



ΠΑΒ

1184

30 ΟΚΤ. 2013

Προς το Προεδρείο της Βουλής των Ελλήνων

ΑΝΑΦΟΡΑ

Προς τον κ. Υπουργό Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής

21/10/2013

Θέμα: Τεχνική Έκθεση του ΕΜΠ με τα αποτελέσματα δειγματοληψιών υπόγειου νερού στη λεκάνη απορροής του Ασωπού ποταμού

Οι Βουλευτές του ΣΥΡΙΖΑ Χαρά Καφαντάρη (Β' Αθήνας) και Γιάννης Σταθάς (Βοιωτίας) καταθέτουν ως Αναφορά την από τον Ιούλιο του 2013 Τεχνική Έκθεση του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (ΕΜΠ), που διεξήχθη στα πλαίσια του προγράμματος LIFE-CHARM (LIFE10 ENV/GR/000601) «Chromium in Asopos groundwater system: Remediation technologies and Measures» με θέμα: «Αποτελέσματα των δειγματοληψιών υπόγειου νερού στη λεκάνη απορροής του Ασωπού ποταμού». Η επιλογή των θέσεων δειγματοληψίας πραγματοποιήθηκε σε συνεργασία με τη Δ/ση Ανάπτυξης της Περιφερειακής Ενότητας Βοιωτίας και την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Περιβάλλοντος (ΕΥΕΠ) του ΥΠΕΚΑ.

Στην τεχνική έκθεση διατυπώνονται μεταξύ άλλων ως τελικά συμπεράσματα, μετά από τις χημικές αναλύσεις των ληφθέντων δειγμάτων, ότι:

-[...] ο αποχετευτικός αγωγός που εκβάλλει στον Ασωπό στη θέση Μαΐλη παροχετεύει όντως νερό με πολύ υψηλές συγκεντρώσεις εξασθενούς χρωμίου που φτάνουν τα 3500mg/L, καθ' όλο το έτος [...],

-[...] η παρουσία των σκαμμάτων με πολύ υψηλές συγκεντρώσεις εξασθενούς χρωμίου εντός των εγκαταστάσεων της PEPSI στα Οινόφυτα οδηγεί με βεβαιότητα στο συμπέρασμα της ύπαρξης ανθρωπογενούς ρύπανσης στην περιοχή που βρίσκονται οι εγκαταστάσεις των ΕΛΒΑΛ, ΑΡΜΟΣ και PEPSI. [...]

-[...] πιθανές πηγές ανθρωπογενούς ρύπανσης που προκαλούν αυτή την υποβάθμιση της ποιότητας του υπόγειου νερού είναι είτε θαμμένα στερεά απόβλητα με υψηλή περιεκτικότητα σε εξασθενές χρώμιο ή/και υγρές διαρροές που, ακολουθώντας υπόγειες ροές, φτάνουν στο υπόγειο νερό. [...]

Σας επισυνάπτουμε την έκθεση του ΕΜΠ και περιμένουμε για την απάντηση και τις ενέργειές σας.

Οι καταθέτοντες Βουλευτές

Χαρά Καφαντάρη

Γιάννης Σταθάς



<LIFE10 ENV/GR/000601>

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ
ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥ ΑΣΩΠΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ**

**"ΧΡΩΜΙΟ ΣΤΑ ΥΠΟΓΕΙΑ ΝΕΡΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥ
ΑΣΩΠΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΕΡΓΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ "**



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Ιούλιος 2013

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ**

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	i
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	i
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	ii
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	2
3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	2
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ	7
4.1 ΣΧΗΜΑΤΑΡΙ	7
4.2 ΟΙΝΟΦΥΤΑ.....	9
4.3 ΑΥΛΩΝΑΣ	25
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	29

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1 Σημεία δειγματοληψίας σε όλη την περιοχή μελέτης.....	3
Πίνακας 2 Τεχνικά χαρακτηριστικά των Γεωτρήσεων Παρακολούθησης των υπόγειων υδάτων στα Οινόφυτα.....	3
Πίνακας 3 Αποτελέσματα φυσικοχημικής ανάλυσης δειγμάτων υπόγειου νερού από δύο αρδευτικές γεωτρήσεις στην περιοχή Σχηματαρίου.....	7
Πίνακας 4 Αποτελέσματα φυσικοχημικής ανάλυσης νερού που εκβάλλει στον Ασωπό από τον αποχετευτικό αγωγό στη θέση «Μαΐλη».....	12
Πίνακας 5 Αποτελέσματα φυσικοχημικών αναλύσεων νερού από τους αποχετευτικούς αγωγούς EUR και BEN στην περιοχή των Οиноφύτων.....	13
Πίνακας 6 Εξασθενές χρώμιο (Cr(VI)) σε υφιστάμενες βιομηχανικές γεωτρήσεις στην περιοχή των Οиноφύτων.....	15
Πίνακας 7 Αποτελέσματα φυσικοχημικής ανάλυσης νερού από τα σκάμματα SKA-1, SKA-2 εντός των εγκαταστάσεων της PEPSI στην περιοχή των Οиноφύτων.....	17
Πίνακας 8 Αποτελέσματα φυσικοχημικής ανάλυσης δειγμάτων υπόγειου νερού από διάφορα βάθη, από τη γεώτρηση παρακολούθησης INO-N1 στην περιοχή των Οиноφύτων.....	19

Πίνακας 9 Αποτελέσματα φυσικοχημικής ανάλυσης δειγμάτων υπόγειου νερού από διάφορα βάθη, από τη γεώτρηση παρακολούθησης INO-N3 στην περιοχή των Οиноφύτων.....	20
Πίνακας 10 Αποτελέσματα φυσικοχημικής ανάλυσης δειγμάτων υπόγειου νερού από διάφορα βάθη, από γεώτρηση παρακολούθησης INO-N4 στην περιοχή των Οиноφύτων.....	21
Πίνακας 11 Αποτελέσματα φυσικοχημικής ανάλυσης νερού από τη γεώτρηση παρακολούθησης INO-N5 στην περιοχή των Οиноφύτων.....	22
Πίνακας 12 Αποτελέσματα φυσικοχημικής ανάλυσης δειγμάτων υπόγειου νερού από διάφορα βάθη, από τη γεώτρηση παρακολούθησης INO-N6 στην περιοχή των Οиноφύτων.....	23
Πίνακας 13 Αποτελέσματα φυσικοχημικής ανάλυσης δειγμάτων υπόγειου νερού από διάφορα βάθη, από τη γεώτρηση παρακολούθησης INO-N7 στην περιοχή των Οиноφύτων.....	24
Πίνακας 14 Αποτελέσματα φυσικοχημικής ανάλυσης νερού από δύο (2) υφιστάμενες αρδευτικές γεωτρήσεις (AVL-1, AVL-2) και μία (1) πηγή (AVL-3) στην περιοχή του Αυλώνα.....	28
Πίνακας 15 Αποτελέσματα χημικής ανάλυσης νερού από δύο (2) υφιστάμενες υδρευτικές γεωτρήσεις (AVL-4, AVL-5) στην περιοχή του Αυλώνα.....	29

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1 Σημεία δειγματοληψίας νερού σε όλη την περιοχή μελέτης.....	4
Σχήμα 2 Σημεία δειγματοληψίας στην περιοχή των Οиноφύτων.....	5
Σχήμα 3 Προετοιμασία δειγματοληψίας αφαιρώντας τουλάχιστον 4 όγκους νερού της γεώτρησης (α). Δειγματοληψία με τη μέθοδο discrete sampling (β).....	6
Σχήμα 4 Αρδευτικές γεωτρήσεις δειγματοληψίας στην περιοχή Σχηματαρίου.....	8
Σχήμα 5 Αρδευτική γεώτρηση στην περιοχή Σχηματαρίου.....	8
Σχήμα 6 Τοποθεσία αποχετευτικών αγωγών που έγινε δειγματοληψία στην περιοχή των Οиноφύτων.....	9
Σχήμα 7 Θέση του αποχετευτικού αγωγού στη θέση «Μαϊλή».....	11
Σχήμα 8 Αποψη του σημείου εκβολής του νερού που αποχετεύει ο αγωγός στον Ασωπό στη θέση «Μαϊλή».....	11

Σχήμα 9 Θέση του αγωγού BEN στην περιοχή των Οиноφύτων.	14
Σχήμα 10 Ρέμα κατάντη του αγωγού BE στην περιοχή των Οиноφύτων.	14
Σχήμα 11 Τοποθεσία υφιστάμενων γεωτρήσεων δειγματοληψίας στην περιοχή των Οиноφύτων.	15
Σχήμα 12 Σκάμμα με υψηλές συγκεντρώσεις Cr(VI) εντός των εγκαταστάσεων της PEPSI στην περιοχή των Οиноφύτων.	16
Σχήμα 13 Γενική άποψη της τοποθεσίας σκαμμάτων στην περιοχή των Οиноφύτων.	16
Σχήμα 14 Θέση των γεωτρήσεων στην περιοχή των Οиноφύτων.	18
Σχήμα 15 Άποψη των σημείων δειγματοληψίας υπόγειου νερού στην περιοχή του Αυλώνα.	25
Σχήμα 16 Άποψη της γεώτρησης AVL-2 στην περιοχή του Αυλώνα.	26
Σχήμα 17 Άποψη της πηγής AVL-3 στην περιοχή του Αυλώνα.	26
Σχήμα 18 Άποψη της γεώτρησης AVL-4 στην περιοχή του Αυλώνα.	27

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το χρώμιο (Cr) είναι μεταλλικό στοιχείο με μεγάλη εμπορική αξία που συναντάται στη φύση κυρίως με την τρισθενή (Cr(III)) ή την εξασθενή του (Cr(VI)) μορφή. Το Cr(III) είναι η κυρίαρχη μορφή χρωμίου στα περισσότερα ορυκτά, το οποίο ευνοείται από αναγωγικές και όξινες συνθήκες, ενώ αντιθέτως το Cr(VI) από οξειδωτικές και αλκαλικές συνθήκες. Η μορφή με την οποία εμφανίζεται κάθε φορά αποτελεί σημαντική παράμετρο, καθώς ενώ το Cr(III) είναι αδιάλυτο σε τιμές $pH > 5$, δυσκίνητο και με σχετικά χαμηλή τοξικότητα, το Cr(VI) είναι πολύ ευδιάλυτο, με υψηλή κινητικότητα και ύποπτο καρκινογενέσεων στον άνθρωπο.

Αν και μέχρι πρόσφατα, τα υψηλά επίπεδα Cr(VI) στο υδάτινο περιβάλλον αποδίδονταν αποκλειστικά σε ανθρωπογενή αίτια, έρευνες της τελευταίας 10ετίας έδειξαν ότι σχετικά υψηλά επίπεδα Cr(VI) μπορεί να οφείλονται επίσης και σε γηγενή αίτια. Πιο συγκεκριμένα, το Cr(VI) που βρίσκεται στο υπόγειο νερό είναι δυνατόν να προέλθει από την οξείδωση, υπό κατάλληλες συνθήκες, του Cr(III) που βρίσκεται κυρίως σε υπερβασικά πετρώματα, καθώς και σε αλλουβιακές αποθέσεις προερχόμενες από τη διάβρωση των πρώτων. Σημαντικές συγκεντρώσεις γηγενούς Cr(VI) έχουν έως σήμερα βρεθεί σε διάφορες περιοχές της γης, όπως στις ΗΠΑ, την Ιταλία και την Ελλάδα. Εκτενής ερευνητική εργασία πραγματοποιείται αυτή την εποχή στο ΕΜΠ. Ωστόσο, όπως όλα δείχνουν, οι συγκεντρώσεις του γηγενούς χρωμίου δεν αναμένεται ότι μπορούν να ξεπερνούν τα $100 \mu g/l - 150 \mu g/l$.

Στο πλαίσιο του προγράμματος LIFE-CHARM «Chromium in Asopos groundwater system: Remediation technologies and Measures» το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο με την συνδρομή και των άλλων εταίρων του προγράμματος, έχει αναλάβει να μελετήσει την παρουσία του χρωμίου σε διάφορες περιοχές της χώρας, δίνοντας έμφαση στη λεκάνη απορροής του Ασωπού. Για το σκοπό αυτό προχώρησε στην πραγματοποίηση δειγματοληψιών νερού από διάφορα υδροσημεία (γεωτρήσεις, πηγές, αγωγούς) με σκοπό τη δειγματοληψία και την διερεύνηση της παρουσίας του Cr(VI) στο υπόγειο νερό της περιοχής.

Στην παρούσα Τεχνική Έκθεση παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών αυτών που πραγματοποιήθηκαν, με έμφαση στην περιοχή των Οινοφύτων. Άλλες περιοχές που εξετάστηκαν, αν και με περιορισμένη μόνο δειγματοληψία, είναι η περιοχή του Σχηματαρίου και η περιοχή του Αυλώνα.

Η παρούσα ερευνητική εργασία βρίσκεται ακόμα σε εξέλιξη και για το λόγο αυτό τόσο τα δεδομένα όσο και τα συμπεράσματα που παρουσιάζονται εδώ θα πρέπει να θεωρηθούν ότι βρίσκονται ακόμα σε προκαταρκτικό στάδιο και είναι **εμπιστευτικά**, καθώς αναμένεται η πραγματοποίηση και άλλων δειγματοληψιών στο πλαίσιο του LIFE-CHARM.

Τα υλικά και οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν, τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών και τα πρώτα συμπεράσματα που εξήχθησαν παρουσιάζονται στο κείμενο που ακολουθεί.

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η παρούσα Τεχνική Έκθεση εστιάζεται κυρίως στην περιοχή των Οиноφύτων. Αν και η περιοχή αυτή αποτελεί μια από τις σημαντικότερες βιομηχανικές περιοχές της χώρας τα δεδομένα που αφορούν την ποιότητα του υπόγειου νερού είναι εξαιρετικά περιορισμένα. Για το λόγο αυτό το ΕΜΠ σε συνεργασία με την Περιφέρεια Στ. Ελλάδας και τους υπόλοιπους συνεργαζόμενους στο πρόγραμμα φορείς, προχώρησε στην πραγματοποίηση δειγματοληψιών σε 12 γεωτρήσεις που βρίσκονται στην περιοχή των Οиноφύτων. Επιπροσθέτως, δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε επίσης σε δύο (2) γεωτρήσεις στην περιοχή Σχηματαρίου αλλά και σε τέσσερεις (4) γεωτρήσεις και μία (1) πηγή στην περιοχή του Αυλώνα. Οι πρώτες δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν το Μάρτιο του 2012 και συνεχίζονται έως σήμερα.

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Για την επίτευξη του στόχου του προγράμματος, το ΕΜΠ προχώρησε καταρχήν σε μια σειρά δειγματοληψιών νερού από υφιστάμενες γεωτρήσεις που χρησιμοποιούνται για αγροτικές, υδρευτικές και βιομηχανικές δραστηριότητες, αγωγούς αποχέτευσης επεξεργασμένων αποβλήτων ή όμβριων υδάτων αλλά και από σκάμματα, τα οποία είχαν διανοιχθεί στο παρελθόν από την Περιφέρεια προκειμένου να διερευνηθεί περαιτέρω η παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων Cr(VI) στο υπόγειο νερό της περιοχής. Η θέση των σημείων δειγματοληψίας (γεωτρήσεις, αγωγοί, σκάμματα) παρουσιάζεται στον Πίνακα 1 και απεικονίζεται στο Σχήμα 1, που ακολουθεί.

