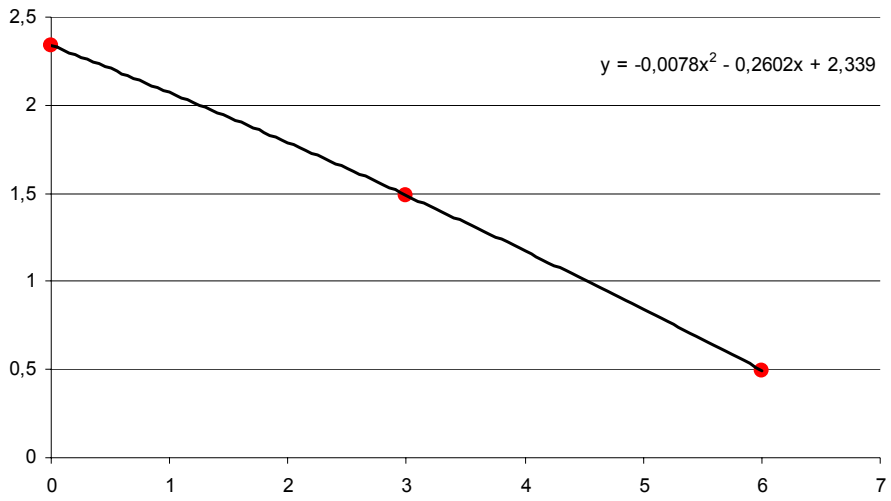
$$\int_{0}^{6,2} y = -0,354\frac{x^2}{2} + 2,195x$$

Ορίζοντας το ολοκλήρωμα από 0 έως 6,2 λεπτά, όταν και μηδενίζεται η τιμή του y, προκύπτει η τελική τιμή:

$$\boxed{V = 6,80\ l}$$

RW 10-4	*ΠΕΡΙΟΧΗ 5*		01.06.05
Ώρα	**Ελαιώδη (m)**	**Νερό (m)**	**Διαφορά (m)**
09:50	4,77	5,11	0,34
Ώρα	**Χρόνος**	**Νερό (cm)**	**Ελαιώδη (cm)**
10:02	120’’	-	16,5
10:05	120’’	-	10,5
10:08	120’’	3,5	3,5

Χρόνος (min)	**Ελαιώδη (cm)**	**Όγκος στην πλυντηρίδα (l)**	**Παροχή (l/min)**
0	16,5	4,68	2,339
3	10,5	2,98	1,488
6	3,5	0,99	0,496



Διάγραμμα 6-4: Διάγραμμα παροχής - χρόνου για το πηγάδι RW 10-4.

Η γραμμή περιγράφεται από την εξίσωση:

$y = -0{,}0078\,x^2 - 0{,}2602\,x + 2{,}339$ (y=0 → x=7,35 min)

Ολοκληρώνοντας την εξίσωση, προκύπτει:

$$\int_0^{7,35} y = -0{,}0078\frac{x^3}{3} - 0{,}2602\frac{x^2}{2} + 2{,}339$$

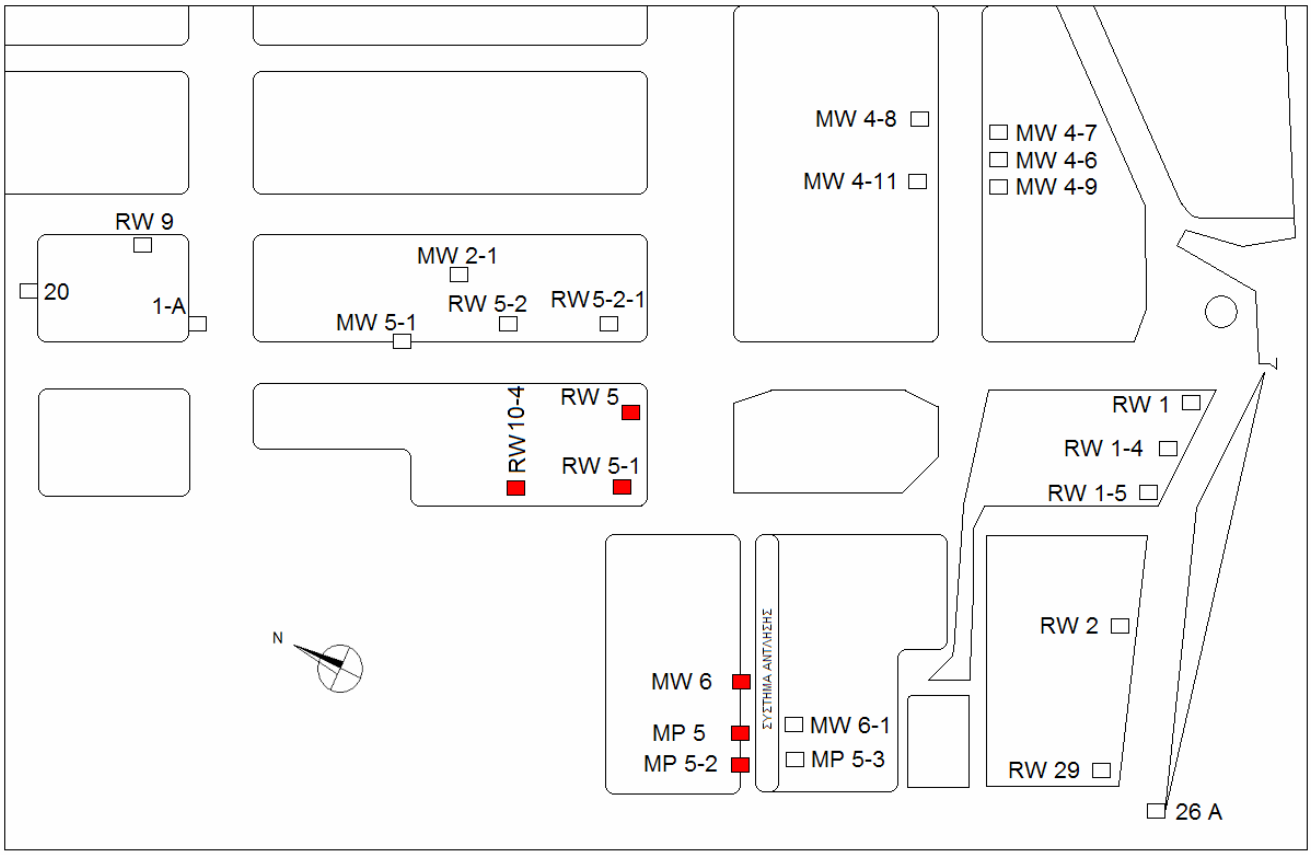
Ορίζοντας το ολοκλήρωμα από 0 έως 7,35 λεπτά, όταν και μηδενίζεται η τιμή του y, προκύπτει η τελική τιμή:

$$\boxed{V = 9{,}13\ l}$$

6.1.1 Ανάλυση κατά περιοχή

Αφού συγκεντρώθηκαν και επεξεργάστηκαν όλες οι μετρήσεις, ήταν δυνατή η κατάταξη των εξεταζόμενων πηγαδιών σε κατηγορίες, ανάλογα με το προϊόν που φέρουν και το ρυθμό ανάκτησής τους. Έτσι, κατατάσσοντας τα πηγάδια κατά περιοχή, προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

