ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ & ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

# ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΕΥΒΟΙΑΣ

**ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**ABDEL- AZIZ I. KHAMIS**
ΓΕΩΛΟΓΟΣ

**ΑΘΗΝΑ 2014**

**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**
ΤΟΜΕΑΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

**ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

# ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΕΥΒΟΙΑΣ

HYDROGEOLOGICAL AND HYDROCHEMICAL RESEARCH
IN THE CENTRAL PORTION OF EUBOEA ISLAND

**ABDEL-AZIZ I. KHAMIS**
ΓΕΩΛΟΓΟΣ

**ΑΘΗΝΑ 2014**

**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**
ΤΟΜΕΑΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

**ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

# ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΕΥΒΟΙΑΣ

HYDROGEOLOGICAL AND HYDROCHEMICAL RESEARCH
IN THE CENTRAL PORTION OF EUBOEA ISLAND

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

[1]Ομ. Καθηγητής Δρ. Η. Μαριολάκος (Επιβλέπων)
[1]Ομ. Καθηγητής Δρ. Σ. Λέκκας
[1]Ομ.Καθηγητής Δρ. Γ. Στουρνάρας
} Συμβουλευτική επιτροπή

[2]Καθηγητής Δρ. Γ. Σταματής
[3]Καθηγητής Δρ. Ν. Λαμπράκης
[1]Επίκ. Καθηγητής Δρ. Ζ. Καροτσιέρης
[1]Επίκ. Καθηγήτρια Δρ. Α. Αργυράκη

[1]Πανεπιστήμιο Αθηνών, [2]Γεωπονικό Πανεπιστήμιο, [3]Πανεπιστήμιο Πατρών

ABDEL-AZIZ I. KHAMIS
ΓΕΩΛΟΓΟΣ

**ΑΘΗΝΑ 2014**

**NATIONAL AND KAPODISTRIAN UNIVERSITY OF ATHENS**
FACULTY OF GEOLOGY AND GEOENVIROMENT
DYNAMIC TECTONIC AND APPLIED GEOLOGY DEPARTMENT

**DOCTORATE THESIS**

# HYDROGEOLOGICAL AND HYDROCHEMICAL RESEARCH IN THE CENTRAL PORTION OF EUBOEA ISLAND

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΕΥΒΟΙΑΣ

## EXAMINING COMMITTEE

[1]Emerit. Professor Dr. E. Mariolakos (Supervisor)
[1]Emerit. Professor Dr. S. Lekkas
[1]Emerit. Professor Dr. G. Stournaras
} Advisory Committee

[2]Professor Dr. G . Stamatis
[3]Professor Dr. N. Lambrakis
[1]Assist. Professor Dr. Z. Karotseris
[1]Assist. Professor Dr. A. Argyraki

[1]University of Athens, [2]Agricultrual University of Athens, [3]University of Patras

**ABDEL-AZIZ I. KHAMIS**
Geologist
Oil Field Adminstrator

**ATHENS 2014**

**National and Kapodistrian University of Athens**
**Faculty of Geology and Geoenvironment**
Department of Dynamic Tectonic & Applied Geology

Doctorate Thesis

# HYDROGEOLOGICAL AND HYDROCHEMICAL RESEARCH IN THE CENTRAL PORTION OF EUBOEA ISLAND - GREECE

**Kastella - Euboea**

**Athens 2014**

**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**
ΤΟΜΕΑΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

**ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

ABDEL-AZIZ I. KHAMIS

# ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΕΥΒΟΙΑΣ

HYDROGEOLOGICAL AND HYDROCHEMICAL RESEARCH
IN THE CENTRAL PORTION OF EUBOEA ISLAND

'Η έγκριση της παρούσας διατριβής από την Εξεταστική Επιτροπή και το Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος της Σχολής Θετικών Επιστημών του Εθνικού και Καποδιστριακού πανεπιστημίου Αθηνών, δεν προϋποθέτει την αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα' (Νόμος 5343 / 1932, Άρθρο 202)

**ΑΘΗΝΑ 2014 / 11**

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ
# Contents

***ΜΕΡΟΣ Ι***

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ** **2**
Αφιέρωση / Dedication 2
Πρόλογος 3
Περίληψη 6
Abstract 9

***ΜΕΡΟΣ ΙΙ***

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ** **17**
2.1 Νήσος Εύβοια 17
2.2 Υδρογεωλογική λεκάνη 17
2.3 Γεωγραφική θέση της περιοχής έρευνας 18
2.4 Περιβάλλον – Υγροβιότοποι 19
2.5 Κλίμα 19
2.6 Γεωργία 20
2.7 Κτηνοτροφία και πτηνοτροφία 21
2.8 Λιπάσματα 21

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ** **22**
3.1 Αλπικές και Ελληνίδες οροσειρές 22
3.2 Προαλπικά, αλπικά, μεταλπικά 22
3.3 Γεωλογία της Εύβοιας 24
3.3.1 Γεωλογική δομή της νήσου Εύβοιας 24
3.3.1.1 Οι αυτόχθονες ενότητες 24
3.3.1.2 Σχηματισμοί του νεοελληνικού τεκτονικού καλύμματος - κυανοσχιστόλιθοι 25
3.3.1.3 Πελαγονική 27
3.3.1.4 Διάρθρωση της πελαγονικής ζώνης 29
3.3.2 Στρωματογραφία 33
3.3.2.1 Αλπικά ιζήματα 33
3.3.2.2 Μεταλπικά ιζήματα 36
3.3.2.2.1 Νεογενή ιζήματα 36
3.3.2.2.2 Διλλουβιακές και αλλουβιακές αποθέσεις 37
3.4 Κοιτασματολογία 38
3.4.1 Σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα – εμφανίσεις 38
3.4.2 Κοιτάσματα λευκόλιθου 41
3.4.3 Εμφανίσεις μαγγανίου 42
3.4.4 Εμφανίσεις χρωμίτου 43

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ** **44**
4.1 Γενικά 44
4.2 Βασικά στοιχεία 45
4.3 Υδρογραφικό δίκτυο – λεκάνη απορροής – μορφές υδρογραφικών δικτύων 45
4.4 Αρίθμηση υδρογραφικών δικτύων 47
4.5 Μορφολογία της λεκάνης απορροής 47
4.5.1 Λιθολογία – γεωλογικές τομές στην περιοχή της υδρογεωλογικής λεκάνης 48
4.6 Ορεογραφία 53
4.6.1 Υπολεκάνη απορροής Μεσαπίου χειμάρρου 56
4.6.1.1 Υδρογραφικό δίκτυο 56
4.6.2 Υπολεκάνη απορροής Πεθαμένου χειμάρρου 57
4.6.1.2 Υδρογραφικό δίκτυο 58
4.6.3 Υπολεκάνη απορροής χειμάρρου Μορτερή 58
4.6.1.2 Υδρογραφικό δίκτυο 59
4.7 Μεθοδολογία 61

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΤΩΝ ΥΔΡΟΦΟΡΩΝ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ** **62**
5.1 Σκληροί διαρρηγμένοι σχηματισμοί 62

5.1.1 Γενικά 62
5.1.2 Υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά 62
5.1.3 Σκληρό πέτρωμα 64
5.1.4 Ροή σε διαρρηγμένες βραχομάζες 66
5.2 Καρστική υδρογεωλογία 66
5.2.1 Μηχανισμός καρστικοποίησης 66
5.2.2 Εξωκάρστ 69
5.2.3 Εξωκαρστικές μορφές 69
5.2.4 Φυσικές εκφορτώσεις του καρστ – πηγές 71
5.2.5 Ταξινόμηση των πηγών 72
5.3 Υδροφόροι σε χαλαρά ιζήματα 74
5.3.1 Υδρογεωλογικοί χαρακτήρες 74
5.3.2 Αλλουβιακοί υδροφόροι 75
5.3.2.1 Αλλουβιακές πεδιάδες 75
5.3.2.2 Κατηγορίες υδροφόρων των αλλουβιακών αποθέσεων 76
5.3.4 Υδροφορία σε αλλουβιακές αποθέσεις κοιλάδων 77
5.3.4.1 Τεκτονικές κοιλάδες 77
5.3.4.2 Παράκτιες κοιλάδες - δέλτα ποταμών 78

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ 80**
6.1 Πιεζομετρία 80
6.1.1 Διακυμάνσεις της στάθμης του υπόγειου νερού 80
6.1.2 Οι διευθύνσεις και τα δίκτυα ροής 81
6.1.2.1 Οι γραμμές ροή και ισοδυναμικές γραμμές 81
6.1.2.2 Η ροή σε σχέση με τις ισοδυναμικές γραμμές 82
6.1.3 Ανισότροποι υδροφόροι 83
6.2 Διαπερατότητα των σχηματισμών 84
6.2.1 Γενικά 84
6.2.1.1 Οφιολιθικά 84
6.2.1.2 Ανθρακικά 85
6.2.1.3 Κοκκώδη – χαλαρά ιζήματα 85

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ & ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ 88**
7.1 Γενικά 88
7.2 Ποσότητα – φιάλη 88
7.3 Τρόπος συλλογής δειγμάτων 88
7.4 Αναλύσεις 89
7.4.1 Εργαστηριακές αναλύσεις 89
7.4.2 Έκφραση αποτελεσμάτων των χημικών αναλύσεων 90
7.4.3 Όργανα και τεχνική αναλύσεων 90
7.5 Αναφορά στα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων 90
7.5.1 Θερμοκρασία $^{o}$C 90
7.5.2 Σύνολο διαλυμένων Στερεών TDS 90
7.5.3 Ηλεκτρική αγωγιμότητα EC 91
7.5.4 Αλατότητα 91
7.5.5 Αλκαλικότητα 91
7.5.6 Οξύτητα 92
7.5.7 pH 92
7.5.8 Σκληρότητα 92
7.5.9 Κατιόντα 93
7.5.10 Ανιόντα 95
7.5.11 Ιχνοστοιχεία 96
7.6 Παράσταση των χημικών αναλύσεων 100
7.6.1 Συντελεστής προσρόφησης νατρίου SAR 100
7.6.2 Διείσδυση του νερού της θάλασσας 100
7.6.3 Ιοντικές σχέσεις (Mandel Shiftan) 101
7.6.4 Υδροχημικές φάσεις (Back, 1985) 101
7.6.5 Υδορχημικοί χάρτες 101
7.6.6 Ραβδοδιαγράμματα 102
7.6.7 Πολυγωνικά διαγράμματα 102
7.6.8 Υδροχημικές τομές 102

7.6.9 Επικιδυνότητα νατρίου 102
7.7 Κριτήρια ποιότητας νερού 102
7.7.1 Ποσιμότης του υπόγειου νερού 102
7.7.2 Σταθερότυπα πόσιμου νερού από τα ζώα 104
7.7.3 Σταθερότυπα βιομηχανικού νερού 104
7.7.4 Σταθερότυπα αρδευτικού νερού 105

***ΜΕΡΟΣ ΙΙΙ***

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΦΡΕΑΤΩΝ 107**
8.1 Απογραφή των υδροσημείων 107
8.2 Πιεζομετρία 113
8.3 Δειγματοληψία 114
8.4 Υδροφορία – υδροφόροι 115

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ & ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ ΤΗΣ ΥΠΟΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΡΤΑΚΗΣ 118**
9.1 Γεωλογία 118
9.2 Πιεζομετρία οφιολιθικού υδροφόρου ΟΦ1 και ΟΦ1Β 120
9.2.1 Υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά 120
9.2.2 Ερμηνεία δεδομένων 125
9.2.3 Παρατηρήσεις 125
9.2.3.1 Πηγή Δυο Βουνά 126
9.2.4 Ρυθμιστικά αποθέματα 126
9.3 Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού υδροφόρου ΟΦ1, ΟΦ1Β 127
9.3.1 Συμπεράσματα αποτελεσμάτων των χημικών αναλύσεων νερού 127
9.3.2 Μεταλλικότητα 128
9.3.3 Γραφική παρουσίαση των αποτελεσμάτων 128
9.3.4 Υδρογεωλογικές – Υδροχημικές ζώνες / τομές στη περιοχή της λεκάνης Νέας Αρτάκης 130
9.3.4.1 Υδρογεωλογική ζώνη -1 130
9.3.4.1.1 Αξιολόγηση της ζώνης: Υδροφόρος ΟΦ1 (1998 - 1999) 130
9.3.4.2 Υδρογεωλογική ζώνη -2 131
9.3.4.2.1 Αξιολόγηση της ζώνης: Υδροφόρος ΟΦ1Β 131
9.3.5 Χωρική κατανομή του συνόλου διαλυμένων αλάτων (TDS) περιοχής Αρτάκης 137
9.3.6 Χωρική κατανομή του νατρίου (Na) περιοχής Αρτάκης 137
9.3.7 Χωρική κατανομή του χλωρίου (Cl) περιοχής Αρτάκης 137
9.3.8 Χωρική κατανομή του διορθωμένου συντελεστή ($SAR_{\delta}$) και αλγεβρικό άθροισμα όρων στη αγκύλη περιοχή Αρτάκης 137
9.3.9 Χωρική κατανομή του συντελεστή Revelle (R) στη περιοχή Αρτάκη 148
9.3.10 Ιοντικές σχέσεις (Mandel Shiftan) του υπόγειου νερού περιοχής Αρτάκης 140
9.3.10.1 Αναγνώριση προέλευσης του νερού υδροφόρου 140
9.3.10.1.1 (Ca + Mg) / (K + Na) 140
9.3.10.1.2 Na / K 140
9.3.10.1.3 ($HCO_3$ / Cl) 142
9.3.10.1.4 ($SO_4$ / Cl) 142
9.3.11 Υδροχημικές φάσεις του νερού στη περιοχή Αρτάκης 142
9.3.12 Χωρική κατανομή της θειϊκής ρίζα2 ($SO_4$) στη περιοχή Αρτάκης 142
9.3.13 Χωρική κατανομή της ανθρακικής ρίζας ($HCO_3$) στη περιοχή Αρτάκης 142
9.3.14 Σκληρότητα του υπόγειου νερού περιοχής Αρτάκης 145
9.3.15 Ρυπάνσεις Cl, $NO_3$ και $PO_4$ (γεωγενής & ανθρωπογενής) υπόγειου νερού περιοχής Αρτάκης 145
9.4 Ταξινόμηση του νερού περιοχής Αρτάκης για άρδευση 146
9.4.1 Ταξινόμηση κατά Richards 146
9.4.1.1 Ταξινόμηση βάσει κριτηρίων αλατότητας (τροποποιημένο διάγραμμα) 146
9.4.1.2 Ταξινόμηση βάσει SAR 147
9.4.2 Ταξινόμηση κατά Ayers, 1975 βάσει αλατότητας TDS 147
9.4.3 Επικινδυνότητα μαγνησίου (MH) υπόγειου νερού περιοχής Αρτάκης 148
9.5 Ποσιμότητα του νερού περιοχής Αρτάκης 149
9.5.1 Ποσιμότητα νερού γεωτρήσεων της Ενότητας Ν. Αρτάκης 149
9.5.1.1 Ποσιμότητα κατά Schoeller / Waterlot 149

9.5.1.2 Ποσιμότητα κατά EU WHO – Εμφιαλωμένο νερό 150
9.5.1.3 Αποκλίσεις παραμετρικών τιμών από τις αντίστοιχες του εμφιαλωμένου 151
9.5.2 Επίδραση της θάλασσας στο νερό των γεωτρήσεων ύδρευσης 151
9.6 Περιβάλλον και διαλυτότητα σχηματισμών των υδροφόρων περιοχής Αρτάκης 152
9.6.1 Νερό βροχής και διαλυτότητα σχηματισμών των υδροφόρων περιοχής Αρτάκης 152
9.6.2 Διάλυση συντροφικών στοιχείων ($NO_3$, $NO_2$, $NH_4$, $PO_4$) στο νερό υδροφόρων 153
9.6.3 Υδορχημική διαφορά στο νερό των δυο γειτονικών φρεάτων ! 153

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ Ν. ΑΡΤΑΚΗΣ 155**
ΙΠίν.1: Απογραφή των 137 υδροσημείων στη περιοχή της υπολεκάνης Νέας Αρτάκης 158
ΙΠίν.2: Περιγραφή των φρεάτων έρευνας στην περιοχή της Νέας Αρτάκης (Λιθολογία φρεάτων) 160
ΙΠίν.3:Καταγραφή του υψόμετρου, Βυθού (φρέαρ πυθμένας) και στάθμης νερού στα πηγάδια και γεωτρήσεις στον υδροφόρο ΟΦ1, ΟΦ1Β της περιοχής Ν. Αρτάκης 160
ΙΠίν.4¨Αποτελέσματα επί τόπου φυσικοχημικών αναλύσεων δειγμάτων περιοχής Ν. Αρτάκης που πάρθηκαν τη διάρκεια της πρώτης υδροχημικής εξέτασης (10 -21 / 10 / 1998) 163
ΙΠίν.5: Αποτελέσματα επί τόπου φυσικοχημικών αναλύσεων δειγμάτων περιοχής Ν. Αρτάκης που πάρθηκαν τη διάρκεια της δεύτερης υδροχημικής εξέτασης (7/3 /1999 – 5/5/1999) 163
ΙΠίν.6: Αποτελέσματα επί τόπου φυσικοχημικών αναλύσεων δειγμάτων περιοχής Ν. Αρτάκης που πάρθηκαν τη διάρκεια της τρίτης υδροχημικής εξέτασης (22/1/2008 – 3/3/2009) 164
ΙΠίν.7: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων υπόγειου νερού της περιοχής Ν. Αρτάκης που πάρθηκαν κατά τη διάρκεια της πρώτης υδροχημικής εξέτασης (10-21/10/1998). 165
ΙΠίν.8: Φυσικοχημικές αναλύσεις νερού βροχής από την περιοχή της Νέας Αρτάκης (30/1/2009) 165
ΙΠίν.9: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού της περιοχής Ν. Αρτάκης, που πάρθηκαν κατά τη διάρκεια της δεύτερης υδροχημικής εξέτασης (7/3/1999 – 5/5/1999). 166
ΙΠίν.10 Α, Β: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού της περιοχής Ν. Αρτάκης, που πάρθηκαν κατά τη διάρκεια της τρίτης υδροχημικής εξέτασης (22/1/2008 – 3/5/2009). 169
ΙΠίν11: Αποτελέσματα ανάλυσης (AAS) ιχνοστοιχείων από δείγματα νερού που πάρθηκαν κατά της δεύτερης υδροχημικής εξέτασης (7/3/1999 – 5/5/1999). 170
ΙΠίν.12: Περιοχή Αρτάκης. Αποτελέσματα ανάλυσης (AAS) ιχνοστοιχείων από δείγματα νερού που πάρθηκαν κατά της τρίτης υδροχημικής εξέτασης (22/1/2009 – 5/3/2009). 170
ΙΠίν.13: Αποτελέσματα ανάλυσης (AAS) ιχνοστοιχείων από δείγματα νερού που πάρθηκαν κατά της ειδικής υδροχημικής εξέτασης (ΣΕΠ/2009). 170
ΙΠίν.14: Υδροχημικές φάσεις του νερού. Από αποτελέσματα πρώτης και δεύτερης υδροχημικής φάσης δειγματοληψίας και χημική ανάλυση (1998 – 1999) 171

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10: ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ & ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ ΤΗΣ ΥΠΟΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΣΤΕΛΛΑΣ/ΨΑΧΝΩΝ 173**
10.1 Γεωλογία 173
10.2 Πιεζομετρία της περιοχής Καστέλλας – Ψαχνών 175
10.2.1 Υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά των υδροφόρων 175
10.2.1.1 Οφιολιθικός υδροφόρος ΟΦ2 175
10.2.1.2 Καρστικός υδροφόρος ΑΣ2 175
10.2.1.2.1 Καταβόθρα Αγ. Παρασκευής & ΚΑ108 και Γεώτρηση ΚΑ108Γ 176
10.2.1.2.2 Καταβόθρα Πρφ. Ηλίας ΚΑ117 & Γεώτρηση ΚΑ117Γ 176
10.2.1.3 Υδροφόρος των χαλαρών ιζημάτων ΧΑΛ1 177
10.2.1.4 Υδροφόρος των χαλαρών ιζημάτων ΧΑΛ1Β 177
10.2.2 Ερμηνεία δεδομένων 182
10.2.3 Παρατηρήσεις 183
10.2.4 Ρυθμιστικά αποθέματα 183
10.3 Ποιότητα νερού των υδροφόρων της περιοχής Καστέλλας/Ψαχνών 184
10.3.1 Αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού υδροφόρου ΟΦ2 184
10.2.1.1 Μεταλλικότητα 184
10.3.2 Αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού υδροφόρου ΑΣ2 185
10.2.1.2 Μεταλλικότητα 185
10.3.3 Αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού υδροφόρου ΧΑΛ1, ΧΑΛ1Β 186
10.3.3.1 Μεταλλικότητα (ΧΑΛ1) 186
10.3.3.2 Μεταλλικότητα (ΧΑΛ1Β) 187
10.3.4 Γραφική παρουσίαση των αποτελεσμάτων περιοχής Καστέλλας / Ψαχνών 187
10.3.5 Υδρογεωλογικές / υδροχημικές ζώνες στη περιοχή της λεκάνης Καστέλλας / Ψαχνών 192
10.3.5.1 Τομή -3 192
10.3.5.1.1 Αξιολόγηση της ζώνης -3 (υδροφόροι ΧΑΛ1 και ΑΣ2) 192
10.3.5.2 Τομή -4 193

10.3.5.2.1 Αξιολόγηση της ζώνης -4 (υδροφόροι ΧΑΛ1 και ΟΦ2) 193
10.3.5.3 Τομή -5 195
10.3.5.3.1 Αξιολόγηση της ζώνης -5 (υδροφόροι ΧΑΛ1 και ΟΦ2Β) 195
10.3.6 Χωρική κατανομή του συνόλου διαλυμένων στερεών (TDS) περιοχή Καστέλλας / Ψαχνών 202
10.3.7 Χωρική κατανομή του νατρίου (Na) περιοχής Καστέλλας / Ψαχνών 202
10.3.8 Χωρική κατανομή του χλωρίου (Cl) περιοχής Καστέλλας / Ψαχνών 202
10.3.9 Χωρική κατανομή της θειϊκής ρίζας ($SO_4$) περιοχής Καστέλλας / Ψαχνών 202
10.3.10 Χωρική κατανομή της ανθρακικής ρίζας ($HCO_3$) περιοχής Καστέλλας / Ψαχνών 202
10.3.11 Χωρική κατανομή του συντελεστή Revelle (R) περιοχής Καστέλλας / Ψαχνών 202
10.3.12 Χωρική κατανομή του διορθωμένου συντελεστή προσρόφησης νατρίου ($SAR_δ$) και αλγβεριικό άθροισμα των όρων στη αγκύλη – περιοχής Καστέλλας / Ψαχνών 206
10.3.13 Ιοντικές σχέσεις (Mandel / Shiftan) υπόγειου νερού περιοχής Καστέλλας / Ψαχνών 209
10.3.13.1 Αναγνώριση προέλευση νερού υδροφόρου ΟΦ2 211
10.3.13.1.1 (Ca + Mg) / (K + Na) 201
10.3.13.1.2 (Na / K) 201
10.3.13.1.3 ($HCO_3$ / Cl) 211
10.3.13.1.4 ($SO_4$ / Cl) 211
10.3.13.2 Αναγνώριση προέλευση νερού υδροφόρου ΑΣ2 211
10.3.13.2.1 (Ca + Mg) / (K + Na) 211
10.3.13.2.2 ($HCO_3$ / Cl) 211
10.3.13.2.3 ($SO_4$ / Cl) 211
10.3.13.1 Αναγνώριση προέλευση νερού υδροφόρου ΧΑΛ1 211
10.3.13.3.1 (Ca + Mg) / (K + Na) 211
10.3.13.3.2 (Na / K) 211
10.3.13.3.3 ($HCO_3$ / Cl) 212
10.3.13.3.4 ($SO_4$ / Cl) 212
10.3.14 Σκληρότητα του νερού περιοχής Καστέλλας / Ψαχνών 212
10.3.14.1 Σκληρότητα νερού υδροφόρου ΟΦ2 212
10.3.14.2 Σκληρότητα νερού υδροφόρου ΑΣ2 212
10.3.14.3 Σκληρότητα νερού υδροφόρου ΧΑΛ1 213
10.3.14.4 Σκληρότητα νερού υδροφόρου ΧΑΛ1Β 213
10.3.15 Δείκτες ρυπάνσεως Na, Cl, NO3, PO4 (γεωγενής & ανθρωπογενής) στο νερό περιοχής Καστέλλας / Ψαχνών 213
10.4 Ταξινόμηση του νερού περιοχής Καστέλλας / Ψαχνών για άρδευση 215
10.4.1 Ταξινόμηση κατά Richards 215
10.4.1.1 Υδροφόρος ΟΦ2 218
10.4.1.2 Υδροφόρος ΑΣ2 218
10.4.1.3 Υδροφόρος των χαλαρών ιζημάτων ΧΑΛ1 219
10.4.1.4 Υδροφόρος των χαλαρών ιζημάτων ΧΑΛ1Β 219
10.4.2 Κατάταξη κατά Ayers. 1975 219
10.4.3 Επικινδυνότης μαγνησίου (Mg) του νερού των υδροφόρων 219
10.5 Ποσιμότητα του νερού φρεάτων περιοχής Καστέλλας / Ψαχνών 221
10.5.1 Ποσιμότητα του νερού κατά H. Schoeller / C. Waterlot 224
10.5.2 Ποσιμότητα κατά WHO / EU 224
10.5.3 Φυσικό εμφιαλωμένο νερό 224
10.5.4 Αποκλίσεις παραμετρικών τιμών από τις αντίστοιχες του εμφιαλωμένου νερού 224
10.5.5 Διείσδυση της θάλασσας στο νερό των φρεάτων ύδρευσης 225
10.6 Περιβάλλον και διαλυτότητα στο υπόγειο νερό περιοχής Καστέλλας / Ψαχνών 225
10.6.1 Νερό βροχής και διαλυτότητα των σχηματισμών των χαλαρών ιζημάτων ΧΑΛ1, ΧΑΛ1Β 225
10.6.2 Νερό βροχής και διαλυτότητα των σχηματισμών του καρστικού υδροφόρου ΑΣ2 227
10.6.3 Νερό βροχής και διαλυτότητα των σχηματισμών του οφιολιθικού υδροφόρου ΟΦ2 227

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ: ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΣΤΕΛΛΑΣ/ΨΑΧΝΩΝ 229**

ΙΙΠίν.1: Απογραφή των 286 φρεάτων στη περιοχή Καστέλλας (νότιο τμήμα). 227 πηγάδια, 19 γεωτρήσεις και 40 πηγάδι εκβαθυμένο σε γεώτρηση 229
ΙΙΠίν.2: Απογραφή των 97 φρεάτων στη περιοχή Ψαχνών (βόρειο τμήμα). 91 πηγάδια, 3 γεωτρήσεις και 3 πηγάδια εκβαθυμένα σε γεώτρηση 233
ΙΙΠίν.3: Περιγραφή των φρεάτων έρευνας στη περιοχή της Καστέλλας (Λιθολογία φρεάτων) 235
ΙΙΠίν.4:¨Περιγραφή των φρεάτων έρευνας στη περιοχή των Ψαχνών ()λιθολογία φρεάτων 237
ΙΙΠίν.5: Καταγραφή στάθμης νερού στα φρέατα υδροφόρων ΟΦ2 και ΧΑΛ1 στη περιοχή Καστέλλας / Ψαχνών 241
ΙΙΠίν.6: Αποτελέσματα επί τόπου φυσικοχημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού περιοχής Καστέλλας / Ψαχνών που πάρθηκαν κατά την διάρκεια της πρώτης δειγματοληψίας (10 – 21/10/1998) 246
ΙΙΠίν.7: Αποτελέσματα επί τόπου φυσικοχημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού περιοχής Καστέλλας / Ψαχνών που πάρθηκαν κατά την διάρκεια της δεύτερης δειγματοληψίας (7/3 – 5/5/1999) 246
ΙΙΠίν.8: Αποτελέσματα επί τόπου φυσικοχημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού περιοχής Καστέλλας / Ψαχνών που πάρθηκαν κατά την διάρκεια της τρίτης δειγματοληψίας (22/1 – 5/3/2009) 248
ΙΙΠίν.9: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων υπόγειου νερού της περιοχής Καστέλλας / Ψαχνών που πάρθηκαν κατά την διάρκεια της πρώτης δειγματοληψίας (10 - 21/10/1998). 250
ΙΙΠίν.10: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων υπόγειου νερού της περιοχής Καστέλλας / Ψαχνών που πάρθηκαν κατά την διάρκεια της δεύτερης δειγματοληψίας (7/3 - 5/5/1999). 250
ΙΙΠ.ιν.11: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων υπόγειου νερού της περιοχής Καστέλλας / Ψαχνών που πάρθηκαν κατά την διάρκεια της τρίτης δειγματοληψίας (22/1 - 5/3//2009). 256
ΙΙΠίν.12: Φυσικοχημικές παράμετροι του νερού βροχής από την περιοχή Καστέλλα (3/12/2008) 258
ΙΙΠίν13: Φυσικοχημικές παράμετροι του νερού βροχής από την περιοχή Ψαχνών (6/12/2008) 258
ΙΙΠίν.14: Αποτελέσματα ανάλυσης (AAS) ιχνοστοιχείων από δείγματα νερού που πάρθηκαν κατά της δεύτερης δειγματοληψίας (7/3/1999 – 5/5/1999). 258
ΙΙΠίν.15: Αποτελέσματα ανάλυσης ( AAS) ιχνοστοιχείων από δείγματα νερού που πάρθηκαν κατά της τρίτης δειγματοληψίας (22/1 – 5/3/2009). 259
ΙΙΠίν.15: Αποτελέσματα ανάλυσης (AAS) ιχνοστοιχείων από δείγματα νερού που πάρθηκαν κατά της ειδικής δειγματοληψίας (ΣΕΠ/2009). 259
Υδροχημικές φάσεις του νερού. Από αποτελέσματα πρώτης και δεύτερης φάσεις δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999) 260

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11: ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ & ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ ΤΗΣ ΥΠΟΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ 264**
11.1 Γεωλογία 264
11.2 Πιεζομετρία της περιοχής Πολιτικών 266
11.2.1 Υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά των υδροφόρων ΧΑΛ2, ΟΦ5 266
11.2.2 Ερμηνεία δεδομένων 267
11.2.3 Παρατηρήσεις 267
11.2.3 Ρυθμιστικά αποθέματα 267
11.3 Ποιοτικά χαρακτηριστικά νερού περιοχής Πολιτικών 272
11.3.1 Αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού υδροφόρου ΧΑΛ2 272
11.3.1.1 Μεταλλικότητα 272
11.3.2 Αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού υδροφόρου ΟΦ5 273
11.3.2.1 Μεταλλικότητα 273
11.3.3 Γραφική παρουσίαση των αποτελεσμάτων 274
11.3.4 Υδρογεωλογική – Υδροχημική ζώνη /τομή στη περιοχή της λεκάνης των Πολιτικών 276
11.3.4.1 Τομή -6 276
11.3.4.2 Αξιολόγηση της ζώνης -6: Υδροφόροι ΧΑΛ2, ΟΦ5 (10/1998 – 5/1999) 276
11.3.5 Χωρική κατανομή του συνόλου διαλυμένων στερεών (TDS) περιοχής των Πολιτικών 283
11.3.6 Χωρική κατανομή του νατρίου (Na) περιοχής Πολιτικών 283
11.3.7 Χωρική κατανομή του χλωρίου (Cl) περιοχής Πολιτικών 283
11.3.8 Χωρική κατανομή της ανθρακικής ρίζας ($HCO_3$) περιοχής Πολιτικών 283
11.3.9 Χωρική κατανομή της θειϊκής ρίζας (SO4) περιοχής Πολιτικών 283
11.3.10 Χωρική κατανομή του Συντελεστή Revelle (R) περιοχής Πολιτικών 283
11.3.11 Χωρική κατανομή του διορθωμένου συντελεστή προσρόφησης νατρίου ($SAR_δ$) και αλγεβρικό άθροισμα των όρων στην αγκύλη της περιοχής Πολιτικών 284
11.3.12 Ιοντικές σχέσεις (Mandel Shiftan) περιοχής Πολιτικών 287
11.3.12.1 Αναγνώριση προέλευση νερού υδροφόρου ΧΑΛ2 287
11.3.12.1.1 (Ca + Mg) / (K + Na) 287
11.3.12.1.2 (Na / K) 287
11.3.12.1.3 ( $HCO_3$ / Cl) 288
11.3.12.1.4 (SO4 / Cl) 288

11.3.12.2 Αναγνώριση προέλευση νερού υδροφόρου ΟΦ5 288
11.3.12.2.1 (Ca + Mg) / (K + Na) 288
11.3.12.2.2 (Na + K) 288
11.3.12.2.3 ( $HCO_3$ / Cl) 288
11.3.12.2.4 (SO4 / Cl) 288
11.3.13 Σκληρότητα υπόγειου νερού περιοχής Πολιτικών 288
11.3.14 Δείκτες ρύπανσης Na, Cl, $NO_3$ και $PO_4$ (γεωγενής & ανθρωπογενής) στο υπόγειο νερό περιοχής Πολιτικών 289
11.4 Ταξινόμηση νερού περιοχής Πολιτικών για άρδευση 290
11.4.1 Ταξινόμηση κατά Richards 290
11.4.1.1 Ταξινόμηση βάσει αλατότητας (τροποποιημένο διάγραμμα) 290
11.4.1.2 Ταξινόμηση κατά SAR 290
11.4.2 Κατάταξη κατά Ayers, 1975 291
11.4.3 Επικινδυνότης μαγνησίου (MH) του νερού υδροφόρων περιοχής Πολιτικών 292
11.5 Ποσιμότης νερού περιοχής Πολιτικών 293
11.5.1 Ποσιμότης γεώτρησης του συγκροτήματος Ιδιωτιών Κατοικιών Τρίτων 293
11.5.1.1 Ποσιμότης κατά Schoeller / Waterlot 293
11.5.1.2 Ποσιμότης κατά EU – WHO – Εμφιαλωμένο νερό 295
11.5.1.3 Αποκλίσεις των παραμετρικών τιμών γεώτρησης (ΠΟ490Γ) από τις αντίστοιχες του εμφιαλωμένου νερού 295
11.5.2 Επίδραση της θάλασσας στο νερό της γεώτρησης (ΠΟ490Γ) ύδρευσης 296
11.6 Περιβάλλον και διαλυτότητα στο υπόγειο νερό περιοχής Πολιτικών 297
11.6.1 Διαλυτότητα των σχηματισμών των υδροφόρων περιοχής Πολιτικών 297

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ: ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ 299**
ΙΙΙΠίν.1: Καταγραφή των υδροσημείων στην περιοχή της λεκάνης των Πολιτικών 299
ΙΙΙΠίν.2: Περιγραφή των φρεάτων έρευνας στην περιοχή της λεκάνης των πολιτικών 301
ΙΙΙΠίν.3: Καταγραφή στάθμης νερού στα πηγάδια και γεωτρήσεις στον υδροφόρο ΧΑΛ2, ΟΦ5 περιοχής της λεκάνης των Πολιτικών 303
ΙΙΙΠίν.4: Αποτελέσματα επιτόπιων φυσικοχημικών παραμέτρων των δειγμάτων που πάρθηκαν τη διάρκεια της πρώτης δειγματοληψίας (10 -21/10/1998) 306
ΙΙΙΠίν.5: Αποτελέσματα επιτόπιων φυσικοχημικών παραμέτρων των δειγμάτων που πάρθηκαν τη διάρκεια της δεύτερης δειγματοληψίας (7/3/ - 5/5/199) 306
ΙΙΙΠίν.6: Αποτελέσματα επιτόπιων φυσικοχημικών παραμέτρων των δειγμάτων που συλλέχθηκαν την διάρκεια της τρίτης δειγματοληψίας (22/1 – 5/3/2009) 306
ΙΙΙΠίν.7: Φυσικοχημικές παράμετροι του νερού βροχής από περιοχή των πολιτικών (31/11/2008) 307
ΙΙΙΠίν.8: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού από περιοχή της λεκάνης, που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια της πρώτης δειγματοληψίας (10 – 21/10/1998) 308
ΙΙΙΠίν,9: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού από περιοχή της λεκάνης, που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια της δεύτερης δειγματοληψίας (7/3 – 5/5/1999) 310
ΙΙΙΠίν.10: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού από περιοχή της λεκάνης, που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια της τρίτης δειγματοληψίας (22/1 – 5/3/2009) 312
ΙΙΙΠίν.11: Αποτελέσματα ανάλυσης ιχνοστοιχείων από δείγματα νερού που συλλέχθηκαν κατά της δεύτερης δειγματοληψίας (7/3 -5/5/1999). 312
ΙΙΙΠίν.12: Αποτελέσματα ανάλυσης ιχνοστοιχείων από δείγματα νερού που συλλέχθηκαν κατά της τρίτης δειγματοληψίας (22/1/ 5/3/2009). 312
ΙΙΙΠίν.13: Αποτελέσματα ανάλυσης ιχνοστοιχείων από δείγματα νερού που συλλέχθηκαν κατά της ειδικής δειγματοληψίας (ΣΕΠ/2009). 312
ΙΙΙΠ14: Υδροχημικές φάσεις του νερού από αποτελέσματα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικών αναλύσεων (10/10/1998 – 5/5/1999) 213

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12: ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ & ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ ΤΗΣ ΥΠΟΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΙΣΣΩΝΑ 315**
12.1 Γεωλογία 315
12.2 Πιεζομετρία 317
12.2.1 Υδρογωλογικά χαρακτηριστικά των υδροφόρων 317
12.2.1.1 Οφιολιθικός υδροφόρος ΟΦ3 317
12.2.1.2 Καρστικός υδροφόρος ΑΣ1 317
12.2.2 Ερμηνεία δεδομένων 317
12.2.3 Παρατηρήσεις 318
12.2.4 Ρυθμιστικά αποθέματα 318
12.3 Ποιότητα νερού περιοχής Πισσώνα 319
12.3.1 Αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού 319
12.3.2 Μεταλλικότητα υδροφόρου ΟΦ3 319

12.3.3 Μεταλλικότητα υδροφόρου ΑΣ1 320
12.3.4 Γραφική παρουσίαση χημικών αποτελεσμάτων δειγμάτων νερού 320
12.3.5 Υδρογεωλογική ζώνη / τομή στη περιοχή Πισσώνα 321
12.3.5.1 Τομή -7 321
12.3.5.2 Αξιολόγηση της τομής -7 (Υδροφόροι ΟΦ3, ΑΣ1) 321
12.3.6 Χωρική κατανομή του συνόλου διαλυμένων στερεών (TDS) περιοχής Πισσώνα 323
12.3.7 Χωρική κατανομή του συντελεστή Revelle (R) περιοχής Πισσώνα 323
12.3.8 Κατανομή του διορθωμένου συντελεστή προσρόφησης νατρίου ($SAR_{\delta}$) και αλγεβρικό άθροισμα όρων στην αγκύλη – περιοχής Πισσώνα 324
12.3.8.1 Υδροφόρος ΟΦ3 324
12.3.8.2 Υδροφόρος ΑΣ1 324
12.3.9 Υδροχημικές φάσεις του υπόγειου νερού περιοχής της λεκάνης Πισσώνα 324
12.3.10 Ιοντικές σχέσεις (Mandel Shiftan) υπόγειου νερού περιοχής Πισσώνα 324
12.3.10.1 Αναγνώριση προέλευση του νερού υδροφόρου ΟΦ3 325
12.3.10.1.1 (Ca + Mg) / (K + Na) 325
12.3.10.1.2 (Na / K) 325
12.3.10.1.3 ( $HCO_3$ / Cl) 325
12.3.10.1.4 (SO4 / Cl) 325
12.3.11 Σκληρότητα του νερού υδροφόρων περιοχής Πισσώνα 325
12.3.12 Δείκτες ρυπάνσεως Na, Cl, $NO_3$ και $PO_4$ (γεωγενής & ανθρωπογενής) περιοχής Πισσώνα 325
12.4 Ταξινόμηση του υπόγειου νερού περιοχής Πισσώνα για άρδευση 326
12.4.1 Ταξινόμηση κατά Richards 326
12.4.1.1 Ταξινόμηση βάσει αλατότητας (τροποποιημένο διάγραμμα) 327
12.4.1.2 Ταξινόμηση βάσει SAR 327
12.4.2 Κατάταξη κατά Ayers, 1975 327
12.4.3 Επικινδυνότητα μαγνησίου (MH) του νερού υδροφόρων περιοχής Πισσώνα 328
12.5 Περιβάλλον και διαλυτότητα στο υπόγειο νερό περιοχής Πισσώνα 328
12.5.1 διαλυτότητα των σχηματισμών των υδροφόρων ΟΦ3 και ΑΣ1 328

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV: ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΠΙΣΣΩΝΑ 330**
IV.1: Απογραφή των υδροσημείων στην περιοχή της λεκάνης Πισσώνα 330
IV.2: Καταγραφή στάθμης νερού στα πηγάδια και γεωτρήσεις στο υδροφόρο σύστημα της περιοχής λεκάνης Πισσώνα 330
IV.3: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων υπόγειου νερού περιοχής Πισσώνα που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια πρώτης δειγματοληψίας (10 – 21/10/1998) 331
IV.4: Αποτελέσματα επιτόπιων φυσικοχημικών παραμέτρων δειγμάτων νερού της λεκάνης Πισσώνα που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια της πρώτης δειγματοληψίας 331
IV.5: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων υπόγειου νερού περιοχής Πισσώνα που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια δεύτερης δειγματοληψίας (7/3 – 5/5/1999). 332
IV.6: Αποτελέσματα επιτόπιων φυσικοχημικών παραμέτρων δειγμάτων νερού της λεκάνης Πισσώνα που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια της δεύτερης δειγματοληψίας 332
IV.7: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων υπόγειου νερού περιοχής Πισσώνα που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια τρίτης δειγματοληψίας (22/1 – 5/3/2009) 333
IV.8: Αποτελέσματα επιτόπιων φυσικοχημικών παραμέτρων δειγμάτων νερού της λεκάνης Πισσώνα που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια της τρίτης δειγματοληψίας 333
IV.9: Φυσικοχημικές παράμετροι του νερού βροχής από την περιοχή Πισσώνα (23/3/2009) 334
IV.10: Αποτελέσματα ανάλυσης ιχνοστοιχείων (AAS) από δείγματα νερού που συλλέχθηκαν κατά της δεύτερης δειγματοληψίας. 334
Αποτελέσματα ανάλυσης ιχνοστοιχείων ( AAS) από δείγματα νερού που συλλέχθηκαν κατά της τρίτης δειγματοληψίας. 334
IV.11: Αποτελέσματα ανάλυσης ιχνοστοιχείων (AAS) από δείγματα νερού που συλλέχθηκαν κατά της ειδικής δειγματοληψίας. 334
Υδροχημικές φάσεις του νερού από αποτελέσματα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικών αναλύσεων (1998 - 1999) 335

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13: ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ & ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ ΤΗΣ ΥΠΟΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΡΙΑΔΑΣ 336**
13.1 Γεωλογία 336
13.2 Πιεζομετρία 338
13.2.1 Υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά 338
13.2.2 Ερμηνεία δεδομένων 338
13.2.3 Παρατηρήσεις 338

13.2.4 Ρυθμιστικά αποθέματα 340
13.3 Ποιότητα νερού περιοχής Τριάδας 340
13.3.1 Αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού 340
13.3.2 Μεταλλικότητα 340
13.3.3 Γραφική παρουσίαση των αποτελεσμάτων περιοχής Τριάδας 341
13.3.4 Υδρογεωλογική – υδροχημική ζώνη / τομή στη περιοχή της λεκάνης Τριάδας 341
13.3.4.1 Τομή -8 341
13.3.4.2 Αξιολόγηση της ζώνης -8 (υδροφόρος ΟΦ4) 341
13.3.5 Χωρική κατανομή του συνόλου διαλυμένων στερεών (TDS) περιοχής Τριάδας 342
13.3.6 Χωρική κατανομή του συντελεστή Revelle (R) περιοχής Τριάδας 344
13.3.7 Διορθωμένος συντελεστής προσρόφησης νατρίου ($SAR_{\delta}$) και αλγεβρικό άθροισμα των όρων στη αγκύλη – υπόγειου νερού περιοχής Τριάδας 344
13.3.8 Ιοντικές σχέσεις (Mandel Shiftan) του υπόγειου νερού περιοχής Τριάδας 345
13.3.8.1 Αναγνώριση προέλευση νερού υδροφόρου ΟΦ4 345
13.3.8.1.1 (Ca + Mg) / (K + Na)
13.3.8.1.2 (Na + K) 345
13.3.8.1.3 ( $HCO_3$ / Cl) 345
13.3.8.1.4 (SO4 / Cl) 345
13.3.9 Σκληρότητα του νερού υδροφόρων περιοχής Τριάδας 345
13.3.10 Δείκτες ρύπανσς Na, Cl, $NO_3$ και $PO_4$ (γεωγενής & ανθρωπογενής) περιοχής Τριάδας 346
13.4 Ταξινόμηση του υπόγειου νερού περιοχής Τριάδας για άρδευση 346
13.4.1 Ταξινόμηση του Richards 346
13.4.1.1 Ταξινόμηση κατά αλατότητας (τροποποιημένο διάγραμμα) 346
13.4.1.2 Ταξινόμηση βάσει SAR 346
13.4.2 Κατάταξη κατά Ayers, 1975 348
13.4.3 Επικινδυνότητα μαγνησίου (MH) του νερού υδροφόρων περιοχής Τριάδας 348
13.5 Ποσιμότης νερού περιοχής Τριάδας 349
13.5.1 Ποσιμότης νερού φρέατος TP2 κατά Schoeller / Waterlot 349
13.5.2 Ποσιμότης νερού φρέατος TP2 κατά EU – WHO – εμφιαλωμένο νερό 350
13.5.2.1. Αποκλίσεις των παραμετρικών τιμών φρέατος TP2 από τις αντίστοιχές του εμφιαλωμένου νερού 351
13.5.2.2. Επίδραση της θάλασσας στο νερό του φρέατος TP2 351
13.6 Περιβάλλον και διαλυτότητα στο υπόγειο νερό περιοχής Τριάδας 352
13.6.1 Διαλυτότητα των σχηματισμών του οφιολιθικού υδροφόρου ΟΦ4 352

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V: ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΡΙΑΔΑΣ 353**
ΥΠίν.1: Καταγραφή των υδροσημείων στη νότια περιοχή της λεκάνης Τριάδας 353
ΥΠίν.2: Περιγραφή των φρεάτων έρευνας στη νότια περιοχή της λεκάνης Τριάδας 353
ΥΠίν.3: Καταγραφής στάθμης νερού στα φρέατα του υδροφόρου ΟΦ4 περιοχής Τριάδας 355
ΥΠίν.4: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού περιοχής Τριάδας, που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια της τρίτης δειγματοληψίας (25 – 30/3/2009). 356
ΥΠίν.5: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού περιοχής Τριάδς, που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια της τέταρτης δειγματοληψίας (10 – 15/9/2009). 356
ΥΠίν.6: Φυσικοχημικές παράμετροι και χημικές αναλύσεις νερού βροχής από περιοχή της Τριάδας (27/3/2009) 357
ΥΠίν.7: Αποτελέσματα επιτόπιων φυσικοχημκών αναλύσεων δειγμάτων της περιοχής Τριάδας που συλλέχθηκαν την διάρκεια της τρίτης δειγματοληψίας (22/1 – 5/3/2009) 357
ΥΠίν.8: Αποτελέσματα επιτόπιων φυσικοχημκών αναλύσεων δειγμάτων της περιοχής Τριάδας που συλλέχθηκαν την διάρκεια της τέταρτης δειγματοληψίας (10 -15/9/2009) 358
ΥΠίν.9: Αποτελέσματα ανάλυσης ιχνοστοιχείων (AAS) από δείγματα της περιοχής Τριάδας που συλλέχθηκαν την διάρκεια της τρίτης δειγματοληψίας. 358
ΥΠίν.10: Αποτελέσματα ανάλυσης ιχνοστοιχείων (AAS) από δείγματα της περιοχής Τριάδας που συλλέχθηκαν την διάρκεια της τέταρτης δειγματοληψίας. 358
ΥΠίν.11: Υδροχημικές φάσεις νερού περιοχής λεκάνης Τριάδας, από αποτελέσματα της τρίτης και τέταρτης φάσης δειγματοληψίας και χημικών αναλύσεων (22/1 / 15/9/2009) 359

***ΜΕΡΟΣ IV***

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14: ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΠΗΓΩΝ ΚΑΙ ΦΡΕΑΤΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΠΕΣΣΑΠΙΑΣ 360**
14.1 Πηγή **S**1 (Λεύκης) της τοποθεσίας Νεροτριβιάς – Δάφνης 361
14.1.1 Γεωλογικά στοιχεία 361

14.1.2 Υδρογεωλικά στοιχεία 361
14.1.3 Υδροχημεία 362
14.2 Πηγή **S**2 (Ελαίων) της τοποθεσίας Νεροτριβιάς – Δάφνης 365
14.2.1 Γεωλογικά στοιχεία 365
14.2.2 Υδρογεωλικά στοιχεία 365
14.2.3 Υδροχημεία 366
14.3 Πηγή **S**3 (Δάφνη) της τοποθεσίας Νεροτριβιάς – Δάφνης 368
14.3.1 Γεωλογικά στοιχεία 368
14.3.2 Υδρογεωλικά στοιχεία 368
14.3.3 Υδροχημεία 370
14.4 Πηγή **S**4 (Τραξοριό) της τοποθεσίας Αγία Σοφίας 372
14.4.1 Γεωλογικά στοιχεία 372
14.4.2 Υδρογεωλικά στοιχεία 373
14.4.3 Υδροχημεία 375
14.5 Πηγή **S**5 (Στρούγγια) της τοποθεσίας Αγίας Σοφίας 377
14.5.1 Γεωλογικά στοιχεία 377
14.5.2 Υδρογεωλικά στοιχεία 378
14.5.3 Υδροχημεία 379
14.6 Πηγή **S**6 (Παραλία) της τοποθεσίας Λιμνιώνα 381
14.6.1 Γεωλογικά στοιχεία 381
14.6.2 Υδρογεωλικά στοιχεία 381
14.6.3 Υδροχημεία 382
14.7 Πηγή **S**7 (Μακρυμάλλη) της τοποθεσίας μονής Μακρυμάλλης 384
14.7.1 Γεωλογικά στοιχεία 384
14.7.2 Υδρογεωλικά στοιχεία 384
14.7.3 Υδροχημεία 386
14.8 Πηγή **S**8 (Πλατάνα) της τοποθεσίας Άτταλη - Πλατάνια 388
14.8.1 Γεωλογικά στοιχεία 388
14.8.2 Υδρογεωλικά στοιχεία 389
14.8.3 Υδροχημεία 390
14.9 Πηγή **S**9 (Τριάδα) της τοποθεσίας Τριάδας 392
14.9.1 Γεωλογικά στοιχεία 392
14.9.2 Υδρογεωλικά στοιχεία 392
14.9.3 Υδροχημεία 393
14.10 Πηγή **S**10 (Άτταλη) της τοποθεσίας Άτταλη 396
14.10.1 Γεωλογικά στοιχεία 396
14.10.2 Υδρογεωλικά στοιχεία 396
14.10.3 Υδροχημεία 397
14.11 Πηγή **S**11 (Νύφη) της τοποθεσίας Αγίας Σοφίας 499
14.11.1 Γεωλογικά στοιχεία 399
14.11.2 Υδρογεωλικά στοιχεία 400
14.11.3 Υδροχημεία 401
14.12 Πηγή **S**12 (Δραξουριό) της τοποθεσίας Αγίας Σοφίας 403
14.12.1 Γεωλογικά στοιχεία 403
14.12.2 Υδρογεωλικά στοιχεία 403
14.12.3 Υδροχημεία 404
14.13 Πηγή **S**13 (Πηγές Πολιτικών) της τοποθεσίας Αγ. Παντελέημων των Πολιτικών 406
14.13.1 Γεωλογικά στοιχεία 406
14.13.2 Υδρογεωλικά στοιχεία 406
14.31.3 Υδροχημεία 408
14.14 Πηγή **S**14 (Καμάριτσα) της τοποθεσία Καμαρτίσας 411
14.14.1 Γεωλογικά στοιχεία 411
14.14.2 Υδρογεωλικά στοιχεία 411
14.14.3 Υδροχημεία 412
14.15 Πηγή **S**15 (Νεροτριβιά) της τοποθεσίας Νεροτριβιάς 414
14.15.1 Γεωλογικά στοιχεία 414
14.15.2 Υδρογεωλικά στοιχεία 415
14.15.3 Υδροχημεία 415
14.16 Πηγή **S**16 της τοποθεσίας Νεροτριβιάς 417
14.16.1 Γεωλογικά στοιχεία 417

14.16.2 Υδρογεωλικά στοιχεία 417
14.16.3 Υδροχημεία 419
14.17 Πηγή **S**17 (Χοντρόβρυσι) της τοποθεσίας Κούμαρου Παγόντα 421
14.17.1 Γεωλογικά στοιχεία 421
14.17.2 Υδρογεωλικά στοιχεία 421
14.17.3 Υδροχημεία 422
14.18 Πηγή **S**18 (Λυπίτσα) της τοποθεσίας Μαρκάτων Παγόντα 425
14.18.1 Γεωλογικά στοιχεία 424
14.18.2 Υδρογεωλικά στοιχεία 424
14.18.3 Υδροχημεία 426
14.19 Πηγή **S**19 (Παλαιά σπίτια) της τοποθεσίας Αγ. Αθανασίου Καμαρίτσης 428
14.19.1 Γεωλογικά στοιχεία 428
14.19.2 Υδρογεωλικά στοιχεία 428
14.19.3 Υδροχημεία 430
14.20 Πηγή **S**20 (Άκρες) της τοποθεσίας Άκρων Κυπαρισσίου 432
14.20.1 Γεωλογικά στοιχεία 432
14.20.2 Υδρογεωλικά στοιχεία 432
14.20.3 Υδροχημεία 433
14.21 Πηγή **S**21 (Κοντοδεσπότι) της τοποθεσίας Κοντοδεσπότιου 435
14.20.1 Γεωλογικά στοιχεία 435
14.20.2 Υδρογεωλικά στοιχεία 435
14.20.3 Υδροχημεία 437
14.22 Πηγή **S**22 (Σταυρός) της τοποθεσίας Σταυρού 439
14.20.1 Γεωλογικά στοιχεία 439
14.20.2 Υδρογεωλικά στοιχεία 439
14.20.3 Υδροχημεία 440
14.23 Πηγή **S**23 (Βαφή) της τοποθεσίας Μακρυκάπας 442
14.20.1 Γεωλογικά στοιχεία 442
14.20.2 Υδρογεωλικά στοιχεία 442
14.20.3 Υδροχημεία 444
14.24 Υδροχημεία των φρεάτων 446
14.24.1 Υδροχημεία γεώτρησης Λιμνιώνα 446
14.24.2 Υδροχημεία γεώτρησης Κυπαρυσσίου 448
14.24.3 Υδροχημεία γεώτρησης Μύλων 450
14.25 Υδροχημική ανάλυση 453
14.25.1 Πολυγωνικές ομάδες 453
14.25.2 Ανάλυση παραμέτρων 456

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - CONCLUSION 459**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 16: ΑΝΑΦΟΡΕΣ 468**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 17: ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI 477**
Μέγιστη επιτρεπτή συγκέντρωση ισότοπων στο πόσιμο νερό 477
Μέγιστα επιτρεπτά ραδιενεργά όρια στο πόσιμο νερό 477
Σταθερότυπα πόσιμου νερού της Ευρωπαϊκής Ένωσης (98/83/EC Οδηγία 3/11/1998) 477
Σταθερότυπα πόσιμου νερού (Οδηγία 80/778 ΕΟΚ, ΦΕΚ 53Α/20-2-86) 478
Σταθερότυπα και κριτήρια πόσιμου νερού σε mg/l (Bouwer, 1978) 489
WHO`s drinking water standards 1993 480
Οδηγία για σταθερότυπα πόσιμου νερού 481
Συστάσεις για επίπεδα τοξικών συνιστωσών στο νερό πόσιμο από τα ζώα 482
Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) οδηγός για το νερό πόσιμο από τα ζώα και πουλερικά 482
Ποιότητα βιομηχανικού νερού για τέσσερα είδη χρήσης 482
Συνιστώμενες οριακές συγκεντρώσεις για το νερό βιομηχανικής χρήσης 484
Προτεινόμενες ανοχές ποιότητας νερού για βιομηχανική χρήση (επιτρεπόμενα όρια) 486
Συνιστώμενα ανώτατα όρια αρδευτικού νερού mg/l 488
Ταξινόμηση του νερού για άρδευση ανάλογα με το TDS (mg/l) 488
Οδηγία για την ερμηνεία της ποιότητας νερού για άρδευση (FAO, 1985) 489
Λεύκωμα / Album (123 Φωτογραφίες) 489
Δελτίο Απογραφής Φρέατος 492
Δελτίο Απογραφής Πηγής 493
Δελτίο Ανάλυσης Δείγματος νερού 494

# *ΜΕΡΟΣ Ι*

**1- ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

**ΑΦΙΕΡΩΣΗ**

**ΠΡΟΛΟΓΟΣ**

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

**ABSTRACT**

## 1- ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## ΑΦΙΕΡΩΣΗ
## Dedication

*To the soul of my parents.*

*To all my teachers*

*To my dear brother-friend Hashim I. Altahir*

*Abdel-Aziz I. Khamis*
*Athens- Greece*
*2014*

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ
## Preface

Η προμήθεια σε νερό είναι πάντα το μείζον θέμα που ταλαιπωρεί τους κατοίκους οποιασδήποτε περιοχής και απασχολεί τους επιστήμονες, τους διεθνείς οργανισμούς και τους υπευθύνους σε όλα τα κράτη του κόσμου.
Στα μέρη του κλίματος του Arid, όπως των αφρικανικών κρατών της ζώνης Σαβάνας νότια της ερήμου Σαχάρας, - όπου τα φαινόμενα περιβαλλοντολογικών αλλαγών, ξηρασίας και ερημοποίησης - το πρόβλημα είναι πιο έντονο και οι άνθρωποι εκεί ζουν δύσκολες συνθήκες έλλειψης καθαρού νερού.
Η περίοδος βροχοπτώσεων (φθινόπωρο) διαρκεί από Απρίλιο έως τον Σεπτέμβριο. Τα υδρογραφικά δίκτυα αυτής της ζώνης, αποτελούνται από παρακλάδους και παραποτάμους που τροφοδοτούν τους μεγαλύτερους ποταμούς, όπως του Νείλου, του Νιγκρ, του Τσάρι, της λίμνης Τσάντ κλ, χωρίς να υπάρχουν σημαντικά υδροληπτικά έργα ή ταμιευτικά φράγματα.
Στην πολιτεία Darfur του Σουδάν (2.500.000km²), που καλύπτει έκταση 500.000 km², σχεδόν έκτασης της Γαλλίας, και οκτώ εκατομμύρια πληθυσμό, ασχολούνται κυρίως με την γεωργία και την κτηνοτροφία που αγγίζει τα 45 εκατομμύρια κεφάλια (αγελάδες, καμήλες και κατσικοπρόβατα). Οι κτηνοτρόφοι είναι υποχρεωμένοι να μεταναστεύουν ταξιδεύοντας εκατοντάδες χιλιομέτρων, κάθε χρόνο νότια της ζώνης Σαβάνας και επιστρέφουν μετά από 5-6 μήνες, αναζητώντας φυσικούς βοσκοτόπους και νερό για τα ζώα τους, στις περιοχές των παραποτάμων του Νείλου.
Κατά την διάρκεια του ταξιδιού αυτού, συμβαίνουν πάντα συγκρούσεις μεταξύ των νομάδων και των αγροτών της περιοχής, συγκρούσεις στον αγώνα για την διεκδίκηση νερού και λιβαδιών, όταν τα ζώα παραβιάζουν τα καλλιεργούμενα χωράφια, που κοστίζει πάντα θύματα και ζωές όπως επίσης μεταξύ των βοσκών για την απόκτηση βοσκοτόπων ή υδάτινων πόρων.
Τα τελευταία χρόνια και μετά τις αλλαγές των κλιματολογικών και καιρικών συνθηκών και η υποχώρηση επιπέδου βροχοπτώσεων, η κατάσταση έχει πάρει έντονη μορφή εμφύλιου πολέμου στο Darfur.
Οι ενδιαφερόμενοι του αφρικανικού ζητήματος πιστεύουν ότι η λύση του προβλήματος και η οικονομικό – κοινωνική ανάπτυξη της ολόκληρης περιοχής μπορεί να γίνει χάρη στην επιστήμη της Υδρογεωλογίας.
Απαραίτητο είναι να διεξάγονται υδρογεωλογικές μελέτες με σκοπό την ανεύρεση αποθεμάτων υπογείου νερού και την διάνοιξη γεωτρήσεων (υδρευτικών και αρδευτικών), ώστε να υπάρχει σταθερότητα στην ζωή των κατοίκων και να λήξει ο μεταναστευτικός λόγος.
Δυστυχώς όλες οι έρευνες που διεξάγονται σε ολόκληρη την περιοχή, εκτελούνται από ξένες αποστολές (υπηρεσίες, εταιρίες), και είναι καθαρά κερδοσκοπικές σκοπούν και αναζητούν κοιτάσματα πετρελαίου, ουρανίου, και δεν συνδέονται με αναπτυξιακά προγράμματα και σχεδιασμού της περιοχής.
Δορυφορικές φωτογραφίες ( Remote sensing ) από το πρόγραμμα της NASA Apollo, έδειξαν τεράστια σε μέγεθος υπόγεια υδροφόρα στρώματα, και διασυνοριακά υδροφόρα (Transboundary) στην περιοχή μεταξύ Β και ΒΔ του Σουδάν, Αιγύπτου και Λιβής,
Όταν ήρθα στην Ελλάδα και μετά την συνάντηση και συζήτηση με τον καθηγητή κ. Ηλία. Μαριολάκο, στα παραπάνω και διάφορα θέματα με παρότρυνε και επιβεβαίωσε στο ότι κατάλληλο είναι να διαλέξω την υδρογεωλογία και υδροχημεία ως αντικείμενο της διδακτορικής μου διατριβής.
Η περιοχή της κεντρικής Εύβοιας, καθώς και τα στάδια υπαίθριας εργασίας επελέγησαν μετά από συζητήσεις με το Δρ. κ. Ηλία Μαριολάκο, καθηγητής του Τομέα Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, και τον υδρογεωλόγο του ΙΓΜΕ Δρ. Ν. Κακαβά.
Στην ευρεία περιοχή της υδρογεωλογικής λεκάνης υπάρχουν υδροφόρα στρώματα των χαλαρών ιζημάτων, και υδροφόρα στρώματα των συμπαγών σχηματισμών, όπως και ένα πυκνό δίκτυο στη παράκτια περιοχή από φρέατα – πηγάδια και γεωτρήσεις -, και μεγάλο αριθμό πηγών, κατάλληλο να είναι αντικείμενο έρευνας ώστε να γίνουν μετρήσεις της στάθμης, και δειγματοληψίας νερού προς χημική ανάλυση και την χαρτογράφηση των στοιχείων.
Θεωρώ ότι η εργασία αυτή μπορεί να καλύψει ένα σημαντικό κεφάλαιο από τις υδρογεωλογικές έρευνες που έχουν γίνει στην περιοχή της κεντρικής Εύβοιας, και θα απαντήσει σε πολλά ερωτήματα σχετικά με το υπόγειο νερό της περιοχής.
Κατά την πορεία της έρευνας έχω αντιμετωπίσει πολλά προβλήματα και πέρασα πολύ δύσκολες συνθήκες, βέβαια όπως και του κάθε γεωλόγου ερευνητή, που εργάζεται στη

ύπαιθρο και το εργαστήριο: υπηρεσιακές παραχωρήσεις και άδειες, οικονομικά, προσωπικά και οικογενειακά προβλήματα, συγγράμματα και αρχεία, χάρτες, μέσα μεταφοράς, εξοπλισμός, εργασία υπό βροχή – ήλιο – χιόνι – καταιγίδες, μέχρι και κίνδυνος πτώση σε γκρεμό ή σε φρέαρ.
Τέλος, μπορώ να πω ότι είμαι πολύ ευτυχής που βρέθηκα στη Ελλάδα, γιατί συνάντησα στο δρόμο μου καλούς ανθρώπους και φίλους, μου τα διευκόλυναν αρκετά. Πράγματι, όπου πήγα και ζήτησα κάτι, βρήκα ανταπόκριση, κατανόηση, εξυπηρέτηση και συμπαράσταση. Είναι υποχρέωση μου εδώ, να εκφράσω από τα βάθη της καρδιάς μου θερμές ευχαριστίες σε όσους με βοήθησαν, ο καθένας με το δικό του τρόπο – συμβουλές – μετάφραση συγγραμμάτων – διόρθωση – διευκόλυνση, κτλ – κατά την εκπόνηση της διατριβής μου αυτής όπως:

Το Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών (Ι.Κ.Υ), Υπουργείο Παιδείας και θρησκευμάτων για την χορήγηση τριετούς υποτροφίας.
Το Υπουργείο Εξωτερικών (Ελληνική Πρεσβεία του Χαρτούμ – Σουδάν) για την χορήγηση δωρεάν Vises.
Το Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ) – Χημείο και Βιβλιοθήκη.
Τη Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (ΓΥΣ).
Τα μέλη της τριμελής συμβουλευτικής επιτροπής για την υπομονή και τη συμπαράσταση τους, όταν σταμάτησα πολλά χρόνια από την εργασία για πολύ σοβαρούς οικογενειακούς λόγους και βρέθηκα στην Λιβή με την Τεχνική Εταιρία Joannou & Paraskevaides (Over Seas), ως Chief Administrator for Oil Field Operations.
Τον Δρ. Ηλία Μαριολάκο. Καθηγητής (ομότιμος), Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας. Πανεπιστήμιο Αθηνών, ο οποίος δέχτηκε να επιβλέψει το θέμα της διδακτορικής διατριβής και να μου δώσει την ευκαιρία της εκπόνησης της, παρ` όλο που δεν με γνώριζε προσωπικά, αφού ήμουν απόφοιτος του Τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Ένα μεγάλο ευχαριστώ για την συμπαράσταση και την καθοδήγηση του, καθ` όλη τη διάρκεια αυτής της ερευνητικής προσπάθειας και για τις διορθώσεις και τις συμβουλές του στο τελικό στάδιο της συγγραφής της διατριβής. Ένα μεγάλο ευχαριστώ, επίσης, για την σύσταση των επιστολών προς τους Δημάρχους, τις δημοτικές αρχές της περιοχής, και διεύθυνση της Larco, για παροχή κάθε δυνατής βοήθειας και πληροφορίας.
Τον Δρ. Βασίλη Παπαζάχο. Καθηγητή (Ομότιμος) Τομέας Γεωφυσικής, Αριστοτελείου Πανεπιστημίου θεσσαλονίκης, για τη συστατική επιστολή που έγραψε στην γραμματεία του Ιδρύματος Κρατικών Υποτροφιών και υποστήριζε την δική μου αίτηση για την χορήγηση υποτροφίας, την οποία τελικά και έλαβα, βοηθώντας κατ` αυτόν τρόπο στα έξοδα μετακινήσεων στην ύπαιθρο, στο πρώτο στάδιο απογραφής.
Τον Δρ. Γεώργιο Στουρνάρα. Καθηγητής Υδρογεωλογίας και Τεχνικής Γεωλογίας, Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας. Πανεπιστήμιο Αθηνών, που αποδέχτηκε να είναι μέλος της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής, για την συνεχή συμπαράσταση, την βοήθεια και τις διορθώσεις του μέχρι το τελικό στάδιο της παρούσας διατριβής.
Τον Δρ. Σπυρίδων Λέκκα. Καθηγητής Γεωλογίας. Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, για την υπομονή του ως μέλος της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής της διατριβής σε όλο αυτό το μακρή διάστημα, και για τις συμβολές και τις παρατηρήσεις του στην ύπαιθρο, και τις διορθώσεις του κειμένου μέχρι το τελευταίο στάδιο της διατριβής. Πράγματι, η επιστροφή μου για να συνεχίσω την διατριβή ήταν χάρη του οικογενειακού κλίματος που υπήρξε στο Τομέα κατά την θητεία του ως διευθυντής του Τομέα Δυναμικής Τεκτονικής και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας.
Τον Δρ. Γεώργιο Σταμάτη. Καθηγητής Υδρογεωλογίας. Τομέας Γεωλογικών Επιστημών & Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, για το χρόνο που διέθεσε, για τις υποδείξεις, διορθώσεις και τις γενικότερες παρατηρήσεις του στη διατριβή.
Στην Δρ. Α. Αργυράκη. Επίκ. Καθηγήτρια Γεωχημείας. Τομέας Οικονομικής Γεωλογίας – Γεωχημείας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, για το χρόνο που διέθεσε για τις παρατηρήσεις και διορθώσεις στο τελευταίο κεφάλαιο της διατριβής.
Τον Δήμαρχο Μεσσαπίων κ. Μπαζώτη Αντώνιο, επειδή αποδέχτηκε τνη αίτηση του Τομέα Δυναμικής Τεκτονικής και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, καταβάλλοντας τις ικανότητες που διαθέτει η Δημοτική Εταιρία Ύδρευσης, από αυτοκίνητο 4Χ4 μέχρι και έμπειρο προσωπικό, που βοήθησε στο στάδιο της απογραφής και δειγματοληψίας όλων των σημείων νερού ύδρευσης, στο Δήμο Μεσσαπίων. Γιατί χωρίς την βοήθεια αυτή θα ήταν αδύνατο να φτάσω

αυτά τα δύσβατα σημεία νερού του Δήμου Μεσσαπίων. Επίσης, πολύ ευχαριστώ τους, Παπαδημητρίου Ανέστη, Δανέλη Ιωάννη και Σκούρο Δημήτριο.
Τον Δήμαρχο Νέας Αρτάκης κ. Πρατσόλη Αθανάσιο και την Δημοτική Εταιρία του Δήμου που βοήθησε στην λήψη δειγμάτων νερού από τις γεωτρήσεις του Δήμου.
Τον Δήμαρχο Δυρφύων κ. Μπουροδήμο Ιωάννη, για την καλή ανταπόκριση, παρότρυνση και προσωπική πρωτοβουλία να βοηθήσει αν χρειάζεται, καθώς είναι γεωλόγος στο επάγγελμα.
Τον Γεωλόγο κ. Μιχάλη Μελάκη. Διευθυντής Γεωλογικής και Κοιτασματολογικής Έρευνας της Larco GMMSA – Λάρυμνα / Εύβοια, για τις χρήσιμες πληροφορίες που μου πρόσφερε.
Τα αδέλφια Γιάννη και Ελένη Προιώνα, κάτοικοι των Ψαχνών (Βρυσσάκια) για την θερμή φιλοξενία στο σπίτι τους, κατά το τρίτο στάδιο έρευνας.
Τον κ. Hashim I. Eltahir, Φαρμακοποιός, συμφοιτητής στο ΑΠΘ, συμπατριώτης μου και κάτοικος Αθηνών, για την απέραντη βοήθεια και συμβουλές του σε πολλά θέματα που αφορούν την εργασία μου αυτή.
Τον κ. Δημήτριο Νάνο, Μηχανολόγος Χημικός στα Ελληνικά Πετρέλαια, συμφοιτητής στο ΑΠΘ, για τις διορθώσεις στο πρώτο γραπτό κείμενο της διατριβής.
Την εταιρεία J&P Joannou & Paraskevaides (Libya): Τους κυρίους Λ. Σχίζα, Π. Παναγίδη και Σ. Παπούλη, για την χορήγηση άδειας άνευ αποδοχών, μέχρι ολοκλήρωσης της διατριβής μου.
Στους αγρότες σε όλη στην περιοχή μελέτης, για καλή συνεργασία, πληροφορίες και διευκολύνσεις που κατέβαλαν κατά το στάδιο λήψης των δειγμάτων νερού από τα πηγάδια και γεωτρήσεις τους.
Σους μεταπτυχιακούς φοιτητές, υποψήφιους διδάκτορες και συνεργάτες του Τομέα Δ.Τ.Ε.Γ, Ιωάννη Μπαντέκα, Χρήστο Φίλη, Νικόλα Καραλέμα, Bouazza Ihyane, Εμμανουήλ Ανδρεαδάκη, Εμμανουήλ Σκούρτσο, Κ. Παπασπηρόπουλο, Ελίνα Καπουράνη, Ι. Μήτση και Μεγρέμη Ιφιγένεια στο Τομέα Γεωχημείας.

Λέξεις Κλειδιά: δυναμικότητα, ποιότητα, πηγάδια, Πηγές, Ψαχνά

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη διδακτορική διατριβή αναλύονται οι γεωμορφολογικές, οι υδρογεωλογικές και υδροχημικές συνθήκες της υδρογεωλογικής λεκάνης στο κεντρικό τμήμα της νήσου Ευβοίας. Η Εύβοια είναι το δεύτερο μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας, και το έκτο μεγαλύτερο της Μεσογείου με έκταση 3.654km$^2$.
Η εργασία υπαίθρου πραγματοποιήθηκε μετά το χωρισμό της έκτασης υδρογεωλογικής λεκάνης (660km$^2$) σε πέντε μορφολογικές υπολεκάνες ή υποπεριοχές (υπολεκάνη Νέας Αρτάκης, Καστέλλας – Ψαχνών, Πολιτικών, Πεισσώνα και υπολεκάνης Τριάδας). Όμως, η μελέτη των πηγών δεν ακολουθείται στο ανώτερο χωρισμό.

Ο σκοπός της εργασίας αυτής είναι να προσδιορίσει τα υπόγεια υδροφόρα στρώματα, την διακύμανση της στάθμης και την διεύθυνση της υπόγειας ροής. Η διερεύνηση της ποιότητας του νερού κάθε υδροφόρου, η εποχιακή αλλαγή στο χημισμό του νερού καθώς και εάν υπάρχει διείσδυση του θαλασσινού νερού στη περιοχή αποτελεί επίσης αντικείμενο της μελέτης. Να παρουσιάσει την καταλληλότητα του νερού των φρεάτων (πηγάδια και γεωτρήσεις) για διάφορες χρήσεις, όπως ύδρευσης και άρδευσης.
Να καθορίσει το υδροφόρο στρώμα ή ορίζοντα για κάθε πηγή, τον μηχανισμό λειτουργίας και τον τρόπο εμπλουτισμού, την ποιότητα του νερού και την εποχική αλλαγή στο χημισμό του νερού σε κάθε πηγή στην περιοχή του Δήμου Μεσσαπίων.
Να ταξινομήσει την ποσιμότητα του νερού κάθε πηγής κατά το διάγραμμα Schoeller και Waterlot και να συγκρίνει την καταλληλότητα για πόσιμο με βάση τα διεθνή σταθερότυπα ποσιμότητας (στάνταρντ του WHO 1993 και οδηγίες ΕΕ 1998), ακόμη και με το φυσικό μεταλλικό νερό (ΖΑΓΟΡΙ 2009) στο οποίο έγινε χημική ανάλυση την ίδια περίοδο κατά την συλλογή και ανάλυση των δειγμάτων της εργασίας αυτής.
Γενικά, η εργασία αυτή αποσκοπεί να συμβάλλει στην αντιστάθμιση της έλλειψης πληροφοριών σχετικά με αυτή την υδρογεωλογική λεκάνη, να αναγνωρίσει τους διάφορους μολυντές (ρυπαντές), τις δυνατές προελεύσεις και επιδράσεις τους στο υπόγειο νερό.
Δίνει έμφαση σε δυνατά και ίσως αναγκαία μέτρα που έπρεπε να πάρουν οι ενδιαφερόμενες αρχές ώστε να καλυτερεύσει η κατάσταση.

Η μορφολογία της κεντρικής Ευβοίας και της υδρογεωλογικής λεκάνης ποικίλει από έντονα ορεινή (Δίρφυς 1743μ., Όλυμπος 1171μ., Κανδήλι 868μ.), έως λοφώδης και πεδινή. Χαρακτηρίζεται από επιφανειακή έντονη διάβρωση του τοπογραφικού ανάγλυφου και εξομάλυνση στους ευδιάλυτους έως ανθρακικούς γεωλογικούς σχηματισμούς. Το έντονο ανάγλυφο είναι αποτέλεσμα των μεσοζωικών τεκτονικών μετακινήσεων και των τριτογενών και νεωτέρων ανυψωτικών κινήσεων και της ρηγμάτωσης που ακολούθησε. Το αποτέλεσμα του νεαρού ανάγλυφου, είναι οι σχηματισμοί πρανών με μεγάλες κλίσεις, η πυκνότητα και ποικιλία υδρογραφικών δικτύων, στον αριθμό και στη διεύθυνση. Δεν παραλείπονται οι σχηματισμοί των δολίνων και λοιπών καρστικών κοιλοτήτων.
Έχουν γίνει 12 γεωλογικές-μορφολογικές τομές στην περιοχή της λεκάνης ώστε να καθορίσουν την επιφανειακή απορροή. Εμφανίζονται τρεις λεκάνες απορροής που αντιπροσωπεύουν τα υδρογραφικά δίκτυα των κυριοτέρων χειμάρρων (Μεσάπιου 6τάξης, Πεθαμένου 5τάξης, Μορτερής 4τάξης) της κεντρικής Εύβοιας που εκβάλλουν στο Βόρειο Ευβοϊκό κόλπο. Υπάρχουν στη λεκάνη και κλάδοι μέχρι και της τρίτης τάξης. Ανήκουν σε χείμαρρους που εκβάλλουν στο Νότιο Ευβοϊκό όπως του Λίλα και στο Αιγαίο Πέλαγος από το χείμαρρο Κηρεύς.
Η λεκάνη απορροής έχει έκταση 292km$^2$ και μέσο υψόμετρο 320m που αντιπροσωπεύει 68% της συνολικής επιφάνειας της λεκάνης.

Η Εύβοια δομείται από γεωλογικές ενότητες οι οποίες ανήκουν, τόσο στις εσωτερικές, όσο και στις εξωτερικές Ελληνίδες οροσειρές. Η περιοχή χαρακτηρίζεται από έναν πολύπλοκο τεκτονισμό, ο οποίος αποτελείται από τους ακόλουθους σχηματισμούς από την βάση προς την κορυφή: Οι Αυτόχθονες ενότητες, το Νεοελληνικό τεκτονικό κάλυμμα και η Πελαγονική ζώνη των μη μεταμορφωμένων σχηματισμών.
Στην περιοχή μελέτης απαντούν σχηματισμοί της Πελαγονικής σειράς από κάτω προς τα πάνω, αποτελείται από:
- Ένα παλαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο.

- Νεοπαλαιοζωικούς ημιμεταμορφωμένους, κυρίως κλαστικούς, σχηματισμούς.
- Σχηματισμούς του Κατώτερου – Μέσου Τριαδικού (κλαστικούς σχηματισμούς, εκρηξιγενή πετρώματα και ασβεστόλιθους)
- Μη μεταμορφωμένους ανθρακικούς σχηματισμούς του Μέσου – Ανώτερου Τριαδικού – Ανώτερου Ιουρασικού.
- Επωθημένες μεγάλες μάζες οφιολιθικών πετρωμάτων, πάνω στους προηγούμενους ανθρακικούς σχηματισμούς, που συνοδεύονται από ιζήματα βαθιάς θάλασσας, συμπερλαμβανομένων και των σχηματισμών της Μαλιακής ζώνης και γενικότερα του Ηωελληνικού τεκτονικού καλύμματος.
- Επικλυσιγενείς ανωκρητιδικούς ασβεστόλιθους.
- Ιζήματα φλύσχη.

Η υδρογεωλογική λεκάνη χωρίζεται σε 5 υποπεριοχές ανάλογα με τα σημεία συγκέντρωσης των φρεάτων (πηγάδι, γεώτρηση και πηγάδι στο οποίο έχει διανοιχθεί γεώτρηση), όπου έγινε απογραφή συνόλου 675 σημείων νερού. Οι γεωλογικοί σχηματισμοί των υδροφόρων στρωμάτων της λεκάνης είναι τόσο των συμπαγών πετρωμάτων (διαρρηγμένοι οφιολιθικοί και καρστικοί υδροφόροι) όσο των χαλαρών ιζημάτων (τριτογενών και τεταρτογενών αποθέσεων υδροφόρων).
Κατά το στάδιο μελέτης και καταγραφή της στάθμης, επελέγησαν 444 φρέατα όπου μετρήθηκε δυο φορές (στη περίοδο 1996 – 1997, 2007 – 2008 και 2008 – 2009), ήτοι της θερινής και της χειμερινής περιόδου.
Οι χάρτες των ισοδυναμικών γραμμών έδειξαν γενική διεύθυνση υπόγειας ροής προς τα ΝΔκά, προς το Βόρειο Ευβοϊκό στους υδροφόρους ορίζοντες των υποπεριοχών Αρτάκης, Ψαχνών, και Πολιτικών επίσης παρατηρείται και υπόγειος άξονας ροής, ενώ στους υδροφόρους των υποπεριοχών Πισσώνος και Τριάδας η διεύθυνση ροής είναι ακανόνιστη, γενικά, προς σημεία ήπια με τη μορφολογία.
Η ανώτατη μέση άνοδος της στάθμης 3.40m σημειώνεται στο διαρρηγμένο οφιολιθικό υδροφόρο στρώμα και η χαμηλότερη 0.82m στο φρεάτιο υδροφόρο των χαλαρών ιζημάτων.

Διερευνήθηκαν επίσης τα στοιχεία της στάθμης του υπόγειου νερού προκειμένου να καθοριστούν οι εποχιακές διακυμάνσεις αναλόγως του εμπλουτισμού, ή αν η άντληση είναι αυτή που προκαλεί την πτώση της στάθμης και στα αποθέματα του νερού. Είναι σημαντικό, να γίνει αντιληπτό ότι υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που μπορεί να οφείλονται στις διακυμάνσεις της στάθμης του υπόγειου νερού.
Οι αλλαγές στα αποθέματα - ρυθμιστικά - υπόγειου νερού στην περιοχή μελέτης, είναι αποτέλεσμα επίδρασης παραγόντων, όπως οι αυξήσεις ή μειώσεις της άντλησης και των βροχοπτώσεων.
Οι αυξήσεις που επηρέασε την ποσότητα αποθεμάτων του υπόγειου νερού, υπολογίζεται (εμβαδόν $m^2$ X μέση άνοδος στάθμης m X ενεργό πορώδες%) ξεχωριστά, για τις πέντε υπολεκάνες.

Πραγματοποιήθηκαν 317 δειγματοληψίες και 8618 υπαίθριες και εργαστηριακές φυσικοχημικές και χημικές αναλύσεις νερού των φρεάτων σε τέσσερεις φάσεις (2 φορές στο καλοκαίρι και 2 στον χειμώνα). Ανιχνεύτηκαν η θερμοκρασία ºC, pH, Eh, σύνολο διαλυμένων αλάτων TDS, ηλεκτρική αγωγιμότητα μS/cm, Ca, Mg, Na, K, $HCO_3/CO_3$, Cl, $SO_4$, $NO_3$, $NO_2$, $NH_4$, salinity και σκληρότητα $CaCO_3$ σε mg/l. Επίσης ανιχνεύτηκαν τα βαριά μέταλλα Cd, Cu, Fe, Mn, Pb, Ni, Zn και Cr σε ppb. Όλες οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στα εργαστήρια υδροχημείας του ΙΓΜΕ, και στα εργαστήρια του Τομέα Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας και του Τομέα Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, ΕΚΠΑ.

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε πίνακες, ραβδοδιαγράμματα ή κυκλικά διαγράμματα και υδροχημικούς χάρτες. Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων εκτιμήθηκε ο συντελεστή προσρόφησης νατρίου SAR, ο συντελεστή Revelle, οι ιοντικές σχέσεις κατά Mandel Shiftan, οι υδροχημικές φάσεις, η κατάταξη βάσει TDS κατά Hem και DeWiest, ο δείκτης επικινδυνότητας μαγνησίου (MH), τα διαγράμματα Richards, Schoeller και Waterlot. Η έρευνα δίνει έμφαση στα κριτήρια ποιότητας του υπόγειου νερού και στις οδηγίες και τα σταθερότυπα για τις διάφορες χρήσεις.

Για την εξέταση των περιβαλλοντολογικών αλλαγών από την μέτρηση του βαθμού επιδράσεων της διαλυτότητας των ουκτολογικών των υδροφόρων σχηματισμών της περιοχής

μελέτης στο υπόγειο νερό. Έγινε συλλογή 5 δειγμάτων νερού βροχής από διάφορα σημεία στη περιοχή. Προσδιορίστηκαν σε κάθε δείγμα νερού βροχής οι ακόλουθοι παραμέτροι: pH, EC, TDS, Ca, Mg, Na, K, HCO3, Cl, SO4, NO3 και σκληρότητα CaCO3 σε mg/l.
Το ποσό και συγκέντρωση της διαλυτότητας, βρίσκεται από την συσχέτιση της συγκέντρωσης νερού βροχής με το νερό του υδροφόρου.
Προσδιορίστηκαν οι γεωγενείς και ανθρωπογενείς παράγοντες (διείσδυση του θαλασσινού νερού και γεωργικές δραστηριότητες) που ρυπαίνουν το νερό διάφορων υδροφόρων σε Na, Cl, SO4, NO3, και PO4.

Η διατριβή αναφέρεται επίσης στη μελέτη 24 πηγών και 12 φρεάτων ύδρευσης της Δημοτικής Ενότητας Ν. Αρτάκης και Μεσσαπίων. Περιγράφεται ο τύπος της πηγής, η διεύθυνση εκροής, η μορφή πηγής, οι συνθήκες λειτουργίας, η χρήση του νερού, ο τρόπος υδρομάστευσης και η παροχή ($m^3$/h). Σημειώνονται οι γεωλογικοί σχηματισμοί της υδρογεωλογικής λεκάνης της κάθε πηγής, η μορφολογία και ο τρόπος επιφανειακής ροής.
Προσδιορίζονται τα υδρογεωλογικά στοιχεία της πηγής όπως, γεωλογικός σχηματισμός, περατότητα, τύπος υδροφόρου και το αδιαπέρατο στρώμα της βάσης.
Πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία, υπαίθριες και εργαστηριακές χημικές αναλύσεις, σε δυο περιόδους (καλοκαίρι, χειμώνα) από τις πηγές και μερικά φρέατα ύδρευσης, όπως περιγράφηκε παραπάνω. Περαιτέρω, η επεξεργασία των χημικών αναλύσεων έγινε σε πολυγωνικά διαγράμματα κατά Stiff, ανάλυση σε 6 ομάδες (Cluster) και παρουσιάζεται σε σχήμα δεντρογράμματος.

Η ποσιμότητα του νερού των πηγών και των φρεάτων ταξινόμηση βάσει Schoeller είναι καλή, ικανοποιητική και μέτρια στνη περιοχή Αρτάκης, κακή στην περιοχή Καστέλλα / Ψαχνών, μέτρια στην περιοχή Πολιτικών και ικανοποιητική στην περιοχή Τριάδας.

Η ταξινόμηση του νερού τής υποπεριοχή Ν. Αρτάκης και υποπεριοχή Καστάλλας / Ψαχνών για άρδευση κατά SAR, Richards είναι χαμηλής – πολύ υψηλής επικινδυνότητας, της υποπεριοχή Πολιτικών είναι χαμηλής – υψηλής, της υποπεριοχή Πισσώνα και υποπεριοχή Τριάδας είναι χαμηλής επικινδυνότητας.

Για την εργασία υπαίθρου χρησιμοποιήθηκε GPS, τοπογραφικοί και γεωλογικοί χάρτες, δειγματολήπτης, σταθμήμετρο, τροποποιημένο βυθόμετρο, μετροταινία, γεωλογική πυξίδα και σφυρί, σκαπτικά εργαλεία, θερμόμετρο, αγωγιμόμετρα, pH, mV και salinity μέτρα (Multiparameter WTW, HACH, HANNA kits) και καλό 4X4 όχημα.
Στο εργαστήριο έγινε χρήση των σύγχρονων μεθόδων χημικής ανάλυσης όπως της ογκομετρικής, φλογοφωτομετρίας, φασματοφωτομετρίας και της ατομικής απορρόφησης, AAS.

Keywords: dynamic, quality, wells, springs, Psachna

## ABSTRACT

This thesis contains results of geomorphological, hydrogeological and hydrochemical studies achieved in the hydrogeological basin situated in the central of Euobea Island. Euboea (Evia) is the second largest Greek island in area 3.654km$^2$ after Crete, first in Aegean Sea and sixth in Mediterranean Sea.

The study area occupies about 717km$^2$, extending 39 km E – W, and 23 km N – S. The geographic coordinates 38˚ 29` - 38˚ 41` N and 23˚ 28` - 23˚ 55` E.
Total area of Dyrfis – Messapia and Nea Artaki Municipalities is included, with population 28,500 (2011).

The area lies within the temperate zone and its climate is predominanatly mediterranean.
The wetlands located in Kolovrachti “Livadi”, near springs, Delta Messapios r., and Steni Forest, however, these ecosystems are not protected under the Ramsar conservation treaty.

The majority of the economically active population in the area was engaged in Ferro – Nickel mining and agriculture which face two problems, the encroachment of housing onto fertile land and water storage in the summer times.

This work aims to:
Define the location of water bearing formations, the water level fluctuation and the ground water flow of each aquifer.
Determine the ground water quality for all aquifers along with the seasonal chemical change evaluate any indications of the sea water intrusion in the area.
Determine the water suitability of boreholes and hand-dug wells for domestic usage, drinking as well as irrigation.
Determine the aquifer system recharge and explain spring mechanism, the quality of the water, the seasonal changes in chemistry of spring water in the area of Messapia Municipality.
Declare the drinkable water of springs and wells according to H. Schoeller and C. Waterlot diagrams and also to declare the suitability of the waters for drinking according to the international standards (WHO 1993 and EU 1998) besides the comparison with the natural mineral water (ZAGORI 2009, wide consumption in the area) that conducted water analyses the same time with field sampling work of this thesis.
Determine the different pollutants their resources and their impact to the ground water.
Contribute to the knowledge of the hydrogeology of the area and guide for possible measures to be taken by the local authorities to improve the situation.

The geophysical and geological research including ore deposits explorations, and exploitation that have been carried out in Euboea Island and the study area in particular, by the Greek and the foreign geologist and the Institute of Geological and Mineral Exploration (I.G.M.E.) left bequeathed a substantial sufficient scientific base of bibliography and geological maps, on which this thesis has built on (Geological maps - Page: 44, 129 and 376).