Εν συνεχεία το ΕΜΠ, σε συνεργασία με τους υπόλοιπους συνεργαζόμενους φορείς, προχώρησε σε δειγματοληψία από επτά (7) Γεωτρήσεις Παρακολούθησης των υπόγειων υδάτων στη βιομηχανική περιοχή των Οиноφύτων (Πίνακας 2). Οι γεωτρήσεις αυτές, οι οποίες δεν χρησιμοποιούνται για υδρομάστευση, δίνουν την δυνατότητα αξιόπιστης δειγματοληψίας υπόγειου νερού από διακριτά βάθη, ώστε να δύναται να εξεταστεί η σχέση των συγκεντρώσεων Cr(VI) με το βάθος του υπόγειου νερού. Η επιλογή των θέσεων δειγματοληψίας πραγματοποιήθηκε σε συνεργασία με τη Διεύθυνση Ανάπτυξης της Περιφερειακής Ενότητας Βοιωτίας και την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Περιβάλλοντος (ΕΥΕΠ) του ΥΠΕΚΑ. Στο Σχήμα 2 παρουσιάζονται σε λεπτομέρεια όλες οι γεωτρήσεις της περιοχής των Οиноφύτων (γεωτρήσεις (ARM-1, ARM-2), σκάμματα (SKA-1, SKA-2, SKA-3, SKA-4, SKA-5, SKA-6), γεωτρήσεις παρακολούθησης (INO-1, INO-3, INO-4, INO-5, INO-6, INO-7)). Η δειγματοληψία υπόγειου νερού στις Γεωτρήσεις Παρακολούθησης των υπόγειων υδάτων, πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο discrete sampling, κατά την οποία

δειγματολήπτης έχει τη δυνατότητα να λάβει νερό από συγκεκριμένο και γνωστό βάθος (Σχήμα 3). Ως εκ τούτου, είναι δυνατή η συσχέτιση ποιοτικών παραμέτρων και βάθος υπόγειου νερού. Το σύνολο των χημικών αναλύσεων πραγματοποιήθηκε στο διαπιστευμένο Εργαστήριο Μεταλλουργίας της Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων και Μεταλλουργών του ΕΜΠ.

Πίνακας 1 Σημεία δειγματοληψίας σε όλη την περιοχή μελέτης.

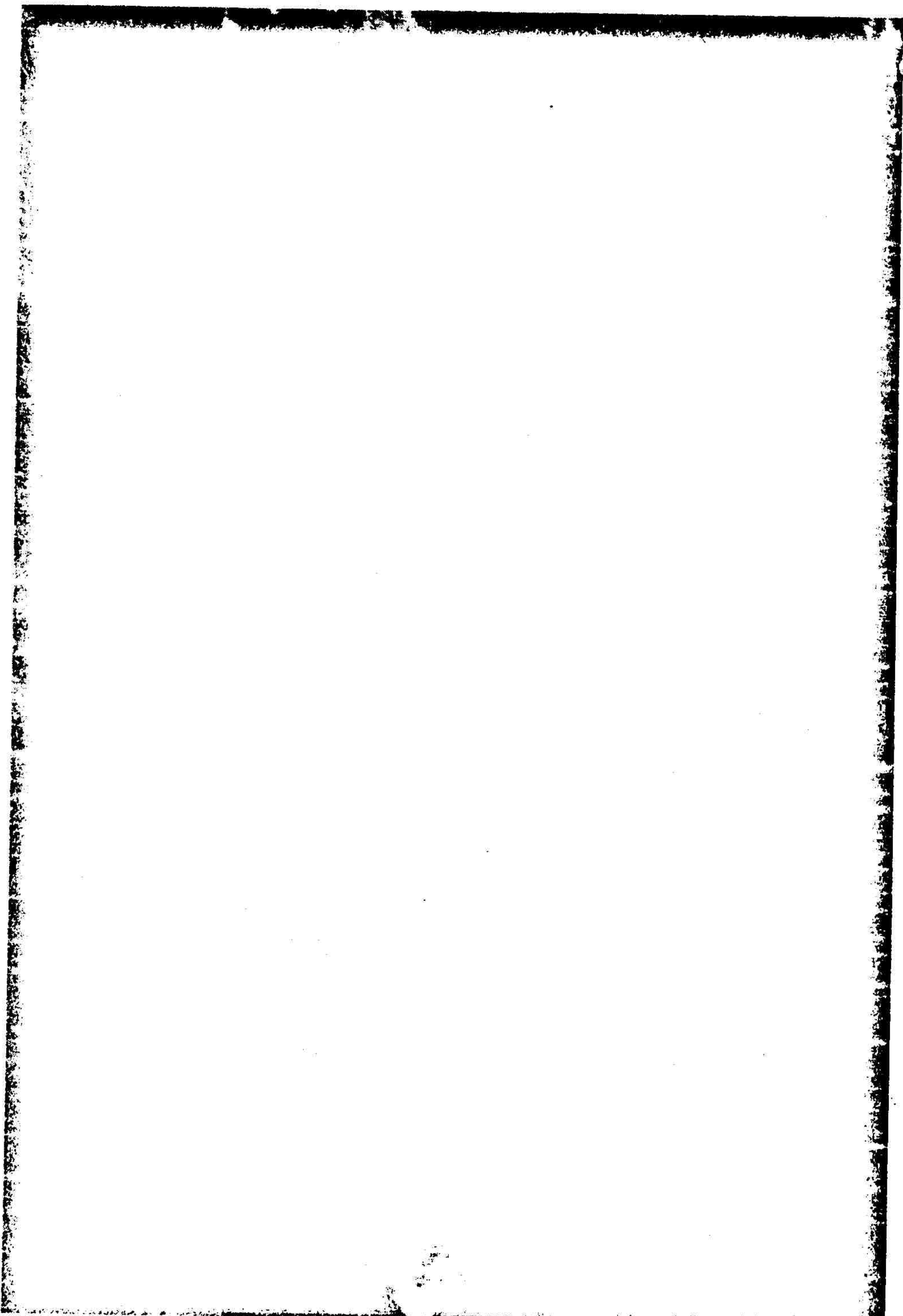
Σημείο δειγματοληψίας	X (ΕΓΣΑ87)	Y (ΕΓΣΑ87)	Παρατηρήσεις
KUR-1	460908	4244743	Αρδευτική γεώτρηση στο Σχηματάρι
KUR-2	461024	4244520	Αρδευτική γεώτρηση στο Σχηματάρι
SKA-1	466831	4240245	Σκάμμα με υπόγειο νερό στα Οινόφυτα
SKA-2	*	*	Σκάμμα με υπόγειο νερό στα Οινόφυτα
SKA-3	**	**	Σκάμμα με υπόγειο νερό στα Οινόφυτα
SKA-4	466798	4240248	Σκάμμα με υπόγειο νερό στα Οινόφυτα
SKA-5	**	**	Σκάμμα με υπόγειο νερό στα Οινόφυτα
SKA-6	*	*	Σκάμμα με υπόγειο νερό στα Οινόφυτα
MAI	466942	4239505	Αγωγός που εκβάλλει στον Ασωπό στα Οινόφυτα
ARM-1	466848	4240289	Βιομηχανική γεώτρηση στα Οινόφυτα
ARM-2	466547	4240370	Βιομηχανική γεώτρηση στα Οινόφυτα
KOR	466663	4241375	Βιομηχανική γεώτρηση στα Οινόφυτα
MON	466801	4241439	Βιομηχανική γεώτρηση στα Οινόφυτα
NES	466944	4241351	Βιομηχανική γεώτρηση στα Οινόφυτα
EUR	468980	4238873	Αποχετευτικός αγωγός στα Οινόφυτα
BEN	467479	4240578	Αποχετευτικός αγωγός στα Οινόφυτα
AVL-1	476538	4236392	Αρδευτική γεώτρηση στον Αυλώνα
AVL-2	473636	4236357	Αρδευτική γεώτρηση στον Αυλώνα
AVL-3	472410	4232777	Πηγή στον Αυλώνα
AVL-4	473755	4232667	Υδρευτική γεώτρηση στον Αυλώνα
AVL-5	476180	4232597	Υδρευτική γεώτρηση στον Αυλώνα

*: Μερικά μέτρα από το SKA-1, **: Μερικά μέτρα από το SKA-4.

Πίνακας 2 Τεχνικά χαρακτηριστικά των Γεωτρήσεων Παρακολούθησης των υπόγειων υδάτων στα Οινόφυτα.

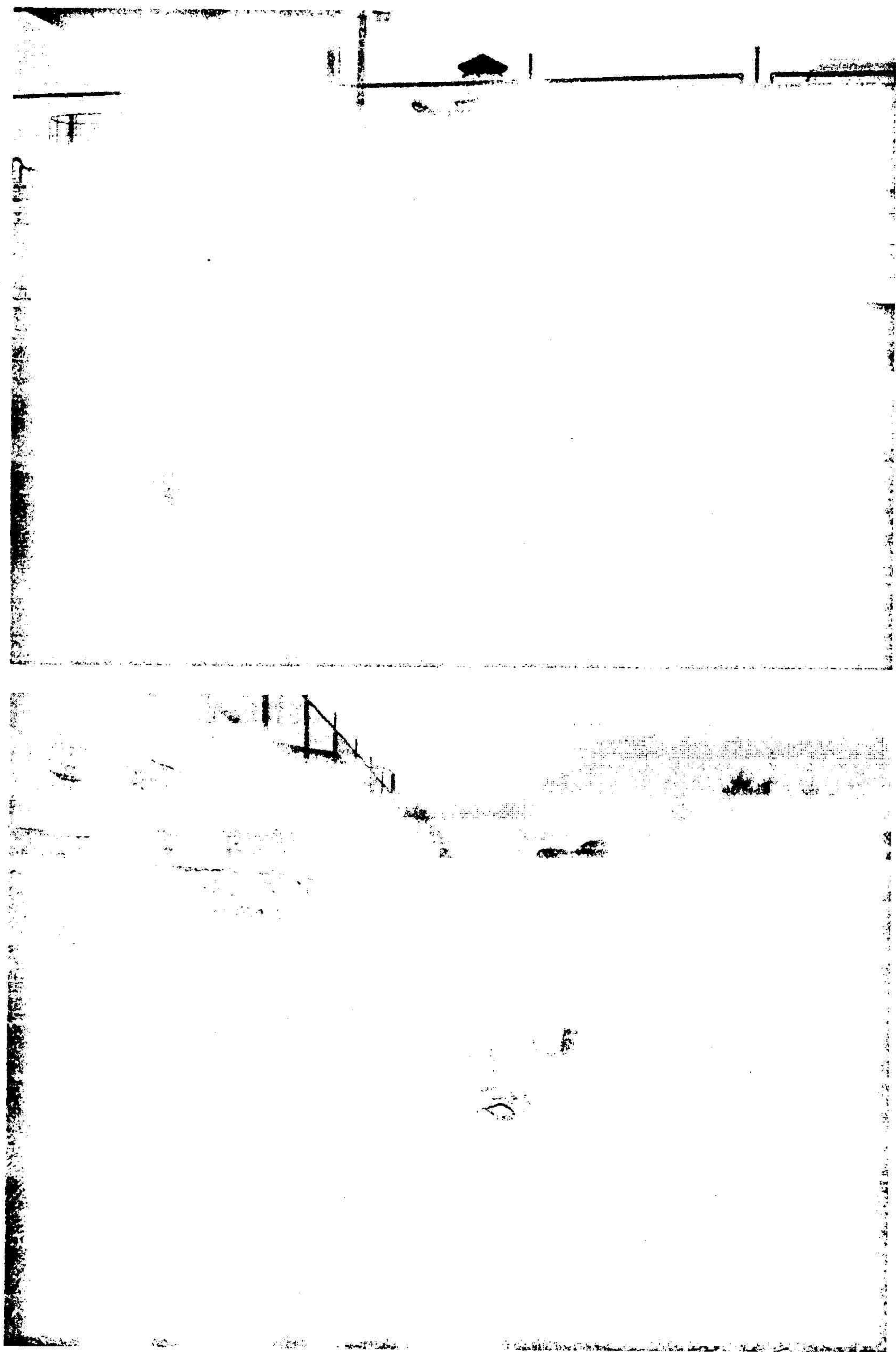
α/α	Ονομασία	X (ΕΓΣΑ87)	Y (ΕΓΣΑ87)	Τελικό βάθος διάτρησης (m, b.g.l.)	Βάθος πυθμένα σωλήνωσης (m, b.g.l.)	Θέση φίλτρων (m, b.g.l.)
1	INO-N1	466573	4240372	45.0	44.0	11.0 – 20.0 26.0 – 35.0
2	INO-N3	466708	4240679	45.0	45.0	18.0 – 33.0
3	INO-N4	467591	4240416	50.0	49.0	9.0 – 18.0 21.0 – 36.0 42.0 – 45.0
4	INO-N5	466265	4240650	49.2	47.0	14.0 – 29.0 32.0 – 41.0
5	INO-N6	466781	4240300	29.0	28.0	9.0 – 13.0 16.0 – 18.0 19.0 – 27.0
6	INO-N7	466716	4240321	27.0	27.0	9.0 – 12.0 15.0 – 26.0

(*b.g.l.: below ground level – κάτω από τη στάθμη του εδάφους)



Σχήμα 1 Σημεία δειγματοληψίας νερού σε όλη την περιοχή μελέτης.

Σχήμα 2 Σημεία δειγματοληψίας στην περιοχή των Οινόφυτων.



Σχήμα 3 Προετοιμασία δειγματοληψίας αφαιρώντας τουλάχιστον 4 όγκους νερού της γεώτρησης (α). Δειγματοληψία με τη μέθοδο ~~discrete~~ **discrete** sampling (β).