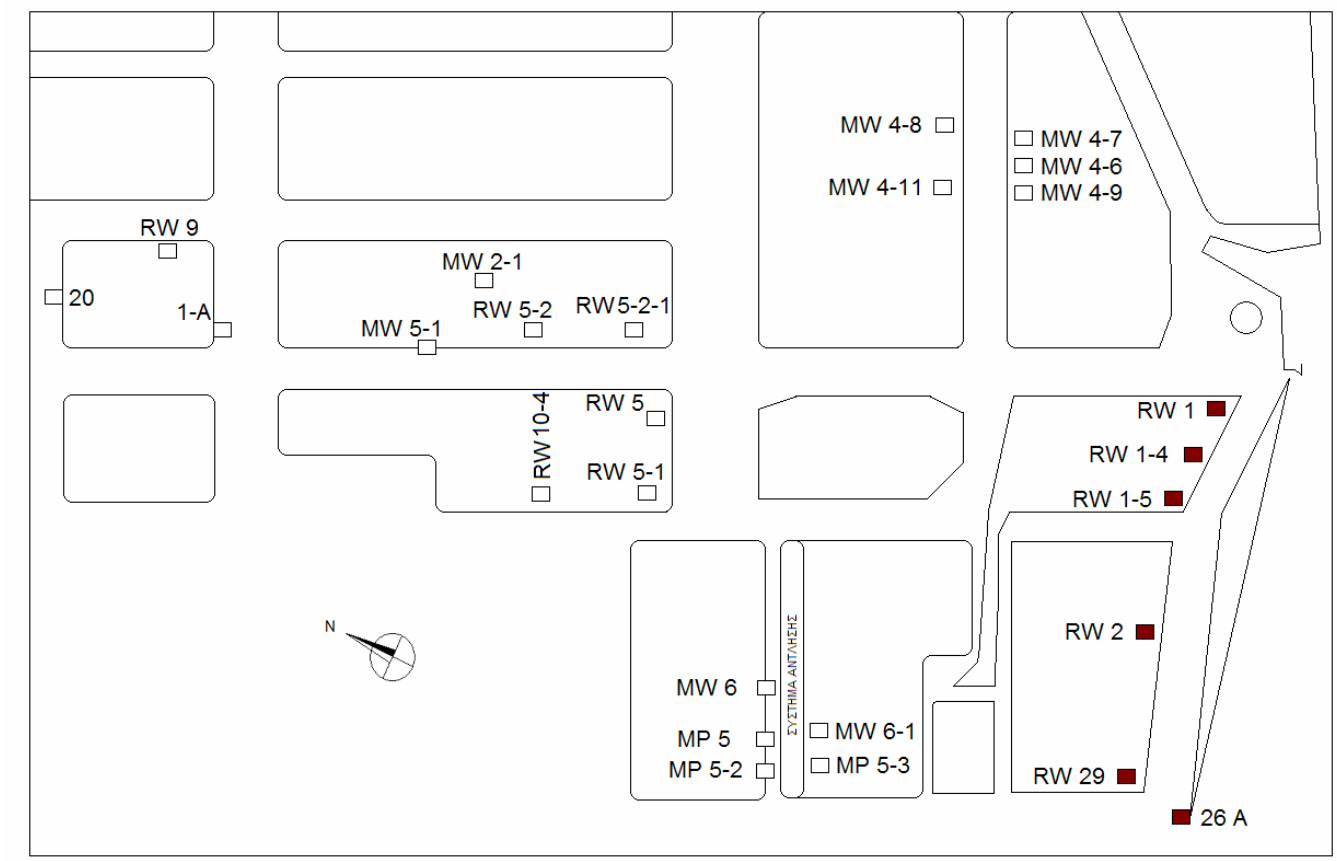
<u>Περιοχή 2</u>



Χάρτης 6-1: Κατανομή των φρεατίων στην περιοχή 2.

Λόγω της μεγάλης έκτασης, την οποία καλύπτει, η περιοχή 2 δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως περιοχή έντονης ή ήπιας παρουσίας ελαιωδών. Πηγάδια, όπως τα MW 6, MP 5, RW 5 και MP5-2 παρουσιάζουν μικρές ποσότητες προϊόντος, οι οποίες δύσκολα ανακτώνται. Σε αντίθεση, τα πηγάδια RW 5-1 και RW 10-4 εμφανίζουν έντονη παρουσία ελαιωδών με γρήγορους ρυθμούς ανάκτησης. Επομένως, στην περιοχή 2 παρατηρείται ανομοιογένεια ως προς το ρυθμό ανάκτησης και το πάχος του υφιστάμενου στρώματος ελαιωδών, ωστόσο μπορεί η περιοχή να θεωρηθεί πως παρουσιάζει αρκετά μεγάλες ποσότητες προϊόντος.

Περιοχή Λόφος

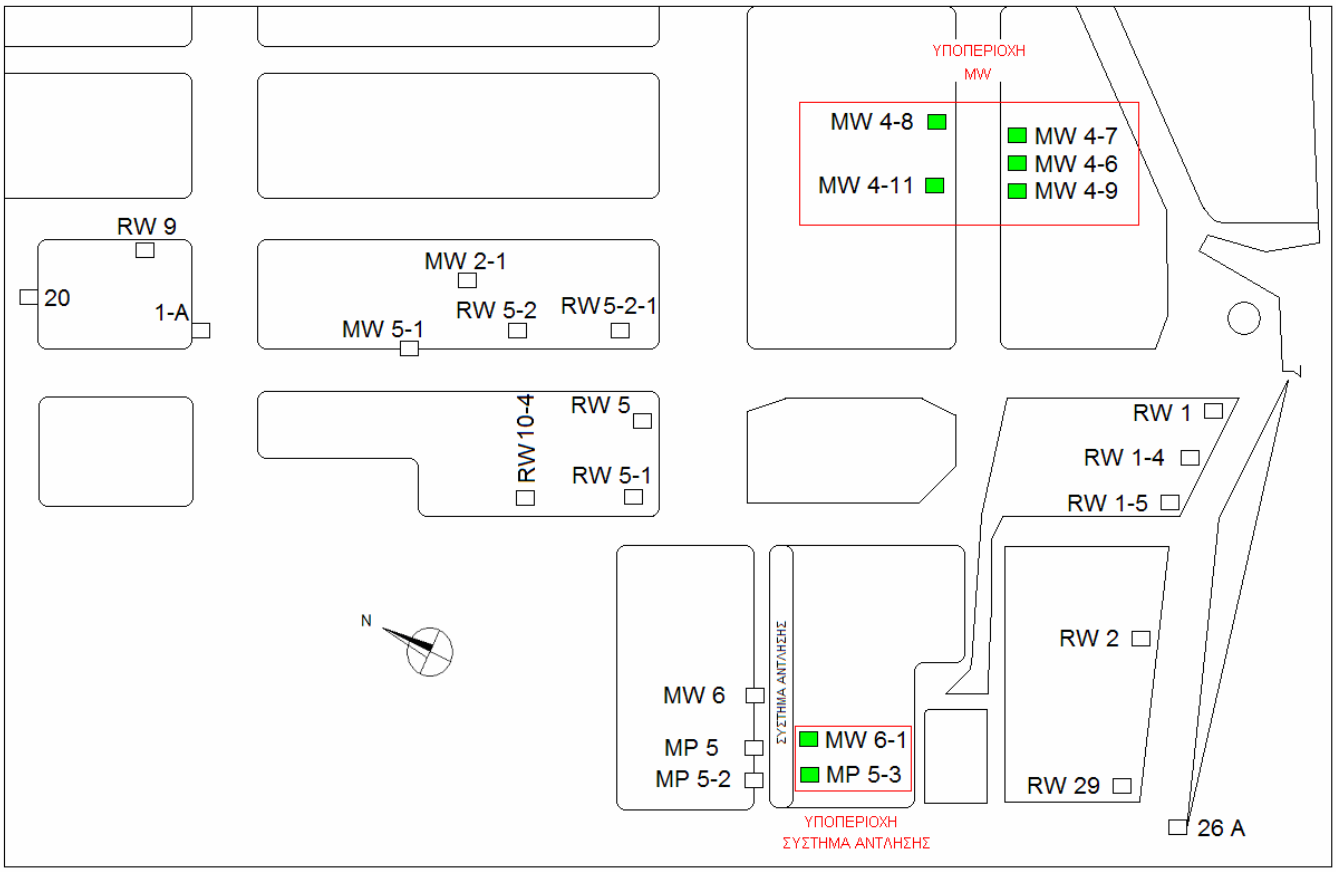


Χάρτης 6-2: Κατανομή των φρεατίων στην περιοχή Λόφος

Λόγω του μεγάλου υψομέτρου της περιοχής, χρησιμοποιούνται πνευματικές, αντιεκρηκτικού τύπου αντλίες, οι οποίες μεταφέρονται από πηγάδι σε πηγάδι, όποτε αυτό κρίνεται αναγκαίο. Έτσι, στα πηγάδια RW 1, RW 1-4 και RW 1-5 δεν έγιναν και οι 4 προβλεπόμενες μετρήσεις, αφού δεν ήταν δυνατή η μεταφορά όλων των αντλιών. Τα παραπάνω πηγάδια είναι συγκεντρωμένα στην ανατολική περιοχή του Λόφου και δεν παρουσιάζουν μεγάλες ποσότητες ελαιωδών.