**GEOLOGY - GEOMORPHOLOGY**

The area of Euboea Island, (Katsikatsoss G., Migiros G., et al., 1986) is characterized by a complicated geological structure consisting of the following units from base to top: *The autochthonous units, the Neohellenic tectonic nappe and the Pelagonian zone of non-metamorphic formations (Fig: 3.2, 3.3, 3.4, and 3.5).*

The autochthonous units is a system of metamorphic formations, of great thickness, consisting mainly of marbles and schist, found in southern Euboea.

In southern Euboea the autochthonous system is represented by the Almyropotamos unit, consisting of series of grained marbles of great thickness (about 2000 m), passing upwards to formations of metaflysch.

The marbles of Almyropotamos, based on geological data of the area and fossils, are divided, from base to top, into the following stratigraphic horizons, (Katsikatsos, 1971, 1976 and 1977): a/ Upper Triassic marbles, b/ Jurassic to Turonian (incl.) marbles, c/ Upper Cretaceous-Eocene marbles and d/ metaflysch formations.

The autochthonos unit belong the external geotectonic zone of the Hellenides

The Neohellenic nappe, includes the metamorphic formations which occur on southern Euboea, where they lie overthrust as huge nappe on the autochthonos units of the above areas.

The nappe consists of the Styra and Ochi tectonic units.

*The tectonic unit of Styra*, is a series of medium – beded marbles and cipolins with intercalations of mica schist, passing gradually sometimes into quartzites. It underlies tectonically the Ochi unit and overlies the metaflych or marbles of the autochthonous unit of Almyromotamos. Ophiolitic bodies, frequently occur in the tectonic contact.

The thickness of the Styra unit in some area exceeds the 1000 m. Tremba et al, 1975, gave an Upper Cretaceous age for the marbles of the upper unit.

*The tectonic unit of Ochi,* is consists of matasediments, mainly meta pelites with is intercalations of red or black quartzite and of metabasites and metatuffs. Generally, in these rocks, Na-amphiboles are abundant (mainly glaucophane), as well as epidote and locally lawsonite.

The formations of this unit present a thickness of more than 1000 m and tectonically overlie the Styra unit. In their bottom (in the tectonic to the Styra unit) serpentinite bodies occur.

The Pelagonian zone, is overthrust on the tectonic units of Southern Euboea (Fig: 3.6). In the area of Central and Northern Euboea in the Pelagonia zone of non metamorphic formation, the following horizons participate, from base to top (Katsikatsos G., 1977):

*Crystalline basement*, consists of ortho and para-rocks mainly of biotite and less of muscovite gneiss-schists, passing in places to mica. Amphibole gneisses are also found.

Epimetamorphic classic sediments of Permian and Carboniferous age overlie the crystalline basement. The visible thickness of the crystalline basement exceeds the 800.

*Neopaleozoic series of clastic formations* consists of slightly metamorphic sandstones, typical arkoses, phyllites and chlorite schists, in alternations. The thickness of the series in Central Euboea exceeds the 1000 m.

*Lower-middle Triassic formations* consist mainly of three groups of rocks: a/ clastic rock, mostly metasandstonses, a/ bacic igneous rocks, which are usually submarine effusions of basaltic magma, and c/ limestone intercalations, with considerable thickness. These formations have thickness exceeds the 500 m. and they are found generally in stratigraphic discordance on the neopaleozoic formations.

*Middle and Triassic-Upper Jurassic limestones and dolomites*, they are carbonate rocks of great thickness, usually more than 1000 m., deposited in a shallow or not deep sea. The area of this sea constituted a large platform. The contact of these middle Triassic-upper jurassic formations is generally normal.

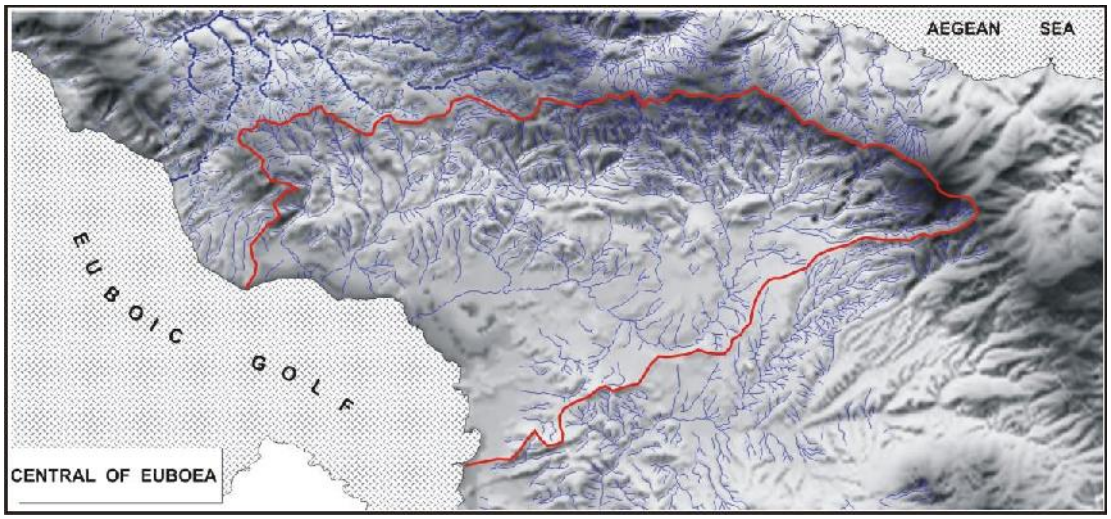
*Eohellenic tectonic nappe*, includes formations deriving from the ocean, which existed during the Triassic and Jurassic in the area of “Almopia zone”. At the end of the Upper Jurassic this ocean closed due to the :”approaching” of the tectonic plates and the formations were ejected from the ocean, were pushed and finally deposited, tectonically, on the platform of the Pelagonian zone.
The formations of this Eohellenic tectonic nappe have been divided (Katsikatsos, 1977) according to their lithological composition, origin and tectonic placement into; a/ the volcanosedimentary formations and b/ the masses of ultrabasic rocks.

*Upper Cretaceous limestones*, their deposition starts from Cenomanian and continues up to Mastrchtian. They are trangressive Limstones on the pre-cenomanian formations and their thickness fluctluates, ranging from 150 m. up to 800 m.

*Flysch.* The mastrichtian limestones generally pass upward to flysch sediments, which consist mainly of sandstones and schists with local limestone intercalations.
The post-alpine deposits in the Central Euboea consist of Neogene sediments undivided, recent and old Quaternary sediments and Quaternary – Neogene volcanics.

The ore deposits of the study area include Iron – Nickel ore, Magnesite deposits, Manganese and Chromium orebodies. Some of the ore deposits still under exploitation, others in depletion stage or without economical benefits.
*The Iron – Nickel ore deposits*, underlyie conformably the upper cretaceous limestones and uncomformably overlyie the Precenomanian formations. Sometimes they are intercalated within the base of the upper Cretaceous limestones. Compact ore (and, or) pisolitic usually with chert rubbles. Their length ranges from a few up to 1500 m and the thickness up to 30 m. The percentage of the nickel in the ore is generally more than 1%. They are considerable ore deposits under intensive exploitation by Larco GMMSA General Mining.
*The magnesite ore deposits* occur into the perodotites and serpentines of the schist-chert formatiom, as typical veins and principally as a net of veinlets (stockwerk). Within 4 decades they reached the depletion phase.
*The manganese* exists in phase of small concentrations pyrolustites in the serpentonites and the radiolarites in the contact schist-chert with the underlying Jurassic limestones.
Lenticular compact orebody and best quality metalliferous chromite, have been extracted completely before 4 decades.

The hydrogeological basin of the study area, (central Euboea) develops on a typical mountainous limestone terrain very clearly observed the hilly landscape characterized by runoff and intense erosion and smoothing processes of the dissoluble geological formations. The existing hard relief has resulted from the tertiary evolution and following uplift and faulting. The drainage type and the flow direction are governed by the the relief formed in the Quaternary. Karstic forms such aw dolines, concaves into Jurassic and Triassic limestone formations are frequently seen (Photo: 4.1, Page 62 and 63).



The geographic location of the three high mountain (Kandilion 1278 m at the western side, Dyrfis / Pixaria 1743 m in the NE and Olympos 1172 m in the SE) controls the hydrologic, hydrogeologic and the climatic conditions (temperature, winds, precipitation etc.) in the C. Euboea and the study area.
The Central Euboea is crossed by stream systems, which drain and discharge into the Euboean Gulf and the Aegean Sea. The hydrogeological basin of the study area consist streams, which drain to Northern Euboean Gulf, namely the Messapios, Morteri and Pethameno rivers. All of them have dendritic stream pattern characteristics (Fig: 4.5).
The mean altitude of drainage basins is 320 m, calculated (morphometry) from the topographic maps, which represents about 68% of the total area of the basin (291 $km^2$). The heart shape drainage basin perimeter (watershed) is 94 km, drain axis inclination 24%, (along a SW – NE transect) and drain coefficient is 1.4 (Tab: 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 and Fig: 4.6)
River Messapios is the largest drainage basin in area (229 $km^2$) followed by Pethameno river (40 $km^2$) and Mopteri river (22 $km^2$).
The total length of Messapios stream is 160 km, the network density is 0.7, and the network intensity is 0.03. River Messapios is a $6^{th}$ order stream (Strahler) with water flow until mid spring.
The total length of Pethameno stream is 31 km, the network density is 0.8, and the network intensity is 0.03. River Pethameno is a seasonal $5^{th}$ order stream (Strahler).
The total length of Morteri stream is 14 km, the network density is 0.6, and the network intensity is 0.18. River Morteri is a seasonal $4^{th}$ order stream (Strahler).

**HYDROGEOLOGY**

The hydrogeological characteristics of the main lithological and geological units (thickness, and spread area) in the study area described as unconsolidated rocks and consolidated hard or fissured rocks (Photo: 8.1, Fig: 8.1, 8.2, 8.3, 8.4 and 8.5)

**Unconsolidated sediments**

The Central of Euboea Island or Palioura basin (Melidonis, 1960) consist a tectonic basin, with considerable pale – relief filled firstly by neogene marine sediments and/or later by younger quaternary sediments.
The neogene formations and the overlying alluvial deposits occupy wide areas of Kastella / Psachna basins and Politica basin, and have a variable thickness of up to 30 m.
These formations (micro-permeable, changeable thickness and permeability) which developed in low plain area and close to stream banks, in different lithologic phases (limestone and dolomite conglomerate, psammite, marls, roundstones and loosed materials) bear considerable unconfined (freatic) aquifers into Kastella / Psachna basin (ΧΑΛ1) and Politica basin (ΧΑΛ2), where are streams recharge ponds. The above aquifers are subject to extensive exploitation by large number of freatic water wells.

**Consolidated formations**

The carbonate macro-permeable rocks of study area fall into two main categories; the first are of Jurassic age the second are develops in Upper Cretaceous limestone.
The thick Jurassic limestone bears ground water (unconfined aquifer ΑΣ1) in the area of Nea Artaki – Pissonas basins, which overlies the aquiclude bed consisting of phyllites and shales. The yield of water boreholes (depth 120 – 220 m) in the area is very high.
The Cenomanian transgressive limestone occurrence in Kastella area is very limited and its small thickness bears ground water (unconfined aquifer ΑΣ2) without quantity interest. Overlying aquiclude bed of iron – nickel ore deposits in one side and impermeable ophiolites in other side.
The aquifer discharge obliquely to the aquifer (ΧΑΛ1) and was seepage reported in the area.
In the area north of Politica the Cenomanian limestone (unconfined aquifer ΑΣ4) is discharged by group of springs in contact with underlying ophiolitic stratum.

The outlier of ultrabasic ophiolitic rocks covers a large space in the study area and Central Euboea. The ensuing tectonics and erosion activities created secondary porosity (rocks crack, bursting, fissure and fault) and macro–permeable zones in the bed surface, which later became ground water reservoir or high yield ophiolite aquifers (Lekkas et al).

The thickness of the water–bearing bed is equal to the secondary porosity depth ( Drakopoulos et al, 1988) ≈ 46 m measured in deepest well.
Although its a unique ophiolitic water–bearing bed, but no hydraulic interaction observed between the aquifers (ΟΦ1 / ΟΦ1Β in Artaki basin, ΟΦ2 in Kastella / Psachna basin, ΟΦ3 in Pissonas basin, ΟΦ4 in Triada basin and ΟΦ5 in Politica basin) in the area.
The water–bearing ophiolitic bed, also undergoes also, recharge from the ephemeral streams.

#### SPRINGS & WELL (LOCAL WATER SUPPLY)

The total number of studied springs and dug wells is 26 whereas drain aquifers in fissured / fractured ophiolitic formations or karstic lminestones. Most of springs discharge the karstic formations, whereas all the wells discharge from the ophiolite. The maximum discharge flow of springs in ophiolitic sources 108 $m^3/h$ and the maximum discharge of springs karstic sources 144$m^3/h$ (Distribution of springs – Page: 458 ).

#### HYDROCHEMISTRY

**N. Artaki basin**

The groundwater of the ultrabasic ophiolitic rocks is alkaline and the hydrochemical phase is Ca-Na, $HCO_3$-Cl-$SO_4$ (Back, 1966). During the hydrological year the chemistry ranges from fresh to saline water (TDS) and high hardness according to Hem (Tab: 9.2).
The groundwater is very contaminated by sea water intrusion (Revelle). The reported high values of the parameters $SO_4$, Na and Cl, is the influence of geogenic factors by sea water.
The high values of the parameters Cl, $NO_3$, $NH_4$ and $PO_4$ in the water is attributed to anthropogenic factor that is, the use of fertilizers. The groundwater suitability in the southern part (Artaki / Vatonda) is classified into C3 salinity and S1 sodic hazard, but in the northern part (Duo Vouna - Ibrahimaga) is classified into C4, C5 and S2 salinity and sodic hazard. It is not suitable for irrigation usage causing fruition problems, but is suitable for livestock.
The water of the boreholes that supply N. Artaki Municipality is classified as moderate fresh water TDS, with high hardness, contaminated by sea water.
Salty spots remain in utensils when the water used for washing up.
According to Waterlot the quality for human drinking is very bad, whereas this water did not exceed the parametric values for drinking standard that recommended by the regional and the international organizations.

**Kastella / Psachna basin**

The groundwater from ultrabasic ophiolitic sources, karstic and the unconsolidated sediments is alkaline and the hydrochemical phase is Ca-Na, $HCO_3$-Cl-$SO_4$ and $HCO_3$-Cl-$SO_4$, Ca-Na (Back, 1966). The water is classified high hardness according to Hem, and classified as fresh to saline water, TDS (Tab: 10.2 and 10.3).
It is use in irrigation leaves white spot (calcite salt) beside. The same happens after the washing – up of kitchen utensils.
The groundwater is very contaminated by sea water intrusion (Revelle).
The reported high value of the parameters $SO_4$, Na and Cl, is attributed to geogenic factors.
The high values of the parameters Cl, $NO_3$, $NH_4$, $NO_2$ and $PO_4$ in the groundwater is attributed to anthropogenic factor mainly by fertilizers uses.
The groundwater suitability for irrigation is classified into C2, C3 and C4 salinity hazard and S1 and S2 sodic hazard. It is not suitable water for irrigation usage, causing fruition problems but is suitable for livestock.
The water of the shallow dug wells and boreholes (for local supply) is classified as hard water according to Hem, and moderate fresh water, TDS. According to C. Waterlot the quality for human drinking ranges from moderate to bad. It is highly contaminated by sea water (Revelle).
The concentrations of the parameters $NO_3$ and Cl exceeded the parametric value for drinking standard that recommended by the regional and the international organizations.

**Politica basin**

The groundwater of the ultrabasic ophiolitic rocks and the unconsolidated sediments is alkaline and the hydrochemical phase is Ca-Na, $HCO_3$-Cl-$SO_4$ and Cl-$SO_4$,- $HCO_3$ (Back, 1966). It is very hard water according to Hem and classified as fresh to saline water TDS (Tab: 11.2 and 11.3).

Its uses in irrigation leaves white spots (C. salt) behind. The same happens after the washing – up of kitchen utensils.
The groundwater is very contaminated by sea water intrusion (Revelle). The reported high values of the parameters $SO_4$, Na and Cl, is influenced is attributed to geogenic factors.
The high values of the parameters Cl, $NO_3$, $NH_4$, $NO_2$ and $PO_4$ in the groundwater is attributed to anthropogenic, that is use of fertilizers uses.
The groundwater suitability for irrigation is classified into C2, C3 and C4 salinity hazard and S1, S2 and S3 sodic hazard. It is not suitable water for irrigation usage, causing fruition problems but can be suitable for livestock.
According to C. Waterlot the potability of the borehole water which supplies the Private Houses Triton is bad. The concentrations of the parameter Cl exceeded the parametric value for drinking standard, recommended by the regional and the international organizations. It is fresh water TDS, very hard water according to Hem and contaminated by sea water.

**Pissonas basin**
The groundwater of the ultrabasic ophiolitic and karstic sources is alkaline and the hydrochemical phase (Back, 1966) is Ca-Na, $HCO_3$-Cl-$SO_4$ and Cl-$SO_4$,- $HCO_3$.
According to Hem it is very hard water and cassified from fresh to moderate fresh water, TDS (Tab: 12.2).
It is use in irrigation leaves white spots (C. salt) behind. The same happens after washing – up – of kitchen utensils.
The high value concentration of the parameters Cl, $NO_3$, $NH_4$, $NO_2$ and $PO_4$ in the groundwater is attributed of anthropogenic factor by the use of fertilizers.
The groundwater suitability for irrigation is classified into C3 salinity hazard and S1 sodic hazard. It is not suitable water for irrigation usage causing fruition problems, but is suitable for livestock.

**Triada basin (Agios Dimitrios)**
The groundwater of the ultrabaic ophiolitic sources is alkaline and the hydrochemical phase (Back, 1966) is Ca-Na, $HCO_3$-Cl-$SO_4$.
It is hard water according to Hem and classified as fresh to moderate fresh water, TDS (Tab: 13.2).
It is use in irrigation leaves white spots (calcite salt) behind. The same happens after the washing – up of kitchen utensils.
The high value concentration of the parameters Cl, $NO_3$, $NH_4$, $NO_2$ and $PO_4$ in the groundwater is attributed to anthropogenic factor mainly that is, the use of fertilizers.
The groundwater suitability for irrigation is classified into C3 salinity hazard and S1 sodic hazard. It is not suitable for irrigation usage, creating fruition problems but is suitable for livestock.
According to C. Waterlot the water quality of the dug well water in the farm of Mrs. Fotou is bad although did not exceed parametric limits for drinking standard, recommended by the regional and the international organizations. It is fresh water TDS, and very hard according to Hem.

**Ophiolitic springs supply Messapia Municipality**
The ρH value 7.7 έως 8.4, T. °C 14.0 - 16.5, Eh mV -41 to -75, salinity 0.20 to 0.37, TDS 241 to 881 mg/l, Calcium Ca 29.01 – 60.50 mg/l, Magnesium Mg 14.00 to 120.50 mg/l, Sodium Na 12.00 to 28.00 mg/l, Potassium K 0.01 – 0.50 mg/l, Bicarbonate $HCO_3$ 175.0 to 520.0 mg/l, Chloride Cl 18.0 to 150.0 mg/l, Nitrate $NO_3$ 10.11 to 19.40 mg/l, Sulfate $SO_4$ 4.00 to 18.75 mg/l, Nitrite $NO_2$ 0.01 to 0.05 mg/l, Total hardness $CaCO_3$, 150 to 680 mg/l.
Trace elements: Cr (total) 11 to 41 ppb, Fe 2 to 22 ppb και Mn 2 ppb (Results of chemical analysis – Page 366).
According to H. Schoeller the water quality of springs which discharge ophiolitic formations is good besides and not exceed the parametric limits of drinking standards recommended by the organizations (WHO, EU). It is fresh water, TDS with high hardness, Hem. It is use in irrigation leaves white spots (calcite salt) behind and the same happens after the washing – up of kitchen utensils.

**Karstic springs supply Messapia Municipality**

The ρH value 7.3 to 8.1, T °C 14.0 to 16.0, Eh mV -20 to -46, Salinity 0.20 έως 0.47, TDS 309 to 714 mg/l, Calcium Ca 36.0 to 140.00 mg/l, Magnesium Mg 1.22 to 89.91 mg/l, Sodium Na 7.25 to 34.50 mg/l, Potassium K 0.10 to 0.30 mg/l, Bicarbonate $HCO_3$ 150.0 to 390.0 mg/l, Chloride Cl 12.0 to 155.0 mg/l, Nitrate $NO_3$ 8.50 to 30.00 mg/l, Sulfate $SO_4$ 5.00 to 25.30 mg/l, Nitrite $NO_2$ 0.01 to 0.04 mg/l, Hardness $CaCO_3$, 195.0 to 480 mg/l.

Trace Elements: Cr (total) 7 to 42 ppb, Fe 2 to 28 ppb και Mn 2 ppb (Results of chemical analysis – Page 366).

According to H. Schoeller, the water quality of springs which discharges karstic formations is satisfactory besides did not exceed the parametric limits of drinking standards recommended by the organizations (WHO, EU). It is fresh water TDS, and highly hardness Hem. It is use in irrigation leaves white spots (calcite salt) behind and the same happens after washing – up – of kitchen utensils.

**Water wells supply Messapia Municipality**

The water of the dug wells which supply the Municipality is alkaline.

the value of ρH 7.5 to 8.1, T °C 14.0 to 16.0, Eh mV -33 to -54, Salinity 0.29 to 0.65, TDS 449 to 684 mg/l, Calcium Ca 56.10 to 116.16 mg/l, Magnesium Mg 10.00 to 30.00 mg/l, Sodium 22.00 to 87.00 mg/l, Potassium K 0.10 to 0.80 mg/l, Bicarbonate $HCO_3$ 165.0 to 380.0 mg/l, Chloride Cl 10.0 to 260.0 mg/l, Nitrate $NO_3$ 11.45 to 30.00 mg/l, Sulfate $SO_4$ 15.00 to 37.00 mg/l, Nitrite $NO_2$ 0.01 – 0.04 mg/l, Total hardness $CaCO_3$, 250.0 to 350.0 mg/l.

Trace elements: Cd < 4 ppb, Cr (total) < 22 ppb, Fe 5 – 55 ppb και Mn <2 ppb (Results of chemical analysis – Page 366).

According to H. Schoeller the water quality of the dug wells, which pump aquifers in ophiolite, karstic and neogene-quaternary sediments is satisfactory, also did not exceed the parametric limits of drinking standards recommended by the organizations (WHO, EU). It is fresh water TDS, with high hardness, Hem. It is use in irrigation leaves white spots (calcite salt) behind and the same happens after washing – up – of kitchen utensils.

# *ΜΕΡΟΣ ΙΙ*

**2- ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ**

**3- Η ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ**

**4 – ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ**

**5- ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΤΩΝ ΥΔΡΟΦΟΡΩΝ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ**

**6- ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΑΤΟΗΤΑ**

**7- ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ**

# 2- ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ
# Geographic setting

## 2.1. ΝΗΣΟΣ ΕΥΒΟΙΑΣ

Η Εύβοια, είναι το μεγαλύτερο νησί του Αιγαίου πελάγους, και το δεύτερο (μετά την Κρήτη) νησί της ελληνικής επικράτειας. Η συνολική έκταση της φτάνει περίπου 3.684 km². Εκτείνεται κατά μήκος της βορειοανατολικής Στερεάς Ελλάδας από τον Μαλιακό κόλπο μέχρι κατ` έναντι και βορειοανατολικά της Ραφήνας, χωριζόμενη απ` αυτή από τον Ευβοϊκό κόλπο (Σχ.2.1).

Γενικά το σχήμα της είναι στενόμακρο με πεπλατυσμένες τις δυο άκρες της, και περί το μέσον αυτής. Εκτείνεται με διεύθυνση από βορειοδυτικά προς νοτιανατολικά, έχοντας περίπου συνολικό μήκος 180km και κυμαίνεται σε πλάτος από 8 μέχρι 50km.

*Σχ.2.1:Γεωγραφική θέση της υδρογεωλογικής λεκάνης περιοχής έρευνας στην Κεντρική Εύβοια όπως αυτή ορίζεται από την γραμμοσκιασμένη επιφάνεια. 1, Δήμος Χαλκιδέων.2, Διρφύων – Μεσσαπίων.3, Ερέτριας.4, Ιστιαίας – Αιψηψού.5, Καρύστου.6, Κύμης – Αλιβερίου.7, Μαντουδίου – Λίμνης – Αγίας Άννας. 8, Σκύρου.*
*Fig.2: location map showing the hydrogeological basin of study area in the central of Evia Is.*

Το νησί Εύβοια μαζί με το νησί Σκύρος και ένα κομμάτι της Βοιωτικής ακτής (απέναντι από Χαλκίδα) αποτελούν διοικητικά τον Νομό Εύβοιας της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας ή Κεντρικής Ελλάδας (Πίν.2.1)

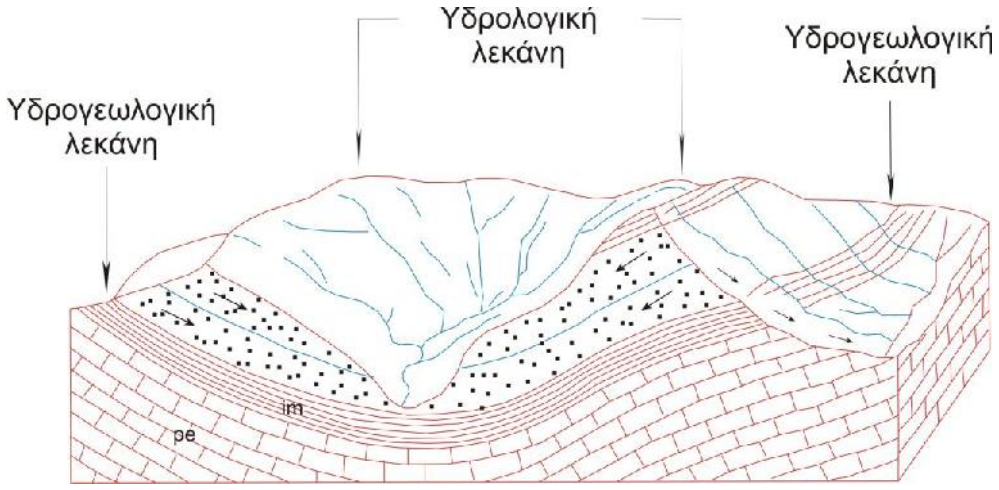
*Πίν.2.1:* Διοικητική διαίρεση της περιοχής έρευνας (Καλλικράτης, 2011)

| |
|---|
| ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ |
| ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΕΥΒΟΙΑΣ |
| ΔΗΜΟΣ ΔΙΡΦΥΩΝ - ΜΕΣΣΑΠΙΩΝ |
| ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΔΙΡΦΥΩΝ & ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΜΕΣΣΑΠΙΩΝ |
| ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ |
| ΤΟΠΙΚΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ |

## 2.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ

Η υδρογεωλογική λεκάνη είναι μια υδρογεωλογική ενότητα που περιέχει ένα μεγάλο ή περισσότερους αλληλοσυνδεόμενους υδροφόρους (Todd 1980). Μια

υδρογεωλογική λεκάνη σημαίνει, με άλλα λόγια, μια περιοχή που περιλαμβάνει υπόγεια αποθήκη ικανή να δώσει αξιόλογη ποσότητα νερού. Τέτοια λεκάνη μπορεί να συμπίπτει ή όχι με μια φυσιογραφική μονάδα, ή με μια υδρολογική λεκάνη. Η τελευταία είναι ταυτόσημη με τη λεκάνη απορροής, δηλαδή με τη λεκάνη ενός υδρορεύματος που ορίζεται από την υδροκριτική γραμμή ή τον υδροκρίτη, που είναι η γραμμή εκατέρωθεν της οποίας τα επιφανειακά νερά ρέουν προς αντίθετες κατευθύνσεις. Με άλλα λόγια, η λεκάνη απορροής είναι η φυσιογραφική ενότητα που τροφοδοτεί με επιφανειακό νερό ένα υδρόρευμα, ενώ υδρογεωλογική λεκάνη είναι η γεωλογική ενότητα που τροφοδοτεί με επιφανειακό νερό έναν υδροφόρο ή ένα υδροφόρο σύστημα. Η λεκάνη απορροής και η υδρογεωλογική λεκάνη μπορεί να συμπίπτουν ή όχι. Σε μια κοιλάδα που διαμορφώνεται ανάμεσα σε βουνά, η υδρογεωλογική λεκάνη είναι δυνατό να κατέχει μόνο το κεντρικό τμήμα της λεκάνης απορροής. Αντίθετα, στους καρστικούς σχηματισμούς και στους αμμόλοφους οι λεκάνες είναι τελείως διαφορετικές και συχνά ανεξάρτητες ανάμεσα τους (Σχ.2.2).




*Σχ.2.2: Παράδειγμα στο οποίο δεν συμπίπτουν η υδρολογική και η υδρογεωλογική λεκάνη. Τα στικτά στρώματα είναι διαπερατά, εκείνα με συνεχή γραμμή στεγανά (Desio 1959).*
*Fig.1: schematic section the relation between hydrologic and hydrogeologic basins. im, impermeable. pe, dry (Desio 1959).*

## 2.3. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η υδρογεωλογική λεκάνη της υπό μελέτη περιοχή βρίσκεται στην Κεντρική Εύβοια στη γεωγραφική θέση μεταξύ των ισημερινών γραμμών 38$^{O}$ 29΄ - 38$^{O}$ 41΄ και παραλλήλων 23$^{O}$ 28΄ - 23$^{O}$ 55΄, καταλαμβάνει έκταση περίπου 717 Km$^2$, μήκος 39 km, και πλάτος 23 km (Σχ.2.1).
Η περιοχή της υδρογεωλογικής λεκάνης περιλαμβάνει σχεδόν ολόκληρη την έκταση της Δημοτικής Ενότητας Νέας Αρτάκης, ολόκληρη την έκταση της Δημοτικής Ενότητας Μεσσαπίων και σημαντικό τμήμα της Δημοτικής Ενότητας Διρφύων στην Περιφερειακή Ενότητα Εύβοιας ( σχέδιο Καλλικράτης 2011).
Οι κοινότητες και οικισμοί που υπάγονται στην περιοχή της ερευνητικής λεκάνης αναφέρουμε Ψαχνά, Παγώντα, Νεροτριβιά, Δάφνη, Πολιτικά, Κυπαρίσσιον, Καμάριτσα, Σταυρός, Λαμάρη, Γλυφάδα, Άκραι, Αγ. Σοφία, Μύλοι, Λιμνιώνας, Κοντοδεσπότιον, Μακρυμάλλη, Καστέλα, Νέα Αρτάκη, Βατώντα, Πεισσώνα, Πύργος, Πλατάνια, Μακρυκάπα, Πούρνος, Αμφιθέα, Καθένοι, Παλιούρα, Λούτσα, Αγ. Αθανάσιος, Μίστρος, Στενή Δίρφυς, Κάτω Στενή, Στροπώνες, Άτταλη, Κάμπια, Τριάδα, Μαυρόπουλο, και Θεολόγος. Οι τρεις αναφερόμενες Δημοτικές Ενότητες στην απογραφή του 2001 αριθμούσαν 29.810 κατοίκους.

Η περιοχή της υδρογεωλογικής λεκάνης δομείται από χαλαρούς σχηματισμούς του τεταρτογενούς, και τριτογενούς στα χαμηλότερα τοπογραφικά σημεία, και από συμπαγείς σχηματισμούς μεσοζωϊκούς και νεοπαλαιοζωικούς, στα υψηλότερα μέρη.

Η λεκάνη αποστραγγίζεται από χείμαρρους που εκβάλλουν στο Αιγαίο και στο Βόρειο Ευβοϊκό, όμως ένα μικρό τμήμα στο νοτιοανατολικά της περιοχής αποστραγγίζεται από τον Λίλα χείμαρρος και εκβάλλει στο Νότιο Ευβοϊκός Κόλπο.
Στην περιοχή απαντούν πλούσια υδροφόρα μεγάλων διαστάσεων, τόσο στα συμπαγή και διερρηγμένα πετρώματα, όσο και στα χαλαρά πετρώματα, η υδροφορία αυτή, είναι αρκετή για να καλύπτει τις ανάγκες των κατοίκων με νερό κατάλληλο σε κάθε χρήση.

### 2.4. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ – ΥΔΡΟΒΙΟΤΟΠΟΙ

*Υγροβιότοπος ή υγρότοπος* είναι κάθε τόπος που καλύπτεται μόνιμα ή εποχιακά από ρηχά νερά ή που δεν καλύπτεται ποτέ από νερό αλλά έχει υγρό υπόστρωμα για μεγάλο διάστημα του έτους.
Οι γενικές κατηγορίες στις οποίες συνηθίζεται να χωρίζονται οι υγρότοποι στην περιοχή της λεκάνης είναι: δέλτα, έλη, λίμνες, λιμνοθάλασσες, πηγές, εκβολές, ποταμοί.
- Υγροβιότοπος Λιβάδι ‘’Κολοβρέχτης’’ στην περιοχή Δυο Βουνά, και ανήκει στους Δήμους Νέας Αρτάκης και Μεσσαπίων. Το μεγαλύτερο τμήμα του υγροτόπου Κολοβράχτης είναι εσωτερικά έλη και το υπόλοιπο τμήμα είναι παράκτια έλη.
- Δέλτα, εκβολές και κοίτη ποταμών, Μεσσαπίου, Μορτερής και Πεθαμένου.
- Παράκτια και θαλάσσια ζώνη.
- Πηγές νερού.
- Δίρφη: Δάσος Στενή

### 2.5. ΚΛΙΜΑ

Το κλίμα της περιοχής έχει σε γενικές γραμμές τα χαρακτηριστικά του Μεσογειακού κλίματος, δηλαδή ήπιους και βροχερούς χειμώνες, σχετικά θερμά και ξηρά καλοκαίρια και μεγάλη ηλιοφάνεια όλο σχεδόν το χρόνο.
Από κλιματολογικής πλευράς, το έτος μπορεί να χωριστεί κυρίως σε δύο εποχές: Την ψυχρή και βροχερή χειμερινή περίοδο που διαρκεί από τα μέσα του Οκτωβρίου και μέχρι το τέλος Μαρτίου και τη θερμή και άνομβρη εποχή που διαρκεί από τον Απρίλιο έως τον Οκτώβριο.
Κατά την πρώτη περίοδο οι ψυχρότεροι μήνες είναι ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος, όπου κατά μέσον όρο η μέση ελάχιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 5 -10 ºC στις παραθαλάσσιες περιοχές, από 0 - 5 ºC στις ηπειρωτικές περιοχές και με χαμηλότερες τιμές κάτω από το μηδέν στις βόρειες περιοχές.
Κατά τη θερμή και άνομβρη εποχή ο καιρός είναι σταθερός, ο ουρανός σχεδόν αίθριος, ο ήλιος λαμπερός και δεν βρέχει εκτός από σπάνια διαλείμματα με ραγδαίες βροχές ή καταιγίδες μικρής όμως διάρκειας.
Η θερμότερη περίοδος είναι το τελευταίο δεκαήμερο του Ιουλίου και το πρώτο του Αυγούστου οπότε η μέση μεγίστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 30 ºC μέχρι 40 ºC. Κατά τη θερμή εποχή οι υψηλές θερμοκρασίες μετριάζονται από τη δροσερή θαλάσσια αύρα στις παράκτιες περιοχές της χώρας και από τους βόρειους ανέμους (ετήσιες) που φυσούν κυρίως στο Αιγαίο.
Η Άνοιξη έχει μικρή διάρκεια, διότι ο μεν Χειμώνας είναι όψιμος, το δε καλοκαίρι αρχίζει πρώιμα. Το Φθινόπωρο είναι μακρύ και θερμό και πολλές φορές παρατείνεται και μέχρι τα μισά του Δεκεμβρίου.
Από τις διατριβές των Σ. Κοτίνη - Ζαμπάκα, «Συμβολή στη μελέτη του κλίματος της Ελλάδας», 1983, ΑΠΘ, και Φ. Κανδήλη, «Ο Υετός στην Στερεά Ελλάδα», 1988, ΕΚΠΑ, αυτές επιγραμματικά συνάγονται (από τους Σ. Λέκκας και Συν., 1998) τα εξής:

- η μέση ετήσια θερμοκρασία ανέρχεται στους 15 $^0$C.
- η μέση ετήσια διαφορά μεταξύ μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας είναι της τάξης των 18-20 $^0$C.
- η μέση σχετική υγρασία για μεν την περίοδο Νοεμβρίου - Φεβρουαρίου κυμαίνεται μεταξύ 75και 80% για δε την περίοδο Ιουνίου - Σεπτεμβρίου μεταξύ 50 και 70%.

- το μέσο ετήσιο ύψος βροχοπτώσεων, κυμαίνεται ανάλογα του υψομέτρου μεταξύ 700 και 1200 mm.
- το μέσο ετήσιο ύψος βροχής παρουσιάζει μια αύξηση από τα δυτικά παράλια (Ευβοϊκός κόλπος) προς το εσωτερικό (δευτερεύουσα ομβροπλευρά).
- παρατηρούνται σημαντικές κλιματικές διαφορές από τα δυτικά προς τα ανατολικά της Εύβοιας εξ αιτίας της παρουσίας στα μεν δυτικά της θάλασσας του Ευβοϊκού κόλπου, στα δε ανατολικά του πολύμορφου Αιγαίου Πελάγους.
- οι ορεινές μάζες του Κανδηλίου και της Δίρφυος διαμορφώνουν και αυτές σε τοπικό επίπεδο το μικροκλίμα των περιοχών.
- το κλίμα είναι ξηρότερο προς τα δυτικά και πιο υγρό προς τα ανατολικά.
- Απαντώνται τρεις βιοκλιματικοί τύποι που αντιστοιχούν σε μια ποικιλία μεσογειακών κλιματικών συνθηκών. Κατά μήκος του Ευβοϊκού κόλπου το βιοκλίμα χαρακτηρίζεται ως ασθενές θερμο-μεσογειακό και αντιστοιχεί σε αριθμό βιολογικώς ξηρών ημερών κατά την θερμή και ξηρά περίοδο, μεταξύ 100 και 125. Αντίθετα προς το εσωτερικό γίνεται έντονο μεσο-μεσογειακό και προς τα βόρεια και τα υψηλότερα υψόμετρα ασθενές μεσο-μεσογειακό, οπότε και οι βιολογικώς ξηρές ημέρες περιορίζονται μεταξύ 40 και 75.
- Οι περιοχές κοντά στις ακτές και στα χαμηλότερα υψόμετρα, εντάσσονται στον ημίξηρο βιοκλιματικό όροφο με μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα 3 -7 $^0$C. προς το εσωτερικό και την υψηλότερη ζώνη εμφανίζεται ο ύφυγρος βιοκλιματικός όροφος με μέση θερμοκρασία ψυχρότερου μήνα 0-3 $^0$C.

### 2.6. ΓΕΩΡΓΙΑ

Η γεωργία στην Εύβοια είναι από τα παλαιότερα και βασικά επαγγέλματα που υποστηρίζουν την οικονομία της νήσου. Ιδιαίτερα στην περιοχή της κεντρικής Εύβοιας όπου ένα σημαντικό ποσοστό των κατοίκων ασχολείται από τα παλαιά χρόνια και μέχρι σήμερα. Επίσης, στα τελευταία 40 χρόνια η εκμετάλλευση του σιδηρονικελιούχου κοιτάσματος της περιοχής στα διάφορα έργα της Λάρκο ΑΕ είχε ως αποτέλεσμα μεγάλο ποσοστό από τους κατοίκους να έχει εγκαταλείψει την γεωργία και εργάζεται στα διάφορα έργα της Εταιρίας στη περιοχή.

Η μορφολογία του νησιού όπως περιγράφεται ποικίλει από έντονα ορεινή (Δίρφυς 1743μ, Κανδήλιον 868μ. Όλυμπος 1171μ.), λοφώδης έως και πεδινή αφήνοντας περιορισμένες πεδινές γεωργικές εκτάσεις, οι μεγαλύτερες των οποίων βρίσκονται στο κεντρικό τμήμα του νησιού και είναι κατά σειρά έκτασης, ο κάμπος Καστέλλας – Ψαχνών, ο κάμπος Τριάδας, ο κάμπος Πολιτικών, ο κάμπος Πεισσώνα και κάμπος Αρτάκης, που απειλούνται σήμερα με επέκταση της οικιστικής ανάπτυξης.

Οι γεωργικές εκτάσεις αυτές δημιουργήθηκαν στο τεκτονικό βύθισμα της κεντρικής Εύβοιας και μετά την κάλυψη του με νεογενές και τεταρτογενές αποθέσεις και λεπτό στρώμα εδάφους που δημιουργήθηκε μετά. Σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΣΑ οι γεωργικές εκτάσεις του νησιού ανερχονται σε 507.000 στρέμματα και της κεντρικής Εύβοιας (Μεσσάπια – Δίρφυς) 278.000 στρέμματα.

Οι πεδινές αυτές περιοχές κατανέμονται σε μικρούς κλήρους (ιδιωτικά μικρά χωράφια ή συνεταιρισμοί) που καλλιεργούνται σχεδόν όλο το χρόνο με διάφορα είδη καλλιεργειών. Έχουμε καλλιέργεια δέντρων όπως ελαιόδεντρα, εσπεριδοειδή (λεμονιά, πορτοκαλιά) οπορωφόρα, συκιές και αμπελώνες. Επίσης, εκτεταμένη είναι η καλλιέργεια εποχιακών λαχανικών όπως: κρεμμύδι, πράσο, κουνουπίδι, μπρόκολο, μαρούλι, σκόρδο, πατάτες κατά τους χειμερινούς μήνες και μελιτζάνες, κολοκυθάκια, ντομάτες, αγγούρια, μπιζέλια, μπάμιες, αγγινάρες, κολοκύθια, κατά τις θερινές μήνες. Τέλος, καλλιεργούνται εκτάσεις με δημητριακά όπως: σιτάρι, κριθάρι και καλαμπόκι. Στα θερμοκήπια έντονα καλλιεργούνται φράουλες, ντομάτες και λουλούδια.

Οι έντονες γεωργικές δραστηριότητες ανάγκασαν στη συστηματική χρήση χημικών βελτιωτικών, φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων (Εικ.2.1).

Τα βελτιωτικά και τα λιπάσματα, ανεξάρτητα από τον τόπο άρδευσης, έχουν αρνητικές επιπτώσεις στη χημική σύσταση τόσο του εδάφους όσο και του υπόγειου νερού, δεδομένου ότι το επιστρεφόμενο αρδευτικό νερό αργά ή γρήγορα καταλήγει στο υπόγειο νερό.

## 2.7. ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ ΚΑΙ ΠΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ

Οι επαγγελματίες κτηνοτρόφοι στην περιοχή της κεντρικής Εύβοιας είναι πολύ λίγοι σε αριθμό. Επίσης, οι φάρμες που φιλοξενούν τα ζώα είναι λίγες δεν υπερβαίνουν κατά εκτίμηση τις 20 φάρμες κτηνοτροφίας και χοιροτροφίας, όπου εκτρέφοντας μικρός αριθμός κοπαδιών από 20 – 200 αιγοπρόβατα, 20 μοσχάρια και 10 χοίρων.
Τα κατάλοιπα των ζώων από όλες τις φάρμες χρησιμοποιούνται ως λίπασμα για τις βιολογικές καλλιέργειες στην περιοχή.
Η περιοχή της κεντρικής Εύβοιας είναι από τα σημαντικότερα κέντρα της βιομηχανίας πτηνοτροφικής παραγωγής αυγού και κοτόπουλου από συνεταιρισμούς και μεγαλυτέρων εταιριών όπως ο Μιμίκος.
Οι εγκαταστάσεις των πτηνοτροφιών σε διάφορα σημεία στην περιοχή αφήνουν σημαντικό ποσό από κατάλοιπα που χρησιμοποιούνται ως λίπασμα στην βιολογική γεωργία στην περιοχή.

## 2.8. ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

Τα λιπάσματα ευρείας χρήσης στη περιοχή της λεκάνης της κεντρικής Εύβοιας είναι τα <u>φυσικά λιπάσματα</u> (κοπριά, κυρίως ζώων, όπως από πουλερικά, πρόβατα, αγελάδες, χοίροι κτλ.), <u>αζωτούχα</u> (ουρία, νιτρικό αμμώνιο και θειικό αμμώνιο), <u>φωσφορικά</u> λιπάσματα (τριπλό υπερφωσφορικό, μόνοφωσφορικό αμμώνιο, διφωσφορικό αμμώνιο) και <u>καλιούχα</u> λιπάσματα.
Τα ιχνοστοιχεία των λιπασμάτων περιγράφονται από τους Kabata-Pendias και Pendias (1992): (mg/l)

| <u>Στοιχείο</u> | <u>φωσφορικά</u> | <u>Αζωτούχα</u> |
|---|---|---|
| **Co** | 1–12 | 5.4–12 |
| **Cr** | 66–245 | 3.2–19 |
| **Cu** | 1–300 | <1–15 |
| **Mn** | 40–2000 | -------- |
| **Ni** | 7–38 | 7–34 |
| **Zn** | 50–1450 | 1–42 |

*Εικ.2.1: Χρήση λιπάσματος φωσφορικής αμμωνίας στη κεντρική Εύβοια.*
*Photo.2.1: Ammonium nitrate and phosphorus fertilizers widely used in Euboea.*

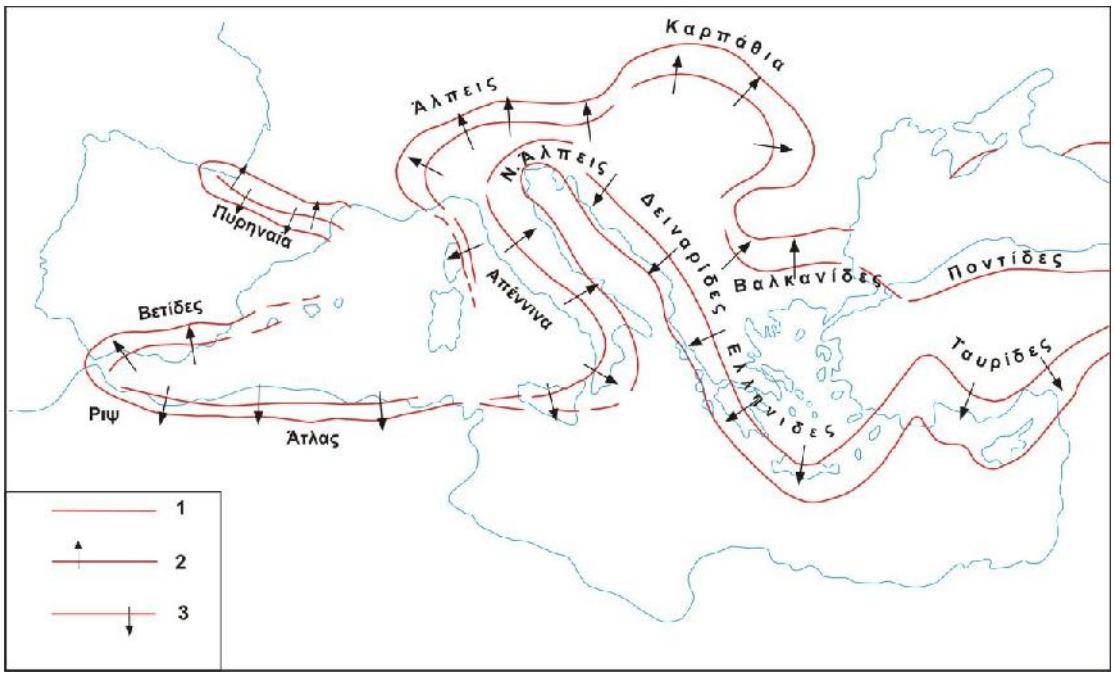
# 3- Η ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ
# The geology of the study area

## 3.1. ΑΛΠΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΛΛΗΝΙΔΕΣ ΟΡΟΣΕΙΡΕΣ

Ο ελλαδικός χώρος αποτελεί τμήμα των εκτεταμένων Αλπικών οροσειρών, που αρχίζουν από την Ισπανία και φτάνουν μέχρι και τις δυτικές ακτές του Ειρηνικού ωκεανού ( Σχ.3.1).

Ο σχηματισμός και η σημερινή γεωμετρία των Αλπικών οροσειρών οφείλεται σε μία σειρά επάλληλων τεκτονικών γεγονότων, που άρχισαν στο ανώτερο Ιουρασικό και αποτελούν, κυρίως το αντιστάθμισμα της διεύρυνσης του Ατλαντικού ωκεανού.

Ο παλαιογεωγραφικός χώρος από την πτύχωση του οποίου προήλθαν οι Αλπικές οροσειρές με την δράση του Αλπικού ορογενετικού κύκλου, δεν είναι επακριβώς γνωστός. Κυρίως υπάρχουν ασάφειες ως προς τον αριθμό, την θέση και την έκταση των με ωκεάνιο φλοιό λεκανών, που με το «κλείσιμο» τους είχαν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία των οροσειρών αυτών. Αποτέλεσμα της αβεβαιότητας αυτής είναι ότι για τον παλαιογεωγραφικό αυτό χώρο υπάρχουν διάφορες απόψεις και έχουν προταθεί διάφορα μοντέλα.




*Σχ.3.1: Οι δυο κλάδοι του αλπικού συστήματος της Τηθύος στο χώρο της Μεσογείου*
*Υπόμνημα: 1- Μέτωπο αλπικής ορογένεσης, 2- Βόρειος κλάδος και φορά κατάκλισης, 3- Νότιος κλάδος και φορά κατάκλισης (Δ. Παπανικολάου,1986)*
*Fig.3.1: The two limbs of Tethys alpine system in the Mediterranean area. 1, Alpine orogene front. 2, Northern limb and direction of cataclasis. 3, Southern limb direction of cataclasis (D. Papanikolaou,1986).*

Οι Ελληνίδες οροσειρές αρχίζουν από την εγκάρσια τεκτονική ανωμαλία Scutari – Pec της Αλβανίας και συνεχίζεται προς Νότο, στην Ηπειρωτική Ελλάδα, όπου έχουν διεύθυνση ΒΒΔ – ΝΝΑ. Στην συνέχεια, ακολουθούν τη διεύθυνση του Ελληνικού Τόξου, το οποίο κάμπτεται προς τα ανατολικά, και δια μέσου των Δωδεκανήσων ενώνονται με τις Ταυρίδες οροσειρές της νότιας Τουρκίας, των οποίων η διεύθυνση είναι Α – Δ.

## 3.2. ΠΡΟΑΛΠΙΚΑ, ΑΛΠΙΚΑ, ΜΕΤΑΛΠΙΚΑ

Τα πετρώματα, που απαντώνται στον ελλαδικό χώρο, διακρίνονται σε τρεις μεγάλες ομάδες: *προαλπικά, αλπικά* και *μεταλπικά:* Προαλπικά θεωρούνται τα πετρώματα που έχουν ηλικία παλαιοζωϊκή ή αρχαιότερη, αλπικά αυτά που η ηλικία τους είναι

τριαδική έως και κάτω μειοκαινική και μεταλπικά τα πετρώματα με ηλικία νεότερη του Κατώτερου Μειοκαίνου, με εξαίρεση τα μολασσικά ιζήματα, των οποίων η ηλικία είναι και παλαιότερη (μεσοηωκαινική έως μειοκαινική).

Τα τριαδικής – κατωμειοκαινικής ηλικίας αλπικά ιζήματα, που αποτέθηκαν στο αλπικό γεωσύγκλινο και με την πτύχωση τους στον ελλαδικό χώρο σχημάτισαν τις Ελληνίδες ορορσειρές, έχουν διαρθρωθεί σε διάφορες ***γεωτεκτονικές ζώνες***, δηλαδή σε διάφορες μεγάλες γεωλογικές ενότητες, που η κάθε μία από αυτές έχει τους δικούς της λιθολογικούς, παλαιογεωγραφικούς και τεκτονικούς χαρακτήρες που έχουν διαμορφωθεί κατά τη διάρκεια του αλπικού ιζημάτο – ορογενετικού κύκλου.

Οι γεωτεκτονικές ζώνες διακρίθηκαν από τον J. BRUNN, 1956, σε Εξωτερικές και Εσωτερικές. ***Οι Εξωτερικές γεωτεκτονικές ζώνες*** χαρακτηρίζονται από συνεχή ιζηματογένεση, από το Τριαδικό μέχρι το μεγαλύτερο τμήμα του Τριτογενούς και σε μερικές περιπτώσεις μέχρι και το Κατώτερο – Μέσο Μειόκαινο, και έχουν τεκτονισθεί από μία μόνο κύρια ορογενετική φάση, που έλαβε χώρα κατά το Ανώτερο Ηώκαινο, έως και το Κατώτερο – Μέσο Μειόκαινο. Αντίθετα οι ***Εσωτερικές γεωτεκτονικές ζώνες*** χαρακτηρίζονται από δύο κύριες ορογενετικές φάσεις: μία στο τέλος του Ανωτέρου Ιουρασικού - Κατωτερου Κρητιδικού και μία δεύτερη κατά το Τριτογενές. Επιπλέον, οι Εξωτερικές ζώνες χαρακτηρίζονται από την παρουσία σ΄ αυτές οφιολιθικών πετρωμάτων και σε πολλές περιπτώσεις, από συνορογενετική μεταμόρφωση των σχηματισμών τους. Επίσης, ένα άλλο κύριο χαρακτηριστικό τους είναι ότι οι μέσο – ανωκρητιδικοί σχηματισμοί τους είναι επικλυσιγενείς.

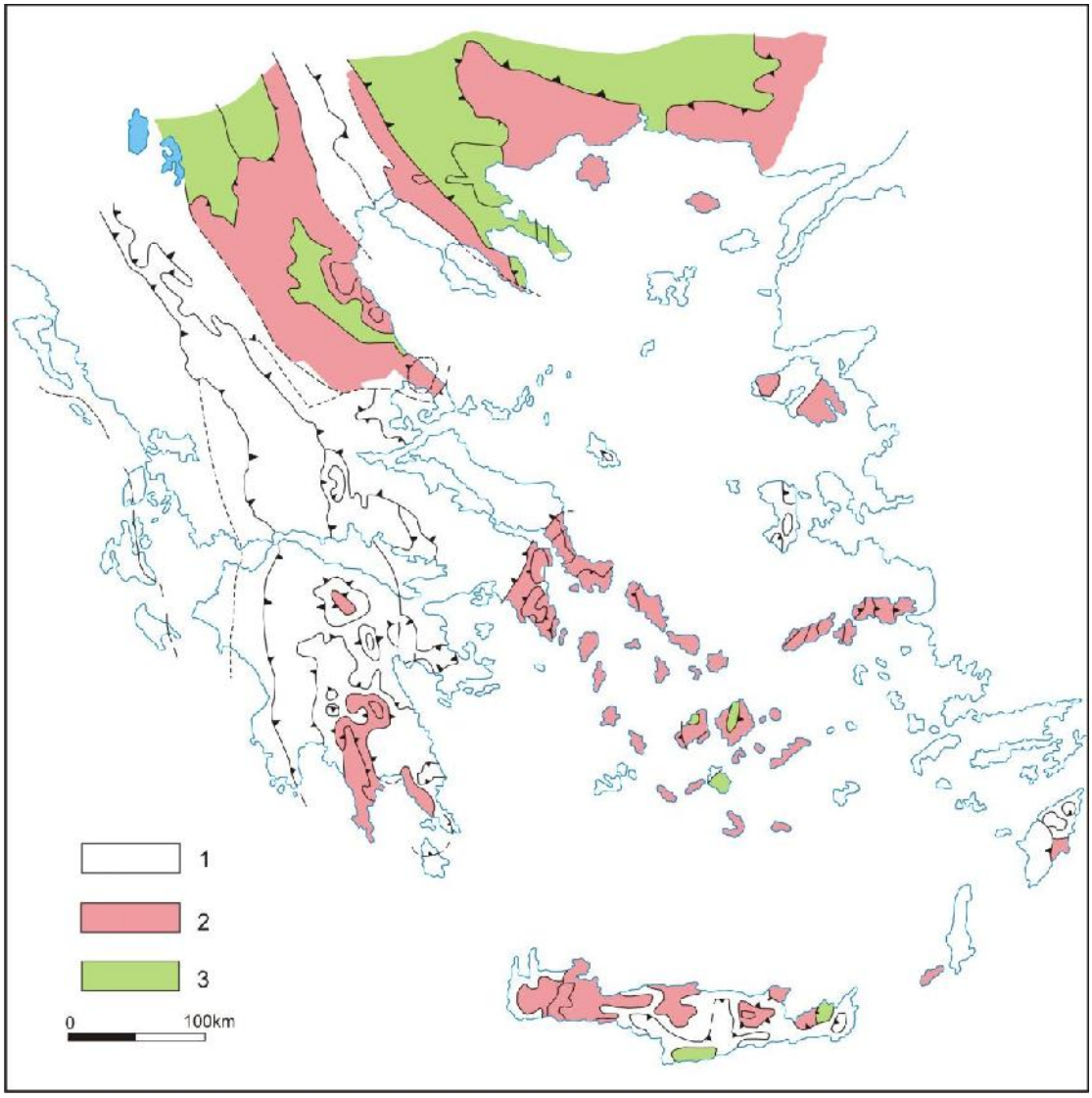
Ο κ. J. Aubouin, 1959, θεώρησε ότι στο αλπικό γεωσύγκλινο (Τριαδικό έως Κατώτερο – Μέσο Μειόκαινο), κατά την παλαιογεωγραφική του εξέλιξη, στην περιοχή του ελλαδικού χώρου, διαμορφώθηκε μια σειρά από εναλλασσόμενα επιμήκη υποθαλάσσια υβώματα (rides) και υποθαλάσσιες αύλακες (sillons), που ήταν αποτέλεσμα παλιών (ερκύνιων) πτυχώσεων και της δράσης ενδογενών δυνάμεων κατά τη διάρκεια του αλπικού κύκλου.

Το εναλλασσόμενο αυτό σύστημα υποθαλάσσιων υβωμάτων και αυλακών είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία διαφορετικών παλαιογεωγραφικών χωρών μέσα στο τεράστιο αλπικό γεωσύγκλινο, στον καθένα από τους οποίους έλαβε χώρα διαφορετική ιζηματογένεση.

Έτσι, τελικά, με τις συνθήκες αυτές διαμορφώθηκαν οι διάφορες λιθοστρωματογραφικές σειρές, που χαρακτηρίζουν τις διάφορες γεωτεκτονικές ζώνες.

Η κατηγορία των μεταλπικών σχηματισμών αυτή περιλαμβάνει, όπως αναφέρθηκε όλους τους σχηματισμούς που αποτέθηκαν μετά την τελική πτύχωση των αλπικών σχηματισμών, που στον ελλαδικό χώρο είχε ως αποτέλεσμα το σχηματισμό των Ελληνίδων οροσειρών.

Οι μεταλπικοί αποτελούνται κυρίως από κλαστικά ιζήματα, θαλάσσιας, λιμναίας ή χερσαίας φάσης και βρίσκονται πάντοτε ασύμφωνα πάνω στους υποκείμενους σχηματισμούς. Η απόθεση των σχηματισμών αυτών έγινε κυρίως σε ***τεκτονικές τάφρους***, που δημιουργήθηκαν από τον ρηξιγενή τεκτονισμό των αλπικών οροσειρών. Τα ρήγματα που σχημάτισαν τις τεκτονικές τάφρους είναι στο σύνολο τους ρήγματα κανονικά και με τη δράση δημιούργησαν όχι μόνο τεκτονικές τάφρους αλλά και ***τεκτονικά κέρατα***, με αποτέλεσμα αυτά να μένουν σε τοπογραφικά υψηλότερες περιοχές και με την έντονη διάβρωση τους, να τροφοδοτούν με κλαστικό υλικό τις τεκτονικές τάφρους.




*Σχ.3.2: Απλοποιημένος Γεωτεκτονικός χάρτης της Ελλάδας και με διάκριση των μεταμορφωμένων από τις Μη-Μεταμορφωμένες Ελληνίδες και των προ-αλπικών ενοτήτων. 1, Μη –μεταμορφωμένες Ελληνίδες. 2, Μεταμορφωμένες. 3, Προ-αλπικά (κατά Δ. Παπανικολάου, 1985)*
*Fig.3.2: Simplified Geotectonic map of Greece presenting the Non – Metamorphic Hellenides,1 the Metamorphic Hellenides,2 and the Post- Alpine units,3 (modified from D. Papanikolaou, 1985)*

## 3.3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΥΒΟΙΑΣ

### *3.3.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΝΗΣΙΟΥ ΕΥΒΟΙΑΣ*

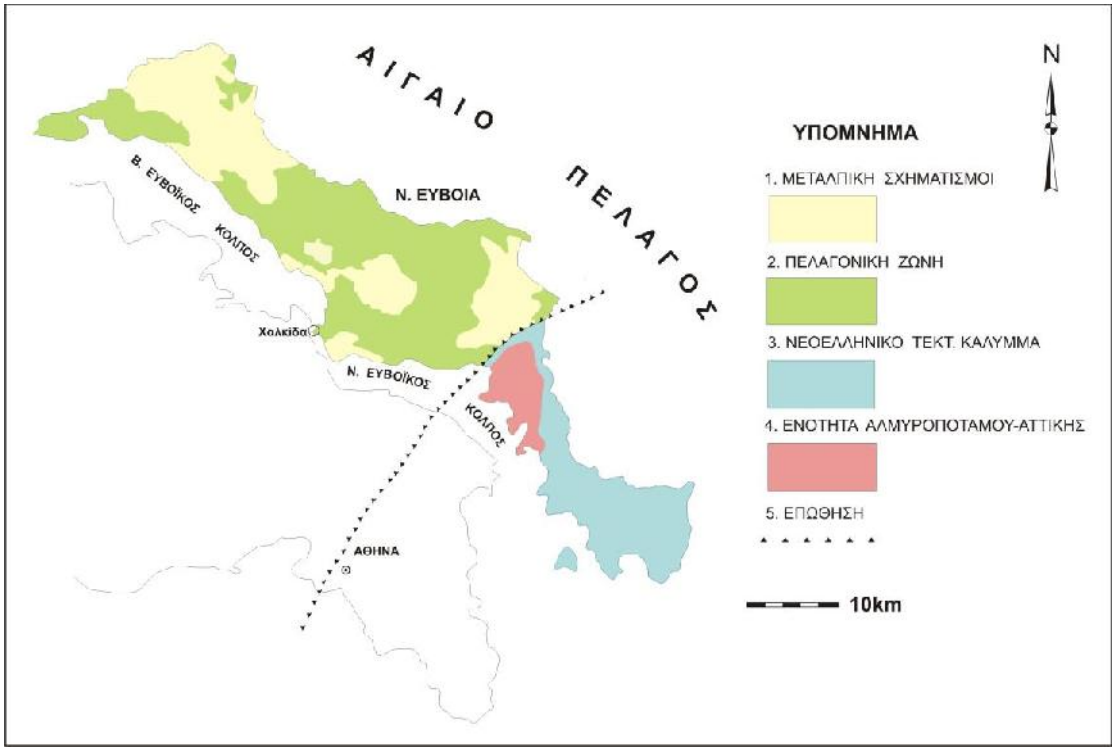
Η Εύβοια δομείται από γεωλογικές ενότητες οι οποίες ανήκουν, τόσο στις εσωτερικές, όσο και στις εξωτερικές Ελληνίδες ορορσειρές (Σχ.3.2) και από την βάση προς την κορυφή αποτελείται (Σχ. 3.3):
1- Οι Αυτόχθονες ενότητες.
2- Το Νεοελληνικό τεκτονικό κάλυμμα , και
3- Η Πελαγονική ζώνη των μη μεταμορφωμένων σχηματισμών.

#### *3.3.1.1. Οι Αυστόχθονες Ενότητες*

***ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΛΜΥΡΟΠΟΤΑΜΟΥ***

Η ενότητα αυτή αποτελείται από μια μεγάλου πάχους σειρά μεσοζωϊκών μέχρι και μεσοηωκαινικών μαρμάρων με παρεμβολές σχιστόλιθων, που παλαιότερα, στην Εύβοια, ήταν γνωστό ως ***Μάρμαρα Αλμυροπόταμου***, και από σχηματισμούς

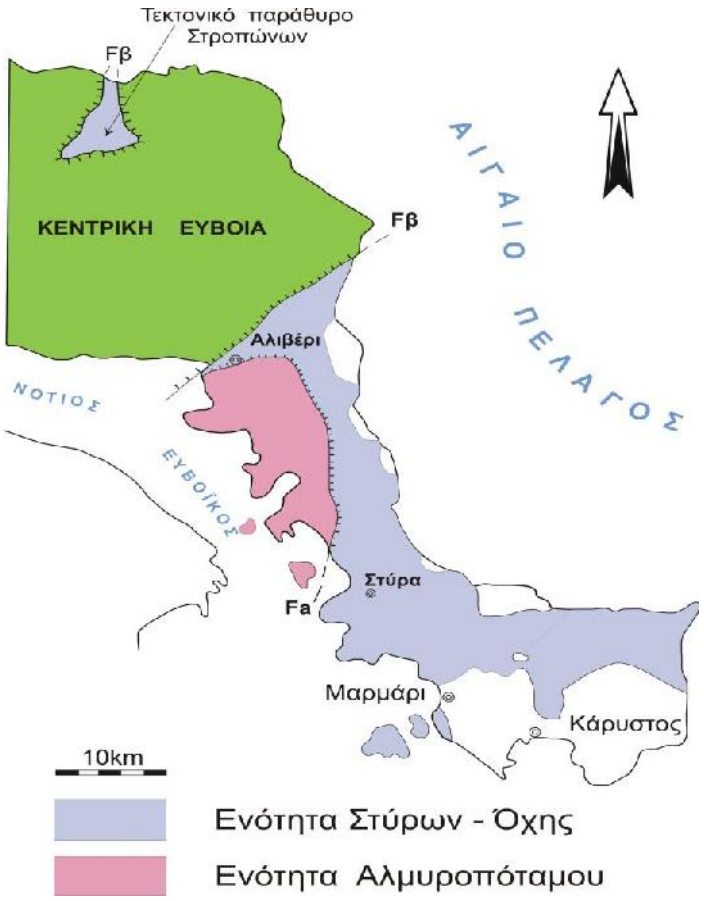
μεταφλύσχη που είναι κυρίως σχιστόλιθοι με ενστρώσεις μαρμάρων σημαντικού, μερικές φορές, πάχους.
Τα μάρμαρα της Ενότητας Αλμυροποτάμου είχαν θεωρηθεί, παλαιότερα, ως μέλη της Αττικοκυκλαδικής μάζας και είχε δοθεί σ` αυτά ηλικία παλαιοζωική ή και προπαλαιοζωϊκή.
Οι σχηματισμοί της Ενότητας αυτής απαντώνται στην νότια Εύβοια (***Σειρά Αλμυροποτάμου***) όπου εμφανίζονται με μορφή ενός μεγάλου τεκτονικού παραθύρου (Σχ. 3.3).
Πάνω στους σχηματισμούς της Ενότητας Αλμυροπόταμου είναι επωθημένοι οι σχηματισμοί του Νεοελληνικού τεκτονικού καλύμματος, που στη Νότια Εύβοια περιλαμβάνει τη μεγάλη πάχους σειρά των Στύρων – Όχης (Σχ.3.4).



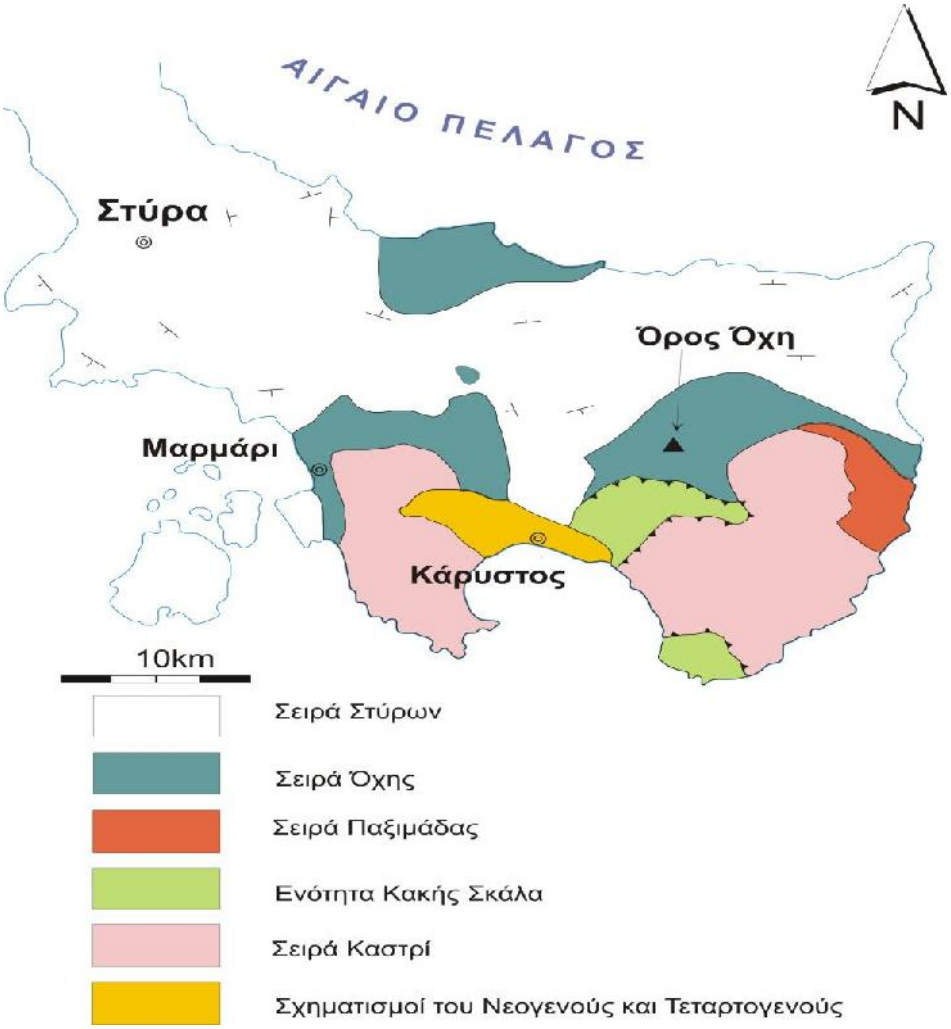

*Σχ.3.3: Γεωτεκτονικός χάρτης της Εύβοιας, (από Γ. Κατσικάτσο,1988)*
*Fig.3.3: Geotetonic map of Euboea (modified by G. Katsikatsos, 1988*

### *3.3.1.2. Σχηματισμοί του Νεοελληνικού Τεκτονικού Καλύμματος (Κυανοσχιστόλιθοι)*

Οι σχηματισμοί της Ενότητας του Νεοελληνικού τεκτονικού καλύμματος καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο τμήμα της Νότιας Εύβοιας και αποτελούν μια συνεχή σειρά σχηματισμών μεγάλου πάχους, τη Σειρά ***Στύρων – Όχης,*** που διακρίνεται, από τα κάτω προς τα πάνω, σε τρεις κύριους λιθοστρωματογραφικούς ορίζοντες: τους *Σχιστόλιθους Τσακαίων*, τα *Μάρμαρα – Σιπολίνες Στύρων* και τους *Σχηματισμούς Όχης* (Σχ.3.3και Σχ.3.5 ).




*Σχ.3.4: Σχηματικός τεκτονικός χάρτης της Νότιας Εύβοιας (Κατά P. VERGELY, 1984)*
*Fa: Τεκτονική επαφή της Ενότητας Στύρων – Όχθης και της Ενότητας Αλμυροποτάμου, Fβ: τεκτονική επαφή των σχηματισμών της Νότιας Εύβοιας (του Νεοελληνικού καλύμματος) και της Κεντρικής Εύβοιας (της Πελαγονικής ζώνης)*
*Fig.3.4: Schematic tectonic map of southern Euboea (modified by P. GERGELY, 1984)*
*Fa, Fβ, tectonic contact with indications of the displacement by teeth on the side oh the relatively decedent block*




*Σχ.3.5: Τεκτονικός χάρτης του Νοτίου τμήματος της Νότιας Εύβοιας (κατά PH. BAVAY, 1980)*
*Fig.3.5: Tectonic map of southern Euboea - Karistos area (modified PH.BRVAY, 1980)*

### *3.3.1.3. Πελαγονική*

*Γενικά:* Η ονομασία Πελαγονική Ζώνη δόθηκε για πρώτη φορά από τον J. Aubouin, 1959, ο οποίος περιέλαβε σ` αυτήν: α) όλες τις «Μάζες» μεταμορφωμένων πετρωμάτων που απαντώνται στο χώρο της Δυτικής Μακεδονίας, της Ανατολικής Θεσσαλίας, της Εύβοιας, της Αττικής και των Κυκλάδων και β) το υπερκείμενο στις «Μάζες» αυτές ιζηματογενές κάλυμμα σχηματισμών, νεοπαλαιοζωικής – μεσοζωικής ηλικίας, των οποίων η ιζηματογένεση έλαβε χώρα σ΄ ένα εκτεταμένο υποθαλάσσιο ύβωμα (ride), το πελαγονικό ύβωμα, που παρεμβαλλόταν μεταξύ των υποθαλάσσιων αυλάκων (sillons) του Αξιού (ανατολικά) και της Πίνδου (δυτικά). Ο J. Aubouin, 1959, ονόμασε, επίσης, *Υποπελαγονική ζώνη* τη δυτική παρυφή της Πελαγονικής ζώνης, δηλαδή την περιοχή μετάβασης του πελαγονικού υβώματος προς την βαθιά αύλακα της Πίνδου. Βασική αιτία της διάκριση αυτής ήταν η παρουσία στη δυτική αυτή περιοχή της Πελαγονικής ζώνης μεγάλων μαζών οφιολιθικών πετρωμάτων, οι οποίες, με τις τότε αντιλήψεις, είχαν θεωρηθεί ότι είχαν την προέλευση τους από μαγματικό υλικό που είχε εκβληθεί από μεγάλα ρήγματα της δυτικής παρυφής του πελαγονικού υβώματος και ότι το υλικό αυτό είχε εκχυθεί μέσα σε ιζήματα της προς τα δυτικά ευρισκόμενης μεταβατικής θάλασσας προς την αύλακα της Πίνδου.
Ο J. Brunn, 1956, είχε ονομάσει την Πελαγονική ζώνη «Πελαγονική Μάζα με το ιζηματογενές κάλυμμά της» και την Υποπελαγονική ζώνη «Ενδιάμεση ζώνη».
Επίσης, πολύ νωρίτερα, ο C. Renz, 1940, είχε ονομάσει «Πελαγονική Μάζα» το σύνολο των μεταμορφωμένων πετρωμάτων που απαντάται στο χώρο της Δυτικής

Μακεδονίας, της Ανατολικής Θεσσαλίας, της Βόρειας Εύβοιας και των Βόρειων Σποράδων. Παράλληλα, ονόμασε τη σειρά σχηματισμών που καταλαμβάνει τον προς τα δυτικά και νότια της «Πελαγονικής Μάζας» χώρο, δηλαδή τις περιοχές της Όθρυος, της Κεντρικής και Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, και της Κεντρικής Εύβοιας, *Ζώνη ή Σειρά της Ανατολικής Ελλάδας*.

Τα ιδιαίτερα γνωρίσματα της ζώνης αυτής, στα οποία βασίστηκε ο C. Renz για τη διάκρισή της ήταν κυρίως η παρουσία σε αυτήν των επικλυσιγενών μέσο – ανωκρητιδικών σχηματισμών, καθώς επίσης η κατά κανόνα παρουσία, κάτω από τους μέσο – ανωκρητιδικους επικλυσιγενείς σχηματισμούς της ζώνης αυτής, μιας διάπλασης σχιστοκερατόλιθων με οφιόλιθους, την οποία ονόμασε «Σχιστοκερατολιθική διάπλαση με οφιόλιθους».

Η ζώνη Ανατολικής Ελλάδας του C. Renz, ταυτίζεται πολλές φορές, σήμερα με την Υποπελαγονική ζώνη του J. Aubouin. Η ταύτιση, όμως, αυτή κατά πολλούς, δεν είναι διαικολογημένη, επειδή, όπως αναφέρθηκε, η διάκριση των δυο αυτών ζωνών βασίστηκε σε διαφορετικά κριτήρια, με αποτέλεσμα και τα γεωγραφικά όρια των δυο αυτών ζωνών να διαφέρουν σημαντικά.

Σχετικά, αναφέρεται, ότι ο παλαιογεωγραφικός χώρος της Υποπελαγονικής ζώνης, κατά τον J. Aubouin ήταν γενικά η, προς τα δυτικά μεταβατική περιοχή του πελαγονικού υβώματος (προς τη βαθιά θάλασσα της Πίνδου), με αποτέλεσμα να έχουμε σ΄ αυτή μεταβατικά ιζήματα, από τα νηριτικά προς τα πελαγικά. Επίσης, ήταν η περιοχή έκχυσης οφιολιθικού μάγματος, με τις τότε αντιλήψεις. Αντίθετα, στην ζώνη Ανατολικής Ελλάδας το κύριο γνώρισμα για τη διάκριση της ήταν η μέσο – ανωκρητιδική επίκλυση της περιοχής αυτής, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι υποκείμενοι της επίκλυσης αυτής σχηματισμοι, οι οποίοι μπορούσε να είναι τόσο σχηματισμοί της τότε «Σχιστοκερατολιθικής διάπλασης με οφιόλιθους» όσο και τριαδικά – ιουρασικά ιζήματα ρηχής θάλασσας του πελαγονικού υβώματος. Αποτέλεσμα των διαφορετικών αυτών κριτηρίων διάκρισης των δυο αυτών ζωνών είναι να υπάρχουν περιοχές οι οποίες, ενώ περιλαμβάνονται π.χ. στη ζώνη Ανατολικής Ελλάδας του C. Renz, δεν περιλαμβάνονται στην Υποπελαγονική ζώνη του J. Aubouin.

Οι τριαδικοί-ιουρασικοί σχηματισμοί της Υποπελαγονικής ζώνης του J. Aubouin, έπειτα από συγκριτικές μελέτες που έγιναν στο ευρύτερο πελαγικό χώρο, διαπιστώθηκε ότι είναι όμοιοι με τους τριαδικοϊουρασικούς σχηματισμούς της Πελαγονικής ζώνης ή «μάζας». Η μόνη διαφορά την οποία αυτοί παρουσιάζουν είναι ότι οι μεν τριαδικοϊουρασικοί σχηματισμοί της Υποπελαγονικής ζώνης είναι αμεταμόρφωτοι, ενώ οι της ίδιας ηλικίας σχηματισμοί της Πελαγονικής ζώνης είναι μεταμορφωμένοι και η δευτερογενής αυτή διαφορά συνετέλεσε, ουσιαστικά, στη διάκριση τους, παλαιότερα, σε δυο ζώνες. Η διαπίστωση ότι εκτός από τη μεταμόρφωση δεν υπάρχουν άλλες ουσιώδεις διαφορές μεταξύ της Υποπελαγονικής και της Πελαγονικής ζώνης, οδήγησε τον J. Ferriere, 1976, να προτείνει την εγκατάλειψη του όρου «Υποπελαγονική ζώνη» και αυτό έχει γίνει αποδεκτό.

Σήμερα, οι δυο παλιές ζώνες (Υποπελαγονική και Πελαγονική) θεωρούνται ότι αποτελούν μια ενιαία ζώνη, την Πελαγονική, η οποία έχει διακριθεί σε <u>Πελαγονική ζώνη μη μεταμορφωμένων σχηματισμών</u>, που γεωγραφικά συμπίπτει, γενικά, με την άλλοτε Υποπελαγονική ζώνη, και σε <u>Πελαγονική ζώνη μεταμορφωμένων σχηματισμών</u>, που συμπίπτει με την άλλοτε Πελαγονική ζώνη ή «Μάζα» του C. Renc.

Η ενιαία αυτή Πελαγονική ζώνη, από το Μέσο – Ανώτερο Τριαδικό μέχρι και το Ανώτερο Ιουρασικό, αποτελούσε ένα εκτεταμένο υποθαλάσσιο ύβωμα, στο οποίο γινόταν ανθρακική ιζηματογένεση. Στην συνέχεια, το ύβωμα αυτό, στο τέλος του Ανωτέρου Ιουρασικού – Κατώτερου Κρητιδικού, τεκτονίστηκε από δυο ορογενετικές φάσεις και δέχτηκε τεράστιες οφιολιθικές μάζες, που προήλθαν τόσο από τον ωκεανό που βρισκόταν ανατολικά του πελαγονικού αυτού υβώματος (τον ωκεανό της Αλμωπίας) όσο και από τον ωκεανό που βρισκόταν δυτικά του υβώματος αυτού ( το Μαλιακό).

Το πελαγονικό υποθαλάσσιο ύβωμα, μαζί με τις οφιολιθικές μάζες που προήλθαν από τους παραπάνω ωκεανούς, δέχτηκε επίσης, κατά το τέλος του Ανώτερου Ιουρασικού – Κατ. Κρητιδικού, με επώθηση, και ένα σύνολο από διάφορες σειρές σχηματισμών βαθιάς έως ωκεάνιας θάλασσας.
Στη συνέχεια, ο παλαιογεωγραφικός χώρος της Πελαγονικής ζώνης αναδύθηκε και, αφού διαβρώθηκε έντονα, θαλάσσευσε και πάλι κατά το Μέσο – Ανώτερο Κρητιδικό, με αποτέλεσμα την ασύμφωνη απόθεση ανθρακικών ιζημάτων μέχρι και του τέλους του Ανωκρητιδικού. Τέλος, ο χώρος αυτός δέχτηκε κλαστικά ιζήματα φλύσχη.

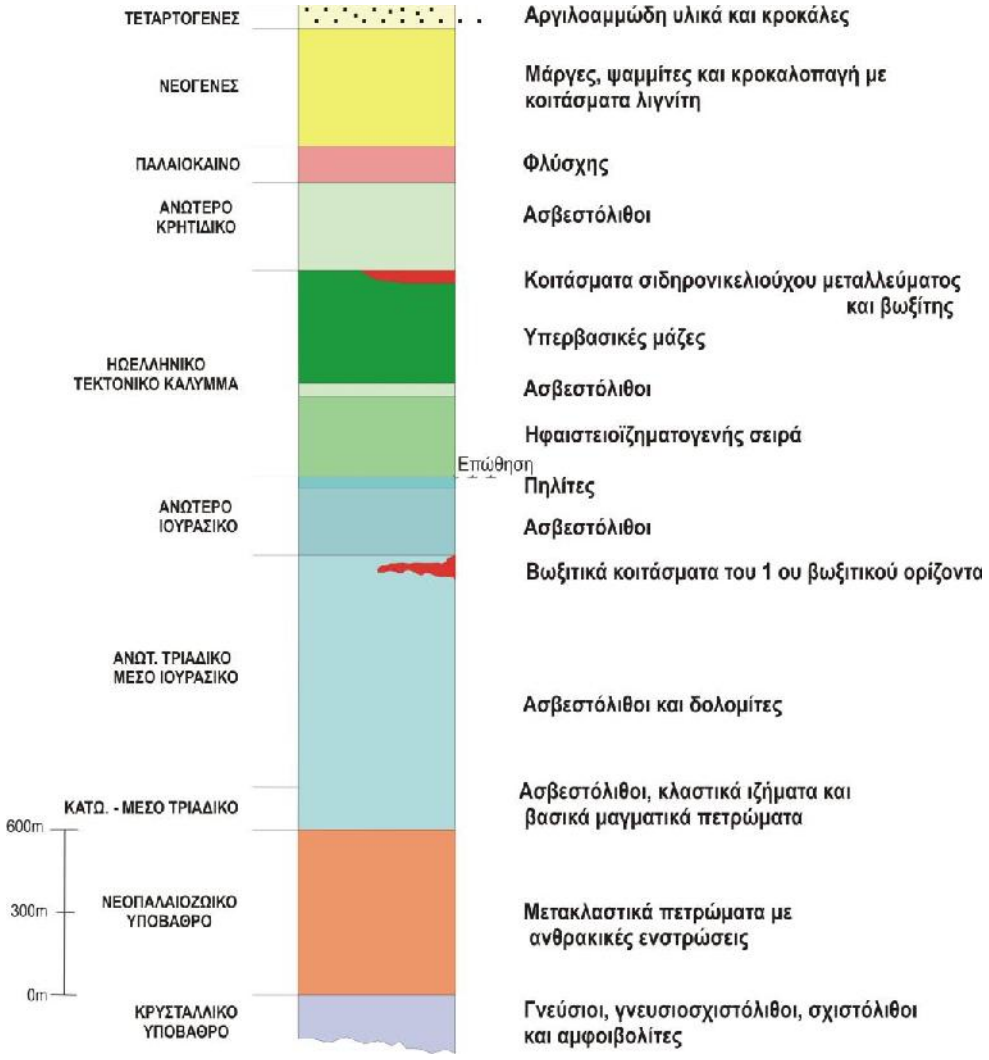
Η Πελαγονική ζώνη μη μεταμορφωμένων σχηματισμών κατέχει, γενικά, το δυτικό περιθώριο του πελαγονικού υβώματος. Εμφανίζεται στην Ανατολική Στερεά Ελλάδα (ανατολικά των ζωνών Βοιωτικής και Παρνασσού), στην περιοχή Όθρυος, στον ορεινό όγκο της Πίνδου και σε μερικά νησιά των Κυκλάδων, όπου αυτή αποτελεί την Ανώτερη τεκτονική Ενότητα του κυκλαδικού χώρου. Επίσης, η ζώνη αυτή συνεχίζεται προς τα βόρεια, στην Αλβανία, με το όνομα ζώνη mirdita και στην Γιουγκοσλαβία με το όνομα ζώνη serbe.
Η μη μεταμορφωμένη αυτή ζώνη, στην περιοχή της Πίνδου, είναι επωθημένη προς τα δυτικά (μαζί με τη μεταμορφωμένη Πελαγονική ζώνη) πάνω στην ζώνη της Πίνδου, ενώ στην Κεντρική Στερεά Ελλάδα είναι επωθημένη πάνω στην Βοιωτική και τον Παρνασσό. Επίσης, η ζώνη αυτή προς τα νότια, στις περιοχές της Αττικής και της Νότιας Εύβοιας, είναι επωθημένη πάνω στις μεταμορφωμένες Ενότητες των περιοχών αυτών.

#### *3.3.1.4. Διάρθρωση της Πελαγονικής Ζώνης*

Η Πελαγονική ζώνη μη μεταμορφωμένων σχηματισμών, στον ελλαδικό χώρο, από κάτω προς τα πάνω, αποτελείται από:
- Ένα παλαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο.
- Νεοπαλαιοζωικούς ημιμεταμορφωμένους, κυρίως κλαστικούς, σχηματισμούς.
- σχηματισμούς του Κατώτερου – Μέσου Τριαδικού (κλαστικούς σχηματισμούς, εκρηξιγενή πετρώματα και ασβεστόλιθους)
- Μη μεταμορφωμένους ανθρακικούς σχηματισμούς του Μέσου – Ανώτερου Τριαδικού – Ανώτερου Ιουρασικού.
- Επωθημένες μεγάλες μάζες οφιολιθικών πετρωμάτων, πάνω στους προηγούμενους ανθρακικούς σχηματισμούς, που συνοδεύονται από ιζήματα βαθιάς θάλασσας, συμπερλαμβανομένων και των σχηματισμών της Μαλιακής ζώνης και γενικότερα του Ηωελληνικού τεκτονικού καλύμματος.
- Επικλυσιγενείς ανωκρητιδικούς ασβεστόλιθους.
- Ιζήματα φλύσχη.

Αναλυτικότερα οι σχηματισμοί μη μεταμορφωμένης Πελαγονικής έχουν ως εξής (Σχ.3.3 και Σχ.6):
**1) Το κρυσταλλικό υπόβαθρο:** Εμφανίζεται στις περιοχές Γαλιτσάδων – Αιδηψού, της Βόρειας Εύβοιας και Στροπώνων – Μετοχίου, της Κεντρικής Εύβοιας. Η ηλικία των αρχικών σχηματισμών του υποβάθρου αυτού και της μεταμόρφωσης τους είναι προμεσολιθανθρακοφόρα. Αυτό προκύπτει από τα μεσολιθανθρακοφόρας ηλικίας απολιθώματα που βρέθηκαν στους υπερκείμενους του κρυσταλλικού υποβάθρού νεοπαλαιοζωικούς σχηματισμούς στην περιοχή της Κεντρικής Εύβοιας.
Οι σχηματισμοί του κρυσταλλικού υποβάθρου έχουν σημαντική εξάπλωση στην Βόρεια Εύβοια, όπου το ορατό τους πάχος φτάνει τα 800μ. Είναι κυρίως βιοτιτικοί και διμαμαρυγιακοί γνεύσιοι και γνευσιοσχιστόλιθοι, που κατά θέσεις μεταπίπτουν σε μειγματίτες. Επίσης, πολλές φορές, και κυρίως στα ανώτερα μέλη του κρυσταλλικού αυτού υποβάθρου, απαντώνται, με μορφή ενστρώσεων ποικίλου πάχους, μαρμαρυγιακοί και αμφιβολιτικοί σχιστόλιθοι και μερικές φορές αμφιβολίτες. Από το κρυσταλλικό υπόβαθρο της Βόρειας Εύβοιας απουσιάζουν παντελώς τα ανθρακικά πετρώματα. Απεναντίας, στην Κεντρική Εύβοια απαντώνται σ΄ αυτό ενστρώσεις λευκών μαρμάρων.