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

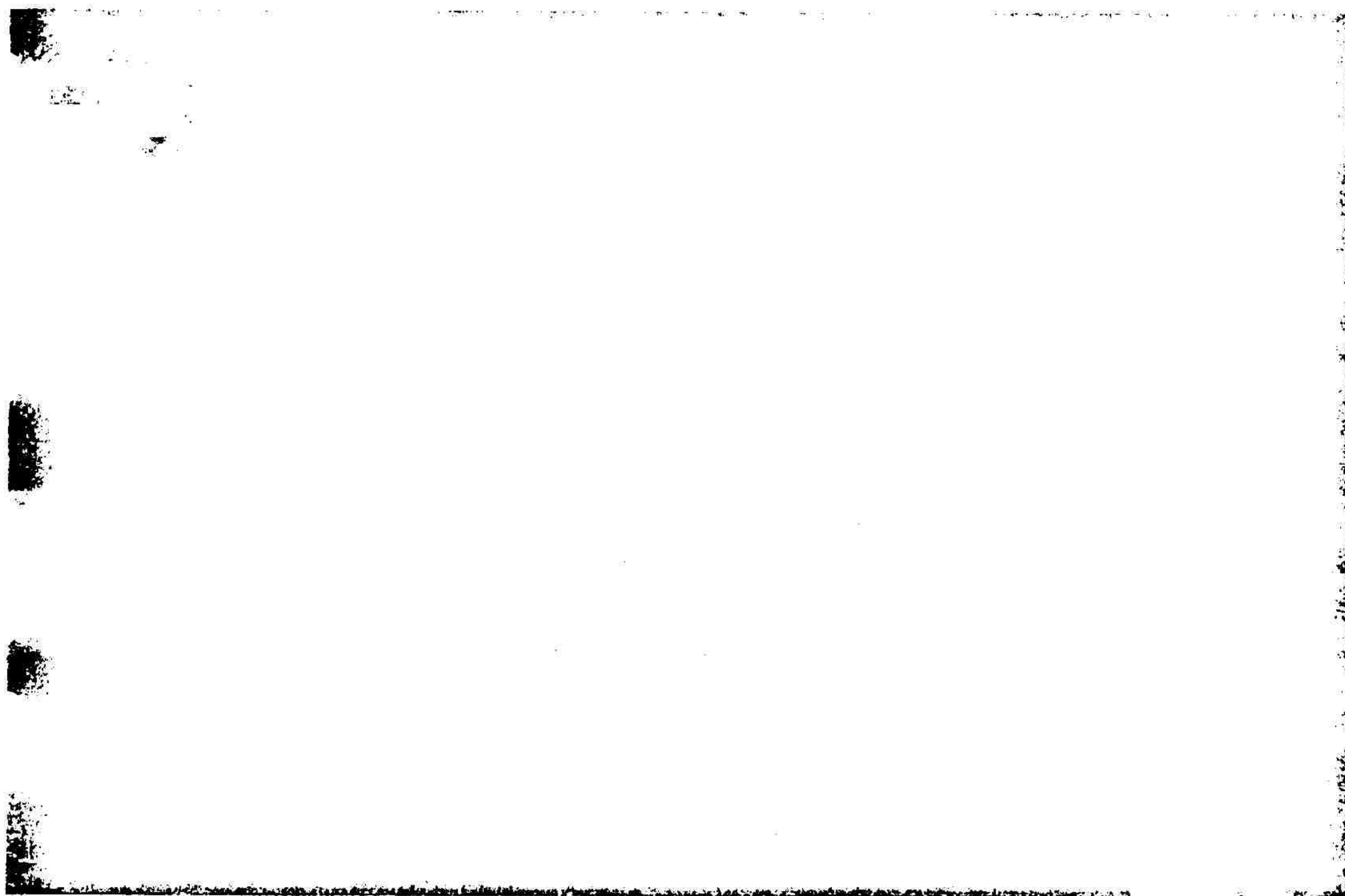
Στο κείμενο που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των φυσικοχημικών παραμέτρων νερού από δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν κατά το διάστημα που μεσολάβησε από τον Ιούλιο του 2012 έως τον Απρίλιο του 2013. Στις παραγράφους που ακολουθούν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών αυτών που πραγματοποιήθηκαν στις περιοχές Σχηματαρίου, Οινοφύτων και Αυλώνα.

4.1 ΣΧΗΜΑΤΑΡΙ

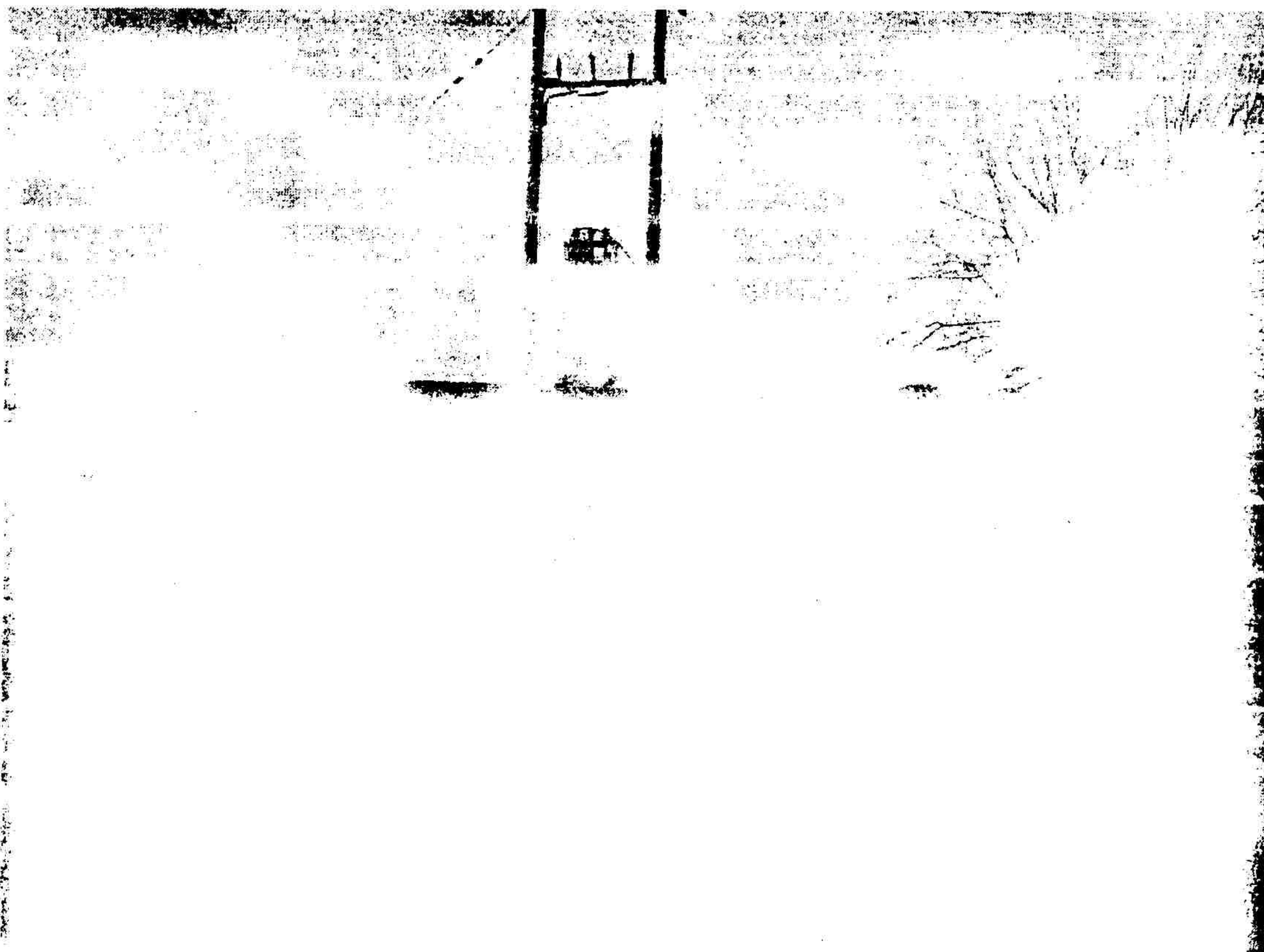
Πρόκειται για δύο δείγματα υπόγειου νερού που ελήφθησαν από δύο αρδευτικές γεωτρήσεις στην περιοχή Σχηματαρίου τον Μάρτιο του 2012. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη χημική ανάλυση των δειγμάτων παρουσιάζονται στον Πίνακα 3, ενώ άποψη των σημείων αυτών απεικονίζονται στα Σχήματα 4 και 5.

Πίνακας 3 Αποτελέσματα φυσικοχημικής ανάλυσης δειγμάτων υπόγειου νερού από δύο αρδευτικές γεωτρήσεις στην περιοχή Σχηματαρίου.

Παράμετρος	KUR1	KUR2
Ημερομηνία δειγματοληψίας	7/3/2012	7/3/2012
X(ΕΓΣΑ87)	461024	460908
Y(ΕΓΣΑ87)	4244520	4244743
pH	7,57	7,61
Ηλ. αγωγιμότητα (μS/cm)	1039	1001
Αλκαλικότητα (mg CaCO ₃ /l)	413,0	352,0
Cl ⁻ (mg/l)	85,08	106,35
F ⁻ (mg/l)	0,38	0,44
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	504,0	429,6
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	0,028	0,029
NO ₃ ⁻ (mg/l)	20,20	10,59
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,14	0,13
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	0,23	0,26
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,46	0,45
Na ⁺ (mg/l)	144,0	133,0
K ⁺ (mg/l)	2,2	4,3
Ca ²⁺ (mg/l)	21,0	30,7
Mg ²⁺ (mg/l)	139,0	87,0
Al ³⁺ (mg/l)	<1,3	<1,3
Zn ²⁺ (ppb)	<61,9	<61,9
Mn ²⁺ (ppb)	<9,82	<9,82
Fe (mg/l)	<0,2	<0,2
Si (mg/l)	9,5	12,2
As (ppb)	<6,1	<6,1
Cd (ppb)	<0,2	<0,2
Co (ppb)	<0,4	<0,4
Cr (ppb)	20,0	47,0
Cr ⁶⁺ (ppb)	11,2	48,7
Cu (ppb)	<9,3	<9,3
Ni (ppb)	<3,8	<3,8
Pb (ppb)	<10,4	<10,4
Se (ppb)	<2,6	<2,6



Σχήμα 4 Αρδευτικές γεωτρήσεις δειγματοληψίας στην περιοχή Σχηματαρίου.



Σχήμα 5 Αρδευτική γεώτρηση στην περιοχή Σχηματαρίου.

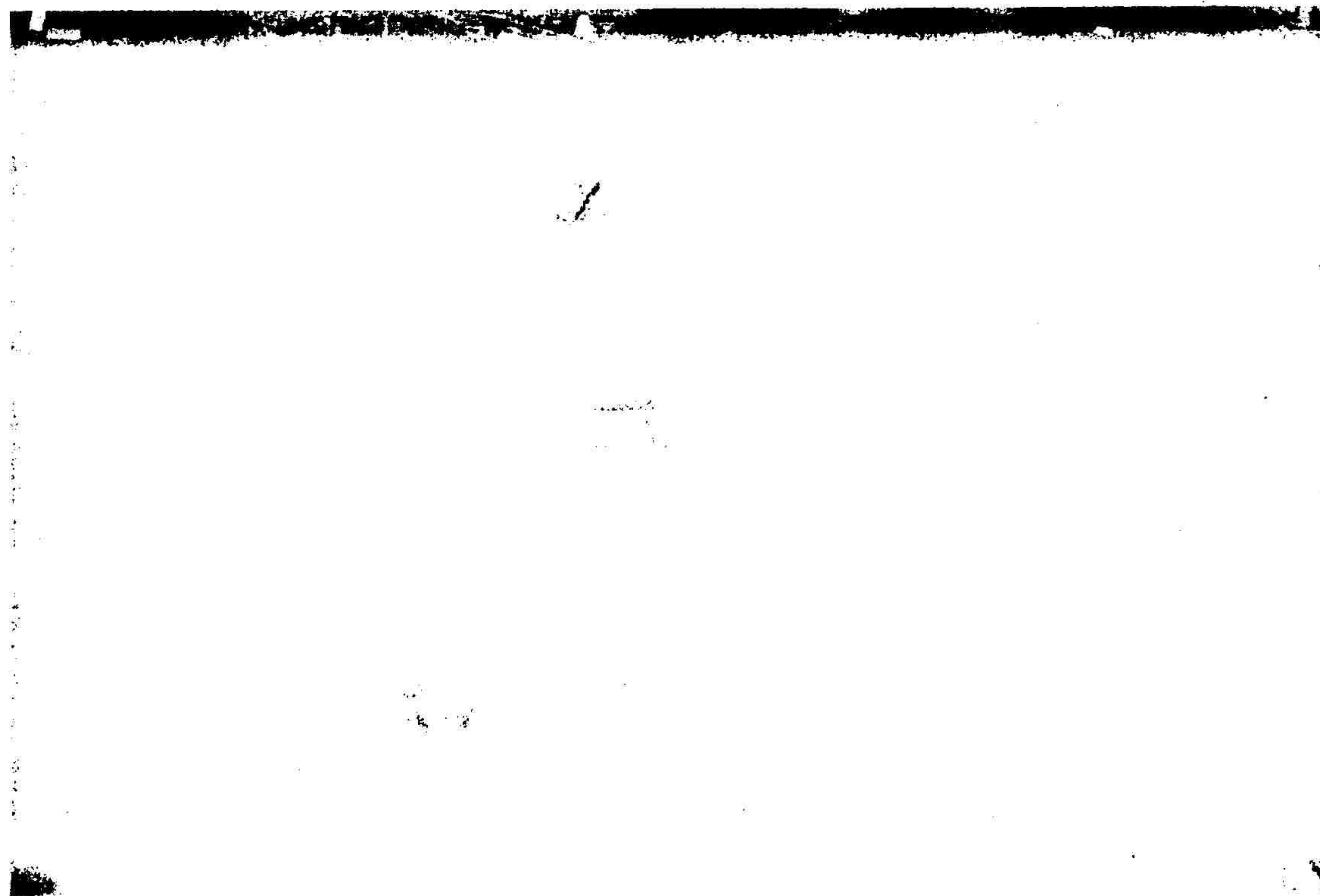
Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει η παρουσία Cr(VI) στο υπόγειο νερό της περιοχής του Σχηματαρίου σε συγκεντρώσεις που φτάνουν το όριο των 50 µg/L για το πόσιμο νερό. Ωστόσο, στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι η απουσία δεδομένων για το βάθος προέλευσης του υπόγειου νερού στις γεωτρήσεις που εξετάστηκαν δεν μας επιτρέπει να εξάγουμε ασφαλή συμπεράσματα για την παρουσία Cr(VI) στο υπόγειο νερό σε άλλα κυρίως μικρότερα βάθη, πληροφορία που μπορεί να αποκτηθεί μόνο με την διάνοιξη νέων γεωτρήσεων γνωστής γεωλογικής τομής και τη πραγματοποίηση δειγματοληψίας με τη μέθοδο discrete sampling (βλέπε Οινόφυτα).

4.2 ΟΙΝΟΦΥΤΑ

Πρόκειται για μια σειρά δειγμάτων που ελήφθησαν από αποχετευτικούς αγωγούς (MAI, EUR, BEN), υφιστάμενες βιομηχανικές γεωτρήσεις (ARM-1, AMR-2, NES, KOR, MON), υφιστάμενα σκάμματα (SKA-1, SKA-2, SKA-3, SKA-4, SKA-5, SKA-6) και Γεωτρήσεις Παρακολούθησης (INO-N1, INO-N3, INO-N4, INO-N5, INO-N6, INO-N7) που βρίσκονται στην περιοχή των Οиноφύτων. Τα σημεία δειγματοληψίας που επιλέχθηκαν, όπως επίσης και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη φυσικοχημική ανάλυση του νερού περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω.

Αποχετευτικοί αγωγοί

Πρόκειται για τρεις (3) αποχετευτικούς αγωγούς που βρίσκονται σε διαφορετικά σημεία της περιοχής των Οινόφυτων. Η θέση των αγωγών αυτών απεικονίζεται στο Σχήμα 6.