Τα υπόλοιπα πηγάδια της περιοχής (RW 2, RW 29 και 26 A) στη δυτική πλευρά του Λόφου, μετρήθηκαν κανονικά και παρατηρήθηκε μέτρια παρουσία ελαιωδών, αλλά μία σχετικά γρήγορη ανάκτηση. Η περιοχή βρίσκεται στα σύνορα του διυλιστηρίου με τη λίμνη Κουμουνδούρου και παρατηρούνται αρκετά μεγάλες ποσότητες προϊόντος μόνο στα πηγάδια RW 2 και RW 29, γεγονός που υποδεικνύει ότι δεν διαφεύγουν ποσότητες ελαιωδών εκτός των ορίων του διυλιστηρίου.

Περιοχή 4



Χάρτης 6-3: Κατανομή των φρεατίων στην περιοχή 4.

Η μεγάλη απόσταση μεταξύ των πηγαδιών της περιοχής, μας αναγκάζει να τη χωρίσουμε σε 2 υποπεριοχές:

- Την υποπεριοχή «Σύστημα Άντλησης», η οποία βρίσκεται νότια του κεντρικού συστήματος άντλησης και περιλαμβάνει τα πηγάδια MW 6-1 και MP 5-3.
- Την υποπεριοχή «MW», η οποία βρίσκεται βορειοανατολικά του συστήματος άντλησης και περιλαμβάνει τα πηγάδια MW 4-6, MW 4-7, MW 4-8, MW 4-9 και MW 4-11.

Σύστημα Άντλησης:

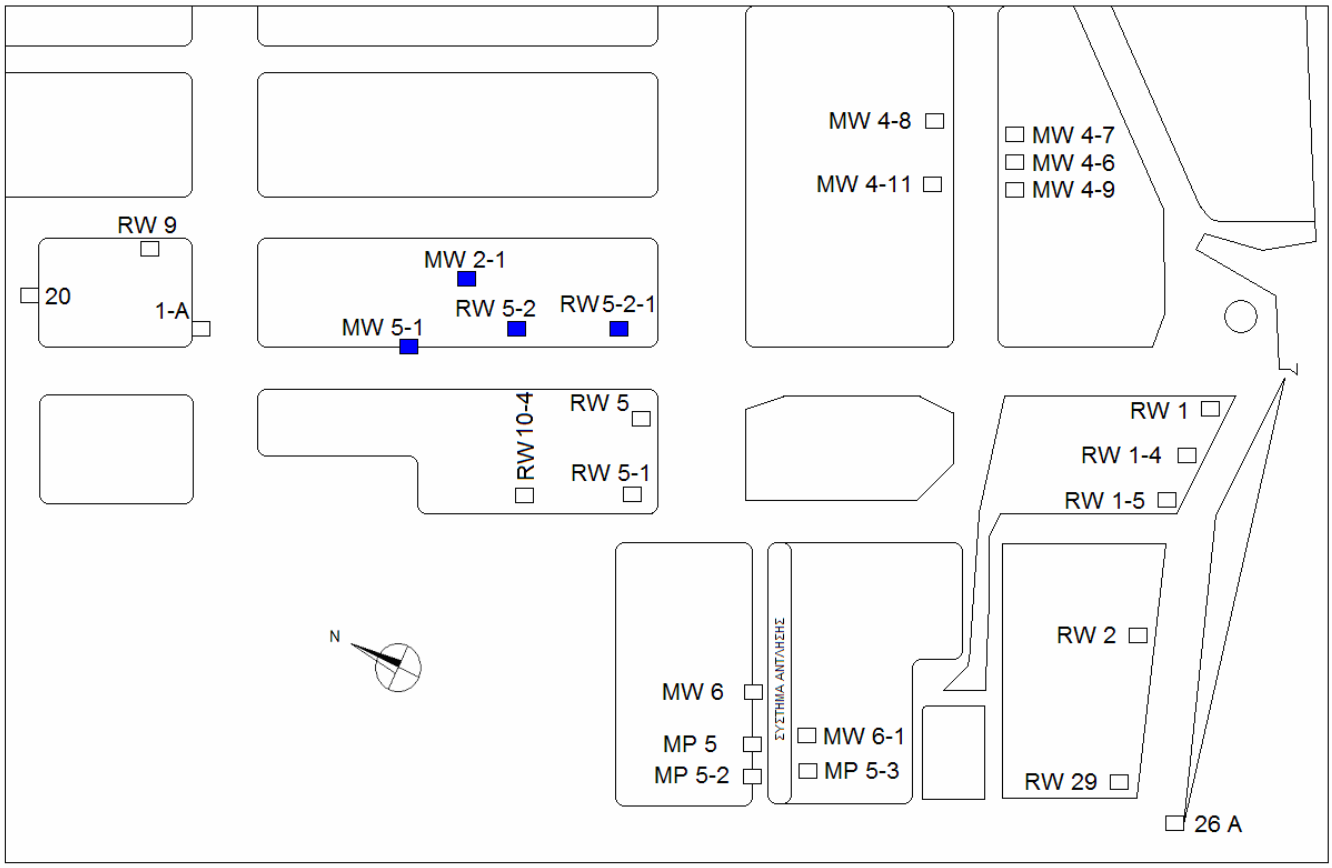
Το πηγάδι MW 6-1 χαρακτηρίστηκε ως ιδιαίτερα παραγωγικό κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, ενώ το πηγάδι MP 5-3, στο οποίο έγιναν 8 μετρήσεις, είχε εντελώς ασταθή συμπεριφορά, αφού σε 4 από τα τεστ στα οποία υπεβλήθει, βρέθηκε να μην έχει καθόλου ή σχεδόν καθόλου προϊόν, ενώ στα υπόλοιπα 4 έφερε από 40 έως 60 εκατοστά ελαιώδους φάσεως και παρουσίασε σχετικά γρήγορη ανάκτηση.

MW

Ο υδροφορέας στην υποπεριοχή «MW» βρίσκεται σε βάθος περίπου 10 μέτρων και σε αντίθεση με τα πηγάδια της περιοχής του Λόφου, καθένα από τα οποία έχει ανεξάρτητη αντλία, τα MW είναι συνδεδεμένα με το κεντρικό σύστημα άντλησης, καθιστώντας χρονοβόρα την άντληση από αυτά. Έτσι, ενώ συνήθως για κάθε πηγάδι απαιτούνται περίπου 30 με 40 λεπτά για να αντληθεί το προϊόν, για τα συγκεκριμένα χρειάζονται περισσότερο από 2 ώρες.

Η ιδιομορφία, που παρουσιάζει η υποπεριοχή των «MW» είναι πως όλα τα πηγάδια, πλην του MW 4-7, φέρουν μεγάλες ποσότητες προϊόντος, το οποίο είναι καθαρή βενζίνη, που προέρχεται από τις γειτονικές δεξαμενές. Η απουσία ελαιωδών από το πηγάδι MW 4-7 είναι δυνατόν να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, όπως στις επικρατούσες γεωλογικές συνθήκες (π.χ. παρουσία αδιαπέρατου εδαφικού σχηματισμού ή ρήγματος που «απομονώνει» το εν λόγω πηγάδι από την υπάρχουσα ελαιώδη φάση των τριγύρω πηγαδιών) ή στην παρουσία δυο διαφορετικών υδροφορέων, διαφορετικού βάθους ή διαφορετικού τύπου (π.χ. περιορισμένος). Τα ενδεχόμενα αυτά προφανώς θα πρέπει να εξεταστούν προκειμένου να δοθεί μια σίγουρη και αξιόπιστη ερμηνεία στην απουσία ελαιωδών στο πηγάδι MW4-7, το οποίο βρίσκεται σε μια περιοχή που γενικά χαρακτηρίζεται από έντονη παρουσία ελαιωδών.