**2) Οι νεοπαλαιοζωικοί σχηματισμοί:** Είναι λίγο ή καθόλου μεταμορφωμένοι και βρίσκονται με ασυμφωνία επίκλυσης πάνω στο κρυσταλλικό υπόβαθρο. Το πάχος τους φτάνει σε μερικές περιοχές, όπως στην Κεντρική Εύβοια, τις πολλές εκατοντάδες μέτρα. Είναι κλαστικά πετρώματα, με ενστρώσεις ασβεστόλιθων, κυρίως στα ανώτερα μέλη τους (στο Πέρμιο). Η επίκλυση των κλαστικών αυτών πετρωμάτων, που στο σύνολο τους αποτελούν μια σειρά σχηματισμών, γίνεται άλλοτε στο Λιθανθρακοφόρο (Κεντρική Εύβοια) και άλλοτε στο Πέρμιο (Βόρεια Εύβοια).
Η νεοπαλαιοζωική αυτή σειρά σχηματισμών αποτελείται από λεπτόκοκκους και χονδρόκοκκους ψαμμίτες και σχιστοψαμμίτες, τυπικούς αρκόζες και γραουβάκες και κατά θέσεις αργιλικούς σχιστόλιθους και φυλλίτες σε εναλλαγές μεταξύ τους. Τοπικά απαντώνται, επίσης, παρεμβολές μικρού πάχους μικρο-κροκαλολατυποπαγών, που αποτελούνται κυρίως από κροκαλολατύπες γνευσιακές – γνευσιοσχιστολιθικές και σχιστολιθικές. Επίσης, στην σειρά αυτή, και κυρίως στο ανώτερο τμήμα της, παρεμβάλλονται με μορφή ενστρώσεων απολιθωματοφόροι ασβεστόλιθοι, κατά κανόνα σκοτεινόχρωμοι και λιγότεροι ανοιχτότεφροι. Το πάχος των ενστρώσεων αυτών κυμαίνεται από λίγα έως και τα 100μ.σε μερικές περιπτώσεις.




*Σχ.3.6: Στρωματογραφική Στήλη της Πελαγονικής Ζώνης μη Μεταμορφωμένων της Κεντρικής και Βόρειας Εύβοιας. (Κατά G. KATSIKATSOS. In G. KATSIKATSOS et al, 1986)*
*Fig.3.6: Columnar section of the Pelagonian Zone non metamorphic of the central and northern Euboea (Κατά G. KATSIKATSOS. In G. KATSIKATSOS et al, 1986)*

Νεοπαλαιοζωικοί κλαστικοί σχηματισμοί απαντώνται σε πολλές περιοχές του χώρου της Πελαγονικής (μη μεταμορφωμένων), τα κλαστικά υλικά των σχηματισμών αυτών έχουν την προέλευση τους από τις ερκύνιες οροσειρές.
*Στην Κεντρική Εύβοια:* Απαντώνται μέσο-άνω-λιθανθρακοφόροι σχηματισμοί με σχιστοψαμμίτες και σερικιτικούς σχιστόλιθους, μεγάλου πάχους (700μ. περίπου) και κλαστικά πετρώματα με πολλές ανθρακικές ενστρώσεις του Περμίου.
*Στην Βόρεια Εύβοια*: Εμφανίζονται ψαμμίτες, αρκόζες αργιλικοί σχιστόλιθοι με ενστρώσεις ανθρακικές του Περμίου, που το πάχος τους κυμαίνεται από 0 έως 400μ. λόγω της ανισόπαχης απόθεσης τους και της διάβρωσης τους που έλαβε χώρα κατά το Κατώτερο Τριαδικό.

**3) Οι σχηματισμοί του Κατώτερου – Μέσο Τριαδικού:** Οι σχηματισμοί αυτοί αποτελούνται βασικά από τρεις κατηγορίες πετρωμάτων: α) Αργιλιοψαμμιτικά πετρώματα, β) βασικά εκρηξιγενή πετρώματα με τους τόφφους τους και γ) ασβεστόλιθοι αβαθούς, γενικά, θάλασσας, που απαντώνται με μορφή φακοειδών ενστρώσεων, με πλούσια, πολλές φορές, χαρακτηριστική πανίδα του Κατώτερου – Μέσου Τριαδικού. Το πάχος των ασβεστολιθικών αυτών ενστρώσεων, φτάνει μερικές φορές τα 150μ. Κατά θέσεις οι ασβεστόλιθοι είναι πελαγικοί με χρώμα ερυθρό και περιέχουν Filaments και μικρούς Αμμωνίτες.
Κατά κανόνα οι κάτω – μεσοτριαδικοί αυτοί σχηματισμοί, που το πάχος τους σε πολλές περιπτώσεις υπερβαίνει τα 500μ., βρίσκονται με ασυμφωνία επίκλυσης πάνω στους παλαιότερους σχηματισμούς.
**4) Οι Ανωτριαδικοί – ανωιουρασικοί ασβεστόλιθοι και δολομίτες**: Είναι ανθρακικά ιζήματα μεγάλου πάχους, πολλές φορές περισσότερο από 1000μ., που έχουν αποτεθεί σε αβαθή θάλασσα, η περιοχή της οποίας αποτελούσε μια εκτεταμένη υποθαλάσσια τράπεζα (plateforme).
Η σχέση των ανωτριαδικών – ανωιουρασικών ανθρακικών σχηματισμών με τους υποκείμενους σ΄ αυτούς κάτω- μεσοτριαδικούς σχηματισμούς είναι κατά κανόνα σχέση ασυμφωνίας. Υπάρχουν, όμως, και περιοχές στις οποίες αυτοί βρίσκονται σε στρωματογραφική ασυμφωνία.
Η έναρξη των ανωτριαδικών – ανωιουρασικών ασβεστόλιθων και δολομιτών γίνεται κατά κανόνα με ασβεστόλιθους αβαθούς θάλασσας. Σε μερικές, όμως περιοχές, η έναρξη τους γίνεται με ασβεστόλιθους που φέρνουν διαστρώσεις ή βολβούς πυριτόλιθων, σχετικά βαθιάς θάλασσας, που περιέχουν *Filaments* και εναλάσσονται με κερατόλιθους. Επίσης, σε μερικές περιπτώσεις, η έναρξη των ανθρακικών αυτών σχηματισμών γίνεται νωρίτερα.
Η προς τα πάνω εξέλιξη των ανθρακικών αυτών ιζημάτων είναι συνεχής μέχρι και το Ανώτερο Ιουρασικό, με μια διακοπή της ιζηματογένεσης, μεταξύ του Μέσου και του Ανώτερου Ιουρασικού ( του Κιμμερίδιου), λόγω ανάδυσης της περιοχής. Στη βάση των επικλυσιγενών ανωιουρασικών με *Cladocoropsis mirabilis* ασβεστόλιθων του Κιμμερίδου της ασυμφωνίας αυτής απαντώνται βωξιτικά κοιτάσματα μικρών διαστάσεων. Η ανάδυση αυτή της περιοχής φαίνεται ότι οφείλεται στην πρώιμη ορογενετική φάση JE1, η οποία βορειοανατολικότερα στο ελλαδικό χώρο ήταν η αιτία του «κλεισίματος» του ωκεάνιου της Αλμωπίας και των άλλων μικρών ωκεάνιων λεκανών της παιονικής περιοχής.

**5) Οι σχηματισμοί του οφιολιθικού τεκτονικού καλύμματος με τα συνοδά βαθιάς θάλασσας ιζήματα:** Το τεκτονικό αυτό κάλυμμα, που έχει ονομαστεί ***Ηωελληνικό τεκτονικό κάλυμμα,*** V. Jacobshagen et al.,1976, περιλαμβάνει σχηματισμούς που έχουν την προέλευση τους από τον ωκεανό, που κατά τους παραπάνω μελετητές, υπήρχε κατά το Τριαδικό–Ιουρασικό ανατολικά του πελαγονικού υβώματος και «έκλεισε» στις αρχές του Κατώτερου Κητιδικού, με αποτέλεσμα την εκβολή απ΄ αυτόν των εν λόγω σχηματισμών και την προώθηση και τοποθέτηση τους πάνω από την τριαδικό-ιουρασική υποθαλάσσια ανθρακική τράπεζα της Πελαγονικής ζώνης. Πρόκειται δηλαδή για σχηματισμούς ωκεάνιας

περιοχής από οφιολιθικά πετρώματα και βαθιάς θάλασσας ιζήματα, που στο σύνολο τους αποτελούν ένα πρώιμο τεκτονικό κάλυμμα επωθημένο πάνω στην ανθρακική τράπεζα της Πελαγονικής ζώνης. Η έκταση του Εωελληνικού τεκτονικού καλύμματος είναι πολύ μεγάλη και παρά την προανωκρητιδική διάβρωση του, ένα σημαντικό τμήμα της προανωκρητιδικής πελαγονικής σειράς καλύπτεται από σχηματισμούς του καλύμματος αυτού. Εκτεταμένες εμφανίσεις σχηματισμών του Ηωελληνικού τεκτονικού καλύμματος απαντώνται σε πολλές περιοχές της Κεντρικής και Βόρειας Εύβοιας και άλλων περιοχών.

Εκτός όμως από την παραπάνω άποψη, κατά την οποία γίνεται δεκτό ότι ο ανατολικά του πελαγονικού υβώματος ωκεανός, δηλαδή ο ωκαενός της Αλμωπίας, «έκλεισε» κατά τις αρχές του Κατωτέρου Κρητιδικού, υπάρχει και η περισσότερο παραδεκτή άποψη κατά την οποία υποστηρίζεται ότι ο ωκεανός της Αλμωπίας «έκλεισε» κατά το τέλος του Ανώτερου Ιουρασικού (πριν από το Τιθώνιο), με την ορογενετική φάση JE1, P. Vergely, 1984 κ.ά.. Επίσης υποστηρίζεται ότι οι οφιολιθικές μάζες με τα συνοδά βαθιάς θάλασσας ιζήματα, που «εκβλήθηκαν» με το «κλείσιμο» του ωκεανού της Αλμωπίας έχουν, σχεδόν στο σύνολο τους, διαβρωθεί από την προτιθώνια διάβρωση της περιοχής και ότι μόνο οι οφιολιθικές μάζες (πλην του Βούρινου) με τα συνοδά ιζήματα βαθιάς θάλασσας που βρίσκονται στο χώρο της Πελαγονικής ζώνης δεν έχουν προέλθει από τον ωκεανό της Αλμωπίας, αλλά από το Μαλιακό ωκεανό, που βρισκόταν δυτικά του πελαγονικού υβώματος και «έκλεισε» κατά τις αρχές του Κατωτέρου Κρητιδκιού, με την ορογενετική φάση JE2, η οποία είχε ώθηση προς τα ανατολικά.

Οι παραπάνω ωκεάνιας προέλευσης επωθημένοι σχηματισμοί στο χώρο της Πελαγονικής ζώνης μη μεταφορφωμένων σχηματισμών, οι οποίοι, όπως αναφέρθηκε, κατά την επικρατέστερη άποψη, έχουν προέλθει από το Μαλιακό ωκεανό και συνιστούν το Ηωελληνικό τεκτονικό κάλυμμα (ονομάζεται και «προανωκρητιδικό»), είναι δυνατό να διακριθούν στα εξής κύρια σύνολα σχηματισμών: **α)** ηφαιτειοϊζηματογενείς σχηματισμοί, **β)** μάζες υπερβασικών πετρωμάτων και **γ)** διάφορες πλήρεις σειρές τριάδικο-ιουρασικών σχηματισμών βαθιάς θάλασσας και των παρυφών της.

**Ηφαιστειοϊζηματογενείς σχηματισμοί:** Πρόκειται για σχηματισμούς οι οποίοι συνίστανται από: 1) Ιζήματα βαθιάς θάλασσας (ωκεανού) και των παρυφών της, όπως ραδιολαρίτες, πηλίτες και λεπτομερείς ασβεστόλιθοι με διαστρώσεις πυριτόλιθων, οι οποίοι κατά κανόνα περιέχουν Filaments και 2) υποθαλάσσιες εκχύσεις βασικών εκρυξιγενών πετρωμάτων, όπως βασαλτών και διαβασών, οι οποίοι έχουν υποστεί έντονη σπιλιτίωση και εμφανίζονται, γενικά, με μορφή pillow lava.

Οι ηφαιστειοϊζηματογενείς αυτοί σχηματισμοί βαθιάς θάλασσας συνήθως υπόκεινται των υπερβασικών μαζών και είναι επωθημένοι πάνω σε τριαδικοϊουρασικά ανθρακικά πετρώματα της Πελαγονικής ζώνης μη μεταμορφωμένων σχηματισμών, που είναι κυρίως ανωιουρασικής ηλικίας. Στη βάση τους οι σχηματισμοί αυτοί, των οποίων το πάχος, συνήθως υπερβαίνει τα 300μ., είναι έντονα τεκτονισμένοι και «ανακατεμένοι» και συνιστούν ένα τυπικό mélange σχηματισμών.

Πολλές φορές στη βάση των ηφαιστειοϊζηματονενών αυτών σχηματισμών έχουν τεκτονικά «παρεισφρύσει» και άλλοι σχηματισμοί, οι οποίοι δεν προέρχονται από τη βαθιά θάλασσα ή από τις παρυφές της, αλλά έχουν «ξεριζωθεί» από το υποκείμενο πελαγονικό ύβωμα και έχουν παρασυρθεί από το Ηωελληνικό τεκτονικό κάλυμμα κατά την προώθηση του πάνω στους σχηματισμούς του υβώματος αυτού.

**Μάζες υπερβασικών πετρωμάτων:** Οι μάζες αυτές βρίσκονται τεκτονικά τοποθετημένες, συνήθως, πάνω στους ηφαιστειοϊζηματογενείς σχηματισμούς, με μορφή ενός δεύτερου τεκτονικού καλύμματος και μαζί με αυτούς είναι τοποθετημένες πάνω στους τριαδικοϊουρασικούς σχηματισμούς της Πελαγονικής ζώνης. Σε καμιά περίπτωση στην περιοχή της Εύβοιας δεν βρέθηκαν πάνω στις μάζες αυτές άλλοι σχηματισμοί του Ηωελληνικού καλύμματος.

Οι οφιολιθικές αυτές μάζες συνίστανται κυρίως από σερπεντινωμένες περιδοτίτες, οι οποίοι εγκλείουν κοιτάσματα λευκόλιθου και κυρίως φλέβες χρωμίτου.

Η έκταση του οφιολιθικού αυτού καλύμματος, παρά την προανωκρητιδική διάβρωση του είναι μεγάλη. Οι σημαντικότερες εμφανίσεις του καλύμματος αυτού απαντώνται σε πολλές περιοχές της Ευβοίας, Αττικής, Βοιωτίας, Λοκρίδας, Όθρυος, Πίνδου κ.α.

**6) Οι ανωκρητιδικοί επικλυσιγενείς ασβεστόλιθοι:** Έχουν πάχος που κυμαίνεται από 150μ. έως και 600μ. Η έναρξη της απόθεσης τους γίνεται συνήθως στο Κενομάνιο και συνεχίζεται μέχρι και το Μαιτρίχτιο. Στη Κεντρική Εύβοια, στην βάση των ασβεστόλιθων αυτών απαντώνται πολλά μεγάλα κοιτάσματα σιδηρονικελιούχου μεταλεύματος και μερικές φορές απαντώνται βωξιτικά κοιτάσματα (Κύμη).
Οι ασβεστόλιθοι του ορίζοντα αυτού είναι πάντοτε, νηριτικά εκτός από τους ασβεστόλιθους του Μαιστριχτίου που είναι πελαγικοί.

**7) Φλύσχης:** Οι μαιστρίχτιοι ασβεστόλιθοι μεταβαίνουν βαθμιαία προς τα άνω σε ιζήματα του φλύσχη, που συνίστανται κυρίως από ψαμμίτες και αργιλικούς σχιστόλιθους.

### *3.3.2. ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ*

Η στρωματογραφία της ευρύτερης περιοχής έρευνας (Γεωλογικός Χάρτης) περιγράφεται από κάτω προς άνω ως εξής:

#### *3.3.2.1 Αλπικά Ιζήματα*

***Μέσο Τριάδικοί – Μέσο Ιουρασικοί ασβεστόλιθοι***
Γενικά, είναι ασβεστόλιθοι μέσο έως παχυστρωματώδεις, τεφροί έως μελανότεφροι, ενίοτε υπόλευκοι, στιφροί, καρστικοί και φέρνουν κατά θέσεις βολβούς πυριτολίθων ως και ενστρώσεις δολομιτών. Το ορατό πάχος τους υπερβαίνει τα 200μ. στην περιοχή της Πεισσώνας – Νέας Αρτάκης, και ανήκουν στους βαθυτέρους ορίζοντες του Ιουρασικού.
Πολλάκις φέρνουν μακροαπολιθώματα όπως διάφορα ελασματοβράχια και ακτινόζωα, Filament τα οποία αντιπροσωπεύουν μια χαρακτηριστική μικροφάση των μεσοζωικών σχηματισμών του μεσογειακού χώρου που αντιστοιχεί το Κάτω – Μέσο Ιουρασικό «Δουγγέριο».
Στην Εύβοια η παρουσία τους έγινε γνωστή από τον J. Deprat, 1904, ο οποίος αναφέρει την ύπαρξη Megalodons, στην πανίδα Αρέθους ΒΔ της Χαλκίδας.
Οι C. Renz και M. Reichel, 1948, έδειξαν την παρουσία στους ασβεστόλιθους αυτούς Gyroporells και Cladocorobsis mirabilis FELIX.
Ο Claude Guernet, 1966, περιγράφει στη περιοχή Χαλκίδας στρωματογραφική σειρά τριάδικο – ιουρασική από πάνω προς κάτω ως:
Ασβεστόλιθοι γκρι ως μαύροι με Cladocorobsis mirabilis FELIX, ασβεστόλιθοι ή κερατόλιθοι, ασβεστόλιθοι γκρι με Megalodons, ασβεστόλιθοι και δολομίτες χωρίς αμφιβολία Τριαδικοί. Αυτοί οι τελευταίοι καλύπτουν τους σχιστόλιθοιυς της περιοχής Αφρατίου Νότια της Χαλκίδας. Στην περιοχή ΒΔ της Νεροτριβιάς αναφέρονται απολιθώματα από τον Guernet Megalodons Sp. Lagenidae, Frondiclaria Sp., Duostomidae, Involutina Sp., θραύματα Εχινοδέρμων και διθύρων, φύκη και οστρακώδη. Μέσο πάχος 800μ. Περιγράφονται επίσης στη βάση των ασβεστόλιθων Πυξαρίας οστρακώδη Lithiotis και Megalodons, Orbitopsella Praursor, Arenace.

***Ασβεστόλιθοι Ανωτέρου Ιουρασικού***
Οι ασβεστόλιθοι αυτοί αποτελούν την προς τα άνω εξέλιξη των αναφερθέντων (κάτω – Μέσο) Ιουρασικών ασβεστόλιθων, υπερκείμενοι αυτών εν συμφωνία.
Αυτοί είναι παχυστρωματώδεις έως άστρωτοι, ανοιχτόχροες, λίαν καρστικοί, περιέχουν δε το χαρακτηριστικό απολίθωμα του Κιμμερίδιου Cladocorobsis, Protopeneroplis Striata Wevnschenk, Litulidae, Favreina Sp., Οστρακώδη, Γαστερόποδα, Φύκη της οικογένειας Cadiaceae.

Οι ασβεστόλιθοι αυτοί, το πάχος των οποίων υπερβαίνει τα 200μ., μεταβαίνουν πλευρικώς προς μέλη της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης ή εναλλάσσονται μετά αυτών, σε κάποιες περιπτώσεις, η προκενομάνια διάβρωση απεκόμισε αυτούς, είτε κατά μέρει είτε στο σύνολο, όπως αυτό συμβαίνει στην περιοχή του Έρτερου.
Ο Guernet, 1965, σημειώνει στο βορειοδυτικό άκρο της οροσειράς Κανδηλιού και πιο πάνω από το χωριό Τρούπι, άσπρους ως γκρι ασβεστόλιθους, κερματισμένους, περιέχοντες Cladocoropsis mirabilis FELIX του Κιμμεριδίου. Οι ασβεστόλιθοι αυτοί τελειώνουν με επιφάνεια σιδηρομεταλλεύματος, οι οποίοι ήδη έχουν σημειωθεί στην Ελλάδα ως Άνω Ιουρασικοί ασβεστόλιθοι από τους J. Deprat, C. Guernet και J. Aubouin.

***Σχιστοκερατολιθική διάπλαση μετ΄ Οφιολίθων***
Η διάπλαση αυτή συνίσταται από κεραμόχρωμους ή κοκκινωπούς κερατόλιθους, πρασινοκάστανούς αργιλικούς σχιστόλιθους, ψαμμίτες μεγάλες ενστρώσεις ασβεστολιθικές και μεγάλες κοίτες οφιολιθικών πετρωμάτων (κυρίως) από σερπεντίνες περιδοτίτες και διαβάσες) στα ανώτερα μέλη της διάπλασης.
Οι ασβεστολιθικές ενστρώσεις μέσα στην σχιστοκερατολιθική διάπλαση με πάχος μέχρι 200μ είναι ανοιχτόχρωμοι, παχυστρωματώδεις και μερικές φορές με βολβούς πυριτόλιθων, καρστικοί με Cladocoropsis κατά θέσεις.
Αυτή η διάπλαση έχει μεγάλη εξάπλωση στην περιοχή της Νέας Αρτάκης – Βατώντας – Πεισσώνας και στην περιοχή των Ψαχνών – Παναγίας – Τριάδας – Πολιτικών – Νεροτριβιά και Δάφνη.
Η σχιστοκερατολιθική διάπλαση υπέρκειται σε συμφωνία των Ιουρασικών ασβεστόλιθων. Η ύπαρξη της απόθεσης αυτής στην περιοχή μελέτης, τοποθετείται στο Ανώτερο Ιουρασικό (Κιμμερίδιο), ενώ, αντιθέτως, το τέλος αυτής δεν είναι γνωστό λόγω έλλειψης απολιθωμάτων στα ανώτερα μέλη αυτής. Είναι όμως οπωσδήποτε προκενομανίου ηλικία.
Η διάπλαση αυτή κατά θέσεις είναι λίαν εξαλλαιωμένη και φέρνει πυκνότατο δίκτυο ρωγμών πληρωμένων δια δευτερογενούς σερπεντινικού υλικού ως και διοξειδίου του πυριτίου και μαγνησίτου.
Απαντούν εντός της μάζας των οφιολιθικών πετρωμάτων (περιοχή Βατώντας - Πεισσώνας) κοιτάσματα λευκολίθου και χρωμίτου. Το συνολικό πάχος της σχιστοκερατολιθικής διάπλαση εκτιμάται μέχρι 1000μ περίπου.

***Σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα***
Τα σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα απαντούν υπό μορφή φακοειδών ενστρώσεων επί της διαβρωσιγενούς επιφάνειας των περιδοτιτών - σερπεντίνων της περιοχής, υποκείμενα σύμφωνα των κενομάνιων ασβεστόλιθων. Τα κοιτάσματα αυτά είναι προϊόντα λατεριτικής αποθασρώσεως των οφιολίθων της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης, τα οποία παρεσύρθησαν από την κενομάνια θάλασσα και αποτέλεσαν το πρώτο ίζημά της, το οποίο στην συνέχεια καλύπτεται υπό την ασβεστολιθική ιλύ από την οποία προήλθαν οι υπερκείμενοι ασβεστόλιθοι.

***Άνω Κρητιδικοί ασβεστόλιθοι***
Μεταξύ του Ανωτέρου Ιουρασικού και Ανωτέρου Κρητιδικού μεσολαβή κενό, πρόκειται για το Κατώτερο Κρητιδικό, στρώμα το οποίο δεν έχει αναφερθεί στην περιοχή.
Περιγράφηκαν από τον J. Deprat, 1904, μόνο στα Βόρεια των Ψαχνών, Πολιτικών, Αρτάκη και στα περίχωρα της Χαλκίδας και αναγνωρίστηκαν από τους C. Renz και M. Reichel, 1948.
Πρόκειται περί των ασβεστόλιθων οι οποίοι υπέρκεινται συμφώνως σιδηρονικελιούχων κοιτασμάτων και ασυμφώνως των προ- κενομάνιων σχηματισμών και οι οποίοι απετέθησαν μετά την νεοκιμμεριδική πτύχωση. Το πάχος τους στην περιοχή Ανδρογιάννη είναι 150μ, και στην περιοχή Βόρεια της Νέας Αρτάκης μέχρι 780μ.

Οι C. Renz και M. ReichelL, αναγνώρισαν στη μικροπανίδα νότια της Χαλκίδας: Cunedina, Valvulammina Picardi Henson, Dukhania, Chysalidina Gradata d΄ Orbigny, Cyclolina (Cf) Cretacea d΄ Orbigny, Nummoloculina, Miliola, Trochammina.
Ο C. Guernet, 1966, ανακάλυψε πανίδα στην περιοχή Βόρεια της Χαλκίδας με τρηματοφόρα: Valvulammina Picardi, Nezzazata, Dukhania, Chrysalidina, και με Fissurines, στην οποία Ο G. Bignot, αναγνώρισε: Praealvolina Crtacea d΄ Archiac, Pilhonella Oualis Kaufmahh (Fissurines), Hexdbergella, Calcisphaerula Innominata Bonet. Επίσης, αναγνώρισαν στην περιοχή των Ψαχνών: Cunelina, Dicyclina, Nezzazata, Cyclokina και διάφορα λείψανα Rudistes κυρίως Caprinides.

Οι ασβεστόλιθοι της κενομάνιας επίκλυσης διακρίνονται από τον καθηγητή Γ. Κατσικάτσο, από κάτω προς τα άνω σε τέσσερις στρωματογραφικούς ορίζοντες:

*Α- Ορίζων Κενομάνιων μαργαΐκών ασβεστόλιθων οροφής*
Οι ασβεστόλιθοι του ορίζοντος αυτού αποτελούν τη βάση των ανωκρητιδικών, υπέρκεινται ασυμφώνως των προκενομάνιων σχηματισμών και κανονικώς των σιδηρονικελιούχων μεταλλευμάτων και ως τούτου αποτελούν καθοδηγητικό ορίζοντα για την ανεύρηση του μεταλλεύματος και γενικώς, της ανωκρητιδικής επαφής τους με τους προκενομάνιους.
Είναι ασβεστόλιθοι μαργαΐκοί, κονδυλώδεις, κίτρινοι ως υποκίτρινοι τεφροί ή τεφρομέλανες, μερικές φορές ερυθροί κροκαλοπαγικείς, λεπτοί ως μεσοστρωματώδεις. Εντός των ασβεστόλιθων αυτών απαντούν ενστρώσεις μεταλλεύματος μικρών διαστάσεων, από το οποίο τεκμαίρεται ότι η μεταφορά του μεταλλεύματος συνέχισε και μετά την κύρια επίκλυση της θάλασσας. Το πάχος του κυμαίνεται μεταξύ 0.5- 15μ.
Περιέχουν ρουδιστές, ο Γ. Κατσικάτσος, αναφέρει τα απολιθώματα: Orbitolina Sp., Praealveolina Sp., Textularia και Miliolidae.
Οι C. Guernet και G. Bignot αναγνώρισαν μικροπανίδα στην περιοχή μεταξύ Ψαχνών – Βατώντα και στο νότιο τμήμα του Κανδηλιού: Exogyres, Polypiers, Nummoloculina, Miliolidae, Cuneolina, Diclclina,Nezzazata, Chrysalidina και Praealveolina που αποδίδουν στο Κενομάνιο.

*Β- Κενομάνιοι – Τουρώνιοι παχυστρωματώδεις ασβεστόλιθοι*
Υπέρκεινται συμφώνως των μαργαΐκών ασβεστόλιθων της οροφής, είναι δε παχυστρωματώδεις, ανοιχτόχρωμοι ως τεφροί κατά θέσεις κρυσταλλικοί, κονδυλώδεις, καρστικοί, φέρνουν ρουδιστές στο ανώτερο τμήμα. Το πάχος κυμαίνεται γύρω τα 400μ.περίπου λόγω μη απόθεσης τους και, κυρίως λόγω της διάβρωσης τους κατά την (κατά τόπους) ανάδυση της περιοχής μεταξύ Τουρωνίου – Σενωνίου περίοδου.
Ο Κατσικάτσος με βάσεις βρισκόμενων τομών Ρουδιστών δίνει Κενομάνιο – Τουρώνιο ηλικία. Οι M. Reichel και S. Sorney δίνουν (Λιγκέριο) Κατώτερο Τουρώνιο ηλικία από απολιθώματα: Chrysalidina, Dohania, Begia, Radiolites και Sauvagesia Sp.

*Γ- Σενώνιοι ασβεστόλιθοι*
Είναι ασβεστόλιθοι λέπτο έως μέσο-στρωματώδεις, υποκίτρινοι, τεφροί έως τεφρομέλανοι, κυρίως μαργαΐκοί και φέρνουν πλήθος μικροαπολιθωμάτων όπως πολλά είδη του γένους Globotruncana, Οι Σπηλιάδης και S. Sorney αναφέρουν: Brunonia Sp., Globotruncana Lapparenti. Η ηλικία τους είναι Σενώνιος.
Οι ασβεστόλιθοι αυτοί βρίσκονται, κατά θέσεις, σε ασυμφωνία με τους υποκείμενους (Κενομάνιοι – Τουρώνιοι) ασβεστόλιθοί και το πάχος τους πολλές φορές φτάνει 300μ.

*Δ- Μαιστρίχτιοι λεπτοστρωματώδεις ασβεστόλιθοι*

Είναι ασβεστόλιθοι λεπτοστρωματώδεις, υποκίτρινοι ή ερυθροποί, μαργαϊκοί, μικροπτυχωμένοι και περιέχουν πλήθος τρηματοφόρα κυρίως του γένους Globotruncana. Ο Σπηλιάδης σημειώνει στους ασβεστόλιθους της περιοχής Γερού Orbitoides και το χαρακτηριστικό Globotruncana Struarti.

Ο C. Guernet, 1966 περιγράφει στην περιοχή ΒΑ του χωριού Άτταλης και Μακρυκάπας μια στρωματογραφική σειρά που αποτελείται από κάτω προς τα άνω ως εξής:
- Brechiques ασβεστόλιθοι λατυποπαγικείς αναμειγμένοι με κόκκους σιδηρομεταλλεύματος και σερπεντίνες.
- Ασβεστόλιθοι με Rudistes.
- Ασβεστόλιθοι με κερατόλιθους και Actoeonelles.
- Ασβεστόλιθοι πλακώδεις, πάχους περίπου 50μ., άφθονοι σε Oursins και Rosalines που τοποθετούν την εμφάνιση του Όρους Κανδήλι στο Μαιστρίχτιο.
Περιγράφει επίσης, ο Guernet στην περιοχή μεταξύ Ψαχνών – Βατώντα μια ασβεστολιθική σειρά, από κάτω προς τα άνω ως εξής:
-Ασβεστόλιθοι επικλυσιγενές πάχους περίπου 0.5μ. πάνω σε κοίτασμα σιδηρομεταλλεύματος και σερμεντίνες.
- Ασβεστόλιθοι με Polypiers, πάχους 0.5μ.
- Ασβεστόλιθοι με Exogyra, πάχος μερικών μέτρων.
- Ασβεστόλιθοι γκρι προς μαύροι, χωρίς κερατόλιθοι με Rudistes, πάχους 100 – 200μ.
- Ασβεστόλιθοι μαύροι με κερατόλιθους, χωρίς Rudistes, πάχους 50-100μ.

***Φλύσχης***
Επί της κενομάνιας ασβεστολιθικής σειράς, αναπτύσσονται σε συμφωνία τα ιζήματα του φλύσχη, τα οποία είναι εναλλαγές αργιλικών σχιστόλιθων με κατά θέσεις ασβεστολιθικών ενστρώσεων, στην περιοχή Πολιτικών και βορειοανατολικά των Ψαχνών.
Οι ψαμμίτες του φλύσχη είναι λεπτόκοκκοι καλώς ενστρωμένοι σε πάγκους των 5 - 10cm. Οι αργιλικοί σχιστόλιθοι είναι φαιοπράσινοι, κατά θέσεις ερυθρίζοντες, οι δε ασβεστόλιθοι των ενστρώσεων του είναι παχυστρωματώδεις, τεφροί, κλαστικοί με απολιθώματα που χαρακτηρίζουν το Μαιστρίχτιο. Το ορατό πάχος των ιζημάτων του φλύσχη της περιοχής κυμαίνεται μεταξύ 50 - 300μ.

#### *3.3.2.2. Μεταλπικά Ιζήματα*

Παρουσιάζονται στο κεντρικό τμήμα του νησιού, δηλαδή στη λεκάνη της Παλιούρας η οποία συνιστά ρηξιγενές βύθισμα σχετικώς νεαρής ηλικίας, το οποίο πληρούται κυρίως από λιμναία ιζήματα, νεογενούς ή και νεότερα, κατά δεύτερο δε λόγο από ιζήματα χερσαίων διλλουβίων και αλλουβίων.

##### 3.3.2.2.1 Νεογενή ιζήματα
Μετά την ολοκλήρωση του αλπικού κύκλου, έλαβαν χώρα κατακόρυφες κινήσεις οι οποίες είχαν ως αποτέλεσμα τον σχηματισμό του τεκτονικού βυθίσματος της στην κεντρική Εύβοια, το οποίο επεκτείνεται από την Περιοχή της Παλιούρας και προς δυτικά μέχρι τα Ψαχνά και τα Πολιτικά - Νεροτριβιάς.
Το βύθισμα στη συνέχεια πληρώνεται από αντίστοιχα νεογενή ιζήματα, μέρος των οποίων είναι τα λιγνιτοφόρα.
Τα νεογενή ιζήματα της λεκάνης δύναται να διακριθούν πετρολογικά σε δυο ομάδες πετρωμάτων: Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει τα *αργιλλομαργαΐκά* στο βορειοανατολικό της λεκάνης, ενώ ή δεύτερη τα *ψαμμιτοκροκαλοπαγικοί* με ελάχιστο μαργαΐκό στοιχείο και η οποία καταλαμβάνει το υπόλοιπο και μεγαλύτερο τμήμα της.
Οι δυο αυτές ομάδες πετρωμάτων δεν συνιστούν χρονικά διάφορα στρώματα, αλλά έχουν την αυτήν ηλικία, και αντιστοιχούν σε δυο διαφορετικές φάσεις μιας λίμνης.

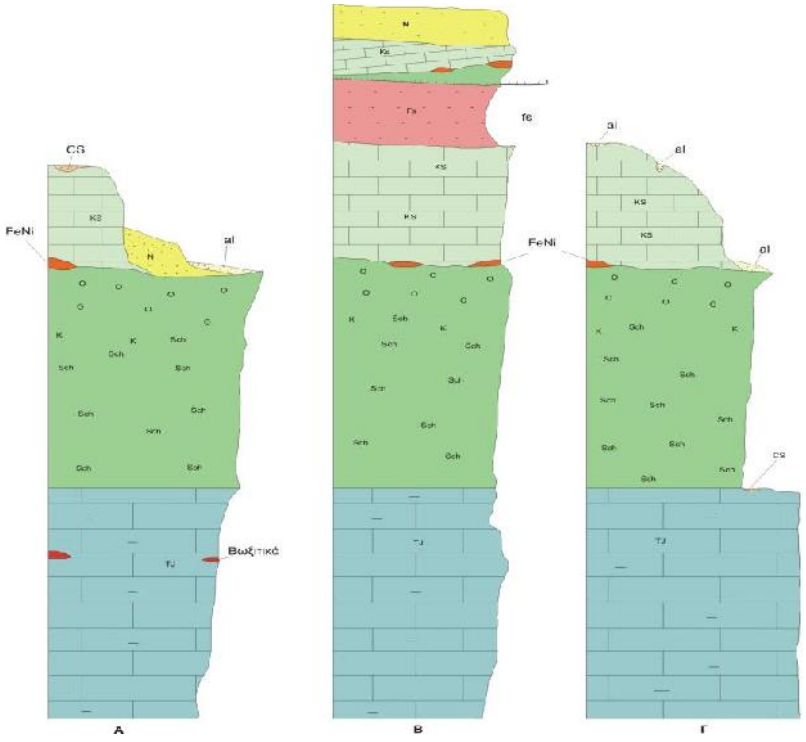
Η διαφοροποίηση του ιζηματογενούς υλικού της λεκάνης σε αργιλλομαργαϊκά και ψαμμιτοκροκαλοπαγικοί οφείλεται αφ` ενός στην παλαιογεωγραφική διαμόρφωση του ρηξιγενούς βυθίσματος, αφ΄ ετέρου δε στη φύση των περιβαλλόντων της λεκάνης παλαιοτέρων πετρωμάτων.
Η μορφολογία του πυθμένους της ρηξιγενούς λεκάνης είναι ανώμαλη. Η ένταση των κατακόρυφων κινήσεων εντός του περιβάλλοντος της νεογενούς λεκάνης χώρου ήταν άνισος, με αποτέλεσμα την ανομοιομορφία του πυθμένους της λεκάνης, έτσι ώστε να σχηματιστούν τμήματα βαθύτερα (βορειοανατολικά), ενώ το υπόλοιπο μεγαλύτερο μέρος της λεκάνης να είναι σχετικά αβαθές.
Ο διαχωρισμός αυτός του πυθμένους της λεκάνης επηρέασε ως ήταν φυσικό και τη φύση της ιζηματογένεσης. Ενώ καθ΄ όλη την έκταση της η ιζηματογένεση είναι ενιαία, παρ΄ όλα αυτά, παρατηρείται ότι στο βόρειο και βορειοδυτικό τομέα, όπου τα βαθύτερα τμήματα έχουν αποτεθεί αργιλλομαργαϊκά ιζημάτα, ενώ στα αβαθή τμήματα επικρατούν οι ψαμμιτοκροκαλοπαγικοί απόθεσεις.
Ο C. Guernet, 1967, περιγράφει την ίδια πετρολογική σύσταση στη λιμναία λεκάνη της Κύμης, δηλαδή την αργιλλομαργαΐκή και την ψαμμιτοκροκαλοπαγική, και μερικές φορές με κλαστικά διαβασμένα στοιχεία, με μέγιστο πάχος 300μ. Ο ανωτέρω ερευνητής εκτιμά την ηλικία των ιζημάτων αυτών ως Ακουτάνιο.
Οι F. Unger και G. Saporta, 1867, την αποδίδουν στο Κάτω – μέσο Μειόκαινο από την πανίδα (υποτροπικός χαρακτήρας με κυρίως καμφορόδεντρα) του ασβεστομαργαΐκού απολιθωματοφόρου στρώματος, στην περιοχή Ανδρογιάννη - Κύμης.
Οι J. Deprat και Μητσόπουλος, συμφωνούν, βάσει απολιθωμάτων που έχουν, την εξάπλωση στις λιμναίες αποθέσεις και της αποδίδουν ηλικία Σαρμάτιο.

### 3.3.2.2.2. Διλλουβιακές και Αλλουβιακές αποθέσεις

Μετά την απόθεση των λιμναίων πλειστοκαινικών στρωμάτων (ο χρόνος παραμένει άγνωστος λόγω κυρίως της άγνοιας μας για την εποχή κατά την οποία τερματίζεται η «ζωή» της λίμνης) ακολούθησαν ανοδικές κινήσεις με ταυτόχρονο διάρρηξη της νεογενούς περιοχής – σε περιορισμένη πάντως κλίμακα – με αποτέλεσμα τα νεογενή στρώματα να εμφανίζονται σήμερα με μια γενική βορειοδυτική διεύθυνση, κλίνοντας προς τα νοτιοδυτικά με μια κλίση που κυμαίνεται από 0 - 20°, στη λεκάνη της Παλιούρας - Ψαχνών, ενώ δεν αποκλείονται τοπικές παραλλαγές ως προς την διεύθυνση εντός περιορισμένου πάντοτε χώρου.
Μετά την ανύψωση των νεογενών στρωμάτων ακολούθησε έντονη διάβρωση με αποτέλεσμα μεγάλα τμήματα των ανωτέρων οριζόντων να διαβρωθούν και να απομακρυνθούν.
Το αποκομιζομένο υλικό μεταφερόμενο προς τα νότια της λεκάνης, από τα υδάτινα ρεύματα αποτέλεσε τα καλύπτωντα σήμερα τμήματα από τα νεογενή ή άλλους σχηματισμούς, με διλλουβιακές αποθέσεις οι οποίες συνίστανται από ερυθρίζοντας αργιλικούς σχηματισμούς και από χαλαρά κροκαλολατυπαγή.

Εκτός το υλικό το οποίο προέρχεται από τη διάβρωση των νεογενών ιζημάτων, τροφοδότης των διλλουβιακών σχηματισμών, θεωρούνται οι περιβάλλοντες τη λεκάνη, μεσοζωΐκοί ή παλαιότεροι σχηματισμοί. Μάλιστα, στα δυτικά και βορειοδυτικά τμήματα της λεκάνης, επικρατούν οι μεσοζωΐκοί ασβεστόλιθοι και οι οφιόλιθοι, ενώ Βορειοανατολικά επικρατούν μεταξύ αυτών και οι παλαιοζωΐκοι ασβεστόλιθοι, ψαμμίτες και σχιστόλιθοι.
Τα τοπογραφικώς χαμηλότερα τμήματα της λεκάνης, ήτοι οι πυθμένες των χαραδρών και τα κάπως πεδινά τμήματα της καλύπτονται από σύγχρονες προσχώσεις, ήτοι άμμος, ασύνδετα κροκαλολατυπαγή και κυρίως αργιλοαμμώδεις, ερυθρογή, υλικά δηλαδή τα οποία δια των υδάτων μεταφέρθηκαν στις αναφερόμενες περιοχές κατόπιν επίκλυση των παλαιοτέρων σχηματισμών.
Οι σχηματισμοί αυτοί συγχέονται πολλάκις με τους διλλουβιακούς ή με τον ανώτερο και αποσαθρωμένο μανδύα των νεογενών.

Τα στρώματα αυτά βρίσκονται κατά το μάλλον ή ήττον στην στάθμη της θάλασσας και επικάθονται συνήθως των σερπεντινών (στην υπολεκάνη ψαχνών – Ν. Αρτάκη – Πολιτικά) με πάχος που ανέρχεται από το κλάσμα ενός μέτρου μέχρι τα 20μ. σε κάποιες θέσεις.




*Σχ.3.7: Στρωματογραφική στήλη του δυτικού τμήματος περιοχής μελέτης (Α, περιοχή Πολιτικών – Β, περιοχή Βόρεια Ψαχνών – Γ, περιοχή Αρτάκης / Πεισσώνας)*
*Fig.3.7: Columnar section of the western part of the study area (A, Politica area. B, Northern Psachna area. Γ, Nea Artaki – Pissonas area*

## 3.5. ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

Στην ευρεία περιοχή έρευνας, απαντούν κοιτάσματα και εμφανίσεις σιδηρονικελιούχου μεταλλεύματος, λευκόλιθων, χρωμιτών και μαγγανίου τα όποια από καιρό ήταν αντικείμενο έρευνας και εκμετάλλευσης.
Από αυτά τα κοιτάσματα – οι εμφανίσεις σιδηρονικελιούχου μεταλλεύματος και λευκόλιθου είναι ενδιαφέρουσες, αντιθέτως οι εμφανίσεις του χρωμίτη και μαγγανίου είναι χωρίς μεταλλευτικό ενδιαφέρον.

### *3.5.1. ΣΙΔΗΡΟΝΙΚΕΛΙΟΥΧΑ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΑ - ΕΜΦΑΝΙΣΕΙΣ*

*Γενικά*: Τα σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα της περιοχής υπόκεινται γενικώς των ανωκρητιδικών ασβεστόλιθων και μόνο σε ορισμένες περιπτώσεις απαντούν εντός των αβεστόλιθων αυτών. Το δαπέδο των κοιτασμάτων αποτελούν οι σχηματισμοί της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης (Γεωλογικός χάρτης, Εικ.3.1 ).
Τα κοιτάσματα απαντούν γενικώς υπό μορφή στρωματοειδών φακών και βρίσκονται πάντοτε σε συμφωνία με τους υπερκείμενους Ανωκρητιδικούς ασβεστόλιθους. Η κάτω επιφάνεια των κοιτασμάτων είναι ανώμαλη και ακολουθεί τη διαβρωσιγενή επιφάνεια του δαπέδου, η οποία δημιουργήθηκε κατά την προ-κενομάνια περίοδο κατά την οποία δημιουργήθηκε χέρσευση της περιοχής και τέλος επίκλυση. Αποτέλεσμα τον ανωτέρω είναι η αυξομείωση του πάχους των κοιτασμάτων, το οποίο κυμαίνεται μεταξύ ολίγων εκατοστών (ίχνη μεταλλεύματος) ως και 4μ.

(κοιτάσματος «Ύψωμα Καλόγηρος – Μαύρη Ράχη» στην περιοχή Νέας Αρτάκης – Πεισσώνα).

*Εικ.3.1: Σιδηρονικελιούχο κοίτασμα (FeNi) στην περιοχή Δυο Βουνά –Ν. Αρτάκη*
*Photo.3.1: Iron- nickel ore deposit (FeNi) in the area of Duo Vouna – N. Artaki*

Η αυξομείωση του πάχους (βάθος) των κοιτασμάτων γίνεται βαθμιαίως λόγω της ήπιας μορφολογίας της διαβρωσιγενούς επιφάνειας του δαπέδου των κοιτασμάτων. Το μήκος των κοιτασμάτων ποικίλει, μέχρι 4500μ. και το πλάτος μέχρι τα 100μ. (Καλόγηρος).
Η συχνότητα εμφάνισης των κοιτασμάτων στην περιοχή δεν είναι η αυτή σε όλη την έκταση. Γενικώς, παρουσιάζονται περισσότερα κοιτάσματα στο ανατολικό τμήμα (περιοχή Ν. Αρτάκη – Ψαχνά) και στο δυτικό τμήμα (περιοχή Πολιτικά) της. Αντιθέτως, στο κεντρικό τμήμα απαντά μικρός αριθμός κοιτασμάτων, λόγω ανάδυσης του τμήματος αυτού κατά την Κενομάνια περίοδο και την μεταφορά των εβρισκόμενων κοιτασμάτων σε άλλες θέσεις.
Το αρχικό υλικό από το οποίο δημιουργήθηκαν τα σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα, προήλθε από τη λατεριτική αποσάθρωση των οφιολιθικών πετρωμάτων σε περίοδο κατά την οποία το κλίμα της ξηράς περιοχής ήταν τροπικό ή ημιτροπικό με πολλές βροχοπτώσεις.
Το σχηματισθέν αρχικό σιδηρονικελιούχο μετάλλευμα, είτε παρέμεινε επί τόπου, είτε παρασύρθηκε από την θάλασσα κατά την κενομάνια επίκλυση της περιοχής και αποτέθηκε αλλού ως πρώτο θαλασσινό ίζημα.
Η μεταφορά του σιδηρονικελιούχου μεταλλεύματος που προκύπτει από την λατερική αποσάθρωση των οφιολιθικών πετρωμάτων της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης τα οποία απαντούν στη γειτονική περιοχή, από τη θάλασσα δεν έλαβε μεγάλες διαστάσεις και η σημερινή θέση του δεν πρέπει να απέχει πολύ από την αρχική. Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι οι λατύπες (κερατολίθων, οφιολίθων, ασβεστολίθων) που περιέχονται στο κοίτασμα, δεν έχουν υποστεί μεγάλη επεξεργασία κατά την μεταφορά τους.
Οι ερευνητές που εργάστηκαν στην περιοχή της Κεντρικής Εύβοιας διέκριναν δυο τύπους σιδηρονικελιούχου μεταλλεύματος για ιστό, τον πισσολιθικό, και τον συμπαγή.
Ο πισσολιθικός τύπος περιέχει πολλούς πισσόλιθους, 1-5cm, περιέχει συνήθως πολλές λατύπες κυρίως μέχρι 20cm, και μερικές αποστρογγυλώσεις.
Γενικά, το πισσολιθικό μετάλλευμα εναλλάσσεται ταυτόχρονα με το συμπαγή, τόσο κατά την κατακόρυφο, όσο και κατά την οριζόντια. Η έννοια διαχωριστική γραμμή μεταξύ του πισσολιθικού και του συμπαγούς μεταλλεύματος είναι ακανόνιστη και σχεδόν προς την στρώση του μεταλλεύματος.
Η μορφή, το μέγεθος και το βαθμός σφαιρικότητας των πισσόλιθων ποικίλει από σημείο σε σημείο στο κοίτασμα..

Η γένεση τους πιθανόν έλαβε χώρα κατά τη διαγένεση του μεταλλεύματος των κοιτασμάτων, με την βοήθεια των κυκλοφορούντων υδάτων, χωρίς όμως να αποκλείεται και η κατά το στάδιο της απόθεση του σιδηρονικελιούχου υλικού δημιουργία τους.
Ο συμπαγής τύπος, στερείται ή φέρει ελάχιστους πισσόλιθους και από αυτό απουσιάζουν και οι κερατολιθικές λατύπες οι οποίες χαρακτηρίζουν το πισσολιθικό τύπο.

*Περιοχή Νέας Αρτάκης – Πεισσώνα*
Βρίσκονται οι εμφανίσεις στην θέση «Ονοαναπαραγωγικός Σταθμός, ύψωμα Καλόγηρος» και εκτείνεται με διαρκείς αυξομειώσεις του πάχους, με συνολικό μήκος των 4.5 km, και αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα κοιτάσματα της Ευβοίας. Το σιδηρομετάλλευμα αναπτύσσεται γενικώς επί του γνωστού ερυθρού πυριτιωμένου σερπεντίνη (ψευδοκερατόλιθος), ο οποίος ως σταθερός σχηματισμός με διαρκώς μεταβαλλόμενο πάχος ακολουθεί το κοίτασμα καθ` όλο το μήκος του. Ο σχηματισμός αυτός καταλαμβάνει ολόκληρο τον μεταξύ σερπεντίνη και ασβεστόλιθου χώρο και τέλος περιορίζεται στη βάση του σιδηρομεταλλεύματος.
Ο επικρατέστερος τύπος μεταλλεύματος είναι το συμπαγές βωξιτικού τύπου, του οποίου όμως η ποιότητα δεν είναι ενιαία, αλλά μεταβάλλεται από θέση σε θέση. Εκτός από τις διαφορές στο ειδικό βάρος, παρουσιάζει προς πισσολιθικό τύπο μεταλλεύματος, με μεταβαλλόμενο πάντοτε κατά θέσεις ποσοστό πισσολίθων. Άλλοτε πάλι εμφανίζονται μέσα στο συμπαγές τύπο μεταλλεύματος και συγκεντρωμένοι σχηματισμοί, είτε φακοειδείς είτε ακανόνιστου μορφής, καθαρά πισσολιθικού ιστού μεταλλεύματος. Το ποσοστό του μεταλλεύματος πισσολιθικού ιστού, συμπεριλαμβανόμενου και του πλούσιου σε πισσόλιθους συμπαγές τύπο μεταλλεύματος, υπολογίζεται κατά εκτίμηση σε 25%. Άλλα και το ποσοστό αυτό δεν πρέπει να θεωρηθεί στο σύνολο του ως σιδηρομετάλλευμα καλής ποιότητας, δεδομένου ότι ένα σημαντικό μέρος του περιέχει αυξανόμενη ικανή αναλογία κερατολιθιών λατύπων, καταλήγοντας να έχουμε κερατολιθικό λατυποπαγές με συγκολλητικό υλικό πισσολιθικού τύπου σιδηρομεταλλεύματος, γεγονός που υποβιβάζει την ποιότητα, Γ. Κατσικάτσος.
Η μέση χημική ανάλυση τιμή: Fe = 40% και Ni = 1.12%
Στην εμφάνιση «Μαύρη Ράχη» ως συνέχεια του κοιτάσματος «Καλόγηρος», εκτείνεται σε μήκος περίπου 450μ. και πλάτος μεγαλύτερο των 3μ., το μετάλλευμα που αποτελείται από συμπαγές σιδηρομετάλλευμα προς τα κάτω, εφ΄ όσον όμως ανερχόμεθα εξελίσσεται βαθμιαίως σε πισσολιθικό τύπο σιδηρομεταλλεύματος. Μεταξύ τους παρεμβάλλεται ικανού πάχους σχηματισμοί από κερατολιθικές λατύπες συγκεκολλημένες με πισσολιθικό μετάλλευμα. Οι κερατολιθικές λατύπες δεν περιορίζονται μόνο εντός του σχηματισμού αυτού αλλά σε μικρό πάντως ποσοστό, εμφανίζονται κατεσπαρμένες μέσα σε ολόκληρο το κοίτασμα. Βεβαίως υπάρχουν και τμήματα του είναι απαλλαγμένα παντελώς από τις λατύπες

*Περιοχή Πολιτικών / Νεροτριβιά*
Εμφανίσεις σιδηρομεταλλεύματος στη θέση «Σπηλιά Λαδά» κειμένη εντός του κλάδου της κύριας ρεματιάς Μορτερής, συνιστάμενο από πισσολιθικό σιδηρομετάλλευμα, μέσο πάχος 2μ., με σημαντική αναλογία σε κερατολιθικές λατύπες.
Συνεχίζεται στην δεξιά όχθη της ρεματιάς θέση «Πλατανάκια» συνιστάμενο από πισσολιθικό σιδηρομετάλλευματ και βωξιτικό τύπο σε όλο το κοίτασμα, μήκους 250μ. μέσου πάχους 2μ.και πλάτος λίαν πιθανό έως 15μ.
Στην θέση «Αγ. Παντελεήμων» είναι η εμφάνιση σιδηρομεταλλεύματος πισσολιθικού ιστού ασήμαντου πάχους και μήκους και σε πολλές περιπτώσεις λείπει τελείως το σιδηρομετάλλευμα αντικαθιστάμενο ολόκληρο από ψευδοκερατόλιθους ή λατυποκροακαλοπαγούς σχηματισμούς συνιστάμενο από πισσολίθους, τεμαχιδία σερπεντίνη και λατύπες κερατολίθων.

Στη θέση «Μαντριά» είναι εμφανίσεις συμπαγούς σιδηρομεταλλεύματος πάχους 3.5μ., μήκους 15μ., και στο δυτικότερο σημείο της, πισσολιθικού τύπου σιδηρομεταλλεύματος, μήκους 100μ. και πάχους 1.5μ.
Νότια της Νεροτριβιάς και πλησίον της ακτής, υπάρχει φακοειδείς εμφάνιση σε δυο θέσεις, στην θέση «Μολυβιά» μήκους 10μ., πάχους 2μ., και θέση «Κακοπέρτος» μήκους 10μ. περίπου. Στην επαφή των ασβεστόλιθων και σερπεντίνων παρουσιάζονται εμφανίσεις ασήμαντων διαστάσεων, πισσολιθικού και συμπαγούς τύπου σιδηρομεταλλεύματος.
Στην περιοχή Πολιτικών δυο μόνο εμφανίσεις παρουσιάζουν μεταλλευτικό ενδιαφέρον, η θέση Σπηλιά και η θέση Μαντριά.
Οι χημικές αναλύσεις (Γ. Σιώτης) που έγιναν με σκοπό την εξέταση της ποιότητας των βρισκόμενων στην περιοχή των Πολιτικών Νεροτριβιάς σιδηρομεταλλεύματος δίνουν: Fe = 40% και Ni = 1%.

*ΠΕΡΙΟΧΗ ΨΑΧΝΩΝ*
Η εταιρία Γ. Μ. Μ. ΑΕ ΛΑΡΚΟ, μεταλλευτική και μεταλλουργική ελληνική επιχείρηση, ιδρύθηκε το 1963 και είναι Πέμπτη στην παγκόσμια αγορά και παραγωγή του σιδερονικέλιου.
Η εξόρυξη των σιδερονικελιούχων κοιτασμάτων της Εύβοιας από τη Λαρκο άρχισε στις 1969, από κεντρική μεταλλευτική μονάδα εμπλουτισμού και επεξεργασίας του μεταλλεύματος βρίσκεται στην περιοχή Βρυσσακίων (Μεσσαπίων), και το μετάλλευμα μεταφέρεται από το λιμάνι στη απέναντι πλευρά του Β. Ευνοϊκού - στη Λάρυμνα - όπου βρίσκονται οι εγκαταστάσεις της Μεταλλουργικής μονάδας παραγωγής (smelters) του σιδερονικελίου, FeNi.

*Προδιαγραφές του σιδηρονικελούχου μεταλλεύματος FeNi της (Λάρκο) Εύβοιας*
*Ferronickel FeNi specifications produced by Larco in the study area – Granules analysis*
*Size: 3 to 40MM (95 PCT) – Packing: In Bulk*

| | |
|---|---|
| Ni | 17 – 25 % |
| Co | 4,5 % της περιεκτικότητα σε Ni |
| As | 0,15 % Max |
| P | 0,02 % Max |
| S | 0,150 % Max |
| Cu | 0,10 % Max |
| C, Mn, Si, Cr | Ιχνοστοιχεία |

Το σιδερονικελιούχο της ΛΑΡΚΟ έχει το πλεονέκτημα απαλλαγής από ίχνη άνθρακα επίσης έχει παρουσία κοβάλτιου, πράγμα που του δίνει ανθεκτικότητα και ανταγωνιστικότητα στην αγορά.

### *3.5.2. ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΑ ΛΕΥΚΟΛΙΘΟΥ*

Τα κοιτάσματα – εμφανίσεις λευκόλιθου βρίσκονται μέσα στους περιδοτίτες και σερπεντίνες της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης στην περιοχή Νότια του χωριού Πεισσώνας και νοτιοανατολικά της Νέας Αρτάκης. Απαντούν ως ομάδες εμφανίσεων, με την μορφή τυπικών φλεβών και δεν απέχουν πολύ μεταξύ τους. Η ηλικία γενέσεως τους είναι με βεβαιότητα προνεογενής και πιθανώς παλαιογενής διότι έχουν παρατηρηθεί στα ιζήματα της νεογενούς λεκάνης Παλιούρας κροκάλες λευκόλιθου (Σχ.10γ).

***Γένεση / μορφή / ποιότητα***
Τα κοιτάσματα λευκόλιθου σχηματίζονται από διαλύματα πλούσια σε διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο με τα μαγνησιούχα ορυκτά (Ολιβίνης, Φορστερίτης, Μαγνησίτης ή Λευκόλιθος, Δολομίτης, Καρναλλίτης, Βρουκίτης και Περίκλαστο) των υπερβασικών πετρωμάτων έδωσε μαγνησίτη, ο οποίος αποτέθηκε στις ρωγμές - ρήγματα των πετρωμάτων και σχημάτισε κοιτάσματα λευκόλιθου
.

$$Mg(OH)_8Si_4O_{10} + 6CO_2 \rightarrow MgCO_3 + SiO_2 + 4H_2O$$
**(Αντιγορίτης) (Λευκόλιθος)**

Η προέλευση των διαλυμάτων είναι άγνωστη γιατί μπορεί να είναι μαγματικής μεταμορφικής ή και μετεωρικής.
Τα κοιτάσματα άμορφος λευκόλιθος απαντούν στην περιοχή με μορφή φλεβών, πάχους ολίγων εκατοστών έως και μέτρου, ύστερα από την συμπλήρωση των προ-εβρισκόμενων μεταλλοφόρων ρηγμάτων με μαγνησίτη, είτε με μορφή πλέγματος φλεβιδίων (Stockwerk) μικρού πάχους το οποίο προκύπτει από την πλήρωση των ρηγμάτων ή επιπέδων κατακλάσεων των ρηγμάτων.
Γενικά, η μεταλλοφορία της περιοχής απαντά κυρίως από μορφή φλεβών, των οποίων το μήκος σπανίως υπερβαίνει τα 100μ., με μεγάλη αυξομείωση του πάχους τους, κατά τη διεύθυνση και τη κλίση φλεβών και μόνο σε μερικές περιπτώσεις απαντά από μορφή Stockwerk.
Οι μεταλλοφόρες φλέβες οι οποίες βρίσκονται με μεγάλη κλίση είναι τεκτονισμένες παράλληλα προς τα ρήγματα, λόγω ανάδρασης των προ-υπαρχόντων ρηγμάτων. Αποτέλεσμα κινήσεων που έλαβαν χώρα στο μετάλλευμα των φλεβών λόγω της ανάδρασης των ρηγμάτων είναι η κατά θέσεις «μυλονιτοποίηση» του μεταλλεύματος, ως και δευτερογενής εμπλουτισμός του με διοξείδιο του πυριτίου στις πλευρές του επιπέδου ρήγματος, προϊόν του οποίου είναι μια ζώνη μεταλλεύματος κακής ποιότητα που ονομάζεται «πλύστρα».
Τα κοιτάσματα της περιοχής εγκλείουν, κατά κανόνα, σερπεντινικές λατύπες ποικίλου μεγέθους σε μεγάλο ποσοστό οι οποίες έχουν εγκλεισθεί στο μετάλλευμα κατά την περίοδο της πλήρωσης των ρηγμάτων από τα μεταλλοφόρα διαλύματα, ή προ-βρισκόμενες (λατύπες) στο χώρο του ρήγματος από μορφή τεκτονικών λατυπών. Είναι ευνόητο, ότι η παρουσία των λατυπών υποβιβάζει την ποιότητα του μεταλλεύματος και καθιστούν προβληματική την χειροδιαλογή στις περιπτώσεις κατά τις οποίες αυτές είναι μικρού μεγέθους και σε μεγάλο ποσοστό.
Το χαρακτηριστικό του μεταλλεύματος είναι η μεγάλη περιεκτικότητα σε διοξείδιο του πυριτίου. Το μετάλλευμα απαντάται υπό μορφή δευτερογενών επιφλοιωμάτων ή βοτρυοειδούς μορφής στις ρωγμές και κοιλότητες του μεταλλεύματος αλλά και ως διάσπαρτο.
Από τις χημικές αναλύσεις (ΙΓΜΕ) προκύπτει ότι η περιεκτικότητα του μεταλλεύματος κοιτασμάτων σε **$SiO_2$** είναι, γενικώς, ψηλή, κυμαινομένη από 3.45 έως 19.20% και σε «πλύστρα» 56.60%. Το **MgO** από 42.69 έως 44.88%. Ο σίδηρος **$Fe_2O_3$** από 0.12 έως 0.46%.
Η ποιότητα του μεταλλεύματος είναι μέτρια, όπως αναφέραμε, λόγω της παρουσίας των σερπεντινικών λατυπών καθώς και των απαντωμένων μέσα του επιφλοιωμάτων $SiO_2$.
Τα αποθέματα κοιτασμάτων λευκόλιθου της περιοχής είχαν υποστεί από καιρό εντατική εκμετάλλευση του μεταλλεύματος και εξόρυξη περίπου 150 τόννους μέχρι το στάδιο εξάντλησης.

### *3.5.3. ΕΜΦΑΝΙΣΕΙΣ ΜΑΓΓΑΝΙΟΥ*

Στη θέση «βουνάκι», ευρισκομένη νοτίως του χωριού Πεισσώνας, σε μικρή χαράδρωση, απαντούν μικρές εμφανίσεις μαγγανίου, οι οποίες ερευνήθηκαν με μικρές εκσκαφές, ΙΓΜΕ. Το μαγγάνιο απαντά σε αυτές σε μορφή μικρών συγκεντρώσεων δευτερογενούς πυρολοσίτου, κατά μήκος της θιγείσης δια ρήγματος επαφής των εβρισκόμενων στην περιοχή αυτή σερπεντίνων και ραδιολαριτών της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης με τους υποκείμενους ιουρασικούς ασβεστόλιθους.
Στη περιοχή απαντούν πέντε εμφανίσεις μαγγανίου ασήμαντες χωρίς μεταλλευτικό ενδιαφέρον.
Η χημική ανάλυση ενός δείγματος (ΙΓΜΕ) έδωσε περιεκτικότητα:

**$SiO_2$ = 21.00 %, $Fe_2O_3$ = 9.60 %, MnO = 17.00 %** Γ. Κατσικάτσος & Γ. Κούκης (1969).

### *3.5.4. ΕΜΦΑΝΙΣΕΙΣ ΧΡΩΜΙΤΟΥ*

Στην περιοχή νοτίως του χωριού Πεισσώνα, επί της κορυφογραμμής Μανδάρες, απαντά φακοειδές σώμα χρωμίτου μήκος 10μ. περίπου, το οποίο είχε εξορυχθεί, από καιρό με επιμήκες φρέαρ, βάθους 12μ. περίπου.
Το μετάλλευμα αυτό είναι συμπαγούς κυρίως τύπου, άριστης ποιότητας.
Η διεύθυνση του φακοειδούς σώματος του χρωμίτου είναι Β - Ν περίπου με κλίση κατακόρυφο Γ. Κατσικάτσος, Γ. Κούκης (1969).

# 4- ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ
# Geomorphology

## 4.1. ΓΕΝΙΚΑ

Είναι γνωστό ότι η μορφολογία μελετά την επιφάνεια επαφής μεταξύ της Λιθόσφαιρας και της Ατμόσφαιρας, ή μεταξύ της Λιθόσφαιρας και της Υδρόσφαιρας (υποθαλάσσια Γεωμορφολογία). Σ` αυτή λοιπόν την επιφάνεια, εκφράζεται σε κάθε γεωλογική στιγμή η σχέση ισορροπίας μεταξύ ανταγωνιστικών δυνάμεων, που έχουν διαφορετική φύση και προέλευση, οι οποίες εξασκούνται από την μια και την άλλη πλευρά της και που στην προκειμένη περίπτωση, είναι οι Ενδογενείς και οι Εξωγενείς δυνάμεις. Ενδογενείς είναι οι δυνάμεις που προέρχονται από τις διεργασίες στο εσωτερικό της Γης (τεκτονισμός, ηφαιστειότητα, διαπειρισμός κλπ.). Εξωγενείς δυνάμεις είναι αυτές που δεν προέρχονται από το εσωτερικό της Γης (επίδραση νερού, αέρα, κλπ.) Οι Εξωγενείς δυνάμεις τείνουν να ισοπεδώσουν την επιφάνεια της Γης μέσα από τη διαδικασία αποσάθρωση – διάβρωση - απόθεση, ενώ οι Ενδογενείς συνεχώς τείνουν να δημιουργούν νέες μορφές.

Οι δυναμικοί αυτοί παράγοντες (Ενδογενείς και Εξωγενείς) δημιουργούν χαρακτηριστικά μορφολογικά κατασκευάσματα, τα οποία, εν συνεχεία, εκφράζονται τοπογραφικώς ως στοιχεία του επιφανειακού ανάγλυφου. Επομένως για την μελέτη της μορφολογίας μιας περιοχής, τόσο στο ύπαιθρο όσο και επί τοπογραφικό χάρτη, είναι δυνατόν να εντοπίσουμε τις διάφορες μορφολογικές μονάδες και να εξάγουμε χρήσιμα συμπεράσματα, τόσο περί των δρώντων εξωγενών παραγόντων, όσο και περί του σταδίου του κύκλου δράσεως κάθε ενός από αυτούς.

Ένα βασικό στοιχείο, το οποίο δεν δύναται να απεικονισθεί στο τοπογραφικού χάρτη, είναι το κλίμα, το οποίο ασκεί ουσιαστική επίδραση επί του επιφανειακού αναγλύφου. Από τη μελέτη ενός τοπογραφικού χάρτη, είναι δυνατόν να εξαχθούν συμπεράσματα για το κλίμα μιας περιοχής, από τα μορφολογικά στοιχεία της, κυρίως από ανάπτυξη των υδρογραφικών συστημάτων.

Επειδή το κλίμα ρυθμίζει αποφασιστικά τη δράση των Εξωγενών παραγόντων, θεωρείται σκόπιμο να αναφέρεται, όπου δημιουργούνται μορφολογικά προβλήματα.

Για την καλύτερη αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών είναι σκόπιμο, όπως να διακρίνονται οι διάφορες περιοχές βάσει του κλίματος σε δυο τύπους, Humid με κλίμα υγρό και Arid κλίμα ξηρό. Η εξέλιξη των μορφολογικών στοιχείων του επιφανειακού ανάγλυφου, κατά την πορεία ενός κύκλου ζωής, εξετάζεται ιδιαιτέρως σε κάθε μια από τις κλιματικές αυτές περιοχές.

Οι μορφολογικοί χαρακτήρες του επιφανειακού ανάγλυφου, εξεταζόμενοι από γενικότερες απόψεις, δύναται να θεωρηθούν, όπως αναφέρθηκε, ως τα αποτελέσματα δράσεως του συνδυασμού Ενδογενών και Εξωγενών παραγόντων, μεταβαλλόμενων συνεχώς.

Επομένως, η δράση του κάθε παράγοντα, τότε μόνο δύναται να μελετηθεί, όταν οι λοιποί παράγοντες παραμένουν σταθεροί (Λ. Σωτηριάδου & Α. Ψιλοβίκου,1975).

Σκοπός λοιπόν της Γεωμορφολογίας, είναι να μελετήσει τον τρόπο με τον οποίο εκφράζεται αυτός ο ανταγωνισμός των Ενδογενών και Εξωγενών δυνάμεων στην επιφάνεια επαφής της Λιθόσφαιρας με την Ατμόσφαιρα, καθώς επίσης τους μηχανισμούς και τις διεργασίες εξέλιξης της, όταν διαταράσσεται η μεταξύ τους ισορροπία (Ιωάννης Γ. Φουντούλης, ΓΑΙΑ No7, 2000)

Ο κλάδος της Γεωμορφολογίας που μελετά την επίδραση των Ενδογενών δυνάμεων (Τεκτονικών δυνάμεων) στη διαμόρφωση του γήινου ανάγλυφου, είναι η Μορφοτεκτονική.

Η Μορφοτεκτονική μελετά:

1. την μορφή του αναγλύφου
2. την μορφή του υδρογραφικού δικτύου
3. την συμμετρία του υδρογραφικού δικτύου
4. την κατά βάθος διάβρωση
5. τις επιφάνειες ισοπέδωσης και

6. τις αναβαθμίδες χερσαίες ή θαλάσσιες

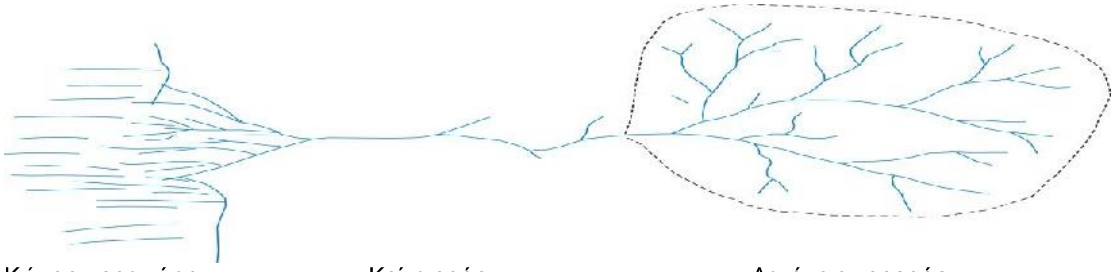
Η ποσοτική ανάλυση των γεωμορφολογικών μορφών, γενικά, προϋποθέτει την επιμέρους ανάλυση των μορφών βάσει γεωμετρικής κατασκευής, ως επίσης και την ανάλυση των δυναμικών παραγόντων (διάβρωση – μεταφορά), οι οποίοι ρυθμίζουν τη δημιουργία και την εξέλιξη των μορφών αυτών.

### 4.2. ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Όταν σχηματίζεται μια νέα ξηρά, η οποία προηγουμένως δεν είχε υποστεί την δράση του ρέοντος ύδατος, τότε αρχίζει η δημιουργία και η ταχεία αύξηση ενός συστήματος ρευμάτων, η εκβάθυνση των οποίων έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία κλιτών και στην συνεχή συνεισφορά τους στην εξέλιξη του συστήματος. Ως θεμελιώδης μονάδα ενός υδρογραφικού συστήματος, θεωρείται η λεκάνη απορροής, η οποία αποτελεί ένα ανοιχτό σύστημα, δέχεται και αποβάλλει ύλη και ενέργεια δια μέσου των ορίων της και μετατρέπει μια μορφή ενέργειας στην άλλη, προς διατήρηση των λειτουργιών του συστήματος. Η τάση του συστήματος να λάβει μια τελική σταθερή ενεργειακή κατάσταση έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ορισμένων τοπογραφικών χαρακτήρων, οι οποίοι επιτυγχάνουν να δημιουργήσουν μια κατάσταση στο σύστημα, ανεξάρτητα του παράγοντα χρόνου.
Ταυτόχρονα, οι διεργασίες της διάβρωσης και μεταφοράς υλικών δημιουργούν μια σταθερή ροή νερού και υλικών από τη λεκάνη. Η δυναμική ενέργεια λόγω θέσης μετατρέπεται ή σε κινητική ενέργεια, από την κίνηση του νερού και των υλικών, ή σε θερμότητα. Πάσα μεταβολή των συνθηκών λειτουργίας του συστήματος έχει ως αποτέλεσμα την αντίστοιχο μεταβολή και εξέλιξη των τοπογραφικών χαρακτήρων του.
Η ισχύς του συστήματος του Horton για τη μορφομετρία των υδρογραφικών συστημάτων βασίζεται στην θεωρία, ότι για μια δεδομένη διαβρωσιγενή περίοδο - δράση σε μια μάζα πετρωμάτων με δεδομένες φυσικές ιδιότητες, οι συνθήκες του επιφανειακού ανάγλυφου, (κλίσης των κλιτίων και η μορφή των ρευμάτων) επιτυγχάνουν μια κατάσταση σταθερότητας (ωριμότητα) ανεξαρτήτως του χρόνου, κατά την οποία η τελική μορφολογία ρυθμίζεται έτς,ι ώστε να επιτρέπει τη μεταφορά διαμέσου του συστήματος αυτού, της ποσότητας των διαβρωσιγενών υλικών, τα οποία (νερό και διαβρωσιγενή υλικά) παράγονται υπό τις παραπάνω κλιματικές συνθήκες.
Γενικά στο (αρχικό) στάδιο της νεότητας, οι μεταβολές της γεωμετρίας γίνονται ταχύτατα και νέες μορφές αντικαθιστούν τις παλαιές, ενώ στο στάδιο της ωριμότητας η γεωμετρία παραμένει αμετάβλητη.

### 4.3. ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ – ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗ – ΜΟΡΦΕΣ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Πριν το 1800 θεωρήθηκε ότι οι κοιλάδες και γενικώς οι λεκάνες των ποταμών ήταν αποτέλεσμα των κατακλυσμιαίων διαταράξεων και καταβυθίσεων του στερεού φλοιού της Γης. Οι ποταμοί θεωρήθηκαν ότι κατέλαβαν τις σχηματιζόμενες κατ` αυτόν τον τρόπο κοιλάδες δευτερογενώς, επομένως οι κοιλάδες δεν ήταν το αποτέλεσμα της δράσης των ποταμών.
Σήμερα γνωρίζουμε ότι το νερό που ρέει στην επιφάνεια της Γης, αποτελεί τον σπουδαιότερο παράγοντα διάβρωσης και ότι είναι συγκεντρωμένο σε ρυάκια, χείμαρρους και ποταμούς, προκαλεί τη δημιουργία των λεκανών και κοιλάδων.
Η στοιχειώδη μονάδα διάβρωσης από το ρέον νερό είναι ο χείμαρρος, ο οποίος μορφολογικά διακρίνεται σε τρεις περιοχές που αντιστοιχούν σε τρία διαφορετικά στάδια δυναμικής δράσης:



Κώνος προσχώσεων. Στάδιο απόθεσης.

Κοίτη ροής. Στάδιο μεταφοράς.

Λεκάνη απορροής. Στάδιο διάβρωσης.

*Χείμαρρος: Μορφολογικά γνωρίσματα – Φάσεις δυναμικής δράσης*

| Μορφολογικά | Δυναμικά |
|---|---|
| 1. Λεκάνη απορροής | Στάδιο διάβρωσης |
| 2. Κοίτη ροής | Στάδιο μεταφοράς |
| 3. Κώνος προσχώσεων | Στάδιο απόθεσης |

Ως *λεκάνη απορροής* χειμάρρου δύναται να νοηθεί η περιοχή εκείνη η οποία αποστραγγίζεται από ένα σύστημα ρευμάτων που αποτελούν τον χείμαρρο. Δηλαδή η ζώνη εκείνη της επιφάνειας, από την οποία τα νερά αποστραγγίζονται στα χαμηλότερα σημεία για να δημιουργήσουν τον χείμαρρο. Βέβαια, κάθε ρυάκι φέρει τη δική του λεκάνη απορροής, η οποία καθορίζεται από το ανάγλυφο της επιφάνειας.
Ως *κοίτη ροής χείμαρρου* νοείται η κοίτη των χειμάρρων, στην οποία διοχετεύονται τα συγκεντρωμένα νερά από λεκάνη απορροής και κατευθύνονται προς τις εκβολές.
Ως *κώνος προσχώσεων* νοείται η περιοχή των εκβολών του χειμάρρου, στην οποία αποτίθενται κυρίως τα υλικά μεταφοράς με αποτέλεσμα τον σχηματισμό μιας κωνικής ζώνης αποθέσεως υλικών.
Υδρογραφικό δίκτυο μιας περιοχής θεωρείται το σύνολο των ρυάκων, χειμάρρων, παραποτάμων και ποταμών, τα οποία διαυλακώνουν και αποστραγγίζουν την περιοχή αυτή.
*Υδροκριτική γραμμή ή Υδροκρίτης* δύναται να ορισθεί ως η νοητή γραμμή, η συνδέουσα τα υψηλότερα σημεία των υψωμάτων της επιφάνειας και διαχωρίζουσα την ροή των όμβριων υδάτων κατά τις δυο πλευρές των υψωμάτων αυτών, δηλαδή διαχωρίζει δυο γειτονικές λεκάνες απορροής.
Κάθε ρυάκι φέρει την ίδια του υδροκριτική γραμμή, οι λεκάνες απορροής ενός υδρογραφικού δικτύου ακολουθούν την αρίθμηση και τους νόμους της υδρογραφικής σύνθεσης.
Η χάραξη της υδροκριτικής γραμμής στο τοπογραφικό χάρτη γίνεται από ένωση των σημείων μεγαλύτερων υψομέτρων κατά την πορεία του ανάγλυφου από συνδέσεις σημείων μεγαλυτέρων υψομέτρων κατά την πορεία του ανάγλυφου από υψώματος στο ύψωμα. Ο υδροκρίτης κατά την πορεία του στα χαμηλότερα σημεία (ή χαμηλές περιοχές) διέρχεται πάντοτε από κυρτώματα και όχι από κοιλώματα, λόγω του μεγαλυτέρου υψομέτρου τους σε σχέση με τα κοιλώματα.
*Η μορφή* που θα λάβει ένα υδρογραφικό δίκτυο εξαρτάται από δύο κυρίως παράγοντες: Την γεωλογική κατασκευή της περιοχής και τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής. Ο συνδυασμός των δυο αυτών παραγόντων, επίσης και η επίδραση των ειδικών τοπικών συνθηκών, δημιουργούν πλήθος διαφόρων μορφών δικτύων, η ταξινόμηση των οποίων απασχόλησε τους ερευνητές.
Αν θεωρήσουμε την επίδραση των τοπικών συνθηκών στη διαμόρφωση των υδρογραφικών ως πολύ περιορισμένη και δεχτούμε ότι οι κλιματικές συνθήκες σε μια μεγάλη χρονική περίοδο δεν εμφανίζουν μεγάλες διαφορές - εξαιρούμε τις ακραίες περιπτώσεις των ερημικών και παγετωδών περιοχών – τότε οι μορφές των υδρογραφικών δικτύων θα πρέπει να εξαρτούνται από την γεωλογική κατασκευή των περιοχών τις οποίες καταλαμβάνουν.

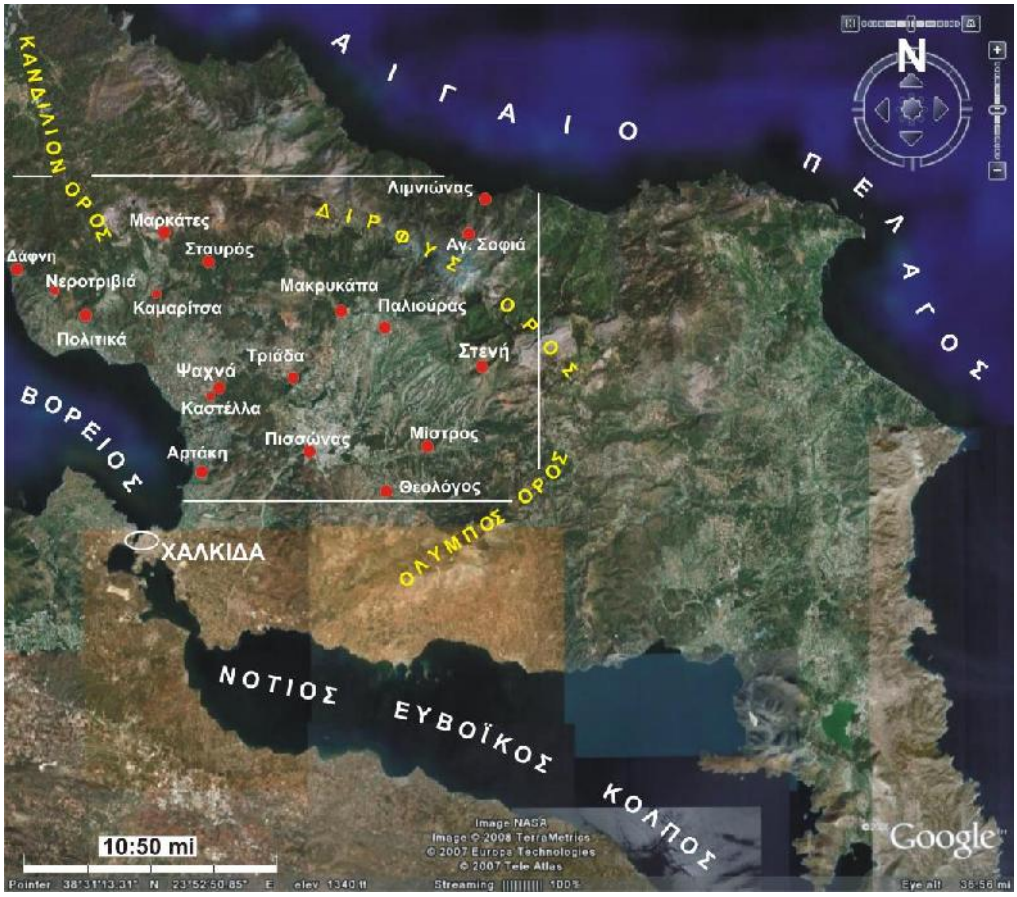
Η ταξινόμηση των βασικών μορφών των υδρογραφικών δικτύων είναι : 1) Δενδριτική μορφή, 2) Παράλληλος μορφή, 3) Ορθογώνιος μορφή, 4) Κλιμακωτή μορφή, και 5) Ακτινωτή μορφή.

### 4.4. ΑΡΙΘΜΗΣΗ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Για να γίνει ποσοτική ανάλυση ενός υδρογραφικού δικτύου θα πρέπει πρώτα να καθορισθεί μια σχέση μεταξύ των κλάδων του, βασιζόμενη στη διαφορά του μεγέθους και της θέσης κάθε κλάδου, ως προς τους υπολοίπους κλάδους.
Η ύπαρξη μεγάλων κεντρικών κλάδων, μικρότερων δευτερευόντων, ακόμη παρακλάδων του, έδωσε αφορμή στον Horton να αριθμήσει το υδρογραφικό δίκτυο και να κατατάξει τους κλάδους του σε τάξεις.
Το 1952 ο Strahler πρότεινε μια νέα μέθοδο αρίθμησης που έχει ως ακολούθως:
Ρεύματα τα οποία δεν δέχονται νερά μικρότερων κλάδων ρευμάτων ονομάζονται $1^{ης}$ τάξης. Συνδέσεις δυο κλαδών $1^{ης}$ δημιουργεί ένα ρεύμα $2^{ης}$ τάξης. Συνδέσεις δυο κλαδών $2^{ης}$ τάξης δημιουργεί ένα ρεύμα $3^{ης}$ τάξης κλπ.
Η μέθοδος αρίθμηση του Strahler θεωρείται ως η πιο ορθόδοξη, που μπορεί να ερμηνεύσει τους νόμους της υδρογραφικής συνθέσεως, από τις διατυπώσεις των Horton, Scheidegger και Shreve.

### 4.5. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ

Στην περιοχή της Κεντρικής Εύβοιας και της υδρογεωλογικής λεκάνης της περιοχής έρευνας, παρατηρείται η καθαρά γνώριμη εικόνα των ελληνικών ασβεστολιθικών ορέων. Η μορφολογία είναι λοφώδης, και χαρακτηρίζεται από επιφανειακή έντονη διάβρωση του τοπογραφικού ανάγλυφου και εξομάλυνση στους ευδιάβρωτους γεωλογικούς σχηματισμούς. Το έντονο ανάγλυφο είναι αποτέλεσμα των μεσοζωικών τεκτονικών μετακινήσεων και των τριτογενών και νεωτέρων ανυψωτικών κινήσεων και της ρηγμάτωσης που ακολούθησε. Το αποτέλεσμα αυτού του νεαρού ανάγλυφου στην περιοχή, είναι οι σχηματισμοί πρανών με μεγάλες κλίσεις, η πυκνότητα και ποικιλία υδρογραφικών δικτύων, στον αριθμό και στη διεύθυνση. Δεν παραλείπονται οι σχηματισμοί των δολινών και των καρστικών κοιλοτήτων από τους ιουρασικούς και τριαδικούς ασβεστολιθικούς σχηματισμούς (Εικ.4.1).
Στην περιοχή διακρίνονται τρία υψηλά συγκροτήματα, τα οποία οριοθετούν την ευρύτερη υδρογεωλογική τοποθέτηση της περιοχής έρευνας και την υδρολογία της Κεντρικής Εύβοιας: Πρόκειται για την οροσειρά Κανδήλι (1278μ.) στα δυτικά την οροσειρά Δίρφυς (1743μ.) στα ΒΑ, και την οροσειρά Όλυμπου (1172μ.) στα ΝΑ κα (Σχ.4.1).
Η γεωγραφική κατανομή των ανωτέρω οροσειρών στην περιοχή, επίσης και του όρους Πυξαρίας, παίζει καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση των κλιματικών συνθηκών της περιοχής (θερμοκρασίας, κίνηση ανέμων και κατανομή των κατακρημνισμάτων κλπ.).




*Εικ.4.1: Δορυφορική εικόνα (Google) που δείχνει την μορφολογία της κεντρικής Εύβοιας και την περιοχή της υδρογεωλογική λεκάνης - περιοχής έρευνας.*
*Photo4.1: Google map showing the morphology of the central Euboea Island and the hydrogeologic basin of the study area.*

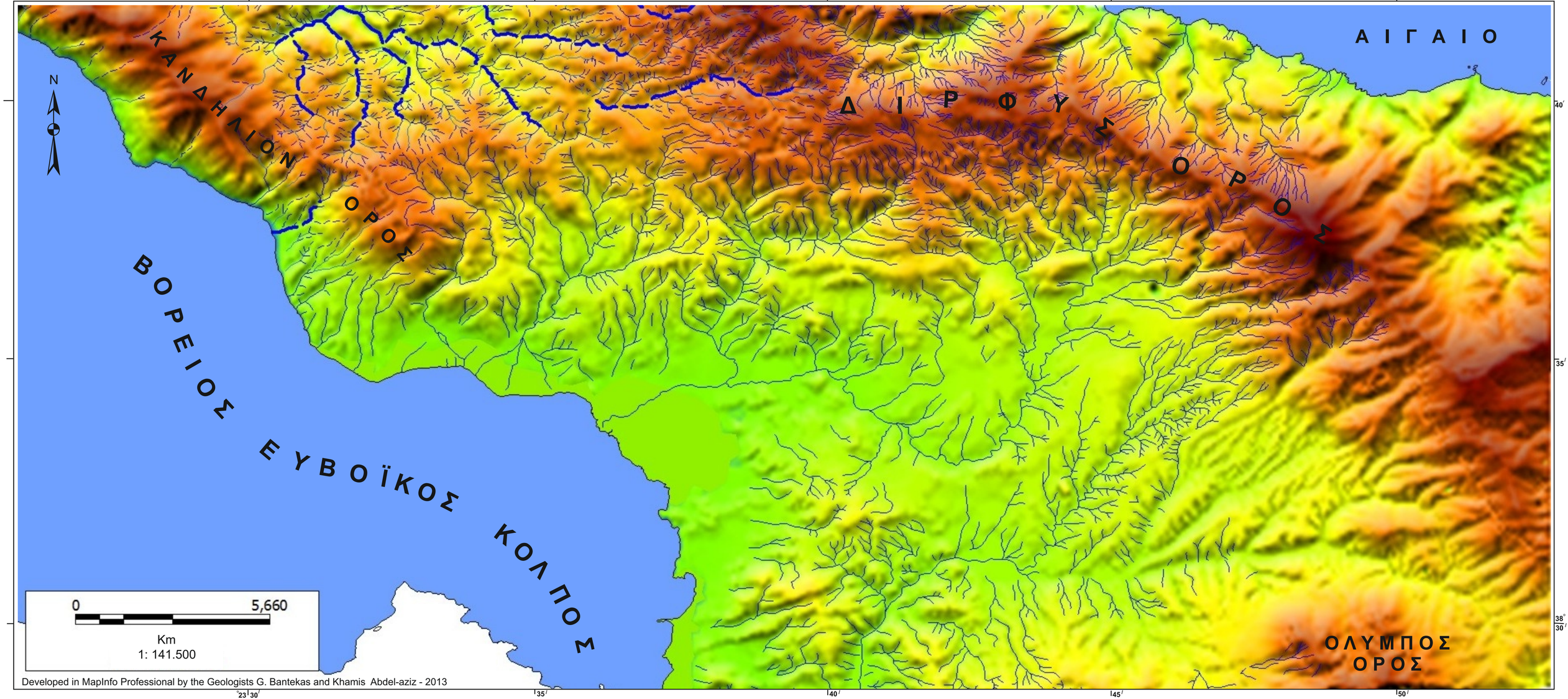
Η οροσειρά Κανδήλι στο βορειοδυτικό τμήμα της περιοχής μελέτης, αποτελείται στην κορυφή από ασβεστόλιθους του ιουρασικού και οι πλευρές από οφιόλιθους της διάπλασης και ασβεστόλιθους της κενομάνιας επίκλυσης. Η γενική διεύθυνση του, συμπίπτει με τη διεύθυνση του αντικλινικού άξονα νοτιοανατολικά .
Η οροσειρά Δίρφυς (1743μ.), όρος Πυξαρία (1343μ.), και όρος Ξηροβούνιο (1417μ.) στο ανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης, είναι οι υψηλότερες κορυφές του νησιού. Η στρωματογραφική στήλη του συγκροτήματος περιλαμβάνει ασβεστόλιθους του Περμίου, και αργιλικούς σχιστόλιθους στη βάση, πιθανόν οι ανωτέρω σχηματισμοί να συνιστούν και τον πυρήνα. Η κορυφή από ασβεστόλιους Περμίου και Ιουρασικού, οι κλιτείς από σχιστόλιθους και ασβεστόλιθους Νεοπαλαιοζωικού, ασβεστόλιθους Ιουρασικού και μικρή συμμετοχή ασβεστόλιθων της επίκλυσης. Η διεύθυνση της πτύχωσης συμπίπτει με την διεύθυνση του συγκροτήματος, ΒΑ – ΝΑ.
Στο όρος Ολύμπος - νοτιοανατολικά της περιοχής έρευνας - υπάρχει ταύτιση του γενικού άξονα με τη διεύθυνση της πτύχωσης αντικλινόριου ΒΝ – ΝΔ. Ο πυρήνας συνίσταται από σχιστόλιθους Νεοπαλαιοζωικού, οι κλιτείς και η κορυφή είναι από σχιστόλιθους και ασβεστόλιθους Νεοπαλαιοζωικού καθώς επίσης από ασβεστόλιθους του Ιουρασικού (Σχ.4.2).