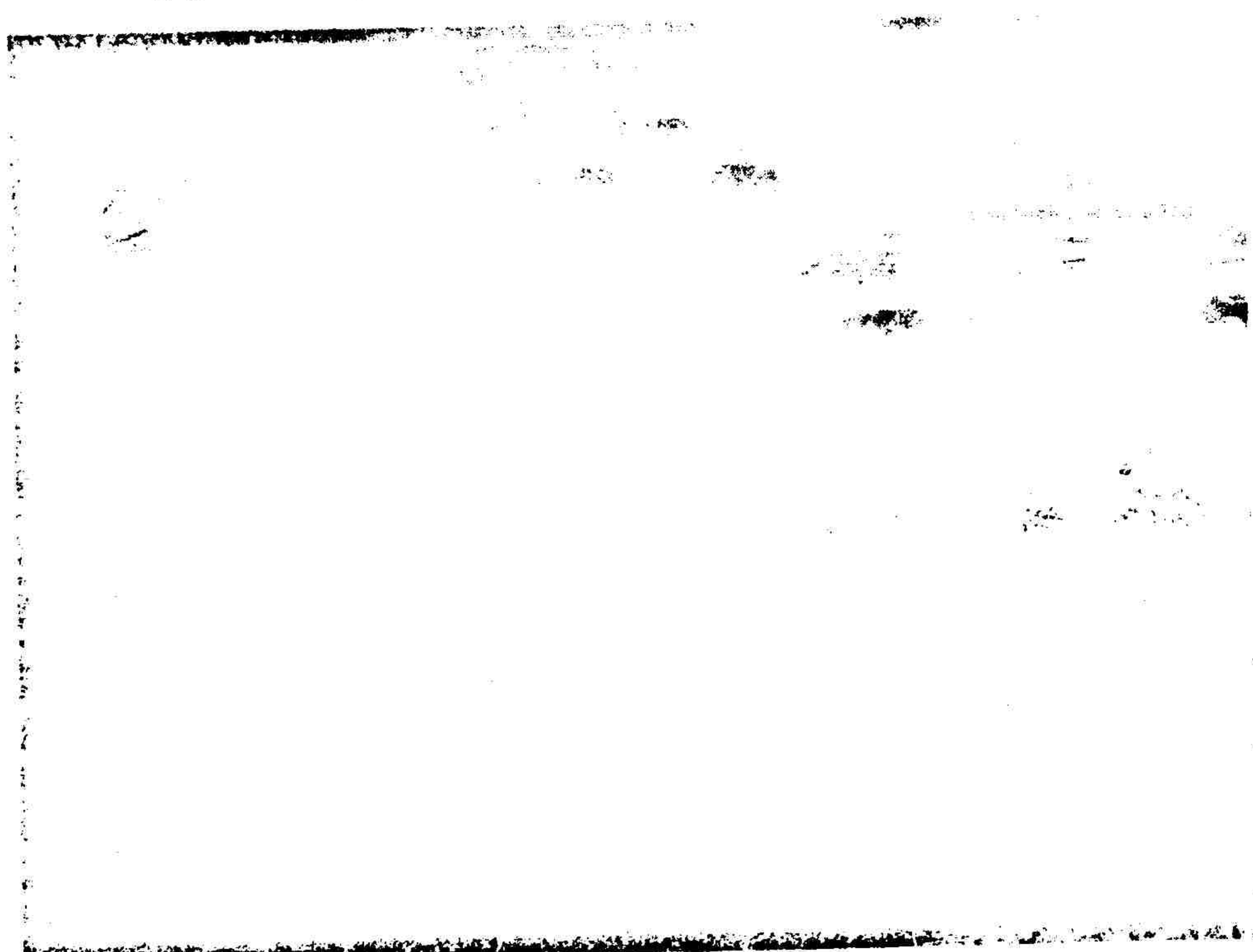
Σχήμα 6 Τοποθεσία αποχετευτικών αγωγών που έγινε δειγματοληψία στην περιοχή των Οινόφυτων.

Ο πρώτος αγωγός βρίσκεται στη θέση «Μαΐλη» και εκβάλλει στον Ασωπό ποταμό. Ο αγωγός αυτός επισημάνθηκε από τη Διεύθυνση Ανάπτυξης της Περιφερειακής Ενότητας Βοιωτίας όπου είχαν μετρηθεί παλαιότερα πολύ υψηλές συγκεντρώσεις Cr(VI). Αν και γνωρίζουμε ότι πρόκειται, κατά κύριο λόγο, για αγωγό όμβριων υδάτων δεν έχουμε πλήρη εικόνα για το ποιες βιομηχανίες εξυπηρετεί ούτε αν δέχεται άλλα ύδατα πέραν των ομβρίων. Τα αποτελέσματα των φυσικοχημικών αναλύσεων του νερού που ελήφθη από το ρυάκι που σχηματίζεται κατόντη του αγωγού, σε διάφορες χρονικές στιγμές, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4. Οι πολύ υψηλές συγκεντρώσεις Cr(VI) που βρέθηκαν στο νερό του εν λόγω αγωγού μαρτυρούν την είσοδο ρυπασμένου νερού στον αγωγό. Αποψη του αγωγού παρουσιάζεται στα Σχήματα 7 & 8.

Τα άλλα δύο σημεία όπου έγινε δειγματοληψία βρίσκονται αντιδιαμετρικά της ΠΑΘΕ στο ύψος των εγκαταστάσεων της EUROPA και JUMBO (πρώην ΜΠΕΝΡΟΥΜΠΗ). Πιο συγκεκριμένα, ο ένας αγωγός βρίσκεται στα όρια των εγκαταστάσεων ΑΓΡΟΕΦΟΔΙΑ JUMBO (πρώην ΜΠΕΝΡΟΥΜΠΗ) και ο άλλος κοντά στα σύνορα της EUROPA με την ΠΑΘΕ. Η εν λόγω δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 30/1/2013 και τα αποτελέσματα των φυσικοχημικών αναλύσεων συνοψίζονται στον Πίνακα 5, όπου φαίνεται η απουσία Cr(VI) στο νερό που μετρήθηκε. Αντιθέτως, στο νερό ενός εκ των δύο αγωγών (BEN), ανιχνεύτηκαν υψηλές συγκεντρώσεις χαλκού (Cu), γεγονός που μαρτυρά ανθρωπογενή ρύπανση στην περιοχή. Αποψη του αγωγού αυτού απεικονίζεται στα Σχήματα 9 και 10.



Σχήμα 7 Θέση του αποχετευτικού αγωγού στη θέση «Μαΐλη».



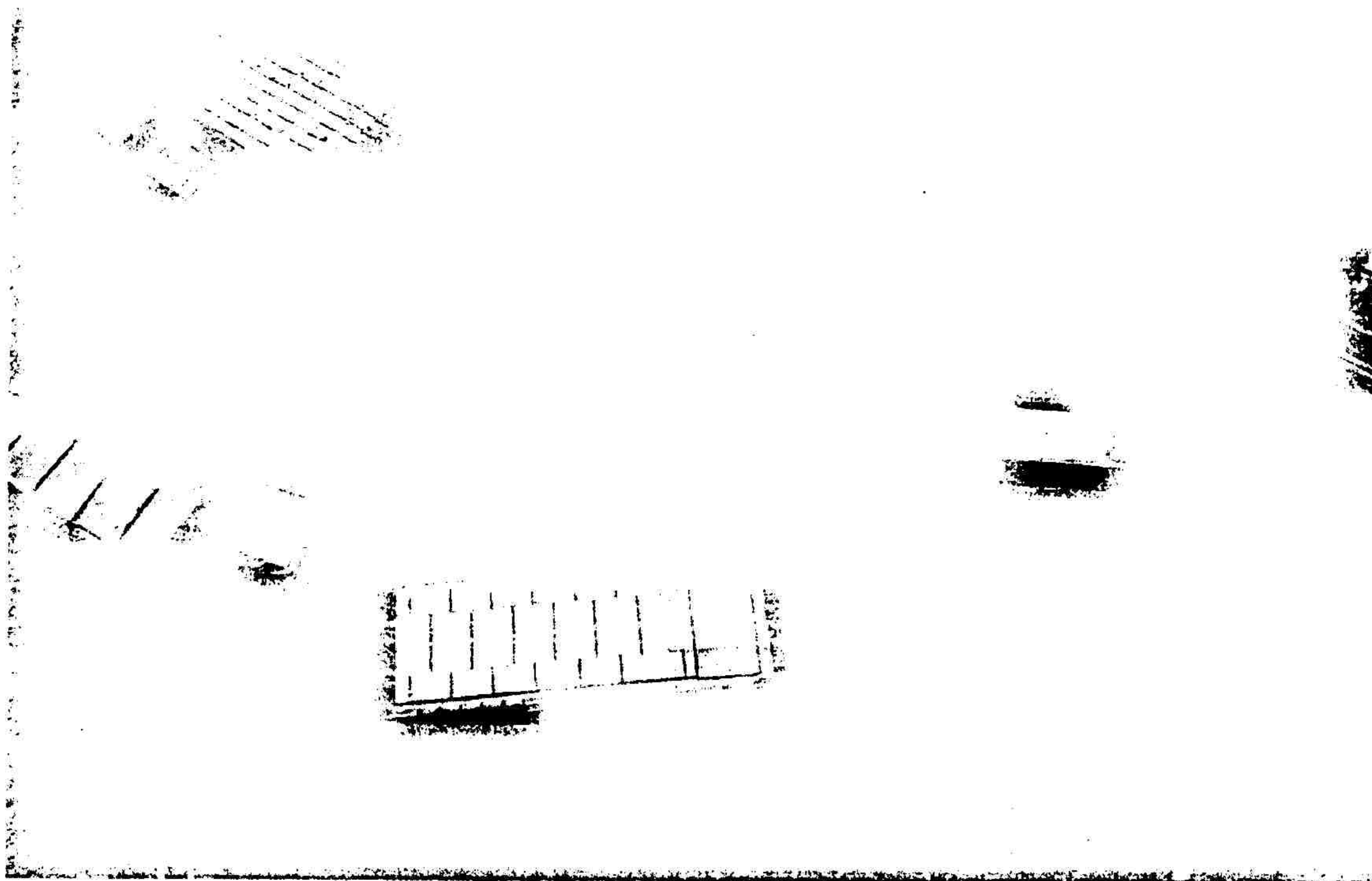
Σχήμα 8 Άποψη του σημείου εκβολής του νερού που αποχετεύει ο αγωγός στον Ασωπό στη θέση «Μαΐλη».

Πίνακας 4 Αποτελέσματα φυσικοχημικής ανάλυσης νερού που εκβάλλει στον Ασωπό από τον αποχετευτικό αγωγό στη θέση «Μαΐλη».

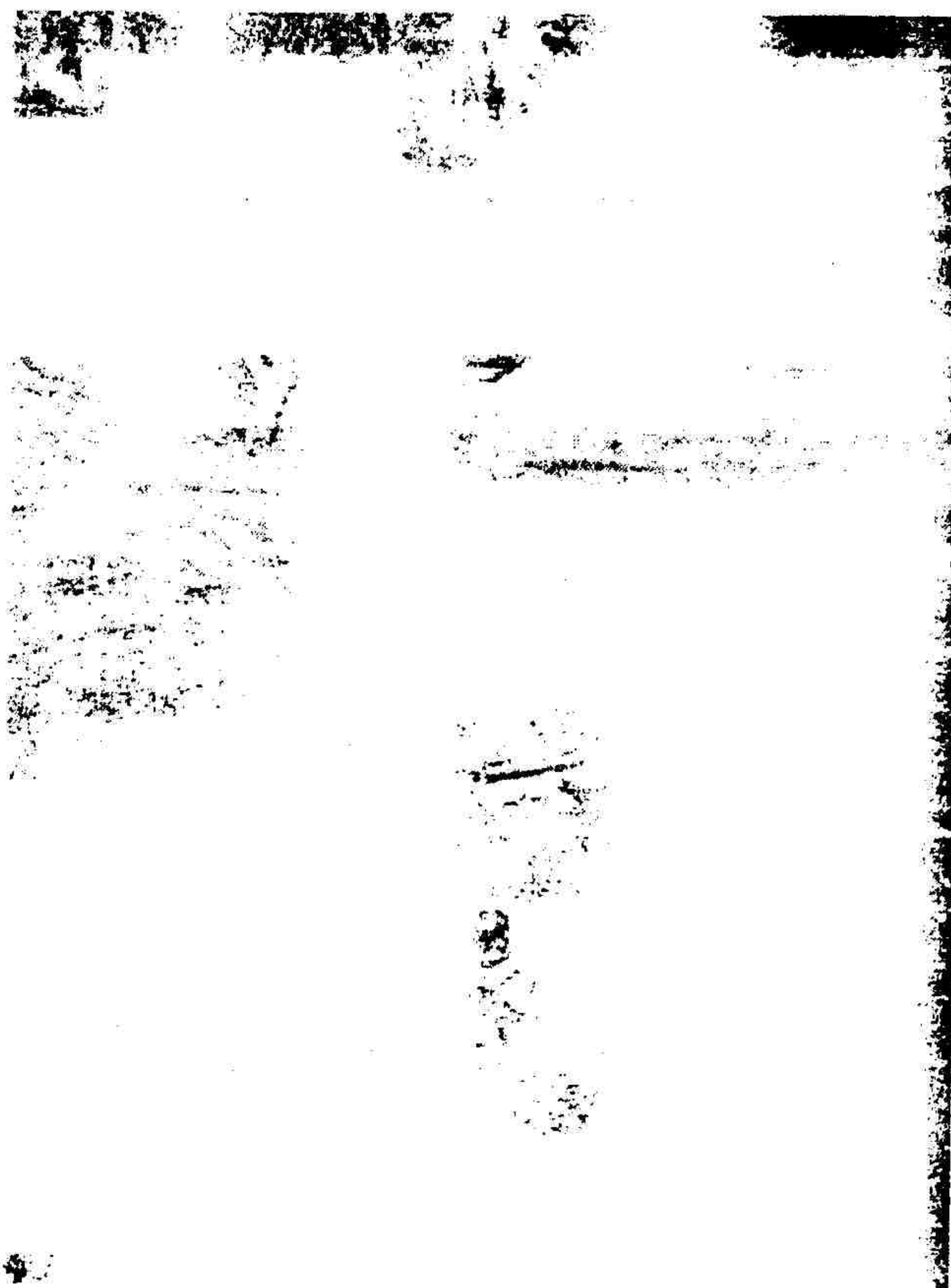
Παράμετρος	ΜΑΙ	ΜΑΙ	ΜΑΙ	ΜΑΙ
Ημερομηνία δειγματοληψίας	19/7/12	19/12/12	29/1/2013	22/3/2013
Χ(ΕΓΣΑ87)	466934	466934	466934	466934
Υ(ΕΓΣΑ87)	4239510	4239510	4239510	4239510
Αλκαλικότητα (mg CaCO ₃ /l)	398	130	-	-
Cl ⁻ (mg/l)	319	319	-	-
F ⁻ (mg/l)	0.31	0.60	-	-
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	485.70	159	-	-
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	-	63	-	-
NO ₃ ⁻ (mg/l)	2.49	20.15	-	-
NO ₂ ⁻ (mg/l)	38.99	0.306	-	-
NH ₄ ⁺ (mg/l)	1.03	0.28	-	-
Na ⁺ (mg/l)	109	114	-	-
K ⁺ (mg/l)	3.0	1.8	-	-
Ca ²⁺ (mg/l)	76.6	103.1	-	-
Mg ²⁺ (mg/l)	128	151	-	-
Al ³⁺ (mg/l)	<1.3	<1.3	-	-
Zn ²⁺ (ppb)	<61.9	<61.9	-	-
Mn ²⁺ (ppb)	<9.8	21.34	-	-
Fe (mg/L)	<0.2	<0.2	-	-
Si (mg/l)	25.7	27.3	-	-
As (ppb)	<6.1	<6.1	-	-
Cd (ppb)	<0.2	<0.2	-	-
Co (ppb)	0.94	1.11	-	-
Cr (ppb)	3520	3620	-	-
Cr ⁶⁺ (ppb)	3500	3250	3250	3500
Cu (ppb)	<9.3	<9.3	-	-
Ni (ppb)	21.71	30.36	-	-
Pb (ppb)	<10.4	<10.4	-	-
Se (ppb)	3.20	<2.6	-	-

Πίνακας 5 Αποτελέσματα φυσικοχημικών αναλύσεων νερού από τους αποχετευτικούς αγωγούς EUR και BEN στην περιοχή των Οινοφύτων.