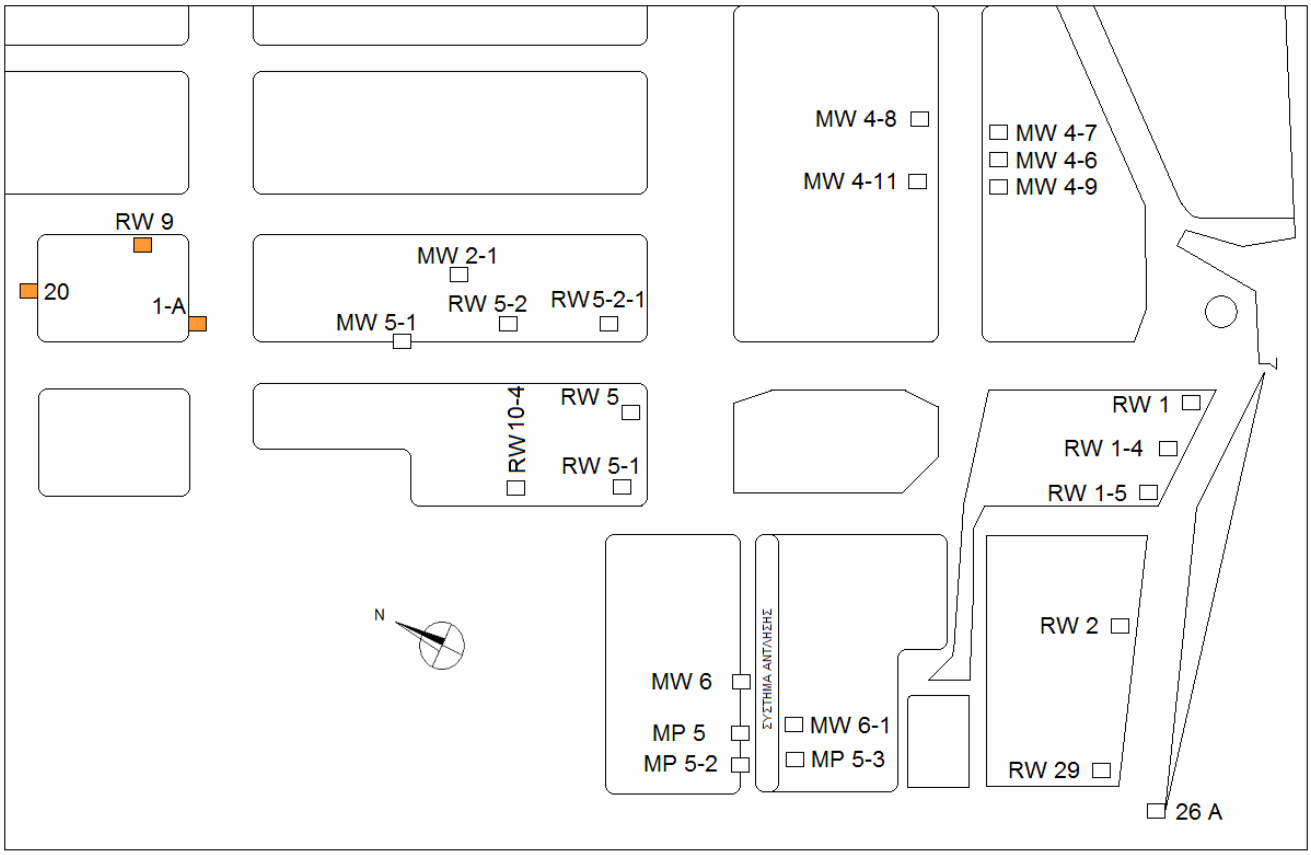
Περιοχή 5



Χάρτης 6-4: Κατανομή των φρεατίων στην περιοχή 5.

Στην περιοχή 5 παρατηρείται *ομοιογένεια* ως προς την παρουσία και το ρυθμό ανάκτησης της ελεύθερης ελαιώδους φάσης. Συγκεκριμένα, τα πηγάδια της περιοχής δεν διαφέρουν σε παραγωγικότητα και συμπεριφορά, αφού συνήθως σε αυτά παρατηρούνται χαμηλές ποσότητες ελαιωδών και σχετικά αργή ανάκτηση. Επομένως, η υπάρχουσα ελαιώδη φάση πιθανότατα οφείλεται σε υπολειμματική ρύπανση που έχει «εγκλωβιστεί» στην ακόρεστη ζώνη του υπεδάφους και σιγά-σιγά διηθείται μέσα στο έδαφος, κινούμενου προς τον υδροφόρο ορίζοντα.

<u>Περιοχή Χημείου</u>



Χάρτης 6-5: Κατανομή των φρεατίων στην περιοχή Χημείο.

Στα πηγάδια της περιοχής του Χημείου δεν γίνεται καθημερινή άντληση, οπότε δεν μπορούν να διεξαχθούν τυπικά τεστ ανάκτησης, αφού τα πηγάδια προτού αντληθούν παραμένουν κλειστά για πολλές ημέρες. Παρόλα αυτά, το πηγάδι RW 9, μπορεί να καταταγεί στα πηγάδια μηδενικής ή ελάχιστης παρουσίας προϊόντος. Για τα υπόλοιπα εξεταζόμενα πηγάδια της περιοχής (πηγάδια 20 και 1A) δεν μπορεί να διεξαχθεί ένα ασφαλές συμπέρασμα, καθώς η συμπεριφορά τους όσον αφορά την παρουσία και την ανάκτηση ελαιωδών είναι ιδιαίτερα ιδιάζουσα.

Για παράδειγμα, στις 3 Μαρτίου 2005 και ενώ διεξάγετο η 3η σειρά μηνιαίων τεστ, στο πηγάδι 1-Α της περιοχής του Χημείου, δεν παρατηρήθηκαν ελαιώδη, παρόλο που δεν είχε αντληθεί από τις 17 Δεκεμβρίου 2004, για διάστημα δηλαδή 74 ημερών, οπότε και είχε μετρηθεί στάθμη ελαιωδών της τάξης των 35 εκατοστών. Προφανώς, υπήρχε σφάλμα μέτρησης, που ίσως να οφείλεται στην έντονη βροχόπτωση της ημέρας, η οποία είναι ικανή να διαταράξει την ισορροπία του πηγαδιού. Στη συνέχεια, το πηγάδι εντάχθηκε στο καθημερινό πρόγραμμα άντλησης, χωρίς να εμφανιστεί και πάλι κάποια ιδιομορφία στη συμπεριφορά του.

6.1.2 Ανάλυση κατά παραγωγικότητα

Εξετάζοντας τις μετρήσεις κάτω από το πρίσμα της παρουσίας προϊόντος και του ρυθμού ανάκτησής του και αφού οριστούν ορισμένα κριτήρια, όπως το πάχος του στρώματος ελαιωδών, το ποσοστό καθώς και ο ρυθμός της ανάκτησης του προϊόντος, προκύπτουν ομάδες πηγαδιών ανάλογα με το πάχος της ελαιώδους φάσεώς τους, το ποσοστό και την ταχύτητα της ανάκαμψής τους.

Για κάθε πηγάδι υπολογίστηκε ο μέσος όρος της διαφοράς στάθμης μεταξύ προϊόντος και νερού πριν την άντληση. Ελάχιστη παρουσία προϊόντος θεωρείται πάχος στρώματος ελαιωδών μέχρι 10 εκατοστά, μέτρια παρουσία ελαιωδών θεωρείται πάχος προϊόντος από 10 ως 25 εκατοστά και έντονη παρουσία θεωρείται πάχος στρώματος μεγαλύτερο από 25 εκατοστά.

Το δεύτερο κριτήριο, που θεσπίστηκε είναι το ποσοστό ανάκτησης του προϊόντος, το οποίο υπολογίζεται ως ο λόγος του μέσου όρου του πάχους της στάθμης των ελαιωδών κατά την τελευταία μέτρηση κάθε τεστ προς το μέσο όρο του πάχους της στάθμης των ελαιωδών πριν την άντληση.

$$\%\ \text{ανάκτηση} = \frac{\text{Μέσος όρος τελικού πάχους στάθμης ελαιωδών}}{\text{Μέσος όρος αρχικού πάχους στάθμης ελαιωδών}}$$

Αν ο λόγος αυτός είναι μικρότερος του 50%, τότε πρόκειται για μικρή ανάκτηση, ενώ σε λόγους μεγαλύτερους από 50% αναφερόμαστε σε μεγάλες ανακτήσεις.

Τέλος, ως τρίτο κριτήριο χρησιμοποιήθηκε ο ρυθμός ανάκτησης του προϊόντος (σε εκατοστά ανά ώρα), ο οποίος υπολογίζεται ως ο λόγος του πάχους της στάθμης των ελαιωδών κατά την τελευταία μέτρηση κάθε τεστ προς το χρόνο διεξαγωγής του τεστ (σε ώρες).

$$\text{Ρυθμός ανάκτησης προϊόντος} = \frac{\text{Πάχος στάθμης ελαιωδών}}{\text{Χρόνος διεξαγωγής τεστ}}$$

Αν ο ρυθμός είναι μικρότερος από 2 cm/h χαρακτηρίζεται ως χαμηλός , ενώ ρυθμοί μεγαλύτεροι από 2 cm/h χαρακτηρίζονται υψηλοί.