### *4.5.1. ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ – ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ*

Α) Χαλαροί σχηματισμοί

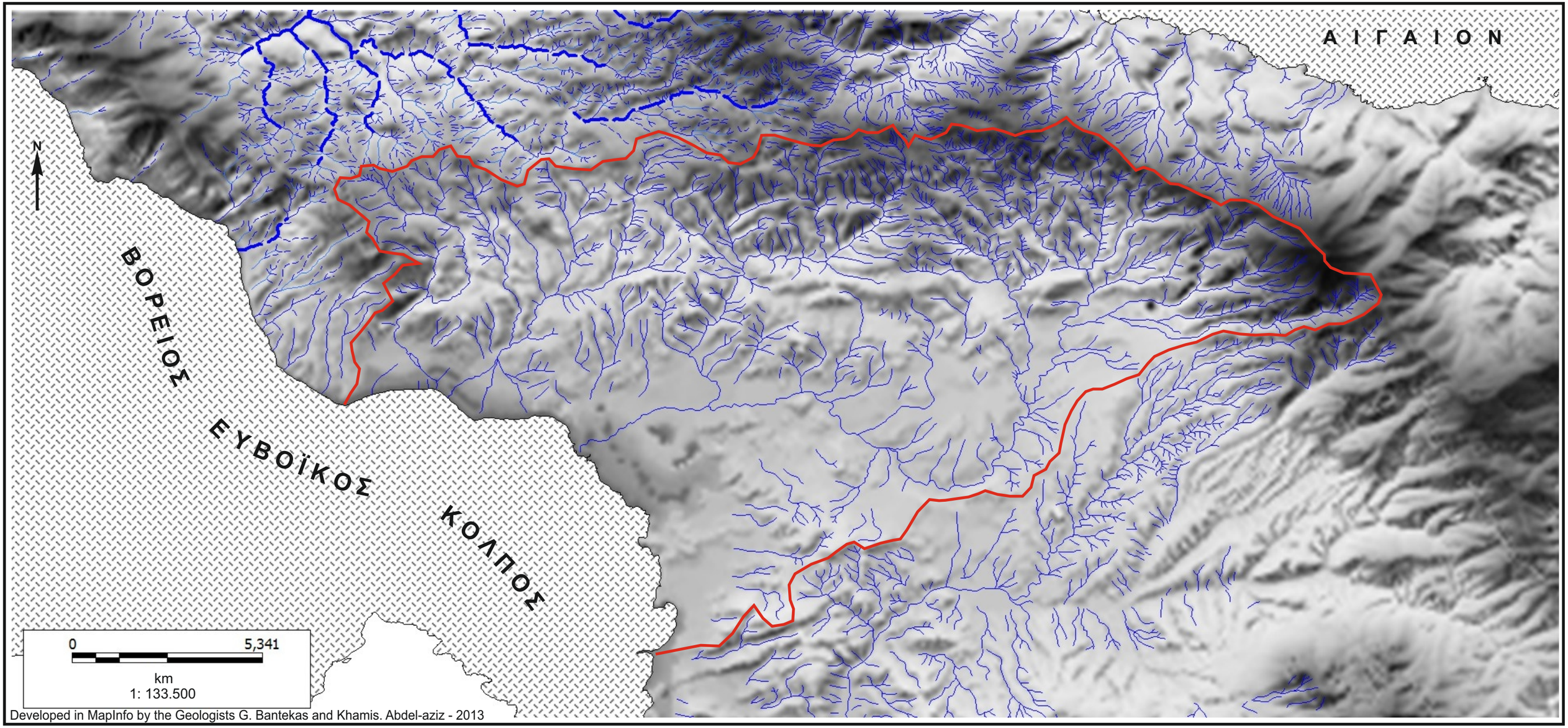
ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

MORPHOLOGY OF THE STUDY AREA



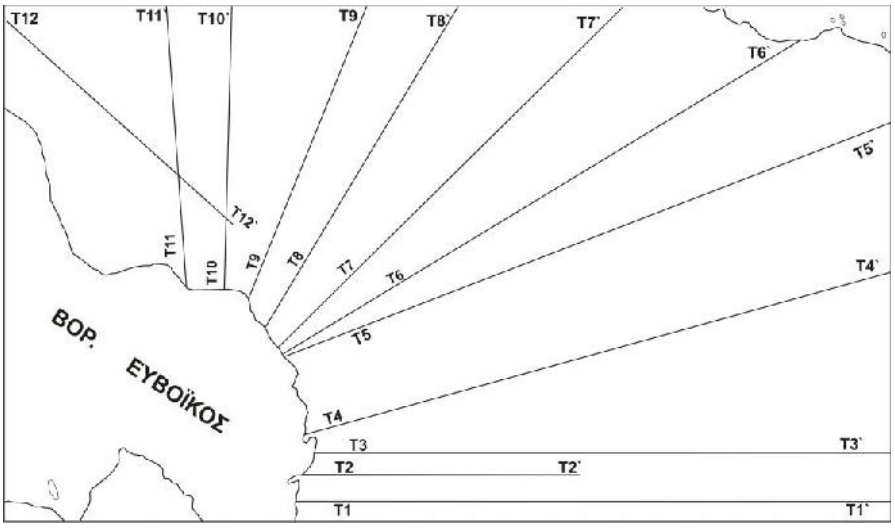
ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

DRAINAGE BASIN OF THE STUDY AREA

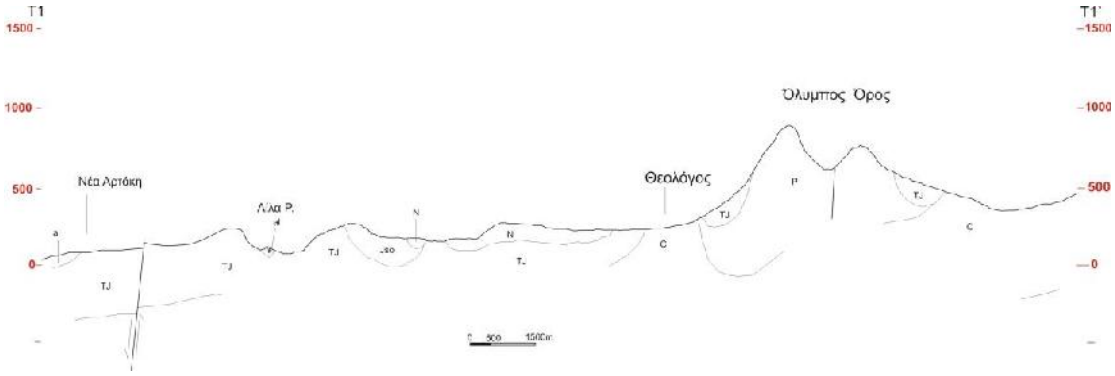



Developed in MapInfo by the Geologists G. Bantekas and Khamis. Abdel-aziz - 2013

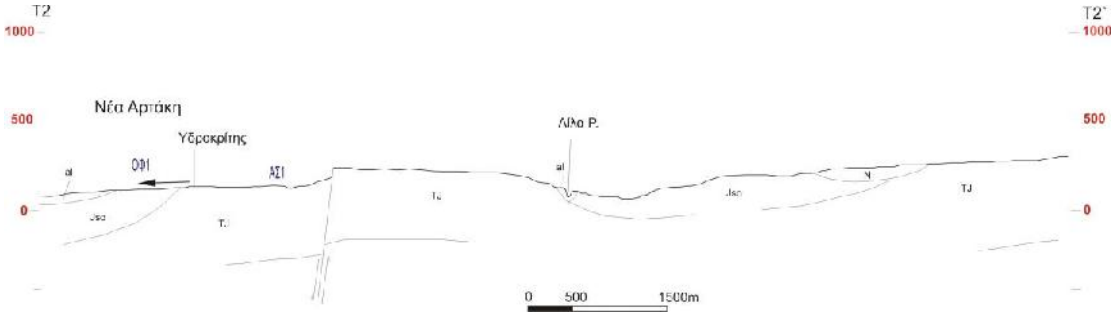
1- Αλλουβιακές αποθέσεις Τεταρτογενούς(**al**): Ασύνδετα υλικά από άμμο και κροκαλολατύπες στις κοίτες των χειμάρρων, προσχώσεις από χαλαρά αργιλοαμμώδη υλικά, ερυθρογή με κροκαλολατύπες και υλικά αναβαθμίδων χειμάρρων μικρού ύψους.
2- Λιμναίες αποθέσεις (**N**): Εναλλασσόμενα στρώματα κροκαλοπαγών, μαργών, ψαμμιτών, αργίλων και μαργαϊκών ασβεστόλιθων.
Β) Συμπαγείς σχηματισμοί
3- Φλύσχης (**F**) αδιαίρετος Πλειστόκαινο ηλικία: ψαμμίτες λεπτόκοκκοι έως μεσοκόκκοι σε τράπεζες 5-10cm, εναλλάσσονται με αργιλικούς σχιστόλιθους και κλαστικούς ασβεστόλιθους.
4- Ασβεστόλιθος Ανωτέρου (**K**): Λεπτοστρωματώδης και καρστικός
5- Σχιστοκερατολιθική διάπλαση μετά οφειολίθων και ασβεστολιθικών ενστρώσεων (**Jso**) του ανωτέρου Ιουρασικού – κατωτέρου Κρητιδικού: από κερατόλιθους, αργιλικούς σχιστόλιθους και ψαμμίτες.
6- Ασβεστόλιθος Κιμμερίδιο (**Js**): παχυστρωματώδης καρστικός κατά θέσεις δολομιτικός.
7- Ασβεστόλιθος ανωτέρου Τριαδικού – μέσο Ιουρασικού (**TJ**): Μη διαχωριζμένος με παρεμβολές δολομιτικών, έντονα καρστικός.
8- Ασβεστόλιθος ανωτέρου Τριαδικού – μέσο Ιουρασικού (**TJm**): παχυστρωματώδης έως άστρωτος.
9- Ασβεστόλιθος Περμίου (**P**): πλευρικά μεταπίπτει βαθμιαία σε μάρμαρα και σιπολίνες. Τοπικά απαντούν ενστρώσεις χαλαζιτών και σχιστόλιθων.
10- Αργιλικοί σχιστόλιθοι και φυλλίτες Λιθανθρακοφόρου (**C**): Εξελισσόμενοι πλευρικά σε κρυσταλλικούς σχιστόλιθους, αρκόζες και σπάνιες ενστρώσεις ασβεστόλιθων μεταπίπτουν πλευρικά σε μάρμαρα.
11- Ασβεστόλιθος Δεβόνιο – Λιθανθαρακοφόρου (**D**): Τοπικός απαντούν σχιστολιθικές ενστρώσεις.



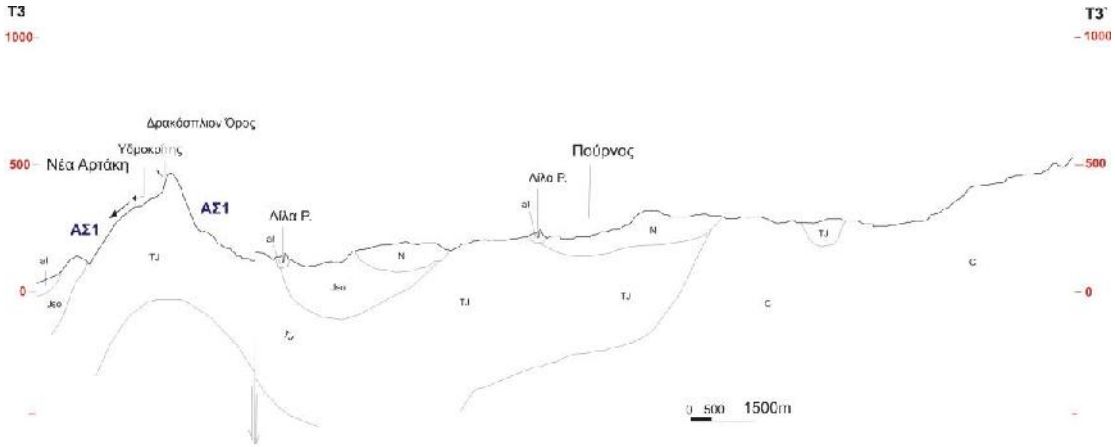

*Σχ.4.3: Χάρτης εντοπισμός των Γεωλογικών Τομών στη περιοχή της Υδρογεωλογικής Λεκάνης στην κεντρική Εύβοια.*
*Fig.4.3: Schematic location map of the geologic sections in across the hydrogeologic basin of the Central Euboea.*



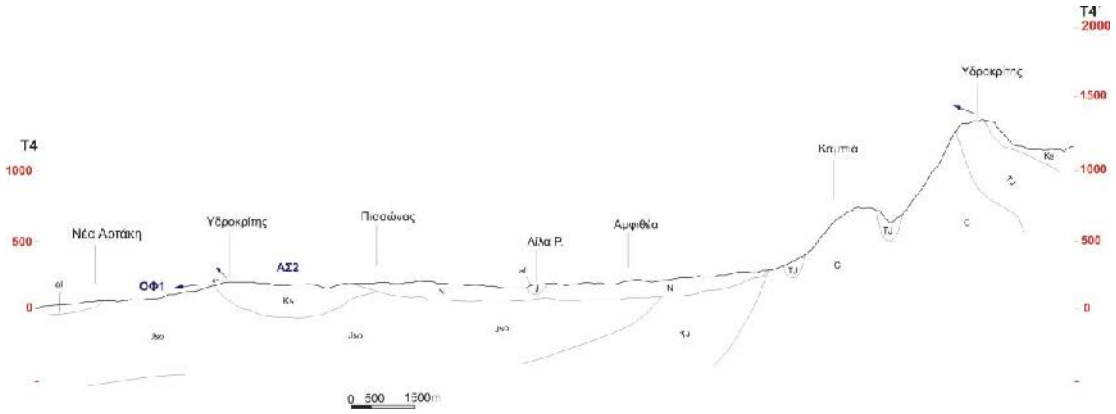

*Σχ. 432-1*
*Τομή Τ1: Τα νερά επιφανειακής απορροής στην οροσειρά Όλυμπου καταλήγουν στην κοίτη Λίλα χειμάρρου και στην συνέχεια κατευθύνονται προς Ν. Ευβοϊκό. Στην περιοχή Αρτάκη προς Β. Ευβοϊκό.*
*The run off on Olympus chain through flowing drainage of river Lila discharge to southern Euboic Gulf. In Artaki area discharge to Northern Euboic Gulf.*



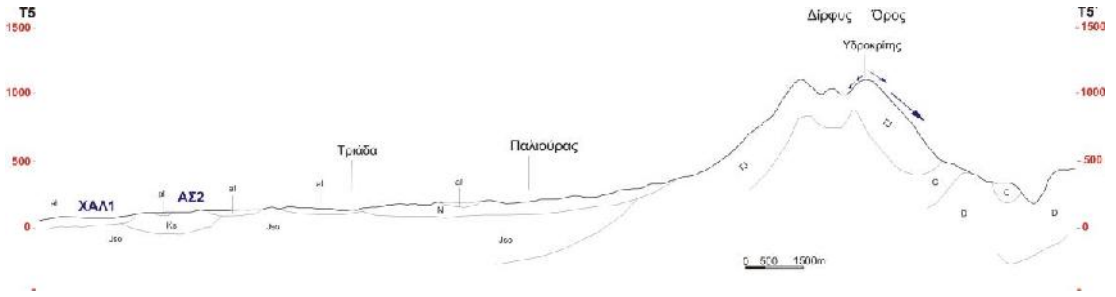

*Σχ.4.3-2*
*Τομή Τ2: Η κοίτη Λίλα χειμάρρου αποστραγγίζει νερά επιφανειακής ροής μεγαλύτερης περιοχής προς Ν. Ευβοϊκό, και το υπόλοιπο κοντά της Ν. Αρτάκης κατευθύνεται προς Β. Ευβοϊκό*
*The river Lila external flow drainage area discharge to Southern Euboic Gulf is more larger than that drain from N. Artaki area and discharge to the Northern Euboic Gulf*



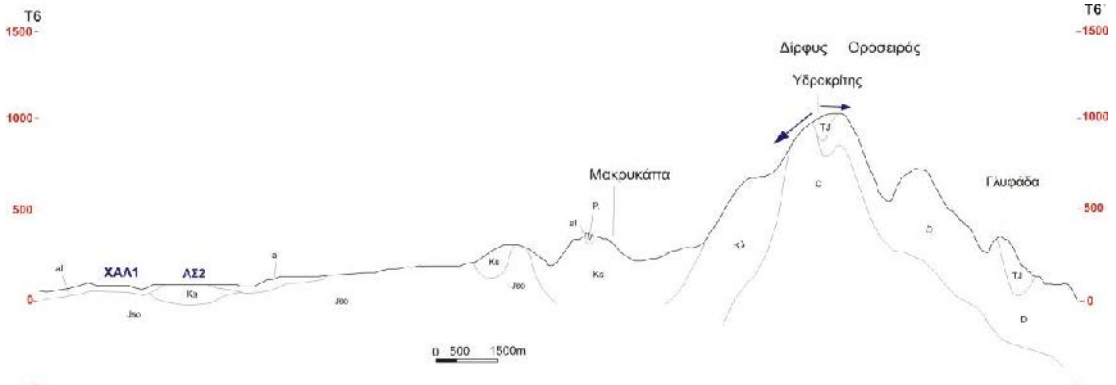

*Σχ. 4.3-3*
*Τομή Τ3: Η κοίτη του χειμάρρου Λίλα αποστραγγίζει τα νερά επιφανειακής απορροής σε δύο σημεία προς Ν. Ευβοϊκό δεξιά του υδροκρίτη, και τα υπόλοιπα όμβρια στο ύψωμα Δρακόσπηλιον κοντά της Ν. Αρτάκης προς Β. Ευβοϊκό.*
*The river Lila bed drain the external flowing drainage run off by two points to discharge to Southern Euboic Gulf by right side of the divide line, and the rest run off by the rane Drakosplio and discharge through N. Artaki area to northern euboic Gulf.*



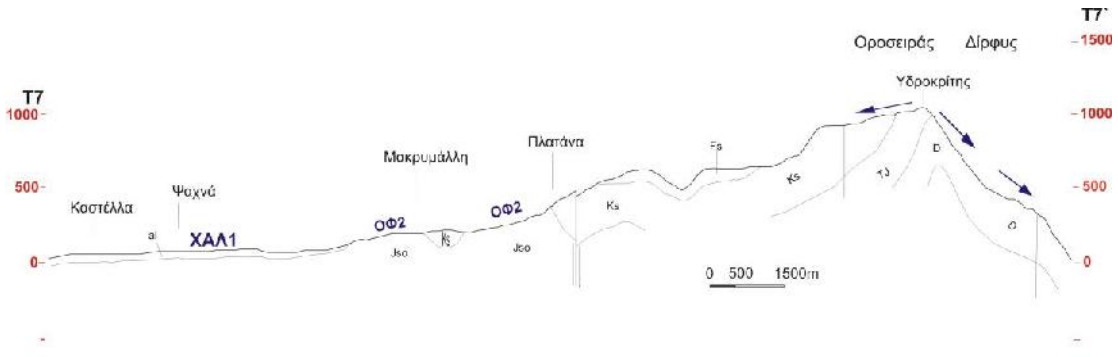

*Σχ. 4.3-4*
*Τομή Τ4: Τα νερά επιφανειακής απορροής στραγγίζονται από Λίλα χειμάρρου προς Ν. Ευβοϊκό και στη περιοχή της Ν. Αρτάκης προς Β. Ευβοϊκό.*
*The external flowing drainage and run off, drained by the river Lila discharge to the southern Euboic Gulf and in N. Artaki area to northern Euboic Gulf.*




*Σχ.4.3-5*
*Τομή Τ5: Στο ύψωμα Δίρφυς η επιφανειακή ροή κατευθύνεται προς ΒΑ της λεκάνης μέχρι το Αιγαίο Πελάγους, και στους κλάδους του Μεσσάπιου μέσα της λεκάνης μέχρι τις εκβολές στο Β. Ευβοϊκό*
*On the divide range hills of Dirfis one external flowing drainage of run off discharge NEern the basin to the Aegean Sea, the second through Messapios stream system discharge to Vorios Evvoikos Gulf.*

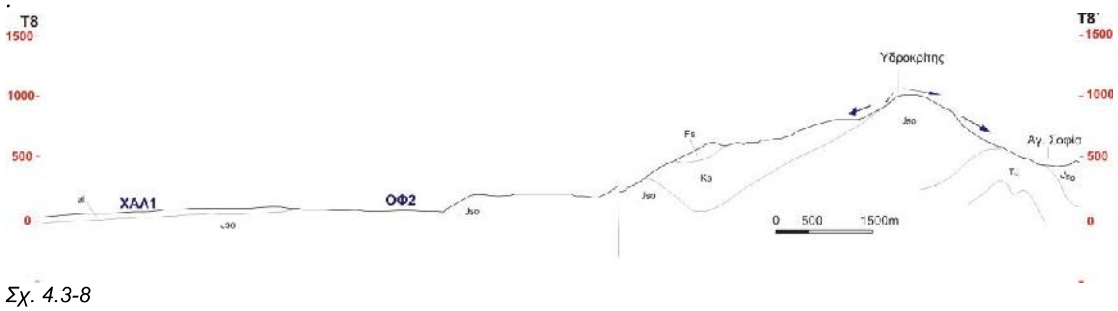



*Σχ.4.3-6*
*Τομή Τ6: Στο ύψωμα Δίρφυς η επιφανειακή απορροή χωρίζεται- υδροκρίτης- προς ΒΑ στο Αιγαίο Πελάγους και στους κλάδους του Μεσσάπιου στην λεκάνης απορροής μέχρι τις εκβολές του στο Β. Ευβοϊκό.*
*From the divide range hills of Dirfis one external flowing drainage of run off discharge NEern the basin to the Aegean Sea, the second through Messapios stream system discharge to Vorios Evvoikos Gulf.*

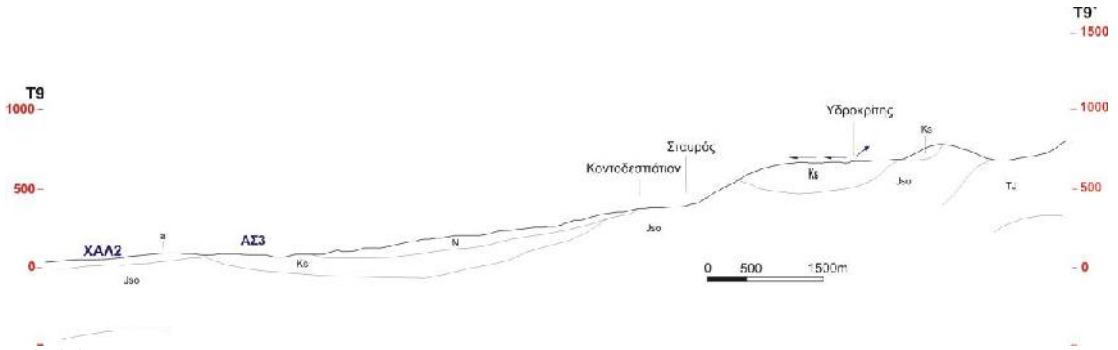



*Σχ.4.3-7*
*Τομή Τ7: Στην οροσειρά Δίρφυς η επιφανειακή ροή χωρίζεται έξω από τη λεκάνης απορροής μέχρι το Αιγαίο Πελάγους και προς τα μέσα της στους κλάδους του Μεσσάπιου χειμάρρου μέχρι τις εκβολές του στο Β. Ευβοϊκό*
*From the divide range hills of Dirfis one external flowing drainage of run off discharge to the Aegean Sea, the second through Messapios stream system discharge to Vorios Evvoikos Gulf.*

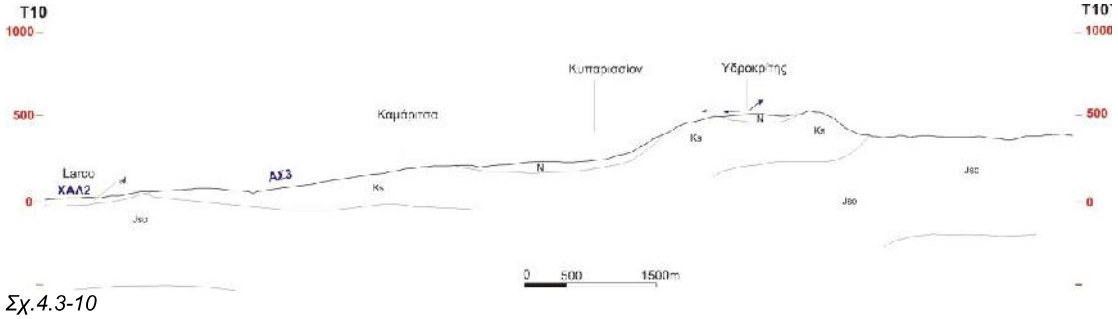
.




*Σχ. 4.3-8*
*Τομή Τ8: Στη οροσειρά Δίρφυς και στην περιοχή της Αγ. Σοφία χωρίζεται η επιφανειακή ροή προς έξω της λεκάνης απορροής στο Αιγαίο Πελάγους και τους κλάδους Μεσσάπιου μέχρι τις εκβολές του στο Β. Ευβοϊκό.*
*From the divide range hills of Dirfis, in Ag.Sofia area, one external flowing drainage of run off discharge to the Aegean Sea, the second through Messapios stream system discharge to Vorios Evvoikos Gulf.*

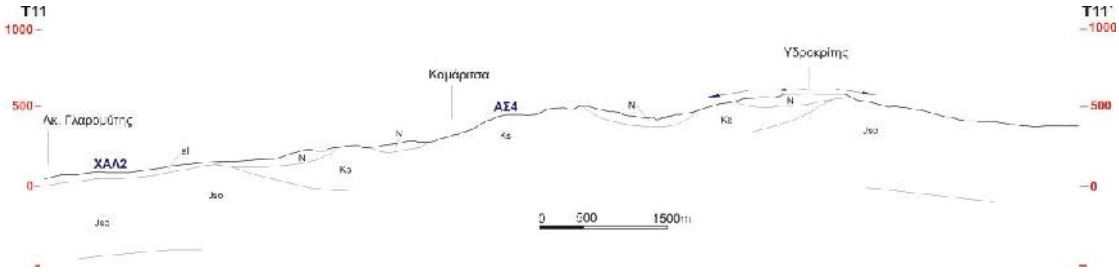



*Σχ.4.3-9*
*Τομή Τ9: Στην οροσειρά Δίρφυς χωρίζεται η επιφανειακή απορροή προς τα έξω της λεκάνης στο Αιγαίο Πελάγους και στους κλάδους του Μεσσάπιου μέχρι τις εκβολές στο Β. Ευβοϊκό.*
*From the divide range hills of Dirfis one external flowing drainage of run off discharge the Aegean Sea, the second through Messapios stream system discharge to Vorios Evvoikos Gulf.*

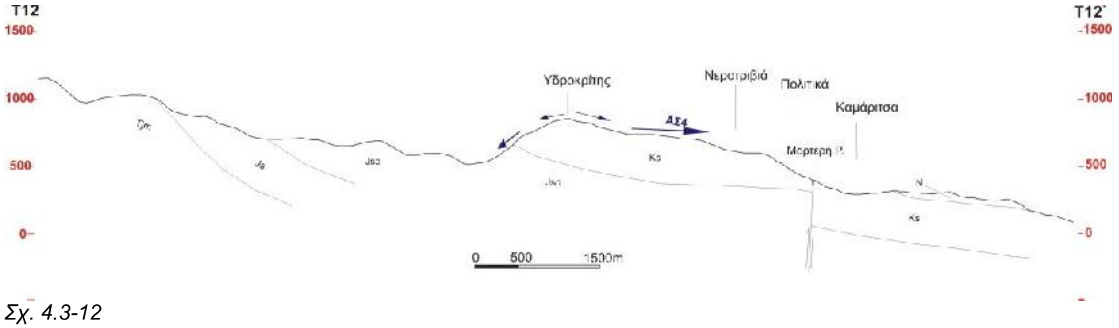



*Σχ.4.3-10*
*Τομή Τ10 Στην οροσειρά Κανδήλι χωρίζεται η επιφανειακή απορροή προς τα έξω της λεκάνη στο Αιγαίο Πελάγους και προς τα μέσα στους κλάδους των Μεσσάπιου και Πεθαμένου μέχρι το Β. Ευβοϊκό.*

*From the divide range hills of Kandilion one external flowing drainage of run off discharge to the Aegean Sea, the second through Messapios stream system discharge to Vorios Evvoikos Gulf.*




*Σχ.4.3-11*
*Τομή Τ11: Στην οροσειρά Κανδήλι χωρίζεται τη επιφανειακή ροή προς τα έξω της λεκάνης στο Αιγαίο Πελάγους και στους κλάδους των Μορτερή και Πεθαμένου χειμάρρου μέχρι το Β. Ευβοϊκό*
*From the divide range hills of Kandilion one external flowing drainage of run off discharge to the Aegean Sea, the second through Morteri stream system discharge to Vorios Evvoikos Gulf.*




*Σχ. 4.3-12*
*Τομή: Στην οροσειρά Κανδήλι χωρίζεται η επιφανειακή απορροή προς τα έξω της λεκάνης στο Β. Ευβοϊκό και στο Αιγαίο Πελάγους και προς τα μέσα (στους κλάδους του χειμάρρου Μορτερή) της λεκάνης μέχρι εκβολές στο Όρμο Πολιτικών.*
*From the divide range hills of Kandilion one external flowing drainage of run off discharge to the Vorios Evvoikos, the second through Morteri stream system discharge to Vorios Evoikos Gulf.*

## 4.6. ΟΡΕΟΓΡΑΦΙΑ

*Υδροκριτική γραμμή – Λεκάνη απορροής*

Η περιοχή της Κεντρικής Εύβοιας διαυλακώνεται από υδρογραφικά συστήματα των χειμάρρων που εκβάλλουν στο Βόρειο και Νότιο Ευβοϊκό Κόλπο καθώς επίσης και από άλλα υδρογραφικά δίκτυα που εκβάλλουν στο Αιγαίο Πέλαγος. Στην υδρογεωλογική λεκάνη της μελετωμένης περιοχής αναφέρονται τρία υδρογραφικά συστήματα που εκβάλλουν στο Βόρειο Ευβοϊκό Κόλπο. Πρόκειται για το χείμαρρο Μεσάπιο, Πεθαμένου και τον χείμαρρο Μορτερή (Σχ. 4.4 και Σχ.4.5).
Το μέσο υψόμετρο, (Μμ) της λεκάνης απορροής υπολογίζεται από μετρήσεις στο τοπογραφικό χάρτη και βάσει του κατωτέρου τύπου είναι της τάξης των **320μ**., συνεπώς η περιοχή της λεκάνης απορροής χαρακτηρίζεται ως ημιορεινή (Πίν. 4.1).

$$\text{Μμ.} = < \alpha \ . \ \varepsilon > \ / \ E$$

α – Εμβαδόν επιφάνειας μεταξύ δυο διαδοχικών ισοϋψών .
ε - Ημιάθροισμα δυο διαδοχικών ισοϋψών.
Ε – Σύνολο εμβαδού της λεκάνης απορροής.

Το **μέσο υψόμετρο** (320μ.) αντιστοιχεί σε περίπου 67.5% της επιφάνειας της λεκάνης απορροής (Σχ. 4.6 και Σχ.4.7).
Η πεδινή περιοχή (0 – 200μ.), καλύπτει 48.7% από την επιφάνεια της λεκάνης απορροής, δηλαδή142 km,$^2$ στο νότιο τμήμα.
Η ημιορεινή περιοχή (200 – 500μ.), καλύπτει 28.5% από την επιφάνεια της λεκάνης απορροής, αντιστοιχεί 83 km$^2$.
Η ορεινή περιοχή (500 – 1800μ.), καλύπτει 22.8% από την επιφάνεια της λεκάνης απορροής, περίπου 67 km$^2$ (πίν. 4.2).

Η γραμμή του υδροκρίτη στην οροσειρά Κανδήλι χωρίζει το υδρογραφικό δίκτυο του χειμάρρου Κηρέοςς, όπου εκβάλλει στο Αιγαίο Πελάγος, από αυτό του χειμάρρου Κιμλάσου που εκβάλλει στον όρμο Πελέσκι του Β. Ευβοϊκού.
Η κορυφογραμμή από την οροσειρά Κανδηλίου (δυτικά) μέχρι την κορυφή της οροσειράς Δίρφυς (ανατολικά και νοτιοανατολικά) χωρίζει τα όμβρια των βορείων χειμάρρων (Κοκκινίας, Βαθύρεμα, Λυκιπόρρεμα, Κανωμάρου και Δαφορρέμα) που εκβάλλουν στο Αιγαίου, από των χειμάρρων (Μορτερή, Μεσάπιο και Πεθαμένου) της υπό μελέτη λεκάνης, επίσης χωρίζει τα όμβρια του χειμάρρου Λίλα το οποίο εκβάλλει στο Ν. Ευβοϊκό.
Η συνολική επιφάνεια εμβαδόν της λεκάνης απορροής περιοχής μελέτης είναι **291.8 Km$^2$**, καλυπτόμενη τόσο από συμπαγείς σχηματισμούς κυρίως ασβεστόλιθους και οφιόλιθους μεσοζωικής ηλικίας, όσο και από χαλαρούς σχηματισμούς του νεογενούς και τεταρτογενούς, στα χαμηλότερα τοπογραφικός σημεία (πίν. 4.2 και Σχ. 4.2).

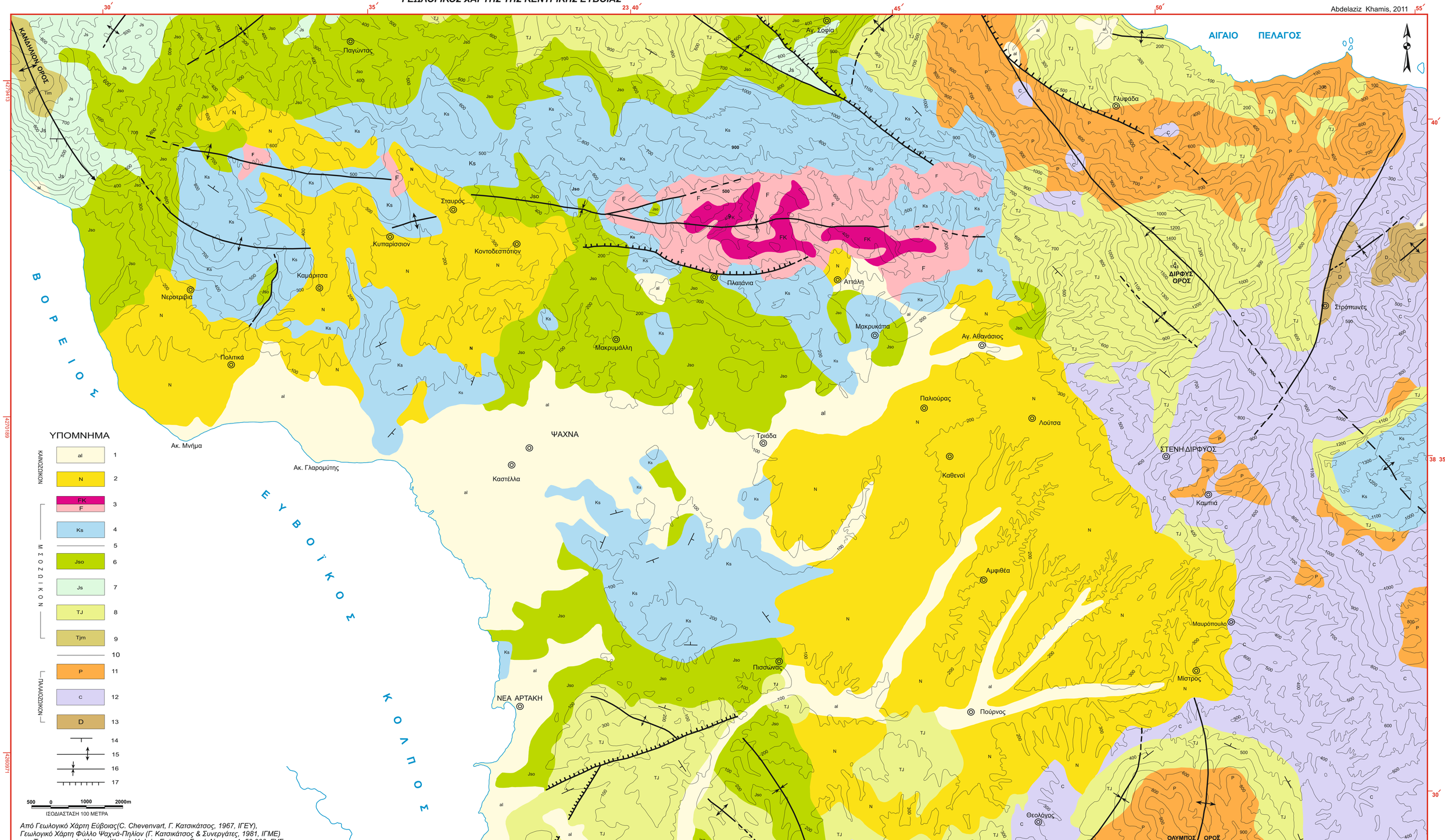
ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

**ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΕΥΒΟΙΑΣ**

NATIONAL AND KAPODISTRIAN UNIVERSITY OF ATHENS
FACULTY OF GEOLOGY AND GEOENVIRONMENT
DEPARTMENT OF DYNAMIC TECTONIC AND APPLIED GEOLOGY

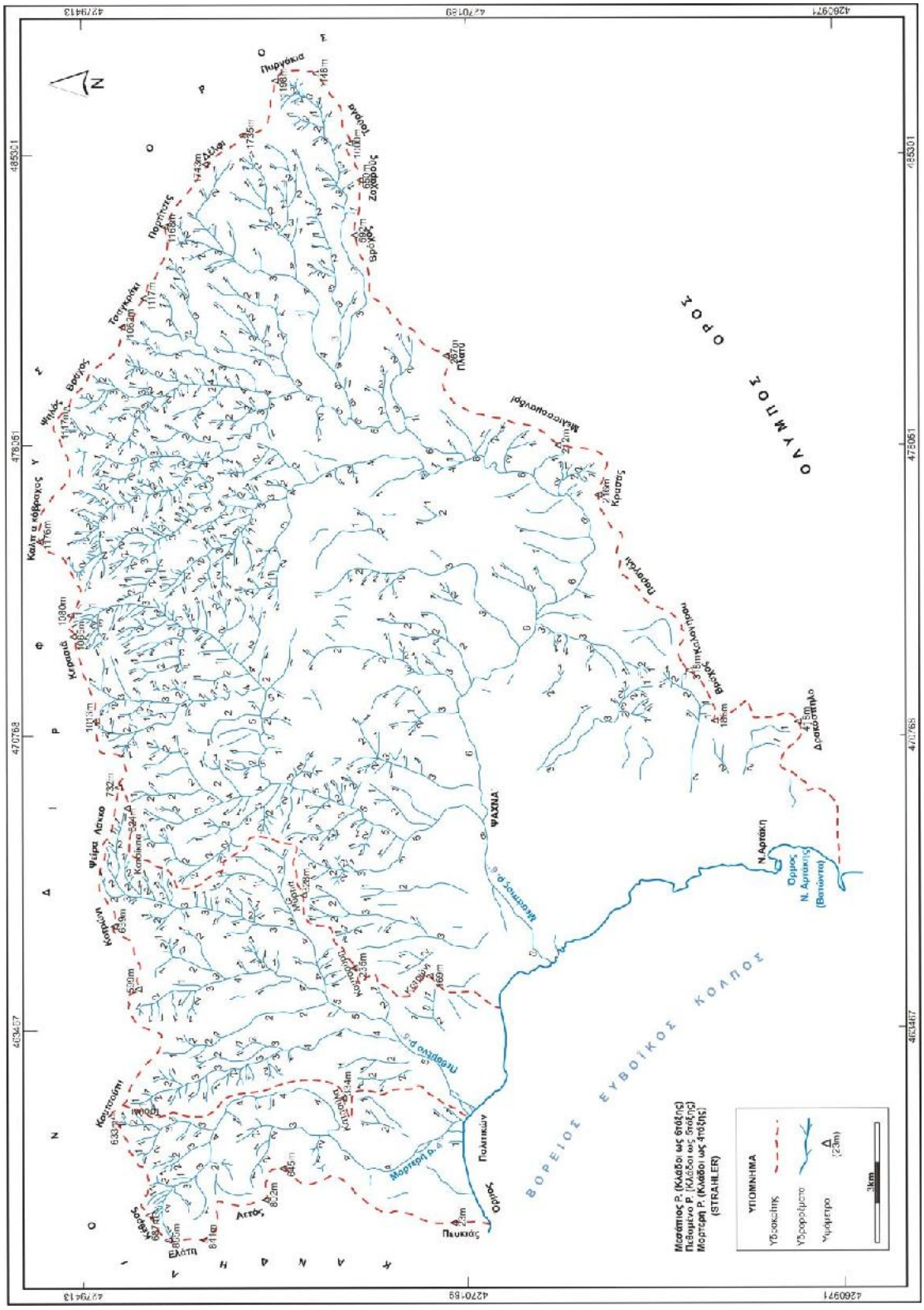
**GEOLOGICAL MAP OF CENTRAL EUBOEA ISLAND**

Abdelaziz Khamis, 2011




*Από Γεωλογικό Χάρτη Εύβοιας(C. Chevenvart, Γ. Κατσικάτσος, 1967, ΙΓΕΥ), Γεωλογικό Χάρτη Φύλλο Ψαχνά-Πηλίον (Γ. Κατσικάτσος & Συνεργάτες, 1981, ΙΓΜΕ) και Τοπογραφικούς Χάρτες, Ψαχνά, Χαλκίς, Ερέτρια, Στενή Δίρφυος 1: 50.000, ΓΥΣ.*

*1- Τεταρτογενείς αποθέσεις, 2- Νεογενείς αδιαίρετο (N). Κατά θέσεις άστρωτοι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι και κροκαλοπαγή, 3- Φλύσχης ανωκρητιδικοί και πιθανώς έως ηωκαινικής ηλικίας μετ΄οφιολίθων, ολιθολίθων εξ ασβεστολίθου και ασβεστολιθικών ενστρώσεων (FK), 4- Ασβεστόλιθοι ανωτέρου κρητιδικού, 5- Γεωνιώδης ασυμφωνία, 6- Σχιστοκερατολιθική διάπλαση μετ΄οφιολιθικών και ασβεστολιθικών ενστρώσεων, 7- ασβεστόλιθοι κιμμεριδίου, 8- Ασβεστόλιθοι ανωτέρου Τριαδικού και Ιουρασικού μη διαχωριζόμενοι, 9- Ασβεστόλιθοι ανωτέρου Τριαδικού έως μέσου Ιουρασικού, 10- Γωνιώδης ασυμφωνία, 11- Ασβεστόλιθοι Περμίου, 12- Αργιλικοί σχιστόλιθοι και φυλλύτες Λιθανθρακοφόρου (C), 13- Ασβεστόλιθοι και μάρμαρα ανοιχτότεφρα έως λευκά Δεβονίου έως Λιθανθρακοφόρου, 14- Διεύθυνση και κλίση στρωμάτων, 15- Άξων Αντικλίνου, 16- Άξων συγκλίνου, 17- Ρήγμα με ένδειξη του κατελθόντος τεμάχους.*




*Σχ.4.5: Η λεκάνη απορροής και υδρογραφικά δίκτυα των τριών ποταμών της περιοχής μελέτης*
*Fig.4.5: Drainage basin and its three stream systems showing the channel segments numbered according to stream order. Divides of sub-basins are denoted by dashed lines.*

Η υδροκριτική γραμμή επεκτείνεται σε (μήκος ) **94Km**, σχηματίζοντας καρδιοειδές σχήμα λεκάνης απορροής με άξονα που κλίνει ΝΔ - ΒΑ, προς το Ευβοϊκό Κόλπο.
Η λεκάνη απορροής των τριών χειμάρρων παρουσιάζει **Μέση Κλίση** (**P**) της τάξης των **23.8%,** υπολογίζεται από τον τύπο :

**P = (D . L) / E**

D = η ισοδιάσταση (πίν.2)
L = το συνολικό μήκος ισοϋψών (Πίν.4.3)
E = η επιφάνεια εμβαδόν (πίν.2)

0.100 X 694.4 X 100 / 291.8 = 23.85 %

Το υδρογραφικό δίκτυο αποστραγγίζει τα όμβρια νερά της λεκάνης απορροής με **συντελεστή αποστράγγιση ( C )** 1.41

**C = E / L** = 291.82 / 206.6 = 1.41

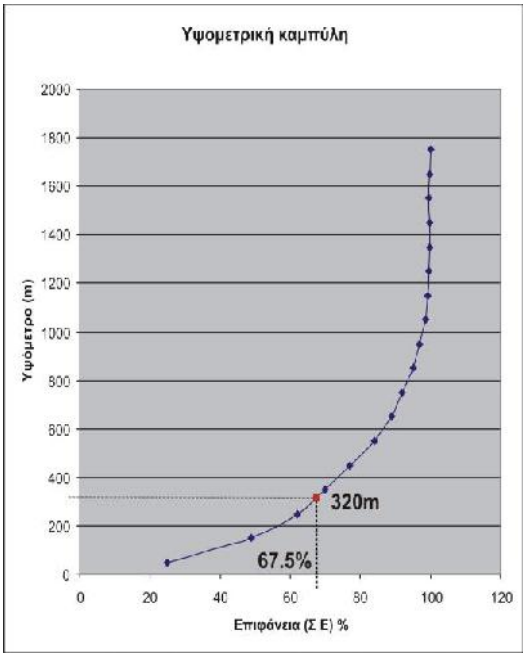
C = Συντελεστής αποστράγγισης
E = Σύνολο επιφάνειας εμβαδόν (πίν.4.2)
L = Σύνολικος μήκος κλάδων (πίν.4.4)
Από τους αναφερόμενους παραπάνω συντελεστές συμπεραίνεται ότι η λεκάνη απορροή είναι ημιορεινή (320μ) και ευνοεί τη διαβρωτική δράση.

#### *4.6.1. ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΜΕΣΑΠΙΟΥ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ*

Η υπολεκάνη απορροής του Μεσαπίου χειμάρρου έχει επιφάνεια περίπου **228.6 Km$^2$**, που περιβάλλεται από υψηλά βουνά. Η υδροκριτική γραμμή άγεται από την περιοχή Νέας Αρτάκης, στις κορυφογραμμές, Δρακόσπηλιο (418μ.), βράχος, Καλογήρου (318μ.), Λόφος, Παραγόλι, Κερασιάς (216μ.), Πλατύ (268μ.), Βράχος, Ζαχάρους (516μ.), Κούρλα (9993μ.), Πυργάκια (1148 μ), Δελφί (1743μ.), Πορτίτσες (1168μ.), Ψηλός βράχος (1117μ.), Καλπακόβραχος, Κερασιά (1063μ.), και από το λόφο Λάκκα (878μ.), προς τα Νότια - στην κορυφογραμμή που χωρίζει μεταξύ υπολεκάνη του Πεθαμένου χειμάρρου - στις κορυφές Κασικιτά (624μ.), Μυρτιά (325μ.), Κουτσούρι (235μ.), και Κοτρώνι ( 169μ.), (Σχ.4.4 και 4.5)
Η υπολεκάνη απορροής Μεσαπίου είναι <u>λοφώδης</u> με έντονο μορφολογικό χαρακτήρα, απότομες πλευρές, σχηματισμούς δολινών μέχρι 800Χ400μ. (Ταναΐδα) στο βόρειο τμήμα. Στην λεκάνη αυτή παρουσιάζονται λόφοι μέσου ύψους, όπως Ασπρόχωμα (260μ.), Κουτρούπα (163μ.), Κοκκάλας (293μ.), Προφ. Ηλίας (430μ.), Στρογγλή, Κουτούπα (622μ.), και Καστρί (273μ.).

##### *4.6.1.1. Υδρογραφικό δίκτυο*

Το υδρογραφικό δίκτυο που αναπτύσσεται έχει <u>δενδριτική</u> μορφή, καταλαμβάνει σχεδόν όλη την λεκάνη απορροής, με ομοιομορφία και κανονικότητα μεταξύ των κλάδων. Η μορφή αυτή είναι ανάλογος τόσο, με την γεωλογική δομή και την λιθολογία, όσο και την υψομετρική κατανομή .




*Σχ.4.6: Υψομετρική καμπύλη της λεκάνης απορροής των τριών ποταμών (Μεσάπιος, Πεθαμένου και Μορτερή) στην περιοχή της κεντρικής Εύβοιας*
*Fig4.6: Hypsometric curve drainage basin of three rivers (Messapios, Pethamenou, Morteri) in the area of central Euboea.*

Στην ορεινή περιοχή βρίσκεται το σύνολο του μήκους ανάπτυξης των κλάδων πρώτης, δεύτερης, τρίτης, και τέταρτης τάξης. Η υπολεκάνη Μεσαπίου έχει Μέση Κλίση 24.1% . Η περιοχή αυτή ευνοεί περισσότερο, την επιφανειακή ροή και τη διάβρωση.
Στην πεδινή περιοχή (0 – 200μ.), και λόγω της ήπιας μορφολογίας εμφανίζονται και ρέματα πρώτης, δεύτερης, και τρίτης τάξης που δεν συνδέονται στο κύριο υδρογραφικό σύστημα. Η μικρή κλίση της πεδινής επιφανείας ευνοεί την κατείσδυση και την απόθεση υλικών της διάβρωσης από την ημιορεινή και ορεινή ζώνη. Στην περιοχή της ζώνης 0 – 10μ. ( Φτελιά, Μυρτιά, Λιβάδι, Πράσινα, και παραλία Πολιτικών ) παρουσιάζει πάντα φαινόμενα πλημμυρών κάθε φορά και μετά από δυνατές και διαρκείς βροχές, που προκαλούν ζημιές στις καλλιέργειες.
Η κοίτη του χειμάρρου Μεσαπίου διαθέτει νερό την εποχή του φθινοπώρου και του χειμώνα. Τα σπουδαιότερα ρέματα που τροφοδοτούν την κοίτη του είναι, Βαλλελέκας, Νυμφής, Μακρυκαπιάτινο, Μαντανιάς και Μακρυμάλλης. Ο Μεσάπιος εκβάλλει στο Β. Ευβοϊκό σε – απόσταση - μήκος κλάδων 160km περίπου.

**Υδρογραφική πυκνότης Du = $\frac{\text{Συνολικό μήκος κλάδων}}{\text{Εμβαδόν επιφάνεια}} = \frac{\Sigma (Lu)}{Au}$**
**= 160.2 km / 228.6 km$^2$ = 0.7**

**Υδρογραφική συχνότης Fu = $\frac{\text{Συνολικός αριθμός κλάδων}}{\text{Εμβαδόν επιφάνεια}} = \frac{\Sigma (n)u}{Au}$**
**= 6 / 228.6 = 0.026**

### *4.6.2. ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΕΘΑΜΕΝΟΥ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ*

Η υπολεκάνη απορροής του Πεθαμένου χείμαρρου είναι η δεύτερη σε έκταση που ανέρχεται σε 40.4 Km$^2$. Βρίσκεται στην περιοχή μεταξύ της υπολεκάνης Μεσαπίου και υπολεκάνης Μορτερή. Η υδροκριτική του γραμμή αρχίζει Α – Δ στο βόρειο τμήμα της λεκάνης στην κορυφογραμμή των όρων Κουτρώνι, Κουτσούι και άλλων βουνών

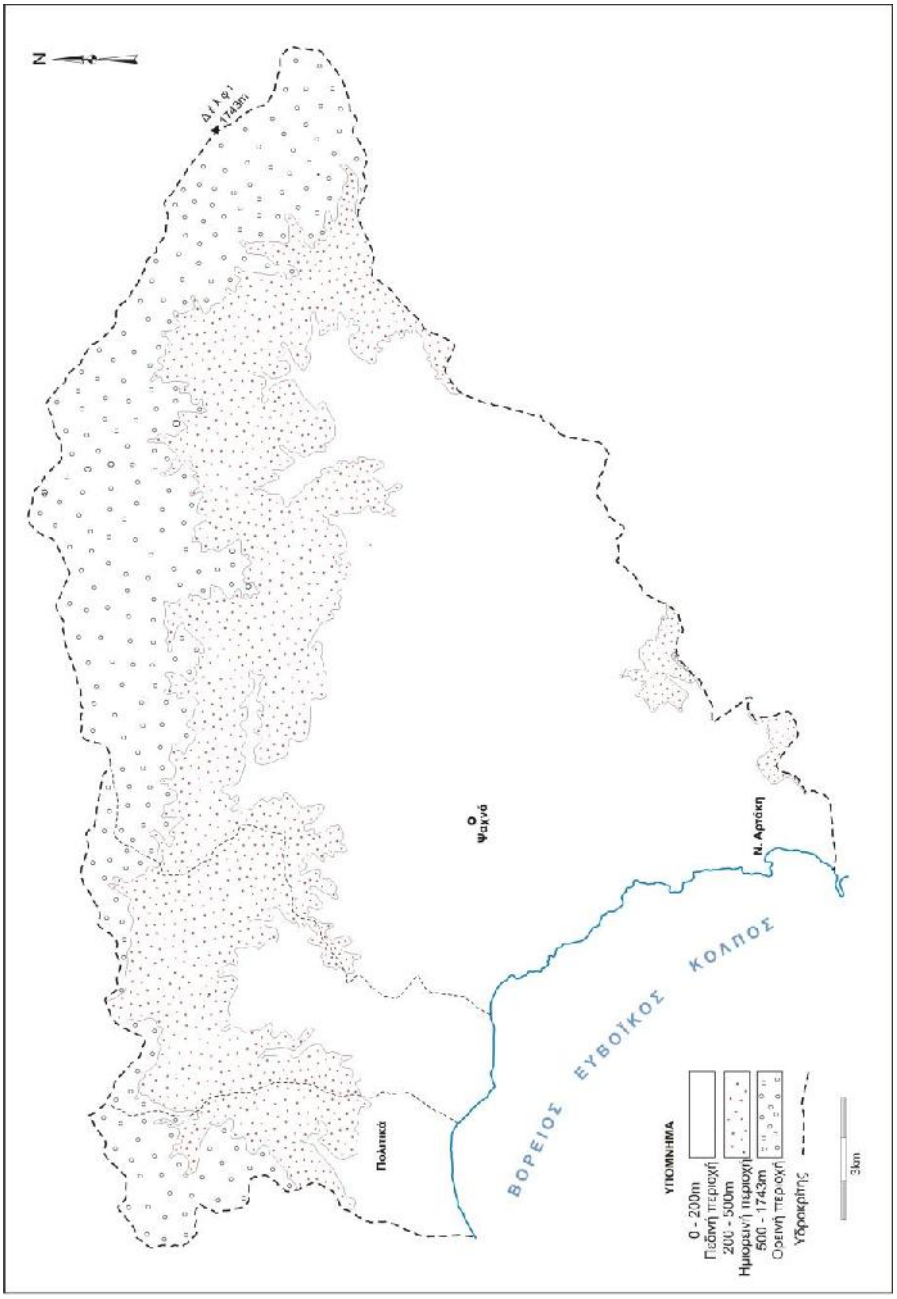
και ύστερα αλλάζει διεύθυνση Β – Ν ως δευτερεύουσα υδροκριτική, στην κορυφογραμμή Τσούλι (610μ.), και Κατσούλα (333μ.) μέχρι που καταλήγει στην πεδινή περιοχή (Σχ.4.4 και 4.5).
Η λεκάνη είναι ημιορεινή, λοφώδης με απότομες πλευρές, βρίσκονται βουνά χαμηλού ύψους και άλλα μέσου, όπως Σινάνα (272μ.), Κορυφή (501μ.), και Νταρίζα (459μ.). Η λεκάνη έχει Μέση κλίση 22.6%, και γενική διεύθυνση ΒΑ - ΝΔ. Στην ημιορεινή και ορεινή περιοχή ευνοείται η επιφανειακή ροή και διάβρωση και στην χαμηλότερη 0 – 10μ., η κατείσδυση και απόθεση των υλικών διάβρωσης.

#### *4.6.2.1. Υδρογραφικό δίκτυο*

Η μορφή του υδρογραφικού δικτύου της υπολεκάνης αυτής είναι δενδριτική και οι κλάδοι σχηματίζουν μεταξύ τους γωνίες περίπου $30^{O}$. Η μορφή του υδρογραφικού δικτύου δείχνει την έλλειψη ορισμένης γεωλογικής κατασκευής (Σχ4.5)
Οι κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου είναι πρώτης, δεύτερης, τρίτης, τέταρτης, και πέμπτης τάξης (κατά STRAHLER).
Η κοίτη του χειμάρρου τροφοδοτείται με νερό και υλικά διάβρωσης από σύστημα ρύακα – χειμάρρων μικρότερης τάξης, κατά την βροχερή περίοδο. Οι βασικοί κλάδοι του είναι Βασόρρεμα, Κοτσίκια, και Κρυορρέμα, αλλά υπάρχουν και μικρά ρέματα δεύτερης τάξης δεν συνδέονται με τη κοίτη μεγαλύτερης τάξης.
Ο χείμαρρος Πεθαμένο έχει συνολικό μήκος κλάδων 31km περίπου.
Η υδρογραφική πυκνότης 0.76 και υδρογραφική συχνότης 0.12

### *4.6.3. ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ ΜΟΡΤΕΡΗ*

Η υπολεκάνη απορροής του Μορτερή χειμάρρου είναι μικρότερη σε εμβαδόν επιφάνεια που φτάνει μόνο **22.2 Km$^2$**. Η δευτερεύουσα υδροκριτική γραμμή στην ανατολική πλευρά της λεκάνης, είναι αυτή που χωρίζει από την υπολεκάνη Πεθαμένου χειμάρρου. Στο βόρειο ορεινό τμήμα, ο υδροκρίτης ακολουθεί τη κορυφογραμμή Κουτσούνι, Άγιος (665μ.), Κέθρος, Έλατη (838μ.), Αετό (802μ.), Πεύκια και τελειώνει στην ακτή του Ευβοϊκού κόλπου (Σχ.4.4 και Σχ.4.5).
Η λεκάνη Μορτερή είναι ορεινή - ημιορεινή και διεύθυνση Β- Ν, και Μέση κλίση 25.2%.
Στο ορεινό τμήμα της λεκάνης ευνοείται η διάβρωση μέσου του νερού, ενώ στο πεδινό ( 0 – 10μ. ) η απόθεση υλικών διάβρωσης και η κατείσδυση (Σχ.4.7).




*Σχ.4.7: Κατανομή της τοπογραφικής επιφάνειας στα διάφορα υψόμετρα της λεκάνης απορροής (περιοχή έρευνας)*

### *4.6.3.1. Υδρογραφικό δίκτυο*

Το υδρογραφικό έχει ορθογώνιο τρόπο σύνδεση κλάδων που δίνει σύνθετη μορφή μεταξύ ρωγμογενείς κλιμακωτή και δενδριτική μορφή και οι κλάδοι είναι πρώτης, δεύτερης, τρίτης και τετάρτης τάξης.

Η κοίτη του χειμάρρου Μορτερής συμπίπτει με την διεύθυνση του ρήγματος της περιοχής Β – Ν.

Τροφοδοτείται με νερό από το χείμαρρο Κατσούλα και έναν άλλο, μόνο το φθινόπωρο και τις πηγές των Πολιτικών (συνεχής ροή) πριν να γίνουν τα έργα υδρομάστευσης των πηγών.

Ο χείμαρρος Μορτερή εκβάλλει στον όρμο Πολιτικών του Βορείου Ευβοϊκού, σε σύνολο μήκος κλάδων 14km.

Η υδρογραφική πυκνότης 0.64. και η υδρογραφική συχνότης 0.18

*Πίν.4.1: Μέσο υψόμετρο (ΜΥ) σε **m** της λεκάνης απορροής*
*Tab.4.1: Average height (AH) of drainage basin in m*

| ισουψείς γραμμές (m) | ( ε X α ) | Σ |
|---|---|---|
| 0 - 100 | 50 X 72.68 | 3634.38 |
| 100 - 200 | 150 X 69.32 | 10397.25 |
| 200 - 300 | 250 X 39.34 | 9834.38 |
| 300 - 400 | 350 X 22.34 | 7817.95 |
| 400 - 500 | 450 X 21.17 | 9528.08 |
| 500 - 600 | 550 X 18.98 | 10440.38 |
| 600 - 700 | 650 X 14.50 | 9421.75 |
| 700 - 800 | 750 X 10.19 | 7638.75 |
| 800 - 900 | 850 X 8.22 | 6989.13 |
| 900 - 1000 | 950 X 6.95 | 6604.88 |
| 1000 - 1100 | 1050 X 4.62 | 4638.38 |
| 1100 - 1200 | 1150 X 1.60 | 1840.00 |
| 1200 - 1300 | 1250 X 0.76 | 946.00 |
| 1300 - 1400 | 1350 X 0.50 | 671.00 |
| 1400 - 1500 | 1450 X 0.38 | 547.36 |
| 1500 - 1600 | 1550 X 0.27 | 414.62 |
| 1600 - 1700 | 1650 X 0.18 | 292.88 |
| 1700 - 1800 | 1750 X 0.35 | 612.50 |
| | | 92369.646 |

$$\mathbf{ΜΥ = Σ ( α X ε ) / E} = \frac{93269.65}{291.82} = \mathbf{319.6}μ.$$

ΜΥ. = Μέσο υψόμετρο
α = Εμβαδόν επιφάνεια μεταξύ δυο διαδοχικών ισοϋψών
ε = Ημιάθροισμα των τιμών δυο διαδοχικών ισοϋψών
Ε = Εμβαδόν σύνολο επιφανείας

*Πίν.4.2: Κατανομή της επιφάνειας στα διάφορα υψόμετρα της λεκάνης απορροής*
*Tab.4.2: Surface distribution according to the different heights of the drainage basin*

| Ισοϋψείς σε m | Εμβαδόν (Ε) $Km^2$ | Εμβαδόν % Σύνολο | **Αθροιστικός % Εμβαδόν (ΣΕ)** |
|---|---|---|---|
| 0 – 100 | 72.6875 | 24.9086 | 24.9086 |
| 100 – 200 | 69.315 | 23.7529 | 48.6615 |
| 200 – 300 | 39.3375 | 13.4802 | 62.1416 |
| 300 – 400 | 22.337 | 7.7544 | 69.7964 |
| 400 – 500 | 21.1735 | 7.2557 | 77.0521 |
| 500 – 600 | 18.9825 | 6.5049 | 83.5571 |
| 600 – 700 | 14.495 | 4.9672 | 88.5242 |
| 700 – 800 | 10.185 | 3.4902 | 92.0144 |
| 800 – 900 | 8.2225 | 2.8177 | 94.8321 |
| 900 – 1000 | 6.9525 | 2.3824 | 97.2146 |
| 1000 – 1100 | 4.4175 | 1.5138 | 98.7284 |
| 1100 – 1200 | 01.600 | 0.5483 | 99.2767 |
| 1200 – 1300 | 00.7575 | 0.2596 | 99.5363 |
| 1300 – 1400 | 00.4975 | 0.1704 | 99.7068 |
| 1400 – 1500 | 00.3775 | 0.1994 | 99.8361 |
| 1500 – 1600 | 00.2675 | 0.0917 | 99.5228 |
| 1600 – 1700 | 00.1775 | 0.0608 | 99.9136 |
| 1700 - 1800 | 00.035 | 0.0120 | 99.9256 |
| | 291.817 | 100 | |

*πίν.4.3: Μήκος ισοϋψών καμπυλών (Ln) σε km της λεκάνης απορροής τριών χειμάρρων. 1, Λεκάνη τριών χειμάρρων, 2 Λεκάνη Μεσάπιου, 3 Λεκάνη Πεθαμένου, 4 Λεκάνη Μορτερή*
*Tab.4.3: Contour lines length (Ln) of the drainage basins. 1, Main drainage basin.2, Mesapio river basin.3, Pethamenou river basin.4, Moprteri river basin*

| Ισοϋψείς (m) | **1** | **2** | **3** | **4** |
|---|---|---|---|---|
| 100 | 97.10 | 77.55 | 13.75 | 5.80 |
| 200 | 125.20 | 97.95 | 19.75 | 7.50 |
| 300 | 93.70 | 65.15 | 19.75 | 8.80 |
| 400 | 83.55 | 57.95 | 18.65 | 6.95 |
| 500 | 73.45 | 52.40 | 11.40 | 9.65 |
| 600 | 64.55 | 48.40 | 5.25 | 10.85 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 700 | 41.45 | 36.10 | 1.00 | 4.35 |
| 800 | 35.60 | 33.05 | 0.60 | 1.95 |
| 900 | 30.25 | 30.25 | - | - |
| 1000 | 21.50 | 21.50 | - | - |
| 1100 | 11.95 | 11.95 | - | - |
| 1200 | 5.00 | 5.00 | - | - |
| 1300 | 3.70 | 3.70 | - | - |
| 1400 | 2.90 | 2.90 | - | - |
| 1500 | 2.10 | 2.10 | - | - |
| 1600 | 1.50 | 1.50 | - | - |
| 1700 | 0.65 | 0.65 | - | - |
| **Σύνολο** | 694.10 | 548.10 | 90.15 | 55.85 |

*Πίν.4. 4: Μορφομετρικοί παράμετροι (Γεωμετρία λεκάνης – Υδρογραφικό δίκτυο)*
*Tab.4.4: Morphometrics analyses (Basin geometric – drainage network)*

| *Παράμετροι* | *Μεσάπιο* | *Πεθαμένο* | *Μορτερή* |
|---|---|---|---|
| *Εμβαδόν (Au) km²* | 228.6 | 40.4 | 22.2 |
| *Μήκος λεκάνης km* | 9.3 | 4.5 | 3.3 |
| *Πλάτος λεκάνης km* | 5.7 | 2.5 | 1 |
| *Περίμετρος λεκάνης km* | 80 | 37.9 | 26.5 |
| *Συνολικός μήκος κλάδων Σ (Lu) km* | 160.2 | 30.7 | 14.1 |
| *1 u (km)* | 80.0 | 14.6 | 5.6 |
| *2 u (km)* | 35.0 | 7.6 | 2.2 |
| *3 u (km)* | 21.0 | 3.6 | 2.1 |
| *4 u (km)* | 9.3 | 3.3 | 4.2 |
| *5 u (km)* | 5.5 | 2.5 | - |
| *6 u (km)* | 9.4 | - | - |
| *Πυκνότης υδρογραφική D = Σ (Lu) /Au* | 0.7 | 0.8 | 0.6 |
| *Συχνότης υδρογραφική Fu= Σ (n)u / Au* | 0.03 | 0.12 | 0.18 |
| *Συντελεστής Αποστράγγιση ( C )* | 1.43 | 1.32 | 1.57 |
| Μέση κλίση ( P ) % | 24.2 | 22.6 | 25.3 |

## 4.7. Μεθοδολογία

Στην ανάλυση της μορφολογίας της περιοχής μελέτης χρησιμοποιήθηκαν: Ο Γεωλογικός χάρτης Εύβοιας, C. Chevenvart και Γ. Κατσικάτσος, ΙΓΕΥ 1967. Ο Γεωλογικός χάρτης, Ψαχνά – Πηλίον, Γ. Κατσικάτσος και Άλλοι, 1981, ΙΓΜΕ.
Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν οι τοπογραφικοί χάρτες, Γ.Υ.Σ, 1:50.000 φύλλο Χαλκίδα, φύλλο Ψαχνά, φύλλο Στενή Δίρφυος και φύλλο Ερέτρια καθώς και το λογισμικό πρόγραμμα MapInfo Professional και CorelDRAW.

# 5- ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΤΩΝ ΥΔΡΟΦΟΡΩΝ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ
# Geological formations of water-bearing layers

## 5.1. ΣΚΛΗΡΟΙ ΔΙΕΡΡΗΓΜΕΝΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

### *5.1.1. ΓΕΝΙΚΑ*

Τα σκληρά πετρώματα hard rocks (π.χ. πυριγενή, μεταμορφωμένα και συνεκτικά ιζηματογενή πολύ τσιμεντομένα πετρώματα, επίσης, τα ανθρακικά μη καρστικά), έχουν εξάπλωση σε πολλές περιοχές του πλανήτη. Εμφανίζονται κυρίως, σε μεγάλες περιοχές shields, και σε μικρότερες massifs και μερικώς στον πυρήνα μεγαλύτερων οροσειρών. Η συνολική επιφάνεια που καλύπτουν οι σχηματισμοί πέτρωμα shield, κατά εκτίμηση είναι 20% της επιφάνειας της γης, περίπου 30.000.000 $km^2$ (Krasny J., 2003).

Οι Matthess – Ubell (1983) γράφουν ότι τα μαγματικά και μεταμορφωμένα πετρώματα καλύπτουν κάτι περισσότερο από 20% της επιφάνειας του πλανήτη μας. Εδώ ανήκουν τα κρυσταλλικά και τα ηφαιστειακά πετρώματα, (Mandel Shiftan, 1981). Ως κρυσταλλικά αναφέρεται μια μεγάλη ποικιλία πετρωμάτων - κυρίως διείσδυσης και μεταμόρφωσης – που καλύπτουν μεγάλες εκτάσεις στις ηπειρωρτικές πλατφόρμες. Αποτελούν το προκάμβιο υπόβαθρο, αλλά απαντούν και σε νεώτερες εκδηλώσεις μαγματικών διεισδύσεων και μεταμόρφωσης, κυρίως στην Ελλάδα, που συνδέονται με τη αλπική ορογένεση. Από τις μαγματικές διεισδύσεις (μαγματίτες) οι πιο συχνές εμφανίσεις είναι εκείνες των γρανιτών και, κατά δεύτερο λόγο, των διοριτών και συηνιτών. Από τα μεταμορφωμένα πετρώματα (μεταμορφίτες) με μεγαλύτερη συχνότητα εμφανίζονται οι γνεύσιοι, οι μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι, γνευσιοσχιστόλιθοι, τα μάρμαρα, οι φυλλίτες και οι χαλαζίτες. Συχνά οι μεταμορφίτες διελαύνονται από πολυάριθμες φλέβες και κοίτες παρείσακτες (Γ. Καλλέργη, 2003).

Τα ηφαιστειακά πετρώματα (ηφαιστίτες) περιλαμβάνουν μεγάλη ποικιλία από λάβες, τόφφους και διάφορα πυροκλαστικά σε ανάμιξη με ιζήματα «ηφαιστειοϊζηματογενή» (Γ. Α. Καλλέργη, 2003).

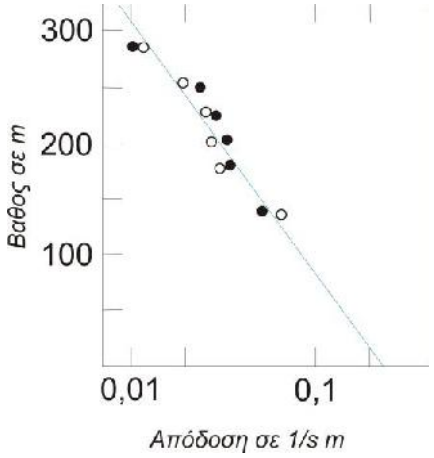
### *5.1.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ*

Τόσο οι μαγματίτες όσο και οι μεταμορφίτες παρουσιάζουν ένα ασήμαντο πρωτογενές και, ένα πολύ σημαντικό, μέχρι μικρό όμως βάθος, δευτερογενές ενεργό πορώδες (ρωγμές):

1) Δεν υπάρχει απλή γραμμική σχέση ανάμεσα στη αντλούμενη παροχή και στην πτώση στάθμης, γιατί στην αρχή το αντλούμενο νερό προέρχεται, κατά κύριο λόγο, από τις ρωγμές (μεγάλη μεταβαστικότητα, μικρή υδροχωρικότητα) και, στην συνέχεια, από το ασήμαντο ενεργό πορώδες (ασήμαντη μεταβαστικότητα, σημαντικότερη υδροχωρικότητα). 'Ετσι, οι αποδόσεις μειώνονται με το χρόνο, με τον οποίο αυξάνεται η πτώση στάθμη (Matthess – Ubell, 1983).
2) Στο 90% των περιπτώσεων, το μεγαλύτερο μέρος του αντλούμενου νερού προέρχεται από βάθος μικρότερο από 38m ή 55m (Davis – Turk, 1964, Le Grand, 1960). Από βάθη μεγαλύτερα των 100m ελάχιστο νερό μπορεί να αποληφθεί (Mandel – Shiftan, 1981), (Σχ.5.1.1.)
3) Οι αναμενόμενες παροχές είναι της τάξης των μερικών μέχρι 10 $m^3/h$ (Mandel – Shiftan 1981, Davis – De Wiest 1966, Le Grand 1954, Meier - Petersson). Οι περιπτώσεις αποτυχημένων υδρομαστευτικών έργων είναι σημαντικές (Mandel – Shiftan, 1983), μέχρι και πάνω από 50% (Davis – De Wiest 1966).
4) Η αποσάθρωση και ο τεκτονισμός των πετρωμάτων βελτιώνει τις υδροφόρες ιδιότητες τους (Dingam et al, 1954, Le Grand 1954, karrenberg, 1981).
5) Η τοποθέτηση των υδρομαστευτικών έργων πρέπει να γίνεται σε ζώνες έντονης ρωγμάτωσης και αποσάθρωσης και σε επίπεδες περιοχές.

Στην κατηγορία των μεταμορφωμένων τα πιο συνηθισμένα πετρώματα είναι οι φυλλίτες, σχιστόλιθοι (γραφιτικοί, μαρμαρυγιακοί) και οι γνεύσιοι – γνευσιοσχιστόλιθοι ενώ στην κατηγορία των πλουτώνιων πετρωμάτων οι πιο

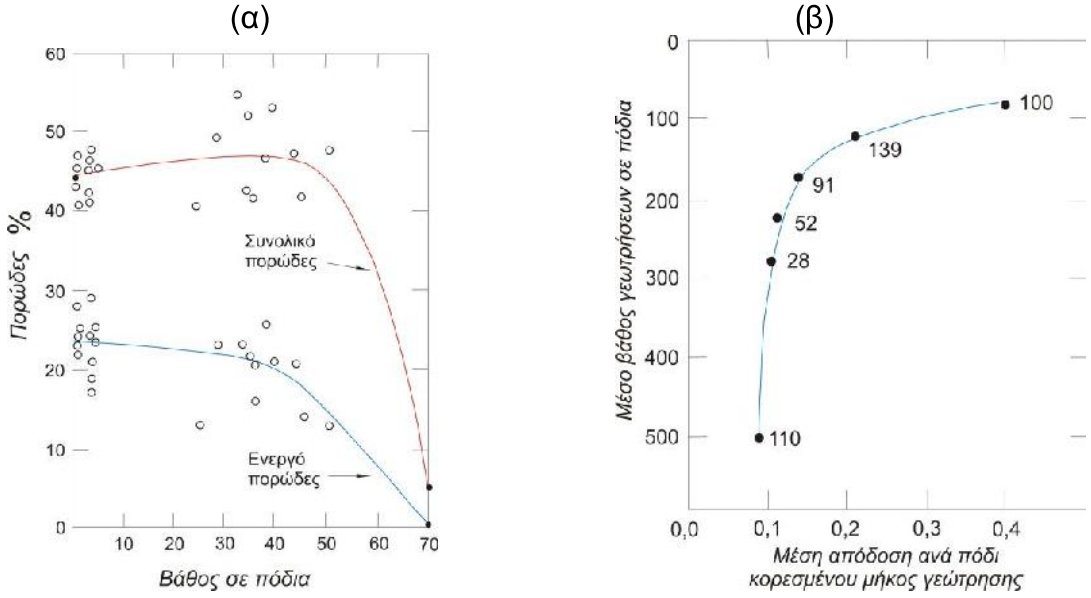
ενδιαφέρουσες κατηγορίες είναι οι γρανίτες, οι γάββροι, οι διορίτες και οφιόλιθοι που καλύπτουν το μεγαλύτερο τμήμα της κεντρικής Εύβοιας και που είναι οι βασικοί υδροφόροι της περιοχής μελέτης. Οι γεωφυσικές διασκοπήσεις που έγινα στην περιοχή μελέτης (Ι. Δρακόπουλου και συν, 1988) βοήθησαν στον καλύτερο εντοπισμό της περιοχής της έντονης ρωγμάτωσης και διερρηγμένης επίπεδης ζώνης.




*Σχ.5.1.1.: Αποδόσεις γεωτρήσεων σε κρυσταλλικά πετρώματα των ανατολικών ΗΠΑ. Οι κύκλοι παριστάνουν τις ομαδοποιημένες αποδόσεις γρανιτικών πετρωμάτων ενώ οι κουκίδες τις ομαδοποιημένες αποδόσεις σε σχιστόλιθους (Davis – Turk, 1964). Δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές στις αποδόσεις σχιστόλιθων και γρανιτών. Οι αποδόσεις αυτές σε l/sec ανά m κορεσμένου μήκους υδρογεώτρησης, μειώνονται πολύ γρήγορα με το βάθος.*
*Fig. 5.1.1: Yields of Boreholes in crystalline rock in the eastern of USA, Davis – Turk, 1964).*

*Το πρωτογενές πορώδες* των συμπαγών, χωρίς διάβρωση ή αποσάθρωση, μεταμορφωμένων και πλουτώνιων είναι μικρότερο του 3% και, συνήθως, μικρότερο του 1% (Krynine – Judd, 1957). Οι ελάχιστοι πόροι των πετρωμάτων είναι μικροί σε μέγεθος και, γενικά, δεν επικοινωνούν μεταξύ τους. Οι *υδραυλικές αγωγιμότητές*, κατά συνέπεια, είναι πρακτικά αμελητέες. Όμως, οι διαρρήξεις και ρωγματώσεις, σε συνδυασμό και με την αποσάθρωση, δημιουργούν συχνά αξιόλογη υδραυλική αγωγιμότητα και πορώδες. Έτσι προσδιορίστηκαν, εργαστηριακά τιμές υδραυλικής αγωγιμότητας πάνω σε υγιή, χωρίς τεκτονισμό ή ρωγμάτωση, μεταϊζηματογενή πετρώματα, που είναι της τάξης του $10^{-10}$m/sec (Stuart – Brown – Rhodehamel, 1954). Οι αντίστοιχες τιμές, όμως, από αντλητικές δοκιμασίες ήταν της τάξεως του $10^{-7}$m/sec. Η υδραυλική αγωγιμότητα, τέλος κατά τη διεύθυνση των στρωμάτων, ήταν 2 – 3 φορές μεγαλύτερη από την πάνω τιμή.
Οι διαρρήξεις που δεν συνδέονται με εκφρασμένη μετακίνηση, δημιουργούν μικρή μόνο αύξηση του συνολικού πορώδους. Οι ρωγμές είναι συνήθως κλειστές και το εύρος τους σπάνια ξεπερνά τα 2mm. Οι παροχές δείχνουν ότι η υδραυλική αγωγιμότητα, που δημιουργείται από τη ρωγμάτωση σε υγιή πετρώματα, κυμαίνεται ανάμεσα στα $10^{-8}$ – $10^{-4}$m/sec. Μικροσκοπικά, η υδραυλική αγωγιμότητα κυμαίνεται από 0 σχεδόν, στα συμπαγή πετρώματα, μέχρι $10^{-3}$m/sec κατά μήκος ζωνών έντονων διαρρήξεων. Λόγω του προσανατολισιμού των διαρρήξεων σε μια, κατά κανόνα, διεύθυνση, η υδραυλική αγωγιμότητα των πετρωμάτων αυτών παρουσιάζει έντονη ανισοτροπία.
Ειδικά στους πλουτωνίτες και μεταμορφίτες, το βάθος της αποσάθρωσης συνήθως είναι μικρότερο από 15m. Σε περιοχές, όμως, με κλιματικές συνθήκες υγρές τροπικές μπορεί να ξεπεράσει τα 100m. Το πορώδες αυξάνει, λόγω της αποσάθρωσης, από 1% σε 35% ή και περισσότερα. Όμως ελαττώνεται με το βάθος, καθώς ελαττώνεται και ο βαθμός αποσάθρωσης. Η μεγαλύτερη, πάντως, υδροπερατότητα απαντά στο μερικά αποσαθρωμένο πέτρωμα, όπου η δημιουργία αργιλικών ορυκτών δεν είναι σημαντική. Ένα κοινό χαρακτηριστικό των υδρομαστευτικών έργων στα πετρώματα αυτά είναι η μέτρια αρχική παροχή, η οποία μειώνεται γρήγορα με το χρόνο, λόγω μικρής υδροχωρητικότητας. Το πορώδες ελαττώνεται με το βάθος στις ζώνες όπου

τα πετρογενετικά ορυκτά είναι ελάχιστα εξαλλοιωμένα. Πολύ κοντά στο υγιές υπόβαθρο (μερικών δεκάδων εκατοστομέτρων), τα ορυκτά είναι ελάχιστα ενδυματωμένα, αλλά αυτό είναι αρκετό για να προκαλέσει διαφορική διόγκωση μεταξύ των κόκκων τους, πράγμα που δημιουργεί πορώδες τάξης του 2 – 10%. Γενικά, η μεγαλύτερη υδραυλική αγωγιμότητα απαντάται μέσα στην περιοχή της μερικής αποσύνθεσης του πετρώματος, κάτω από τη ζώνη την πλούσια σε αργιλικά στοιχεία. Αντίθετα, στο κατώτερο τμήμα του αποσαθρωμένου πετρώματος, η υδραυλική αγωγιμότητα έχει περίπου το ίδιο μέγεθος όπως και στο υγιές πέτρωμα, (Σχ.5.1.2).




*Σχ.2: Μεταβολή του πορώδους και της ειδικής παροχής με το βάθος. Αποτέλεσμα εργαστηριακών δοκιμών πάνω σε δείγματα πυρήνων από έντονα αποσαρθρωμένα μεταμορφωμένα πετρώματα Stewart, 1962 (α). Μείωση της παροχής των γεωτρήσεων με το βάθος, σε κρυσταλλικά πετρώματα, οι αριθμοί σε παρένθεση στην καμπύλη δείχνουν τον αριθμό των γεωτρήσεων που χρησιμοποιήθηκαν για κάθε μέσο όρο που παριστάνει το αντίστοιχο στοιχείο, LeGrand, 1954.*
*Fig.2: Theoretical change in porosity and yields with increase in depth, LeGrand, 1954.*

Ιδιαίτερη υδρογεωλογική σημασία για τον Ευβοϊκό χώρο και στη περιοχή μελέτης έχουν οι οφιόλιθοι, κυρίως, λόγω του έντονου τεκτονισμού που έχουν υποστεί και που έχει οδηγήσει στο βαθύ κερματισμό και εξαλλοίωσή τους σε αρκετό βάθος, συχνά μεγαλύτερο από 50m. Μερικές από τις σημαντικότερες πηγές στη κεντρική Εύβοια τροφοδοτούνται από τους οφιόλιθους. Παροχές της τάξης των 150 $m^3/h$ είναι συνήθεις στους διαρρηγμένους Ελληνικούς οφειόλιους (Γ. Α. Καλλέργη, 2003).
Η μεταβολή της υδραυλικής αγωγιμότητας με το βάθος στα μεταμορφωμένα και πλουτώνια πετρώματα είναι άμεση. Το **k** ελαττώνεται γρήγορα με το βάθος (Davis – Turk, 1964, Dingman et al 1954, Le Grand 1962). Αυτή η μείωση οφείλεται στη συνδυασμένη επίδραση του βάρους των υπερκειμένων και της τάσης των επιφανειακών διαταράξεων να διεισδύουν σε μικρή μόνο απόσταση στην μάζα του πετρώματος. Αρμοί, ρωγμές, διαρρήξεις τείνουν να κλείσουν στο βάθος, λόγω του υπερκείμενου βάρους. Πλην, όμως, ακόμη και στα μεγάλα βάθη, δεν μηδενίζεται τελείως το πορώδες και, όπως έχει αποδειχτεί από υπόγειες μεταλλευτικές εργασίες, αν και μειώνεται σημαντικά, εξακολουθεί να μεταβιβάζει νερό.

### *5.1.3. ΣΚΛΗΡΟ ΠΕΤΡΩΜΑ*

Η Επιτροπή Υδρογεωλογίας Σκληρών Πετρωμάτων (Group on Hardrock Hydrogeology) ιδρύθηκε υπό τον όρο ότι, να καθορίσει τον τύπο του υδρογεωλογικού περιβάλλοντος που θα είναι το αντικείμενο του ενδιαφέροντος της, πχ. τύπος πετρώματος που θεωρείται από υδρογεωλογική άποψη «σκληρό πέτρωμα».

Οι υδρογεωλόγοι δεν έφτασαν ακόμη σε συμφωνία για την έννοια σκληρό πέτρωμα (Hardrock). Έστω αν και δεν υπάρχει σαφής ορισμός, τι είναι σκληρό πέτρωμα, αλλά γνωστό στους γεωλόγους, είναι τα κρυσταλλικά - πυριγενή και μεταμορφωμένα - πετρώματα. Η άποψη αυτή έγινε αποδεχτή από μερικούς υδρογεωλόγους. Οι E. G. Larsson et.al. (1987) περιγράφουν ‘’σκληρό πέτρωμα’’ ως πυριγενή και μεταμορφωμένα, μη ηφαιστειακά και μη ανθρακικά πετρώματα. Την ίδια προσέγγιση αποδέχονται οι Gustafson και Krasny (1993). Πρόσφατα ο Gustafsson (1993) προτείνει ορισμός ‘’σκληρό πέτρωμα’’ από άποψη υδρογεωλογικής εξερεύνησης, κάθε πέτρωμα χωρίς επαρκές πρωτογενές πορώδες και αγωγιμότητα για απόληψη υπόγειου νερού.

Προφανώς, τα σκληρά πετρώματα από υδρογεωλογική άποψη, πρέπει να αποτελούν τμήμα των ‘’άλλων πετρωμάτων’’. Η ερώτηση που γεννάται είναι, που βρίσκεται το όριο μεταξύ ‘’σκληρά πετρώματα’’ και ‘’άλλα πετρώματα’’.

Έρευνα στην Τσεχοσλοβακία από Krasny J. et al.(1981, 1982) έδειξαν, κρυσταλλικά πετρώματα (πυριγενή και μεταμορφωμένα) και ιζηματογενή πολύ τσιμεντομένα ή και πτυχωμένα ανήκουν στον όμοιο τύπο υδρογεωλογικού περιβάλλοντος που μπορεί να θεωρηθούν σαν ενιαίος εκτεταμένος τοπικός υδροφόρος ορίζοντας αναπτυσσόμενος στην ζώνη πετρωμάτων κοντά στην επιφάνεια (sub-subserficial), όπου εμφανίζεται στην επιφάνεια ανεξάρτητα της λιθολογικής σύστασης (πετρογραφική) της. Γι` αυτό, μερικά πετρώματα (διάφορα ιζηματογενή πετρώματα) μπορεί να χαρακτηρίζονται επίσης όπως αυτό. Υπάρχουν μεταβάσεις όχι μόνο μεταξύ πυριγενών πετρωμάτων, μαγματιτών και πάρα-σχιστόλιθων, μεταξύ πάρα–σχιστόλιθων και μη-μεταμορφωμένες αποθέσεις, αλλά επίσης μεταξύ διαφόρων τύπων τσιμεντομένων ιζηματογενών πετρωμάτων, περίπου μέχρι ευδιάκριτο βαθμό. Από την άποψη αυτή, ακόμη και οι πολύ τσιμεντομένοι αργιλικοί και μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι (μερικές φορές μαργαϊκοί και ανθρακικοί ψαμμίτες) σε μερικές υδρογεωλογικές λεκάνες, παρουσιάζουν ένα υδρογεωλογικό περιβάλλον συγκρίσιμο με αυτό των κρυσταλλικών (Krasny J. 2003).

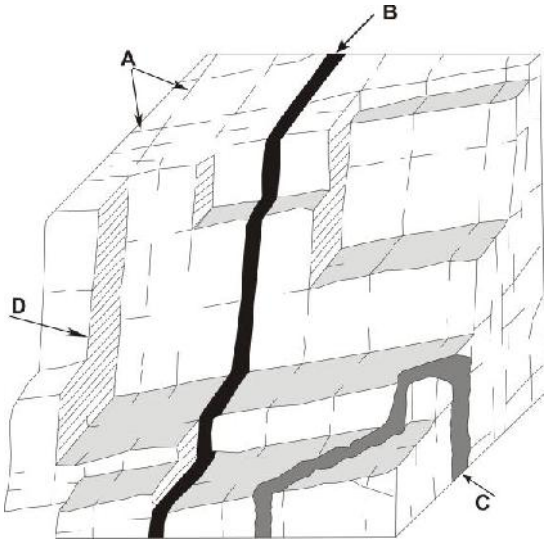
Υπάρχουν ενδείξεις ότι μερικά λεπτο–στρωματώδη, πολύ τσιμεντομένα ιζήματα, όπως οι αγιλικοί σχιστόλιθοι ή ερυθρογής, έχουν αντίστοιχο μέσο όρο διαπερατότητας, ή μπορεί να είναι καλύτερα διαπερατά από μερικούς έντονα στρωματώδη και πολύ στιμεντομένους ψαμμίτες (ή χαλαζίτες), τα οποία μέχρι σήμερα θεωρούνται, αρκετά διαπερατά. Τα αποτελέσματα στην περιοχή του φλύσχη και (Τσεχία) της πέρμο – λιθανθρακοφόρου λεκάνης δεν έδειξαν υψηλό βαθμό διαπερατότητας ή υδροπερατότητας ψαμμιτών σε σχέση με των αργιλικών σχιστόλιθων και της ερυθρογής (krasny, kullman, Vrana et al,1987, Krasny 1976). Αυτό σημαίνει ύπαρξη υδροφόρων οριζόντων στην επιφάνεια (near- surface) του ενεργού διερρηγμένου πορώδου (prevailing fissure porosity) ως και στα «σκληρά πετρώματα». Όμοιο υδρογεωλογικό περιβάλλον, όμως, μπορεί να αναπτυχθεί σε τμήμα της νεογενούς λεκάνης με έντονο τεκτονισμό πτύχωσης: πχ. αμμώδεις αποθέσεις που συνορεύουν την ζώνη του φλύσχη στη περιοχή Carpathian Foredeep, έχουν χάσει το πορώδες τους (intergranular) (krasny J. 2003).