Παράμετρος	EUR	BEN
Ημερομηνία δειγματοληψίας	30/1/13	30/1/13
X(ΕΓΣΑ87)	467741	467479
Y(ΕΓΣΑ87)	4240542	4240578
pH	7.62	7.88
Ηλ. Αγωγιμότητα ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	213	291
Αλκαλικότητα ($\text{mg CaCO}_3/\text{l}$)	43	58.5
Cl^- (mg/l)	21.27	7.09
F^- (mg/l)	0.37	6.95
HCO_3^- (mg/l)	52	71
SO_4^{2-} (mg/l)	15	31
NO_3^- (mg/l)	1.99	4.92
NO_2^- (mg/l)	0.325	0.322
NH_4^+ (mg/l)	0.60	0.41
Na^+ (mg/l)	30	10
K^+ (mg/l)	9.8	1.5
Ca^{2+} (mg/l)	20.6	41.6
Mg^{2+} (mg/l)	1.4	8.1
Al^{3+} (mg/l)	<1.3	<1.3
Zn^{2+} (ppb)	300.7	237.2
Mn^{2+} (ppb)	21.04	39.27
Fe (mg/l)	<0.2	<0.2
Si (mg/l)	<2.5	3
As (ppb)	<6.1	<6.1
Cd (ppb)	1.06	0.25
Co (ppb)	2.08	2.3
Cr (ppb)	<6.4	<6.4
Cr^{6+} (ppb)	<6	<6
Cu (ppb)	189.9	17.44
Ni (ppb)	<3.8	30.08
Pb (ppb)	12.36	<10.4
Se (ppb)	<2.6	<2.6



Σχήμα 9 Θέση του αγωγού BEN στην περιοχή των Οινοφύτων.



Σχήμα 10 Ρέμα κατόντη του αγωγού BE στην περιοχή των Οινοφύτων.

Βιομηχανικές γεωτρήσεις

Πρόκειται για βιομηχανικές γεωτρήσεις εντός των εγκαταστάσεων ΑΡΜΟΣ (ARM-1, ARM-2), NESTLE (NES), ΚΟΡΠΕΣ (KOR) και ΜΟΝΣΤΙΡ (MON). Στα δείγματα αυτά μετρήθηκε μόνο Cr(VI) και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 6, ενώ οι θέσεις των γεωτρήσεων απεικονίζονται στο Σχήμα 11. Σημαντικό εύρημα των μετρήσεων αυτών είναι η μεγάλη διακύμανση που παρουσιάζουν οι συγκεντρώσεις του Cr(VI) στο υπόγειο νερό της περιοχής, καθώς μετρήθηκαν συγκεντρώσεις πολλαπλάσιες μεταξύ γεωτρήσεων που απέχουν μερικές μόνο εκατοντάδες μέτρα. Όμοια με τα όσα αναφέρθηκαν και για την περιοχή του Σχηματαρίου, η απουσία πληροφορίας για τη γεωλογική τομή των γεωτρήσεων δεν μας επιτρέπει να εξάγουμε ασφαλή συμπεράσματα που να εξηγούν τα αίτια της διακύμανσης αυτής. Για το λόγο αυτό, μόνο νέες διερευνητικές γεωτρήσεις, γνωστής γεωλογικής τομής, και δειγματοληψία με τη μέθοδο discrete sampling, θα μπορούσαν να παρέχουν αυτή την πληροφορία που είναι απαραίτητη για την εξήγηση των αιτιών αυτής της διακύμανσης.

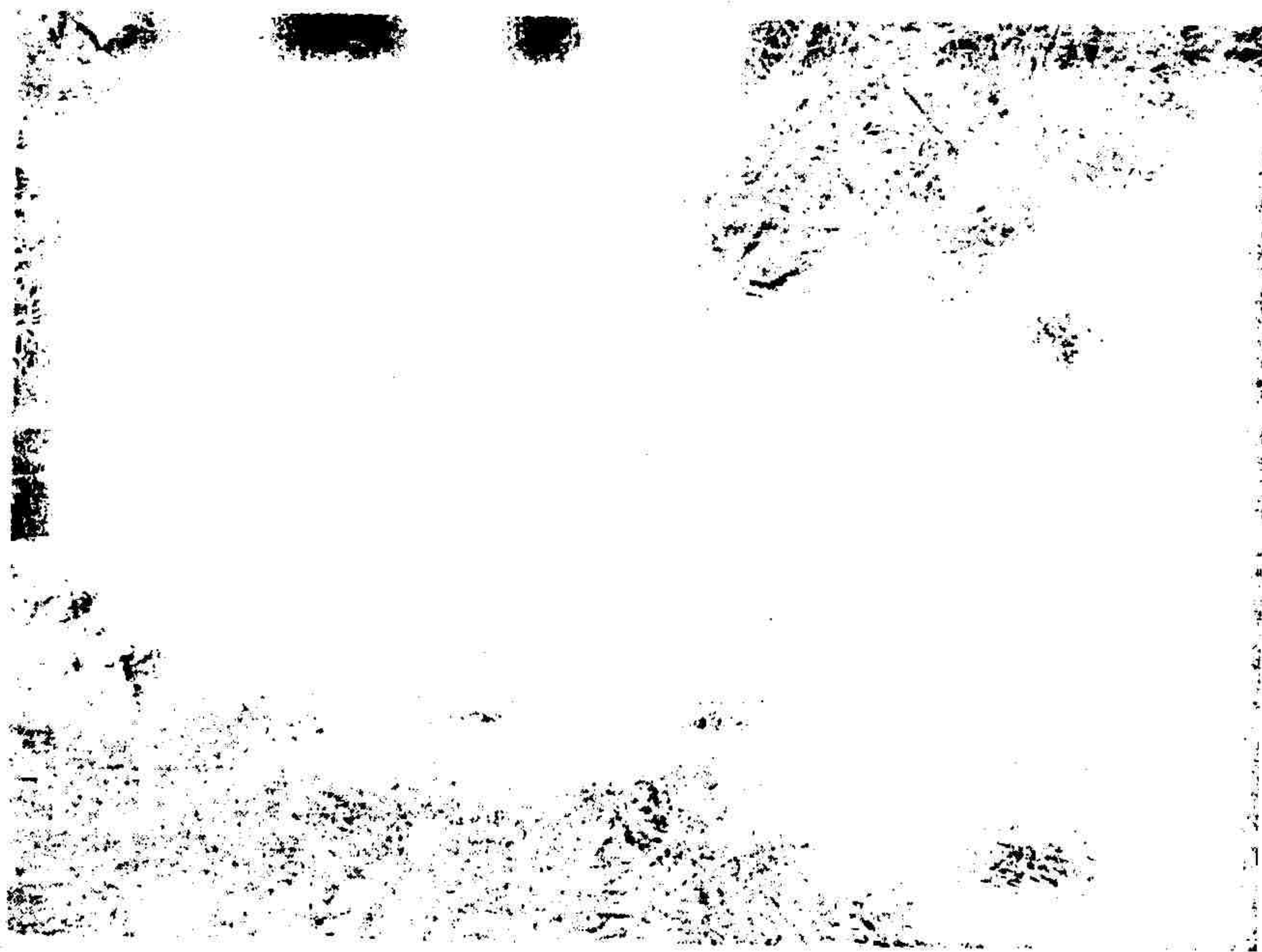
Πίνακας 6 Εξασθενές χρώμιο (Cr(VI)) σε υφιστάμενες βιομηχανικές γεωτρήσεις στην περιοχή των Οиноφύτων.

Παράμετρος	ARM-1	ARM-2	NES	KOR	MON
Ημερομηνία δειγματοληψίας	16/10/2012	16/10/2012	30/10/2012	30/10/2012	30/10/2012
X(ΕΓΣΑ87)	466848	466547	466944	466663	466801
Y(ΕΓΣΑ87)	4240289	4240370	4241351	4241375	4241439
Cr(VI) (ppb)	19.1	220.6	164.7	46.3	7.2

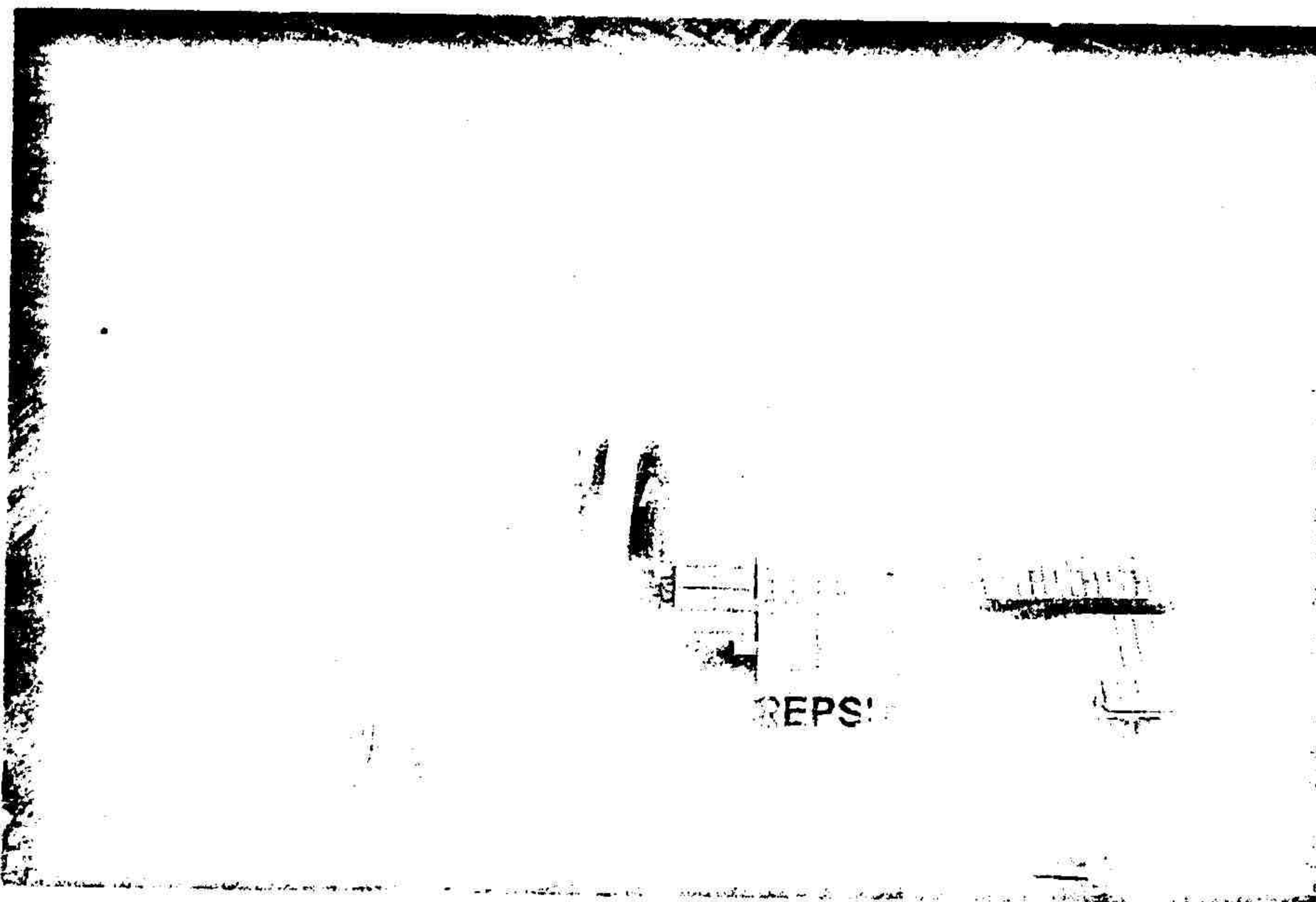
Σχήμα 11 Τοποθεσία υφιστάμενων γεωτρήσεων δειγματοληψίας στην περιοχή των Οиноφύτων.

Υφιστάμενα σκάμματα εντός βιομηχανίας

Πρόκειται για υφιστάμενα σκάμματα εντός των εγκαταστάσεων της PEPSI στα Οινόφυτα. Ένα απ' αυτά απεικονίζεται στο Σχήμα 12, ενώ στο Σχήμα 13 παρουσιάζεται η γενική άποψη της περιοχής. Τα σκάμματα αυτά, σύμφωνα με στελέχη της Περιφέρειας Στ. Ελλάδας βρίσκονται πλησίον φρεατίων του αποχετευτικού αγωγού ΜΑΙ, που αναφέρθηκε παραπάνω. Τα αποτελέσματα των φυσικοχημικών παραμέτρων παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.



Σχήμα 12 Σκάμμα με υψηλές συγκεντρώσεις Cr(VI) εντός των εγκαταστάσεων της PEPSI στην περιοχή των Οινοφύτων.



Σχήμα 13 Γενική άποψη της τοποθεσίας σκαμμάτων στην περιοχή των Οινοφύτων.

Πίνακας 7 Αποτελέσματα φυσικοχημικής ανάλυσης νερού από τα σκάμματα SKA-1, SKA-2 εντός των εγκαταστάσεων της PEPSI στην περιοχή των Οينوφύτων.