1. <u>Πηγάδια με ελάχιστη ή μηδενική παρουσία ελαιωδών</u>

(Μέσος όρος πάχους ελαιώδους φάσης λιγότερο από 10 εκατοστά, τελικό πάχος ελαιωδών λιγότερο από το 50% του αρχικού και ρυθμός ανάκτησης μικρότερος από 1cm/h)

- MW 6 (Περιοχή 2)
- MP 5 (Περιοχή 2)
- RW 5 (Περιοχή 2)
- MW 4-7 (Περιοχή 4)
- RW 5-2 (Περιοχή 5)
- RW 9 (Περιοχή Χημείο)

Με εξαίρεση τα πηγάδια MW 4-7 και RW 5-2, τα υπόλοιπα πηγάδια αυτής της κατηγορίας (τα οποία ανήκουν κυρίως στην περιοχή 2) παρουσίαζαν αρχικό πάχος φάσης ελαιωδών μέχρι 3 εκατοστά σε όλη τη διάρκεια των μετρήσεων, οπότε δεν υπάρχει κάποιος θύλακας βεβαρυμένος με προϊόν στην περιοχή, παρά μόνο υπολείμματα παλαιότερων διαρροών.

Το πηγάδι MW 4-7 της περιοχής 4, είχε στο πρώτο τεστ 25 εκατοστά αρχικό πάχος ελαιωδών και 6 ώρες μετά την άντληση, παρουσίασε στρώμα ελαιωδών πάχους 2 εκατοστών. Στο επόμενο τεστ, βρέθηκε πάχος προϊόντος ίσο με 49 εκατοστά, το οποίο αντλήθηκε και 6 ώρες αργότερα μετρήθηκε φάση ελαιωδών πάχους 40 εκατοστών. Στα υπόλοιπα 6 τεστ, το αρχικό πάχος ελαιωδών ήταν από 0 ως 4 εκατοστά, χωρίς το προϊόν να ανακτάται. Έτσι, συμπεραίνουμε, πως αρχικά υπήρχε παρουσία προϊόντος στην περιοχή, η οποία αντλήθηκε μετά και το δεύτερο τεστ, οπότε από εκείνο το χρονικό σημείο και μετά δεν παρατηρείται αντίστοιχη ποσότητα προϊόντος.

Παρόμοια συμπεριφορά με το πηγάδι MW 4-7 είχε και το πηγάδι RW 5-2 της περιοχής 5, το οποίο παρουσίασε πάχος ελαιώδους φάσης από 1 ως 28 εκατοστά κατά τη διάρκεια των τεστ. Στα εβδομαδιαία τεστ που διεξήχθησαν, αποδείχθηκε πως μετά από διακοπή λειτουργίας 8 ωρών, στο πηγάδι συγκεντρώνονται στρώματα ελαιώδους φάσης πάχους έως και 4 εκατοστών, ενώ μετά από διακοπή 56 ωρών, συγκεντρώθηκε στρώμα πάχους 17 εκατοστών. Έτσι, συμπεραίνουμε, πως στην περιοχή υπάρχουν σταθερά στραγγίσματα, τα οποία συγκεντρώνονται στο πηγάδι με την πάροδο του χρόνου.

Γενικότερο συμπέρασμα για αυτά τα πηγάδια είναι πως δεν φέρουν καθόλου προϊόν και όποτε παρουσιαστεί ελαιώδης φάση στο εσωτερικό τους, αυτό συνήθως οφείλεται σε παλαιότερες ποσότητες προϊόντος στο υπέδαφος, οι οποίες με την πάροδο του χρόνου, καταλήγουν στη ζώνη επιρροής του κάθε πηγαδιού.

2. <u>Πηγάδια με μέτρια παρουσία ελαιωδών και μικρή ανάκτηση</u>

(Μέσος όρος πάχους ελαιώδους φάσης από 10 έως 25 εκατοστά, τελικό πάχος ελαιωδών λιγότερο από το 50% του αρχικού και ρυθμός ανάκτησης από 1cm/h ως 1,5 cm/h)

- 26 A (Περιοχή Λόφος)
- RW 29 (Περιοχή Λόφος)
- RW 1 (Περιοχή Λόφος)
- RW 5-2-1 (Περιοχή 5)

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν κυρίως πηγάδια της περιοχής του Λόφου (26 A, RW 29 και RW 1), καθώς και το RW 5-2-1 της περιοχής 5. Στο πηγάδι RW 1 έγινε ένα μόνο τεστ, τα αποτελέσματα του οποίου, σε συνάρτηση με μετρήσεις γειτονικών του πηγαδιών, επιτρέπουν την ένταξή του σε αυτή την κατηγορία.

Τα πηγάδια RW 29 και RW 5-2-1 έχουν παρόμοια συμπεριφορά και στα 8 τεστ στα οποία υποβλήθηκαν, εξαιρώντας το 4° μηνιαίο, κατά το οποίο στο πηγάδι RW 29 μετρήθηκε πάχος φάσης ελαιωδών ίσο με 25 εκατοστά, ενώ το αντίστοιχο για το πηγάδι RW 5-2-1 ήταν *1cm*.

Χαρακτηριστική είναι η συμπεριφορά του πηγαδιου 26 Α, στο οποίο έχουν διεξαχθεί και τεστ παραγωγικότητας, τα αποτελέσματα των οποίων είναι παρεμφερή σε κάθε περίπτωση, αποδεικνύοντας πως στο συγκεκριμένο πηγάδι συγκεντρώνονται μικρές ποσότητες προϊόντος, οι οποίες αντλούνται σε μικρό χρονικό διάστημα με τη βοήθεια των πνευματικών αντλιών.

Γενικότερα, τα πηγάδια αυτής της κατηγορίας έχουν σχετικά σταθερή ανάκτηση, εξαιρώντας μόνο περιπτώσεις, όπου παρουσιάστηκε πάχος αρχικής ελαιώδους φάσης της τάξης των 1 – 2 εκατοστών, οπότε η ανάκτηση είναι σχεδόν άμεση.

3. <u>Πηγάδια με μέτρια παρουσία ελαιωδών και μεγάλη ανάκτηση</u>

(Μέσος όρος πάχους ελαιώδους φάσης από 10 έως 25 εκατοστά, τελικό πάχος ελαιωδών περισσότερο από το 50% του αρχικού και ρυθμός ανάκτησης από 2 cm/h ως 15 cm/h)

- MP 5-2 (Περιοχή 2)
- RW 2 (Περιοχή Λόφος)
- MW 6-1 (Περιοχή 4)
- MW 5-1 (Περιοχή 5)
- MW 2-1 (Περιοχή 5)

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν πηγάδια από τις περισσότερες περιοχές, αφού εμφανίζουν μια ουδέτερη συμπεριφορά, παρουσιάζοντας μικρές ποσότητες ελαιώδους φάσης και σχετικά μεγάλη ανάκτηση.

Τα πηγάδια της περιοχής 5 (MW 5-1 και MW 2-1) παρουσιάζουν παρόμοια συμπεριφορά, αν και το προϊόν του MW 5-1 είναι πολύ σκουρόχρωμο, αφού το συγκεκριμένο πηγάδι βρίσκεται πλησίον του αντλιοστασίου. Κατά τη διάρκεια των τεστ παραγωγικότητας, παρατηρήθηκε πολύ μικρή ροή στο συγκεκριμένο πηγάδι, αφού το προϊόν που αντλείται είναι βαρύ κλάσμα πετρελαίου.

Τα πηγάδια MP 5-2 και MW 6-1, παρότι βρίσκονται σε διαφορετικές περιοχές, απέχουν μόλις ελάχιστα μέτρα, οπότε εξηγούνται οι ομοιότητες στη συμπεριφορά τους κατά τη διεξαγωγή τεστ ανάκτησης και τεστ παραγωγικότητας.

Τέλος, το πηγάδι RW 2 της περιοχής του Λόφου είχε 100% ανάκτηση και στα 4 τεστ στα οποία υπεβλήθει, όμως η αρχική ποσότητα ελαιωδών την οποία παρουσίαζε ήταν της τάξης των 15 εκατοστών. Αυτό πιθανόν να οφείλεται σε μόνιμο θύλακα προϊόντος στην περιοχή, η ροή του οποίου όμως είναι αρκετά χαμηλή, οπότε χρειάζονται συνεχείς αντλήσεις, ώστε να απομακρυνθεί η ποσότητα αυτή.