Η υδρογεωλογία του περιβάλλοντος σκληρών πετρωμάτων (μερικές φορές, διαβάζεται και η υδρογεωλογία συμπαγών πετρωμάτων massif), που περιγράφεται από τον Krasny (1996) με κατακόρυφη σειρά τριών ζωνών και χαρακτήρα ορισμένων υδρογεωλογικών συνθηκών έχει ως ακολούθως:

- *ανώτερη διαβρωμένη ζώνη*, σχηματίζεται από στρώμα τεταρτογενών προσχώσεων, με περατότητα των πόρων. Το πάχος είναι μέχρι δεκάδες μέτρων,
- *μεσαία ή διερρηγμένη ζώνη*, σχηματίζεται από στρώμα διερρηγμένο με επικράτηση του ρωγματώδους πορώδες, πάχος μερικά μέτρα,
- *κατώτερη συμπαγής ζώνη massif*, βασικά από πλακώδη πετρώματα, με βαθιά ρήγματα ή ζώνη ρηγμάτων.

### *5.1.4. ΡΟΗ ΣΕ ΔΙΑΡΡΗΓΜΕΝΕΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΕΣ*

Οι κύριοι δρόμοι κυκλοφορίας του νερού ως γνωστό στα διαρρηγμένα συνεκτικά πετρώματα, (Σχ.5.1.3) είναι ρωγμές, τα ρήγματα και οι διακλάσεις. Αν και οι διακλάσεις είναι συνεχείς, όταν ο λόγος του μήκους τους προς την απόσταση που τις χωρίζει είναι μεγάλος, σχηματίζουν ένα «συχνές» δίκτυο ροής. Τα υδραυλικά χαρακτηριστικά, συνεπώς, της βραχομάζας εξαρτιώνται από την επικοινωνία ανάμεσα στα συστήματα διάκλασης. Οι ζώνες ρωγμάτωσης είναι ζώνες πυκνών και επικοινωνούντων μεταξύ τους διάκριτων πάντως ρωγμών πού είναι ανοιχτές (κοινές). Οι ζώνες αυτές έχουν εύρος από λιγότερο του μέτρου μέχρι δεκάδες μέτρων και κατά κανόνα είναι γεμάτες με θραύσματα του πετρώματος. Ανάλογα με την φύση του τελευταίου τα θραύσματα μπορεί να συγκολληθούν με αργιλικό υλικό και να αποτελέσουν τεκτονικό λατυποπαγές.




*Σχ.5.1.3: Οι κύριοι δρόμοι κυκλοφορίας του νερού σε ρωγματωμένη βραχομάζα (Gale,1983).A Διακλάσεις, B Ζώνη Διάτμηση, C Ζώνη Διάρρηξης και D Συμπαγές Πέτρωμα.*
*Fig.5.1.3: Main path way of water in a fractured massif rock (Gale, 1983). A, Slab jointing. B, Cut. C, fissured zone. D, consolidated rock.*

Οι ζώνες διάτμησης είναι κατά το μάλλον ή ήττον συνεχείς σε μεγάλα τμήματα της βραχομάζας, αλλά συχνά είναι πληρωμένες με υλικό, με αποτέλεσμα η υδροπερατότητα τους να εξαρτάται από τη φύση του υλικού πλήρωσης, το βαθμό διαγένεσης του, την πίεση κλπ.
Ο προσανατολισμός των πιο πάνω ασυνεχειών, οριζόντια και κάθετα, παίζει σημαντικό υδρογεωλογικό ρόλο. Έχει αποδειχθεί ότι ο ίδιος προσανατολισμός που παρατηρείται στην επιφάνεια παρατηρείται και στο βάθος. Το δευτερογενές πορώδες γενικά μειώνεται με το βάθος. Αντίθετα, το πρωτογενές πορώδες, φαίνεται ότι παραμένει σταθερά στα επίπεδα του $10^3$ στα συνηθισμένα βάθη (150m).
Ένα κοινό χαρακτηριστικό των διαρρηγμένων συνεκτικών πετρωμάτων είναι ότι η υδροπερατότητα τους μειώνεται με το βάθος.

## 5.2. ΚΑΡΣΤΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

### *5.2.1. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΚΑΡΣΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ*

Η δημιουργία καρστικών φαινομένων συνδέεται πάντα με την παρουσία ορισμένων πετρωμάτων, τα οποία πρέπει να είναι ευδιάλυτα και να αφήσουν ελάχιστο υπόλειμμα, ώστε τα διάκενα να διευρύνονται με τη διεργασία της διάλυσης αλλά και να παραμένουν *ανοικτά*, για να είναι δυνατή η κίνηση του νερού μέσω αυτών στο υπέδαφος (Καλλέργη, 2001).
Τα πετρώματα αυτά λέγονται *καρστικά* και είναι (Boegli,1980):

Οι εβαπορίτες (γύψος, ανυδρίτης, άλας), τα ανθρακικά (ασβεστόλιθοι, δολομίτες), οι ηφαιστίτες (ηφαιστειακό καρστ), οι χαλαζίτες (μόνο κάτω από συνθήκες εξαιρετικά τροπικής υγρασίας) και οι υπερβασίτες (μόνο κάτω από συνθήκες εξαιρετικά τροπικής υγρασίας).

Τα πυριτικά γενικά πετρώματα, κάτω από τροπικές κλιματικές συνθήκες, αποσυντίθεται και δημιουργούν μορφές παρόμοιες προς τις καρστικές, όμως το αδιάλυτο υπόλειμμα που δημιουργείται (άργιλος, χαλαζιακή άμμος) είναι τόσο πολύ, ώστε να μη δημιουργούνται καρστικοί αγωγοί. Οι καρστικές μορφές στους εβαπορίτες αναφέρονται σαν Ψευδοκαρστικές, για να ξεχωρίζονται από αυτές των ανθρακικών πετρωμάτων.

Σε περιοχές αλμυρών λιμνών, σε ζεστά, ξηρά κλίματα, (σε τροπικές και υποτροπικές συνθήκες) το θαλασσινό νερό εξατμίζεται και αποτίθεται διαδοχικά, ανάλογα με τη διαλυτότητα και τη σύνθεση των συστατικών του, τα εξής πετρώματα: ασβεστόλιθοι, γύψος, ανυδρίτης, κοινό αλάτι NaCl και καλιούχο αλάτι KCl.

Η χημική σύσταση των ασβεστόλιθων και δολομιτών είναι: Ασβεστόλιθος $CaCO_3$ (ορυκτό ασβεστίτης) και δολομίτης $CaMg(CO_3)$ ή $CaCO_3.MgCO_3$ (ορυκτό δολομίτης).

Στο θαλασσινό περιβάλλον, σε ζεστά, ξηρά κλίματα, κατ` αρχήν αποτίθεται ασβεστόλιθος όχι όμως δολομίτης αν και τα ιόντα Mg είναι τρεις φορές περισσότερα από τα ιόντα Ca. Ο δολομίτης σχηματίζεται αργότερα, όταν ιόντα Mg αντικαταστήσουν ιόντα Ca στον κρύσταλλο του ασβεστίτη, μέχρι να φτάσει ο λόγος Ca/Mg στη σχέση 1:1, με την αντίδραση.

$$2CaCO_3 + Mg \rightarrow CaMg\,(CO_3)_2 + Ca$$

Δολομίτης μπορεί να αποτεθεί ταυτόχρονα με τον ασβεστίτη στις κλειστές θάλασσες (π.χ. Κασπία).

Τα πετρώματα βέβαια που απαντούν στη φύση δεν αποτελούνται συνήθως από ασβεστίτη είτε δολομίτη αποκλειστικά, αλλά από προσμίξεις (impurities) των δυο ορυκτών, σε ποικιλία ποσοστών. Έχει επικρατήσει η πιο κάτω ονοματολογία του Pettijohn (1949):

Ασβεστόλιθος = περισσότερο από 90% $CaCO_3$

Δολομιτικός ασβεστόλιθος = 50% - 90% $CaCO_3$

Ασβεστολιθικός δολομίτης = 50% - 10% $CaCO_3$

Δολομίτης = λιγότερα από 10% $CaCO_3$

Οι ασβεστόλιθοι κατά κανόνα περιέχουν μικρότερες ή μεγαλύτερες ποσότητες από προσμίξεις, οι οποίες συνήθως είναι άργιλος ή διοξείδιο του πυριτίου (οπάλιος, χαλαζίας, πυριτόλιθος). Η παρουσία αυτών των προσμίξεων μειώνει την ικανότητα των ασβεστόλιθων να υπόκεινται σε καρστικοποίηση.

Η υδροπερατότητα των ασβεστόλιθων καθορίζεται από το πορώδες (πρωτογενές), τις κατατμήσεις και διαρρήξεις και τη στρώση.

Οι κατατμήσεις παίζουν τον πιο σημαντικό ρόλο στην υδρογεωλογική συμπεριφορά των ασβεστόλιθων. Η στρώση στους ασβεστόλιθους δημιουργεί επίπεδα με εύρος τριχοειδές ή υποτριχοειδές. Από τις ρωγμές οι πιο ενδιαφέρουσες, είναι εκείνες που προκαλούνται από διαστολή και όχι συμπίεση.

Η διάλυση (corrosion), όρος που είναι πιο πετυχημένος από τον όρο χημική διάβρωση (chemical erosion), ταξινομείται σε τρεις τύπους (Boegli,1980):

α) διάλυση ασβεστολιθικών πετρωμάτων, με σχηματισμό μιας αμφίδρομης χημικής αντίδρασης, που δημιουργεί το ανθρακικό καρστ, σε σχετικά καθαρούς ασβεστόλιθους και δολομίτες.

β) διάλυση εβαποριτών, με σχηματισμό μιας αμφίδρομης φυσικής διαδικασίας, που δημιουργεί *ψευδοκάρστ* στους εβαπορίτες.

γ) Αποσύνθεση των πετρογενετικών ορυκτών των πυριτικών πετρωμάτων, με το μηχανισμό μιας μονόδρομης χημικής διαδικασίας, που γίνεται σε ζεστά, υγρά κλίματα.

Ο μηχανισμός της διάλυσης των ανθρακικών πετρωμάτων, αναφέρεται σε ένα σύστημα (Boegli, 1980) ουσιών του τύπου $CO_2 – H_2O – MeCO_3$ (Me = Ca ή Mg) και

περιλαμβάνει πολυάριθμες φυσικές και χημικές διαδικασίες, στις οποίες συμμετέχουν και οι τρεις φάσεις, αέρια, υγρή, στερεή.
Αυτό προκαλεί μια ανταλλαγή μάζας μέσα από τις διεπιφάνειες «αέρα/νερό» και «νερό/πέτρωμα». Οι διαδικασίες στις διεπιφάνειες είναι φυσικές (ανταλλαγή μάζας, διάχυση) ενώ στο διάλυμα είναι χημικές.
Τα διάφορα στάδια της διάλυσης είναι (Boegli, 1980):
**α)** Κατά τη διάρκεια της βροχόπτωσης, διαχέεται $CO_2$ στο νερό,

$$CO_{2\ (του\ αέρα)} \leftrightarrow CO_{2\ (φυσικά\ διαλυμένο\ στο\ νερό)}$$

**β)** Το φυσικά διαλυμένο $CO_2$ , στους 4 ºC ενυδατώνεται κατά 0,75& (ανθρακικό Οξύ),

$$CO_{2\ (φυσικά\ διαλυμένο\ στο\ νερό)} + H_2O \leftrightarrow H_2CO_3\ CO2\ (φυσικά\ διαλυμένο\ στο\ νερό)$$

**γ)** Το $H_2CO_3$ σαν ισχυρό οξύ διίσταται πλήρως,
*πρώτο επίπεδο οξείδωσης* $H_2CO_3 \leftrightarrow HCO^-_3 + H^+$
*δεύτερο επίπεδο οξείδωσης* $HCO^-_3$ σε $CO_3^{2-}$ και $H^+$. Σε pH < 8,5 μπορεί να αγνοηθεί το επίπεδο αυτό, λόγω της μικρής αναλογίας του.
**δ)** Όταν το νερό και το ανθρακικό πέτρωμα έλθουν σε επαφή, ελευθερώνονται ιόντα από το κρυσταλλικό πλέγμα, με τη φυσική διαδικασία,

$$CaCO_3 \leftrightarrow Ca^{2+} + CO_3^{2-}$$

**ε)** το νεοσχηματισμένο $CO_3^{2-}$ ενώνεται με το $H^+$ του γ επιπέδου,

$$+ H^+ \leftrightarrow HCO_3^-$$

**στ)** Η διάλυση στη διεπιφάνεια γίνεται με έλλειμμα $CO_3^{2-}$ . Η ισορροπία του διαλύματος με το στερεό $CaCO_3$ διαταράσσεται, οπότε η παραγωγή ιόντων δεν αντιστοιχεί πια προς τη διαλυτότητα **L.**

$$(Ca^{2+})\ (CO_3^{2-}) = \mathbf{L} = 4{,}0.10^{-9}\ (Pricknett,1973)\ στους\ 10\ ºC.$$

Προκειμένου να αντικατασταθεί το $CO_3^{2-}$ που καταναλώθηκε ώστε να φτάσει η παραγωγή ιόντων την σταθερή, **L,** το $CaCO_3$ ξαναδιαλύεται (δ στάδιο) έτσι που η συγκέντρωση $Ca^{2+}$ συνεχώς να υπερέχει της συγκέντρωσης $CO_3^{2-}$.
Η ισορροπία μεταξύ ανθρακικού οξέου και πρώτου προϊόντος της διάστασης του, διαταράσσεται από το συνδυασμό $H^+$ με το $CO_3^{2-}$ και έτσι προκύπτει η νέα διάσταση.
Προκειμένου να διατηρηθεί η ισορροπία, το φυσικό διαλυμένο $CO_2$ ενυδατώνεται και διαταράσσεται η ισορροπία με το ατμοσφαιρικό $CO_2$. Αυτός είναι ο λόγος που νέα ποσότητα $CO_2$ διαχέεται μέσα στο διάλυμα. Έτσι, όλα τα στάδια στην αντίδραση ξαναενεργοποιούνται με τη σύνδεση του $H^+$ με το $CO_3^{2-}$, μέχρι να δημιουργηθεί μια ισορροπία. Αυτή η διαδικασία της διάλυσης των ανθρακικών πετρωμάτων είναι μια συνεχής δυναμική διαδικασία.
Με την προσθήκη των σταδίων (β,ε) φτάνουνε στη γνωστή εξίσωση της διάλυσης των ανθρακικών πετρωμάτων.

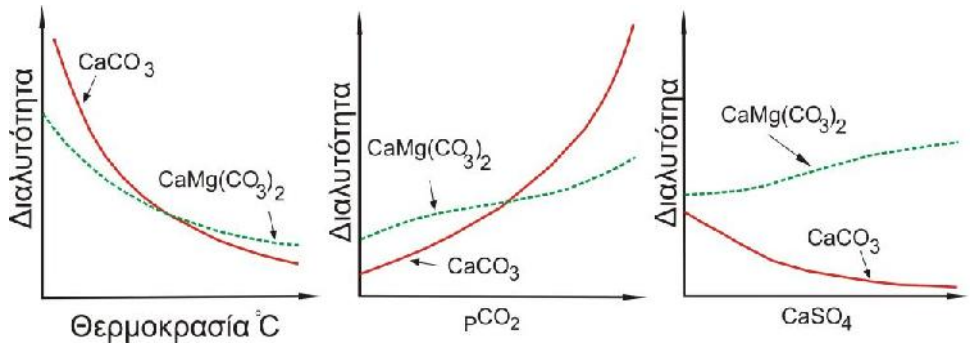
$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \leftrightarrow Ca^{2+} + 2HCO_3$$

Αν στη διαδικασία διάλυσης παίρνει μέρος το Mg, οι συνθήκες στην επιφάνεια «διάλυμα/πέτρωμα» γίνονται εξαιρετικά πολύπλοκες. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να προστεθεί και η διάσταση νερού

$$H_2O \leftrightarrow H^+ + HO^-$$

Εν πάση περιπτώσει, κάτω από φυσικές συνθήκες, το ιόν μπορεί να αγνοηθεί, καθώς στο καρστ δεν επιτυγχάνονται οι ακραίες τιμές pH που απαιτούνται για μεγάλη παραγωγή ιόντων $OH^-$ .
Οι πιο σημαντικές πηγές $CO_2$ είναι ο αέρας και το έδαφος. Πρέπει να σημειωθεί, ότι η περιεκτικότητα σε $CO_2$ του αέρα στο έδαφος, ξεπερνά εκείνη της ατμόσφαιρας κατά 10 – 100 φορές. Το $CO_2$ του αέρα στο έδαφος είναι βιογενούς προελεύσεως, δηλαδή προέρχεται από την αποσύνθεση οργανικών ουσιών, από οργανισμούς και από το ριζικό σύστημα των φυτών.
Η διαλυτότητα του $CaCO_3$ είναι συνάρτηση του ιοντικού πλέγματος που δημιουργείται από τα $Ca^{2+}$ και $CO_3^{2-}$. Κάτω από φυσικές συνθήκες, ο ρομβοεδρικός ασβεστίτης είναι πιο αδιάλυτος. Ο ρομβικός αραγωνίτης είναι κάπως πιο διαλυτός. Οι άλλες δυο μορφές, το εξαγωνικό (βατερίτης) και το άμορφο $CaCO_3$ είναι ασταθείς σε

επαφή με το νερό και μεταπίπτουν σε ασβεστίτη και, όταν η συγκέντρωση επαρκεί σε αραγωνίτη. Στην περίπτωση του κορεσμένου διαλύματος, η παρουσία άλλων ιόντων ($Mg^{2+}$ , $SO_4^{2-}$ κλπ.) αυξάνει τη διαλυτότητα, με την προϋπόθεση ότι τα ιόντα αυτά δεν υπάρχουν στο αρχικό διάλυμα. Το αντίθετο συμβαίνει στην περίπτωση που τα ιόντα που προστίθενται στο διάλυμα υπάρχουν στο αρχικό. Έτσι, οι καθαροί ασβεστόλιθοι είναι οι πιο ευδιάλυτοι από όλες τις άλλες μορφές ανθρακικών πετρωμάτων (Σχ.5.2.1).




*Σχ.5.2.1: Σχέση διαλυτότητας ασβεστόλιθου και δολομίτη και οι μεταβολές της κάτω από την επίδραση μερικών παραγόντων (Sokolov,1962 από Milanovic 1981)*
*Fig.5.2.1: The relation between solubility of limestone and dolomite and its changes under the effects some factors.*

### *5.2.2. ΕΞΩΚΑΡΣΤ*

Το σύνολο των καρστικών μορφών στην επιφάνεια των πετρωμάτων, αποτελούν το *εξωκάρστ*. Οι εξωκαρστικές μορφές δημιουργούνται από τη διάλυση των ανθρακικών πετρωμάτων κατά την διαδικασία που προαναφέρθηκε. Οι καρστικές αυτές μορφές όταν απαντούν σε εβαπορίτες ή πυριτικά πετρώματα παίρνουν το πρόθεμα –ψευδο- πριν την ονομασία της αντίστοιχης μορφής πχ. σχηματισμός των ψευδοδολινών.

### *5.2.3. ΕΞΩΚΑΡΣΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ (BÖgli, 1980 / Milanovic,1981)*

**1) Γλυφές** (Karrens)

Συχνές στους ασβεστόλιθους και σπανίζουν στους δολομίτες. Στους ασβεστόλιθους έχουν διαστάσεις μέχρι 2-4m εύρος, και το βάθος μέχρι 5m, δίνουν στρογγυλεμένα ή οξύλικτα σχήματα. Όταν σχηματίζονται κοντά σε ρωγμές, είναι γνωστές σαν ρωγμογενείς γλυφές και (cracked Karrens). Συνήθως απαντούν στο γυμνό καρστ και είναι ένδειξη πρόσφατης καρστικής διεργασίας στην επιφάνεια του εδάφους. Ένας ειδικός τύπος γλυφών αναφέρεται σαν Kamenicas, οι οποίες σχηματίζονται σε οριζόντιες επιφάνειες ασβεστόλιθων, είναι μικρού βάθους (>30cm), η επιφάνεια είναι μικρότερη από μισό τετραγωνικό μέτρο, το σχήμα είναι στρογγυλεμένο ή ελλειπτικό.

**2)** Μικρές κλειστές **καρστικές ταπεινώσεις** (Depressions), διαστάσεων μερικών μέτρων μέχρι 1km. Δημιουργούνται με μια από τις διαδικασίες διάλυσης, καθίζησης και κατακρίμνησης.

Οι κύριες καρστικές μορφές αυτής της κατηγορίας:

Δολίνες (Dolines – sinkholes). Είναι η πιο διαδομένη μορφή μετά τις γλυφές, σαν αποτέλεσμα συνήθως της διαλυτικής δράσης. Η δημιουργία τους ξεκινά από το σημείο τομής δυο η περισσοτέρων ρηγμάτων, ή είναι αποτέλεσμα κατάρρευσης της οροφής καρστικών αγωγών και σπηλαίων, που βρίσκονται σε μικρό βάθος. Κατά κανόνα ο μεγάλος άξονας τους συμπίπτει με την διεύθυνση του μεγαλύτερου ρήγματος, η οποία υλοποιείται από μια σειρά δολινών.

Το σχήμα δολινών ποικίλλει (χοανοειδές, λεβητοειδές, ταφοειδές κλπ), ενώ το βάθος κυμαίνεται από 2 μέχρι 200m. Ο πυθμένας τους κατά κανόνα καλύπτεται από ένα παχύ στρώμα ερυθρογής, το οποίο προσφέρεται για καλλιέργεια, αλλά συχνά βρίσκεται κάτω από τη στάθμη του υδροφόρου.

**3) Ποταμοκαρστικές μορφές**

Καρστικές και ξηρές κοιλάδες (Karst valleys – Dry valleys). Πρόκειται για παλαιοκαρστικές μορφές, που βρίσκονται σήμερα πάνω από τα ενεργά καρστικά
Πρέπει να ξεχωριστούν οι επιφανειακοί ποταμοί, που εξακολουθούν να είναι ακόμα και σήμερα ενεργοί, από τις μη ενεργές ξηρές κοιλάδες. Οι καρστικοί ποταμοί είναι γενικά αλλόχθονοι και ρέουν από μια μη καρστικοποιημένοι περιοχή προς το καρστικό σύστημα ή με άλλα λόγια ρέουν διαδοχικά άλλοτε στην επιφάνεια και άλλοτε στο υπέδαφος.
Η χαρακτηριστική μορφή κοιλάδας ενός ποταμού μόνιμης ροής στο καρστ είναι το *φαράγγι*, που έχει προέλθει από ποτάμια διάβρωση και διάλυση ή κατάρρευση οροφής υπόγειων υδάτινων ρευμάτων.
Όταν οι ποταμοί ρέουν για ένα διάστημα στο καρστ και μετά χάνονται απότομα, ονομάζονται τυφλές κοιλάδες (blind valleys).

**4) Παγετοκάρστ (Glacio karst)**

Πρόκειται για καρστ που δημιουργήθηκε κατά την παγετώδη περίοδο του πλειστόκαινου, με αποτέλεσμα να διαμορφωθούν το καρστ με κλιμακωτό δάπεδο (stepped pavement karst) και η καρστική cueast.

**5) Πολγές (Poljes)**

Είναι εκτεταμένες κοιλάδες καρστικές μορφές, κλειστές σε όλες τις πλευρές, με ανώμαλο, στο μεγαλύτερο μέρος τους, δάπεδο, απότομές κατά θέσεις πλευρές και εκφρασμένη γωνία ανάμεσα στον πυθμένα και την κλιτύ τους. Διαφέρουν από τις δολίνες κατά την έκταση. Οι πόλγες έχουν επιφάνεια μεγαλύτερη από 1km2, οι δε δολίνες μικρλοτερη (Milanovic,1981).
Οι πόλγες έχουν συνήθως υπόγεια στράγγιση και μπορεί να είναι ξηρές όλο το χρόνο ή να έχουν συνεχή ροή ή κατά περιόδους (Fink,1973). Ο πυθμένας μιας πόλγης είναι γενικά στεγανός. Τα λοφόδη υπολείμματα, γνωστά σαν Humi (ενικός Hum) είναι χαρακτηριστικό της πόλγης.
Κατά τις πλημμύρες, οι πόλγες γεμίζουν με νερό, όχι μόνο επιφανειακό αλλά και από υπόγειο, που ανεβαίνει με πίεση, δηλαδή οι καταβόθρες λειτουργούν σαν πηγές. Αυτού του είδους τα καρστικά ανοίγματα, που άλλοτε λειτουργούν σαν καταβόθρες και άλλοτε σαν πηγές, ονομάζονται «εσταβέλλες» (estavellas, ενικός estavella) και είναι χαρακτηριστικές μορφές της πόλγης, η οποία κατακλύζεται μ` αυτό τον τρόπο επεισοδιακά ή περιοδικά. Οι πόλγες δημιουργούνται από τη συνδυασμένη δράση τεκτονικών και εξωγενών παραγόντων, όπως η διάβρωση του αδιάλυτου πετρώματος και η διάλυση του ανθρακικού πετρώματος.
Οι πόλγες ανάλογα με την υδρολογική τους συμπεριφορά ταξινομούνται κατά τον Gams,1973 σε: Ημιπόλγες (semi-poljes), Περιθωριακές πλόλγες (marginal poljes) πόλγες υπερχείλισης (overflow), πόλγες αποθήκευσης (storage poljes), παραπόλγες (parapoljew), πολύμορφες πόλγες (polymorphous poljes), κλειστές πόλγες και ανοιχτές πόλγες.

**6) Καρστικά φρέατα (Karst shafts or Jamas)**

Πρόκειται για καταβόθρες, ή σχεδόν κατακόρυφους καρστικούς αγωγούς, ανοιχτούς στην επιφάνεια του εδάφους. Δημιουργούνται συνήθως σε ζώνες κατακόρυφων ρωγμών ή ρηγμάτων, που διευρύνθηκαν με την καρστική διεργασία. Συνήθως κατανέμονται παράλληλα με την κλίση των ρηγμάτων και στην επαφή ανάμεσα σε στρώματα ασβεστόλιθου και δολομίτη. Συνδέονται κατά κανόνα με τη βαθειά καρστοποίηση.
Τα φρέατα που βρίσκονται στην περιφέρεια πόλγης, λειτουργούν σαν καταβόθρες ή εσταβέλλες, έχουν συνήθως κυκλικό σχήμα και η διάμετρος τους μπορεί να φτάσει τα 10m.

**7) Καταβόθρες (Ponors or swallow holes)**

Πρόκειται για καρστικές μορφές, που αναπτύσσονται σαν επακόλουθο του σχηματισμού τεκτονικών ασυνεχειών (ρωγμών – ρηγμάτων), οι οποίες διερευνήθηκαν με τη χημική ή μηχανική δράση του νερού στις ανθρακικές μάζες. Συχνά αναπτύσσονται στην περιφέρεια πόλγων ή κατά μήκος χαραδρών, ανάλογα

και με τη θέση του χαμηλότερου επίπεδου διάβρωσης. Οι καταβόθρες μπορεί να διαβιβάζουν διαρκώς ή να δέχονται περιοδικά νερό.
Ο Milanovic, 1981, διακρίνει τις καταβόθρες σε:
- Καταβόθρες που μορφολογικά μοιάζουν με μεγάλα φρέατα ή σπήλαια, η παροχετευτική τους ικανότητα είναι της τάξης του 1 $m^3$/sec, συνδέονται άμεσα με το υπόγειο καρστικό σύστημα και απαντούν στα περιθώρια πόλγων.
- Καταβόθρες που έχουν τη μορφή διευρυμένων ρωγμών ή μικρών σπηλαίων, παροχετευτικής ικανότητας 20L – 1$m^3$/sec και απαντούν κατά μήκος υδρορευμάτων με διαλείπουσα ροή.
- Καταβόθρες που αποτελούνται από σύστημα ρωγμών μικρού εύρους, απαντούν σε κοίτες υδρορευμάτων διαλείπουσας ροής και στα πρανή πόλγων, καλύπτονται από χαλίκια σύναγμα και δεν ξεχωρίζουν από το περιβάλλον τους.
- Αλλουβιακές καταβόθρες, οι οποίες αναπτύσσονται στις αλλουβιακές αποθέσεις, που καλύπτουν καρστικά συστήματα, δηλαδή είναι οι επιφανειακές μορφές υποκείμενων καρστικών καταβόθρων. Έχουν χοανοειδή μορφή, διαμέτρου μερικών cm μέχρι δεκάδων μέτρων και βάθος μέχρι και πάνω από 10m.

Όταν οι καταβόθρες κλειστούν επιφανειακά, ανοίγουν καινούριες, κοντά στις παλιές (Vlahovic,1973). Συχνά κοντά σε αρχική καταβόθρα, αναπτύσσονται παρασιτικές νέες καταβόθρες (Σχ.5.2.2).

**8) Εσταβέλλες (Estavelles)**

Μορφολογικά είναι καρστικές μορφές όμοιες με καταβόθρες, που περιοδικά λειτουργούν σαν καρστικές πηγές ή καταβόθρες ανάλογα με τη θέση της στάθμης του καρστικού υδροφόρου συστήματος. Η λειτουργία μιας καρστικής μορφής σαν εσταβέλλας προϋποθέτει ότι συνδέεται με το υπόγειο καρστικό σύστημα (ενδοκάρστ) και σε διαφορετικά επίπεδα.
Διακρίνονται κατά κανόνα δυο ειδών εσταβέλλες: Εσταβέλλες πρώτη κατηγορία, που λειτουργούν σε ένα κύκλο σαν πηγές και στο τελικό στάδιο σαν καταβόθρες. Το αντίθετο συμβαίνει στις εσταβέλλες δεύτερης κατηγορίας.

**9) Καρστικές πηγές**

Είναι εκροές νερού μέσα από καρστικούς αγωγούς, που φθάνουν στην επιφάνεια του εδάφους ή του πυθμένα θάλασσας ή λίμνης. Πρόκειται δηλαδή, για εξωκαρσικές εκδηλώσεις ενδοκαρστικών φαινομένων.
Συνήθως διατάσσονται στην περίμετρο της βάσης διάβρωσης (επίπεδο διάβρωσης), δηλαδή στην εξωτερική περίμετρο της πόλγης, υδρορευμάτων και στην ακτή.
Το χαρακτηριστικό τους είναι η έμμεση εξάρτηση από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα. Έτσι η παροχή τους κατά κανόνα, βρίσκεται σε στενή σχέση με αυτά. Οι μεγάλες μόνιμες πηγές (βωκλούζες) συνδέονται συνήθως με επίπεδο διάβρωσης ή τη θαλάσσια στάθμη. Σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των παράκτιων πηγών παίζουν τα στεγανά πετρώματα του φλύσχη, τα οποία λειτουργούν σαν αρνητικό σύνορο, που περιορίζει τη διάλυση. Οι πηγές που βρίσκονται ψηλότερα υπόκεινται σε μεγαλύτερες διακυμάνσεις της παροχής τους από όσο αυτές της παράκτιας ζώνης.

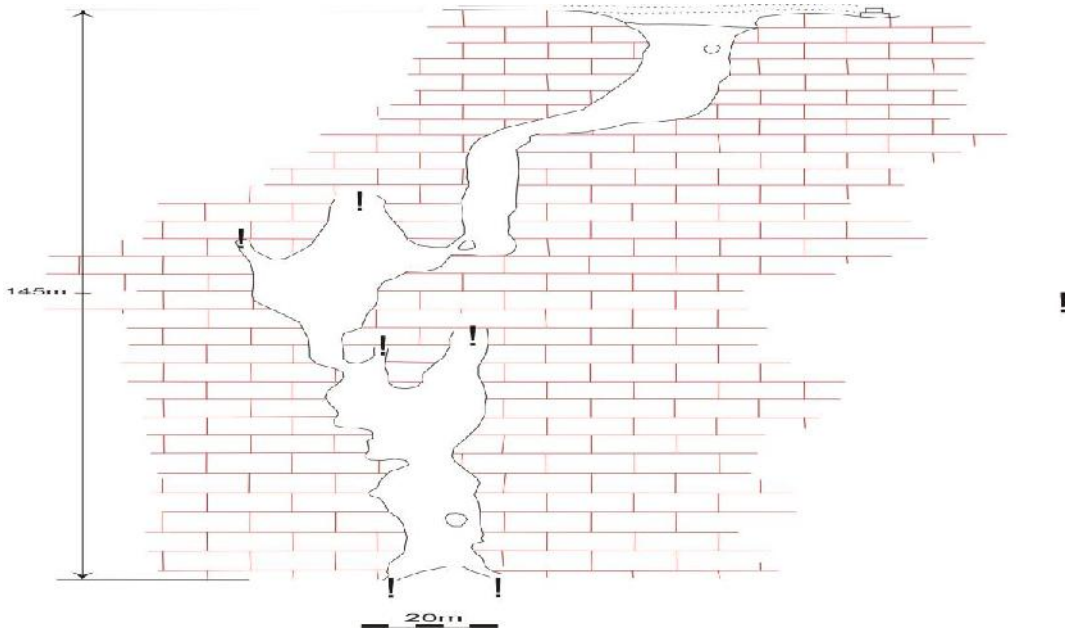
**10) Υποθαλάσσιες πηγές**

Σχηματίζονται κατά την διάρκεια μιας χερσαίας φάσης, όταν το επίπεδο διάβρωσης βρισκόταν χαμηλότερα από σήμερα (στάθμη της θάλασσας). Το μεγαλύτερο μέρος των καρστικών πηγών της στεριάς, που εκφορτίζεται υποθαλάσσια, είναι διαλείπουσες (λειτουργούν κατά διαστήματα) ή περιοδικές (λειτουργούν κατά καθορισμένα χρονικά διαστήματα) και συνήθως εμφανίζονται τις υγρές περιόδους. Συχνά οι υποθαλάσσιες πηγές λειτουργούν σαν εσταβέλλες.

### *5.2.4. ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΚΦΟΡΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΚΑΡΣΤ - ΠΗΓΕΣ*

Οι καρστικές πηγές (Springs) είναι εκροές (Discharge) του νερού από ενεργό καρστικό σύστημα. Ο αριθμός και το μέγεθος των πηγών είναι μάρτυρες της ωριμότητας του καρστικού συστήματος. Στο νεαρό καρστ απαντούν πολλές και μικρές πηγές, ενώ στο ώριμο καρστ απαντούν λίγες αλλά μεγάλες. Όταν οι πηγές

τροφοδοτούνται από τη φρέατια ζώνη, η παροχή των χαμηλότερων πηγών αυξάνει σε βάρος των ψηλότερων, με αποτέλεσμα στις ξηρές εποχές να ξηραίνονται οι αμέσως χαμηλότερες (Καλλέργη, 2001).



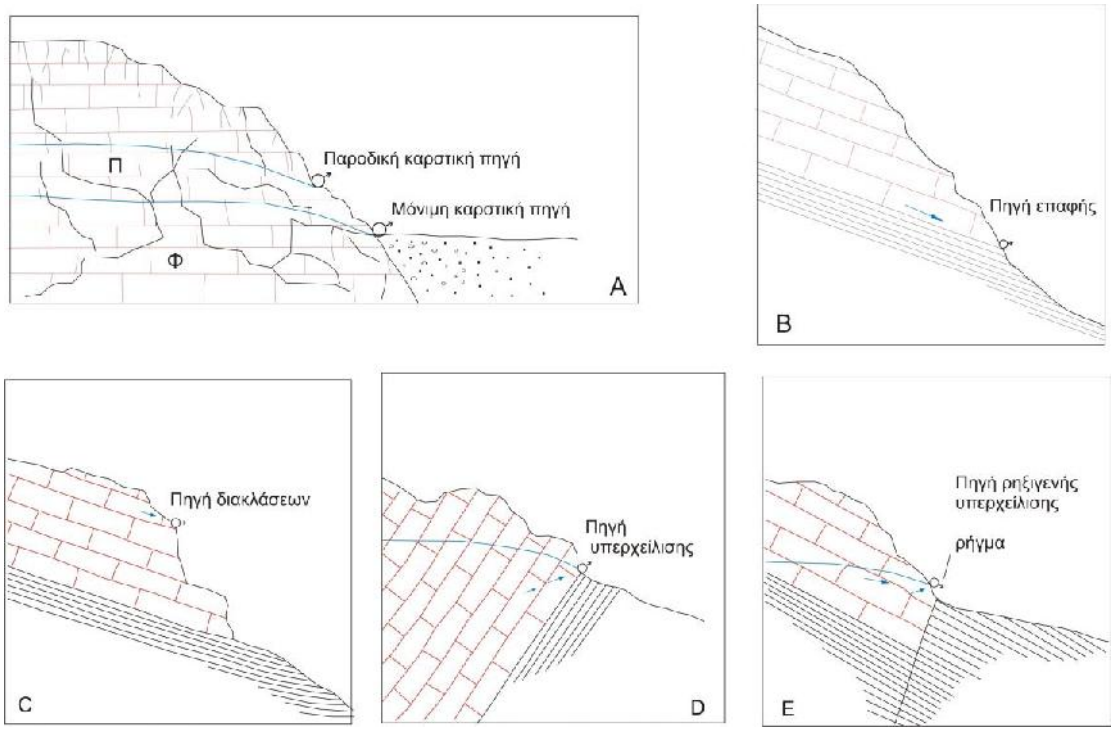
*Σχ.5.2.2: Σχηματική παράσταση δημιουργίας της αλλουβιακής καταβόθρας Tucic (Bonacci, 1987).*
*Fig.5.2.2: Schematic section of Tucic alluvial swallow holes (Bonacci, 1987).*

Οι καρστικές πηγές αντιπροσωπεύουν την φυσική έξοδο του υπόγειου νερού προς την επιφάνεια, δια μέσου των υδρολογικά ενεργών ρωγμών, διακλάσεων και αγωγών των καρστικών σχηματισμών (BONACCI, 1987). Η μελέτη τους είναι πολύ σημαντική, καθώς βοηθά στην κατανόηση των υδρογεωλογικών και υδρολογικών χαρακτηριστικών των υδροφόρων οριζόντων που εκφορτίζουν. Εμφανίζονται κυρίως στην επαφή μεταξύ των καρστικών ανθρακικών μαζών και των υποκείμενων σε αυτές αδιαπέρατων σχηματιμών (όπως πχ. τους οφιόλιθους και τον φλύσχη στην περιοχή μελέτης). Οι πηγές αυτές είναι διασκορπισμένες στις καρστικές περιοχές και κυρίως κατά μήκος του τοπικού επιπέδου βάσης καρστικοποίησης (MILANOVIC, 1981). Κύριο χαρακτηριστικό τους, είτε είναι μόνιμες, είτε περιοδικές, είναι ότι η παροχή τους εξαρτάται άμεσα από τις βροχοπτώσεις. Συχνά, ορισμένες πηγές σταματούν να λειτουργούν, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η παροχή των υπόλοιπων (Boegli, 1980).
Γενικά, η παροχή και η υδρολογική συμπεριφορά των καρστικών πηγών εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες, όπως: 1) τη λεκάνη τροφοδοσίας, 2) τη απόκριση του υδροφόρου, 3) το ενεργό πορώδες, 4) την γεωλογία κλπ.
Οι λεκάνες τροφοδοσίας των καρστικών πηγών μεταβάλλονται στον χρόνο, ανάλογα με την ποσότητα νερού που υπάρχει κάθε φορά αποθηκευμένο στον υδροφόρο ορίζοντα. Μελέτες έδειξαν την πολύ θετική συσχέτιση μεταξύ της παροχής των πηγών τόσο με τη λεκάνη τροφοδοσίας τους όσο και με τον αποθηκευμένο όγκο νερού στον καρστικό υδροφόρο που εκφορτίζουν.

### *5.2.5. ΤΑΞΗΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΗΓΩΝ*

Ανάλογα με τη δίαιτα, οι Boegli (1980), Bonacci (1987) και άλλοι μελετητές του καρστ προτείνουν την ταξινόμηση ως:1) *μόνιμες πηγές* perennial springs, *2) περιοδικές* periodic springs με εκφρασμένη περιοδικότητα στην παροχή τους, *3) διαλείπουσες πηγές* intermittent or rhythmic springs, λειτουργούν συνήθως με το μηχανισμό του σιφώνα. *4) επεισοδιακές πηγές* episodic springs, οι οποίες λειτουργούν μόνο σε εξαιρετικά υγρές περιόδους (Σχ.5.2.3Α).

Ανάλογα με τις γεωλογικές και τεκτονικές συνθήκες: *1) στρωματογενείς ή κατερχόμενες πηγές* bedding springs ή descending springs που εκρέουν μέσα από μεσοστρωματικές ασυνέχειες, *1α) πηγές επαφής* contact springs που εκρέουν στην επαφή υδροπερατού με υποκείμενο υδατοστεγανό ή λιγότερο υδροπερατό στρώμα. *1b) πηγές μεσοστρωματώδεις*, *2) ρωγμωγενείς ή κατερχόμενες πηγές*, που αναβλύζουν μέσα από ρωγμές του πετρώματος, *3) πηγές υπερχείλισης* overflow springs, οι οποίες στραγγίζουν μια φρεάτια ζώνη με στεγανό πυθμένα που κατευθύνεται προς τα ανάντη, *4) ανερχόμενες πηγές* ascending springs: *4α) βωκλούσιες πηγές* vuclousian springs, *4b) αλλουβιακές ή ψευδοβωκλούσιες* alluvial or "false" vuclousian springs (Σχ.5.2.3B,C,D,E).
Ανάλογα με την προέλευση του νερού: *1) αναδυόμενες πηγές* emergence springs, όταν δεν είναι γνωστή η προέλευση του νερού, *2) επαναδυόμενες πηγές* resurgence springs, όταν το νερό προέρχεται από επιφανειακή απορροή, *3) αναβλύσεις* exsurgance springs, αυτόχθονες διηθήσεις που ρέουν ελεύθερα (Καλλέργη, 2001).
Σύμφωνα με τον Σούλιο (2004) η κατάταξη των πηγών μπορεί να γίνεται με πολλά και διαφορετικά κριτήρια, ανάλογα με τα οποία προκύπτουν και αντίστοιχες κατηγορίες πηγών. Αν η κατηγοριοποίηση πραγματοποιηθεί με βάση τον γεωλογικό τρόπο δημιουργίας τους, οι πηγές διακρίνονται ως εξής:




*Σχ.5.2.3: **A**, Πηγή ψηλού καρστ- Π ψηλή ζώνη, Φ φρεάτια ζώνη. **B**, Πηγή επαφής. **C**, Πηγή μεσοστρωματική. **D, E**, Πηγή υπερχείλισης (Boegli, 1980).*
*Fig.5.2.3: **A**, High karst spring. Π, high zone. Φ, Phreatic zone. **B** contact spring. **C** bedding joint **D, E**, Overflow springs (Boegli, 1980).*

*1) πηγές επαφής*, οι οποίες δημιουργούνται στην επαφή ενός υπερκειμένου περατού με έναν υποκείμενο αδιαπέρατο. Οι πηγές αυτές βρίσκονται πάνω από το τοπικό καρστικό επίπεδο και είναι συνήθως μικρής η μεσαίας παροχής, εκφορτίζοντας έναν μικρό υδροφορέα, χωρίς μεγάλα εκκενώσιμα αποθέματα, *2) πηγές ψευδοεπαφής*, στις οποίες ο γεωλογικός σχηματισμός δεν έχει σε όλο το πάχος του την ίδια περατότητα, είτε λόγω μικρής λιθολογικής μεταβολής, είτε λόγω παρουσίας ζωνών με μεγαλύτερη πυκνότητα ρωγματώσεων και διακλάσεων. Είναι συχνά εποχιακές πηγές, με μικρή και έντονα μεταβαλλόμενη παροχή, και μικρά εκκενώσιμα αποθέματα, *3) πηγές ρηγματογενείς*, η δημιουργία των οποίων συνδέεται με την

παρουσία κάποιου ρήγματος το οποίο φέρνει σε επαφή ένα υδροφόρο στρώμα με έναν αδιαπέρατο σχηματισμό, *4) πηγές υπερχείλισης (ή πλήρωσης)*, στις οποίες η δημιουργία της πηγής πραγματοποιείται όταν η στάθμη του υδροφόρου ανεβαίνει πάνω από το επίπεδο του εδάφους και γίνεται υπερχείλιση. Αναβλύζουν κατά κανόνα στο επίπεδο βάσης της περιοχής, με σταθερή ή έντονα μεταβαλλόμενη παροχή και συνδέονται με σημαντικά υδροφόρα στρώματα, έχοντας μεγάλα εκκενώσιμα αποθέματα.
Ο Στουρνάρας (2006) διαχωρίζει τις πηγές ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του σημείου εμφάνισης, και τις κατατάσσει ως: *1) πηγές κανονικές*, όταν το σημείο ανάβλυσης είναι το υδρογεωλογικώς αναμενόμενο, *2) πηγές μετατοπισμένες*, όταν το σημείο ανάβλυσης δεν είναι το υδρογεωλογικώς αναμενόμενο, *3) πηγές διάχυτες*, όταν τα σημεία εκφορτίσεως δεν είναι καθορισμένα, *4) μέτωπο πηγών*, το οποίο χαρακτηρίζεται από πολλά σημεία εκφορτίσεως, που το καθένα είναι σαφές και καθορισμένο.

## 5.3. ΧΑΛΑΡΑ ΙΖΗΜΑΤΑ

### *5.3.1. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ*

Γενικά, χαρακτηρίζονται από ψηλό ενεργό πορώδες (εξαίρεση τα λεπτόκοκκα υλικά) τη σύνδεση τους με επιφανειακά νερά, από τα οποία εξασφαλίζουν την τροφοδοσία τους και την παρουσία σημαντικής υδροφορίας σε σχετικά μικρό βάθος.
Ανάλογα με τον τρόπο απόθεση τους διακρίνονται σε, *ποτάμιες*, *θαλάσσιες*, *λιμναίες*, *παγετώδεις* και *αιολικές* αποθέσεις.
Μεγάλο ενδιαφέρον, από υδρογεωλογική σκοπιά, παρουσιάζουν τα κλαστικά (μηχανικά) ιζήματα, τα οποία, ανάλογα με τη μέση διάμετρο τους, διακρίνονται σε ψηφίτες (μέσο διάμετρος >2mm), όπου ανήκουν τα κορήματα και τα χαλίκια, ψαμμίτες (μέσο διάμετρο 0,02 – 2 mm), όπου ανήκουν οι άμμοι και σε πηλίτες, (μέσο διάμετρο < 0,02 mm), όπου ανήκουν οι ιλείς και οι άργιλοι.
Το συνολικό πορώδες των υλικών αυτών κυμαίνεται από 20 (χοντρόκοκκες κακά διαβαθμισμένες ποτάμιες αποθέσεις) μέχρι 98% (ιλυούχες και οργανικές αποθέσεις). Οι πιο συνηθισμένες τιμές κυμαίνονται μεταξύ 25 και 65%. Το *ενεργό πορώδες* κυμαίνεται μεταξύ 0 – 50%. Τυπικές τιμές του ενεργού πορώδους είναι για τις αργίλους και τις ιλείς <10%, για τα χαλίκια και τις χοντρόκοκκες άμμους > 20%.
Ο τρόπος απόθεσης των υλικών επηρεάζει το πορώδες, με αποτέλεσμα λεπτόκοκκά υλικά παγετώνων να έχουν μικρότερο πορώδες από ροές γαίων, ή οι άμμοι της υπήνεμης πλευράς των θινών να έχουν μεγαλύτερο πορώδες από τις ίδιες άμμους που έχουν αποτεθεί στην ακτή.
Η υδροπερατότητα κυμαίνεται ανάμεσα στα $10^{-2}$m/sec (χαλίκια) και $10^{-10}$m/sec (άργιλοι). Η σχέση οριζόντιας προς κατακόρυφη εξαρτάται από τον τρόπο σχηματισμό των ιζημάτων και το είδος τους. Έχουν αναφερθεί σχέσεις ανάμεσα σε 0,5 και 4 (συνηθισμένες τιμές) ή και 666 (στρώματα άμμου και χαλικιού), ακόμα και μέχρι 1 και 800 (Mathess – Ubell, 1983).
Τα καλύτερα υλικά από πλευράς υδροφορίας είναι οι άμμοι και τα χαλίκια της κοίτης των ποταμών και των χειμάρρων ενώ τα χειρότερα είναι οι ιλείς και άργιλοι που αποτίθενται κατά τις πλημμύρες.
Η κοκκομετρία των υλικών εξαρτάται από την απόσταση τους, από την πηγή τροφοδοσίας (μητρικό πέτρωμα), την πετρογραφική σύσταση των προϊόντων της διάβρωσης και από την ένταση των ρευμάτων μεταφοράς του.
Γενικά, η κοκκομετρία ελαττώνεται όσο αυξάνεται η απόσταση από την πηγή τροφοδοσίας και όσο πιο ανθεκτικά είναι στη διάβρωση και αποσάθρωση τα ορυκτολογικά συστατικά του μητρικού πετρώματος.
Σε παλιές κοίτες ή νεκρούς βραχίονες μαιάνδρων τα αδρομερέστερα υλικά καλύπτονται από αργίλους. Στις κατακλυζόμενες, αντίθετα περιοχές απαντούν διαδοχικά κυκλοθέματα, όπου κάθε κυκλόθεμα αποτελείται από λεπτόκοκκη άμμο που προς τα πάνω μεταβαίνει σε ιλύ και άργιλο. Σε τέτοιες αποθέσεις έχουν

προσδιοριστεί εργαστηριακά τιμές υδροπερατότητας μεταξύ $4,3X10^{-4}$ $3,4X10^{-8}$m/sec (Mathess – Ubell, 1983). Το μεγαλύτερο πάχος τους το παίρνουν οι αποθέσεις αυτές, στις παλιές κοίτες ή νεκρούς βραχίονες μαιάνδρων και σε θαμμένες κοιλάδες.
Οι χείμαρροι σε ορεινές περιοχές σχηματίζουν φαρδιά ριπίδια, που το πάχος τους κυμαίνεται από 7 μέχρι 50m και διελαύνονται, συνήθως, από περισσότερα υδρορεύματα χειμαρρικής μορφής. Το υλικό των ριπιδίων αυτών είναι χοντρόκοκκο. Στο κράσπεδα των ποτάμιων κοιλάδων η υδροπερατότητα ελαττώνεται από το κέντρο προς τα κράσπεδα. Κατά την ίδια φορά ελαττώνεται και το πάχος και η κοκκομετρία των υλικών, στα οποία η υδροπερατότητα κυμαίνεται από $5X10^{-5}$ – $10^{-2}$m/sec. Στις απότομες ακτές οι χαλαρές αποθέσεις έχουν μεγάλο πάχος, που συχνά ξεπερνά τα 60m ενώ έχουν αναφερθεί (Mathess – Ubell, 1983) και πάχη μεγαλύτερα από 450 έως 500m.
Τα λεπτομερή χαλαρά ιζήματα παρουσιάζουν σχετικά ψηλό πορώδες, αλλά μικρή υδροπερατότητα, με αποτέλεσμα να θεωρούνται υδροφόροι σχηματισμοί. Το μεγάλο, πάντως, πορώδες τους σημαίνει ότι μπορούν να αποθηκεύουν πολύ μεγάλες ποσότητες νερού, οι οποίες όμως μεταβιβάζονται πάρα πολύ αργά προς τους υδροφόρους ή τα υδρομαστευτικά έργα. Το πορώδες των αργιλικών ιζημάτων μικραίνει τόσο αυξάνει το βάθος και η ηλικία τους.
Από υδρογεωλογική άποψη, μεγαλύτερης αξίας είναι οι άμμοι, τα χαλίκια, το σύναγμα, τα οποία έχουν μεγάλη υδροπερατότητα και ειδική απόδοση (ενεργό πορώδες),
Σχεδόν το 90% των υπό εκμετάλλευση υδροφόρων αποτελείται από χαλαρά κλαστικά ιζήματα, κυρίως χαλίκια και άμμους. Τούτο οφείλεται στο γεγονός ότι, οι σχηματισμοί αυτοί (Davis – DeWiest, 1966):

1) είναι ευκολοδιάτρητοι, έτσι η έρευνα και εκμετάλλευση είναι γρήγορες και φτηνές,
2) απαντούν σε κοιλάδες, όπου οι στάθμες του νερού βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους και, κατά συνέπεια, η άντληση γίνεται από μικρό βάθος,
3) βρίσκονται γενικά σε πλεονεκτικές θέσεις, από άποψη εμπλουτισμού, από τα υδρορεύματα, τα ποτάμια και τις λίμνες,
4) η ειδική ικανότητα είναι μεγάλη,
5) η υδροπερατότητα είναι σχετικά μεγαλύτερη από εκείνη σε όλους τους άλλους σχηματισμούς, με εξαίρεση τους καρστικούς και μερικούς νεαρούς ηφαιστίτες.

Πάντως, πρέπει να αναφερθεί ότι για να επιτευχθούν αξιόλογες αποδόσεις στις χαλαρές αποθέσεις, το κορεσμένο πάχος τους πρέπει να είναι τουλάχιστον 10m (Petter, 1980).

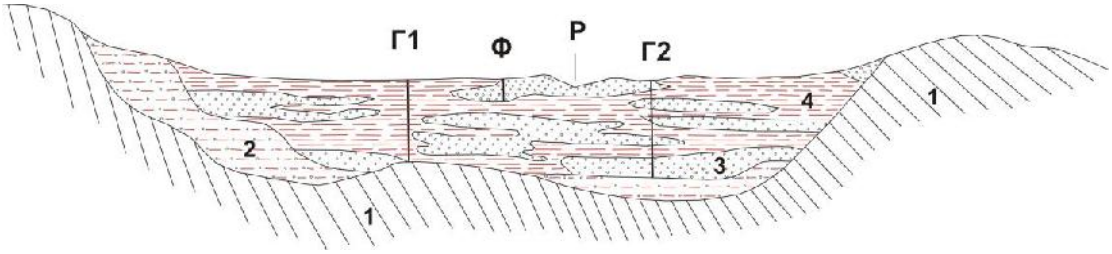
### *5.3.2 ΑΛΛΟΥΒΙΑΚΟΙ ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ*

Ο όρος αλλούβια αναφέρεται σε χερσαία ιζήματα πρόσφατης γεωλογικής σημασίας, που αποτίθενται από τα ρέοντα νερά. Οι κύριοι υδροφόροι στις αποθέσεις αυτές είναι: 1) αλλουβιακοί κώνοι (ριπίδια), 2) πλευρικά κορήματα και 3) αλλουβιακές πεδιάδες

#### *5.3.2.1. Αλλουβιακές πεδιάδες*

Αποτελούνται από κλαστικά υλικά, προϊόντα απόθεσης υδρορευμάτων, που συνήθως έχουν οφιοειδή ή μαιανδρική μορφή. Τα ιζήματα, μέσα ή κοντά στα υδρορεύματα, είναι πιο χοντρόκοκκα και υδροπερατά από εκείνα που αποτίθενται στο πλημμυρικό τμήμα της κοιλάδας. Στην σημερινή κοίτη και στις παλαιότερες θαμμένες κοίτες βρίσκονται τα πιο υδροπερατά υλικά. Οι φυσικές όχθες, που περιβάλλουν το υδρόρευμα αποτελούνται συνήθως από λεπτόκοκκη άμμο και ιλύ.
Κατά τις πλημμύρες, ένα λεπτό στρώμα νερού αποθέτει στην πεδιάδα ιλύ και άμμο. Όταν σπάζουν τα φυσικά ή τεχνητά αναχώματα, είναι δυνατό να φτάσουν στην πεδιάδα αδρομερέστερα υλικά. Πολλές αλλουβιακές πεδιάδες περιλαμβάνουν στο υπέδαφος τους αποθέσεις παλαιών λιμνών ή τελμάτων, οι οποίες είναι λεπτόκοκκες και γι` αυτό ελάχιστα υδροπερατές. Συχνά, όταν δημιουργείται σημαντική πτώση

στον υδροφόρο, προκαλείται υποβάθμιση της ποιότητας του νερού, επειδή στις αποθέσεις περιέχονται βλαβερές ενώσεις πχ. αζώτου, σιδήρου, μαγγανίου κλπ.
Μια μεγάλη αλλουβιακή πεδιάδα πρέπει να θεωρείται σαν ένα σύμπλεγμα από φακοειδή επιμήκη σώματα ή συνεχή στρώματα χαλικιών, άμμου, ανακατεμένων κατά διάφορα ποσοστά (Σχ.5.3.1).




*Σχ.5.3.1: Τομή σε αλλουβιακή πεδιάδα, 1: υπόβαθρο, 2: παλιές αναβαθμίδες, 3: σύναγμα, 4: άργιλος, Γ1: αποτυχημένη γεώτρηση, Γ2: επιτυχημένη γεώτρηση, Φ: πηγάδι ρηχό, P: κοίτη υδρορεύματος (Mandel – Shiftan 1981, Γ. Α. ΚΑΛΛΕΡΓΗ 2001 με τροποποίηση).*
*Η διάκριση αδρομερών και λεπτομερών υλικών μπορεί να γίνει με βάση γεωηλετρικά ή αποτελέσματα υφισταμένων γεωτρήσεων. Στην περίπτωση δεδομένων από γεωτρήσεις και γεωφυσικά (γεωηλεκτρικά) είναι δυνατός λιθοστρωματογραφικός συσχετισμός. Παρά ταύτα, η τοποθέτηση των υδρογεωτρήσεων περιέχει πάντα μεγάλο ποσοστό αβεβαιότητα.*
*Fig.5.3.1: Schematic section in alluvial, 1: substratum, 2: alluvial terrace, 3: sandstone, 4: clay. Γ1,unsuccessful borehole – dry, Γ2: successful borehole. P: stream bed (Mandel – Shiftan 1981, G. A. Kallergis, 2001 modified)*

### *5.3.2.2. Κατηγορίες υδροφόρων των αλλουβιακών αποθέσεων (Todd 1980, Thomas 1952)*

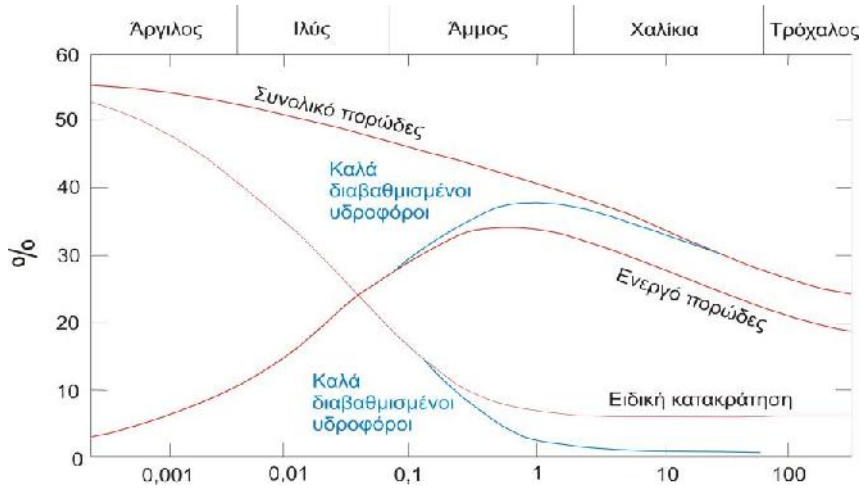
*Υδροφόροι σε υδρορεύματα* (Water courses)
Τα υδρορεύματα αποτελούνται από αλλουβιακές αποθέσεις της κοίτης των χειμάρρων ή ρυακιών. Τα πηγάδια, στις αδρομερείς αποθέσεις που περιβάλλουν τα υδρορεύματα, δίνουν μεγάλες ποσότητες νερού, καθώς οι διηθήσεις από αυτά αυξάνουν τις παροχές του υπόγειου νερού.
*Υδροφόροι σε εγκαταλειμμένες ή θαμένες κοιλάδες* (Abandoned or buried valleys).
Οι εγκαταλειμμένες ή θαμένες πεδιάδες δεν διατρέχονται πια από τα ρεύματα που τις σχημάτισαν. Αν και οι κοιλάδες αυτές, από άποψη υδραυλικής αγωγιμότητας και όγκου αποθηκευμένου νερού, είναι παρόμοιες προς τα υδρορεύματα, υστερούν έναντι των τελευταίων ως προς την προστασία και τη μόνιμη απόδοση.
*Υδροφόροι σε εσωτερικές κοιλάδες* (Intermontane valleys)
Οι εσωτερικές κοιλάδες κατά κανόνα είναι αποτέλεσμα της τεκτονικής δραστηριότητας (Tectonic valleys) και λιγότερο της ποτάμιας ή παγετώδους διάβρωσης. Κατά τις ορογενετικές διαδικασίες η ανύψωση των ορεινών μαζών προκαλεί το σχηματισμό των εσωτερικών κοιλάδων, που χαρακτηρίζονται από την παρουσία τεκτονικών τεμαχών κατά μήκος των διαρρήξεων. Η έντονη διάβρωση που ακολουθεί την ανύψωση, προκαλεί το σχηματισμό κλαστικών ιζημάτων που αποτίθενται στη συνέχεια στις κοιλάδες, αλλά και συχνά δημιουργούν πλευρικά κορήματα, αλλουβιακά ριπίδια, καθώς και αλλουβιακές χερσαίες και λιμναίες αποθέσεις. Αυτά τα ιζήματα μπορεί να είναι πολύ αδρομερή, με υψηλή υδροπερατότητα (αλλουβιακά ριπίδια) αλλά και πολύ λεπτόκκοκα με ασήμαντη υδροπερατότητα (λιμναίες άργιλιοι). Χαρακτηριστικό των εσωτερικών (τεκτονικών) κοιλάδων είναι η παρουσία αρτεσιανών υδροφόρων (στεγανή οροφή οι λιμναίες άργιλιοι). Συχνά, περιέχουν χαλαρά ιζήματα σε μεγάλο βάθος, αλλά παρουσιάζουν κατά κανόνα ανομοιογένεια κατά την κατακόρυφη και οριζόντια έννοια. Έτσι, σε πολλές περιοχές αναπτύσσονται σημαντικά υδροφόρα και σε άλλες, στην ίδια πεδιάδα, φτωχά υδροφόρα. Κατά κανόνα, τα αδρομερέστερα και, κατά συνέπεια, τα υλικά με μεγαλύτερη αγωγιμότητα απαντούν στα κράσπεδα, όπου και οι καλύτερες αποδόσεις. Αντίθετα, στο κέντρο τους τα υλικά είναι πιο λεπτομερή. Οι υδροφόροι τροφοδοτούνται κυρίως, από τα κράσπεδα ή τους κώνους υδρορευμάτων, γι` αυτό και στο κέντρο, συνήθως, των λεκανών παρουσιάζεται αρτεσιανισμός. Συχνά, στα όρια ελευθέρων και αρτεσιανών υδροφόρων εκδηλώνονται αλλουβιακές πηγές.

Οι εκτεταμένες πεδιάδες παρουσιάζουν παρόμοια χαρακτηριστικά με τις εσωτερικές, κοιλάδες, αλλά η τροφοδοσία των υδροφόρων τους είναι πιο περιορισμένη και οι παροχές των υδρογεωτρήσεων μικρότερες.
Το πορώδες των υλικών κυμαίνεται από 20% στα αδρομερή, ελάχιστα διαβαθμισμένα, αλλούβια, μέχρι 90% στις ιλείς και τα ξηρά οργανικά υλικά. Πιο συνηθισμένα είναι τα πορώδη ανάμεσα στο 25%, ανάλογα με τη διάταξη των υλικών.
Το ενεργό πορώδες (ειδική απόδοση) των αλλουβιακών κυμαίνεται ανάμεσα στο μηδέν και στο 50%. Στις ιλείς και αργίλους είναι μικρότερο από 10% ενώ στις αδρομερείς άμμους, ανάμικτες με χαλίκια ξεπερνά το 20%.

### *5.3.4. ΥΔΡΟΦΟΡΙΑ ΣΕ ΑΛΛΟΥΒΙΑΚΕΣ ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ ΚΟΙΛΑΔΩΝ*

#### *5.3.4.1. Τεκτονικές Κοιλάδες*

Οι μεγάλες κοιλάδες, συνήθως, οφείλουν την γένεση τους σε τεκτονικά αίτια, παρά σε διάβρωση από τα ρεύματα και έτσι περιορίζονται από επιμήκη συστήματα διαρρήξεων. Οι κοιλάδες αυτές έχουν γεμίσει από κλαστικά ιζήματα, που προέρχονται από την διάβρωση των γειτονικών βουνών, το πάχος δε των αποθέσεων συχνά ξεπερνά τα 200m. Οι ποσότητες υπογείου νερού είναι πολύ σημαντικές.
Η υδραυλική αγωγιμότητα στις υδροφόρες ζώνες είναι της τάξης του $10^{-3}$ – $0^{-4}$m/sec ενώ συχνά παρεμβάλλονται αργιλικές ζώνες με k<10-6m/sec.
Το πορώδες των υλικών κυμαίνεται από 25 – 60%.
Η ειδική απόδοση κυμαίνεται από 5 – 40%, εξαρτάται από κοκκομετρία, τη διαβάθμιση κλπ. (Σχ.5.3.2)
Οι παροχές των υδρογεωτρήσεων στις βαθιές κοιλάδες είναι περί 70 – 700 $m^3$/h. Η τοποθέτηση των υδρογεωτρήσεων πρέπει να γίνεται πάνω σε παλιά υδρορεύματα. Συχνά, υδρογεωτρήσεις, που απέχουν μερικές δεκάδες μέτρα μεταξύ τους, έχουν τελείως διαφορετικές λιθολογικές τομές και παροχές.




*Σχ.5.3.2: Σχέση ανάμεσα στο μέσο κοκκομετρικό μέγεθος και στο πορώδες σε αλλουβιακές αποθέσεις μεγάλων κοιλάδων (Conkling 1934, Davis - DeWiest 1966).*
*Fig.5.3.2: Particle size distribution graph for five geologic samples for alluvial deposits of big basins (Conkling 1934, Davis - DeWiest 1966).*

Οι περιοχές μεγίστου δυνατού εμπλουτισμού μπορούν να εντοπιστούν με προσεκτική χαρτογράφηση των εμφανίσεων άμμων και χαλικιών στην επιφάνεια.
Παλιές διαρρήξεις, αν προεκταθούν στο υπέδαφος, δίνουν πληροφορίες για το πάχος των ιζημάτων. Ενεργά ή πρόσφατα, ενεργά ρήγματα δίνουν πληροφορίες και για τυχόν ύπαρξη αρνητικών ορίων στο υπέδαφος. Συνήθως, οι διαρρήξεις στις χαλαρές

αποθέσεις δημιουργούν φραγμούς, γιατί η δράση τους δημιουργεί μυλωνιτοποιήσεις κατά μήκος του επιπέδου διάρρηξης και, επιπλέον, μπορεί να μετακινηθούν στεγανά στρώματα κατά μήκος του ίδιου επιπέδου διάρρηξης, ώστε να μπλοκάρουν περατές ζώνες. Από την άλλη μεριά, οι επιμήκεις και επίπεδοι κόκκοι τείνουν να περιστραφούν παράλληλα προς την επιφάνεια διάρρηξης, με αποτέλεσμα να ελαττωθεί η υδραυλική αγωγιμότητα κάθετα προς τη διάρρηξη. Τέλος, η δημιουργία ή απόθεση ορυκτών, κατά μήκος της επιφάνειας διάρρηξης, ελαττώνουν την υδραυλική αγωγιμότητα. Ενδείκνυται, η τοποθέτηση των υδρογεωτρήσεων να γίνεται ανάντη των ρηγμάτων.

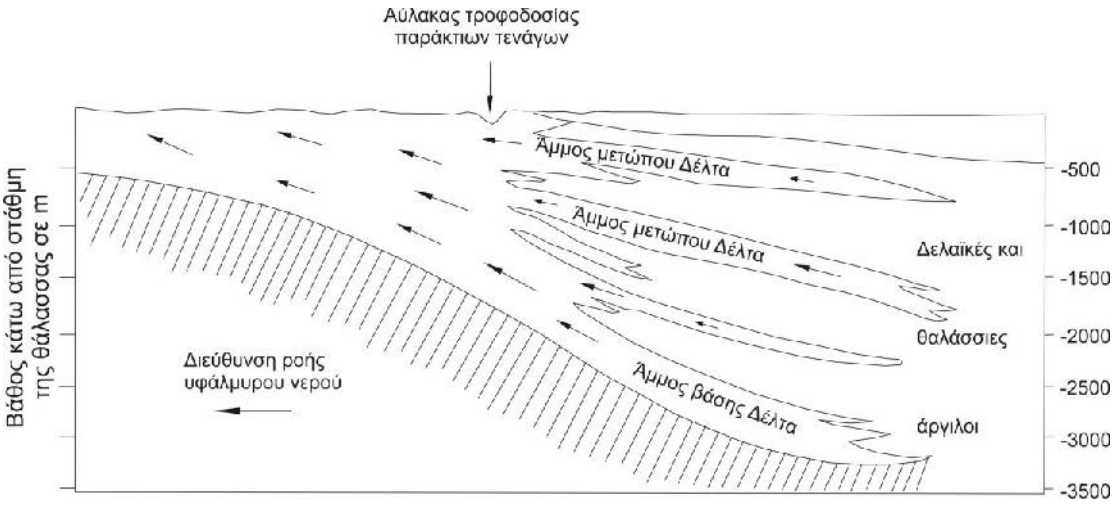
Μεγάλη σημασία έχει η διαπίστωση της συνέχειας των περατών ή ημιπερατών σχηματισμών, για τη χαρτογράφηση τους πρέπει να παρακολουθούνται τα στρώματα – μάρτυρες (marker bed), όπως πχ. αργίλου, κροκαλοπαγών, τύρφης, λάβας κλπ. Η γεωφυσική έρευνα συνήθως δεν βοηθάει σημαντικά στον εντοπισμό των πολύ βαθιών υδροφόρων. Η μείωση της αρτεσιανής πίεσης σε παχιές αλλουβιακές αποθέσεις προκαλεί, συχνά, συμπύκνωση των γειτονικών στεγανών στρωμάτων.

#### *5.3.4.2. Παράκτιες Κοιλάδες – Δέλτα Ποταμών*

Οι αποθέσεις σ` αυτές τις κοιλάδες αντιπροσωπεύουν, συνήθως, τόσο το αλλουβιακό όσο και το θαλασσινό περιβάλλον. Τα θαλάσσια ιζήματα αντιπροσωπεύονται, με τη σειρά τους, από αποθέσεις παράλιες, τελματώδεις, δελταϊκές και, καμιά φορά, βαθύτερης θάλασσας. Η κοκκομετρία των αποθέσεων γίνεται λεπτομερέστερη προς τα κατάντη, όπου επικρατούν κυρίως άργιλοι και ιλείς.

Οι αποθέσεις του δέλτα σχηματίζονται όταν ένα ποτάμι αποθέτει πολύ περισσότερο υλικό από όσο μπορούν να απομακρύνουν τα θαλάσσια ρεύματα. Τα ιζήματα αποτελούνται, κυρίως, από λεπτόκοκκή άμμο και ιλύ, ενώ σπανίζουν τα χαλίκια. Συχνά, στην παράκτια περιοχή σχηματίζονται ψαμμίτες και, σπανιότερα, λατυποκροκαλοπαγή. Στην ζώνη των πλημμυρικών διακυμάνσεων αποτίθενται ιλείς και άργιλοι. Οι ιζηματογενείς μονάδες είναι ασυνεχείς και φακοειδείς.

Οι γεωφυσικές (γεωηλεκτρικές) μέθοδοι δίνουν αμφίβολα αποτελέσματα, λόγω της παρουσίας υφάλμυρου ή αλμυρού νερού. Σε μικρό βάθος και μεγάλες αποστάσεις από την ακτή, είναι δυνατόν το υπόγειο νερό να είναι υφάλμυρο. Τούτο μπορεί να οφείλεται σε εγκλωβισμό θαλασσινού νερού, στην ύπαρξη παλαιών τελμάτων ή




*Σχ.3.3.3.: Το υπέδαφος στα δέλτα των υδρορευμάτων, η ροή του υπογείου νερού, λόγω της συμπύκνωσης των ιζημάτων (Jones 1971, Γ. ΚΑΛΕΡΓΓΗ 2001 με τροποποίηση).*
*Fig.3.3.3.: Sunsoil in the delta of streams, groundwater flow, after sediments concentration (Jones, 1971, G. Kallergis, modified)*

αποθέσεων αλατιού, ακόμα όμως και στην προώθηση αλμυρού προς τα ανάντη μέσα από στρώματα αδρομερών υλικών, που περιορίζονται από στεγανά στρώματα, λόγω του μεγάλου φορτίου των ιζημάτων, πάνω στους σχηματισμούς του δέλτα και

της γρήγορης συμπύκνωσης. Πολλές φορές συναντιέται γλυκό, συχνά αρτεσιανό, νερό κάτω από το θαλασσινό (Σχ.5.3.3).
Η υδραυλική αγωγιμότητα των υδροφόρων ζωνών κυμαίνεται από $10^{-5}$m/sec έως $10^{-3}$m/sec, ενώ των ιλυούχων και αργιλικών ζωνών είναι της τάξης $10^{-7}$m/sec.
Η ειδική απόδοση των υδρογεωτρήσεων κυμαίνεται από 15 – 35% και για λεπτομερή υλικό είναι μικρότερο του 10%.
Οι παροχές των υδρογεωτρήσεων κυμαίνονται μεταξύ 50 – 350 $m^3$/h.

# 6- ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ
# Potentiometric and Permeability

## 6.1. ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΑ

### *6.1.1. ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ*

Η διακύμανση της στάθμης των υπογείων νερών αντικατοπτρίζει τις μεταβολές στη δίαιτα τους. Η πιεζομετρική επιφάνεια απεικονίζεται με τις ισοπιεζομετρικές καμπύλες που περνούν από σημεία δηλ. τις καμπύλες που περνούν από σημεία ίσοπιεζομετρικού φορτίου. Οι ισοπιεζομερτικές καμπύλες στην περίπτωση των ελεύθερων υδροφόρων λέγονται και υδροϊσοΰψείς.

Η μελέτη της διακύμανσης της στάθμης του υπογείου νερού γίνεται με τη βοήθεια των πιεζομετρικών χαρτών, οι οποίοι μας παρέχουν πολύτιμα στοιχεία για την διεύθυνση ροής, τις περιοχές τροφοδοσίας κλπ. σε μια συγκεκριμένη στιγμή.

Οι διακυμάνσεις της στάθμης διακρίνονται σε:

1- *Εποχιακές* που ελέγχονται από την πορεία του υδρολογικού κύκλου.

Στην Ελλάδα η περίοδος με την οποία χαμηλότερη στάθμη παρατηρείται στο τέλος Σεπτεμβρίου - αρχές Οκτωβρίου, ενώ η περίοδος με την υψηλότερη στάθμη παρατηρείται τον Απρίλιο – Μάιο. Το πλάτος διακύμανσης εξαρτάται από το ύψος των βροχοπτώσεων, τις αντλούμενες ποσότητες, το είδος των υδροφόρων (μεγαλύτερο στους υπό πίεση). Σε περιπτώσεις που γίνεται έντονη άρδευση με επιφανειακό νερό μπορεί να παρατηρηθεί το αντίστροφο της δηλ. άνοδος την ξηρή περίοδο.

2- *Υπερετήσιες* που καλύπτουν μεγάλες χρονικές περιόδους.

Σε λεκάνες όπου υπάρχει ελλειμματικό ισοζύγιο νερού για πολλά συνεχή έτη παρατηρείται μια πτώση στάθμης του υπογείου νερού.

3- *Διακυμάνσεις μικρής περιόδου* που οφείλονται σε αντλήσεις.

Η σταθερή στάθμη του υπογείου νερού υποδηλώνει σταθερές υδρολογικές συνθήκες. Η μείωση της στάθμης με αυξανόμενη ετήσια διακύμανση μεταξύ ξηρής και υγρής περιόδου, σημαίνει αύξηση των απολήψεων. Η μείωση της στάθμης σε σταθερό εύρος ετήσιας διακύμανση συνδέεται με μειωμένο φυσικό εμπλουτισμό. Ανοδικές τάσεις με σταθερό ρυθμό της στάθμης του υπογείου νερού συνδέονται με κλιματικές αλλαγές τεχνητό εμπλουτισμό.

Διάφορα μετεωρολογικά και παλιρροιακά φαινόμενα, σεισμοί, άνεμοι, εξωτερικά φορτία και αλλαγές στις χρήσεις γης επηρεάζουν τη στάθμη του υπογείου νερού. Οι μεταβολές της ατμοσφαιρικής πίεσης προκαλούν σημαντικές μεταβολές στην στάθμη του νερού στις γεωτρήσεις. Έτσι αύξηση της ατμοσφαιρικής πίεσης οδηγεί στην ταπείνωση της στάθμης του νερού σε γεώτρηση ανορυγμένη σε υπό πίεση υδροφόρο και αντίστροφα.

Ο λόγος της μεταβολής της στάθμης του υπόγειου νερού (dh) προς τη μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης (**dP**) εκφράζει τη *βαρομετρική ικανότητα* ($\mathbf{B_{ef}}$) του υδροφόρου (barometric efficiency): $\mathbf{B_{ef} = \gamma . dh/dP}$, όπου το ειδικό βάρος του νερού.

Η βαρομετρική ικανότητα συνδέεται με τον συντελεστή αποθηκευτικότητας **S** με τη σχέση: $\mathbf{B_{ef} = \gamma \beta n_e D / S}$

$\gamma$ = ειδικό βάρος του νερού,
$n_e$ = το ενεργό πορώδες και
D = το πάχος του υδροφόρου.

Στους ελεύθερους υδροφόρους οι μεταβολές της ατμοσφαιρικής πίεσης μεταβιβάζονται απευθείας στη υδροστατική επιφάνεια, τόσο στην γεώτρηση, όσο και στον υδροφόρου και δεν προκύπτουν μεγάλες διαφορές.

Στους παράκτιους υδροφόρους η στάθμη του υπόγειου νερού μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια εκδήλωσης παλιρροιακών φαινομένων. Η στάθμη του υπόγειου νερού ανέρχεται, όταν η στάθμη της θάλασσας ανεβαίνει (πλημμυρίδα) και κατέρχεται, όταν

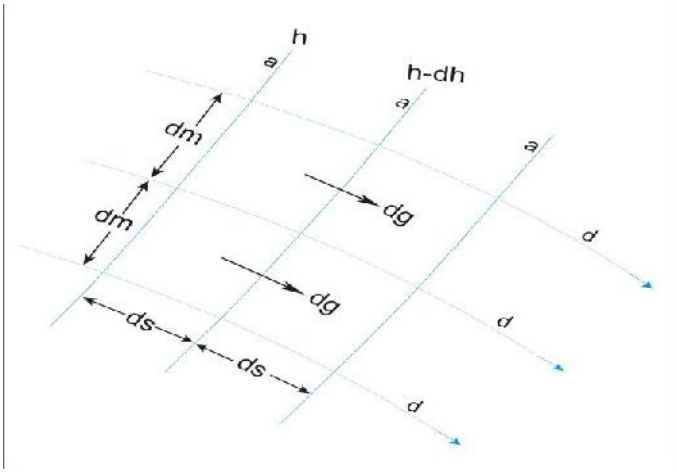
η στάθμη της θάλασσας κατεβαίνει (άμπωτις). Οι μεταβολές έχουν ημιτονειδή μορφή και μεταβιβάζεται άμεσα και στους υδροφόρους (υπό πίεση και ελεύθερους).
Ο λόγος της μεταβολής της στάθμης του υδροφόρου (**dh**) προς τη μεταβολή της στάθμης της θάλασσας (dH) εκφράζει την *παλιρροιακή ικανότητα* (tidal efficiency): $\mathbf{T_{ef} = dh / dH}$
Η παλιρροιακή ικανότητα συνδέεται με τη βαρομετρική με τη σχέση (Todd,1980): $\mathbf{B_{ef} + T_{ef} = 1}$
Οι σεισμοί έχουν επιπτώσεις στη στάθμη του υπογείου νερού, κυρίως μικρές διακυμάνσεις της πιεζομετρικής επιφάνειας (*υδροσεισμοί*). Οι διακυμάνσεις αυτές οφείλονται στη συμπίεση και αραίωση των ελαστικών υπό πίεση υδροφόρων κατά τη διάδοση των σεισμικών κυμάτων Rayleigh. Επίσης οι σεισμοί μπορεί να επιδράσουν στην παροχή των πηγών, στην αναδιάταξη των πετρωμάτων που συνοδεύονται, οδηγούν στην απελευθέρωση *ραδονίου*, αυξάνονται τη συγκέντρωση του στο υπόγειου νερό (Οικονομόπουλος, 2008)
Τα εξωτερικά φορτία επηρεάζουν τη στάθμη του υπογείου νερού σε γεωτρήσεις, που βρίσκονται κοντά σε σιδηροδρομικές γραμμές. Το πέρασμα του τρένου προκαλεί διακυμάνσεις της πιεζομετρικής επιφάνειας. Η αύξηση του βάρους συμπιέζει τον υδροφόρο με αποτέλεσμα την αύξηση της υδροστατικής πίεσης.
Η αστικοποίηση που συνοδεύεται από τη μείωση τροφοδοσίας, λόγω της κάλυψης μεγάλων εκτάσεων με άσφαλτο, διευθέτησης και εγκιβωτισμού των ποταμοχειμάρρων και την αύξηση των αντλούμενων ποσοτήτων νερού οδηγεί σε μεταβολές της στάθμης του υπογείου νερού. Κάθε προσθήκη βάρους σε πορώδες μέσο συνεπάγεται αύξηση της ολικής ορθής τάσης και αυτό αντισταθμίζεται με αύξηση των τάσεων του δευτέρου μέλους της εξίσωσης $\mathbf{\Sigma=P+\sigma}$ (Σ= ολική τάση, P= υδροστατική πίεση και σ= αντίδραση του σκελετού ή ενεργή τάση). Το πορώδες μέσο θεωρείται συμπιεστό παρόλο που το νερό και το υλικό του σκελετού του υδροφόρου (κόκκοι) θεωρούνται πρακτικά ασυμπίεστα.
Φαινόμενα που σχετίζονται με τις διακυμάνσεις της στάθμης του υπογείου νερού είναι: η αναθόλωση του φλοιού, η υδροσυμπύκνωση, η αφυδάτωση των οργανικών εδαφών κ.α., (Κ. Βουδούρης, 2009).

### *6.1.2. ΟΙ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΚΑΙ ΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΡΟΗΣ*

#### *6.1.2.1. Οι γραμμές ροή και ισοδυναμικές γραμμές*

Για καθορισμένες συνοριακές συνθήκες, μπορούν να χαρτογραφηθούν οι *γραμμές ροής*, δηλαδή οι γραμμές στις οποίες τα μακροσκοπικά διανύσματα της ταχύτητας είναι παντού εφαπτόμενες σ` αυτή και οι ισοδυναμικές γραμμές, δηλαδή οι γραμμές ίσου υδραυλικού φορτίου, σε δυο διαστάσεις, ώστε να σχηματισθεί ένα *δίκτυο ροής*. Οι ισοδυναμικές γραμμές και οι γραμμές ροής είναι κάθετες μεταξύ τους και σχηματίζουν στους ομογενείς, ισότροπους υδροφόρους μικρά τετράγωνα. Σε μερικές απλουστευμένες περιπτώσεις η διαφορική εξίσωση που ελέγχει τη ροή μπορεί να λυθεί ώστε να σχηματισθεί το δίκτυο ροής. Γενικά όμως απαιτείται γραφική επίλυση (Cedergren,1977). Αν θεωρηθεί ένα τμήμα ενός δικτύου ροής (Σχ.6.1.1) η υδραυλική κλίση δίνεται από τη σχέση $\boldsymbol{i = dH / ds}$, ενώ η σταθερή ροή **q** μεταξύ δυο διαδοχικών γραμμών ροής υπολογίζεται από τη εξίσωση, $\boldsymbol{q= k.\ dH/ds.dm}$, όταν το πάχος του υδροφόρου παίρνεται η μονάδα. Για τα τετράγωνα του δικτύου, ισχύει $\boldsymbol{ds\equiv dm}$ οπότε η πιο πάνω εξίσωση γίνεται $\boldsymbol{q=kdh}$. Εφαρμόζοντας το ίδιο σε ολόκληρη την έκταση του δικτύου όπου η συνολική απώλεια φορτίου **h** διαιρείται σε **n** τετράγωνα μεταξύ οποιωνδήποτε δυο διαδοχικών γραμμών ροής, προκύπτει $\boldsymbol{dh= h/n}$. Εάν η ροή υποδιαιρείται από τις γραμμές ροής σε **m** αγωγούς, τότε η ολική ροή **Q** δίνεται από τη σχέση: $\boldsymbol{Q = mq = kmh/n}$
Έτσι μπορεί να υπολογιστεί η συνολική ροή άμεσα, αν είναι γνωστά η γεωμετρία του δικτύου ροής, η υδροπερατότητα και η απώλεια φορτίου.

Στα ανισότροπα μέσα οι γραμμές ροής και οι ισοδυναμικές γραμμές δεν είναι κάθετες μεταξύ τους εκτός εάν η ροή είναι παράλληλη σε μια από τις κύριες διευθύνσεις (Bear – Dagan, 1965).




*Σχ.6.1.1: Τμήμα ενός ορθογωνίου δικτύου ροής που σχηματίζεται από τις ισοδυναμικές a και τις γραμμές ροής d (D. K. Todd and L. W. Mays, 2005)*
*Fig.6.1.1: Portion of an orthogonal flow **a**, equipotential lines **d**.(D. K. Todd and L. W. Mays, 2005)*

Το σύνολο των ισοδυναμικών γραμμών αποτελούν την *ισοδυναμική επιφάνεια*, η οποία στους ελεύθερους υδροφόρους συχνά αναφέρεται ως υδροστατική, στους αρτεσιανούς δε ως πιεζομετρική ή ισοπιεζομετρική. Η γραφική παράσταση, πάνω σε επίπεδο, των ισοδυναμικών γραμμών και των γραμμών ροής, αποτελεί ένα δίκτυο ροής ή χάρτη υδροϊσουψών ή ισοδυναμικό (ισοπιεζομετρικό) χάτρη, Καλλέργη, 1999.

### *6.1.2.2. Η ροή σε σχέση με τις ισοδυναμικές γραμμές*

Επειδή δεν υπάρχει ροή εγκάρσια προς στεγανά όρια οι γραμμές ροής είναι παράλληλες μ` αυτά. Το φορτίο $\mathbf{h_E}$ του ρευστού σε οποιοδήποτε σημείο της ελεύθερης επιφάνειας του ελευθέρου υδροφόρου είναι: $\mathbf{h_E = (P/\gamma) + z}$

Επειδή οι μεταβολές της ατμοσφαιρικής πίεσης σ` όλη την επιφάνεια του ελευθέρου υδροφόρου είναι μηδέν, δηλαδή ρ=0, προκύπτει ότι $h_E = z$ (Todd,1980). Έτσι, κάτω από συνθήκες μόνιμης ροή, το φορτίο της υδροστατικής επιφάνειας του ελεύθερου υδροφόρου είναι το υψόμετρο, σε σχέση με το επίπεδο αναφοράς και κατά συνέπεια οι γραμμές ροής είναι κάθετες προς τις «υδροϊσουψείς» της ελεύθερης του υδροφόρου οριζοντα. Στους αρτεσιανούς υδροφόρους οι γραμμές ροής είναι κάθετες προς τις καμπύλες της πιεζομετρικής επιφάνειας (Καλλέργη, 1999).

Γνωρίζοντας το φορτίο σε τρία μόνο σημεία σε έναν υδροφόρο σε έναν υδροφόρο από μετρήσεις στάθμης σε υδροφόρο (πηγάδια, γεωτρήσεις) φρέατα (Σχ. 6.1.2).

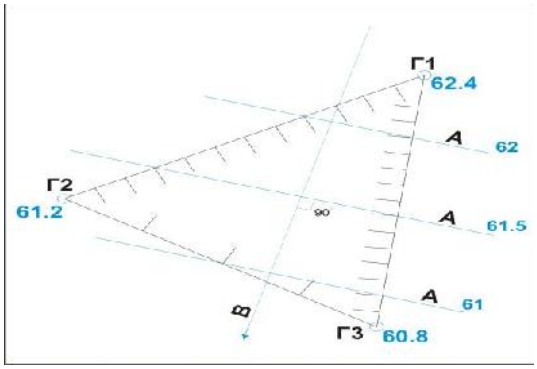
Μετά από μετρήσεις στο πεδίο της στατικής στάθμης σε φρέατα κατασκευάζεται ο ισοπιεζομετρικός χάρτης ή χάρτης υδροϊσουψών της υδρογεωλογικής λεκάνης. Οι γραμμές ροής, κάθετα προς τις υδροϊσουψείς δείχνουν τις διευθύνσεις ροής της κινήσεως. Οι χάρτες υδροϊσουψών του υπόγειου νερού μαζί με τις γραμμές ροής είναι χρήσιμοι για την τοποθέτηση νέων πηγάδια ή γεωτρήσεις. Κυρτές καμπύλες δείχνουν περιοχές τροφοδοσίας ενώ κοίλες καμπύλες συνδέονται με περιοχές εκροής υπόγειου νερού. Περιοχές με ευνοϊκή υδραυλική αγωγιμότητα μπορούν να εντοπισθούν από τις αποστάσεις ανάμεσα στις υδροϊσουψείς καμπύλες. Έτσι, αν θεωρήσουμε π.χ. δυο διαδοχικές γραμμές ροής σαν αδιαπέρατα όρια, μια και κάθετα προς αυτές δεν υπάρχει ροή και με την παραδοχή ότι ο υδροφόρος είναι ομοιόμορφος σε πάχος, η ροή στις διατομές $\mathbf{W_1}$ και $\mathbf{W_2}$ είναι σε (Σχ.6.13),

$$\boldsymbol{q = W_1 v_1 = W_2 v_2}$$

όπου $v$ = ταχύτητα και $W$ = εύρος διατομής.