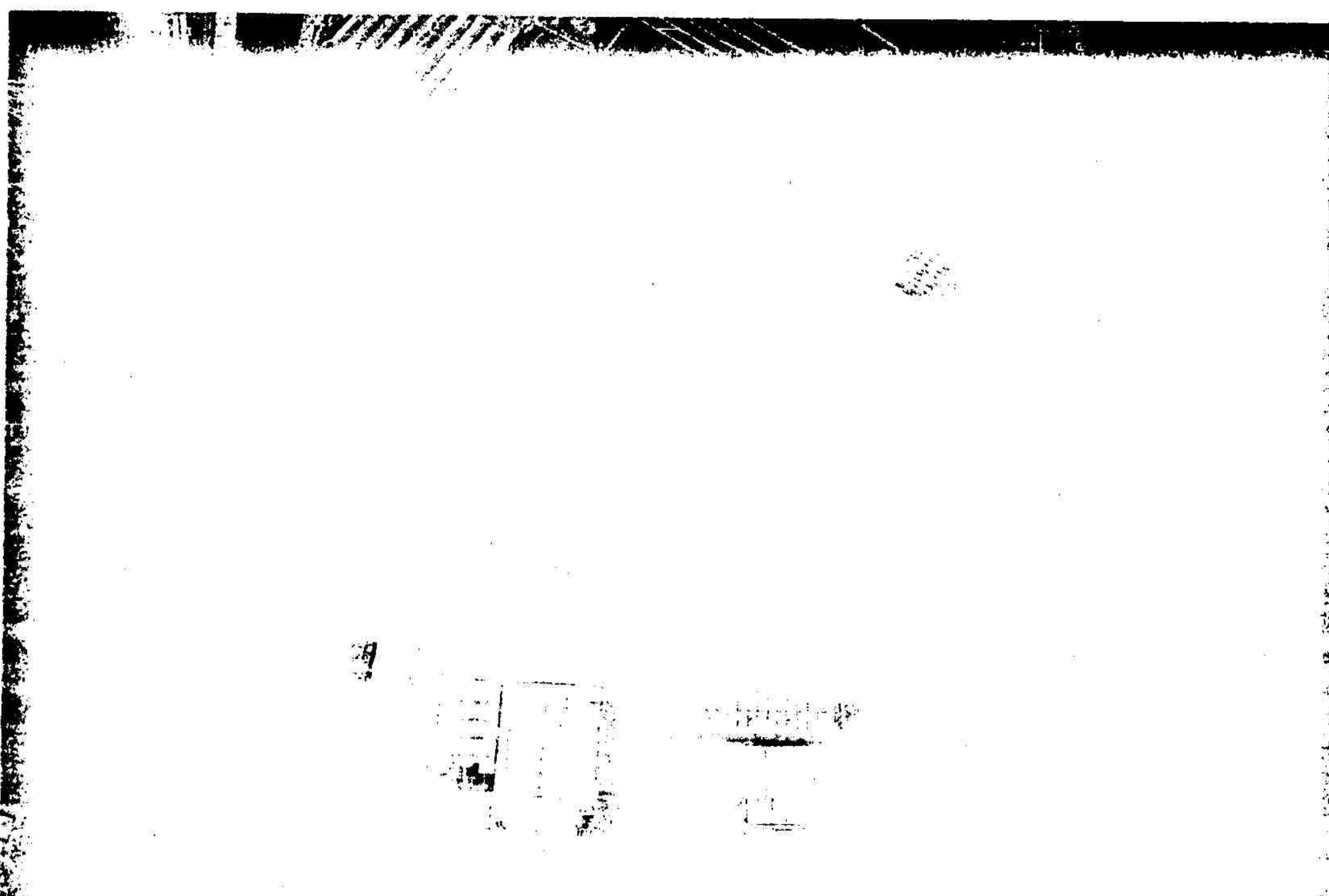
Parameter	SKA-1	SKA-1	SKA-2	SKA-3	SKA-4	SKA-6
Ημερομηνία δειγματοληψίας	17/7/12	17-04-13	17-04-13	17-04-13	17-04-13	17-04-13
X(ΕΓΣΑ87)	466832	466832	*	**	466798	*
Y(ΕΓΣΑ87)	4240245	4240245	*	**	4240248	*
pH	7.74	7.64	7.71	7.63	8.22	7.91
Ηλ. αγωγιμότητα (μS/cm)	2250	4720	2350	2450	1740	1990
Αλκαλικότητα (mg CaCO ₃ /l)	495	150	170	120	110	140
Cl ⁻ (mg/l)	397	801.2	1127.3	468.0	269.4	312.0
F ⁻ (mg/l)	0.69	-	-	-	-	-
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	604.07	183.05	207.46	146.44	134.24	170.85
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	-	-	-	-	-	-
NO ₃ ⁻ (mg/l)	1.99	-	-	-	-	-
NO ₂ ⁻ (mg/l)	39.86	-	-	-	-	-
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	<80	-	-	-	-	-
NH ₄ ⁺ (mg/l)	7.84	-	-	-	-	-
Na ⁺ (mg/l)	140	164	133	118	71	144
K ⁺ (mg/l)	1.8	1.9	1.7	2.1	2.7	1.7
Ca ²⁺ (mg/l)	81.9	75.3	110.3	117.1	108.5	87.1
Mg ²⁺ (mg/l)	165	227	183	197	133	142
Al ³⁺ (mg/l)	<1.3	<1.3	<1.3	<1.3	<1.3	<1.3
Zn ²⁺ (ppb)	<61.9	<61.9	<61.9	<61.9	<61.9	<61.9
Mn ²⁺ (ppb)	<9.8	<9.8	<9.8	167.5	13.68	17.41
Fe (mg/L)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Si (mg/l)	32.5	4.7	32.5	26.2	24.7	32.7
As (ppb)	<6.1	<6.1	<6.1	146.1	20.39	<6.1
Cd (ppb)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Co (ppb)	0.60	0.64	0.62	2.21	1.10	0.95
Cr (ppb)	5550	8680	8240	3240	326	1180
Cr ^{VI} (ppb)	5059	6230	7270	3100	353	1575
Cu (ppb)	<9.3	<9.3	<9.3	<9.3	<9.3	<9.3
Ni (ppb)	21.89	27.32	27.66	32.91	21.14	21.15
Pb (ppb)	<10.4	<10.4	<10.4	<10.4	<10.4	<10.4
Se (ppb)	2.95	2.9	<2.6	<2.6	<2.6	2.63

*Κοντά στο SKA-1, **Κοντά στο SKA-4

Από τα αποτελέσματα του Πίνακα 7 είναι προφανής η παρουσία πολύ υψηλών συγκεντρώσεων Cr(VI) (353-7270 μg/L) στο υπόγειο νερό της άμεσης περιοχής. Παρόμοιες συγκεντρώσεις, αν και μικρότερες, μετρήθηκαν στο νερό του αγωγού ΜΑΙ (3250-3500 μg/L), όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Σύμφωνα με μαρτυρίες στελεχών της Περιφέρειας, νερό από τα σκάμματα εισέρχεται στον αγωγό ΜΑΙ, μέσω αστοχιών του αγωγού, ο οποίος τελικά εκβάλλει στη θέση «Μαϊλή» στον Ασωπό ποταμό. Οι διαφορές που παρατηρούνται στις συγκεντρώσεις του Cr(VI) μεταξύ του νερού των σκαμμάτων και αυτού του αγωγού πιθανότατα οφείλονται στην αραίωση που πραγματοποιείται εντός του αγωγού από τη σύνδεση σε αυτόν και άλλων βιομηχανιών της περιοχής. Ωστόσο, η περιορισμένη διαθέσιμη πληροφορία δεν μας επιτρέπει να εξάγουμε σαφή συμπεράσματα για το ποιες άλλες βιομηχανίες αποχετεύουν τα όμβρια ύδατα ή απόβλητά τους στον αγωγό αυτόν.

Γεωτρήσεις Παρακολούθησης των υπόγειων υδάτων

Το τελευταίο στάδιο του προγράμματος δειγματοληψίας στην περιοχή των Οиноφύτων περιλάμβανε λήψη δειγμάτων από επτά γεωτρήσεις παρακολούθησης στην περιοχή. Τρεις από τις γεωτρήσεις αυτές βρίσκονται εντός των εγκαταστάσεων της ΑΡΜΟΣ και ανάντη των σκαμμάτων (SKA), μία (1) κοντά στον αγωγό ΜΑΙ, μία (1) σε αγροτική έκταση δυτικά του ΑΡΜΟΥ, μία (1) σε έκταση ανατολικά του ΑΡΜΟΥ και μία (1) πλησίον των ορίων των εγκαταστάσεων της ΕΛΒΑΛ. Οι θέσεις των γεωτρήσεων παρακολούθησης απεικονίζονται στο Σχήμα 14. Για τη δειγματοληψία των γεωτρήσεων αυτών χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του discrete sampling, κατά την οποία δείγματα υπόγειου νερού ελήφθησαν από διαφορετικά βάθη ώστε να είναι δυνατή η συσχέτιση βάθους του υπόγειου νερού με τις τιμές των ποιοτικών παραμέτρων.



Σχήμα 14 Θέση των γεωτρήσεων στην περιοχή των Οиноφύτων.

Τα αποτελέσματα των φυσικοχημικών παραμέτρων των δειγμάτων υπόγειου νερού που ελήφθησαν από τις επτά νέες γεωτρήσεις παρουσιάζονται στους Πίνακες 8 – 13.

Πίνακας 8 Αποτελέσματα φυσικοχημικής ανάλυσης δειγμάτων υπόγειου νερού από διάφορα βάθη, από τη γεώτρηση παρακολούθησης INO-N1 στην περιοχή των Οινοφύτων.

Παράμετρος	INO-N1_01	INO-N1_02	INO-N1_03
Βάθος (m)	34.5	30.0	14.0
Ημερομηνία δειγματοληψίας	14/05/13	14/05/13	14/05/13
X(ΕΓΣΑ87)	466573	466573	466573
Y(ΕΓΣΑ87)	4240372	4240372	4240372
Θερμοκρασία (°C)	19,0	19,3	19,4
Διαλυμένο οξυγόνο (mg/l)	6,5	6,7	7,1
pH	7,30	7,34	7,36
Ηλ. Αγωγιμότητα (μS/cm)	1.291,0	1.274,0	1.218,0
ORP (mV)	118	122	123
Αλκαλικότητα (mg CaCO ₃ /l)	310	310	320
Cl ⁻ (mg/l)	234	213	291
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	378.31	378.31	390.51
Na ⁺ (mg/l)	67	67	62
K ⁺ (mg/l)	1.8	2.2	2.5
Ca ²⁺ (mg/l)	86.9	88.3	88.3
Mg ²⁺ (mg/l)	114	114	104
Al ³⁺ (mg/l)	<1.3	<1.3	<1.3
Zn ²⁺ (ppb)	<61.9	<61.9	<61.9
Mn ²⁺ (ppb)	<9.8	35.9	<9.8
Fe (mg/l)	<0.2	<0.2	<0.2
Si (mg/l)	35.2	34.6	34.1
As (ppb)	<6.1	<6.1	<6.1
Cd (ppb)	<0.2	<0.2	<0.2
Co (ppb)	<0.4	0.74	<0.4
Cr ⁶⁺ (ppb)	562.8	484.3	397.2
Cr ³⁺ (ppb)	515.0	510.0	419.0
Cu (ppb)	<9.3	<9.3	<9.3
Ni (ppb)	15.83	18.8	16.13
Pb (ppb)	<10.4	<10.4	<10.4
Se (ppb)	<2.6	<2.6	<2.6

Πίνακας 9 Αποτελέσματα φυσικοχημικής ανάλυσης δειγμάτων υπόγειου νερού από διάφορα βάθη, από τη γεώτρηση παρακολούθησης INO-N3 στην περιοχή των Οινοφύτων.

Παράμετρος	INO-N3_03	INO-N3_04	INO-N3_05
Βάθος (m)	33.0	33.0	26.0
Ημερομηνία δειγματοληψίας	14/05/13	14/05/13	14/05/13
X(ΕΓΣΑ87)	466708	466708	466708
Y(ΕΓΣΑ87)	4240679	4240679	4240679
Θερμοκρασία (°C)	20.9	20.2	19.9
Διαλυμένο οξυγόνο (mg/l)	1.8	2.4	2.6
pH	7.05	7.14	7.07
Ηλ. Αγωγιμότητα (μS/cm)	1545	1574	1595
ORP (mV)	-139	-123	-119
Αλκαλικότητα (mg CaCO ₃ /l)	690	690	720
Cl ⁻ (mg/l)	284	277	255
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	842.04	842.04	878.65
Na ⁺ (mg/l)	77	97	78
K ⁺ (mg/l)	1.2	1.2	1.5
Ca ²⁺ (mg/l)	65.7	75.3	66.8
Mg ²⁺ (mg/l)	191	229	201
Al ³⁺ (mg/l)	<1.3	<1.3	<1.3
Zn ²⁺ (ppb)	<61.9	<61.9	<61.9
Mn ²⁺ (ppb)	793.9	700.0	728.5
Fe (mg/l)	<0.2	<0.2	<0.2
Si (mg/l)	24.2	17.2	23.1
As (ppb)	<6.1	<6.1	<6.1
Cd (ppb)	<0.2	<0.2	<0.2
Co (ppb)	28.05	20.44	30.69
Cr (ppb)	<6.4	<6.4	<6.4
Cr ⁶⁺ (ppb)	<6.0	<6.0	<6.0
Cu (ppb)	<9.3	<9.3	<9.3
Ni (ppb)	115.1	92.53	163.1
Pb (ppb)	<10.4	<10.4	<10.4
Se (ppb)	<2.6	<2.6	<2.6

Πίνακας 10 Αποτελέσματα φυσικοχημικής ανάλυσης δειγμάτων υπόγειου νερού από διάφορα βάθη, από γεώτρηση παρακολούθησης INO-N4 στην περιοχή των Οиноφύτων.

Παράμετρος	INO-N4_01	INO-N4_02	INO-N4_03
Βάθος (m)	43.0	30.0	12.0
Ημερομηνία δειγματοληψίας	17/05/13	17/05/13	17/05/13
X (ΕΓΣΑ87)	467591	467591	467591
Y (ΕΓΣΑ87)	4240416	4240416	4240416
Θερμοκρασία (°C)	21,4	20,9	19,6
Διαλυμένο οξυγόνο (mg/l)	3,3	4,0	4,9
pH	7,38	7,38	7,48
Ηλ. Αγωγιμότητα (μS/cm)	953	935	938
ORP (mV)	165	156	196
Αλκαλικότητα (mg CaCO ₃ /l)	460	420	350
Cl ⁻ (mg/l)	78	71	78
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	561.36	512.54	427.12
Na ⁺ (mg/l)	88.0	91.0	88.0
K ⁺ (mg/l)	0.5	0.5	0.7
Ca ²⁺ (mg/l)	54.6	57.5	56.6
Mg ²⁺ (mg/l)	91	103	95
Al ³⁺ (mg/l)	<1.3	<1.3	<1.3
Zn ²⁺ (ppb)	<61.9	<61.9	<61.9
Mn ²⁺ (ppb)	<9.8	13.17	<9.8
Fe (mg/l)	<0.2	<0.2	<0.2
Si (mg/l)	36.3	167.4	36.7
As (ppb)	<6.1	<6.1	<6.1
Cd (ppb)	<0.2	<0.2	<0.2
Co (ppb)	<0.4	1.26	<0.4
Cr (ppb)	<6.4	123.7	6.8
Cr ⁶⁺ (ppb)	<6.0	<6.0	<6.0
Cu (ppb)	<9.3	<9.3	<9.3
Ni (ppb)	9.88	45.17	13.36
Pb (ppb)	<10.4	<10.4	<10.4
Se (ppb)	<2.6	3.82	<2.6

Πίνακας 11 Αποτελέσματα φυσικοχημικής ανάλυσης νερού από τη γεώτρηση παρακολούθησης INO-N5 στην περιοχή των Οиноφύτων.