4. <u>Πηγάδια με έντονη παρουσία ελαιωδών και μικρή ανάκτηση</u>

(Μέσος όρος πάχους ελαιώδους φάσης από 25 έως 100 εκατοστά και τελικό πάχος ελαιωδών λιγότερο από το 50% του αρχικού και ρυθμός ανάκτησης από 1cm/h ως 1,5 cm/h)

- RW 1-4 (Περιοχή Λόφος)
- RW 1-5 (Περιοχή Λόφος)
- MW 4-8 (Περιοχή 4)

Τα γειτονικά πηγάδια RW 1-4 και RW 1-5 της περιοχής του Λόφου παρουσίαζαν παρόμοια συμπεριφορά, ενώ θα πρέπει να σημειωθεί πως υπεβλήθησαν μόνο σε 2 από τα 4 προβλεπόμενα τεστ. Αρχικά, εμφάνιζαν μεγάλες ποσότητες προϊόντος, οι οποίες όμως δεν ανακτώνταν μετά την άντλησή τους.

Το πηγάδι MW 4-8 εμφάνισε συμπεριφορά αντίστοιχη με τα προηγούμενα, παρότι βρίσκεται στην ίδια περιοχή με τα MW 4-6, MW 4-11 και MW 4-9, τα οποία αφενός μεν φέρουν μεγάλες ποσότητες προϊόντος, αφετέρου δε ανακτούσαν με γρήγορο ρυθμό της ποσότητες αυτές.

5. <u>Πηγάδια με έντονη παρουσία ελαιωδών και μεγάλη ανάκτηση</u>

(Μέσος όρος πάχους ελαιώδους φάσης από 25 έως 100 εκατοστά και τελικό πάχος ελαιωδών περισσότερο από το 50% του αρχικού και ρυθμός ανάκτησης από 2 cm/h ως 15 cm/h)

- RW 5-1 (Περιοχή 2)
- RW 10-4 (Περιοχή 2)
- MW 4-11 (Περιοχή 4)
- MW 4-9 (Περιοχή 4)
- MW 4-6 (Περιοχή 4)

Όπως εξηγήθηκε και παραπάνω, τα πηγάδια MW 4-6, MW 4-11 και MW 4-9 φέρουν μεγάλες ποσότητες προϊόντος, οι οποίες χρειάζονται πολύ χρόνο για να αντληθούν, ενώ η ανάκτησή τους είναι πολύ γρήγορη. Τα πηγάδια αυτά βρίσκονται πλησίον των δεξαμενών αποθήκευσης, ενώ κατά τη διεξαγωγή τεστ παραγωγικότητας στο πηγάδι MW 4-9, παρατηρήθηκε καθαρή βενζίνη στο εσωτερικό της πλυντηρίδας.

Λόγω της παλαιότητας του διυλιστηρίου, το φαινόμενο αυτό οφείλεται σε παλαιότερη μεγάλη διαρροή που έλαβε χώρα στις δεξαμενές. Άλλωστε, όταν τα συγκεκριμένα πηγάδια συνδέθηκαν με το σύστημα άντλησης, καθημερινά αντλούσαν πολύ μεγάλες ποσότητες ελαιωδών και σε λιγότερο από μια ώρα τα πηγάδια ανακτούσαν την αρχική τους φάση. Έτσι, δεν ήταν δυνατή η διεξαγωγή τεστ ανάκτησης, στο οποίο μελετάται ο χρόνος στον οποίο το πάχος του στρώματος των ελαιωδών εξισώνεται με το αρχικό.

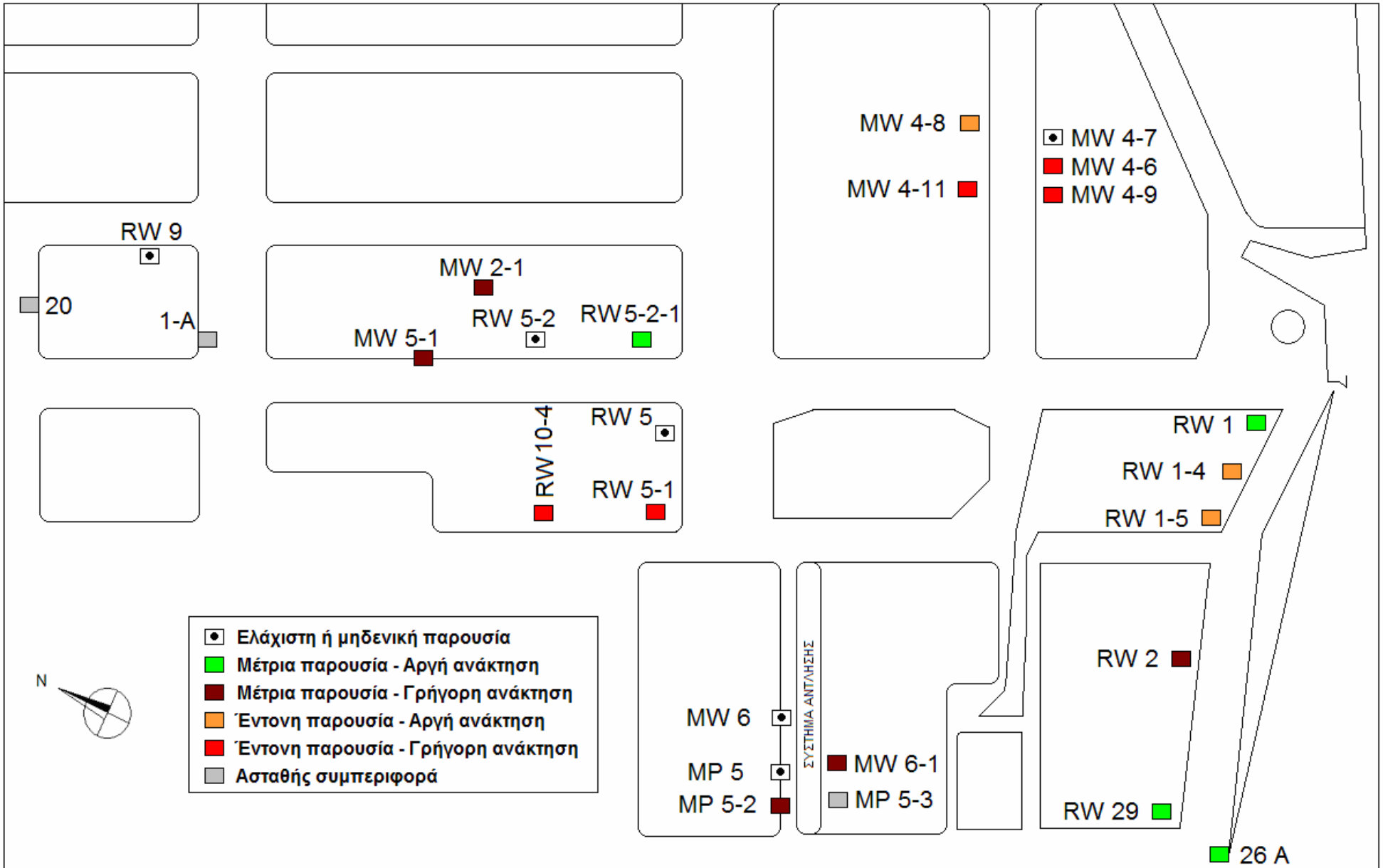
Αντίστοιχη με την παραπάνω συμπεριφορά έχουν και τα πηγάδια RW 5-1 και RW 10-4 της περιοχής 2, τα οποία βρίσκονται σε πολύ μικρή απόσταση. Σε αντίθεση με τα περισσότερα πηγάδια, τα οποία βρίσκονται κοντά σε περιοχές έντονης δραστηριότητας του διυλιστηρίου, τα συγκεκριμένα πηγάδια βρίσκονται μεταξύ των εγκαταστάσεων και ελέγχουν διαρροές εντός των μονάδων.