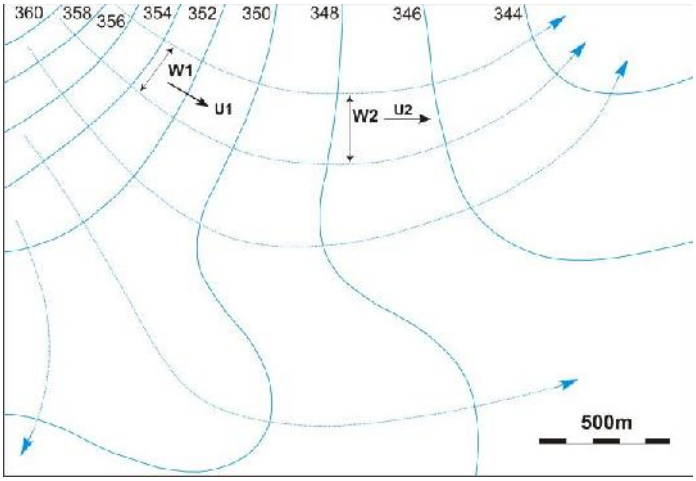
Από το νόμο Darcy έχουμε: $\boldsymbol{W k_1 i_1 = W_2 k_2 i_2}$ ή $\boldsymbol{k_1/k_2 = W_2 i_2 / W_1 i_1}$

όπου κ = υδραυλική αγωγιμότητα και *i* = υδραυλική κλίση. Οι λόγοι $W_2/W_1$ μπορούν να υπολογιστούν από το χάρτη των υδροϊσουψών.




*Σχ.6.1.2: Χάραξη ισοδυναμικών Α και γραμμών ροής Β από στη στάθμη του νερού σε τρεις γεωτρήσεις (D. K. Todd and L. W. Mays, 2005)*
*Fig.6.1.2: Estimate of groundwater contours and flow direction from water table elevations in three wells (D. K. Todd and L. W. Mays, 2005)*

Για την ειδική περίπτωση όπου οι γραμμές ροής είναι σχεδόν παράλληλες, η προηγούμενη εξίσωση γίνεται $k_1/k_2 = i_1/i_2$ , πράγμα που σημαίνει ότι σε μια λεκάνη με ομοιόμορφη υπόγεια ροή περιοχές με μεγάλη απόσταση των υδροϊσουψών, δηλαδή με μικρή υδραυλική κλίση έχουν μεγαλύτερη αγωγιμότητα από περιοχές, όπου οι υδροϊσουψείς καμπύλες απέχουν λιγότερο μεταξύ τους, δηλαδή η υδραυλική κλίση είναι μεγαλύτερη. Έτσι η πρώτη περιοχή είναι πιο κατάλληλη από την δεύτερη για την εκτέλεση παραγωγικών γεωτρήσεων και πηγαδιών (Καλλέργη, 1999).

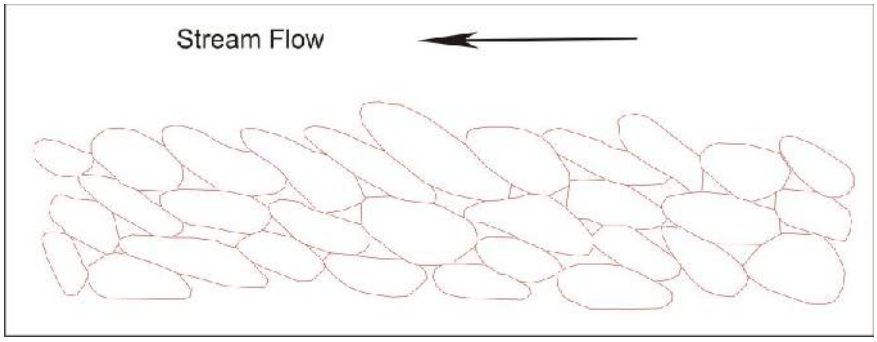



*Σχ.6.1.3: Ισοπιεζομετρικός χάρτης με ισοδιάστημα 2μ ισοδυναμικές γραμμές και γραμμές ροής (D. K. Todd and L. W. Mays, 2005)*
*Fig.6.1.3: Contour map of groundwater surface showing flow lines (D. K. Todd and L. W. Mays, 2005)*

### *6.1.3. ΑΝΙΣΟΤΡΟΠΟΙ ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ*

Στην πράξη πολύ σπάνια η τιμή της υδροπερατότητας είναι η ίδια προς όλες τις διευθύνσεις. Ο κανόνας είναι η ύπαρξη *ανισοτροπία*, όπου η υδροπερατότητα αλλάζει κατά διεύθυνση. Στις αλλουβιακές αποθέσεις αυτό οφείλεται σε δυο λόγους. Ο ένας είναι ότι τα μεμονωμένα σωματίδια που σχημάτισαν τα ιζήματα σπάνια είναι σφαιρικά με αποτέλεσμα κατά την απόθεση τους κάτω από το νερό να τείνουν να αποτεθούν με την επιφάνεια τους προς τα κάτω (Σχ4.). Ο λόγος είναι οι τυπικές αλλουβιακές αποθέσεις αποτελούνται από εναλλασσόμενα στρώματα διαφορετικών υλικών, καθένα από τα οποία έχει μια ιδιαίτερη τιμή **κ** Εάν τα στρώματα είναι

οριζόντια, κάθε μεμονωμένο στρώμα με σχετικά μικρό κ προκαλεί μείωση της κατακόρυφής κίνησης του νερού, ενώ η οριζόντια ροή μπορεί εύκολα να λαμβάνει χώρα σε καθένα στρώμα σχετικά υψηλής υδραυλικής αγωγιμότητας. Η συνηθισμένη λοιπόν περίπτωση στις αλλουβιακές αποθέσεισείναι η ύπαρξη μιας οριζόντια $\kappa_X$ και μιας κατακόρυφης $\kappa_Z$ , όπου $\kappa_X > \kappa_Z$. Στο (Σχ.6.1.4) τα δυο οριζόντια στρώματα είναι, το καθένα μόνο του εξεταζόμενο, ισότοπα αλλά διαφέρουν ως προς το πάχος και την υδραυλική αγωγιμότητα. Κατά την παράλληλη προς τα στρώματα οριζόντια ροής q1 και q2, στο ανώτερο αντίστοιχο στρώμα, ανά μονάδα εύρους θα ισχύει $q_1 = k_1 i z_1$ και $q_2 = k_2 i z_2$, όπου $I$ η υδραυλική κλίση η οποία στη οριζόντια ροή $q_X$ είναι $q_X = q_1 + q_2 = \kappa_1 I Z_1 = I (k_1 Z_1 + k_2 Z_2)$. Αν το σύστημα είναι ομοιογενές θα πρέπει $q_X = k_X i (Z_1 + Z_2)$ όπου $k_X$ η οριζόντια υδραυλική αγωγιμότητα όλου του συστήματος. Η. Bouwer, 1978, Γ. Καλλέργη, 1999.




*Σχ.6.1.4: Κεραμωτή επικάλυψη χαλικιών από υδρορεύμα (H. Bouwer. 1978)*
*Fig.6.1.4: Imbrication of gravel deposited by stream (H. Bouwer. 1978)*

## 6.2. ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

### *6.2.1. ΓΕΝΙΚΑ*

Οι διάφοροι γεωλογικοί σχηματισμοί, ανάλογα με την υδρογεωλογική συμπεριφορά τους, κατατάσσονται σε:

1/ Υδροπερατούς σχηματισμούς που το νερό κινείται με μικρή ή μεγάλη ευκολία μέσα τους.

2/ Αδιαπέρατους ή υδατοστεγείς σχηματισμούς, που δεν επιτρέπουν τη διείσδυση του νερού μέσα στη μάζα τους, ή η ροή του νερού είναι πάρα πολύ μικρή και πρακτικά μηδενική.

Οι υδροπερατοί σχηματισμοί διακρίνονται περαιτέρω σε μικρο- και μακρο- περατούς σχηματισμούς. Στους μικροπερατούς σχηματισμούς το νερό κινείται και αποθηκεύεται μέσα σε πρωτογενή κενά και πόρους, ενώ στους μακροπερατούς σχηματισμούς μέσα στις πάσης φύσεως ασυνέχειας (διακλάσεις, ρήγματα, στρλωση, σχισμός, σχιστότητα κλπ.).

Το υδρογεωλογικό καθεστώς της ευρύτερης περιοχής μελέτης είναι συνάρτηση των λιθολογικών σχηματισμών που συμμετέχουν στην δομή της περιοχής, της λιθοστρωματογραφικής τους σχέσης και της τεκτονικής δομής. Σε γενικές γραμμές, για την υδρογεωλογική συμπεριφορά των διαφόρων πετρωμάτων και σχηματισμών μπορούν να σημειωθούν τα παρακάτω:

#### *6.2.1.1. Οφιολιθικά*

Περιλαμβάνουν περιδοτίτες, σερπεντινωμένους περιδοτίτες και σερπεντίνες. Αν και κατατάσσονται στους αδιαπέρατους σχηματισμούς, εν τούτοις στη ευρύτερη περιοχή μελέτης παρουσιάζουν κατά θέσεις αξιόλογη υδροφορία, αποτέλεσμα της ισχυρής τεκτονικής καταπόνησης που έχουν υποστεί και η οποία έχει ως αποτέλεσμα τον έντονο κατακερματισμό τους σε μεγάλες περιοχές ή ζώνες. Με τον τρόπο αυτό

ευνοείται η κατείσδυση των ομβρίων υδάτων και η δημιουργία αξιόλογων υδροφόρων οριζόντων (π.χ. οφιολιθικές μάζες Ν. Αρτάκης, και Ψαχνών κλπ.).
*Σχιστοψαμμιτοκερατολιθική διάπλαση*
Στο σύνολο τους της συμπεριφέρεται ως αδιαπέρατος σχηματισμός. Μερικές υδροφορίες αναπτύσσονται στον αποσαθρωμένο μανδύα ή στις περιοχές όπου επικρατούν οι κερατόλιθοι ή οι ασβεστόλιθοι.
Γεωφυσική: Από την ερμηνεία των γεωφυσικών που έγιναν σε περιοχές εμφάνιση των οφιολείθων διακρίθηκαν κύρια δυο ορίζοντες στο υπέδαφος με διάφορο τιμή ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης (Ι. Δρακόλπουλου και Συν, 1988): Οι επιφανειακός ορίζοντας που φαίνεται να αντιστοιχεί στο επιφανειακό *διαβρωμένο στρώμα* των οφειολίθων με υψηλό ποσοστό υγρασία έως υδροφόρο, δοθέντος ότι την τιμή αυτή παρουσιάζουν οι οφειόλιθοι της περιοχής Τριάδας μέσα στους οποίους έχουν διανοιγιι φρέατα άντλησης νερού.
Ο βαθύτερος ορίζοντας των *μη εξαλλοιωμένων* οφειολίθων με υψηλότερες τιμές ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης.
Οι συνηθισμένες τιμές συντελεστού περατότητας Κ, για τα οφιολιθικά είναι της τάξεως $10^{-5}$ – $10^{-8}$ m/sec και η εκτίμησης του ενεργού πορώδους ανέρχεται σε 25% (Γ. Σούλιος, 1979).

#### *6.2.1.2. Ανθρακικά*

- Οι ασβεστόλιθοι και οι ασβεστολιθικοί δολομίτες είναι κατ` εξοχήν υδροπερατά (μακροπερατά). Παρουσιάζονται έντονα καρστικοποιημένα και ως εκ τούτου επιτρέπουν την κατείσδυση μεγάλων ποσοτήτων όμβριων υδάτων τα οποία εφ` ενός μεν προκαλούν την παραπέρα καρστικοποίηση των πετρωμάτων αφ` ετέρου δε τροφοδοτούν τα υδροφόρα συστήματα που αναπτύσσονται μέσα στη μάζα τους. Ανάλογα με το βάθος του επιπέδου βάσεως του καρστ ή των υποκειμένων αδιαπέρατων σχηματισμών και της γενικότερης γεωλογικής δομής, δημιουργούνται αξιόλογα υδροφόρα συστήματα (Αρτάκη – Πεισσώνα, Πολιτικά κλπ.) ή επικρεμάμενοι υδροφόροι ορίζοντες που εκφορτίζονται μέσα από μικρές ή μεγαλύτερες πηγές (Πολιτικών κλπ.).

*- Δολομίτες και Δολομιτικοί ασβεστόλιθοι*
Πρόκειται για πετρώματα με σαφώς μικρότερη υδροπερατότητα σε σχέση με τους ασβεστόλιθους και που σε ορισμένες θέσεις, παρά τον έντονο κατακερματισμό τους, η παρουσία μεγάλου πάχους τεκτονικών πετρωμάτων και δολομιτικής άμμου τα καθιστούν αδιαπέρατα. Ως εκ τούτου εκτιμάται ότι η υδροφορία τους είναι περιορισμένη.

#### *6.2.1.3. Κοκκώδη (Χαλαρά ιζήματα)*

*- Νεογενείς σχηματισμοί*
Από τους νεογενείς σχηματισμούς τα μέλη των κροκαλοπαγών οριζόντων και των τραβερτινών και μαργαϊκών ασβεστόλιθων παρουσιάζουν σημαντική υδροπερατότητα και περιορισμένη υδροφορία, αρκετή όμως για να καλυφθούν τοπικές αρδευτικές ανάγκες.
*- Τεταρτογενείς αποθέσεις*
Στις περιοχές που εντοπίζονται εκτεταμένες αλλουβιακές αποθέσεις με μέτρια υδροπερατότητα (π.χ. πεδινές εκτάσεις Καστέλας) ή ποταμοχειμμάρειες αποθέσεις (π.χ. Πολτικών, κατά μήκος και εκβολές των ποταμών Πεθαμένου και Μορτερή ) αναπτύσσονται αξιόλογοι φρεάτιοι υδροφόροι ορίζοντες οι χρησιμοποιούνται για την άρδευση των αντίστοιχων περιοχών.
Γεωφυσική: Στην περιοχή των Πολιτικών παρατηρούνται τρεις κυρίως γεωηλεκτρικές ζώνες (στρώματα), Ι. Δρακόπουλου (1988):
Η πρώτη ζώνη περιλαμβάνει το τελείως επιφανειακό κάλυμμα που αποτελείται από χαλαρά υλικά διαφορετικής σύστασης, όπως πχ. αργίλους, άμμους, κορήματα κτλ. Η ζώνη αυτή παρουσιάζεται με μικρό πάχος (μέγιστος πάχος 20m) που πλευρικά

αυξομειώνεται. Το κατώτερο όριο αντιστοιχεί σε λεπτόκοκκο υλικό, ενώ το ανώτερο όριο σε περισσότερο αδρομερές υλικό (άμμοι, χαλίκια, κροκάλες κλπ).
Από υδρογεωλογικής πλευράς η ζώνη αυτή παρουσιάζει υδατικό ενδιαφέρον λόγω βασικά του μικρού πάχους των αδρομερών υλικών αυτής. Ευνοείται μόνο η δημιουργία ανάπτυξης φρεατίου ορίζοντα λόγω της παρουσίας της αδιαπέρατης αργίλου που αποτελεί το υπόστρωμα της ζώνης αυτής.
Η δεύτερη και ενδιάμεση ζώνη παρουσιάζεται με χαμηλή και ομοιόμορφη ειδική αντίσταση. Το υλικό της ζώνης αυτής είναι λεπτόκοκκο και μάλλον αργιλικό. Το πάχος κυμαίνεται μεταξύ 5 και 27m.
Από υδρογεωλογικής πλευράς η ενδιάμεση ζώνη χαρακτηρίζεται σαν αδιαπέρατη ή μερικώς διαπερατή λόγω ενδεχομένως λεπτών ψαμμιτικών στρωμάτων που είναι δυνατό να υπάρχουν σε λεπτές ενδιαστρώσεις μέσα στην αργιλική μάζα.
Η Τρίτη και κατώτερη ζώνη που αποτελεί και το υπόβαθρο της περιοχής παρουσιάζει μεγάλη πλευρική ανομοιογένεια. Συγκεκριμένα παρουσιάζεται μεγάλο εύρος τιμών ειδικής αντίστασης και αρκετός αριθμός πλευρικών ασυνεχειών, μπορούν να αποδοθούν στον ψαμμιτικό σχηματισμό του φλύσχη.
Από υδρογεωλογικής πλευράς μπορεί να αναπτυχθεί υδροφορία στο ψαμμιτικό μέρος του φλύσχη εφ` όσον υπάρχει η απαραίτητη πλευρική τροφοδοσία, διότι η εκ των άνωθεν τροφοδοσία είναι κλειστή λόγω της παρουσίας του αργιλικού.
Οι συνήθεις τιμές που λαμβάνει το ενεργό πορώδες στα ρωγμώδη πετρώματα, πλην των αργιλλούχων, είναι παραπλήσιες προς το ολικό πορώδες και συγκεκριμένα υπολείπονται του ολικού πορώδους κατά 1 – 15% για τα αργιλλούχα πετρώματα και μάλιστα γι αυτά που ο άργιλος κυριαρχεί στην σύσταση τους (αργιλλικοί σχιστόλιθοι, μάργες, φυλλίτες κλπ.) η τιμή του ενεργού πορώδους αν δεν είναι μηδενική είναι εξαιρετικά μικρή.
Για τους κοκκώδεις (πορώδεις) προσχωσιγενείς σχηματισμούς, με εξαίρεση τους πηλούς και τις αργίλλους, η συνηθέστερη τιμή του ενεργού πορώδους είναι 15% , η δε διακύμανση της 5% μέχρι 25%. Μερικές συνήθεις τιμές του ενεργού πορώδους για διάφορους κοκκώδεις σχηματισμούς είναι οι εξής:
Χαλίκια 25&. Άμμος, Αμμοχάλικα 20%. Λεπτόκοκκοι άμμος (ψαμμίτης και Μολάσσες) 10%. Αργιλλοχάλικα ή χαλίκια με συνεκτική ουσία 5%. Συνήθεις πρόσφατες προσχώσεις αμμώδεις 10 – 20%. Άργιλος, πηλοί (με λίγες ξένες προσμείξεις) 0 – 3% (Γ. ΣούλιοςΣ, 1979).

*Παράκτιες αποθέσεις*
Συνίστανται από άμμους και κροκάλες που αναπτύσσονται σε πολύ μικρό πλάτος παράλληλα με τις ακτογραμμής της Καστέλλας. Αντιπροσωπεύουν μικροπερατούς σχηματισμούς με σημαντική περατότητα, αλλά το πολύ μικρό πάχος τους και η περιορισμένη επιφανειακή εξάπλωσή τους, δεν επιτρέπουν την αποθήκευση αξιόλογων και εκμεταλλεύσιμων ποσοτήτων ύδατος. Εξάλλου, η γειτνίασή τους με τη θάλασσα υποβαθμίζει σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα του νερού.

*Αλλουβιακές αποθέσεις στις κοίτες των ποταμών*
Αντιπροσωπεύουν τους μικροπερατούς σχηματισμούς που αναπτύσσονται παράλληλα με τις κοίτες του ποταμού Μεσσαπίου, και οι οποίοι συνίστανται από ασύνδετα υλικά, άμμους και κροκαλολατύπες. Το μεγαλύτερο πάχος τους εντοπίζεται πλησίον της κοίτης των ποταμών, όπου και αναπτύσσεται σημαντικός φρεάτιος υδροφόρος ορίζοντας που τροφοδοτείται από τα νερά του ποταμού. Ο υδροφόρος αυτός ορίζοντας τυγχάνει σημαντικής εκμετάλλευσης που πραγματοποιείται μέσα από πολυάριθμα ιδιωτικά αβαθή φρέατα.

*Αλλουβιακές αποθέσεις πεδινών εκτάσεων*

Αποτελούνται, από αδρομερή ασύνδετα υλικά, όπως κροκάλες, λατύπες και ερυθρογή, και εντοπίζονται στις πεδινές εκτάσεις της περιοχής Καστέλλας - Ψαχνών, όπου καλύπτουν σημαντικές εκτάσεις (βλπ. και "Γεωλογικό Χάρτη").
Όλοι οι ανωτέρω σχηματισμοί είναι μικροπερατοί, με μεταβαλλόμενο πάχος και περατότητα, παράγοντες που σε μεγάλο βαθμό καθορίζουν και την αποδοτικότητα των υδροληπτικών έργων.
Όλοι οι λιθολογικοί τύποι που απαντώνται στις αλλουβιακές αποθέσεις συνιστούν μικροπερατούς σχηματισμούς, χαρακτηρίζονται από σημαντική περατότητα κυρίως στα βαθύτερα στρώματα (επικρατούν τα αδρομερή υλικά), σε αντίθεση με τα επιφανειακά όπου αυτή παρουσιάζεται περιορισμένη ή και κατά θέσεις ασήμαντη (επικρατούν τα αργιλικά υλικά).

# 7- ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ
## Hydrochemistry and criteria quality of groundwater

### *7.1. ΓΕΝΙΚΑ*

Έχει γίνει πλέον κοινώς αποδεκτό, ότι η ποιότητα του υπόγειου νερού είναι εξίσου σημαντικός παράγοντας με την ποσότητα του (C. Fetter, 1988. Γ. Καλλέργη, 2000).
Όλα τα υπόγεια νερά περιέχουν διαλυμένα άλατα που η συγκέντρωση τους κυμαίνεται από 25 mg/L ή και λιγότερα στις πηγές μέσα σε πυριτικά πετρώματα, μέχρι πάνω από 300.000 mg/L σε υπεράλμυρα νερά «σαλαμούρες».
Το είδος και η συγκέντρωση των διαλυμένων αλάτων εξαρτάται από την φύση των πετρωμάτων - μέσω των οποίων κινείται το υπόγειο νερό – την ταχύτητα ροής κλπ. Κατά κανόνα τα υπόγεια νερά παρουσιάζουν υψηλότερη συγκέντρωση διαλυμένων αλάτων από τα επιφανειακά νερά γιατί τα πρώτα βρίσκονται για μεγαλύτερο χρόνο σε επαφή με ευδιάλυτα υλικά στα γεωλογικά στρώματα. Τα ευδιάλυτα αυτά άλατα προέρχονται κυρίως από τη διάλυση υλικών των πετρωμάτων.
Η οξυανθρακική ρίζα, που είναι συνήθως το επικρατέστερο ανιόν στα υπόγεια νερά, προέρχεται από το διοξείδιο του άνθρακα που ελευθερώνεται κατά την οργανική αποσύνθεση στο έδαφος. Οι τιμές της αλατότητας είναι μεγαλύτερες εκεί που η κίνηση του νερού είναι μικρότερη. Έτσι, η αλατότητα γενικά αυξάνει με το βάθος. Μια συνηθισμένη γεωχημική ακολουθία στα υπόγεια νερά, είναι εκείνη κατά την οποία κοντά στη επιφάνεια απαντούν δισανθρακικά νερά για να μεταπέσουν σε χλωριούχα νερά στους βαθύτερους σχηματισμούς (Γ Καλλέργη, 2000).
Το νερό της βροχής που φτάνει στην επιφάνεια του εδάφους περιέχει πολύ μικρές ποσότητες διαλυμένων αλάτων. Όταν φτάσει στην επιφάνεια, το νερό αντιδρά με τα ορυκτά του εδάφους και των πετρωμάτων, με τα οποία έρχεται σε επαφή. Η ποσότητα και ο τύπος των ορυκτών υλικών που διαλύονται εξαρτόνται από την χημική σύσταση και τη δομή των πετρωμάτων, από το pH και δυναμικό οξειδοαναγωγής Eh του νερού (Back – Hansaw, 1965). Το διαλυμένο διοξείδιο του άνθρακα που προέρχεται τόσο από την ατμόσφαιρα όσο και από οργανικές διασπάσεις στο έδαφος, αυξάνει τη διαλυτική ικανότητα του νερού καθώς το τελευταίο κινείται στο υπέδαφος (Hem, 1970).
Το υπόγειο νερό έτσι εμπλουτίζεται σε άλατα, τα οποία προέρχονται από τα διαλυτά συστατικά των πετρωμάτων μέσα από τα οποία κινείται.

### 7.2. ΠΟΣΟΤΗΤΑ - ΦΙΑΛΗ

Το δείγμα των 2L νερού είναι αρκετό ώστε να καλύψει όλες τις φυσικές και τις χημικές αναλύσεις (γενική ανάλυση και ιχνοστοιχεία) ρουτίνας, όπως οι αναλύσεις που γίνονται στο χημείο του ΙΓΜΕ, όμως όταν απαιτείται και ειδικός προσδιορισμός, το δείγμα του νερού πρέπει να είναι ανάλογα μεγαλύτερο.
Τα δοχεία των δειγμάτων νερού είναι αυτά που χρησιμοποιούνται κοινώς στην υδρογεωλογική δειγματοληψία, με την ιδιότητα να είναι καθαρά πλαστικά PVC, κατάλληλη χωρητικότητα (2λίτρων), ανθεκτικά ώστε να αντέχουν στη μεταφορά, στην σύγκρουση και στην εσωτερική πίεση. Όλοι οι φιάλες διαθέτουν αποδοτικό κλείσιμο για να προστατεύει το δείγμα από την μόλυνση, διαρροή και να μη χάνουν ή αποκτούν αέρια, φυλαγμένα υπό σκιά σε θερμοκρασία δωματίου (Εικ.7.2.1).

### 7.3. ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Η συλλογή του νερού από τα πηγάδια επιτυγχάνεται με την χρήση του δειγματολήπτη ή της αντλίας, και από την πηγή των Πολιτικών με την φυσική ροή στο σημείο εκροής.
Για να είναι το νερό του δείγματος πιο αντιπροσωπευτικό , ξεπλένεται η φιάλη 2 -3 φορές με το ίδιο νερό του σημείου, πριν το γέμισμα της. Το δείγμα από το πηγάδι συλλέγεται σε αρκετό χρόνο μετά το ξεκίνημα της αντλίας για να αποφεύγεται το νερό των φίλτρων, και εάν πρόκειται για δειγματολήπτη πρέπει να κατεβάζεται στο βυθό του πηγαδιού.

*Εικ.7.2.2: 1, 2: Μερικά δείγματα νερού προς χημικές αναλύσεις στο εργαστήριο υδροχημείας του Τομέα Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας. 3, pH και αγωγιμόμετρα. 4, στάδιο υπαίθριες αναλύσεις στο όχημα*
*Photo 7.2.2: 1, 2, some of water sample ready for chemical analyses in the laboratory of Hydrochemistry. 3, pH and conductivity kit testers. 4, field chemical analyses in a vehicle.*

Ο δειγματολήπτης έχει χωρητικότητα 5λίτρων. Σε κάθε δείγμα πριν το σφράγισμα μετριέται επί τόπου η θερμοκρασία του (νερό, αέρας), pH, ηλεκτρική αγωγιμότητα EC, Σύνολο διαλυμένων στερεών TDS, Eh (mV) και Salinity. Πρέπει να σημειώνονται οι απαραίτητες παρατηρήσεις, όπως κωδικός δείγματος, χρήση του νερού (ύδρευση / άρδευση), τρόπος συλλογής του νερού (αντλία / δειγματολήπτης), ώρα – ημερομηνία, και ορατή θολότητα, χρώμα, οσμή αν υπάρχει (εικόνα.1).
*Όργανα*: (Kit) HI 98127, pH Tester with Replaceable Electrode.
DiST, (Kit) HI 98304, EC Tester.
WTW. pH 320/SET. Microprocessor pH – mV meter, ºC
WTW. LF 330/SET. Conductivity Hand-held meter, Salinity, TDS, ºC

## 7.4. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

Γενικά: Είναι γνωστό ότι, όσο μικρότερος είναι ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ της συλλογής του δείγματος νερού και της ανάλυσης του, τόσο πιο ακριβές είναι το αποτέλεσμα της χημικής ανάλυσης. Γι` αυτό στην εργασία αυτή προβλέπεται να γίνει πολύ σύντομος αυτός ο χρόνος συλλογής – ανάλυσης εκτός από την μέτρηση της θερμοκρασίας.
Για την αποφυγή κάθε τυχόν αλλαγής στην σύσταση των δειγμάτων (ανάπτυξη μικροοργανισμών), ήταν απαραίτητο να φυλάσσονται τα δείγματα σε σκοτεινό χώρο με χαμηλή θερμοκρασία ( μέχρι 19°C) πριν την ανάλυση.
Μερικά ιόντα χάνονται από την ιοντική ανταλλαγή με τα τοιχώματα του δοχείου, το πρόβλημα αυτό αποφεύγεται με την επιλογή των καταλλήλων φιαλών χωρίς ανάγκη συντήρησης τους .

### *7.4.1. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ*

Στην εργασία αυτή έχει γίνει συλλογής δειγμάτων σε τέσσερις φάσεις και 00000 μετρήσεις, από τις οποίες 0000 στην ύπαιθρο, και 0000 στο εργαστήριο. Οι χημικές

αναλύσεις εκτελέστηκαν στο εργαστήριο χημικών αναλύσεων του ΙΓΜΕ, στο εργαστήριο του Τομέα Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας και στο υδροχημείο του Τομέα Δυναμικής Τεκτονικής και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας (ΕΚΠΑ).
1/ Γενική χημική ανάλυση: είναι αναλύσεις ρουτίνα στα κύρια συστατικά (Ca, Mg, Na, K, $CO_3$/$HCO_3$, Cl, $SO_4$, $NO_3$, $CaCO_3$) επίσης $PO_4$, $NH_4$, $NH_3$, $NO_2$ και $NO_3$.
2/ Ιχνοστοιχεία: είναι η ανάλυση των βαρέων μετάλλων (Cr, Cd, Cu, Fe, Mn, Pb, και Zn) από ένα σύνολο 000 επιλεγμένων δειγμάτων.

### *7.4.2. ΕΚΦΡΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ*

Μοριακότητα κατά βάρος (Molality, m), η συγκέντρωση δίνεται σε βάρος διαλυμένης ουσίας, **i** (γραμμομόρια, moles) δια του βάρος διαλύματος (του νερού), στο οποίο περιέχεται ($m_i$ **= moles$_i$ / 1kg** νερού). Μονάδα μέτρησης είναι ***ppm*** (μέρη ανά εκατομμύριο) ή ***ppb*** (μέρη ανά δισεκατομμύριο).
Μοριακότητα κατά κατ` όγκο (molarity,), η συγκέντρωση δίνεται σε βάρος διαλυμένης ουσία γραμμομόρια (moles) ανά λίτρο δείγματος (**$M_i$ = moles / 1λίτρο νερού**). Μονάδα μέτρησης είναι το ***mg/L*** (χιλιοστόγραμμο ανά λίτρο) και ***μg/L*** (μικρογραμμάριο ανά λίτρο).
Ισοδύναμα ανά εκατομμύριο (equivalent per million), η συγκέντρωση της διαλυμένης στο νερό ουσίας, δίνεται σε χημικό ισοδύναμο εκφρασμένο σε ισοδύναμο ανά εκατομμύριο. Η μονάδα μέτρησης είναι ***meq/L*** (χιλιοστοϊσοδύναμο ανά λίτρο), (C. W. Fetter, 1988).

### *7.4.3. Όργανα και τεχνική αναλύσεων*

Η ανάλυση κάθε δείγματος καλείται «μικροχημεία με μακρο-όγκος» γιατί όλοι οι προσδιορισμοί απαιτούν ποσοτικό προσδιορισμό με μιλιογραμμάρια ή και κλάσμα του. Η τεχνική της ανάλυσης του νερού περιλαμβάνει την βαρομετρική, την ογκομετρική, την φλογοφωτομετρική, και την ατομική απορρόφηση μέθοδο ανάλυσης.
Τα όργανα που διατίθενται στο εργαστήρια του ΙΓΜΕ, του Τομέα Γεωχημείας και του Τομέα Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, περιλαμβάνουν μεταξύ των άλλων, το μηχάνημα φλογοφωτόμετρο, (PERKIN-ELMER-603) ατομική απορρόφηση φασματοφωτόμετρο, HACH DR/2010 φασματοφωτόμετρο και HACH Digital Titrator.
Στα δείγματα που ορίζονται για εξέταση στο φλογοφωτόμετρο έγινε διήθηση, ενώ για δείγματα για εξέταση στο φασματοφωτόμετρο έπρεπε να γίνει διήθηση και πρόσθεση (σταθερότυπα) σταγόνες νιτρικό οξύ μέχρι το pH του δείγματος να κατέβει στο ≈2.

## 7.5. ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

### *7.5.1. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C*

Η θερμοκρασία των υπόγειων νερών καθορίζεται κυρίως από την θερμοκρασία των πετρωμάτων, τα οποία περιβάλλουν, όμως τείνει πάντα να παραμένει σταθερή, εκτός από επιφανειακά νερά που παρουσιάζουν διακυμάνσεις ως αποτέλεσμα των μεταβολών της ηλιακής ενέργειας στην επιφάνειας της γης. Η θερμοκρασία υπόγειου νερού επηρεάζεται και από τις μεταβολές της πιεζομετρικής επιφάνειας του υδροφόρου. Γενικά το νερό των βαθιών γεωτρήσεων είναι πιο ζεστό από των αβαθών (Κ. Βουδούρης, 2009).

### *7.5.2. ΣΥΝΟΛΟ ΔΙΑΛΥΜΕΝΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ (T.D.S)*

Το σύνολο διαλυμένων στερεών στο νερό (**TDS**), είναι η συνολική συγκέντρωση στο νερό αλάτων, η οποία συνήθως απομένει, όταν το δείγμα του νερού εξατμίζεται μέχρι ξήρανσης. Υπολογίζεται από το άθροισμα του συνόλου των κατιόντων και ανιόντων σε ppm.
Το TDS αποτελεί ασφαλή δείκτη της μεταλλικότητας στη μελέτη της ποιότητας του υπογείου νερού. Ανάλογα της περιεκτικότητας σε T.D.S έχουν προταθεί διαφορετικές ταξινομήσεις του υπογείου νερού, όπως Correll, 1958, CarrollL, 1966, Davis De Wiest, 1966, και Hem, 1970.

1/ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ HEM (1970)

| Χαρακτηρισμός του νερού | Συγκέντρωση TDS σε mg / L |
|---|---|
| Γλυκό νερό - Fresh | 1.000 |
| Μέτρια αλατούχο νερό - Moderate saline | 3.000 – 10.000 |
| Πολύ αλατούχο νερό - Very saline | 10.000 – 35.000 |
| Υφάλμυρο (σαλαμούρα) - Brine | 35.000 |

2/ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ DAVIS DE WIEST (1966)

| ***Χαρακτηρισμός του νερού*** | ***Συγκέντρωση TDS σε mg/ L*** |
|---|---|
| ***Γλυκό νερό (Fresh)*** | 0 – 1.000 |
| ***Υφάλμυρο νερό (Brackish)*** | 1.000 – 10.000 |
| ***Αλμυρό νερό (Salt or Saline)*** | 10.000 – 100.000 |
| **Σαλαμούρα (Brine)** | 100.000 |

3/ Η ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΕΙΤΑΙ ΣΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΑ ΕΡΓΑΣΙΑ

< 1.000 mg/L = Γλυκό νερό
1.000 mg/L – 2.000 mg/L = Μέτρια γλυκό
2.000 mg/L – 3.000 mg/L = Μέτρια αλμυρό
3.000 mg/L – 4.000 mg/L = Αλμυρό
> 4.000 mg/L = Πολύ αλμυρό

*Επίδραση της ποιότητας του αρδευτικού νερού στην γεωργική απόδοση (AYERS,1975)*

| Προβλήματα και ποιοτικές παράμετροι | Κανένα πρόβλημα | Αυξανόμενα προβλήματα | **Σοβαρά προβλήματα** |
|---|---|---|---|
| Επίδραση αλατότητας στην καρποφορία **TDS** (mg/L) | <480 | 480 - 1920 | >1920 |
| Αποκροκύδωση εδάφους και μείωση **K** και κατείσδυση **TDS** (mg/L) | >320 | <320 | <120 |
| **Διορθωμένο SAR** | <6 | 6 - 9 | >9 |

### *7.7.3. ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ - ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ (EC)*

Η ειδική αγωγιμότητα αποτελεί μέτρο της ικανότητας του νερού να μεταβιβάζει το ηλεκτρικό ρεύμα. Η ιδιότητα αυτή σχετίζεται με την συνολική συγκέντρωση των ιονισμένων στο νερό ουσιών και την θερμοκρασία στην οποία γίνεται η μέτρηση. Η φάση των διαφόρων διαλυμένων ουσιών, η πραγματική και η σχετική συγκέντρωση, και η ιοντική δύναμη του διαλύματος ουσιωδώς επηρεάζουν την ειδική αγωγιμότητα. Έτσι ορίζεται ως η αγωγιμότητα ενός $cm^3$ νερού στην θερμοκρασία των 25°C (αύξηση της θερμοκρασία ανά μονάδα °C συνδέεται με % αύξηση στην αγωγιμότητα). Συνεπώς το TDS έχει σχέση με την ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα.
Η ηλεκτρική αγωγιμότητα μετριέται στο εργαστήριο και στο ύπαιθρο με αγωγιμόμετρα που δίνουν γρήγορο προσδιορισμό του TDS σε (μονάδα micromhos/cm που είναι επί ένα εκατομμύριο της μονάδας mhos/cm) θερμοκρασία του εργαστηρίου ή υπαίθρου ( Καλλέργη, 2000. K. R. Karanth, 2003).

### *7.5.4. ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ*

Η αλατότητα (Salinity) υποδεικνύει πάντα την παρουσία των αλάτων του εδαφους ή του νερού. Υπάρχει σειρά από υπαίθριες και εργαστηριακές αναλύσεις για την εκτίμηση και μονάδες έκφρασης της αλατότητας.
Η αλατότητα μετρείται συνήθως ως ηλεκτρική αγωγιμότητα EC, του νερού ή διάλυμα έδαφος, η οποία είναι καλή ένδειξη του συνόλου διαλυμένων στερεών TDS.
Η μονάδα αλατότητας: Siemens per metre (ds/m) (www.Salinity unit converter).

### *7.5.5. ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ*

Η αλκαλικότητα του νερού είναι η ιδιότητα του να δέχεται πρωτόνια ή να εξουδετερώνει οξέα. Επειδή η αλκαλικότητα οφείλεται πρακτικά εξ ολοκλήρου στην

παρουσία των ανθρακικών και οξυανθρακικών ιόντων, η τιτλοδοτημένη αλκαλικότητα εκφράζεται ως η ισοδύναμη συγκέντρωση $CaCO_3$ (Πίν. 7)
Η αλκαλικότητα ονομάζεται ανθρακική όταν για την τιτλοδότηση χρησιμοποιείται η φαινολοφθαλείην για pH = 8 - 8.2 και δισανθρακική όταν χρησιμοποιείται το πορτοκαλί του μεθυλίου για pH = 8 – 4.5 ή αντίστοιχα αλκαικότητα φαινολοφθαλεϊνης και αλκαλικότητα ηλιανθίνης.
Γενικά η αλκαλικότητα του νερού προκαλείται αρχικά από την παρουσία των οξυανθρακικών, ανθρακικών και υδροξειδίων. Η σχετική συγκέντρωση του υδροξειδίου, ανθρακικών και οξυανθρακικών οφείλεται στην θερμοκρασία, pH και συγκέντρωση άλλων διαλυμένων στερεών. Οξέα όπως του βορικού, φωσφορικού και πυριτικού επίσης υποβάλλουν στη αλκαλικότητα
Το μεγαλύτερο μέρος των ανθρακικών και δισανθρακικών ιόντων στα υπόγεια νερά, προέρχεται από τη διάλυση των ανθρακικών πετρωμάτων, η οποία διευκολύνεται από το $CO_2$ το οποίο το νερό προσλαμβάνει από την ατμόσφαιρα και το έδαφος (οργανική προέλευση). Η άμεση συνεισφορά των υδροξειδίων στην αλκαλικότητα είναι ελάχιστη στην φύση και η παρουσία τους οφείλεται από επαναχρησιμοποίηση του νερού ή από κάποια ρύπανση.

### *7.5.6. ΟΞΥΤΗΤΑ*

Η οξύτητα του νερού είναι η ιδιότητα του να δίνει πρωτόνια ή να αντιδρά με ιόντα του υδροξειδίου. Η τιτλοδότηση της οξύτητας εκφράζεται σε mg/L $H^+$ ιόντων ή ως ισοδύναμη συγκέντρωση του $H_2SO_4$ ή του $CaCO_3$.
Προέλευση της οξύτητας περιλαμβάνει ιόντα του $HCO_3$ που αντιδρούν με το OH για να σχηματίζουν το $CO_3$ και $H_2O_2$, και με οξέα όπως υδροφθορικό HF και το υδρόθειο $H_2S$ ή HCl.
Συμπεραίνεται ότι τα οξέα των ορυκτών συνεισφέρουν στην οξύτητα όταν το δείγμα έχει χαμηλό pH < 7. Η οξύτητα αυξάνει την διαβρωτική ιδιότητα του νερού και έχει αρνητικές επιπτώσεις στη λειτουργία των εγκαταστάσεων και στα συστήματα αποχέτευσης.

### *7.5.7. pH*

Το pH περιγράφεται ως το αντίθετο του δεκαδικού λογάριθμου της συγκέντρωσης ιόντων υδρογόνου σε μόρια ανά λίτρο. Η κλίμακα πρακτικού pH εκτείνεται από μηδέν, πολύ όξινο, μέχρι 14 πολύ αλκαλικό, με μεσαία τιμή 7 αντιστοίχως με την ακριβή ουδετερότητα σε θερμοκρασία 25 °C.
Στα περισσότερα φυσικά νερά το pH βρίσκεται από 6 μέχρι 8.5. Εκτιμάται η τιμή του pH χρωμομετρικώς ή ηλεκτρομετρικώς, η πρώτη χρησιμοποιείται στις μετρήσεις υπαίθρου.

### *7.5.8. ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ*

Η σκληρότητα είναι η ιδιότητα του νερού να εμποδίζει το σχηματισμό αφρού με το σαπούνι. Το σαπούνι σε σκληρό και ζεστό νερό δημιουργεί νιφάδες. Η σκληρότητα οφείλεται κυρίως στα μεταλλικά ιόντα $Ca^{++}$ και $Mg^{++}$ αν και σε πολύ μικρό ποσοστό όμως συνεισφέρουν και ιόντα Fe, S, Al, Zn, Mn και τα ιόντα του $HCO_3$, Cl, $SO_4$, και $NO_3$.
Πρακτικά, τα ιόντα του ασβεστίου είναι ο σημαντικότερος παράγοντος της σκληρότητας του νερού, η παρουσία του οποίου στο νερό οφείλεται στο :
1/ Όξινο ανθρακικό ασβέστιο, **$Ca(HCO_3)_2$**, προκύπτει κατά την διαλυτοποίηση του ασβεστόλιθου $CaCO_3$, από το νερό της βροχής που είναι εμπλουτισμένο με $CO_2$ από την ατμόσφαιρα ή από την βακτηριακή δράση σε οργανικές ουσίες του εδάφους.

$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

2/ Θειϊκό ασβέστιο, **$CaSO_4$**, προέρχεται από τη διάλυση της γύψου, $CaSO_4.H_2O$, όταν το νερό διέλθει από τέτοια πετρώματα παρ΄ όλο που η διαλυτότητα της γύψου είναι πολύ μικρή.

3/ Χλωριούχο ασβέστιο, **$CaCl_2$**, η παρουσία του στο νερό εξηγείται με τη μερική εξουδετέρωση του Ca $(HCO_3)_2$ από το HCl που παράγεται κατά την χλωρίωση ή κάποιες ρυπάνσεις.
Ανάλογα εξηγείται η παρουσία των αντιστοίχων ενώσεων του μαγνησίου, όπως η παρουσία του νιτρικού ασβεστίου η οποία γίνεται δεκτή σε μεμονωμένες περιπτώσεις.
Η σκληρότητα διακρίνεται σε *ολική*, *παροδική* και *μόνιμη*
*α- Ολική σκληρότητα*, **$H_T$** (Total Hardness) η οποία συνήθως εκφράζεται σε ισοδύναμο $CaCO_3$ σε mg/L. Έτσι:

$$H_T = Ca\ \frac{Ca\ CO3}{Ca} + Mg\ \frac{Ca\ CO3}{Mg}$$

Όπου οι συγκεντρώσεις Ca και Mg εκφράζονται σε mg/L και οι λόγοι σε ισοδύναμα βάρη. Υπολογίζεται από την απλοποιημένη μορφή της πιο πάνω εξίσωσης,

$H_T = 2.5\ Ca + 4.1\ Mg$ (όταν εκφράζεται σε meq/L) ή

$H_T = (\ Ca + mg\ )\ 50$ (όταν εκφράζεται σε mg/L)

*b- Παροδική σκληρότητα ή ανθρακική*, (Temporary Hardness) οφείλεται στα όξινα ανθρακικά άλατα ασβεστίου και μαγνησίου: Ca $(HCO_3)_2$ Mg $(HCO_3)_2$. Υπολογίζεται η παροδική σκληρότητα από τον τύπο $(HCO_3 \bullet 50)$ σε mg/L.
Η παροδική οφείλει τον χαρακτηρισμό της στο γεγονός, ότι με την θέρμανση του νερού ή με εξάτμιση ή κατά την παραμονή αποβάλλεται με τη μορφή δυσδιάλυτων ενώσεων.

$$Ca\ (HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O + CO_3$$
$$Mg\ (HCO_3)_2 \rightarrow Mg\ (OH)_2 + 2\ CO_2$$

*γ- Μόνιμη σκληρότητα ή μη ανθρακική*, (Permanent Hardness) οφείλεται στα θειικά και τα χλωριούχα άλατα του ασβεστίου και του μαγνησίου. Η σκληρότητα που οφείλεται στα θειικά άλατα ονομάζεται και θειική.

Τα $CaCO_3$ που σχηματίζονται στην θέρμανση μαζί με το αδιάλυτο $Mg(OH)_2$, δημιουργούν το «πουρί» που αποτίθεται στα τοιχώματα των λεβήτων και των σωληνώσεων ύδρευσης, αλλά και των οικιακών βρασμού (τσαγιέρες). Η μόνιμη σκληρότητα υπολογίζεται ως εξής:
Μόνιμη = Ολική - Παροδική.
Στον άνθρωπο η αλλαγή της σκληρότητας του πόσιμου νερού μπορεί να προκαλέσει προσωρινές διαταραχές, αλλά ο οργανισμός προσαρμόζεται γρήγορα. Γενικά η σκληρότητα του νερού μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στην οικιακή χρήση.

*Χαρακτηρισμός του νερού με την σκληρότητα*
Ανάλογα με την ολική σκληρότητα του νερού έχουν προταθεί οι πιο κάτω ταξινομήσεις :

| ***Σκληρότητα $CaCO_3$ σε ισοδύναμο mg/L*** | ***Sawyer – Mc Carty 1967*** | ***Hem 1970*** |
|---|---|---|
| ***Μαλακό*** | 0 – 75 | 0 – 60 |
| ***Μέτρια σκληρό*** | 76 – 150 | 61 – 120 |
| ***Σκληρό*** | 150 – 300 | 121 – 180 |
| **Πολύ σκληρό** | > 300 | > 180 |

### *7.5.9. ΚΑΤΙΟΝΤΑ*

*ΑΣΒΕΣΤΙΟ*
Το ασβέστιο (Ca) διαλύεται πρακτικά από όλα τα πετρώματα, συνήθως βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες στα νερά των αποθέσεων των ασβεστόλιθων. Το νερό που συνδέεται με τους γρανίτες ή πυριτική άμμο μπορεί να περιέχει λιγότερα από 0 ppm.

Πολλά νερά σε περιοχή του ασβεστολιθικές περιοχές περιέχουν 30 μέχρι 100 ppm, και νερά που διασχίζουν γυψοφόρους αργιλικούς σχιστόλιθους περιέχουν μερικές εκατοντάδες ppm.
Το ασβέστιο δίνει την ιδιότητα της σκληρότητας (περιγράφηκε πριν). Οι σαλαμούρες μπορεί να περιέχουν μέχρι 70.000 mg/L ασβεστίου. Μικρές ποσότητες $CaCO_3$ είναι επιθυμητές στο νερό οικιακής χρήσης για προστατευτική κάλυψη που σχηματίζεται στους αγωγούς. Μεγάλη ποσότητα ασβεστίου σχετικά με ποσότητα του Νατρίου είναι επιθυμητή στο νερό για γεωργική χρήση, γιατί το ασβέστιο τείνει να διατηρεί στο έδαφος καλή δομή και διαπερατότητα (συσσωμάτωμα κολλοειδών).

*ΜΑΓΝΗΣΙΟ*
Το μαγνήσιο (Mg) βρίσκεται όγδοο στην σειρά αφθονίας μεταξύ των στοιχείων, και είναι κοινό συστατικό στα φυσικά νερά. Διαλύεται πρακτικά από όλα τα πετρώματα ( πυριγενή, ιζηματογενή και μεταμορφωμένα). Η προέλευση του είναι τα σιδηρομαγνησιούχα ορυκτά όπως ολιβίνες, πυρόξενοι, αμφοίβολοι και βιοτίτης από τα πυριγενή, ο χλωρίτης, μοντμοριλλονίτης, και σερπεντίνης από τα μεταμορφωμένα μαγνησίτης και άλλα ανθρακικά ορυκτά, ακόμα και οι δολομίτες που περιέχουν ίσες ποσότητες ασβεστίου και μαγνησίου.
Τα περισσότερα υπόγεια νερά περιέχουν σχετικά μικρές ποσότητες μαγνησίου, εκτός από εκείνα που είναι σε επαφή με τους δολομίτες ή πλούσια με μαγνήσιο εβαπορίτες στα οποία το Mg είναι το επικρατέστερο κατιόν των ιζηματογενών αλλά και από αργιλικά ορυκτά.
Το μαγνήσιο είναι βασικό στοιχείο για την σκληρότητα μαζί με το ασβέστιο. Συγκεντρώσεις πάνω από 125 mg/L σε μαγνήσιο μπορεί να προκαλέσει καθαρτικές και διουρητικές παρενέργειες στην άνθρωπο. Γενικές συγκεντρώσεις μαγνησίου στο φυσικό νερό είναι μικρότερες από 50mg/L, στο θαλασσινό νερό βρίσκεται άνω των 1000 mg/L, ενώ στις σαλαμούρες 57000 mg/L.

*ΝΑΤΡΙΟ*
Το νάτριο (Na) βρίσκεται έκτο στην σειρά σε αφθονία μεταξύ των στοιχείων, και παρουσιάζεται στα περισσότερα φυσικά νερά. Το νάτριο προέρχεται κυρίως από τα πλαγιόκλαστα των πυριγενών και τα προϊόντα διάβρωσης τους όπως τα αργιλικά ορυκτά. Οι σχιστόλιθοι, οι εβαπορίτες όπως αλίτης, μικροβιλίτης και τα αργιλικά στρώματα δίνουν μερικές φορές υψηλές συγκεντρώσεις νατρίου στο νερό.
Η διήθηση του νερού από τα πετρώματα αυτά προς τον υποκείμενο υδροφόρο δημιουργεί πηγές ρυπάνσεις, όπως και η διήθηση αλμυρών απολιθωμένων νερών ή η διείσδυση της θάλασσας.
Η συνηθισμένη συγκέντρωση σε νάτριο είναι τα 20 mg/L, και στο θαλασσινό νερό είναι της τάξης 10.000 mg/L, και στις σαλαμούρες είναι της τάξης 25.000 mg/L περίπου.
Σχετικά ψηλές συγκεντρώσεις νατρίου βρίσκονται και σε σκληρά νερά.
Περισσότερα από 50 mg/L νατρίου και καλίου σε συνδυασμό με αιωρούμενα στερεά προκαλεί σαπωνοποίηση που επιταχύνει τη δημιουργία κρούστας και τη διάβρωση τους λέβητες. Τα ανθρακικά τους άλατα στις ανακυκλώσεις για ψύξης μπορεί να προκαλέσουν καταστροφή ξύλου στους ψυκτικούς πύργους. Συγκέντρωση νατρίου μεγαλύτερη από 65mg/L προκαλεί προβλήματα στην παραγωγή πάγου. Είναι απαραίτητο στην παθολογία του ανθρώπου, αλλά σε ψηλή περιεκτικότητα ιόντων νατρίου στο πόσιμο νερό αυξάνει την αρτηριακή πίεση. Είναι ακόμα απαραίτητο στην γεωργία. Η διαπερατότητα του εδάφους επηρεάζεται από την μεγάλη αναλογία του νατρίου.

*ΚΑΛΙΟ*
Το κάλιο (K) βρίσκεται έβδομο στην σειρά σε αφθονία μεταξύ των στοιχείων. Διαλύεται κυρίως από τους αστρίους (ορθόκλαστο και μικροκλινή), αστριοειδή, μερικούς μαρμαρυγίες και αργιλικά ορυκτά. Εν τούτοις αυτά τα ορυκτά έχουν

μικρότερη διαλυτότητα, γ` αυτό η συγκέντρωση του καλίου στο νερό είναι πολύ χαμηλή σε σχέση με εκείνη του νατρίου. Η συνηθισμένη συγκέντρωση στο υπόγειο νερό είναι μέχρι 10mg/L, στις θερμές πηγές μέχρι 100mg/L, και στις σαλαμούρες μέχρι 25.000 mg/L.

### *7.5.10. ΑΝΙΟΝΤΑ*

*ΑΝΘΡΑΚΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΣΑΝΘΡΑΚΙΚΑ (ΟΞΥΑΝΘΡΑΚΙΚΑ)*

Η οξυανθρακική ρίζα ($CO_3$ / $HCO_3$) που είναι συνήθως το επικρατέστερο ανιόν στα υπόγεια νερά, προέρχεται από το $CO_2$ που ελευθερώνεται κατά την οργανική αποσύνθεση στο έδαφος, αλλά και από βακτηριακή, ακόμα και από την ατμόσφαιρα. Κύρια προέλευση τους είναι και τα ανθρακικά πετρώματα και, και οι εβαπορίτες.

Η συνηθισμένη συγκέντρωση ανθρακικών $CO_3$ στα υπόγεια νερά είναι >10mg/L. Η συγκέντρωση των δισανθρακικών συνήθως είναι >500mg/L, στα οξυανθρακικά νερά ίσως να ξεπερνά τα 1000mg/L.

Η δισανθρακική ρίζα διασπάται στην θέρμανση σε ανθρακική, η οποία σχηματίζειι με τις αλκαλικές γαίες Ca και Mg κρούστα.

Νερά με υψηλή συγκέντρωση δισανθρακικής ρίζας και αλκαλικότητα είναι ακατάλληλα στις περισσότερες βιομηχανικές εργασίες.

*ΧΛΩΡΙΟ*

Τα χλωριόντα ($Cl^-$) παρουσιάζονται στις συνηθισμένες περιπτώσεις στα υπόγεια νερά σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Η κύρια προέλευση του χλωρίου στα υπόγεια νερά είναι τα ιζηματογενή πετρώματα, κυρίως οι εβαπορίτες, το απολιθωμένο νερό, το θαλασσινό νερό όταν ρυπαίνει τους παράκτιους υδροφόρους, και τα λύματα. Τα συστήματα των πυριγενών πετρωμάτων συμβάλλουν στην συγκέντρωση του.

Τα υπόγεια νερά τα οποία περιέχουν σημαντικές ποσότητες σε χλώριο και τείνουν να έχουν παράλληλα υψηλές ποσότητες σε νάτριο, είναι καθαρά ένδειξη πιθανότητας μόλυνσης από νερά θαλάσσιας προέλευσης. Γενικά, τα χλωριόντα στις υγρές περιοχές είναι λιγότερα από 10mg/L, ενώ στις ξηρές περιοχές είναι μεγαλύτερο από 1000mg/L, στο θαλασσινό νερό περιέχεται σε 2.000 μέχρι 24.000mg/L, και στις σαλαμούρες μέχρι 2.00.000mg/L.

Σε συγκεντρώσεις άνω των 100mg/L το νερό παίρνει αλμυρή γεύση. Η τυπική αλμυρή γεύση εξαφανίζεται από τα νερά που περιέχουν άνω των 1000mg/L χλώριο, όταν επικρατούν εκεί τα ιόντα του ασβεστίου και μαγνησίου.

Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις χλωρίου προκαλούν βλάβες στην φυσιολογία του ανθρώπου, και στην γεωργία, είναι και ανεπιθύμητο στις διάφορες βιομηχανικές χρήσεις.

*ΘΕΙΙΚΑ*

Η θειική ρίζα ($SO_4$) είναι ευρέως διαδομένη στην φύση. και σε συγκεντρώσεις που κυμαίνεται από λιγα και μέχρι μερικών χιλιάδων mg/L στα φυσικά νερά. Τα θειικά σχηματίζονται από την οξείδωση του πυρίτη και άλλα σουλφίδια των πυριγενών και ιζηματογενών πετρωμάτων. Οι πιο σπουδαίες αποθέσεις θειικών βρίσκονται στα ιζήματα των εβαποριτών (γύψου, ανυδρίτη, θειικών του νατρίου). Οι συνηθισμένες συγκεντρώσεις θειικών στα υπόγεια νερά είναι κάτω των 300mg/L, ενώ στις σαλαμούρες φτάνει τα 20.000mg/L.

Υψηλές συγκεντρώσεις θειικών στο νερό 250 - 1.000mg/L, κάνει την χρήση του, προβληματική για πόση (πικρή γεύση), και όταν υπερβαίνει τα 1.000mg/L, μπορεί να έχει καθαρτικές ιδιότητες, από τα σουλφίδια του νατρίου και του μαγνησίου. Είναι ανεπιθύμητο σε πολλές βιομηχανικές δραστηριότητες. Με τα ιόντα του ασβεστίου δημιουργούν κρούστα.

*ΑΖΩΤΟ **N**, (ΑΜΜΩΝΙΑ, **$NH_4$** – ΝΙΤΡΙΚΑ, **$NO_3$** – ΝΙΤΡΩΔΗ, **$NO_2$**)*

Παρ` όλο ότι μερικά από τα ηφαιστειακά πετρώματα περιέχουν άζωτο (N), το περισσότερο αζώτο στα υπόγεια νερά πιθανόν είναι βιοσφαιρικής προέλευσης. Τα μόρια του αζώτου από της ατμόσφαιρας μετατρέπονται σε οργανική ύλη από τα βακτήρια Rhizobium Species τα οποία διατηρούν το άζωτο και ζουν σε συμβιοτική σχέση με τα οσπριώδη φυτά (τριφύλλι, φασόλια, κτλ.) στους κόμβους των ριζών των φυτών. Επίσης, μερικά μη-οσπριώδη μπορούν να κρατούν τα βακτήρια στις ρίζες τους (Brill, 1977). Μέρος του N που κρατείται από τα βακτηρίδια αυτά διοχετεύεται προς πάνω από ίδια φυτά. Μετά το θάνατο και την σήψη των βακτηρίων και των φυτών, το άζωτο που πρωταρχικά κρατείται από την ατμόσφαιρα, μετατρέπεται από τα βακτήρια του εδάφους σε αμμωνία $NH_4$, η οποία κάτω από αερόβιες συνθήκες μεταβάλλεται σε νιτρικά από τα βακτήρια (Lynn Cameron,1973).

Η αμμωνία $NH_4$ είναι το κατιόν το οποίο μπορεί να απορροφηθεί από τα αργιλικά και τις οργανικές ουσίες του εδάφους όπου βρίσκεται κάτω από αναερόβιες συνθήκες, αλλά μπορεί να οξειδωθεί από τα βακτήρια Nitrifying σε νιτρικά κάτω από αερόβιες συνθήκες. Τα νιτρικά ιόντα είναι πλήρως ευκίνητα και είναι δυνατόν να στραγγίζονται κάτω από το επιφανειακό στρώμα του εδάφους από τα νερά της κατείσδυσης.

Μεγάλες συγκεντρώσεις N παρουσιάζονται στις περιοχές όπου σταυλίζονται ζώα και από τις ανθρώπινες δραστηριότητες όπως αστικά και βιομηχανικά λύματα και γεωργική δραστηριότητα.

Στην περιοχή όπου οι διαδικασίες εμπλουτισμού σε N συνεχίζεται κανονικά, η συγκέντρωση των νιτρικών – αζώτου στο υπόγειο νερό κυμαίνεται από 1-50mg/L.

Άλλη μορφή αζώτου είναι τα νιτρώδη $NO_2$, όπου είναι το ενδιάμεσο στάδιο προϊόν κατά το στάδιο της αζώτωσης. Παρουσιάζεται στο υπόγειο νερό σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις από τα νιτρικά. Το επίπεδο του αμμωνιακού - αζώτου στο υπόγειο νερό σπάνια υπερβαίνει το 1mg/L. Ενώ το οργανικό άζωτο παρουσιάζεται σε συγκεντρώσεις ασήμαντες.

Η συνηθισμένη συγκέντρωση νιτρικών $NO_3$ στο νερό είναι άνω των 10mg/L.

Τα νιτρικά είναι καρκινογόνα, σε περιεκτικότητα άνω των 100mg/L, δίνει στο νερό πικρή γεύση και προκαλεί σοβαρά προβλήματα στην φυσιολογία του ανθρώπου. Νερά από ρηχούς υδροφόρους με συγκεντρώσεις άνω των 45mg/L προκαλούν την γνωστή αρρώστια «μεθαιμοσφαιριναιμία» στα βρέφη.

Επειδή τα νιτρώδη $NO_2$ προκαλούν την μεθαιμοσφαιριναιμία, γι` αυτό οι επιτρεπτές συγκεντρώσεις στο νερό είναι πολύ χαμηλές της τάξης λιγότερο των 1mg/L ως νιτρώδες άζωτο. Είναι ανεπιθύμητες στις βαφές και στις ζυμώσεις, αυξάνουν την αντοχή των χαλύβδινων λεβήτων ψηλής πίεσης.

Το αμμωνιακό – αζώτο είναι ανεπιθύμητο στο νερό ύδρευσης εξαιτίας της γεύσης και της οσμής. Αντιδρά με το χλώριο και αυξάνει την ποσότητα του χλωρίου, απαραίτητο απολυμαντικό στο νερό. Η συνιστώσα ποσότητα αμμωνιακού – αζώτου στο πόσιμο νερό είναι περίπου 0.5mg/L (H. Bouwer, 1978).

*Φωσφορικά*

Βρίσκονται στο υπόγειο νερό, ανάλογα με την τιμή του pH σε διάφορες μορφές: $H_2PO_4^-$, $HPO_4^{-2}$, $PO_4^{-3}$. Η παρουσία τους σχετίζεται με την χρήση φωσφορικών λιπασμάτων στην γεωργία, καθώς και τη ρύπανση από αστικά λύματα. Μαζί με τα νιτρικά αποτελούν τους σπουδαιότερους παράγοντες δημιουργίας ευτροφισμού.

Ως ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση φωσφορικών στο νερό θεωρείται τα 5 mg/l, ενώ ως ενδεικτικό τα 0.4 mg/l (Κ. Βουδούρης).

### *7.5.11. ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ*

Τα περισσότερα ιχνοστοιχεία παρουσιάζονται στο υπόγειο νερό σε συγκεντρώσεις κάτω των 0.1 mg/L, ή μερικές φορές ανώτερα, ιδιαίτερα αν το νερό έρθει σε επαφή με μεταλλικά πετρώματα ή εμφανίσεις κοιτασμάτων. Πολλά ιχνοστοιχεία παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγο της τοξικής τους επίδρασης, ακόμη αν αυτά βρίσκονται σε ελάχιστες συγκεντρώσεις:

*Σίδηρος* **Fe**

Ο σίδηρος βρίσκεται κάτω από το αργίλιο σε σειρά μεταξύ των μετάλλων στην επιφάνεια της Γης. Κυρίαρχα ορυκτά του Fe θεωρούνται τα οξείδια του τρισθενούς, όπως είναι ο αιματίτης $Fe_2O_3$, ή τα ένυδρα οξείδια του τρισθενούς σιδήρου όπως είναι ο γκαιτίτης FeOOH, καθώς και τα διάφορα δίμορφα ορυκτά. Σημαντικά κοιτάσματα σιδήρο-μεταλλεύματος, αποτελούνται από διάφορα ορυκτά, όπως είναι ο σιδηρίτης $FeCO_3$, ο σιδηροπυρίτης $FeS_2$, και ιλμενίτης $FeO.TiO_2$. Πέρα από την ευρεία κατανομή, τα φυσικά νερά περιέχουν μεταβλητή αλλά και ελάχιστη ποσότητα σιδήρου. Μερικά υπόγεια νερά περιέχουν αξιοσημείωτα υψηλές συγκεντρώσεις σιδηρού.

Συνηθισμένη συγκέντρωση του στα καλά αεριζόμενα νερα γενικά είναι λιγότερο των 0.5mg/L. Όταν το pH είναι μικρότερο από 8, η περιεκτικότητα του υπογείου νερού σε σίδηρο μπορεί να φτάσει τα 10mg/L, και σπάνια τα 50mg/L. Όξινα νερά (θερμές πηγές, απόβλητα μεταλλείων και βιομηχανιών) μπορεί να έχουν συγκεντρώσεις σιδήρου άνω των 6000mg/L.

Σε συγκεντρώσεις άνω των 0.1mg/L γίνεται ίζημα, όταν υποβάλλεται στον αέρα προκαλεί θολότητα, αφήνει κηλίδες σε αγωγούς σωλήνες και συσκευές. Δημιουργεί πικρή στυπτική γεύση και δίνει χαρακτηριστικό χρώμα στις τροφές και σε ποτά. Σε συγκεντρώσεις πάνω των 0.2mg/L το νερό γίνεται ακατάλληλο σε πολλές βιομηχανικές χρήσεις.

Κάτω από συνθήκες αναγωγής, ο σίδηρος $Fe_2$ είναι σχετικά ευδιάλυτο στα νερά. Ο σίδηρος $Fe_3$ είναι ευδιάλυτο μόνο σε pH κάτω του 5. Η επαφή με τον αέρα ο σίδηρος οξειδώνεται σε $Fe_3$ και υδρολύεται για να σχηματίζει οξείδιο του $Fe_3$. Αυτή είναι η επικρατούσα μορφή σιδήρου στα δείγματα νερού. Είναι γεγονός ότι η σύνθεση του σιδήρου μπορεί να υποστεί αλλαγή, αποτέλεσμα ανάπτυξης των βακτηριδίων στο δείγμα κατά τη διάρκεια αποθήκευσής του δείγματος.

*Κάδμιο* **Cd**

Το κάδμιο έχει τοξική ιδιότητα. Ελάχιστες ποσότητες καδμίου μπορεί να είναι ύποπτα να προκαλέσουν προβλήματα στην υγεία του ανθρώπου. Συγκέντρωση καδμίου άνω των 200μg/L βρίσκεται τοξική σε μερικά ψάρια. Από την άλλη μεριά υπάρχουν ενδείξεις ότι το κάδμιο είναι απαραίτητο στη δίαιτα.

Η συγκέντρωση του καδμίου στα πόσιμα νερά στις Ενωμένες Πολιτείες περιορίζεται μεταξύ 0.4 – 60μg/L, ως μεσαία συγκέντρωση 8.2μg/L. Το κάδμιο εισάγεται στο νερό ως μέσω των εργοστασιακών αποβλήτων και διάβρωσης των διαβρωμένων σωλήνων.

*Χαλκός* **Cu**

Τα περισσότερα ορυκτά του χαλκού είναι σχετικά αδιάλυτα. Μικρές ποσότητες του χαλκού βρίσκονται στα νερά. Η παρουσία του χαλκού σε ποσότητες μεγαλύτερες από ίχνη συνήθως αποδίδεται στη διάβρωση των χάλκινων αγωγών από τα νερά, στα βιομηχανικά απόβλητα, ή στην χρήση των αλάτων του χαλκού για το έλεγχο της καλλιέργειας.

Ο χαλκός είναι απαραίτητο στοιχείο για τον οργανισμό του ανθρώπου. Η ημερήσια ανάγκη ενηλίκων εκτιμάται στο 2.0mg/L. Μεγάλες δόσεις προκαλούν εμετού, και μπορεί να βλάπτουν σοβαρά το συκώτι. Σε ποσότητες πάνω των 1.0mg/L, ο χαλκός δίδει πικρή γεύση στο νερό. Η περιεκτικότητα του στο πόσιμο νερό δεν υπερβαίνει 600μg/L, αλλά γενικά βρίσκεται κάτω από 30μg/L. Ο χαλκός δεν έχει σωρευτικές ιδιότητες και δεν είναι τοξικό όπως ο μόλυβδος και ο υδράργυρος.

Η τοξικότητα του χαλκού στους υδρόβιους μικροοργανισμούς διαφέρει όχι μόνο από το είδος αλλά με τις φυσικές ιδιότητες του νερού, όπως η θερμοκρασία, σκληρότητα , θολότητα και περιεκτικότητα σε $CO_2$.

Ο χαλκός είναι ανεπιθύμητος στο νερό που χρησιμοποιείται στην βιομηχανία κονσερβοποιείας. Ο χαλκός παρ` όλο ότι είναι απαραίτητος, τα φυτά διαφέρουν πολύ

στις αντοχές τους, π.χ. χαμηλές συγκεντρώσεις βλάπτουν σοβαρά τα σπορόφυτα πορτοκάλια, λινάρια, ζαχαρότευτλο, ντομάτα και κριθή, ενώ ψηλές συγκεντρώσεις δεν έχουν επιβάρυνση στη βρόμη και στο λάχανο.

*Μαγγάνιο* **Mn**
Το μαγγάνιο αποτελεί ένα από τα πιο άφθονα στοιχεία της λιθόσφαιρας. Οι συνηθισμένες τιμές συγκέντρωσης του στα πετρώματα κυμαίνεται από 350 – 2000ppm (KABATA – PENDIAS at al, 1984) και οι υψηλότερες από αυτές συνδέονται με μαφικά και υπερμαφικά πετρώματα (δουνίτες, περιδοτίτες, πυροξενίτες).
Σχηματίζει ένα σημαντικό αριθμό ορυκτών όπου εμφανίζεται ως: $Mn^{2+}$, $Mn^{3+}$ και $Mn^{4+}$. Ως δισθενές κατιόν, Mn, αντικαθιστα άλλα δισθενή κατιόντα ($Fe^{2+}$, $Mg^{2+}$) σε πυριτικά και οξείδια.
Το δισθενές μαγγάνιο βρίσκεται στο νερό σε ιοντική μορφή εξαιτίας της απόλυτης απουσίας οξυγόνου. Κύριες πηγές προέλευσης του μαγγανίου στο υπόγειο νερό είναι το έδαφος, τα ιζήματα και τα μεταμορφωμένα πετρώματα, ιδιαίτερα εκείνα που είναι πλούσια σε μαρμαρυγίες, αμφιβόλους και κεροστίλβες. Αν και σπανίως βρίσκεται σε συγκεντρώσεις πάνω από 1mg/L, αλλά η συνηθισμένη συγκέντρωση του μαγγανίου στο υπόγειο νερό είναι λιγότερο από 0.2mg/L. Στα όξυνα νερά των μεταλλείων μπορεί να φτάσει τα 100mg/L.
Σε συγκεντρώσεις άνω των 0.2mg/L το μαγγάνιο, προκαλεί δυσάρεστη γεύση. Είναι ανεπιθύμητο στο νερό για μαγείρεμα και στα πλυντήρια γιατί δημιουργεί κηλίδες στα ρούχα και στις σωλήνες. Οι περισσότερες βιομηχανικές χρήσεις απαιτούν συγκεντρώσεις μαγγανίου λιγότερο από 0.1mg/L. Σε συγκεντρώσεις 0.2mg/L γίνεται τοξικός.

*Μόλυβδος* **Pb**
Ο μόλυβδος είναι αρκετά διαδεδομένος στο στερεό φλοιό της Γης αποτελώντας τα 0.0015%. Είναι ένα σοβαρό επισωρευτικό τοξικό και πρέπει να αποφεύγεται. Κύρια πηγή προέλευσης του μολύβδου στο νερό είναι τα μαγματικά πετρώματα, ηφαιστίτες, βασάλτες, γαββρικοί, ρυόλιθοι και μεταλλοφόρες περιοχές του μολύβδου, κυρίως τα ορυκτά γαληνίτης, και κερουσίτης, PbS, και $PbCO_3$ αντίστοιχα. Χρησιμοποιείται στην κατασκευή των σωλήνων ύδρευσης που θεωρείται σαν αίτια μόλυνσης. Τα φυσικά νερά σπανίως περιέχουν συγκεντρώσεις σε μόλυβδο πάνω από 20μg/L, αλλά τιμές όπως 400μg/L, έχουν σημειωθεί στα υπόγεια νερά. Το επιτρεπτό όριο μολύβδου στο νερό είναι μέχρι 0.05mg/L.

*Ψευδάργυρος* **Zn**
Ο ψευδάργυρος απαντά στην φύση σε αναλογία 0.007%. Είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη του ανθρώπου (το οξείδιο του ψευδάργυρου χρησιμοποιείται ως αντισηπτικό στην φαρμακευτική). Ο ψευδάργυρος προέρχεται κυρίως από τα μαγματικά πετρώματα γαββρικής σύστασης, όξινων γρανιτών και γρανοδιοριτών, ως και από τα χουμικά συστατικά του εδάφους, και ορυκτά του σφαλερίτη κτλ.
Η συγκέντρωση του ψευδαργύρου στο υπόγειο νερό κυμαίνεται μεταξύ 0.02 και 25mg/L. Στις περιοχές της μεταλλοφορίας οι συγκεντρώσεις ψευδαργύρου φθάνουν μέχρι 345 mg/L στο υπόγειο νερό. Η συγκέντρωση του στο νερό πάνω από 5mg/L, δημιουργεί μια πικρή γεύση, γι` αυτό δεν συνιστάται στο πόσιμο νερό.

*Φώσφορος* **P**
Ο απατίτης [$Ca_5$ (OH, Cl, F) $(PO_4)_3$] **($P_2O_5$ 42%).** Είναι ημίσκληρο ορυκτό και χαμηλής διαλυτότητας, είναι το βασικότερο ορυκτό του φωσφόρου. Έτσι, η συγκέντρωση του φωσφόρου στα περισσότερα υπόγεια νερά είναι μέχρι 0.1 mg/L.

*Νικέλιο* **Ni**
Οι συγκεντρώσεις του νικελίου εμφανίζονται υψηλότερες στα μαφικά πετρώματα και κυμαίνονται από 1400 ως 2000ppm. Σε επιφανειακά πετρώματα το νικέλιο

εμφανίζεται πρωτογενώς σε σουλφίδια και αρσενίδια και το μεγαλύτερο ποσοστό αυτού σε σιδερομαγνησιούχα, αντικαθιστώντας το σίδερο. Επίσης, συνδέεται με ανθρακικά, φωσφωρικά και πυριτικά.
Ο νικελίνης [NiAs] (**Ni 43%**) ημίσκληρος και χαμηλής διαλυτότητας, είναι από τα βασικότερα ορυκτά του νικελίου. Τα σπουδαιότερα κοιτάσματα νικελίου (γρανιερίτης) είναι τα σιδηρονικελιούχα της κεντρικής Εύβοιας στην περιοχή έρευνας. Η συγκέντρωση του νικελίου στα υπόγεια νερά της Εύβοιας < 0.001ppb/l.

*Χρώμιο* **Cr**
Το χρώμιο απαντάται σε πολλά ορυκτά, τα κυριότερα από τα οποία είναι ο χρωμίτης, $FeCr_2O_4$ και ο κροκοϊτης, $PbCO_4$. Ο χρωμίτης βρίσκεται πολύ διαδομένος στην Ελλάδα.
Από ορυκτολογικής απόψεως, το μετάλλευμα των σιδηρονικελιούχων κοιτασμάτων της Ελλάδας συνίστανται κυρίως από αιματίτη, γαιτίτη και χαλαζία. Ο αιματίτης εμφανίζεται κυρίως στους πισσόλιθους και τη κύρια μάζα, ενώ ο χαλαζίας μαζί με τον οπάλιο συνθέτουν τα κομμάτια των κερατολίθων. Σε μικρότερα ποσοστά ο γιψίτης, ο χαλαζίας, ο μαγνησίτης, ο χλωρίτης, ο χρωμίτης ο σιδηροπυρίτης και τα αργιλοπυριτικά ορυκτά Αλαμπαντάκης, 1980.
Οι χρωμιο-σπινέλιοι προέρχονται από τα υπερβασικά πετρώματα, ενώ οι χλωρίτες (κυρίως μαγνησιούχοι), συνιστούν συχνό συστατικό των επαναποτεθημένων λατεριτών. Σημαντικά ποσά νικελίου, πάνω από 3.4% NiO, φανερώνουν το ρόλο των χλωριτών ως επιπρόσθετοι ξενιστές του νικελίου, εκτός του αιματίτη και του γκαιτίτη, (Valeton et al, 1987). Πιο συγκεκριμένα, η συγκέντρωση του νικελίου εμφανίζεται υψηλότερη στο μικροκρυσταλλικό χλωρίτη της κύριας μάζας (Αλαμπαντάκης, 1980, 1984).
Η ορυκτολογική σύσταση των λατεριτών της Κεντρικής Εύβοιας συνίσταται στην παρουσία των εξής ορυκτών: αιματίτη, χλωρίτη, γκαιτίτη, χαλαζία και ασβεστίτη, (Pozos, 1985). Στο κοίτασμα της περιοχής προκύπτει ότι ο χλωρίτης θα μπορούσε να χαρακτηριστεί κυρίως χρωμιούχος με μέση τιμή περιεκτικότητα σε $Cr_2O$ 4.1% και νικελιούχος με μέση τιμή NiO 6.4%. Γενικά ο χλωρίτης συνιστά το σημαντικότερο φορέα του Ni και του Cr στο μετάλλευμα της περιοχής.
Η αφθονία του Cr στην χέρσο συνδέεται κυρίως με την παρουσία μαφικών και υπερμαφικών πετρωμάτων στα οποία εμφανίζεται με συγκέντρωση 1600-3400ppm.
Στα εδάφη το χρώμιο προέρχεται από τα μητρικά πετρώματα και συνεπώς οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις του εμφανίζονται και πάλι στα εδάφη που προέρχονται από μαφικά και υπερμαφικά πετρώματα, ενώ σε αυτά που προέρχονται από σερπεντίνες οι τιμές της συγκέντρωσης του κυμαίνεται 2000 ως 4000 ppm (Kabata – Pendias et al, 1984).
Η κινητικότητα του χρωμίου στα υπόγεια νερά εξαρτάται από την διαλυτότητα του και την τάση του να προσροφάται ή απορροφάται στα εδάφη ή τα υλικά των υδροφόρων. Η διαλυτότητα του ωστόσο και η τάση του να προσροφάται ή να απορροφάται εξαρτόνται με την σειρά τους από την χημική σύσταση του υπογείου νερού και τα χαρακτηριστικά του εδάφους και των υδροφόρων με τα οποία έρχεται σε επαφή με το υπόγειο νερό.
Η επιβάρυνση του υπόγειου νερού με χρώμιο, θεωρείται εκτεταμένο σε περατούς υδροφόρους ορίζοντες (όπως είναι η άμμος, το χαλίκι και τα διαρρηγμένα πετρώματα), δεδομένου ότι οι ταχύτητες του υπόγειου νερού στα υλικά αυτά είναι αρκετά μεγάλες (περίπου 0.1 και 5m την ημέρα σε κάθε υδροφορέα αντίστοιχα). Σε υδροφορείς περιορισμένης περατότητας (όπως είναι οι αργιλικοί), οι ταχύτητες του υπόγειου νερού είναι χαμηλές, της τάξης των μερικών εκατοστών το χρόνο.
Το χρώμιο **Cr(III)** τείνει να γίνει σχετικά ακίνητο στα περισσότερα υπόγεια νερά λόγω καθίζησης των ενώσεων του [όπως $Cr(OH)_3(S)$, $FeCr_2O_4(S)$, $(Fe_{1-6}, Cr_X)(OH)_3$], χαμηλής διαλυτότητας, σε ουδέτερες έως αλκαλικές τιμές pH (>4). Επίσης, σε ουδέτερες έως ελαφρώς όξινες τιμές pH απομακρύνεται από το διάλυμα μέσω ρόφηση, η οποία αυξάνεται αυξανόμενους του pH.

Αντιθέτως, το Χρώμιο **Cr(VI)** εμφανίζεται από αρκετά έως πολύ ευκίνητο στους περισσότερες αβαθείς υδροφόρους ορίζοντες, λόγω σημαντικών παραγόντων: 1) απουσία περιορισμών διαλυτότητας και 2) μικρής έως μέτριας ρόφησης των ανιονικών του ροφών σε ουδέτερα έως αλκαλικά νερά, δεδομένου ότι αυξάνεται, ελαττωμένου του pH. Επιπλέον, σε περιβάλλοντα πλούσια σε Fe(II) και διαλυμένη οργανική ύλη, η αναγωγή του Cr(VI) σε Cr(III) είναι πιθανή.

## 7.6. ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

### *7.6.1. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ ΝΑΤΡΙΟ SAR*

Ο συντελεστής προσρόφησης νατρίου ή διορθωμένο Adjusted **$SAR_{\delta}$**, είναι ένα βασικό κριτήριο της καταλληλότητας του νερού για άρδευσης όπου οι συγκεντρώσεις του σε Na, Ca, Mg, εκφράζονται σε χιλιοστοισοδύναμο στο λίτρο.
Ο Ayer,(1975) πρότεινε το διορθωμένο, **SAR**, που περιλαμβάνει την πρόσθετη επίδραση της καθίζησης και διάλυσης του νατρίου στο έδαφος, που συνδέεται με την συγκέντρωση του $CO_3$ + $HCO_3$.

$$SAR_{\delta} = \frac{Na}{\sqrt{(Ca + Mg)/2}} \; [\, 9.4 - p\,(K_2 - K_C) - p\,(Ca + Mg) - pAlK \,]$$

**Ca + Mg + Na** = $p(K'_2-K'_c)$, **Ca + Mg** = $p(Ca+Mg)$, **CO2 + HCO3** = pAlk

Όταν το αλγεβρικό άθροισμα των όρων που βρίσκονται στην αγκύλη είναι λιγότερο από την μονάδα τότε το νερό άρδευσης έχει την τάση να διαλύει τα ανθρακικά άλατα του ασβεστίου που περιέχονται στο έδαφος, ενώ όταν είναι μεγαλύτερο της μονάδας τότε αποτίθενται στο έδαφος ανθρακικά άλατα του ασβεστίου.

### *7.6.2. ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΤΟΥ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ*

Η μεταβολή στην σύνθεση του νερού που διεισδύει σε ένα υδροφόρο στρώμα, μπορεί να προκληθεί με τρεις τρόπους (Revelle,1941):
1/ βασική ανταλλαγή ιόντων μεταξύ του νερού και των ορυκτών του υδροφόρου, 2/ αναγωγή των θειϊκών και αντικατάσταση της ανθρακικής ρίζας καθώς και ριζών άλλων ασθενών οξέων, 3/ την διάλυση και καθίζηση.
Ο πρώτος και δεύτερος τρόπος απαιτεί διατήρηση του ιοντικού ισοζυγίου, μεταβάλλοντας την εκατοστιαία κατά βάρος συμμετοχή των διαφόρων συστατικών αλάτων και συνεπώς το TDS σε mg/L, ενώ ο τρίτος μπορεί να αλλάζει την ολική συγκέντρωση των αλάτων.

Συντελεστής Revelle ( **R** )
Ο Revelle (1941) πρότεινε την χρησιμοποίηση ως κριτήριο της διείσδυσης του θαλασσινού νερού, το λόγο **$Cl / (CO_3 + HCO_3)$** σε meq/L, που είναι γνωστός ως συντελεστής Revelle.
Το Cl ως το επικρατέστερο ανιόν στο θαλασσινό νερό, δεν μεταβάλλεται κατά τις αναφερόμενες διαδικασίες μεταβολής χημισμού του νερού, και απαντά συνήθως σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις στο υπόγειο νερό, ενώ η δισανθρακική ρίζα είναι το επικρατέστερο ανιόν και απαντά σε μικρές συγκεντρώσεις στο θαλασσινό νερό.

Όριο Simpson
Ο Simpson 1964, διέκρινε με βάση του συντελεστή (R) τα όρια ρύπανσης από την διείσδυση του θαλασσινού νερού.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΤΟΥ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ ( Revelle, Simpson)

| *Όριο Revelle* | *Όριο Simpson* | *Χαρακτηρισμός του Υπογείου νερού* |
|---|---|---|
| *< 1* | 0.5 | Χωρίς θαλάσσια ρύπανση |
| *1 – 2* | 1.3 | Ελαφρά ρυπασμένο |
| *2 – 6* | 2.8 | Μέτρια ρυπασμένο |
| *6 – 10* | 6.6 | Σοβαρά ρυπασμένο |
| *10 – 150* | 15.0 | Επικίνδυνα ρυπασμένο |
| *> 150* | 200 | Θαλασσινό νερό |

### *7.6.3. ΙΟΝΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ (Mandel Shiftan,1981) ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟ ΣΕ meq/l*

1- Σχέση: ( Ca + Mg) / (K + Na)
Στις περιοχές εμπλουτισμού είναι > 1
Στις κατάντη περιοχές είναι < 1

2- Σχέση: (Na / K)
Στο θαλασσινό νερό ≡ 47
Στο βρόχινο νερό < 1
Στην περιοχή εμπλουτισμού υδροφόρων = 15 - 25
Στην κατάντη περιοχή υδροφόρων = 50 – 70

3-Σχέση: ($HCO_3$ / Cl) και $SO_4$ / Cl)
Κοντά στις περιοχές τροφοδοσίας των υδροφόρων επικρατούν, στα ανιόντα τα οξυανθρακικά, η συγκέντρωση των οποίων αυξάνει συνήθως μέχρι ενός ορίου που καθορίζεται από το γινόμενο διαλυτότητας $CaCO_3$. Οι συγκεντρώσεις $SO_4$ και Cl αυξάνουν επίσης προς τα κατάντη. Οι συγκεντρώσεις όμως χλωρίου αυξάνουν γρήγορα, μέχρι ότου τα χλωριόντα γίνουν το ιόν που επικρατεί παρά το γεγονός ότι η συγκέντρωση $SO_4$ αυξάνει συνεχώς μια και δεν φτάνει στο γινόμενο διαλυτότητας $CaSO_4$.

### *7.6.4. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΦΑΣΕΙΣ (Back, 1966)*

1- Φάσεις Κατιόντων ( Ca + Mg ) % , ( Na + K )%
2- Φάσεις Ανιόντων ( $HCO_3 + CO_3$ )% , ( Cl + $SO_4$ )%
Η ανάγκη αναφοράς με κατάλληλο τρόπο στην σύνθεση του νερού, μέσα από ταξινομημένες ομάδες ή κατηγορίες νερού, ήταν ο σκοπός που προκάλεσε τον Back (1961) να προτείνει και να αναπτύξει την έννοια των υδροχημικών φάσεων.
Οι υδροχημικές φάσεις είναι διακριτές ζώνες που οι συγκεντρώσεις τους σε ανιόντα και κατιόντα μπορούν να περιγραφτούν μέσα στα πλαίσια καλά καθορισμένων κατηγοριών νερού:

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΩΝ ΦΑΣΕΩΝ (Back, 1966) σε % meq/L

| ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΙΟΝΤΩΝ | Ca + Mg | Na + K | **$HCO_3 + CO_3$** | **Cl + $SO_4$** |
|---|---|---|---|---|
| Ασβεστομαγνησιούχα | 90-100 | 0-10 | | |
| Ασβεστονατριούχα | 50-90 | 10-50 | | |
| Νατριοασβεστούχα | 10-50 | 50-90 | | |
| Νατριοκαλιούχα | 0-10 | 90-100 | | |
| ΦΑΣΕΙΣ ΑΝΙΟΝΤΩΝ | | | | |
| Δισανθρακική | | | 90-100 | 0-10 |
| Οξυανθρακική- Χλωριοθειική | | | 50-90 | 10-50 |
| Χλωριοθειική-οξυανθρακική | | | 10-50 | 50-90 |
| **Χλωριοθειική** | | | 0-10 | 90-100 |

### *7.6.5. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ*

Πρόκειται για ισοπληθείς χάρτες μιας παραμέτρου, κατασκευάζονται όπως όλοι οι ισοπληθείς χάρτες, εξετάζοντας την αγωγιμότητα ως TDS, Na, Cl, και συντελεστής Revelle,R, κλπ.

### 7.6.6. ΡΑΒΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Κάθε ανάλυση παρουσιάζεται σε μια κατακόρυφη διπλή στήλη. Το ύψος της διπλής αυτής στήλης είναι ανάλογο προς την ολική συγκέντρωση ανιόντων σε συγκέντρωση του χιλιοστοισοδύναμου ανά λίτρο meq/L. Στο αριστερό της στήλης παρουσιάζονται τα κατιόντα (Na+K, Mg, Ca) και στο δεξιό τα ανιόντα (Cl+$NO_3$, $SO_4$, $CO_3$+$HCO_3$).

### 7.6.7. ΠΟΛΥΓΩΝΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Στα διαγράμματα Stiff (1951) τα αποτελέσματα των αναλύσεων παρουσιάζονται σε τέσσερις παραλλήλους άξονες, σημειωμένα τα κατιόντα ( Na+K, Ca, Mg, ιχνοστοιχεία ) στο αριστερό ενός κατακόρυφου άξονα αφετηρία, και τα ανιόντα (Cl, $HCO_3$, $SO_4$, και $CO_3$) στα δεξιά, με την σύνδεση όλων των σημείων δίνουν ένα ανώμαλο πολυγωνικό σχήμα . Νερά της ίδιας ποιότητας παρουσιάζουν σχεδόν το ίδιο σχήμα Hem (1970).

### 7.6.8. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ

Οι υδροχημικές τομές κατασκευάζονται, όπως κατασκευάζονται οι μορφολογικές τομές, και οι καμπύλες παριστάνουν την υδροχημεία μιας περιοχής από μετρήσεις παραμέτρων των ιόντων ( Ca, Na, $HCO_3$, $SO_4$, Cl), EC και το σύνολο διαλυμένων αλάτων, TDS τοις % μοριακότητα κατά βάρος, ppm.

### 7.6.9. ΕΠΙΚΥΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ

Η επικινδυνότητα μαγνησίου - Magnesium Hazard **(MH)** προτάθηκε από τους Szabolcs και Darab (1964) για το αρδευτικό νερό όπου:

$$MH = \frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+} + Mg^{2+}} \times 100.$$

Σε μονάδα χιλιοστοισοδύναμο στο λίτρο (meq/l), και όταν MH >50 η επίδραση θεωρείται βλαβερή *(J. Lloyed, και J. Heathcote, 1985)*.

## 7.7. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ

*Γενικά*: Οι υδροχημικές αναλύσεις διεξάγονται κυρίως για τον έλεγχο της ποιότητας του υπόγειου νερού, το οποίο έχει ως γνωστό πολλές χρήσεις. Παλαιότερα είχε δοθεί έμφαση σχεδόν αποκλειστικά σε παραμέτρους όπως η αλκαλικότητα και η σκληρότητα , που έχουν περιορισμένη άξια στην υδροχημική περιβαλλοντική μελέτη του υπόγειου νερού.