Παράμετρος	INO-N5_01	INO-N5_02
Βάθος (m)	40.0	26.5
Ημερομηνία δειγματοληψίας	16/05/13	16/05/13
X(ΕΓΣΑ87)	466265	466265
Y(ΕΓΣΑ87)	4240650	4240650
Θερμοκρασία (°C)	20,8	19,6
Διαλυμένο οξυγόνο (mg/l)	8,1	5,2
pH	7,32	7,46
Ηλ. Αγωγιμότητα (μS/cm)	1366	1149
ORP (mV)	224	198
Αλκαλικότητα (mg CaCO ₃ /l)	350	340
Cl ⁻ (mg/l)	291	206
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	427.12	414.92
Na ⁺ (mg/l)	68.0	59.0
K ⁺ (mg/l)	1.0	1.3
Ca ²⁺ (mg/l)	85.6	81.6
Mg ²⁺ (mg/l)	144	121
Al ³⁺ (mg/l)	<1.3	<1.3
Zn ²⁺ (ppb)	<61.9	<61.9
Mn ²⁺ (ppb)	<9.8	13.17
Fe (mg/L)	<0.2	<0.2
Si (mg/l)	37.0	33.7
As (ppb)	<6.1	<6.1
Cd (ppb)	<0.2	<0.2
Co (ppb)	<0.4	2.26
Cr (ppb)	10.1	225.8
Cr ⁶⁺ (ppb)	<6.0	159.0
Cu (ppb)	<9.3	<9.3
Ni (ppb)	10.56	20.91
Pb (ppb)	<10.4	66.83
Se (ppb)	2.94	<2.6

Πίνακας 12 Αποτελέσματα φυσικοχημικής ανάλυσης δειγμάτων υπόγειου νερού από διάφορα βάθη, από τη γεώτρηση παρακολούθησης INO-N6 στην περιοχή των Οиноφύτων.

Παράμετρος	INO-N6_01	INO-N6_02	INO-N6_03
Βάθος (m)	27.0	25.0	12.0
Ημερομηνία δειγματοληψίας	16/05/13	16/05/13	16/05/13
X(ΕΓΣΑ87)	466781	466781	466781
Y(ΕΓΣΑ87)	4240300	4240300	4240300
Θερμοκρασία (°C)	20,4	20,9	21,4
Διαλυμένο οξυγόνο (mg/l)	3,4	3,8	4,0
pH	7,19	7,13	7,06
Ηλ. Αγωγιμότητα (μS/cm)	1533	1566	1504
ORP (mV)	216	191	178
Αλκαλικότητα (mg CaCO ₃ /l)	540	560	410
Cl ⁻ (mg/l)	262	241	199
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	658.98	683.39	500.34
Na ⁺ (mg/l)	90.0	92.0	85.0
K ⁺ (mg/l)	1.7	1.5	2.1
Ca ²⁺ (mg/l)	105.1	104.1	104.6
Mg ²⁺ (mg/l)	149	144	128
Al ³⁺ (mg/l)	<1.3	<1.3	<1.3
Zn ²⁺ (ppb)	<61.9	<61.9	<61.9
Mn ²⁺ (ppb)	<9.8	<9.8	<9.8
Fe (mg/l)	<0.2	<0.2	<0.2
Si (mg/l)	35.2	35.6	34.5
As (ppb)	<6.1	<6.1	<6.1
Cd (ppb)	<0.2	<0.2	<0.2
Co (ppb)	0.54	0.69	1.69
Cr (ppb)	3600	3640	980
Cr ⁶⁺ (ppb)	3130	2870	900
Cu (ppb)	<9.3	<9.3	<9.3
Ni (ppb)	16.24	17.2	24.95
Pb (ppb)	<10.4	<10.4	<10.4
Se (ppb)	<2.6	2.70	3.03

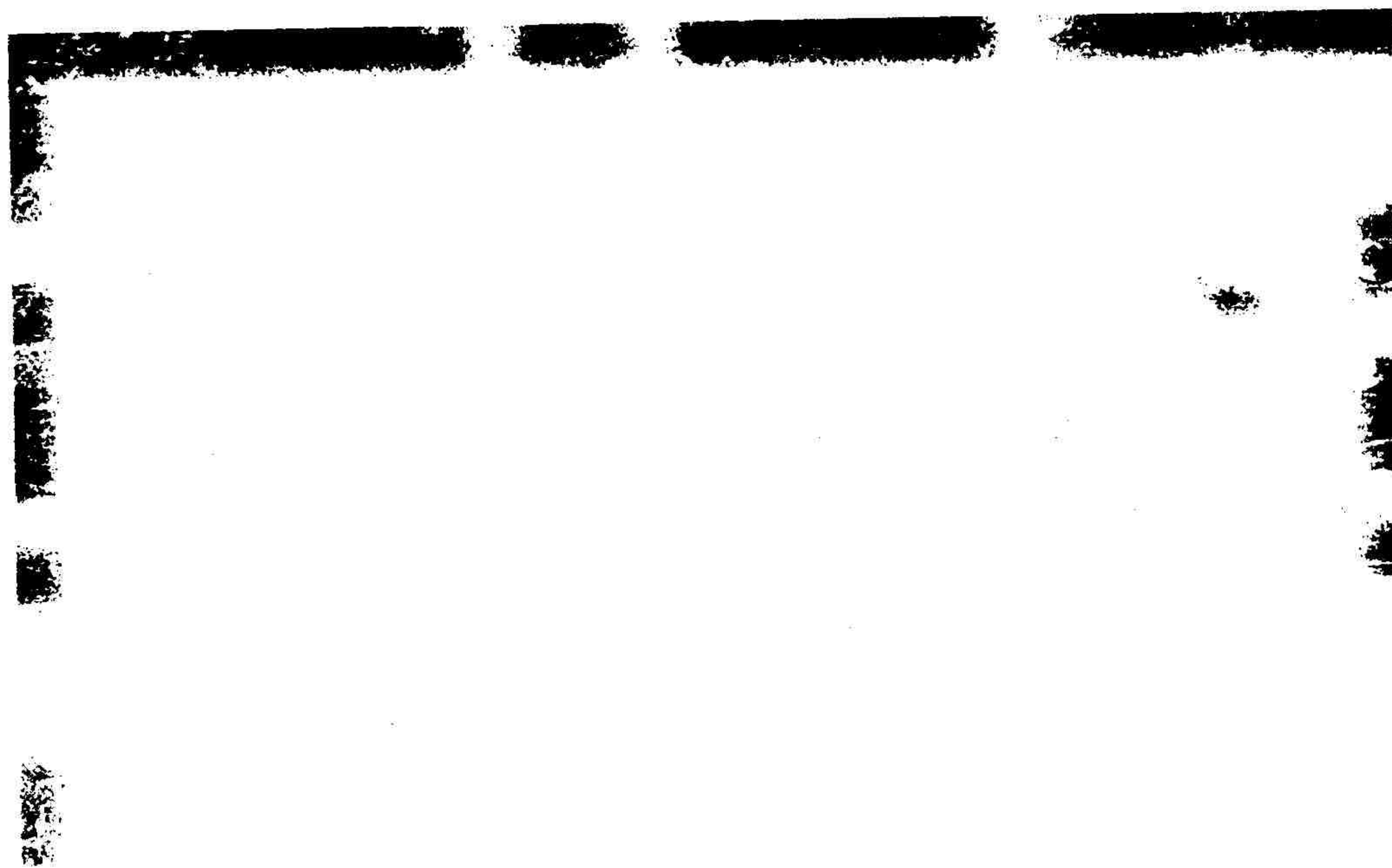
Πίνακας 13 Αποτελέσματα φυσικοχημικής ανάλυσης δειγμάτων υπόγειου νερού από διάφορα βάθη, από τη γεώτρηση παρακολούθησης INO-N7 στην περιοχή των Οινοφύτων.

Παράμετρος	INO-N7_01	INO-N7_02	INO-N7_03
Βάθος (m)	25.0	21.0	10.5
Ημερομηνία δειγματοληψίας	16/05/13	16/05/13	16/05/13
X(ΕΓΣΑ87)	466716	466716	466716
Y(ΕΓΣΑ87)	4240321	4240321	4240321
Θερμοκρασία (°C)	22,6	21,7	20,7
Διαλυμένο οξυγόνο (mg/l)	3,3	4,6	5,8
pH	7,16	7,30	7,36
Ηλ. Αγωγιμότητα (μS/cm)	1486	1483	1327
ORP (mV)	138	146	207
Αλκαλικότητα (mg CaCO ₃ /l)	290	310	490
Cl ⁻ (mg/l)	142	168	234
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	353.90	378.31	597.97
Na ⁺ (mg/l)	68.0	69.0	69.0
K ⁺ (mg/l)	0.8	0.8	0.9
Ca ²⁺ (mg/l)	87.1	92.7	92.2
Mg ²⁺ (mg/l)	142	146	143
Al ³⁺ (mg/l)	<1.3	<1.3	<1.3
Zn ²⁺ (ppb)	<61.9	<61.9	<61.9
Mn ²⁺ (ppb)	<9.8	<9.8	<9.8
Fe (mg/L)	<0.2	<0.2	<0.2
Si (mg/l)	38.2	38.7	38.7
As (ppb)	<6.1	<6.1	<6.1
Cd (ppb)	<0.2	<0.2	<0.2
Co (ppb)	<0.4	<0.4	<0.4
Cr (ppb)	1180	1090	910
Cr ⁶⁺ (ppb)	1170	1100	950
Cu (ppb)	<9.3	<9.3	<9.3
Ni (ppb)	15.62	15.88	17.10
Pb (ppb)	<10.4	<10.4	<10.4
Se (ppb)	<2.6	<2.6	<2.6

Από τα παραπάνω αποτελέσματα συμπεραίνεται η παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων Cr(VI) στο υπόγειο νερό των νέων γεωτρήσεων (INO-N6 και INO-N7) που βρίσκονται πλησίον και ανάντη των σκαμμάτων, οι οποίες μάλιστα αυξάνονται σημαντικά με το βάθος. Με δεδομένο ότι σύμφωνα με την ελληνική και διεθνή εμπειρία οι συγκεντρώσεις του γηγενούς χρωμίου δεν ξεπερνούν τα 100 μg/l – 150 μg/l οι υψηλές αυτές τιμές που μετρήθηκαν υποδηλώνουν ανθρωπογενή ρύπανση. Πιθανές πηγές ανθρωπογενούς ρύπανσης που προκαλούν αυτή την υποβάθμιση της ποιότητας του υπόγειου νερού είναι είτε θαμμένα στερεά απόβλητα με υψηλή περιεκτικότητα σε εξασθενές χρώμιο ή/και υγρές διαρροές που φτάνουν στο υπόγειο νερό.

ΑΥΛΩΝΑΣ

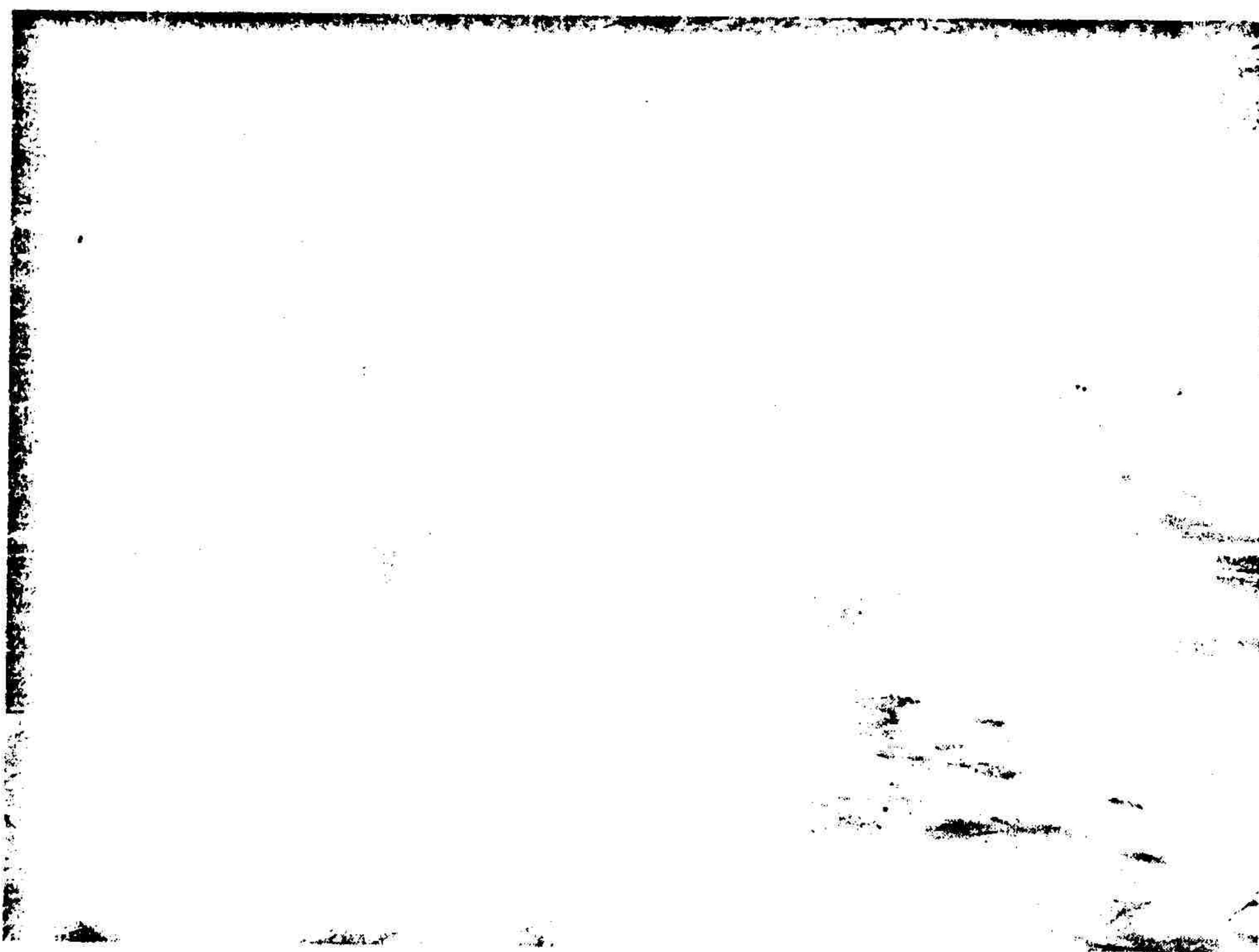
Το τελευταίο στάδιο της δειγματοληψίας που παρουσιάζεται στην παρούσα Τεχνική Έκθεση είναι η δειγματοληψία υπόγειου νερού στην περιοχή του Αυλώνα. Για το σκοπό αυτό τον Απρίλιο του 2013 πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία υπόγειου νερού σε δύο (2) υδρευτικές γεωτρήσεις, δύο (2) αρδευτικές γεωτρήσεις και σε μία (1) πηγή στην ευρύτερη περιοχή του Αυλώνα. Άποψη των σημείων δειγματοληψίας υπόγειου νερού στον Αυλώνα παρουσιάζεται στα Σχήματα 15-18, ενώ τα αποτελέσματα των φυσικοχημικών αναλύσεων παρουσιάζονται στους Πίνακες 14 & 15 που ακολουθούν.