6. <u>Πηγάδια με ασταθή παρουσία ελαιωδών και ασταθή ανάκτηση</u>
   (Δεν υπάρχουν είτε σταθερή συμπεριφορά, είτε επαρκή στοιχεία)

   - MP 5-3 (Περιοχή 4)
   - 20 (Περιοχή Χημείο)
   - 1-A (Περιοχή Χημείο)

Το πηγάδι MP 5-3 της περιοχής 4 μετρήθηκε 8 φορές και όπως αναφέρθηκε προηγουμένως είχε εντελώς ιδιάζουσα συμπεριφορά. Τα πηγάδια 20 και 1-A βρίσκονται στην περιοχή του Χημείου και όπως προαναφέρθηκε δεν εντάσσονται στο καθημερινό πρόγραμμα άντλησης, οπότε τα αποτελέσματα των τεστ ανάκτησης που διεξήχθησαν σε αυτά δε μπορούν να βοηθήσουν στην εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τη συμπεριφορά των παραπάνω πηγαδιών.

Παρακάτω, ακολουθεί ο Χάρτης 6-6, με τα πηγάδια χωρισμένα σε κατηγορίες, ανάλογα με το προϊόν που φέρουν και το ρυθμό ανάκτησής τους.



Χάρτης 6-6: ***Κατάταξη πηγαδιών κατά παρουσία προϊόντος και ρυθμό ανάκτησης.***

6.2 Συμπεράσματα

Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων διεξήχθησαν 134 τεστ ανάκτησης και 78 τεστ παραγωγικότητας. Όπως περιγράφηκε προηγουμένως, σκοπός των τεστ ανάκτησης είναι ο προσδιορισμός της ροής της ελεύθερης ελαιώδους φάσεως. Στα 12 από τα 26 πηγάδια, στα οποία διεξήχθει τεστ, παρουσιάστηκε τουλάχιστον μια φορά 100% ανάκτηση της αρχικής ελαιώδους φάσης, ενώ στο πηγάδι RW2 της περιοχής του Λόφου παρατηρήθηκε η παραπάνω συμπεριφορά και στα 4 τεστ.

Συγκεκριμένα, τα πηγάδια αυτά είναι τα εξής:

Περιοχή 2: MP 5-2, RW 5-1, RW 10-4, RW 5
Περιοχή Λόφος: RW 29, RW 2
Περιοχή 4: MW 6-1, MW 4-11, MW 4-9
Περιοχή 5: RW 5-2, RW 5-2-1
Περιοχή Χημείο: 1 A

Τα 12 αυτά πηγάδια χρίζουν εντονότερης παρακολούθησης και πιο συγκεκριμένα θα πρέπει να διεξάγονται συστηματικότερα αντλήσεις σε αυτά, ώστε να απομακρυνθεί η ποσότητα προϊόντος, η οποία έχει την τάση να επανασυγκεντρώνεται μόλις λίγες ώρες μετά την πλήρη άντληση του πηγαδιού.

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, μόνο σε 4 από τα 78 τεστ παραγωγικότητας διεξήχθησαν 3 μετρήσεις με την πλυντηρίδα, ώστε να είναι δυνατός ο υπολογισμός του όγκου του αντλούμενου προϊόντος. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνουν τα συμπεράσματα των τεστ ανάκτησης, αφού, θεωρώντας ενδεικτικό παράδειγμα το πηγάδι MW 4-9 της περιοχής 4, παρατηρείται μεγάλη παραγωγικότητα, όπως και αναμενόταν. Η διεξαγωγή των συγκεκριμένων τεστ είναι εξίσου σημαντική με αυτή των τεστ ανάκτησης, αρκεί να διεξάγονται σε πηγάδια μεγάλης παραγωγικότητας, ώστε να αξιοποιούνται τα αποτελέσματα.

Ανατρέχοντας στα αποτελέσματα των τεστ ανάκτησης και των τεστ παραγωγικότητας στο πεδίο του διυλιστηρίου Ασπροπύργου, είναι εμφανής η αποτελεσματικότητα της εφαρμοζόμενης τεχνολογίας στην εξυγίανση του υπάρχοντος ρυπασμένου υδροφορέα. Όπως αποδείχθηκε, η τεχνολογία του bioslurping, που χρησιμοποιείται για τη λειτουργία του συστήματος άντλησης από το 1997, κατάφερε να απομακρύνει μεγάλες ποσότητες ελαιωδών από τον υπόγειο υδροφορέα του διυλιστηρίου, αποδεικνύοντας τη δυνατότητα επιτυχούς εφαρμογής της στις συγκεκριμένες συνθήκες.

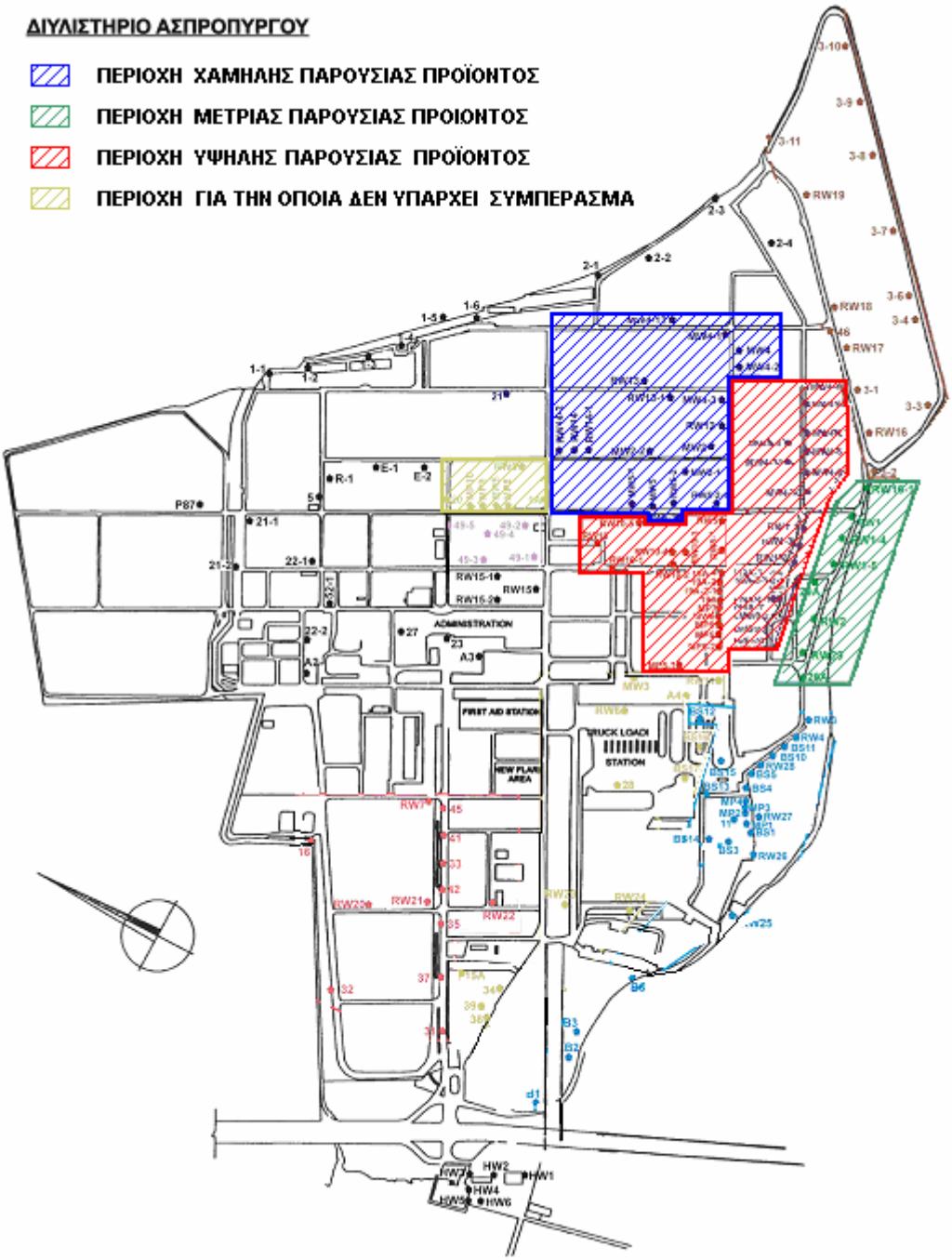
Παρόλα αυτά, υπάρχουν ακόμα πηγάδια, που παρουσιάζουν μεγάλο πάχος στρώματος προϊόντος, οπότε κρίνεται απαραίτητη η περαιτέρω λειτουργία τους. Επίσης, η χρήση των τεστ ανάκτησης και τεστ παραγωγικότητας, καθώς και η μελέτη στάθμης των πηγαδιών παρατήρησης, όπως προηγουμένως αναφέρθηκε, είναι πολλές φορές ο μόνος τρόπος για να διαπιστωθεί κάποια διαρροή.

Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων των τεστ προκύπτει, ότι δεν είναι δυνατή η ένταξη όλων των πηγαδιών σε μία κατηγορία με βάση την παρουσία και το ρυθμό άντλησης των ελαιωδών. Ακόμη και σε πηγάδια γειτονικά, που απέχουν μόλις λίγα μέτρα, παρατηρείται τελείως διαφορετική συμπεριφορά. Επομένως οι συνθήκες που επικρατούν στην εξεταζόμενη περιοχή μελέτης του διυλιστηρίου του Ασπροπύργου είναι ιδιαίτερα ανομοιογενείς και σίγουρα συνδέονται με την ευρύτερη γεωλογική ετερογένεια του εν λόγω πεδίου.

Όπως έχει προκύψει από περιορισμένα γεωλογικά δεδομένα της περιοχής το υπέδαφος χαρακτηρίζεται από την παρουσία στρωμάτων διαφορετικής σύστασης και ιδιοτήτων, καθώς επίσης και από την παρουσία πολύπλοκου συστήματος υπόγειων καναλιών. Όπως είναι φυσικό, αυτή η ανομοιογένεια επηρεάζει άμεσα την παρουσία και τη συμπεριφορά της ελεύθερης ελαιώδους φάσης, καθορίζοντας την κατανομή της και την ποσότητά της.

Παρότι παρατηρήθηκε μεγάλη ανομοιογένεια στην έκταση του διυλιστηρίου, είναι δυνατή η ομαδοποίηση κάποιων περιοχών. Έτσι, χαρακτηρίζεται ως περιοχή χαμηλής παρουσίας ελαιωδών η περιοχή 5, σε αντίθεση με τις περιοχές 2 και 4, οι οποίες μπορούν να χαρακτηριστούν περιοχές έντονης παρουσίας προϊόντος. Για την περιοχή του Χημείου δεν μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα, εξ'αιτίας της μη καθημερινής άντλησης των πηγαδιών της περιοχής αυτής, ενώ η περιοχή του Λόφου χαρακτηρίζεται ως ουδέτερη, αφού σε αυτήν υπάρχουν πηγάδια με έντονη αλλά και με μικρή παρουσία προϊόντος.

Στο χάρτη 6-7 εμφανίζονται οι περιοχές με βάση την παρουσία ελαιωδών σε αυτές.



Χάρτης 6-7: Κατάταξη των περιοχών ανάλογα με την εμφάνιση προϊόντος.

Γενικά, μπορεί να ειπωθεί ότι λόγω της υπάρχουσας ανομοιογένειας είναι αναγκαία η παρακολούθηση μεγάλου αριθμού πηγαδιών, τα οποία αν και ανήκουν στην ίδια περιοχή ή απέχουν μικρές αποστάσεις είναι δυνατόν να παρουσιάζουν διαφορετικές ιδιότητες ως προς την ελαιώδη φάση. Η διεξαγωγή τόσο τεστ παραγωγικότητας όσο και τεστ ανάκτησης θα πρέπει να επικεντρωθεί, φυσικά, σε πηγάδια που παρουσιάζουν ελαιώδη φάση ή γενικότερα ασταθή συμπεριφορά, αλλά ταυτόχρονα θα πρέπει να περιλαμβάνει και άλλα πηγάδια, τα οποία αφενός μεν δεν θεωρούνται «επικίνδυνα», αφετέρου δε είναι αρκετά πιθανό κάποια στιγμή να παρουσιάσουν αλλαγή συμπεριφοράς, η οποία να συνδέεται με κάποια αλλαγή των επικρατούντων συνθηκών ή κάποια νέα διαρροή.

Σύμφωνα με τα υφιστάμενα υδρογεωλογικά στοιχεία της περιοχής του διυλιστηρίου, αποδεικνύεται, πως η κατεύθυνση της ροής του υπογείου νερού κυμαίνεται από τα βόρεια προς τα νότια, οπότε η ελαιώδης φάση που επιπλέει στον υφιστάμενο υδροφορέα συμμεταφέρεται και αναμένεται να καταλήξει στα νότια όρια της περιοχής του διυλιστηρίου. Στο σημείο αυτό υπάρχει ένας μεγάλος υδάτινος φορέας, η λίμνη Κουμουνδούρου, η οποία τροφοδοτείται από τον υδροφορέα. Όπως αποδείχθηκε όμως από τη μελέτη των πηγαδιών της περιοχής του Λόφου, η μεγαλύτερη ποσότητα ελαιωδών, που κατευθύνεται προς τα νότια, αντλείται και δε ρυπαίνει τις περιοχές εκτός του διυλιστηρίου.

6.3 Προτάσεις

Οι προτάσεις, οι οποίες παρατίθενται παρακάτω, αφορούν τις εργασίες, που πρέπει να πραγματοποιηθούν, προκειμένου να γίνει δυνατή η συστηματική, ακριβής και αποτελεσματική εξυγίανση των υπογείων υδάτων της ευρύτερης περιοχής εγκατάστασης και λειτουργίας του διυλιστηρίου του Ασπροπύργου.

Έτσι, προτείνονται:

- Ακριβής αποτύπωση της γεωλογίας της περιοχής, με κατασκευή νέων γεωλογικών χαρτών. Οι χάρτες θα πρέπει να περιέχουν επιπλέον στοιχεία για τα στρώματα του υπεδάφους, ώστε να είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε ρήγματα ή άλλες διόδους του ρυπαντή προς τον υδροφόρο ορίζοντα.

- Περαιτέρω μελέτη των υδρογεωλογικών συνθηκών της περιοχής, ώστε να προκύψουν περισσότερα στοιχεία για την ταχύτητα και την κατεύθυνση ροής του υδροφορέα.

- Συνέχιση της υφιστάμενης μελέτης ρύπανσης του υπεδάφους, με συνεχείς μετρήσεις, τεστ και δειγματοληψίες, όποτε κρίνεται απαραίτητο, προκειμένου να γίνουν αντιληπτές πιθανές μεταβολές στη ζώνη επιρροής κάθε πηγαδιού.

- Εντοπισμός και ομαδοποίηση των τμημάτων του διυλιστηρίου, που παρουσιάζουν παρόμοια χαρακτηριστικά και αντιμετωπίζονται με τις ίδιες μεθόδους.

- Αξιολόγηση των παραπάνω δεδομένων και μελέτη των δυνατοτήτων εξυγίανσης, τόσο των υπογείων υδάτων της περιοχής, όσο και του υπεδάφους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

- Αϊβαλιώτη, Μ., Μεταπτυχιακή διατριβή με θέμα «**Πιλοτική εφαρμογή της μεθόδου Air Sparging για την εξυγίανση υδροφορέα σε διυλιστήριο πετρελαίου**», Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Φεβρουάριος 2005.

- Γιδαράκος, Ε. Σημειώσεις μαθήματος «**Τεχνολογίες εξυγίανσης εδαφών και υπογείων νερών**», Πανεπιστημιακές παραδόσεις, Χανιά, 2003.

- Γιδαράκος, Ε., Πασαδάκης, Ν., Κανελλοπούλου, Γ., Αϊβαλιώτη, Μ. «**Αξιολόγηση της υπάρχουσας κατάστασης ρύπανσης σε διυλιστήριο του ελλαδικού χώρου**», Πολυτεχνείο Κρήτης, Νοέμβριος 2004.

- Γιδαράκος, Ε., Αϊβαλιώτη, Μ. «**Τεχνολογίες Αποκατάστασης Εδαφών και Υπογείων Υδάτων**», Εκδόσεις Ζυγός, 2005.

- Καρατζάς, Γ. Σημειώσεις μαθήματος *«***Ροή Υπογείων Υδάτων και Μεταφορά Ρύπων***»*, Πανεπιστημιακές παραδόσεις, Χανιά 2004

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

- Gidarakos, E., "**Monitoring of the hydrocarbons changes in the aquifer of a petroleum refinery"**, Proceedings of the 5th Canadian International Petroleum Conference (55th Annual Technical Meeting), Calgary, Alberta, Canada, June 8-10, 2004.

- Battelle S.A. "**Test plan and Technical Protocol for Bioslurping**", 1994.

INTERNET:

- http://soilphysics.okstate.edu/
- http://epa.gov/