Αν και η ποιότητα, παραμένει έως και σήμερα ένας ζωτικός παράγοντας στην αποτίμηση των πόρων του υπόγειου νερού, παραδόξως, πολύ λίγα είναι γνωστά, για παράδειγμα, σχετικά με τις επιδράσεις των πολλών συστατικών του υπόγειου νερού στον ανθρώπινο οργανισμό. Επιπλέον, συχνά είναι δύσκολος ο ορισμός αξιόπιστων κριτηρίων «σταθερότυπα» για την ποιότητα του υπόγειου νερού για χρήση από πολλές βιομηχανικές μονάδες, ενώ τα κριτήρια που εφαρμόζονται για την άρδευση εμφανίζουν μια απλουστευτική προσέγγιση (J.W. Lioyd, J. A. Heathcote, 1985).

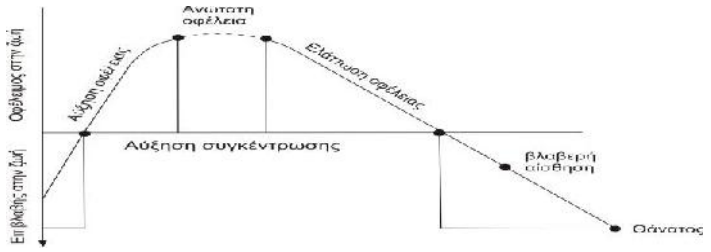
Κατά πόσον ένα υπόγειο νερό δοσμένης ποιότητας είναι κατάλληλο για ένα ειδικό σκοπό εξαρτάται από τα κριτήρια και τα «σταθερότυπα» (standards) της αποδεκτής ποιότητας για τη συγκεκριμένη χρήση του (Amer. Soc. Testing Matls 1967, Nal Acad. of Eng.1972, Natl. Tech. Adv. Comm, 1968, U. S. Public Health Service 1962) κ.λπ (ΚαλλέργηΣ, 2000) κλπ.

Διεθνώς έχουν καθιερωθεί οριακές τιμές της ποιότητας του νερού που χρησιμοποιείται για πόση, βιομηχανική χρήση και άρδευση.

### 7.7.1. ΠΟΣΙΜΟΤΗΣ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ

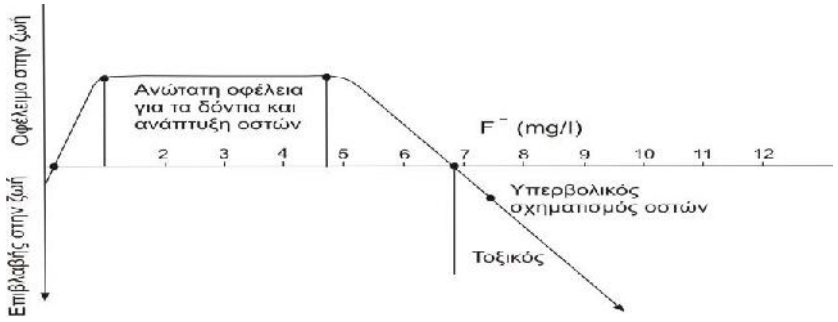
Τα προβλήματα της ποσιμότητας που σχετίζονται με τα ανόργανα συστατικά στα υπόγεια νερά ανατρέπονται σε μεγάλο βαθμό από μολύνσεις αποτελούμενες από οργανικές ρυπάνσεις. Παρ' όλο αυτά σημαντικά κριτήρια επιβάλλονται για τα

ανόργανα συστατικά στο πόσιμο νερό και είναι περισσότερο γνωστά από τα οργανικά σταθερότυπα.
Τα αποδεκτά κριτήρια διαφέρουν από χώρα σε χώρα, βασιζόμενα στην οικονομική ευημερία, εμπειρία, κλίμα και γεωγραφική τοποθεσία. Τα κύρια κριτήρια που χρησιμοποιούνται είναι αυτά που προτείνονται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγεία (WHO), Ευρωπαϊκή Κοινότητα (EC), και United States Environmental Protection Agency (EPA).
Τα κριτήρια τείνουν να αλλάζουν με το χρόνο όποτε οι ιατρικές πληροφορίες γίνονται διαθέσιμες έτσι ώστε πάσα αναθεώρηση των κριτηρίων μπορεί να είναι σεβαστή ως **οδηγία**. Όταν οι συγκεντρώσεις της συγκεκριμένης παραμέτρου είναι στο όριο του προτεινόμενου standard, συμβουλεύεται να επιβεβαιώνεται ότι τα κριτήρια που εφαρμόζονται είναι επίκαιρα (J.W. Lioyd, J. A. Heathcote, 1985).
Στο Κεφάλαιο παράρτημα (Πίνακες) δίνεται η οδηγία, σταθερότυπα του νερού που ορίζεται για πόσιμο σε ανόργανους χημικούς παραμέτρους. Η οδηγία των Ευρωπαϊκών Κρατών ακολουθείται και εφαρμόζεται παγκοσμίως.
Η οδηγία δείχνει ότι, μια παράμετρος μπορεί να είναι ευεργετική σε μια ιδιαίτερη συγκέντρωση αλλά και τοξική σε άλλη συγκέντρωση. Σε κάποιες περιπτώσεις το εύρος της βέλτιστης συγκέντρωσης μπορεί να είναι πολύ μικρό και ανοιχτό σε αμφισβήτηση. Αν μια παράμετρος έχει διπλή σπουδαιότητα στον οργανισμό, δημιουργήθηκε καμπύλη δόσης – ανταπόκρισης, βασιζόμενη στην ιστορία αντίδρασης οργανισμού και στα στοιχεία που συλλέχθηκαν από τις εργαστηριακές παρατηρήσεις. Παρακάτω η γενικευμένη καμπύλη ανταπόκρισης (Σχ.7.1) και η καμπύλη του Φθορίου $F^-$ (Σχ.7.2).




Σχ. *7.1: Γενικευμένη δόση - ανταπόκριση καμπύλη της ανθρώπινης κατανάλωσης (J. Lloyed, J. Heathcote, 1985)*
*Fig.7.1: General dose – response curve for human consumption (J. Lloyed, J. Heathcote, 1985)*

Όσο σημαντική είναι η αυστηρή προσοχή που καταβλήθηκε στη δημιουργία των σταθερότυπων του νερού που ορίζεται για πόσιμο, όσο αντιφατικές ενδείξεις παρουσιάζονται. Πχ. όταν η ανώτατη επιτρεπτή συγκέντρωση (MAC) για το Θείο S είναι 250mg/l, έρευνες στο νοτιότερο τμήμα των Ηνωμένων Πολιτειών έδειξαν, ότι υπάρχει αύξηση θανάτου εξαιτίας υπέρτασης και καρδιολογικών παθήσεων, στις περιοχές όπου η ποσότητα του Θείου στο νερό είναι λιγότερο από 250mg/l. Επίσης, η ίδια έρευνα έδειξε, αύξηση θανάτου από καρκίνο και προβλήματα του προστάτη σε περιοχές όπου η συγκέντρωση του Μαγνησίου Mg <50mg/l, όταν η ανώτατη επιτρεπτή συγκέντρωση (MAC) είναι 50mg/l *(J. Lloyed, J. Heathcote, 1985)*.




Σχ. *7.2: Καμπύλη της δόσης Φθορίου $F^-$ και ανταπόκρισης ανθρώπινης κατανάλωσης (J. Lloyed, J. Heathcote, 1985)*
*Fig7.1: Fluoride $F^-$dose – response curve for human consumption (J. Lloyed, J. Heathcote, 1985)*

Σε πολλές περιπτώσεις τα σταθερότυπα που ορίζονται για το πόσιμο νερό είναι αρκετά κάτω από το τοξικό όριο ή από προβληματικές συγκεντρώσεις, που οφείλονται σε ελλείψη καθορισμένων στοιχείων. Παράδειγμα περίπτωσης, η σκληρότητα του νερού όπου η κατώτατη αποδεκτή συγκέντρωση (MRC) είναι 10mg/l, οι στατιστικές μαρτυρίες έδειξαν ότι η μείωση στην σκληρότητα μπορεί να σχετίζεται με βαθμό καρδιαγγειακών θανάτων στους άντρες, την στιγμή που δεν έδειξε συσχέτιση στις γυναίκες (Lacey, 1981).
Η οδηγία για τα κριτήρια και όρια συγκεντρώσεων των ισοτόπων και ραδιενεργών περιγράφονται Κεφάλαιο Παράρτημα (πίν.1, 2, 3).

*Πίν.1: Ανώτατη επιτρεπόμενη συγκέντρωση φθορίου (mg/l) στο πόσιμο νερό ανάλογα την θερμοκρασία.*
*Tab.2: Maximum permissible Fluoride concentration in drinking water according to temperature (mg/l).*

| *Μέση ημερήσια θερμοκρασία ºC* | *Ακατάλληλο* | *Ανώτερο όριο* | *Βέλτιστη περιεκτι-κότητα* | *Κατώτερο όριο* |
|---|---|---|---|---|
| **Θερμοκρασία 26 – 32** | 1.4 | 0.8 | 0.7 | 0.6 |
| **Θερμοκρασία 22 – 26** | 1.6 | 1.0 | 0.8 | 0.7 |
| **Θερμοκρασία 18 – 22** | 1.8 | 1.2 | 0.9 | 0.7 |
| **Θερμοκρασία 15 – 18** | 2.0 | 1.3 | 1.0 | 0.8 |
| **Θερμοκρασία 12 – 15** | 2.2 | 1.5 | 1.1 | 0.8 |
| **Θερμοκρασία 10 – 12** | 2.4 | 1.7 | 1.2 | 0.9 |

Το 1998 η Ευρωπαϊκή Ένωση αναθεωρεί τα κριτήρια ποσιμότητας του νερού εκδίδοντας την υπ` αριθμό 98/83/EC Οδηγία, 3/11/1998 «σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης» (Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, φύλλο L330 της 5/12/98, σελ. 32-54).

### *7.7.2. ΣΤΑΘΕΡΟΤΥΠΑ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΤΑ ΖΩΑ*

Σταθερότυπα πόσιμου νερού για τα ζώα δεν είναι ευχερής διαθέσιμα, γι` αυτό χρησιμοποιούνται πάρα πολύ τα σταθερότυπα πόσιμου νερού του ανθρώπου. Τα σταθερότυπα διαφέρουν κατά είδος, μέγεθος και συνήθης τροφής του ζώου, Κεφάλαιο Παράρτημα (Πίν. 4)
Ο Hem (1970) προτείνει ανώτατο όριο TDS (mg/l) για τα πουλερικά 2860, για χοίρους 4290, για τα άλογα κ.λπ. 6435, για τις αγελάδες 9150, για τα μοσχάρια 10.100 και για τα αιγοπρόβατα 12900.

### *7.7.3. ΣΤΑΘΕΡΟΤΥΠΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ*

Οι απαιτήσεις της ποιότητας νερού που ορίζεται για τις διάφορες βιομηχανικές χρήσεις είναι αδύνατο να καθοριστούν απόλυτα. Έτσι, μπορεί κανείς να αναφερθεί μάλλον σε κριτήρια, παρά σε σταθερότυπα βιομηχανικού νερού. Οι απαιτήσεις διαφέρουν μεταξύ των κρατών, βιομηχανιών και κατά διαδικασιών και να είναι ειδικό για ιδιαίτερο προϊόν και παραγωγή. Στο κεφάλαιο παράρτημα (πίν.5 και 6)

παρουσιάζονται μερικές προτεινόμενες ανεκτικότητες ποιότητας νερού, βασισμένες σε συστάσεις του New England Water Works Association, 1940.

### *7.7.4. ΣΤΑΘΕΡΟΤΥΠΑ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ*

Η πιο εκτεταμένη χρήση του υπόγειου νερού γίνεται παγκοσμίως, σημειώνεται στην άρδευση των καλλιεργειών. Σε αυτό το θέμα έχουν γίνει αξιοσημείωτες μελέτες όσο αφορά στη ευαισθησία και ανάπτυξη των φυτών σε σχέση με την ποιότητα του νερού άρδευσης. Πέρα από το τη μελέτη των υδροχημικών παραμέτρων σε σχέση με την ποιότητα του νερού άρδευσης, υπάρχουν και άλλα σημαντικά κριτήρια, όπως το έδαφος και η φυτεία που ποτίζεται, το τοπικό κλίμα, και η διαχείριση της άρδευσης και αποστράγγιση, πριν να γίνει τελική κρίση για την χρήση του νερού.

Η ποιότητα του νερού που ορίζεται για άρδευση είναι δυνατόν να εξετάζεται με χρήση εμπειρικών δεικτών, που προκύπτουν βάσει εμπειριών πεδίου και πειραμάτων. Οι εμπειρικοί δείκτες δίνουν καλές πρακτικές οδηγίες για την καταλληλότητα του νερού, U.S. Department of interior (1968), Doorenbos and Pruitt (1975), Sayers and Wescot (1976), and Shainberg and Oster (1978):

Total salt concentration hazard, Sodium hazard (SSP), Bicarbonate hazard (RSC), Adjusted SAR, Magnesium hazard (MH), Chloride hazard και Boron hazard.

Τα σταθερότυπα του αρδευτικού νερού βασίζονται (Bouwer, 1977. Richards,1954, Wilcox, 1955. Ayer.1977),

-στην ολική συγκέντρωση αλάτων του νερού, διότι αυτή επιδρά στην καρποφορία, επηρεάζοντας την ωσμωτική πίεση.

-στην συγκέντρωση ορισμένων ιόντων, τα οποία μπορεί να είναι τοξικά στα φυτά ή να επιδρούν δυσμενώς στην ποιότητα της καρποφορίας.

-στην συγκέντρωση των κατιόντων εκείνων, που μπορεί να προκαλέσουν αποκροκίδωση της αργίλου στο έδαφος και να προξενήσουν έτσι βλάβη στην δομή του εδάφους και έτσι μείωση στην περατότητα και δυνατότητα αερισμού του (Καλλέργη, 2000).

*Το πηγάδι δε παθαίνει τίποτε …. ο κουβάς φταίει*

# *ΜΕΡΟΣ ΙΙΙ*

**8- ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΦΡΕΑΤΩΝ**

**9- ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ Ν. ΑΡΤΑΚΗΣ – ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι**

**10- ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΣΤΕΛΛΑΣ / ΨΑΧΝΩΝ – ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ**

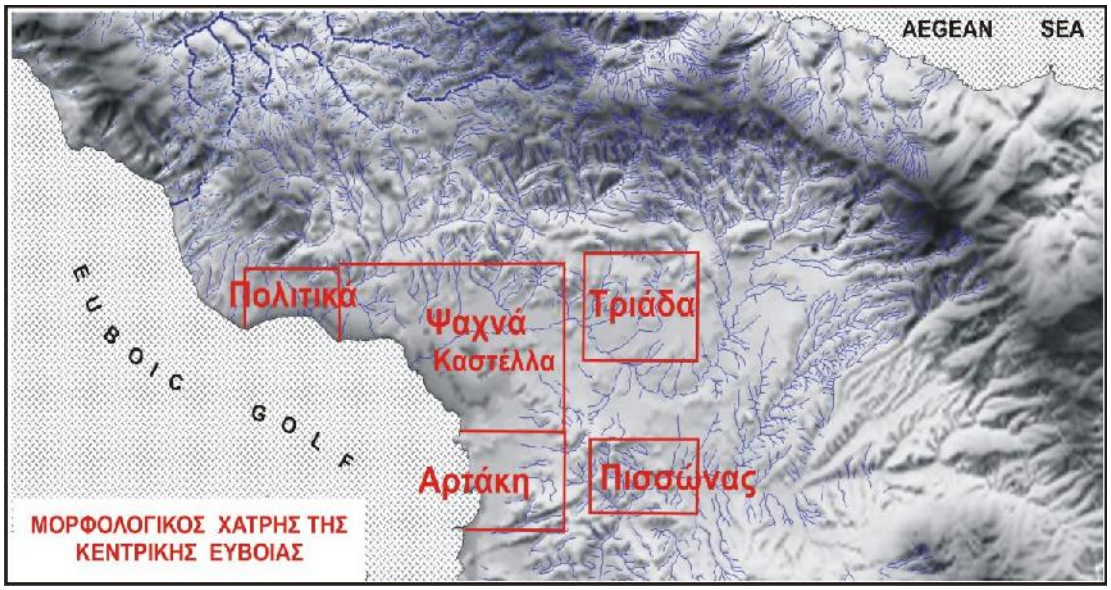
**11- ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ – ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ**

**12- ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΠΙΣΣΩΝΟΣ – ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV**

**13- ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΡΙΑΔΑΣ – ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V**

## 8- ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΦΡΕΑΤΩΝ
## Interpretation to the area of existing water wells

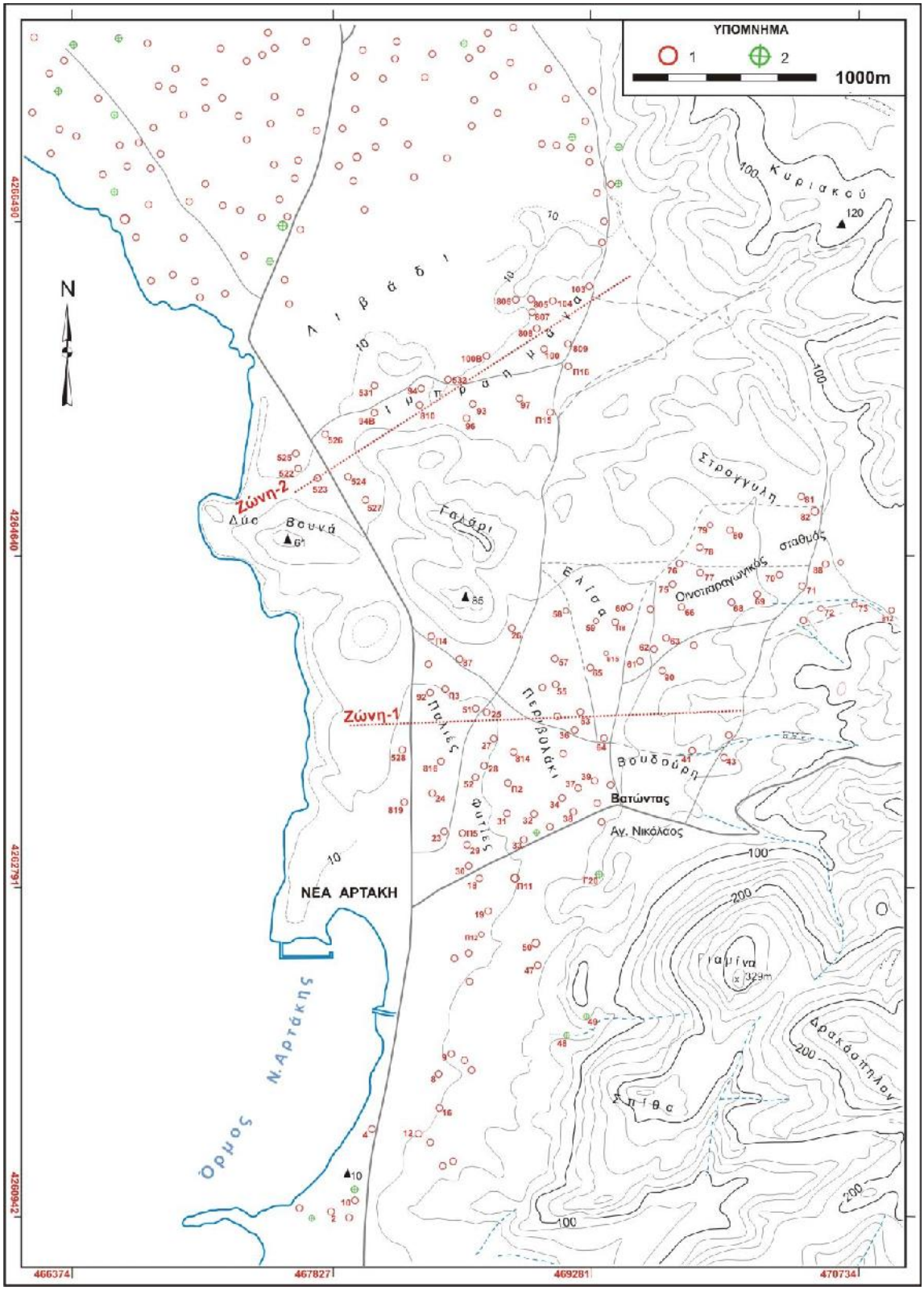
Η περιοχή της υδρογεωλογικής λεκάνης (Σχ.8.1) είναι χωρισμένη ανάλογα με τον τρόπο της κατανομής των φρεάτων (πηγάδια, γεωτρήσεις και πηγάδια μέσα τα οποία κατασκευάστηκαν γεωτρήσεις) στα οποία έγιναν οι μετρήσεις της στάθμης και συλλογής δειγμάτων νερού, σε πέντε υπολεκάνες: 1) Υπολεκάνη της Νέας Αρτάκης, 2) Υπολεκάνη της Καστέλλας – Ψαχνών, 3) Υπολεκάνη των Πολιτικών, 4) Υπολεκάνη του Πισσώνος, και 5) Υπολεκάνη της Τριάδας.



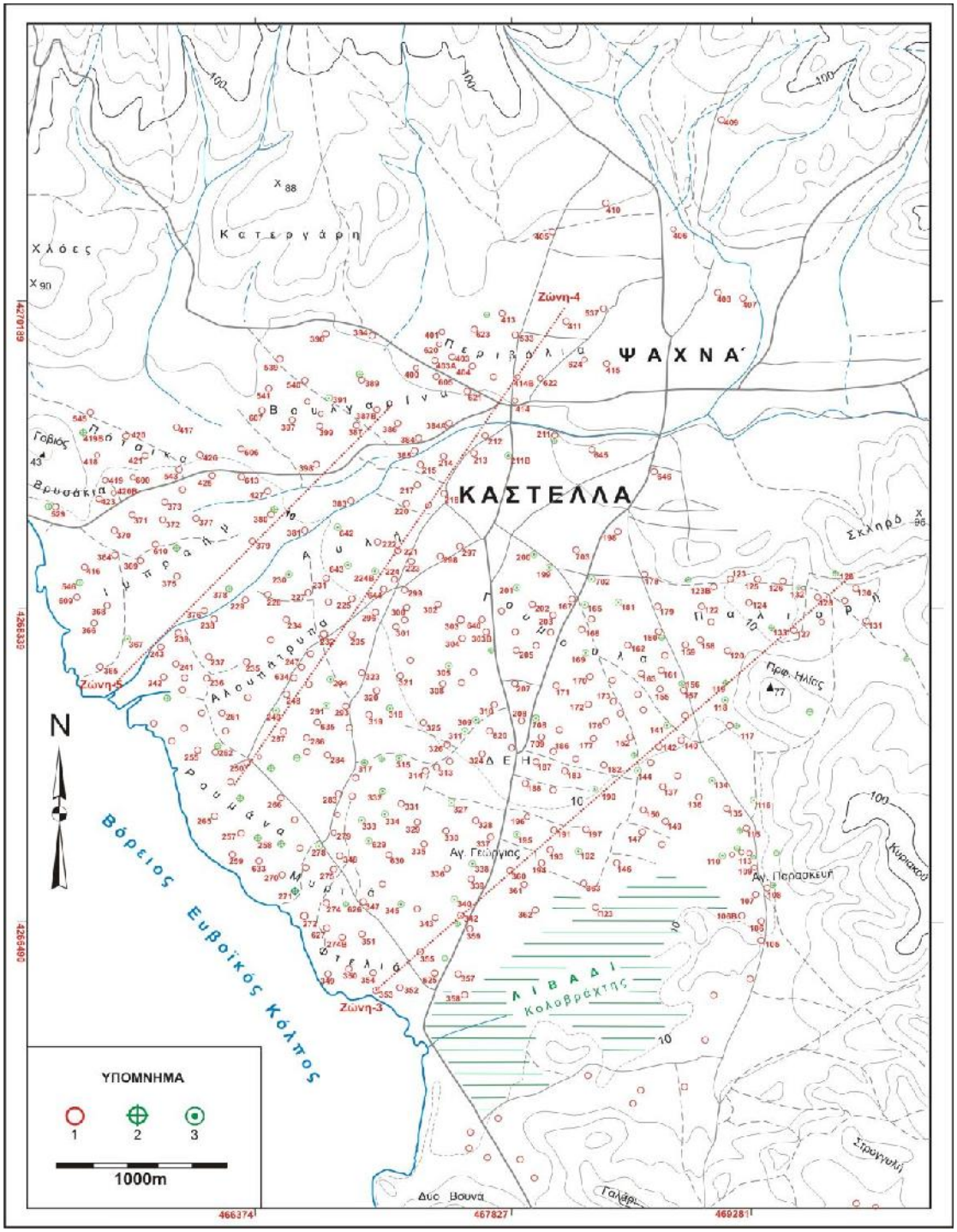

*Εικ.8.1: Κατανομής των υπολεκάνων και φρεάτων δειγματοληψίας και μετρήσεις στάθμης*
*Photo 8.1: Dstributionof of subbasins and samling water wells in the study area*

### 8.1. ΑΠΟΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΥΔΡΟΣΗΜΕΙΩΝ

Η απογραφή των σημείων του ύδατος είναι το πρώτο στάδιο της υδρογεωλογικής έρευνας.
Από το σύνολο των φρεάτων που υπάρχουν στην περιοχής αυτή έγινε επιλογή και καταγραφή 675 κατάλληλων σημείων, ώστε να είναι δυνατόν να γίνουν μετρήσεις στάθμης και απόληψη αντιπροσωπευτικών δειγμάτων νερού (Πίν.8.1).
Η καταγραφή των φρεάτων σημειώθηκε σε τοπογραφικά διαγράμματα, κλίμακα 1:5000 και1:20.000 και ο εντοπισμός των σημείων έγινε με την χρήση του GPS (Δελτίο και χάρτης καταγραφής).
Η επιλογή και η κατανομή των φρεάτων στο χώρο της περιοχής έρευνας ήταν έτσι ώστε να διευκολύνει την παρά πέρα χαρτογράφηση των υδρογεωλογικών παραμέτρων που προκύπτουν από κάθε μέτρηση (χαρτών πιεζομετρίας και υδροχημείας).
Τα περισσότερα πηγάδια σήμερα δεν λειτουργούν ή είναι χωρίς σημασία (άρδευση, ύδρευση) λόγω της επεκτάσεως της βιομηχανικής ζώνης και της κατοίκισης εις βάρος της καλλιεργημένης γης (Σχ.8.1, Σχ.8.2, Σχ.3, Σχ.4 και Σχ.5).

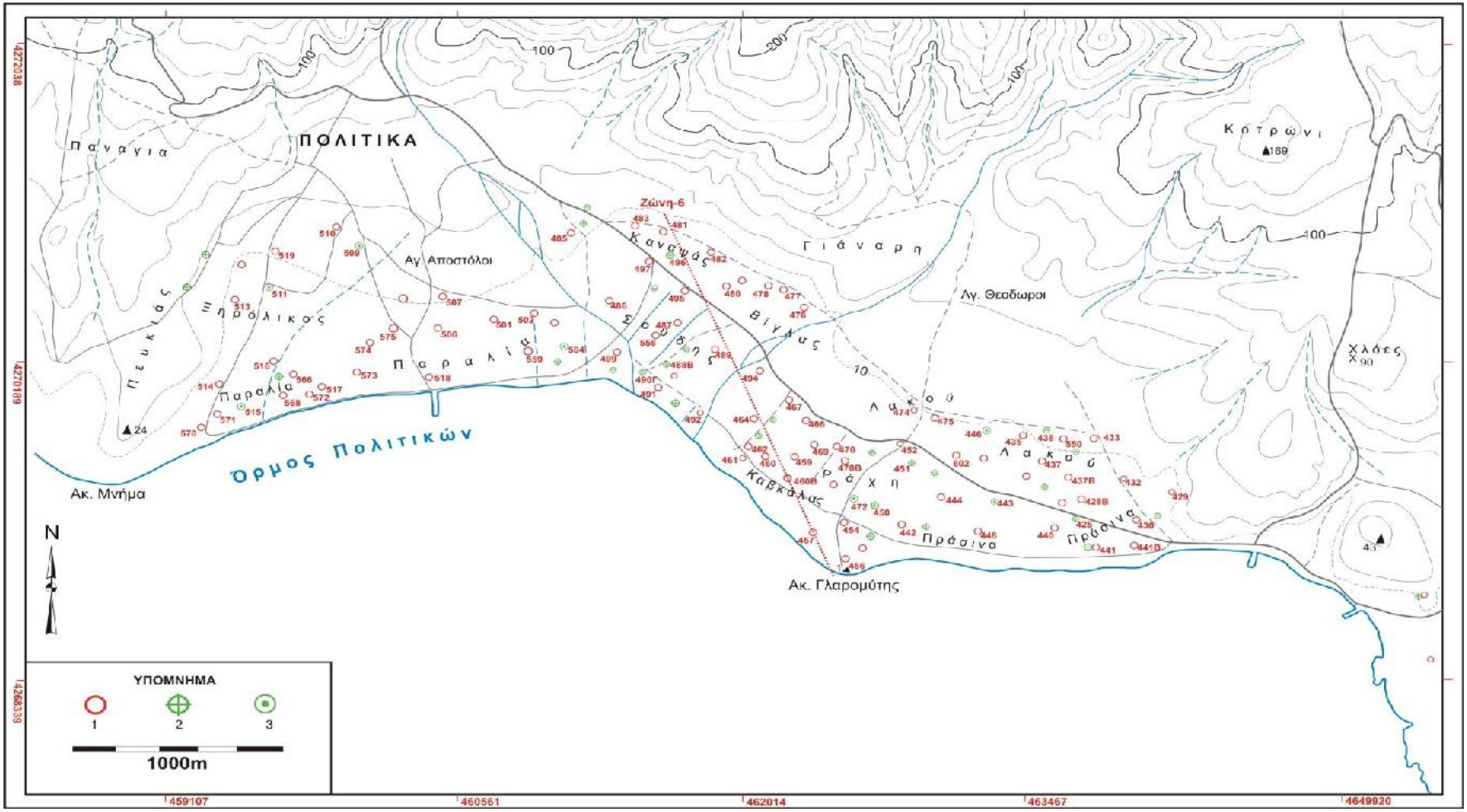



*Σχ.8.1: Χάρτης Καταγραφής υδροσημείων στην περιοχή της Ν. Αρτάκης.* ***1*** *Πηγάδι,* ***2*** *Γεώτρηση*
*Fig. 8.1: Map of water positions in Nea Artaki area. 1, Dug well. 2, Borehole.*

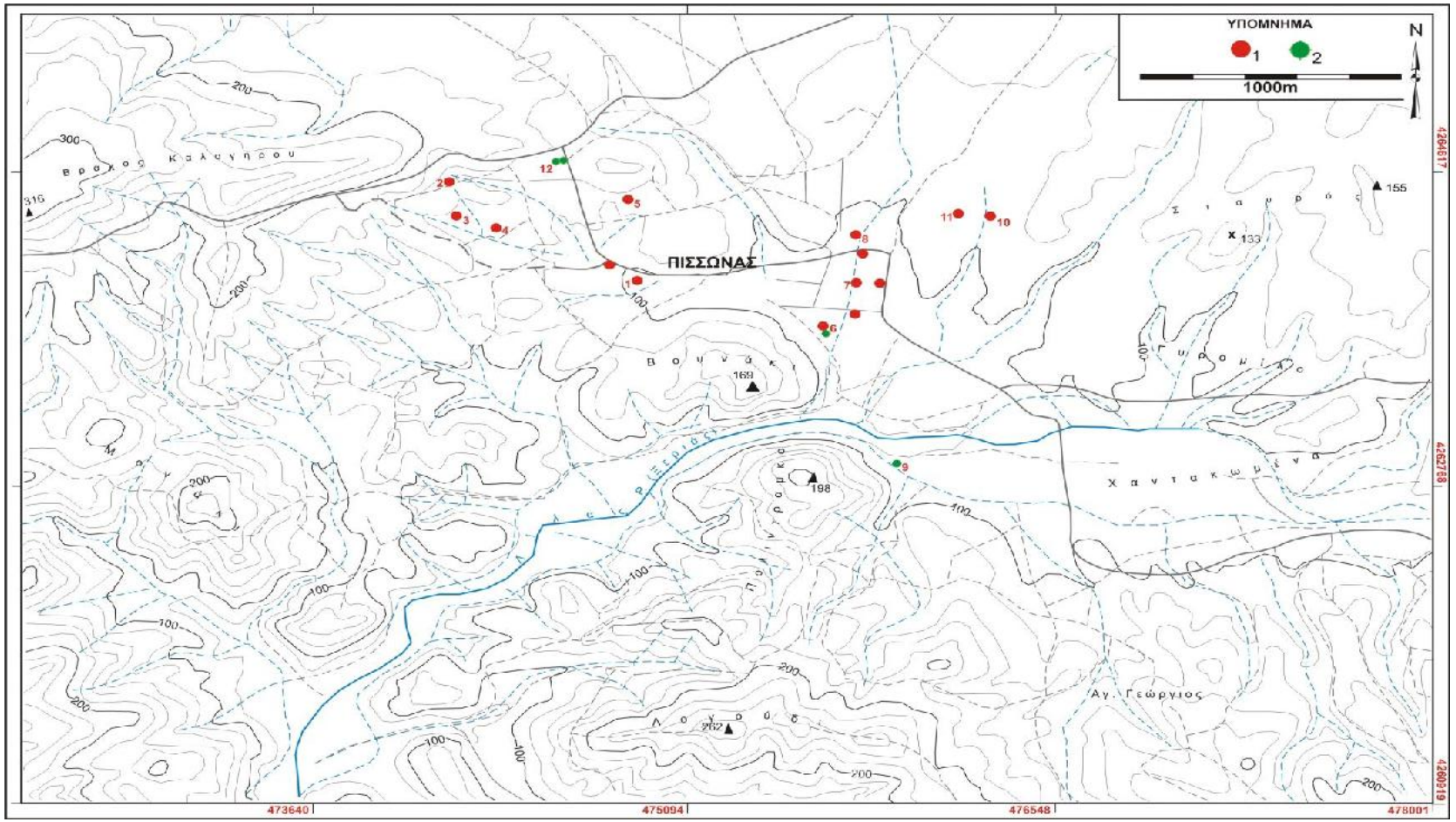



*Σχ.8.2: Καταγραφή υδροσημείων στην περιοχή της υπολεκάνης Καστέλλας - Ψαχνών.* ***1*** *Πηγάδι,* ***2*** *Γεώτρηση,* ***3*** *Γεώτρηση που έχει ανοιχτεί σε πηγάδι.*

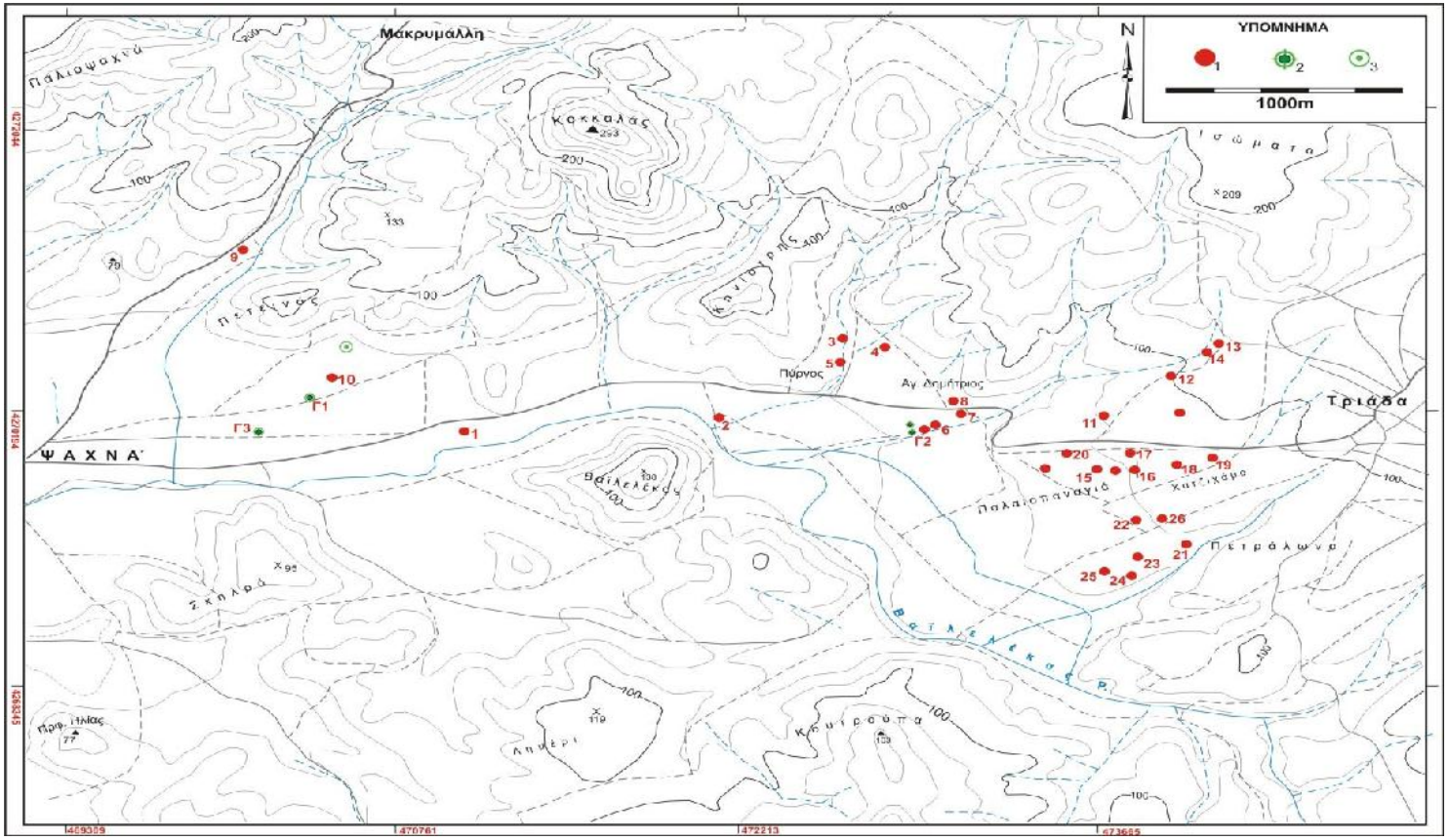
*Fig.8.2: Map of water positions in the area of Kastella – Psachna basin. 1, Dug well. 2, Borehole. 3, dual Well-borehole.*




*Σχ.8.3: Καταγραφή υδροσημείων στην περιοχή της λεκάνης των Πολιτικών. **1** Πηγάδι, **2** Γεώτρηση και **3** πηγάδι εκβαθυμένο σε γεώτρηση*
*Fig.8.3: Map of water positions in the area of Politica basin. 1, Dug well. 2, Borehole. 3, Dual well – borehole.*




*Σχ.8.4: Καταγραφή υδροσημείων στην περιοχή της λεκάνης Πισσώνα.* ***1*** *Πηγάδι,* ***2*** *Γεώτρηση - Fig.8.4: Map of water positions in the area of Politica basin. 1, Dug well. 2, Borehole.*




*Σχ.8.5: Καταγραφή υδροσημείων στην περιοχή της λεκάνης Τριάδας. **1** Πηγάδι, **2** Γεώτρηση, **3** πηγάδι εκβαθυμένο σε γεώτρηση*
*Fig. 8.5: Map of water positions in the area of southern Triada basin. 1, Dug well. 2, Borehole, Dual dug well – borehole*

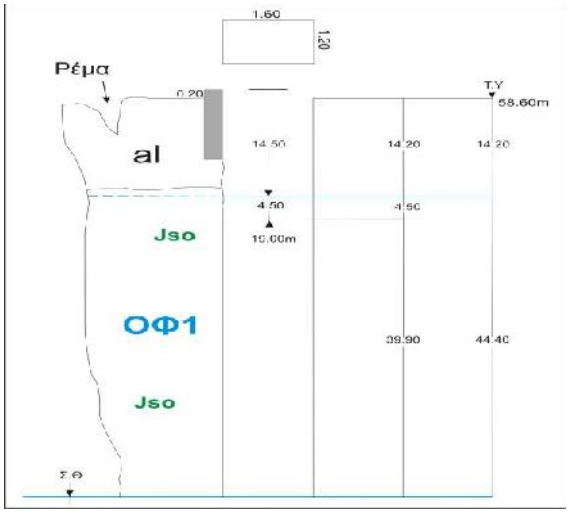
*Πίν.8.1: Απογραφή των φρεάτων μελέτης - Tab.8.1: Enrollment of the wells in the study area*

| λεκάνη | Πηγάδι | Γεώτρηση | Πηγάδι + Γεώτρηση | **Σύνολο** |
|---|---|---|---|---|
| Περιοχή της Ν. Αρτάκης | 131 | 6 | *NR | 137 |
| Περιοχή της Καστέλλας - Ψαχνών | 316 | 23 | 44 | 383 |
| Περιοχή των Πολιτικών | 84 | 23 | 4 | 111 |
| Περιοχή του Πεισσώνα | 10 | 4 | *NR | 14 |
| **Περιοχή της Τριάδας** | 27 | 3 | *NR | 30 |

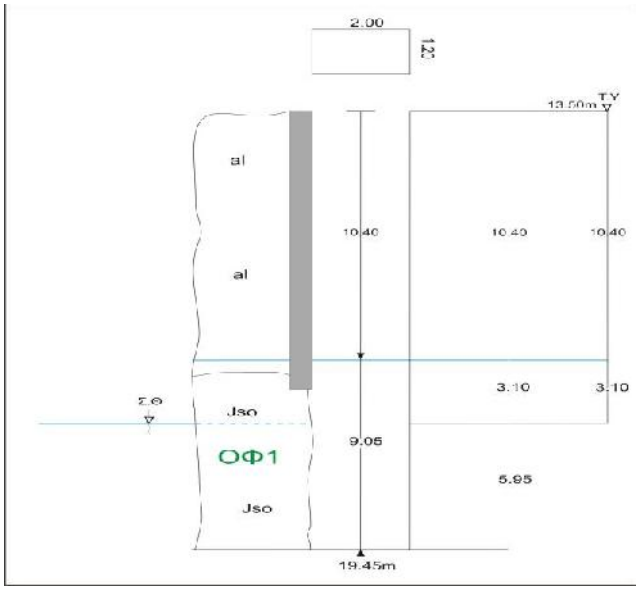
* Not Reported

## 8.2. ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΑ

Οι μετρήσεις στάθμης πραγματοποιήθηκαν σε τρείς περιόδους. Στην κάθε περίοδο πραγματοποιήθηκαν 2 μετρήσεις καλοκαιρινές και χειμωνιάτικες (θερινή και χειμερινή περίοδος).
Η πρώτη περίοδος ήταν μεταξύ10 / 1996 – 4 / 1997.
Η δεύτερη περίοδος ήταν μεταξύ10 / 2007 – 2 / 2008.
Η τρίτη περίοδος 10 / 2008 – 3 / 2009.
Σε κάθε φρεάρ (πηγάδι ή γεώτρηση) έγινε μέτρηση της στάθμης, του βάθους στο οποίο έχει φτάσει το φρέαρ και του υψομέτρου (Σχ.8.6 και 8.7).
Στις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν τα ανάλογα όργανα, όπως σταθμήμετρο, βυθόμετρο και μετροταινία.
Τα αποτελέσματα και τα στοιχεία μετρήσεων από κάθε σημείο αξιοποιήθηκαν με χρήση του λογισμικού COORD GR, για τον προσδιορισμό των συντεταγμένων σε Latitude, longitude (X, Y, ΕΓΣΑ).
Κατά το στάδιο αυτό σημειώθηκε σε κάθε φρέαρ η πετρολογία του υδρόφορου (ΧΑΛ, ΑΣ, και ΟΦ) ως χαλαρά - κοκκώδης, ασβεστολιθικά - καρστικά, και οφιολιθικά αντίστοιχα.
**Τα ρυθμιστικά αποθέματα** ($m^3$) υπολογίζονται από πολλαπλασιασμό της επιφάνειας υδροφόρου $m^2$ **x** μέση άνοδος της στάθμης υδροφόρου m **x** πορώδες %.




*Σχ.8.6: το Στάδιο απογραφής υδροσημείων και καταγραφής στάθμης. Σχηματική τομή σκαφτού φρέατος ΑΡ41 όπου μέσω των μακροπερατών αλλουβιακών αποθέσεων (al) στην κοίτη του χειμάρρου, εμπλουτίζεται ο υδροφόρος ΟΦ1 από την κοίτη (T.Y, τοπογραφικό υψόμετρο).*
*Fig.8.6: Evaluation water position, measuring and recording water level. Schematic section of a dug well AP41 showing the recharge of aquifer ΟΦ1 from the bed of stream channel in alluvial deposit (T.Y Altimeter)*




*Σχ.8.7: Στάδιο απογραφής υδροσημείων και καταγραφής στάθμης. Σχηματική τομή του σκαφτού φρέατος ΑΡ93, όπου ο πυθμένας είναι κάτω από την στάθμη της θάλασσας (Σ.Θ).*
*Fig.8.7: Evaluation water position and recording water level. Schematic section of a dug well AP93 showing its bottom below the sea level (S.L).*

## 8.3. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

Για την εξέταση των χημικών χαρακτηριστικών των παράκτιων υδροφόρων στρωμάτων, ΟΦ1, ΟΦ1Β, ΟΦ2, ΟΦ5, ΑΣ1, ΑΣ3, ΧΑΛ1, ΧΑΛ2, ΧΑΛ1Β, και των υδροφόρων ΑΣ2, ΟΦ3, ΟΦ4 και ΑΣ4 ήταν απαραίτητο να διεξαχθεί μια συστηματική υπαίθρια δουλειά με σκοπό την συλλογή αντιπροσωπευτικών δειγμάτων υπόγειου νερού από τα υδροσημεία στην περιοχή έρευνας (Πίν.8.2).
Η υπαίθρια εργασία πραγματοποιήθηκε σε 4 φάσεις, κατά την περίοδο 1998 – 1999 , και 2008 – 2009. Κατά την διάρκεια της εργασίας έγινε συλλογή 392 αντιπροσωπευτικά δείγματα νερού από τα φρέατα στην περιοχή έρευνας (Ν. Αρτάκης, Καστέλλας / Ψαχνών, Πολιτικά, Πισσώνος, και Τριάδας) ώστε να δίνει γενική εικόνα για την υδροχημεία του νερού των υδροφόρων στρωμάτων, και αναγνώριση της καταλληλότητας του για ύδρευση, άρδευση. Ακόμα εξετάστηκε η πιθανότητα να υπάρχει ρυπάνσεις που προέρχονται από ανθρώπινες δραστηριότητες ή από την διείσδυση του θαλασσινού νερού.

*Πίν.8.2: Δείγματα νερού για εργαστηριακές αναλύσεις κατά υδροφόρο στην περιοχή της μελέτης*
*Tab.8.2: Water samples for laboratory analyses according to aquifer in the study area*

| Υδροφόρος και Περιοχή | Φάση Ι<br>Δείγματα<br>10 – 21/10/1998 | Φάση ΙΙ<br>Δείγματα<br>7/3/1999-5/5/1999 | Φάση ΙΙΙ<br>Δείγματα<br>2/1/2008-5/3/2009 | Φάση ΙΙΙΙ<br>Δείγματα<br>ΜΑΡ - ΣΕΠ2009 |
|---|---|---|---|---|
| ΟΦ1 & ΟΦ1Β<br>ΑΡΤΑΚΗ&ΛΙΒΑΔΗ | 10 | 43 | 17<br>2 | 13 |
| ΟΦ2<br>ΨΑΧΝΑ | 1 | 27 | 18 | 19 |
| ΟΦ3<br>ΠΕΙΣΣΩΝΑΣ | 4 | 5 | 2 | 2 |
| ΟΦ4<br>ΤΡΙΑΔΑ | | | 4 | 7 |
| ΟΦ5<br>ΠΟΛΙΤΙΚΑ | 2 | 2 | 3 | 2 |
| ΑΣ1<br>ΠΕΙΣΣΩΝΑΣ | 1 | 1 | 1 | 1 |
| ΑΣ2<br>ΚΑΣΤΕΛΛΑ | | 5 | 2 | 1 |
| ΑΣ3<br>ΠΟΛΙΤΙΚΑ - Larco | 1 | 1 | | |

# ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

## GEOLOGICAL FORMATIONS OF THE STUDY AREA

### ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ

**al** — Αλλουβιακές αποθέσεις: προσχώσεις, ασύνδετα υλικά από άμμους και κροκαλολατυπών, από χαλαρά αργιλοαμμώδες υλικά, ερυθρογή μετά κροκαλολατυπαγές.

**Q** — Παλαιοί και νέοι κώνοι κορημάτων, πλευρικά κορήματα και αποθασρώματα των γύρω πετρωμάτων

ΝΕΟΓΕΝΕΣ
ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟ

**N** — Λιμναίες αποθέσεις: από εναλλασσόμενα στρώματα κροκαλοπαγών, μαργών, ψαμμιτών, αργίλων και μαργαϊκών ασβεστόλιθων.

ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗ ΖΩΝΗ
ΜΑΙΣΤΡΙΧΤΙΟ - ΠΑΛΑΙΟΚΑΙΝΟ

**fs** — Φλύσχης αδιαίρετος: ψαμμίτες λεπτόκοκκες έως μεσόκοκκοι, που εναλλάσσονται με αργιλικούς σχιστόλιθους και κλαστικούς ασβεστόλιθους

ΑΝΩΤΕΡΟ ΚΡΗΤΙΔΙΚΟ
ΚΕΝΟΜΑΝΙΟ - ΜΑΙΣΤΡΙΧΤΙΟ

**Ks** — Ασβεστόλιθοι επικλυσιγενείς, αδιαίρετοι, πάχος έως 780μ.περίπου

ΑΝΩΤΕΡΟ ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ - ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΚΡΗΤΙΔΙΚΟ

**sh K o** — Σχιστοκερατολιθική διάπλαση: αποτελείται από κερατόλιθους, αργιλικούς σχιστόλιθους ψαμμίτες, μεγάλες ασβεστολιθικές ενστρώσεις ( **κ** ) και οφιολιθικά πετρώματα ( **ο** )

ΚΙΜΜΕΡΙΔΙΟ - ΤΙΘΩΝΙΟ

**TK** — Ασβεστόλιθοι: καρστιοί, κατά θέσεις δολομιτοί, πολλές φορές με βολοβούς πυριτόλιων, πάχος έως 600 μ. Περίπου

ΑΝΩΤΕΡΟ ΤΡΙΑΔΙΚΟ - ΜΕΣΟ ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ

**TJ** — Ασβεστόλιθοι: με παρεμβολές δολομιτικών ασβεστόλιθων, ασθενούς καρστικοποίησεως με οσμή κατά την θράυση, πάχος έως 1000 μ. Περίπου

ΜΕΣΟ ΤΡΙΑΔΙΚΟ - ΜΕΣΟ ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ

**Tjm** — Ασβεστόλιθοι και δολομίτες: πάχος έως 800 μ. Περίπου

**FeNi** — Σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα

**Mg** — Κοιτάσματα λευκόλιθου

Ρήγμα, ρήγμα πιθανό ή καλυμμένο

Επώθηση

Εφίππευση

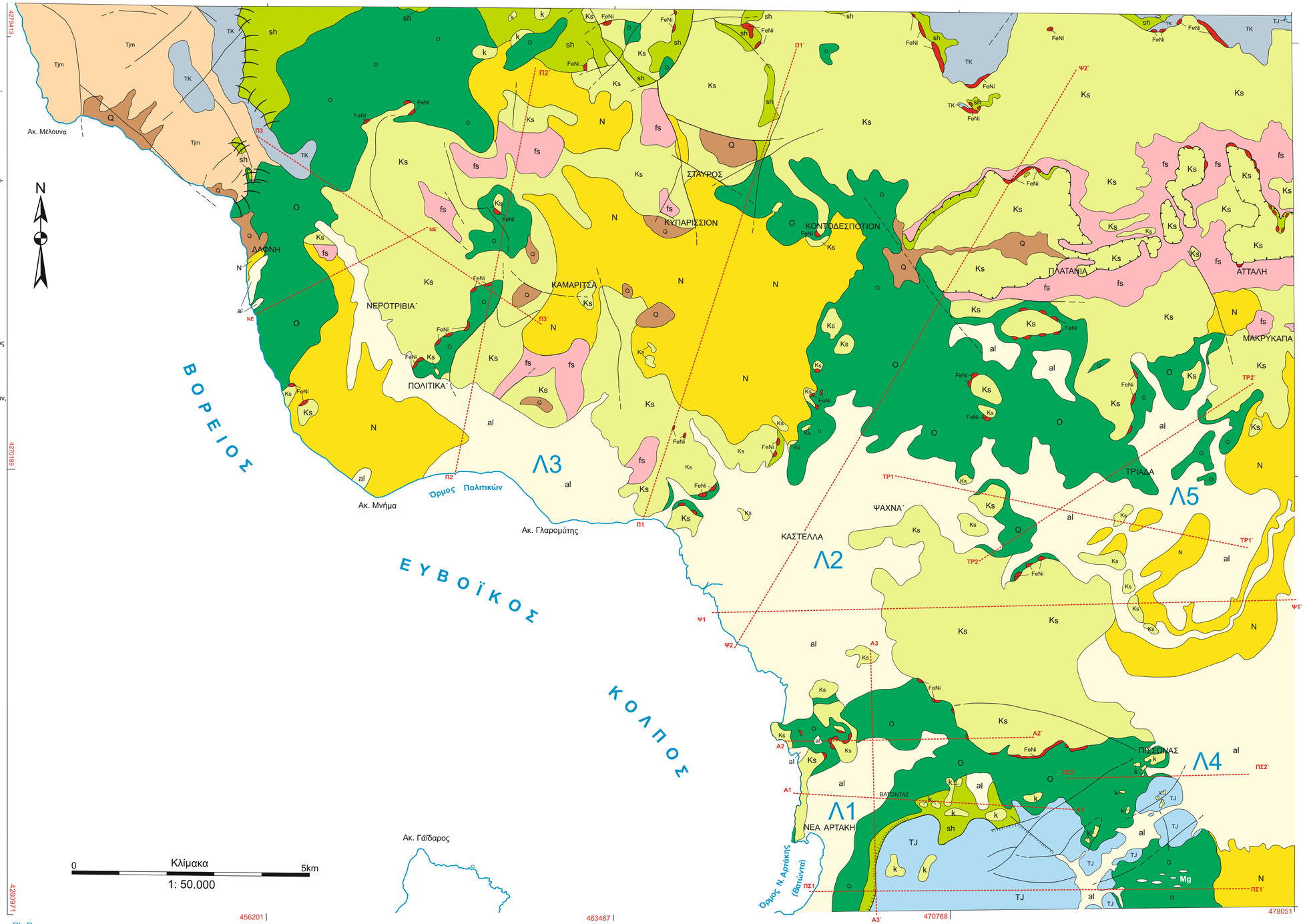
Επώθηση, προανωκρητιδική

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΕΥΒΟΙΑΣ - ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

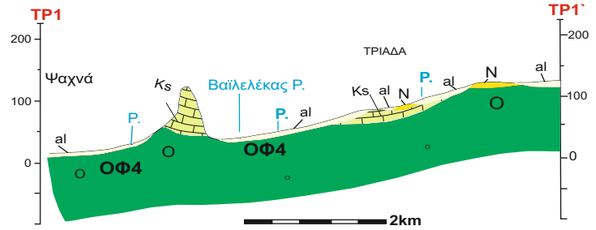
Από γεωλογικούς χάρτες του ΙΓΜΕ, ΦΥΛΛΟ ΛΑΡΥΜΝΑ 1978 και ΦΥΛΛΟ ΨΑΧΝΑ - ΠΗΛΙΟ 1981 (Γ. ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΥ, Γ. ΚΟΥΚΗ, ΑΝΤ. ΜΕΤΤΟΥ, Μ. ΦΥΤΙΚΑ)


Abdel-Aziz I. Khamis

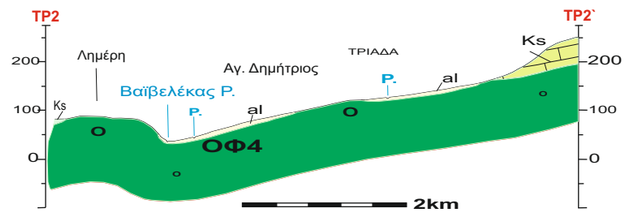
Υδρογεωλογικές και Υδροχημικές έρευνες στο κεντρικό τμήμα της νήσου Εύβοιας - Ph.D
Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας - Ε.Κ.Π.Α.

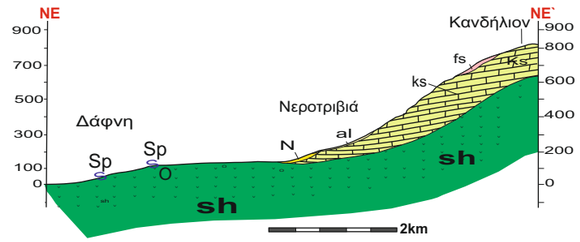

**Λ1**, Λεκάνη Νέας Αρτάκης - **Λ2**, Λεκάνη Καστέλλας / Ψαχνών - **Λ3**, Λεκάνη Πολιτικών - **Λ4**, Λεκάνη Πισσώνα - **Λ5**, Λεκάνη Τριάδας



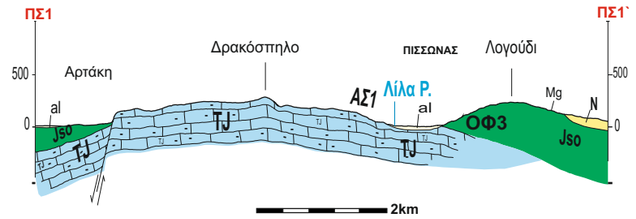

Υδροφόρος ΟΦ4 στην περιοχή της λεκάνης Τριάδας



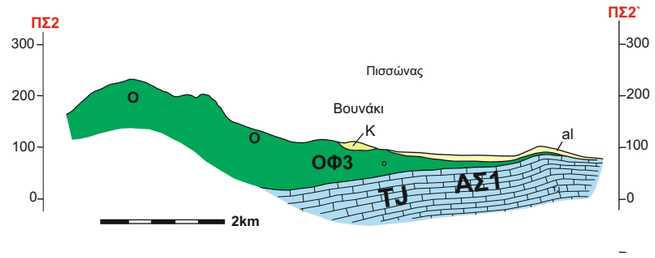

Υδροφόρος ΟΦ4 στην περιοχή της λεκάνης Τριάδας



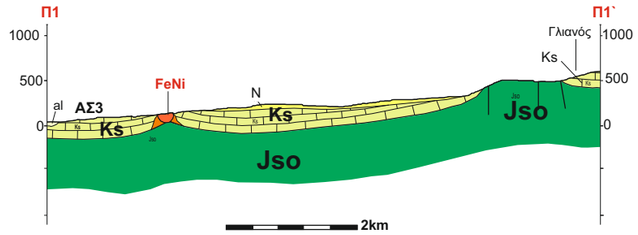

Αναβλύσεις πηγών στην περιοχή Δάφνης - Νεροτριβιάς



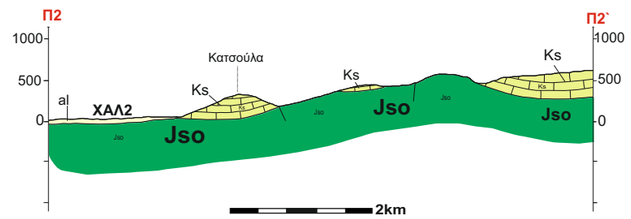

Υδροφόροι ΑΣ1 & ΟΦ3 στην περιοχη της λεκάνης Πισσώνα



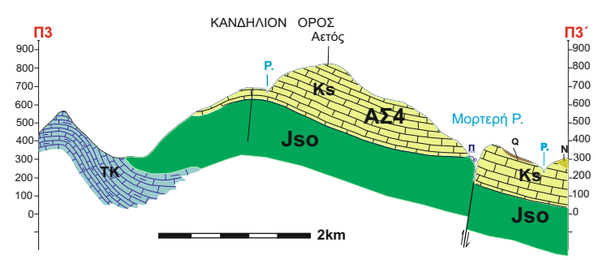

Υδροφόροι ΑΣ1 & ΟΦ3 στην περιοχη της λεκάνης Πισσώνα



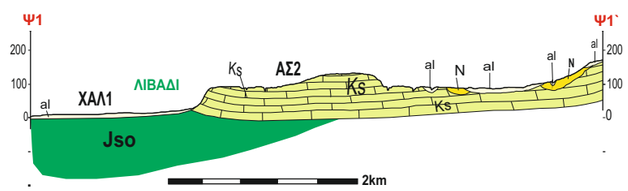

Υδροφόρος ΧΑΛ3 στην περιοχή λεκάνης Λαρκο - Πολιτικών



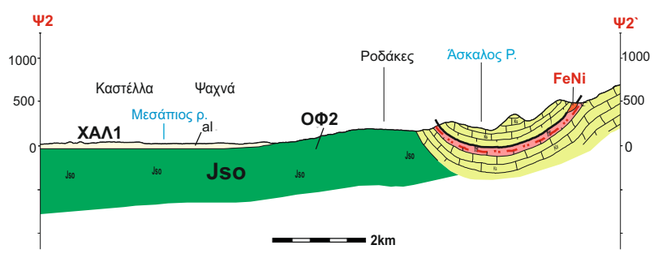

Υδροφόρος ΧΑΛ2 στην περιοχή της λεκάνης Πολιτικών



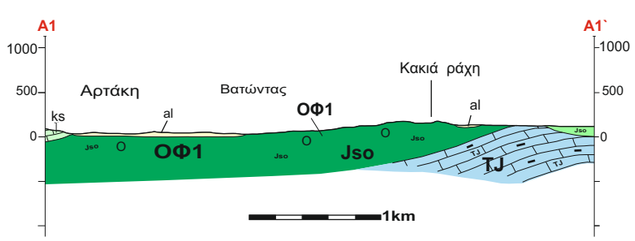

Υδροφόρος ΑΣ4 στην περιοχή πηγών των Πολιτικών



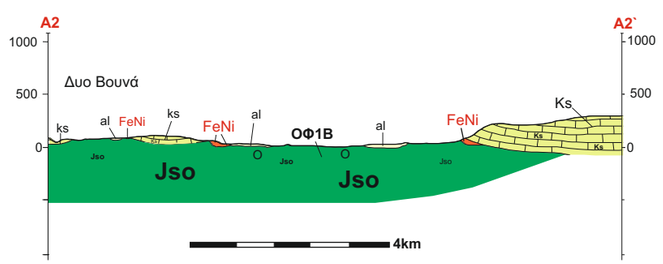

Υδροφόροι ΧΑΛ1 & ΑΣ2 στην περιοχή Λιβάδι - Αγ. Παρασκευής



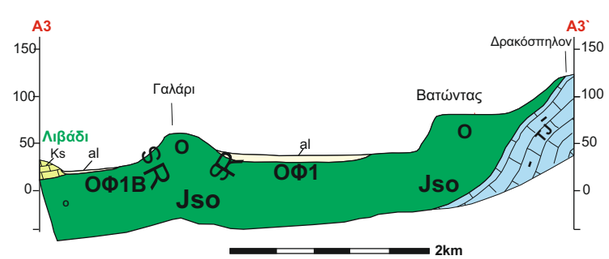

Υδροφόροι ΧΑΛ1 & ΟΦ2 στην περιοχή Καστέλλας - Ψαχνών



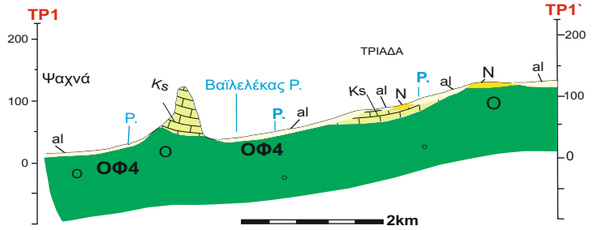

Υδροφόρος ΟΦ1 στην λεκάνη της Ν. Αρατάκης



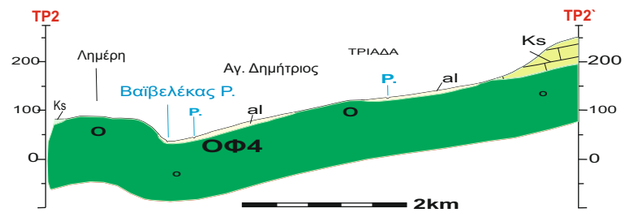

Υδροφόρος ΟΦ1Β στην περιοχή Δυο Βουνά - Ιμπραημάγα



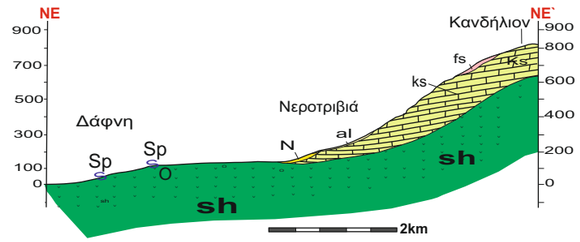

Υδροφόρος ΟΦ1 και υδροφόρος ΟΦ1Β



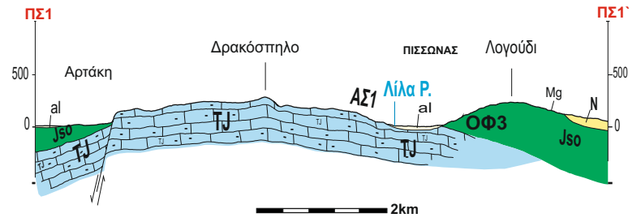

Υδροφόρος ΟΦ4 στην περιοχή της λεκάνης Τριάδας



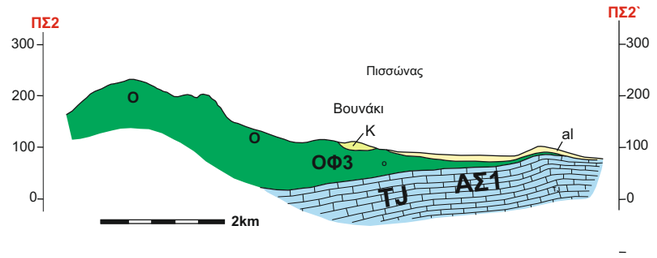

Υδροφόρος ΟΦ4 στην περιοχή της λεκάνης Τριάδας



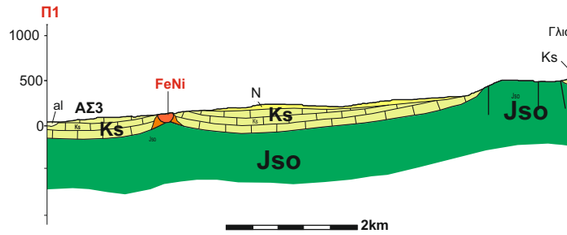

Αναβλύσεις πηγών στην περιοχή Δάφνης - Νεροτριβιάς



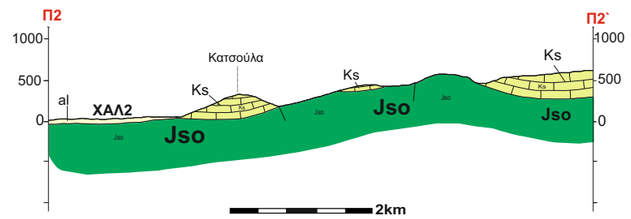

Υδροφόροι ΑΣ1 & ΟΦ3 στην περιοχη της λεκάνης Πισσώνα



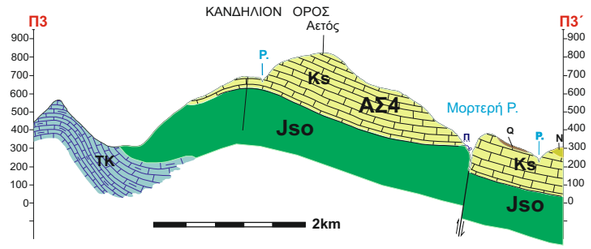

Υδροφόροι ΑΣ1 & ΟΦ3 στην περιοχη της λεκάνης Πισσώνα



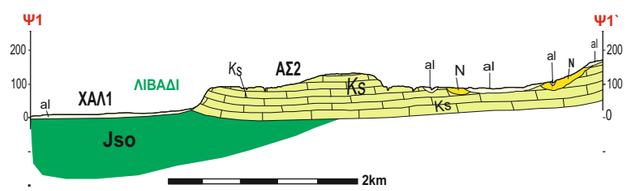

Υδροφόρος ΧΑΛ3 στην περιοχή λεκάνης Λαρκο - Πολιτικών



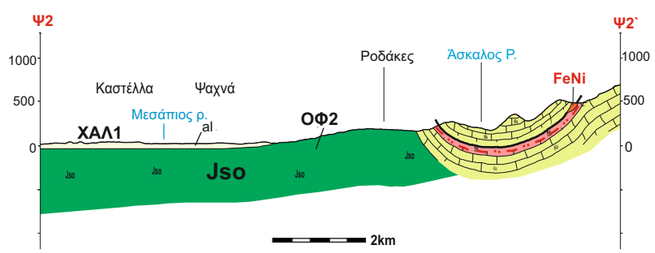

Υδροφόρος ΧΑΛ2 στην περιοχή της λεκάνης Πολιτικών



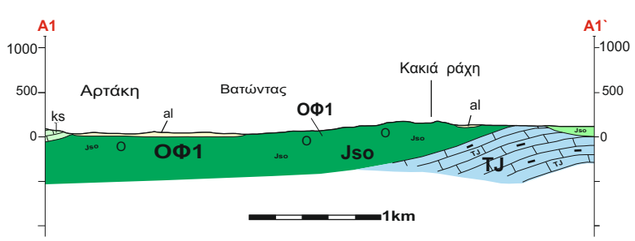

Υδροφόρος ΑΣ4 στην περιοχή πηγών των Πολιτικών



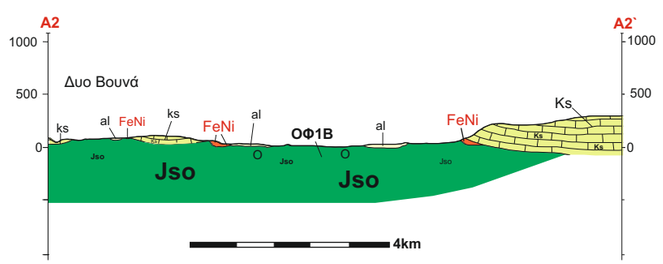

Υδροφόροι ΧΑΛ1 & ΑΣ2 στην περιοχή Λιβάδι - Αγ. Παρασκευής



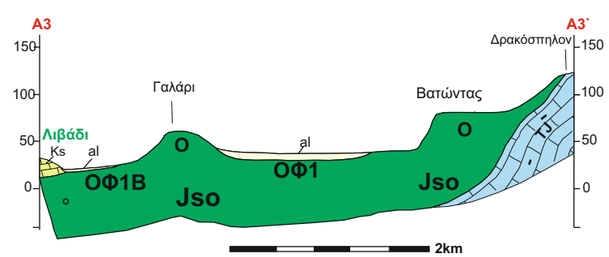

Υδροφόροι ΧΑΛ1 & ΟΦ2 στην περιοχή Καστέλλας - Ψαχνών




Υδροφόρος ΟΦ1 στην λεκάνη της Ν. Αρατάκης




Υδροφόρος ΟΦ1Β στην περιοχή Δυο Βουνά - Ιμπραημάγα



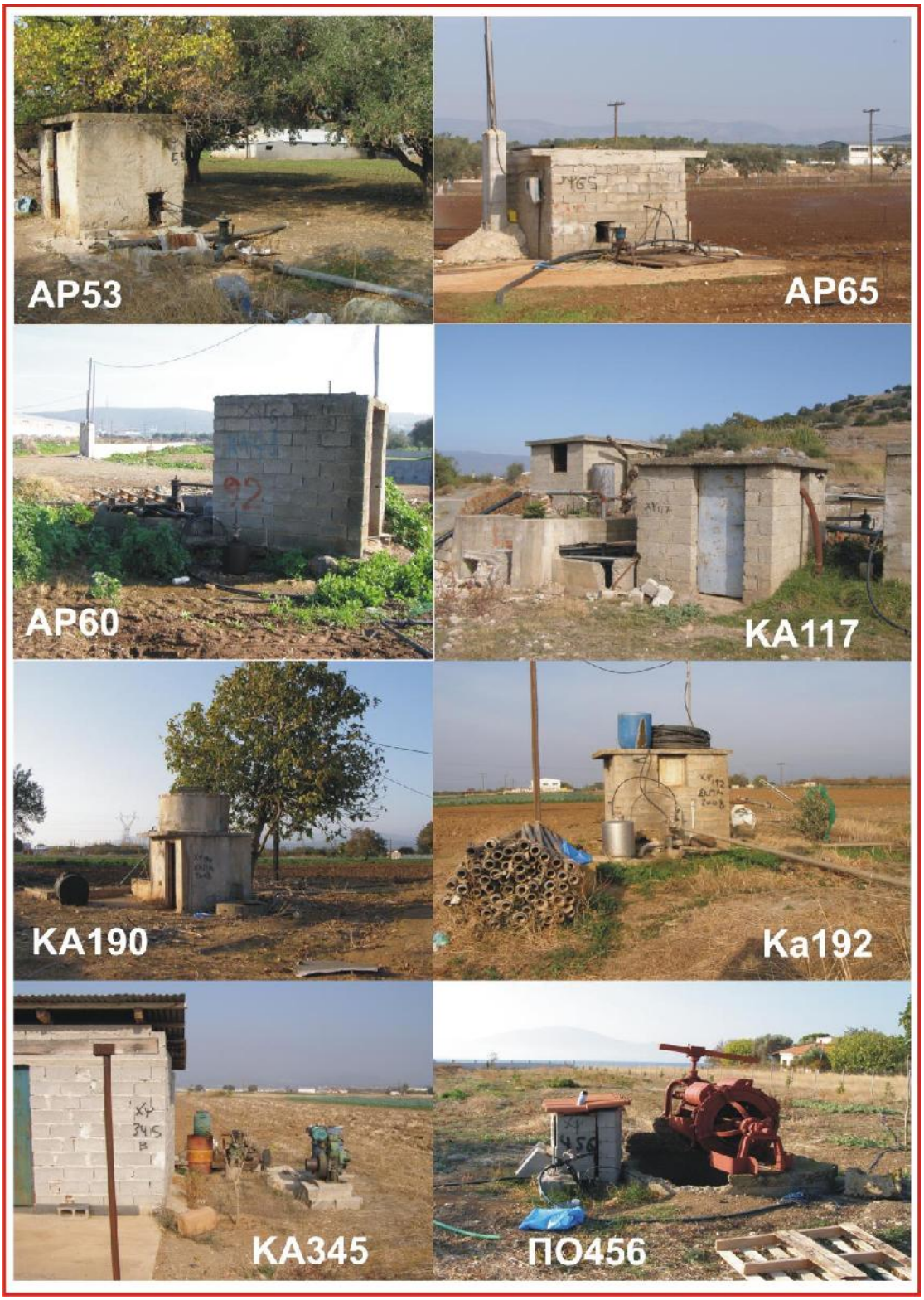

Υδροφόρος ΟΦ1 και υδροφόρος ΟΦ1Β

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ΑΣ4 ΠΟΛΙΤΙΚΑ | 1 | 1 | 1 | 2 |
| ΧΑΛ1 & ΧΑΛ1Β ΚΑΣΤΕΛΛΑ&ΨΑΧΝΑ | 2 | 86 | 17 | 22 |
| ΧΑΛ2 ΠΟΛΙΤΙΚΑ | 9 | 29 | 18 | 9 |
| ΟΦ = Οφειολικό , ΑΣ = Ασβεστολιθικό, ΧΑΛ = Χαλαρός (Κοκκώδης) | | | | |

*Εικ.8.2: Στάδιο απογραφής υδροσημείων, μετρήσης στάθμης και δειγματοληψίας. 1, Γεώτρηση του Δήμου Ν. Αρτάκης. 2, 3, Πηγάδι ΨΧ399 στην περιοχή Καστέλλας όπου έγινε εκβάθυνση του σε 15μ στο οφιολιθικό στρώμα. 4, Εκβάθυνση στο οφιολιθιο του πηγαδιού ΨΧ399. 5, Γεώτρηση ΨΧ519 του κ. Γιάννη Πριόνα στη τοποθεσία Βρυσακίων.*
*Photo 8.2: Field measuring water level and sampling. 1, Borehole of N. Artaki Municipality. 2,3, deepening the well 15m into ophiolitic aquifer. 4, Deepening the dug Well ΨΧ399 location in Psachna area. 5, Mr. Gianni Prionas near his ΨΧ519 borehole at Vrisakia site.*

## 8.4. ΥΔΡΟΦΟΡΙΑ - ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ

Το υπόγειο νερό απαντά σε γεωλογικούς σχηματισμούς πολλών και διαφορετικών τύπων οι πιο σημαντικοί απ` αυτούς ονομάζονται ***υδροφόροι ορίζοντες*** ή απλά ***υδροφόροι*** (aquifers). ***Υδροφόροι*** δηλαδή είναι γεωλογικοί σχηματισμοί που περιέχουν αρκετό, κορεσμένο με νερό, υλικό, ώστε να τροφοδοτούν με σημαντικές ποσότητες νερού, γεωτρήσεις πηγάδια και πηγές (Lohman et al, 1972). Αυτό συνεπάγεται ότι ***ο υδροφόρος*** έχει κάποια αυξημένη ικανότητα να αποθηκεύει και να μεταβιβάζει το νερό. Τυπικό παράδειγμα αποτελούν οι χαλαρές άμμοι και τα χαλίκια. ***Ο υδροφόρος*** περιλαμβάνει τόσο το γεωλογικό καθαυτό, που πολλές φορές αναφέρεται και σαν ***υδροφορέας***, όσο και το περιεχόμενο στον υδροφορέα νερό. Αυτονόητο είναι ότι στον ***υδροφόρο*** περιλαμβάνεται και το ακόρεστο τμήμα του υδροπερατού σχηματισμού.



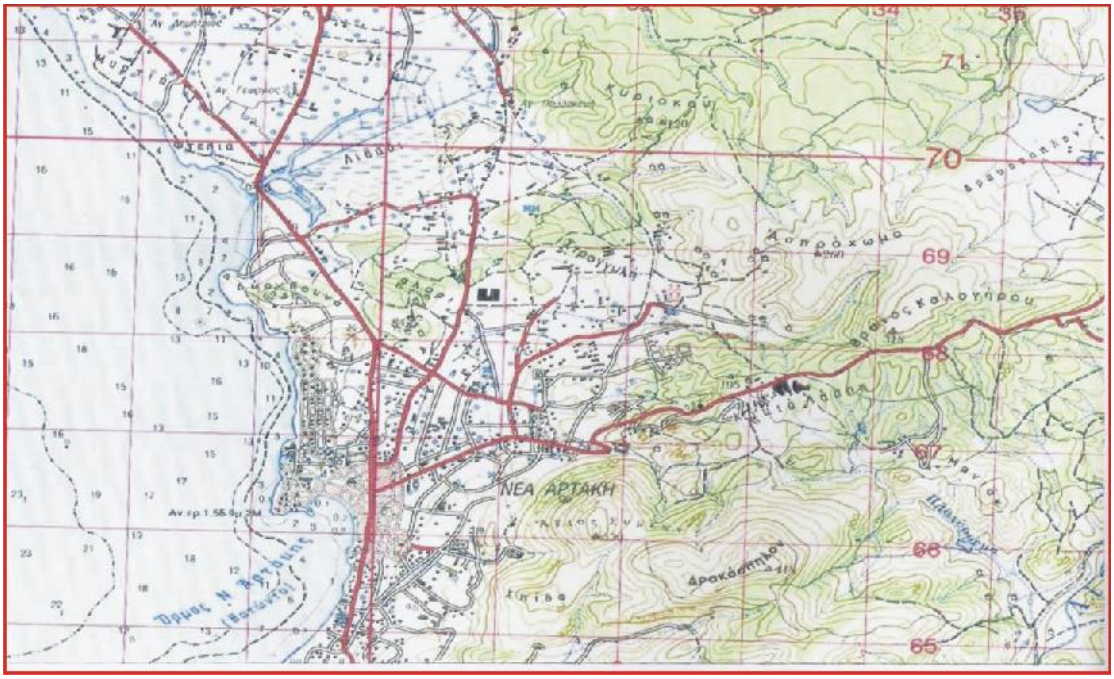

*Εικ.8.3.: Στάδιο απογραφής υδροσημείων, μετρήσεις στάθμης και δειγματοληψίας στην περιοχή έρευνας. Πηγάδι AP53, AP65, AP60, και γεώτρηση KA117, Πηγάδι KA190, KA192, KA345 και ΠΟ456.*
*Photo3.2: Data gathering and evaluation. Recording position, measuring level and water sampling in the study area. Dug well AP53, , AP65, AP60 and borehole KA117, dug well KA190, KA192, KA345 and ΠΟ456.*

*Εικ.8.4: Στάδιο απογραφής υδροσημείων, μετρήσεις στάθμης και δειγματοληψίας.1. Πηγάδι. 2, Πηγάδι ΠΟ492 στην περιοχή Πολιτικών. 3, Πηγάδι στην περιοχή Βρυσάκια.4, Πηγάδι ΠΟ436 στην περιοχή Πολιτικών. 5, Πηγάδι ΨΧ364 στη περιοχή Ιμπραήμ των Ψαχνών. 6, Πηγάδι περιοχής Αλυπότρυπα της Καστέλλας. 7, Στάδιο διάνοιξη σκαπτό φρέαρ στο ρηχό και χαλαρό υδροφόρο στην περιοχή της Καστέλλας. 8, Πηγάδι ΚΑ291 στνη περιοχή Αλυπότρυπα. 9, Γεώτρηση ΑΡ50 περιοχή Ν. Αρατάκης.*

*Photo8.4: Data gathering and evaluation, recording position, measuring level and water sampling. 1, dug well. 2, Well ΠΟ492 in Politika area. 3, Well in Vrisakia area. 4, Well ΠΟ436 Politika area. 5, Well ΨΧ364 Ibrahim area. 6, Well in Alopatripa – Kastella area. 7, Opening a new dug well in shallow unconsolidated aquifer. 9, Borehole AP50 in Artaki area.*

## 9- ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ & ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ ΤΗΣ ΥΠΟΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΡΤΑΚΗΣ
## Hydrogeology & Hydrochemistry of Artaki subarea

Η πρώτη υποπεριοχή έρευνας βρίσκεται στο νότιο τμήμα της υδρογεωλογικής λεκάνης, και περιλαμβάνει σχεδόν ολόκληρη την έκταση της Δημοτικής Κοινότητας Νέας Αρτάκης (Σχ.2.1 και Σχ.9.1).

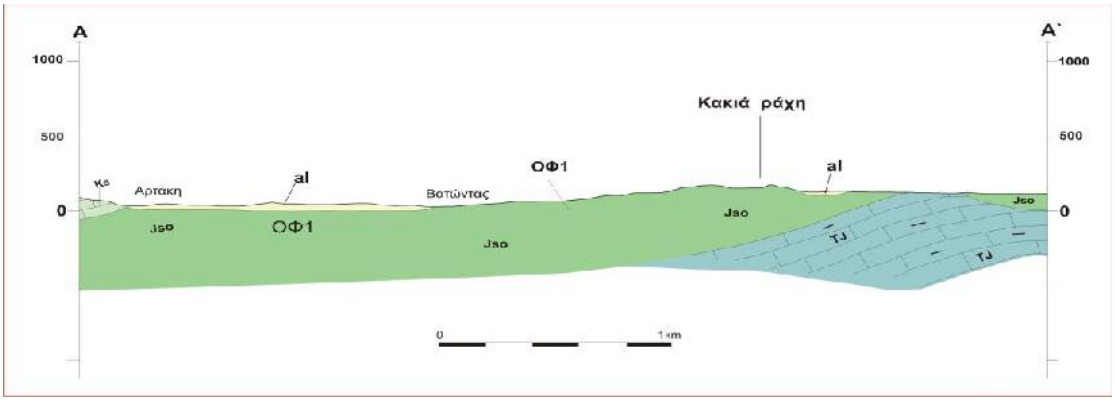



*Σχ.9.1: Τοπογραφικός χάρτης ευρύτερης περιοχής της Νέας Αρτάκης (ΓΥΣ,1:50.000, Ψαχνά )*
*Fig.9.1: Topographic map of the entire area of Nea Artaki (HMGS, 1: 50.000, Psachna sheet)*

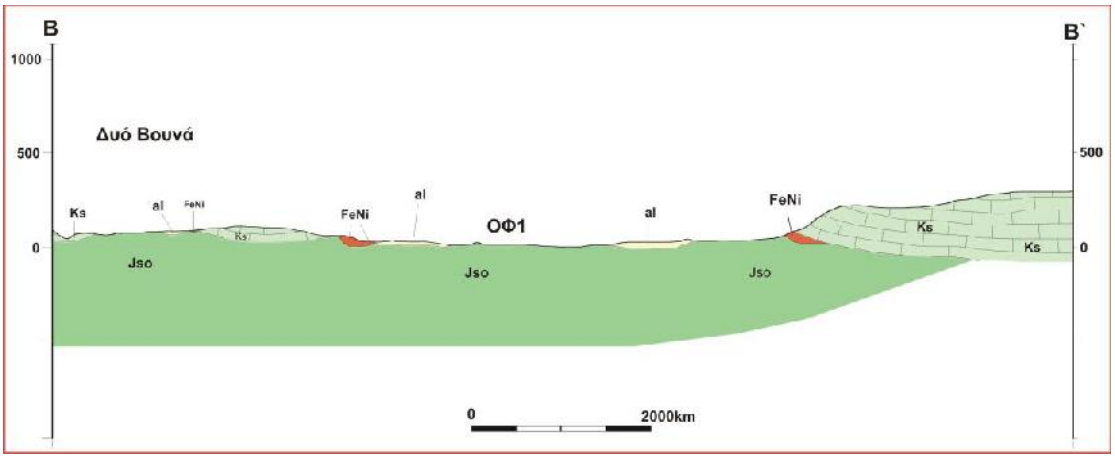
Τα υψηλότερα σημεία της λεκάνης αυτής στην ανατολική και βορειοανατολική πλευρά είναι τα υψώματα Δρακόσπηλον (418μ.), Σπίθα, Άγιος Συμέων (329μ.), Κακιά Λάσπη, Ασπρόχωμα (260μ.) και Κυριακού, Στα βόρεια είναι το Γαλάρι (84μ) και τα Δυο Βουνά (62μ). Στην δυτική μεριά εφάπτεται του Βόρειο Ευβοϊκό (Σχ.9.1).
Οι κλάδοι ή υδρορεύματα του υδρογραφικού δικτύου στην υπολεκάνη αυτή είναι πρώτης και δεύτερης τάξης. Δεν τελειώνουν σε κοίτη που να αταλήγει στην θάλασσα πράγμα που δημιουργεί φαινόμενα πλημμυρών στις χαμηλότερες περιοχές μετά από δυνατές βροχές. Αντίθετα οι κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου στο βόρειο τμήμα της περιοχής Ιμπραημάγα καταλήγουν στην περιοχή Λιβάδι και στην συνέχεια στο Βόρειο Ευβοϊκό Κόλπο.
Οι καλλιέργειες περιορίζονται στα χαμηλότερα μέρη της υπολεκάνης (μεταξύ 10 – 100μ), οι οποίες έχουν συρρικνωθεί απειλείται λόγω επέκτασης της οικοδομικής δραστηριότητας σε βάρος της καλλιεργήσιμης γης.