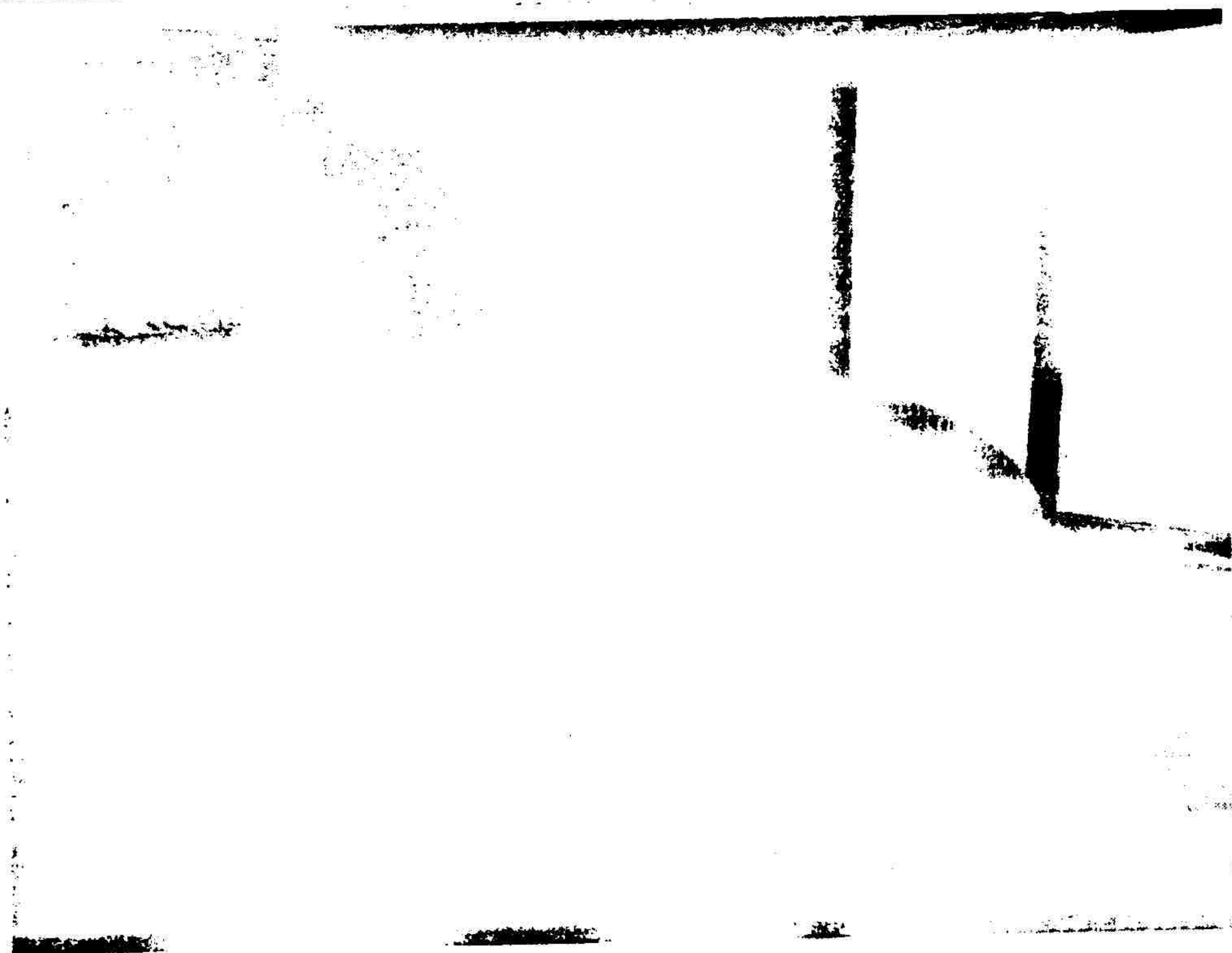
Σχήμα 15 Άποψη των σημείων δειγματοληψίας υπόγειου νερού στην περιοχή του Αυλώνα.



Σχήμα 16 Άποψη της γεώτρησης AVL-2 στην περιοχή του Αυλώνα.



Σχήμα 17 Άποψη της πηγής AVL-3 στην περιοχή του Αυλώνα.



Σχήμα 18 Άποψη της γεώτρησης AVL-4 στην περιοχή του Αυλώνα.

Πίνακας 14 Αποτελέσματα φυσικοχημικής ανάλυσης νερού από δύο (2) υφιστάμενες αρδευτικές γεωτρήσεις (AVL-1, AVL-2) και μία (1) πηγή (AVL-3) στην περιοχή του Αυλώνα.

Παράμετρος	AVL-1	AVL-2	AVL-3
Ημερομηνία δειγματοληψίας	22/4/13	22/4/13	22/4/13
X(ΕΓΣΑ87)	476538	473636	472410
Y(ΕΓΣΑ87)	4236392	4236357	4232777
pH	6.68	6.98	7.40
DO (mg/l)	7.1	7.83	9.41
Θερμοκρασία (°C)	17.5	16.5	15.5
ORP (mV)	275	290	265
Ηλ. αγωγιμότητα (μS/cm)	1505	1066	766
Αλκαλικότητα (mg CaCO ₃ /l)	100	190	100
Cl ⁻ (mg/l)	106.4	63.8	7.1
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	122.03	231.86	122.03
Na ⁺ (mg/l)	52.0	53.0	9.7
K ⁺ (mg/l)	1.3	2.7	0.5
Ca ²⁺ (mg/l)	201.2	156.0	99.2
Mg ²⁺ (mg/l)	88.0	40.0	56.0
Al ³⁺ (mg/l)	<1.3	<1.3	<1.3
Zn ²⁺ (ppb)	<61.9	<61.9	<61.9
Mn ²⁺ (ppb)	<9.8	<9.8	<9.8
Fe (mg/L)	<0.2	<0.2	<0.2
Si (mg/l)	15.1	10.3	23.0
As (ppb)	<6.1	<6.1	<6.1
Cd (ppb)	<0.2	<0.2	<0.2
Co (ppb)	<0.4	<0.4	<0.4
Cr (ppb)	10.1	<6.4	34.1
Cu (ppb)	<6.0	<6.0	22.9
Ni (ppb)	<9.3	<9.3	<9.3
Pb (ppb)	14.5	16.34	6.14
Se (ppb)	<10.4	<10.4	<10.4
Se (ppb)	<2.6	<2.6	<2.6



Πίνακας 15 Αποτελέσματα χημικής ανάλυσης νερού από δύο (2) υφιστάμενες υδρευτικές γεωτρήσεις (AVL-4, AVL-5) στην περιοχή του Αυλώνα.

Παράμετρος	AVL-4	AVL-5
Ημερομηνία δειγματοληψίας	22/4/13	22/4/13
X(HDRS87)	473755	476180
Y(HDRS87)	4232667	4232597
pH	7.09	7.12
DO (mg/l)	9.6	8.48
Θερμοκρασία (°C)	17.1	17.5
ORP (mV)	266	268
Ηλ. Αγωγιμότητα (μS/cm)	540	459
Αλκαλικότητα (mg CaCO ₃ /l)	80	50
Cl ⁻ (mg/l)	7.1	7.1
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	97.63	61.02
Na ⁺ (mg/l)	6.9	4.7
K ⁺ (mg/l)	0.5	<0.5
Ca ²⁺ (mg/l)	106.7	89.5
Mg ²⁺ (mg/l)	19.0	8.6
Al ³⁺ (mg/l)	<1.3	<1.3
Zn ²⁺ (ppb)	<61.9	<61.9
Mn ²⁺ (ppb)	<9.8	<9.8
Fe (mg/L)	<0.2	<0.2
Si (mg/l)	6.4	3.4
As (ppb)	<6.1	<6.1
Cd (ppb)	<0.2	<0.2
Co (ppb)	<0.4	<0.4
Cr (ppb)	<6.4	<6.4
Cu (ppb)	<9.3	<9.3
Ni (ppb)	<3.8	<3.8
Pb (ppb)	<10.4	<10.4
Se (ppb)	<2.6	<2.6

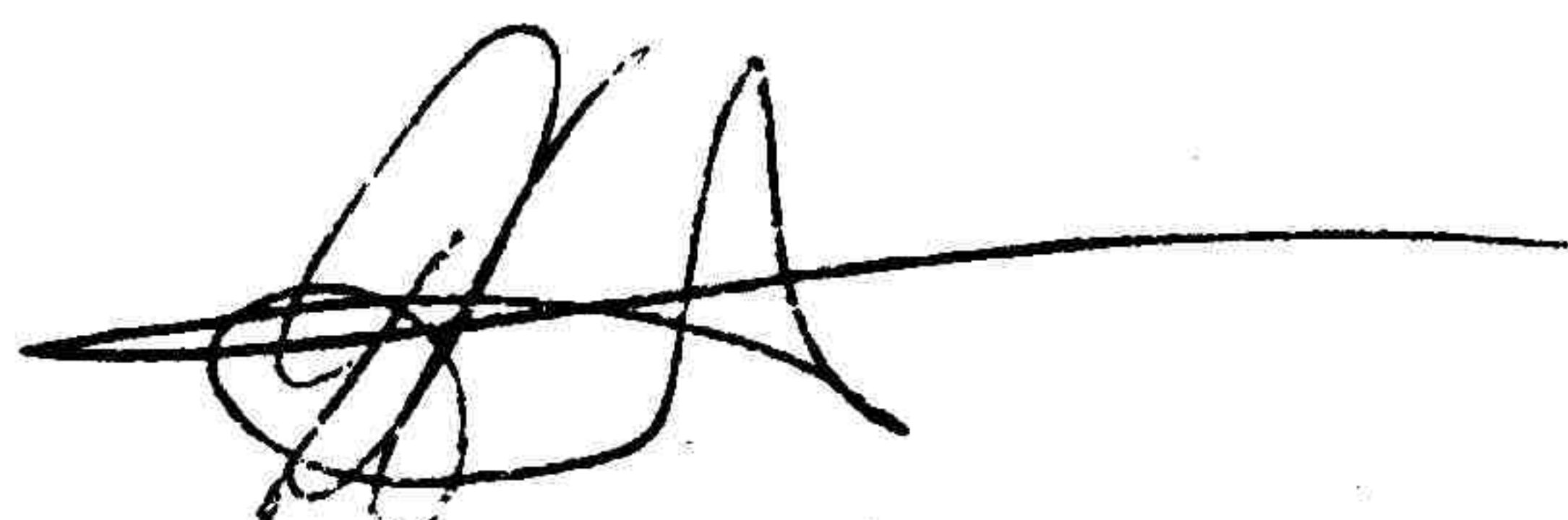
Από τα παραπάνω είναι προφανής η απουσία Cr(VI) από το υπόγειο νερό της ευρύτερης περιοχής του Αυλώνα με εξαίρεση την πηγή (AVL-3) όπου μετρήθηκε συγκέντρωση Cr(VI) περίπου ίση με 23 μg/L. Ωστόσο, στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι η απουσία δεδομένων για την προέλευση του υπόγειου νερού στις γεωτρήσεις που εξετάστηκαν δεν μας επιτρέπει να εξαγάγουμε ασφαλές συμπέρασμα για την παρουσία Cr(VI) στο υπόγειο νερό σε άλλα, κυρίως μικρότερα, βάθη. Η πληροφορία αυτή μπορεί να αποκτηθεί μόνο με την διάνοιξη νέων γεωτρήσεων γνωστής γεωλογικής τομής και την πραγματοποίηση δειγματοληψίας με τη μέθοδο discrete sampling (βλέπε Οινόφυτα).

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αντικείμενο της παρούσας Τεχνικής Έκθεσης είναι η παρουσίαση των αποτελεσμάτων χημικών αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος LIFE-CHARM στη λεκάνη απορροής του Ασωπού. Από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων αυτών προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- Ο αποχετευτικός αγωγός που εκβάλλει στον Ασωπό στη θέση «Μαΐλη» παροχετεύει όντως νερό με πολύ υψηλές συγκεντρώσεις Cr(VI) που φτάνουν τα 3500 $\mu\text{g/L}$. Η συγκέντρωση αυτή φαίνεται ότι διατηρείται σε σχετικά σταθερά επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.
- Το υπόγειο νερό στην περιοχή των Οινόφυτων παρουσιάζει ανομοιογενείς συγκεντρώσεις Cr(VI) που διαφέρουν μεταξύ τους έως και 20 φορές, ακόμα και όταν οι γεωτρήσεις απέχουν μεταξύ τους μερικές εκατοντάδες μέτρα.
- Η παρουσία των σκαμμάτων με πολύ υψηλές συγκεντρώσεις Cr(VI) εντός των εγκαταστάσεων της PEPSI στα Οινόφυτα οδηγεί με βεβαιότητα στο συμπέρασμα της **ύπαρξης ανθρωπογενούς ρύπανσης** στην περιοχή που βρίσκονται οι εγκαταστάσεις των ΕΛΒΑΛ, ΑΡΜΟΣ και PEPSI. Η παρουσία παρόμοιων συγκεντρώσεων Cr(VI) στις γεωτρήσεις παρακολούθησης (INO-N) ανάντη των σκαμμάτων και εντός των εγκαταστάσεων της ΑΡΜΟΣ ισχυροποιούν το παραπάνω συμπέρασμα.
- Το γεγονός ότι οι συγκεντρώσεις του Cr(VI) μειώνονται ραγδαία όσο απομακρυνόμαστε από τα σκάμματα οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η πηγή της ρύπανσης είναι πολύ κοντά στις γεωτρήσεις και στα σκάμματα. Πιθανές πηγές ανθρωπογενούς ρύπανσης που προκαλούν αυτή την υποβάθμιση της ποιότητας του υπόγειου νερού είναι είτε θαμμένα στερεά απόβλητα με υψηλή περιεκτικότητα σε εξασθενές χρώμιο ή/και υγρές διαρροές που, ακολουθώντας υπόγειες ροές, φτάνουν στο υπόγειο νερό.
- Η πηγή στην περιοχή του Αυλώνα παρουσιάζει συγκεντρώσεις Cr(VI) που φτάνουν τα 23 $\mu\text{g/L}$, ενώ αντιθέτως οι συγκεντρώσεις του Cr(VI) στις κατάντη γεωτρήσεις της περιοχής δεν φτάνουν σε ανιχνεύσιμα επίπεδα.

Εκ μέρους της ομάδας του Έργου LIFE - CHARM



Δημήτρης Δερματάς
Επίκουρος Καθηγητής, Ε.Μ.Π.

Συντονιστής Δράσης 4, του προγράμματος
LIFE - CHARM



Δανιήλ Μαράς

Αναπληρωτής Καθηγητής, Ε.Μ.Π.
Επιστημονικός Υπεύθυνος του
προγράμματος LIFE - CHARM