### 9.1. ΓΕΩΛΟΓΙΑ

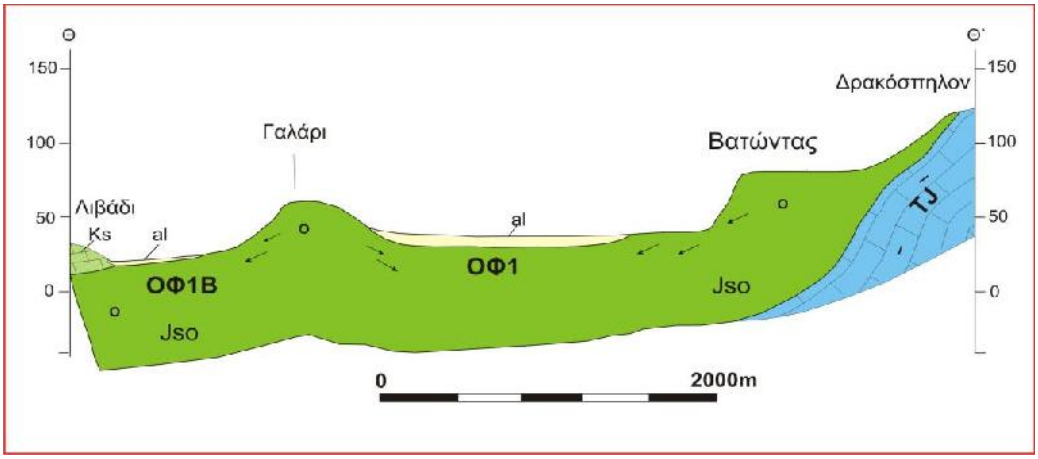
Η στρωματογραφική στήλη της περιοχής Νέας Αρτάκης συνίσταται από (Γεωλογικός χάρτης, Σχ. 9.2 – 9.3 και 9.4):
1) *Ασβεστόλιθους* **TJ** του αν. Τριαδικού – Μέσο Ιουρασικού, μέσο – παχυστρωματώδεις, που είναι έντονα καρστικοί.
2) Σχηματισμούς της *σχιστοκερατολιθικής διάπλασης*, **Jso** αποτελείται από κοκκινωπούς κερατόλιθους, πρασινοκάστανους αργιλικούς σχιστόλιθους, ψαμμίτες **sch**, μεγάλες ασβεστολιθικές ενστρώσεις **k** και οφιολιθικά πετρώματα **O** (σερπεντίνες, περιδοτίτες και διαβάσεις).
3) *Ασβεστόλιθους* **Ks**, επικλυσιγενείς, αδιαίρετοι, στο ανώτερο στρώμα παχυστρωματώδεις έως άστρωτοι, τεφροί, καρστικοί, στη βάση είναι μαργαϊκοί,




*Σχ.9.2. Γεωλογική τομή διεύθυνση (Α1-Α1`) Δ – Α, στη λεκάνη της Ν. Αρτάκης, και η ανάπτυξη του υδροφόρου ΟΦ1.*
*.*
*Fig.9.2: Geologic section W-E across N. Artaki basin and the development of aquifers ΟΦ1.*




*Σχ.9.3: Γεωλογική τομή διεύθυνση (Α2-Α2`) ) Δ – Α, στη λεκάνη της Ν. Αρτάκης, τα σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα FeNi και η ανάπτυξη του υδροφόρου ΟΦ1.*
*Fig. 9.3: Geologic section W-E across N. Artaki basin showing the iron-nickle ore deposit and the development of aquifer ΟΦ1.*



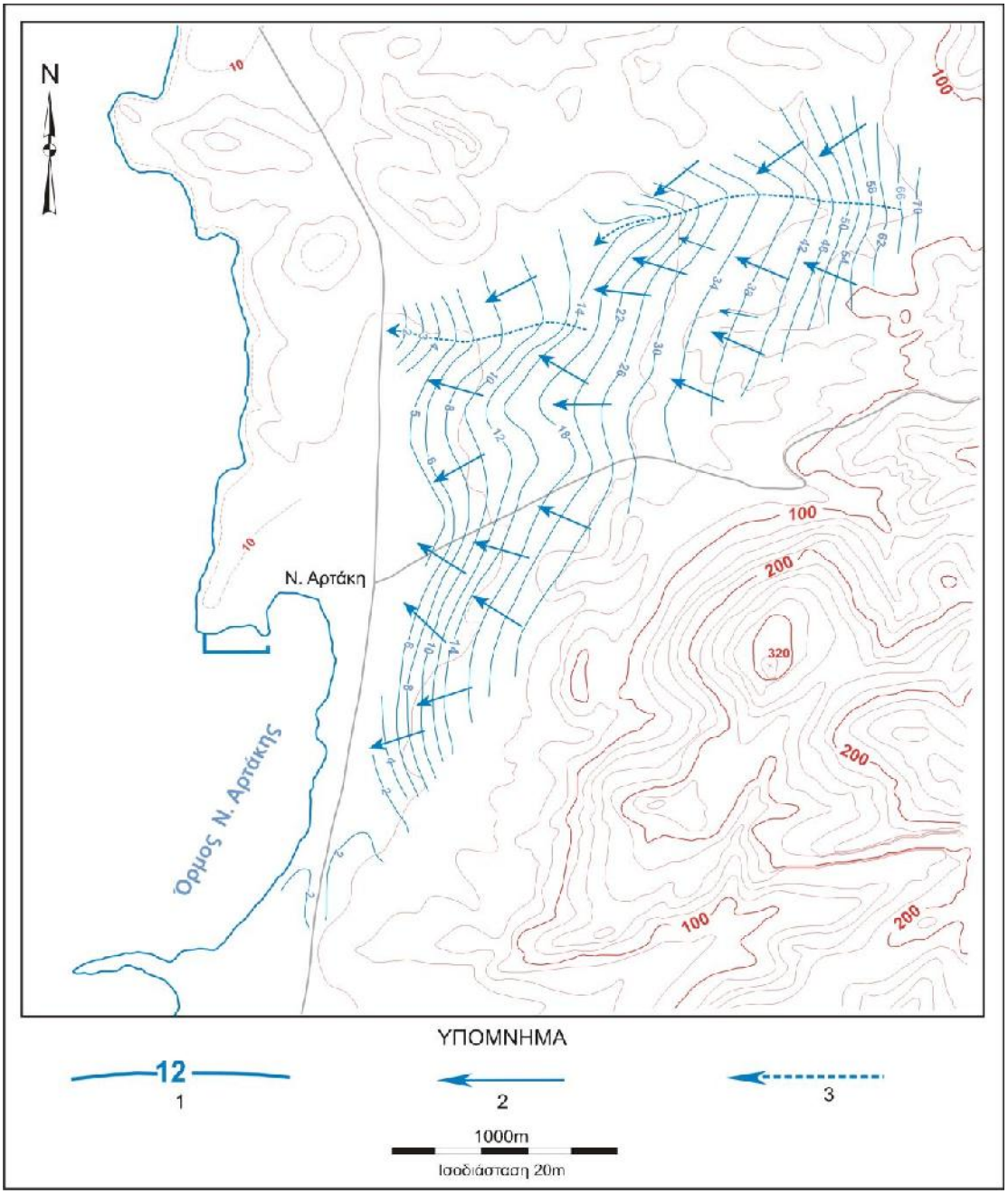

*Σχ.9.4: Γεωλογική τομή ((Α3-3`) διεύθυνση Β-Ν, στην λεκάνη της Ν. Αρτάκης, και ανάπτυξη του υδροφόρου ΟΦ1 και ΟΦ1Β*
*Fig.9.4: Geologic section N – S, across N. Artaki basin and the development of aquifer ΟΦ1and ΟΦ1Β*

κιτρινωποί ή κοκκινωποί, λέπτο – έως μεσοστρωματώδεις και κονδυλώδεις καρστικοί,και το πάχος τους είναι περίπου 10 - 30m. Υπερκείμενοι, κατά θέσεις, εν συμφωνία στρώσεως, σιδηρνικελιούχου μεταλλεύματος **FeNi**.
4) *Προσχώσεις*, **al**, αλλουβιακές αποθέσεις από χαλαρά αργιλοαμμώδη υλικά, ερυθρογή με κροκαλολατύπες, και το πάχος από μερικά εκατοστά μέχρι 12m.

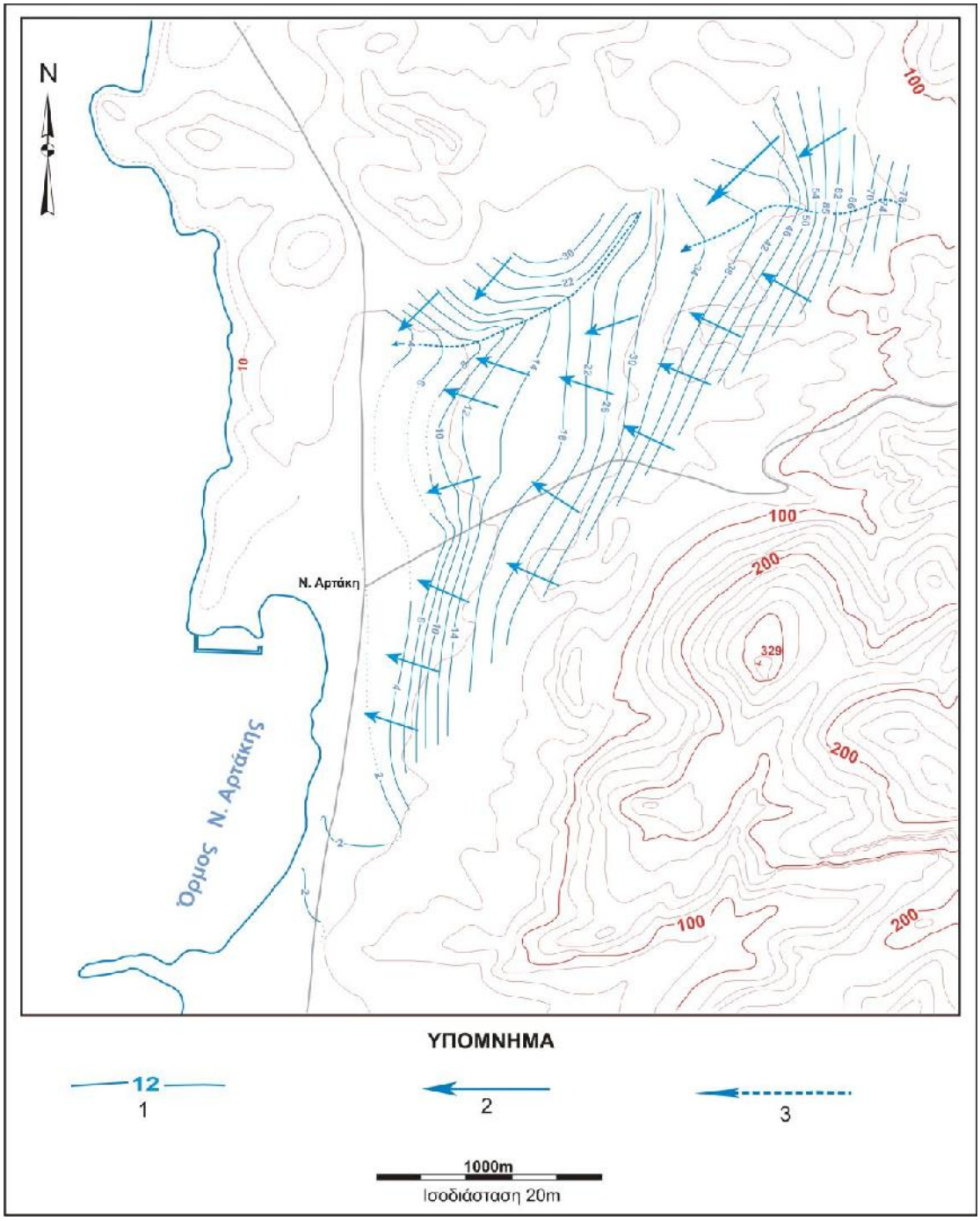
## 9.2. ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΑ ΟΦΙΟΛΙΘΙΚΟΥ ΥΔΡΟΦΟΡΟΥ ΟΦ1 και ΟΦ1Β

### *9.2.1. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ*

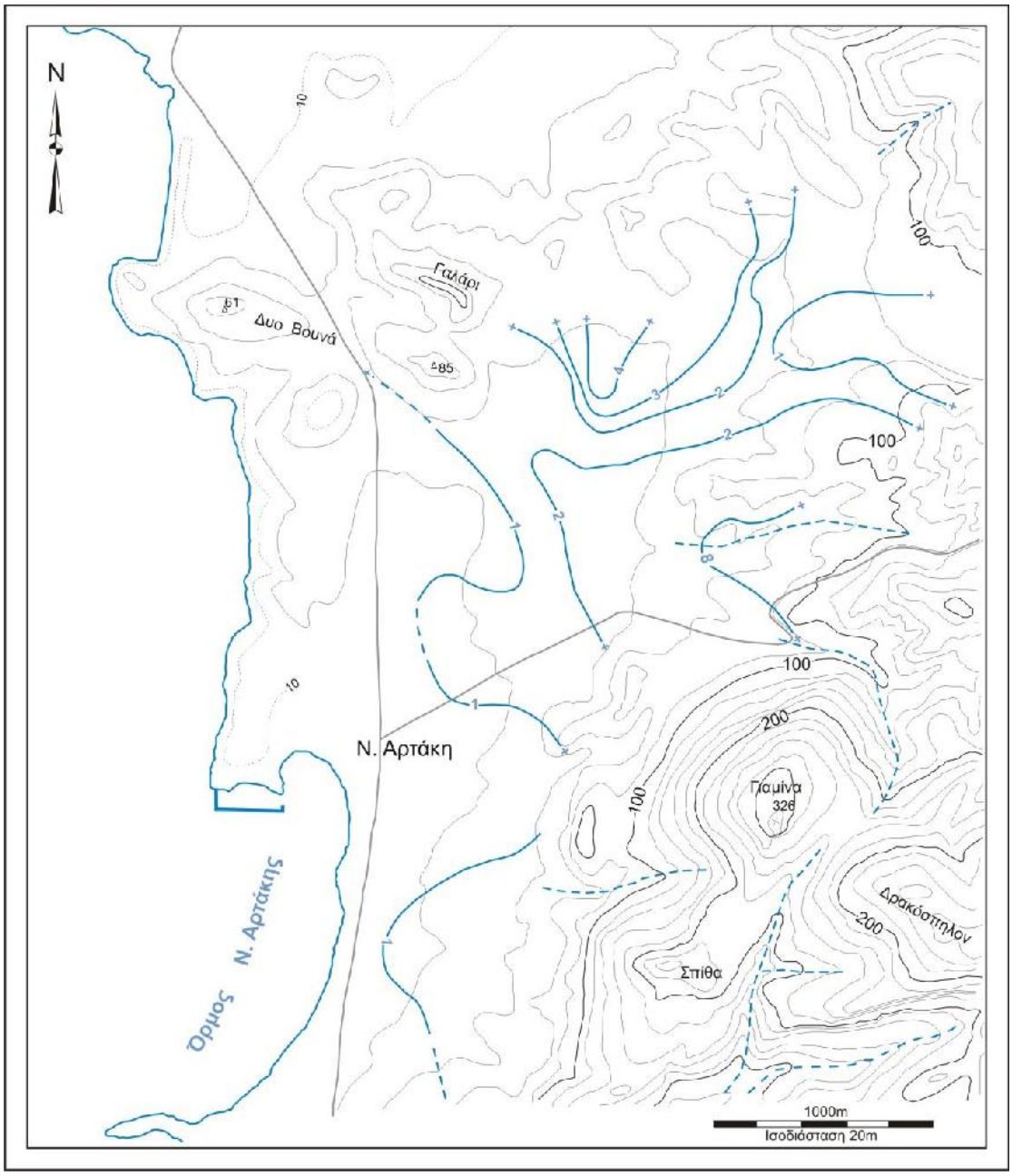
Η υδροφορία στη υπολεκάνη Αρτάκης, αναπτύσσεται όμως στο σκληρό διαρρηγμένο οφιολιθικό στρώμα, (Σχ.9,2 - 9.3 και 9.4) .
Το πάχος του μακρο-υδροπερατού οφιολικιθού υδροφόρου στρώματος στο βόρειο τμήμα ΟΦ1είναι 4-6m, και στο νότιο τμήμα ΟΦ1Β είναι 16-40m.
Ο εμπλουτισμός του υδροφόρου ΟΦ1, εξασφαλίζεται από την κατείσδυση του νερού της βροχής στην υπολέκανη, επίσης από στις κοίτες των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου.
Είναι ελεύθερος υδροφόρος ορίζοντας, γυμνής επιφάνειας στην πλειονότητα του, όμως σε μερικά σημεία είναι καλυμμένος από μίκρο και μακροπερατούς σχηματισμούς (κοκκώδες, ανθρακικά) επιτρέπουν την διήθησης του νερού στον υδροφόρο στρώμα.



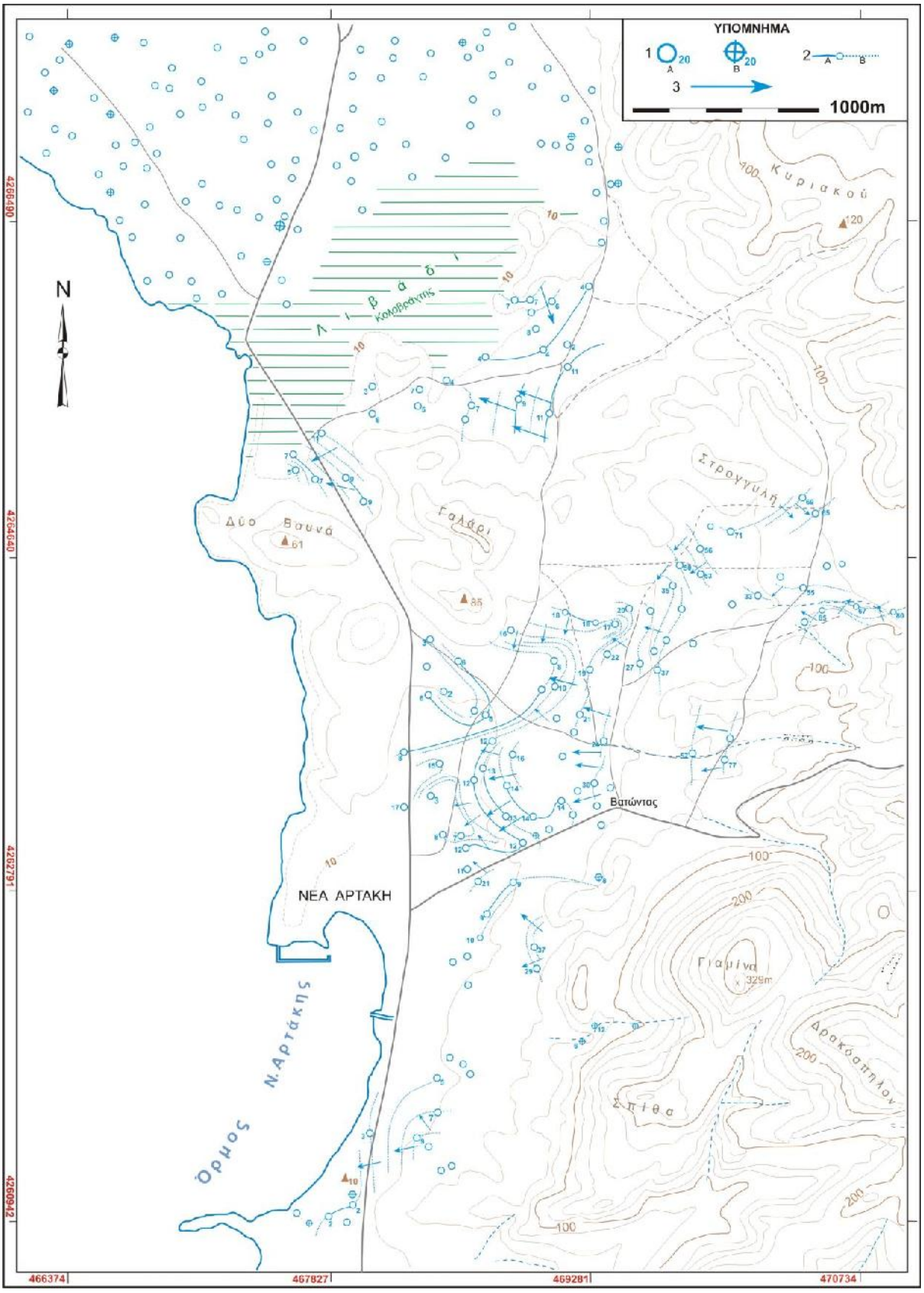

*Σχ.9.6: Πιεζομετρικός χάρτης. Οφιολιθικός υδροφόρος ΟΦ1 στη λεκάνη της Νέας Αρτάκης ( Χειμώνα, 1997). 1, πιεζομετρική καμπύλη. 2, διεύθυνση ροής. 3, άξονας υπόγειας ροής*
*Fig.9.6: Piezometric surface map of the ophiolitic aquifer ΟΦ1 of Nea Artaki basin (Winter, 1997). 1, Line of equal hydraulic head -m. 2, Direction of groundwater flow. 3, Ground stream flow.*




*Σχ.9.7: Πιεζομετρικός χάρτης του διερρηγμένου οφιολιθικού υδροφόρου ΟΦ1 στη λεκάνη της Ν. Αρτάκης ( Καλοκαίρι, 1997).1, πιεζομετρική καμπύλη. 2, διεύθυνση ροής. 3, άξονας υπόγειας ροής*
*Fig.9.7. Piezometric surface map of the fissured ophiolitic aquifer ΟΦ1 in Nea Artaki basin (Summer,1997).1, Line of equal hydraulic head -m. 2, Direction of groundwater flow. 3, Ground stream flow.*




*Σχ.9.8: Χάρτης ισοανόδου στάθμης (m) στο διαρρηγμένο οφιολιθικό υδροφόρο ΟΦ1 της λεκάνης Νέας Αρτάκης, 1997.*
*Fig.9.8: Map of groundwater level elevation.(fluctuation-m) in the fissured ophiolitic aquifer of Nea Artaki basin, 1997.*




*Σχ.9.9: Πιεζομετρικός χάρτης του διαρρηγμένου οφιολιθικού υδροφόρου ΟΦ1 στην λεκάνη της Νέας Αρτάκης (Χειμώνας, 2009). 1Α, στάθμη πηγαδιού. 1Β, στάθμη γεώτρησης. 2Α, πιεζομετρική καμπύλη. 2Β, πιθανή πιεζομετρική καμπύλη. 3, διεύθυνση ροής.*

*Fig.9.9: Piezometric surface map of the fissured ophiolitic aquifer ΟΦ1 of Nea Artaki basin (Winter, 2009). 1A, value of head level in well. 1B, value head level in borehole. 2A, Line of equal hydraulic head -m. 2B, probable hydraulic head. 3, Direction of groundwater flow.*

*Πίν.9.1: Περιοχή Ν. Αρτάκης Πιεζομετρία του υδροφόρου ΟΦ1*
*Tab. 9.1: Piezometric of the aquifer ΟΦ1 Nea Artaki site.*

| Πιεζομετρική στάθμη υδροφόρου ΟΦ1 σε m | | | |
|---|---|---|---|
| Χαμηλότερη | Υψηλή | Μέση | Περίοδος |
| 1.00 (ΑΡ10) | 76.00 (ΑΡ73) | 38.50 | 1996 - 1997 |
| 2.00 (ΑΡ24) | 80.00 (ΑΡ812) | 41.00 | 2007 - 2008 |
| 0.50 (ΑΡ809) | 77.70 (ΑΡ812) | 39.10 | 2008 - 2009 |
| Άνοδος Στάθμης m | | | |
| 0.10 | 8.90 | 4.50 | 1996 - 1997 |
| 0.20 | 6.00 | 3.10 | 2007 - 2008 |
| 0.10 | 5.20 | 2.65 | 2008 - 2009 |

### *9.2.2. ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ*

Αναλύοντας και μελετώντας τους πίνακες και τους χάρτες των πιεζομετρικών καμπυλών (Σχ.9.6 – 9.7 – 9.8 - Σχ.9.9 και Πίν.9.1) προκύπτει μια σειρά από στοιχεία για την υδροφορία και δυναμικότητα του υδροφόρου των διαρρηγμένων οφιολίθων ΟΦ1, τα οποία αναλυτικά αναφέρονται κατωτέρω:

1- Η πιεζομετρία της υψηλής και χαμηλής στάθμης (Χειμώνα, Καλοκαιριού) 1996 1997, 2007 - 2008 και 2008 – 2009 , έχει σχεδόν την ίδια μορφή.

2- Παρατηρείται μια βαθμιαία ελάττωση των τιμών των πιεζομετρικών καμπυλών από ανατολάς προς δυσμάς στην υπολεκάνη της Αρτάκης.

3- Παρατηρείται μια γενική κίνηση του υπόγειου νερού προς τα δυτικά δηλαδή προς τη θάλασσα (Β. Ευβοϊκό Κόλπο ).

4- Διαμορφώνεται ένας σαφέστατος υπόγειος άξονας αποστράγγισης, οποίος κατευθύνεται από ανατολικά (τοποθεσία Οινοπαραγωγικός Σταθμός) προς την θάλασσα (Β. Ευβοϊκό Κόλπο) νοτιοδυτικά (Σχ.9.6 και 9.7).

5- Παρατηρείται μεγαλύτερη άνοδος της στάθμης στα περιθώρια (ανάντη) της λεκάνης και χαμηλότερη άνοδος στην κατάντη περιοχή. Στην περιοχή κοντά στα υδατορεύματα εμπλουτίζεται ο υδροφόρος από αυτά. Στις περιοχές αυτές η στάθμη στα πηγάδια, σημειώνει γρήγορη άνοδο (Σχ.9.8).

6- Στην περιοχή Δυο βουνά δεν παρουσιάζεται σημαντική άνοδος της πιεζομετρικής επιφάνειας επειδή υπάρχει επικοινωνία του νερού υδροφόρου με την θάλασσα.

7- Τοπικές διαφοροποιήσεις παρατηρούνται στην τοποθεσία Παλιές Φυτίες, (εκβολές υπόγειου ποταμού) όπου ορισμένα φρέατα (ΑΡ27, ΑΡ28, ΑΡ52, ΑΡ814), εμφανίζουν φαινόμενα αρτεσιανής ροής για λίγες μέρες κατά την χειμερινή περίοδο (χειμώνα 1998, 2004 και 2005) και μετά από συνεχείς βροχοπτώσεις.

8- Παρατηρήσεις και πληροφορίες από αγρότες της περιοχής, τα πηγάδια της ανάντη περιοχής μένουν στεγνά ή με λιγότερη υδροφορία μετά από φτωχή υγρή περίοδο βροχοπτώσεων, ενώ τα φρέατα της κατάντη περιοχής δεν εκδηλώνουν τα ίδια φαινόμενα.

9 – Η επιφάνεια ανάπτυξης του υδροφόρου ΟΦ1 (περιμετρικά των φρεάτων απογραφής) στην περιοχή της υπολεκάνης Αρτάκης ανέρχεται σε 8400$m^2$ και η επιφάνεια ανάπτυξης του υδροφόρου ΟΦ1Β στην περιοχή Δυο Βουνά – Ιμπραήμ άγα ανέρχεται σε 3600$m^2$ περίπου.

### *9.2.3. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ*

Η Κατεύθυνση των γραμμών ροής είναι δυτικά και προς τα νοτιοδυτικά. Ο άξονας ροής είναι επίσης άξονας αποστράγγισης, προς το Β. Ευβοϊκό Κόλπο.

Η μεγαλύτερη υδροφορία εντοπίζεται στα φρέατα κοντά στην περιοχή της ζώνης του άξονα αποστράγγισης.

Ο υδροφόρος ΟΦ1 είναι ακτινωτού τύπου.

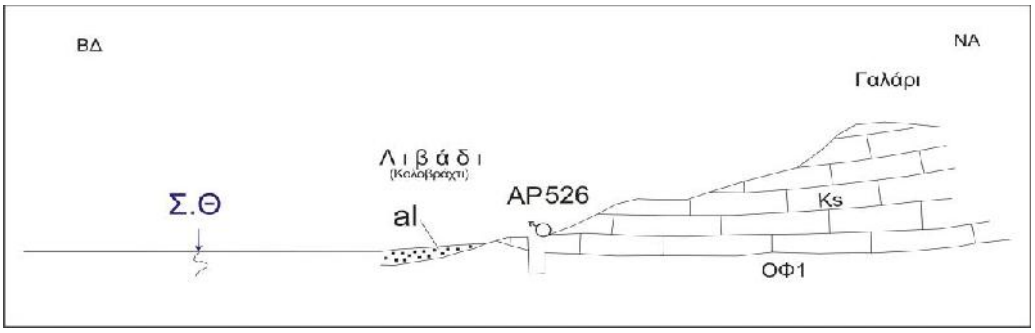
Δεν παρατηρείται υδραυλική επικοινωνία μεταξύ υδροφόρου ΟΦ1 και ΟΦ1Β που αναπτύσσεται στην περιοχή Δυο Βουνά.

### *9.2.3.1. Πηγή Δύο Βουνά (AP526)*

Έργο υδρομάστευσης: Το σημείο εμφάνισης ή εκροής της πηγής έχει εκβαθυνθεί σε 4m, και έχει μετατραπεί σε πηγάδι, όταν ο ιδιοκτήτης παρατήρησε ότι σταμάτησε τελείως η εκροή νερού, γι` αυτό σημειώνεται ως πηγάδι στο χάρτη απογραφής των σημείων νερού (Σχ.9.5).
Συντεταγμένες:

| N | E | h | X | Y |
|---|---|---|---|---|
| | | | Latitude | longitude |
| 38 32.305 | 23 37.883 | **11** | 468530 | 4265589 |

Τύπος πηγής: Υπερπλήρωσης. Μορφή: Καθορισμένη.
Συνθήκες λειτουργίας: Εποχιακή. Διεύθυνση ροής: ΒΔ
Γενικός υδροφόρος: ΟΦ1. Θέση εμφάνισης: Επαφή
Περατότητα υδροφόρου: Διαρρηγμένο οθιολιθικό.
Υπόβαθρο: Υγιής σχηματισμός της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης.




*Σχ.9.5: Σκαριφηματική τομή πηγής (AP52) μετατράπηκε σε πηγάδι – περιοχή Δυο Βουνά.*
*Fig.9.5: Schematic section showing the mechanism running the spring (AP52) and modification to dug well in Duo Vouna area.*

### *9.2.4. ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΑΠΟΦΕΜΑΤΑ*

Δίαιτα υδροφόρος **ΟΦ1** περιοχής λεκάνης Ν. Αρτάκης:
8400m$^2$ X 4.50m X 25% = 9450m$^3$ (1996 - 1997)
8400m$^2$ X 3.10m X 25% = 6510m$^3$ (2007 - 2008)
8400m$^2$ X 2.65m X 25% = 5565m$^3$ (2008 - 2009)
Δίαιτα υδροφόρος **ΟΦ1Β** περιοχής Δυο Βουνά – Ιμπραημαγά:
3600m$^2$ X 4.50m X 25% = 4050m$^3$ (1996 - 1997)
3600m$^2$ X 3.10m X 25% = 2790m$^3$ (2007 - 2008)
3600m$^2$ X 2.65m X 25% = 2385m$^3$ (2008 - 2009)

## 9.3. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΥΔΡΟΦΟΡΟΥ ΟΦ1, ΟΦ1Β

### *9.3.1. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΝΕΡΟΥ*

*Πίν.9.2 : Στατιστικά συμπεράσματα των υδροχημικών παραμέτρων της ποιότητας νερού υδροφόρου ΟΦ1 στην λεκάνη της Ν. Αρτάκης σε σύγκριση με το νερό της βροχής.*
*Tab.9.2: Univariate statistic summary of the hydrochemical parameters obtained from the groundwater of the ophiolitic aquifer ΟΦ1 in comparison with the rain water in Nea Artaki basin.*

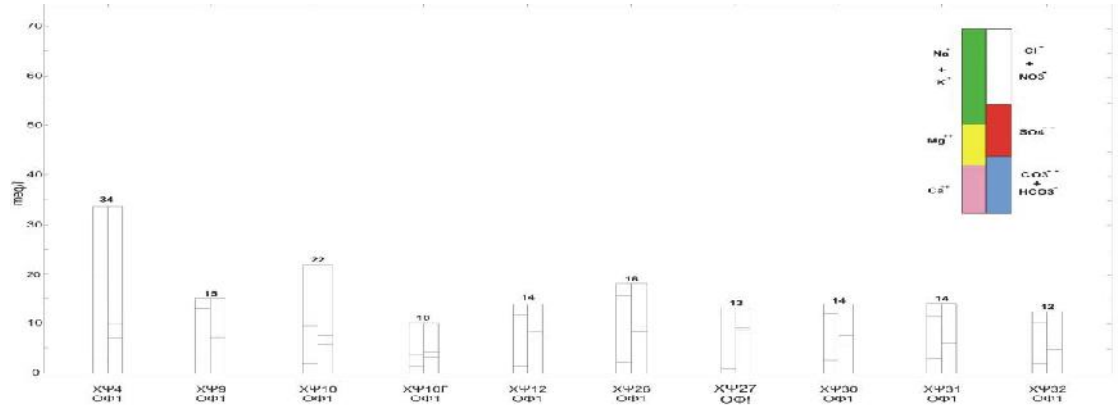
| A/A | Παραμέτροι Μονάδα | | Καλοκαίρι 1998 | | | Χειμώνας 1999 | | | Χειμώνας 2009 | | | Νερό Υδροφόρου | Νερό Βροχής |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Κα. | Μέση | Αν. | Κα. | Μέση | Αν. | Κα. | Μέση | Αν. | | |
| 1 | Θ | °C | 18.0 | 19.0 | 20.0 | 15.5 | 17.5 | 19.5 | 16.0 | 17.8 | 19.5 | 18.1 | |
| 2 | pH | | 7.7 | 7.9 | 8.1 | 7.7 | 8.5 | 8.4 | 7.5 | 7.9 | 8.2 | 8.1 | 5.65 |
| 3 | Eh | mV | | | | | | | -23 | -43 | -63 | -43 | |
| 4 | Salinity | dS/m | | | | 0.4 | 1.2 | 1.9 | 0.7 | 1.8 | 2.8 | 1.5 | |
| 5 | EC | μS/cm | 1150 | 1440 | 1630 | 770 | 1870 | 2970 | 980 | 2555 | 4630 | 1955 | 18.8 |
| 6 | TDS | mg/l | 738 | 1089 | 1439 | 566 | 1318 | 2070 | 627 | 1724 | 2820 | 1377 | 10.8 |
| | ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΟΙ | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Ca | mg/l | 24.1 | 39.7 | 55.3 | 17.6 | 41.3 | 64.1 | 32.0 | 110.2 | 188.4 | 63.7 | 0.90 |
| 8 | Mg | mg/l | 109.5 | 150.7 | 201.9 | 32.1 | 129.2 | 226.2 | 21.9 | 115.5 | 209.0 | 131.8 | 0.72 |
| 9 | Na | mg/l | 26.5 | 53.4 | 80.2 | 23.0 | 166.8 | 310.5 | 3.2 | 17.7 | 32.1 | 79.3 | 0.44 |
| 10 | K | mg/l | 0.4 | 1.2 | 2.0 | 0.01 | 5.9 | 11.7 | 0.03 | 0.6 | 1.2 | 3.0 | 0.02 |
| 11 | CO3 | mg/l | | | | 4.80 | 8.4 | 12.0 | 0.0 | | 0.0 | 2.8 | |
| 12 | HCO3 | mg/l | 546.7 | 712.0 | 877.3 | 223.3 | 454.5 | 685.6 | 175.0 | 583.0 | 990.0 | 449.8 | 2.50 |
| 13 | Cl | mg/l | 63.8 | 136.5 | 209.2 | 42.6 | 418.3 | 794.3 | 120.0 | 293.0 | 465.0 | 282.6 | 4.43 |
| 14 | SO4 | mg/l | 18.7 | 31.0 | 43.2 | 11.5 | 84.7 | 147.9 | 22.5 | 53.8 | 85.0 | 56.5 | 2.01 |
| 15 | NO3 | mg/l | 117.8 | 186.0 | 254.2 | 11.2 | 137.7 | 264.2 | 41.2 | 99.1 | 157.0 | 140.9 | 0.82 |
| 16 | CaCO3* | mg/l | 488 | 696 | 904 | 216 | 644 | 1072 | 510 | 805 | 1100 | 715 | |
| | ΙΟΝΤΑ | | | | | | | | | | | | |
| 17 | NO2 | mg/l | 0.01 | 0.06 | 0.11 | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.01 | 0.06 | 0.11 | 0.05 | 0.01 |
| 18 | NH3 | mg/l | | | | | | | 0.0 | 0.07 | 0.13 | 0.07 | |
| 19 | NH4 | mg/l | 0.01 | 0.02 | 0.04 | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.0 | 0.07 | 0.13 | 0.04 | 0.82 |
| 20 | PO4 | mg/l | | | | | | | 4.5 | 5.2 | 5.8 | 5.2 | 2009 |
| * Ολική σκληρότητα | | | | ΔΕΙΚΤΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ | | | | | | | | ΟΦ1 | |

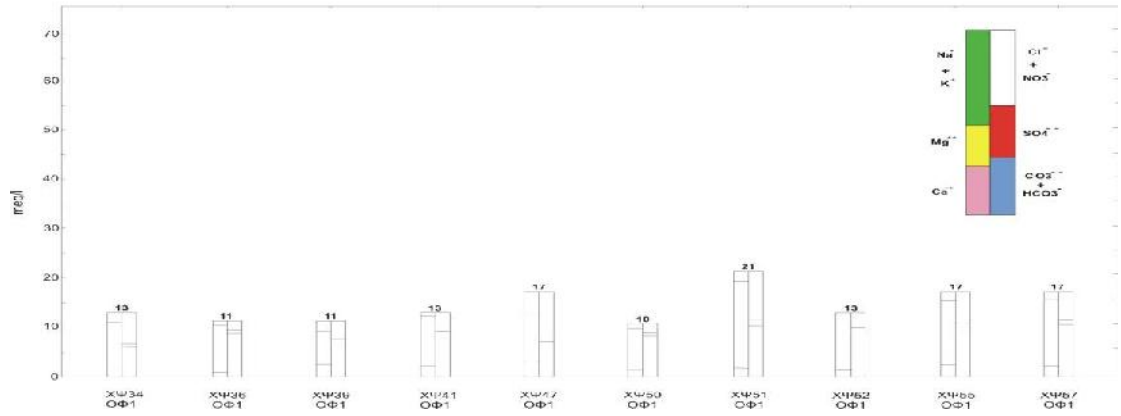
### *9.3.2. ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΤΗΤΑ*

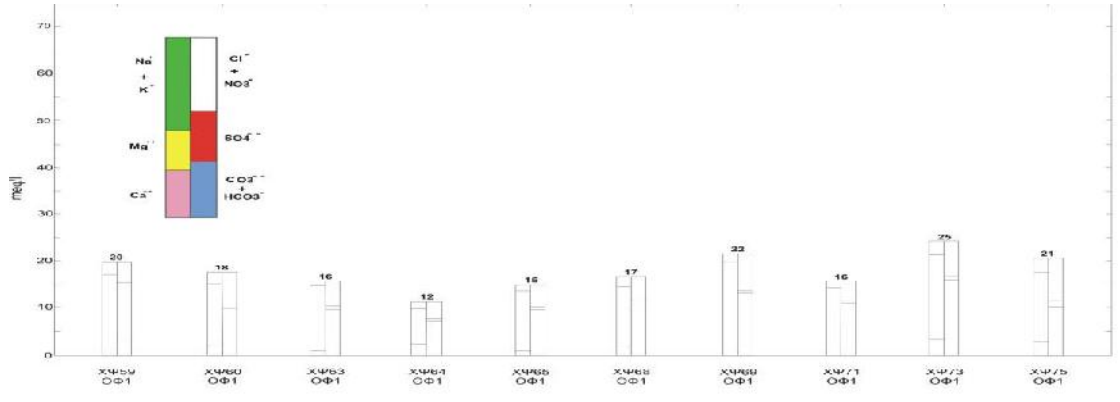
Το ανώτερο σύνολο ανιόντων / κατιόντων βρίσκεται 70 meq/l (4211mg/L) στο νερό πηγαδιού ΑΡ522 και χαμηλότερο 8 meq/l (566 mg/L) στο πηγάδι ΑΡ90 (Σχ.9).
Ασβέστιο Ca, 17.64 – 188.40 mg/l
Μαγνήσιο Mg, 21.00 – 410.52 mg/l
Νάτριο Na, 4.10 – 920.00 mg/l
Κάλιο K, 0.03 – 46.92 mg/l
Αλκαλικά $HCO_3$, 223.26 – 979.66 mg/l
Χλώριο Cl, 44.23 – 1929.02 mg/l
Θειϊκά $SO_4$, 11.53 – 506.24 mg/l
Νιτρικά $NO_3$, 0.0 – 440.27 mg/l. Νιτρώδη $NO_2$, 0.012 – 0.112 mg/l. Αμμωνία $NH_4$, 0.0 – 0.25mg/l. $NH_3$, 0.0 – 0.27 mg/l.
Φωσφορικά $PO_4$, 4.51 – 5.82 mg/l.
**Θερμοκρασία νερού**:15.0 – 20.5 ºC. **pH**: 7.5 – 8.4 και το δυναμικό οξειδοαναγωγής, **Eh** έχει αρνητικές τιμές (μεταξύ -32 και -76).
**Ιχνοστοιχεία**: Κάδμιο **Cd**, <0.08μg/l. Χρώμιο **Cr (ολικό)**, <0.01μg/l. Χαλκός **Cu**, <0.2 μg/l. Σίδηρος **Fe**, <11.0 μg/l. Μαγγάνιο **Mn**, <1.2 μg/l. Νικέλιο **Ni**, <0.4 μg/l. Μόλυβδος **Pb**, <0.31 μg/l. Ψευδάργυρος **Zn**, <0.8 μg/l
Υδροχημικές (κατηγορίες) φάσεις νερού
Κατιόντων: Ασβεστονατριούχα.
Ανιόντων: Οξυανθρακική – χλωριοθειϊκή και χλωριοθειϊκή – οξυανθρακική.
Σκληρότητα Hem: Το νερό του υδροφόρου ΟΦ1, ΟΦ1Β (210 – 1100 mg/L) είναι πολύ σκληρό.

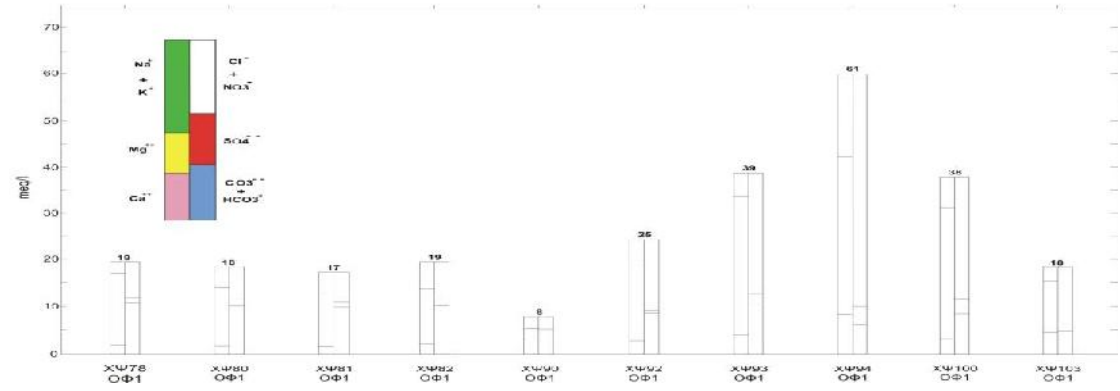
### *9.3.3. ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ*

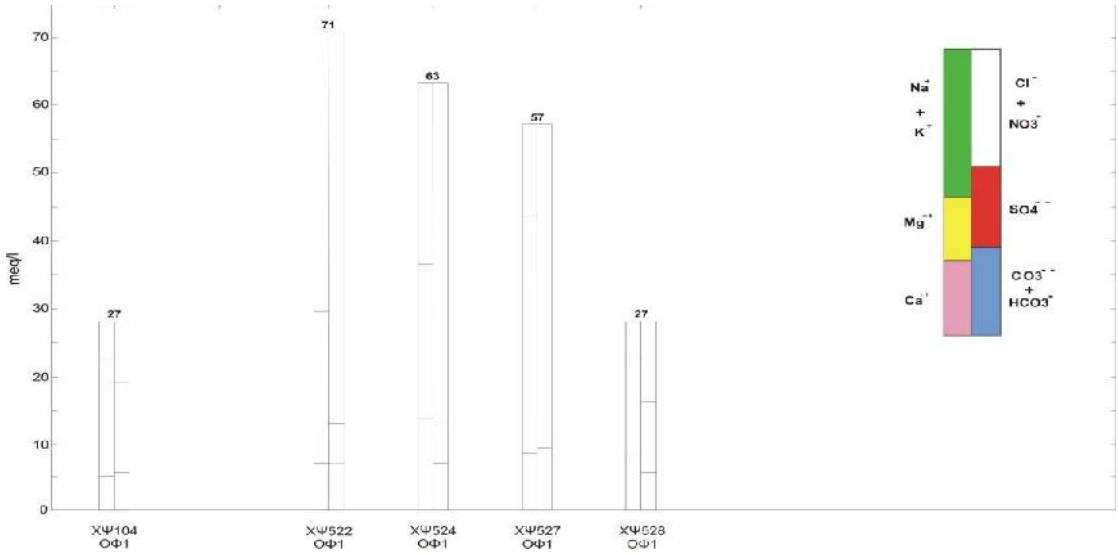
Τα αποτελέσματα των αναλύσεων δειγμάτων νερού της πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας παρουσιάζονται σε ραβδοδιαγράμματα (Vertical bar Graph) του συνόλου κατιόντων Ca, Mg, Na, K και σύνολο ανιόντων $HCO_3$, $CO_3$, Cl, $SO_4$ $NO_3$ σε meq/L (Σχ.9.10).


meq/l
Na+ + K+
Mg++
Ca++
Cl- + NO3-
SO4--
CO3-- + HCO3-
34
15
22
10
14
18
13
14
14
12
ХЧ4 ОФ1
ХЧ9 ОФ1
ХЧ10 ОФ1
ХЧ10Г ОФ1
ХЧ12 ОФ1
ХЧ26 ОФ1
ХЧ27 ОФ1
ХЧ30 ОФ1
ХЧ31 ОФ1
ХЧ32 ОФ1


meq/l
Na+ + K+
Mg++
Ca++
Cl- + NO3-
SO4--
CO3-- + HCO3-
13
11
11
13
17
10
21
13
17
17
ХЧ34 ОФ1
ХЧ36 ОФ1
ХЧ39 ОФ1
ХЧ41 ОФ1
ХЧ47 ОФ1
ХЧ50 ОФ1
ХЧ51 ОФ1
ХЧ52 ОФ1
ХЧ55 ОФ1
ХЧ57 ОФ1


meq/l
Na+ + K+
Mg++
Ca++
Cl- + NO3-
SO4--
CO3-- + HCO3-
20
18
16
12
15
17
22
16
25
21
ХЧ59 ОФ1
ХЧ60 ОФ1
ХЧ63 ОФ1
ХЧ64 ОФ1
ХЧ65 ОФ1
ХЧ68 ОФ1
ХЧ69 ОФ1
ХЧ71 ОФ1
ХЧ73 ОФ1
ХЧ75 ОФ1


meq/l
Na+ + K+
Mg++
Ca++
Cl- + NO3-
SO4--
CO3-- + HCO3-
19
18
17
19
8
25
39
61
38
18
ХЧ78 ОФ1
ХЧ80 ОФ1
ХЧ81 ОФ1
ХЧ82 ОФ1
ХЧ90 ОФ1
ХЧ92 ОФ1
ХЧ93 ОФ1
ХЧ94 ОФ1
ХЧ100 ОФ1
ХЧ103 ОФ1




*Σχ.9.10: Γραφική παρουσίαση αποτελεσμάτων πρώτης και δεύτερης φάσης ανάλυσης της περιοχής Ν. Αρτάκης σε ραβδοδιαγράμματα.*
*Fig.9.10: Graphical plotting results (major ions) by bar chart for samples collected during the first and second hydrochemical test from N. Artaki site.*

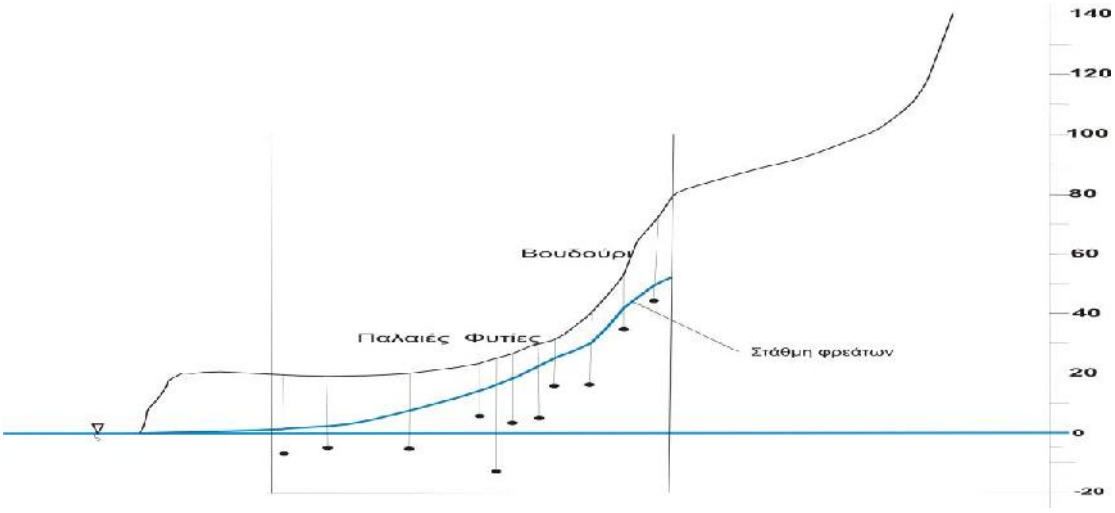
### *9.3.4. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕ - ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ (ΤΟΜΕΣ) ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ Ν. ΑΡΤΑΚΗΣ*

#### *9.3.4.1. Ζώνη -1*

Η υδρογεωλογική - χημική ζώνη αυτή έχει μήκος ≈1600m, πλάτος ≈586m, και γενική διεύθυνση ΒΔκά – ΝΑκά, περνά από τα φρέατα ΑΡ528, ΑΡ92, ΑΡ27, ΑΡ55, ΑΡ36, ΑΡ64, ΑΡ90, ΑΡ41 (χάρτης απογραφής, Σχ.8.1 – 9.11 – 9.12 και 9.15).

##### 9.3.4.1.1. Αξιολόγηση της Ζώνης : Υδροφόρος ΟΦ1 (10/1998 – 5/1999)

Στην τοποθεσία Βουδούρη βρίσκεται 20% του συνόλου αλάτων **TDS** (800 - 1248mg/l), 50% στην τοποθεσία Περβολάκι (834 – 1189 mg/l) και 30% στις Παλιές Φυτίες (1140 – 1805 mg/l). Η αύξηση της μεταλλικότητας είναι ανάλογη με την διεύθυνση της υπόγειας ροής, όπου κατευθύνεται προς την θάλασσα.
Η συγκέντρωση του ασβεστίου **Ca** κυμαίνεται στην τοποθεσία Βουδούρη μεταξύ 29 και 47mg/l, στο Περιβολάκι 24 και 41mg/l και στην τοποθεσία Παλιές Φυτίες 58 και 96 mg/l. Το νάτριο **Na**, στην τοποθεσίες Βουδούρη μεταξύ 27 και 96 mg/l, στο Περιβολάκι 23 και 32 mg/l και στην Παλιές Φυτίες 86 και 115 mg/l. Η συγκέντρωσης των ανθρακικών **$HCO_3$**, στην τοποθεσία Βουδούρη μεταξύ 449 και 604 mg/l, στο Περιβολάκι 554 και 567 mg/l, και στην τοποθεσία Παλιές Φυτίες 360 και 550 mg/l. Οι συγκεντρώσεις του χλωρίου **Cl**, στην τοποθεσία Βουδούρη μεταξύ 48 και 154 mg/l, στο Περιβολάκι 43 – 78 mg/l και στην Παλιές Φυτίες 42 και 239 mg/l. Η συγκέντρωση των θειϊκών **$SO_4$**, στην τοποθεσία Βουδούρη κυμαίνεται μεταξύ 18 και 62 mg/l, στο Περιβολάκι 13 και 30 mg/l και στην Παλιές Φυτίες 41 και 506 mg/l.




*Σχ.9.11: Υδρογεωλογική τομή της υδροχημικής ζώνης -1 και στάθμη νερού στα φρέατα.*
*Fig. 9.11: Hydrogeological section across the Hydrochemical zone -1 showing the water table.*

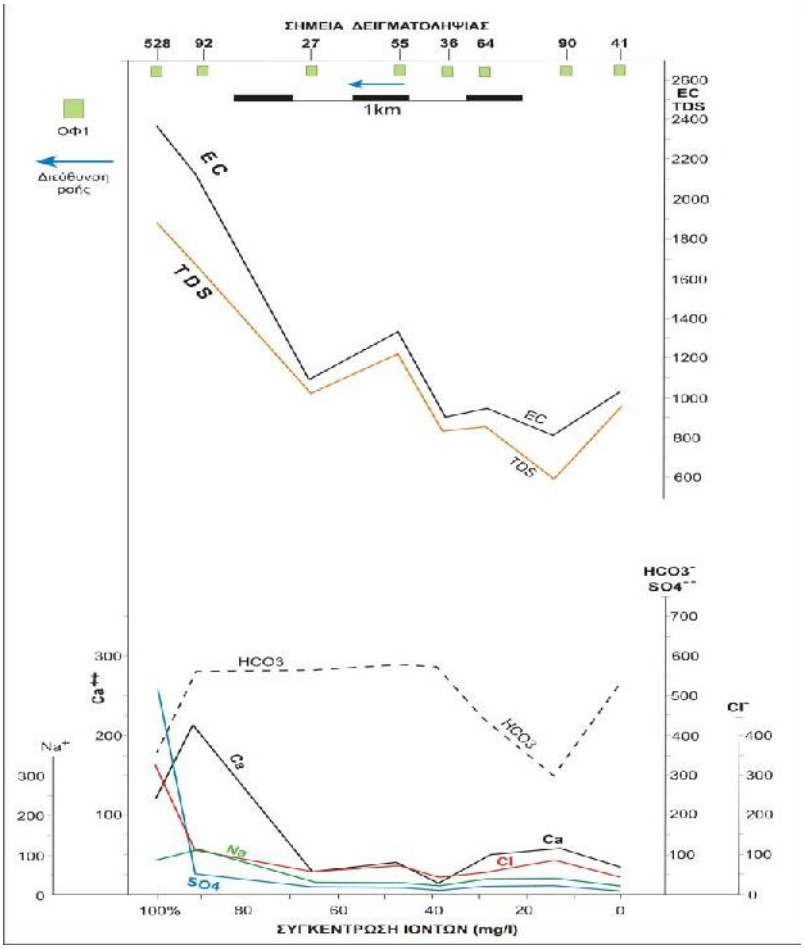
### *9.3.4.2 Ζώνη -2*

Η υδρογεωλογική / χημική ζώνη αυτή έχει μήκος ≈2290m και πλάτος ≈344m και γενική διεύθυνση ΝΔκά – ΒΑκά όπου περνά από τα φρέατα ΑΡ522, ΑΡ524, ΑΡ94, ΑΡ93, ΑΡ100, ΑΡ104, ΑΡ106 (Χάρτης απογραφής Σχ.8.1 – 9.13 – 9.14 και 9.15).

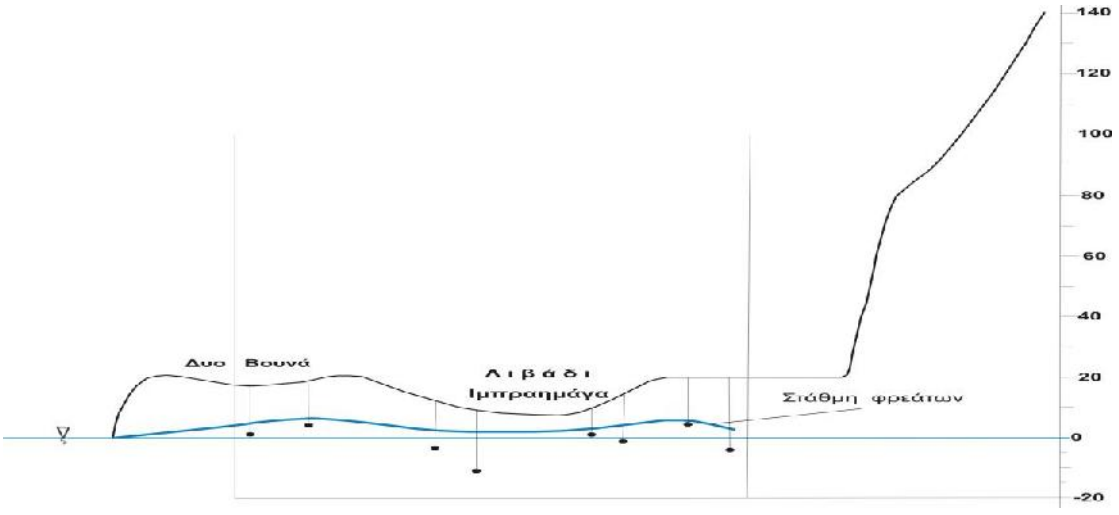
#### 9.3.4.2.1. Αξιολόγηση της Ζώνης-2: Υδροφόρος ΟΦ1Β (10/1998 – 5/1999):

Στη τοποθεσία Ιμπραημάγα βρίσκεται 80% του συνόλου αλάτων **TDS** (950 – 3557 mg/l) και 20% στη τοποθεσία Δυο Βουνά (928 – 4211 mg/l). Η αύξηση στην μεταλλικότητα είναι ανάλογη με την διεύθυνσης της υπόγειας ροής όπου κατευθύνεται προς την θάλασσα.

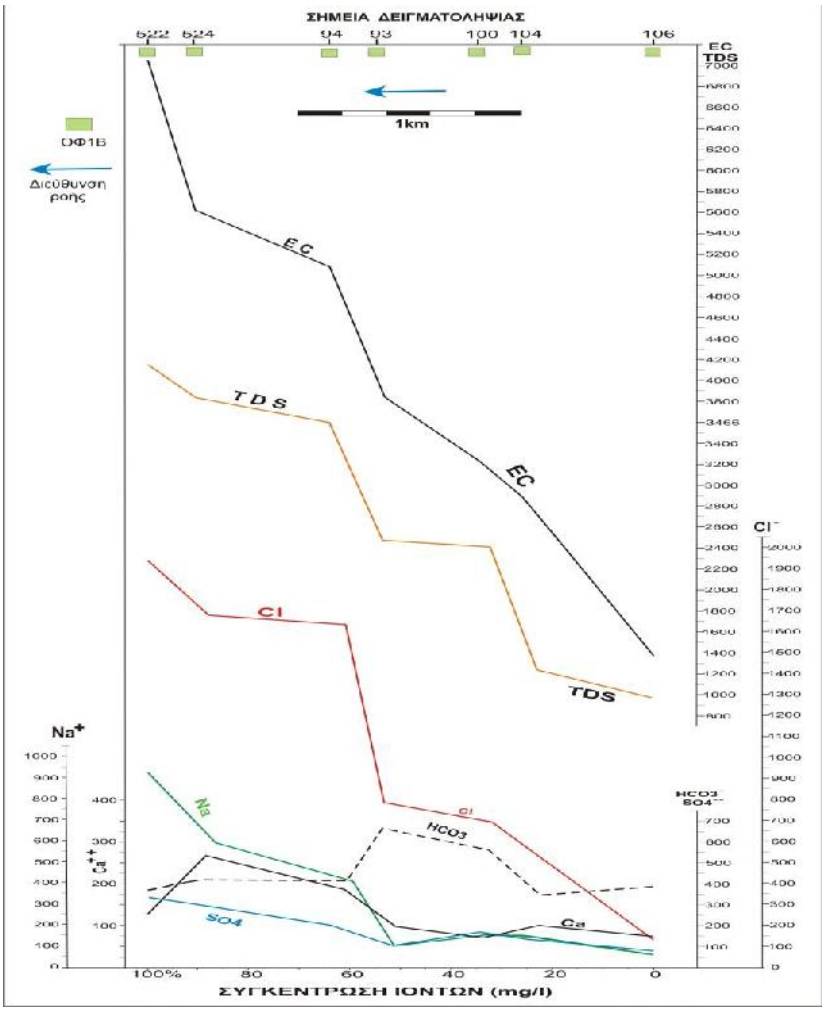
Η συγκέντρωση του ασβεστίου **Ca** κυμαίνεται στην τοποθεσία Ιμπραημάγα κυμαίνεται μεταξύ 71 και 180 mg/l και στην Δυο Βουνά 91 και 268 mg/l. Το νάτριο **Na**, στην τοποθεσία Ιμπραημάγα 57 και 414 mg/l και στην Δυο Βουνά 51 και 920 mg/l. Η συγκέντρωσης των ανθρακικών $\mathbf{HCO_3}$, στην Ιμπραημάγα 337 και 671 mg/l και στην Δυο Βουνά 314 και 423 mg/l. Το χλωρίου **Cl**, στην τοποθεσία Ιμπραημάγα 481 και 1631mg/l. Η συγκέντρωση των θειϊκών $\mathbf{SO_4}$, στην τοποθεσία Ιμπταημάγα 76 και 187 mg/l και στην Δυο Βουνά μεταξύ 98 και 329 mg/l.



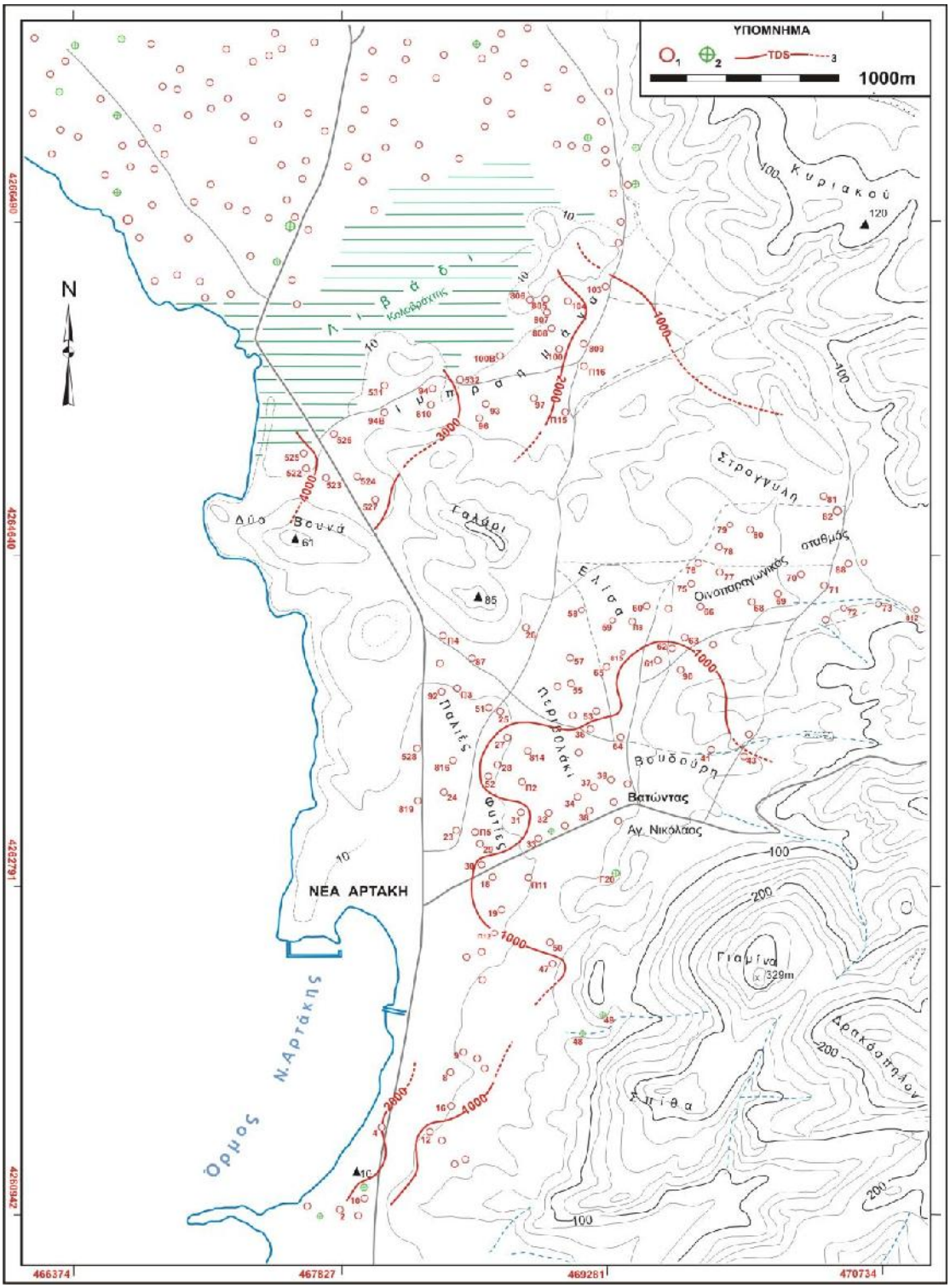

*Σχ.9.12 Υδροχημική τομή – **1**, EC, TDS, Ca, Na, HCO3, Cl, SO4. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig. 9.12: Hydrochemical section -**1**, EC, TDS, Ca, Na, HCO3, Cl, SO4. Presenting results first and second hydrochemical test (10/10/1998 – 5/5/1999).*



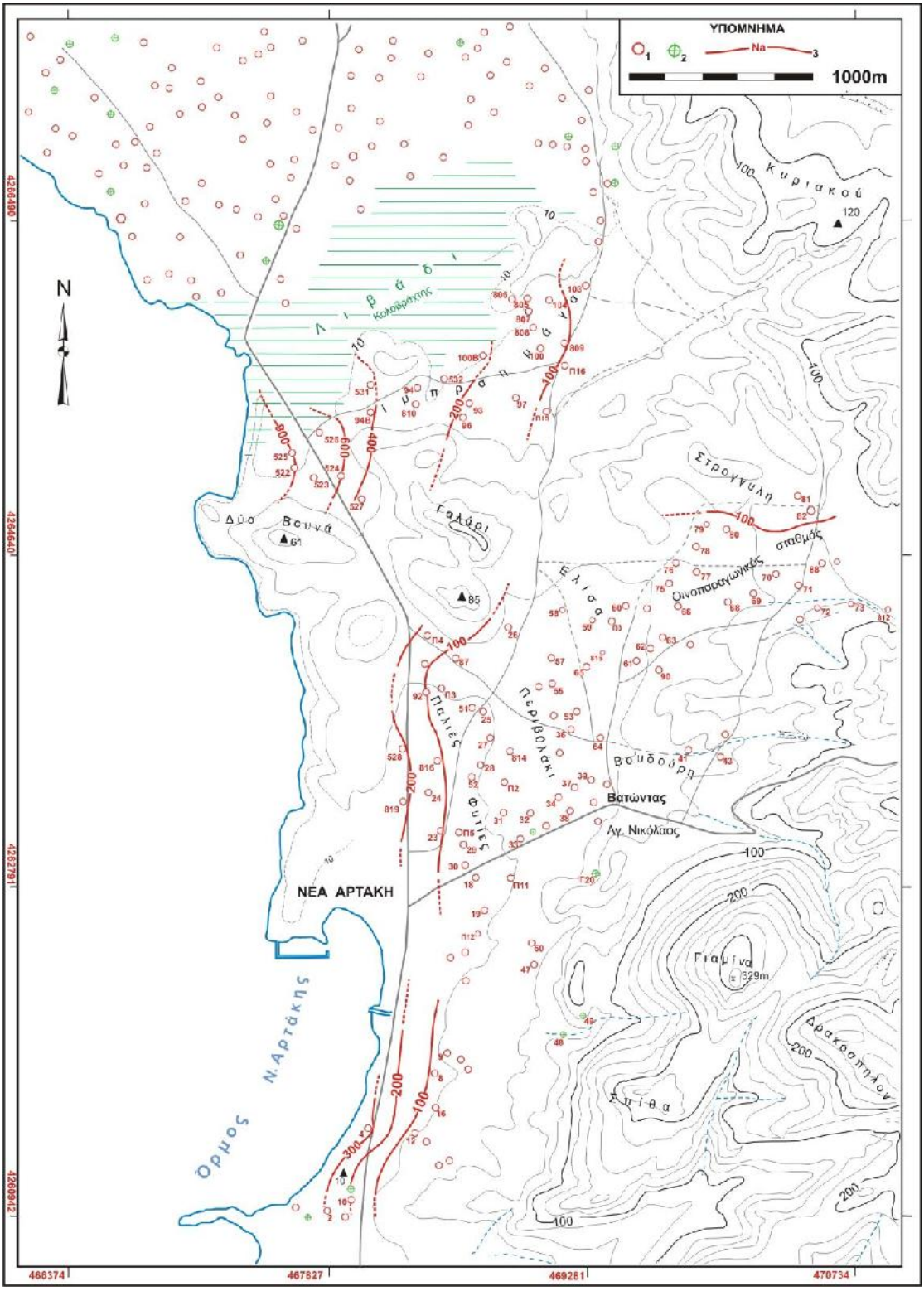

*Σχ.9.13:Υδρογεωλογική τομή της υδροχημικής ζώνης -2, και στάθμη νερού στα φρέατα*
*Fig.9.13: Hydrogeological section oacross the hydrochemical zone -2, showing the water tables of wells.*



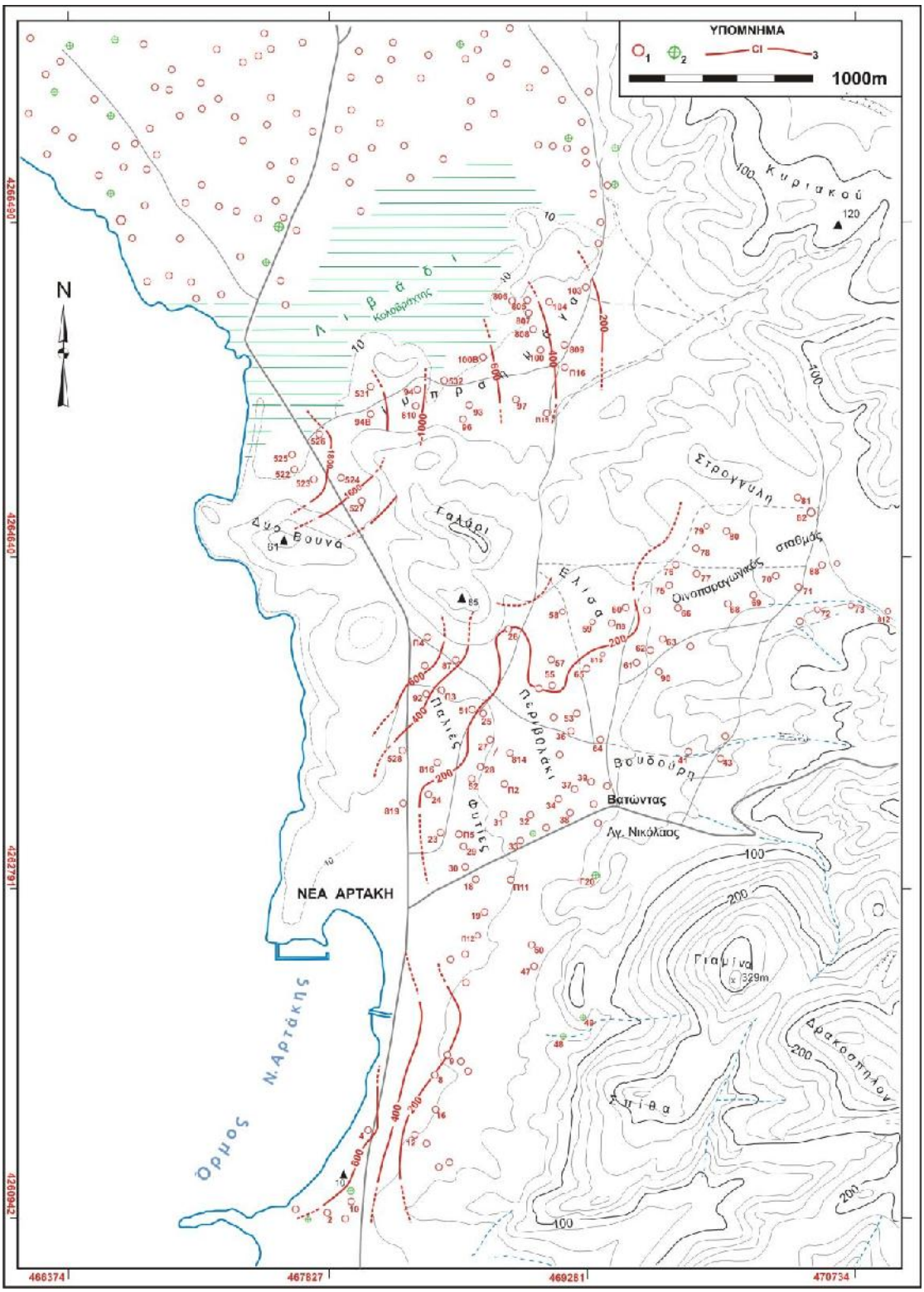

*Σχ.9.14: Υδροχημική τομή – **2**, EC, TDS, Ca, Na, HCO3, Cl, SO4. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig. 9.14: Hydrochemical σεψτιον -**2**, EC, TDS, Ca, Na, HCO3, Cl, SO4. Presenting results of first and second hydrochemical test (10/10/1998 – 5/5/1999).*




*Σχ.9.15: Υδροχημικός χάρτης κατανομής του συνόλου Διαλυμένων Στερεών **TDS** σε ppm.*
*1, πηγάδι. 2, γεώτρηση. 3, καμπύλη ισοαλάτων. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.9.15: Hydrochemical map distribution of Total Dissolved Solids concentration **TDS** in ppm. From the results of first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999). 1, Sample well. 2, Sample borehole. 3, Line of equal dissolved solids.*




*Σχ.9.16: Υδροχημικός χάρτης κατανομή του νατρίου **Na** σε ppm. 1, πηγάδι. 2, γεώτρηση. 3, καμπύλη ισονατρίου. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.9.16: Hydrochemical map distribution of Sodium concentration Na in ppm. From the results of first and second hydrochemical test (10/10/1998 – 5/5/1999).1, Sample well. 2, Sample borehole. 3, Line of equal sodium.*




*Σχ.9.17: Υδροχημικός χάρτης κατανομής του **Cl** σε ppm. 1, πηγάδι. 2, γεώτρηση. 3, καμπύλη ισοχλωρίων. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.9.17: Hydrochemical map distribution of Chloride concentration Cl in ppm. From the results of first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999). 1, Sample Well. 2, Sample borehole. 3, line of equal chloride.*

### 9.3.5. ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ ΔΙΑΛΥΜΕΝΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ (TDS) ΠΕΡΙΟΧΗΣ Ν. ΑΡΤΑΚΗΣ

Στο βόρειο τμήμα (Ιμπραημαγά, ΟΦ1Β) το σύνολο διαλυμένων αλάτων TDS αυξάνει σταδιακά από την ενδοχώρα (καμπύλη <1000 mg/l) προς την θάλασσα (καμπύλη >4000mg/l) στην τοποθεσία Δυο Βουνά. Το νερό είναι γλυκό, μέτρια γλυκό, μέτρια αλμυρό και αλμυρό (Ταξινόμηση ανά 1000mg/l).
Στο νότιο τμήμα (Αρτάκη – Βατώντας, ΟΦ1) το TDS αυξάνει σταδιακά από την ενδοχώρα (καμπύλη (καμπύλη <1000 mg/l) προς την θάλασσα (καμπύλη >2000mg/l). Το νερό είναι μέτρια γλυκό (Ταξινόμηση ανά 1000 mg/l).
Η αύξηση της μεταλλικότητας μεταβάλλεται ανάλογα με τη γενική διεύθυνση της υπόγειας ροής του νερού προς την θάλασσα (Σχ.9.15).

### 9.3.6. ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΝΑΤΡΙΟΥ (Na) ΠΕΡΙΟΧΗΣ Ν. ΑΡΤΑΚΗΣ

Στο βόρειο τμήμα (περιοχή Ιμπραημάγα, ΟΦ1Β) η συγκέντρωση του νατρίου Na, αυξάνει σταδιακά από την ενδοχώρα (καμπύλη <100mg/l) προς την θάλασσα (καμπύλη >900mg/l), δηλαδή στην τοποθεσία Δυο Βουνά.
Στο νότιο τμήμα (Αρτάκη – Βατώντας, ΟΦ1) το Na αυξάνει σταδιακά από την ενδοχώρα (καμπύλη (καμπύλη <100 mg/l) προς την θάλασσα (καμπύλη >300mg/l).
Η αύξηση της συγκέντρωσης νατρίου στο υδροφόρο μεταβάλλεται ανάλογα με τη γενική διεύθυνση της υπόγειας ροής του νερού προς την θάλασσα (Σχ.9.16).

### 9.3.7. ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΧΛΩΡΙΟΥ (Cl) ΠΕΡΙΟΧΗΣ Ν. ΑΡΤΑΚΗΣ

Στο βόρειο τμήμα (περιοχή Ιμπραημάγα) η συγκέντρωση του χλωρίου Cl, αυξάνει σταδιακά από την ενδοχώρα (καμπύλη <200mg/l) προς την θαλάσσια περιοχή (καμπύλη >1800 mg/l) ήτοι τοποθεσία Δυο Βουνά.
Στο νότιο τμήμα (Αρτάκη – Βατώντας) το Cl αυξάνει σταδιακά από την ενδοχώρα (καμπύλη <200 mg/l) προς την θαλάσσια περιοχή (καμπύλη >600 mg/l).
Η αύξηση της συγκέντρωσης χλωρίου στο υδροφόρο μεταβάλλεται ανάλογα με τη γενική διεύθυνση της υπόγειας ροής του νερού προς την θάλασσα (Σχ.9.17).

### 9.3.8. ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΔΙΟΡΘΩΜΕΝΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ ΝΑΤΡΙΟΥ ($SAR_{\delta}$) ΚΑΙ ΑΛΓΕΒΡΙΚΟ ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΩΝ ΟΡΩΝ ΣΤΗΝ ΑΓΚΥΛΗ* - ΠΕΡΙΟΧΗ Ν. ΑΡΤΑΚΗΣ

*Πίν.9.3: Τιμές συντελεστή ($SAR_{\delta}$) και αλγεβρικό άθροισμα των όρων στη αγκύλη. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Tab. 9.3: Values of Adjusted ($SAR_{\delta}$) and the total between two bracket. From the results of first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999).*

| A/A | Δείγματος δείγματος | Αγκύλη* | $SAR_{\delta}$ | A/A | Κωδικός δείγματος | Αγκύλη* | $SAR_{\delta}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | AP4 | 2.9 | 12.1 | 2 | AP9 | 2.8 | 2.2 |
| 3 | AP10 | 2.5 | 13.8 | 4 | AP10Γ | 1.9 | 8.0 |
| 5 | AP12 | 2.8 | 2.7 | 6 | AP26 | 3.9 | 2.7 |
| 7 | AP27 | 2.9 | 2.6 | 8 | AP30 | 2.6 | 2.1 |
| 9 | AP31 | 2.6 | 2.6 | 10 | AP32 | 2.6 | 2.1 |
| 11 | AP34 | 2.7 | 1.2 | 12 | AP36 | 2.8 | 1.2 |
| 13 | AP39 | 2.7 | 1.9 | 14 | AP41 | 2.9 | 1.4 |
| 15 | AP47 | 2.8 | 4.0 | 16 | AP50 | 2.3 | 1.1 |
| 17 | AP51 | 3.0 | 2.8 | 18 | AP52 | 2.8 | 1.5 |
| 19 | AP55 | 3.0 | 1.7 | 20 | AP57 | 3.0 | 5.0 |
| 21 | AP59 | 3.1 | 2.7 | 22 | AP60 | 3.0 | 2.7 |
| 23 | AP63 | 3.0 | 1.3 | 24 | AP64 | 2.7 | 2.7 |
| 25 | AP65 | 2.9 | 1.3 | 26 | AP68 | 3.0 | 2.0 |
| 27 | AP69 | 3.2 | 2.3 | 28 | AP71 | 2.9 | 1.4 |
| 29 | AP73 | 3.3 | 3.0 | 30 | AP75 | 3.0 | 2.8 |
| 31 | AP78 | 3.3 | 3.0 | 32 | AP80 | 2.9 | 4.6 |
| 33 | AP81 | 2.9 | 5.2 | 34 | AP82 | 2.9 | 5.2 |
| 35 | AP90 | 2.3 | 2.7 | 36 | AP92 | 3.0 | 6.5 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 37 | AP93 | 2.9 | 3.2 | 38 | AP94 | 2.7 | 10.5 |
| 39 | AP100 | 3.0 | 4.6 | 40 | AP103 | 2.7 | 2.1 |
| 41 | AP104 | 2.7 | 4.6 | 42 | AP106 | 2.6 | 2.7 |
| 43 | AP522 | 2.7 | 27.2 | 44 | AP524 | 2.7 | 16.7 |
| 45 | AP527 | 2.6 | 7.7 | 46 | AP 528 | 2.5 | 2.8 |

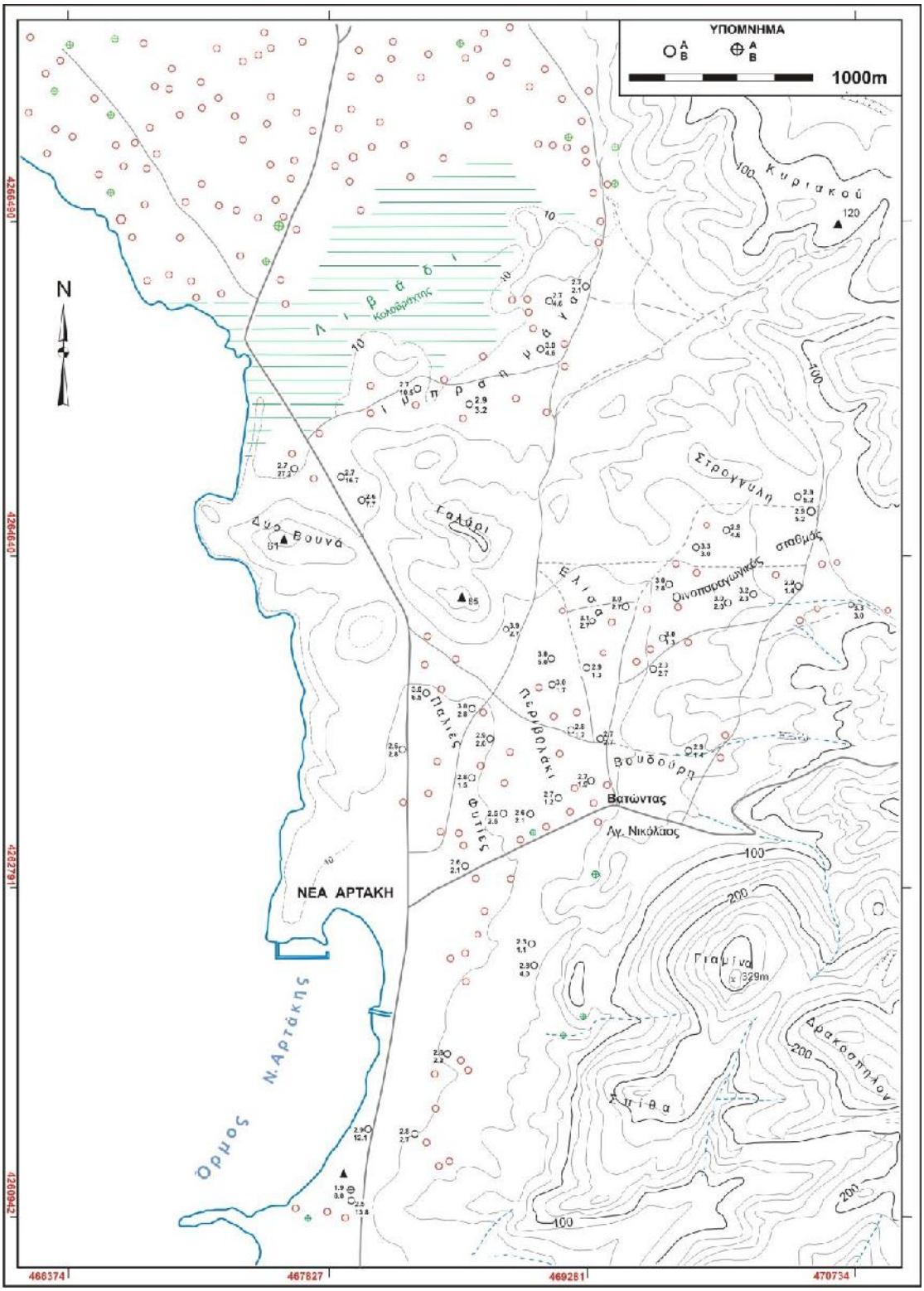
Η τιμή του αλγεβρικού όρου των όρων που βρίσκονται στην αγκύλη, στο βόρειο τμήμα (Ιμπραημάγα) είναι μεταξύ 2.6 – 3.0 με αποτέλεσμα να αποτίθεται στα έδαφος και στις συσκευές ανθρακικά άλατα του ασβεστίου. Η τιμή $SAR_{\delta}$ είναι 2.1 – 27.2
Η τιμή του αλγεβρικού όρου των όρων που βρίσκονται στην αγκύλη, στο νότιο τμήμα (Αρτάκη – Βατώντας) είναι μεταξύ 1.9 – 3.9 με αποτέλεσμα να αποτίθεται στο έδαφος και στις συσκευές ανθρακικά άλατα του ασβεστίου. Η τιμή $SAR_{\delta}$ είναι 1.1 – 13.8 (Πίν.9.3 και Σχ.9.18).

### *9.3.9. ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ Revelle (R) ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ Ν. ΑΡΤΑΚΗΣ*

*Πίν.9.4: Τιμές του Συντελεστή Revelle (R). Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Tab. 9.4: Values of sea water intrusion Revelle (R). From the results of first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999).*

| A/A | Κωδικός δείγματος | R | A/A | Κωδικός δείγματος | R |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | AP4 | 3.1 | 2 | APΨ9 | 0.8 |
| 3 | AP10 | 2.4 | 4 | AP10Γ | 1.5 |
| 5 | AP12 | 0.6 | 6 | AP26 | 0.6 |
| 7 | AP27 | 0.2 | 8 | AP30 | 0.4 |
| 9 | AP31 | 0.6 | 10 | AP32 | 0.7 |
| 11 | AP34 | 0.3 | 12 | AP36 | 0.1 |
| 13 | AP39 | 0.3 | 14 | AP41 | 0.2 |
| 15 | AP47 | 0.8 | 16 | AP50 | 0.2 |
| 17 | AP51 | 0.6 | 18 | AP52 | 0.2 |
| 19 | AP55 | 0.2 | 20 | AP57 | 0.4 |
| 21 | AP59 | 0.7 | 22 | AP60 | 0.5 |
| 23 | AP63 | 0.2 | 24 | AP64 | 0.2 |
| 25 | AP65 | 0.2 | 26 | AP68 | 0.3 |
| 27 | AP69 | 0.3 | 28 | AP71 | 0.2 |
| 29 | AP73 | 0.3 | 30 | AP75 | 0.5 |
| 31 | AP78 | 0.4 | 32 | AP80 | 0.4 |
| 33 | AP81 | 0.3 | 34 | AP82 | 0.3 |
| 35 | AP90 | 0.5 | 36 | AP92 | 1.3 |
| 37 | AP93 | 1.9 | 38 | AP94 | 6.9 |
| 39 | AP100 | 2.2 | 40 | AP103 | 1.1 |
| 41 | AP104 | 2.5 | 42 | AP106 | 0.6 |
| 43 | AP522 | 8.9 | 44 | AP524 | 6.8 |
| 45 | AP527 | 7.5 | 46 | AP528 | 1.2 |

Η τιμή του συντελεστή R, στο βόρειο τμήμα (Ιμπραημάγα) είναι μεταξύ 0.6 – 8.9 και μειώνεται σταδιακά από την κατάντη περιοχή προς την ενδοχώρα (σοβαρά ρυπασμένο → μέτρια ρυπασμένο → ελαφρά ρυπασμένο → υπόγειο νερό χωρίς θαλάσσια ρύπανση).
Η τιμή του συντελεστή R, στο νότιο τμήμα (Αρτάκη – Βατώντας) είναι μεταξύ 0.1 – 3.1 και μειώνεται σταδιακά από την κατάντη περιοχή προς την ενδοχώρα (μέτρια ρυπασμένο → ελαφρά ρυπασμένο → υπόγειο νερό χωρίς θαλάσσια ρύπανση).
(Πίν:9.4 και Σχ:9.19)




*Σχ.9.18: Υδροχημικός χάρτης κατανομής του συντελεστή προσρόφησης νατρίου (**SAR$_δ$**). Α, αλγεβρικό άθροισμα των όρων στην αγκύλη. Β, διορθωμένος συντελεστής **SAR$_δ$**. ).*
*Από αποτέλεσμα της πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.9.18: Hydrochemical map distribution of Adjusted Adsorption Sodium Ratio (**SAR$_δ$**). A, Total value between two bracket. 2, Adjusted adsorption ratio value. Results from the first and second hydrochemical test (10/10/1998 – 5/5/1999).*

### *9.3.10. ΙΟΝΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ (Mandel – Shiftan) ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗΣ Ν. ΑΡΤΑΚΗΣ*

*Πίν.9.5: Περιοχή Ν. Αρτάκη. Ιοντικές σχέσεις του Mandel – Shiftan. Από αποτέλεσμα της πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Tab.9.5: A. Artaki site. Ionic ratios of Mandel – Shiftan. From results of first and second hydrochemical analyses (10/10/1998 – 5/5/1999).*

| A/A | Κωδικός δείγματος | (Ca+Mg) / (K+Na) | Na / K | $HCO_3$ / Cl | $SO_4$ / Cl |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | AP4 | 1.5 | 132 | **0.3** | 0.1 |
| 2 | AP9 | 6.4 | **50** | 1.3 | 0.1 |
| 3 | AP10 | **0.8** | 4 | **0.4** | 0.1 |
| 4 | AP10Γ | **0.7** | 75 | **0.7** | 0.2 |
| 5 | AP12 | 5.1 | 78 | 1.8 | 0.1 |
| 6 | AP26 | 6.0 | **65** | 1.7 | 0.2 |
| 7 | AP27 | 9 | **70** | 5.2 | 0.2 |
| 8 | AP30 | 6 | 8 | 2.4 | 0.2 |
| 9 | AP31 | 4 | 8 | 2.4 | 0.2 |
| 10 | AP32 | 5 | 7 | 1.5 | 0.2 |
| 11 | AP34 | 6 | 10 | 2.9 | 0.3 |
| 12 | AP36 | 10 | 33 | 7.7 | 0.2 |
| 13 | AP39 | 6 | 10 | 2.9 | 0.3 |
| 14 | AP41 | 10 | **59** | 6.4 | 0.3 |
| 15 | AP47 | 3.5 | **54** | 1.3 | 0.1 |
| 16 | AP50 | 9 | 33 | 6.5 | 0.2 |
| 17 | AP51 | 6 | **70** | 1.7 | 0.2 |
| 18 | AP52 | 9 | 130 | 4.1 | 0.2 |
| 19 | AP55 | 9 | 80 | 4.2 | 0.3 |
| 20 | AP57 | 7 | 80 | 1.5 | 0.2 |
| 21 | AP59 | 7 | 80 | 1.5 | 0.2 |
| 22 | AP60 | 6 | 250 | 2.1 | 0.2 |
| 23 | AP63 | 12 | **20** | 5.1 | 0.3 |
| 24 | AP64 | 7 | 75 | 4.3 | 0.3 |
| 25 | AP65 | 12 | **60** | 5.6 | 0.3 |
| 26 | AP68 | 8 | 45 | 3.7 | 0.1 |
| 27 | AP69 | 8 | **58** | 3.3 | 0.1 |
| 28 | AP71 | 11 | 135 | 6.6 | 0.1 |
| 29 | AP73 | 7 | 12 | 3.0 | 0.1 |
| 30 | AP75 | 6 | 145 | 1.9 | 0.2 |
| 31 | AP78 | 8 | 73 | 2.3 | 0.1 |
| 32 | AP80 | 3 | 210 | 2.3 | 0.3 |
| 33 | AP81 | 3 | 225 | 3.1 | 0.3 |
| 34 | AP82 | 3 | 240 | 3.1 | 0.1 |
| 35 | AP90 | 3 | 33 | 2.0 | 0.2 |
| 36 | AP92 | 4 | 42 | **0.8** | 0.1 |
| 37 | AP93 | 7 | 29 | **0.5** | 0.1 |
| 38 | AP94 | 10 | **60** | **0.1** | 0.1 |
| 39 | AP100 | 5 | 325 | **0.5** | 0.2 |
| 40 | AP103 | 7 | 14 | **0.9** | 0.4 |
| 41 | AP104 | 4 | 28 | **0.4** | 0.2 |
| 42 | AP106 | 4 | 35 | 1.7 | 0.3 |
| 43 | AP522 | **0.7** | 33 | **0.1** | 0.1 |
| 44 | AP524 | 1.4 | **53** | **0.2** | 0.1 |
| 45 | AP527 | 3 | **68** | **0.1** | 0.1 |
| 46 | AP528 | 6 | **47** | **0.9** | 0.6 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Νερό Βροχής | | **0.15** | | |

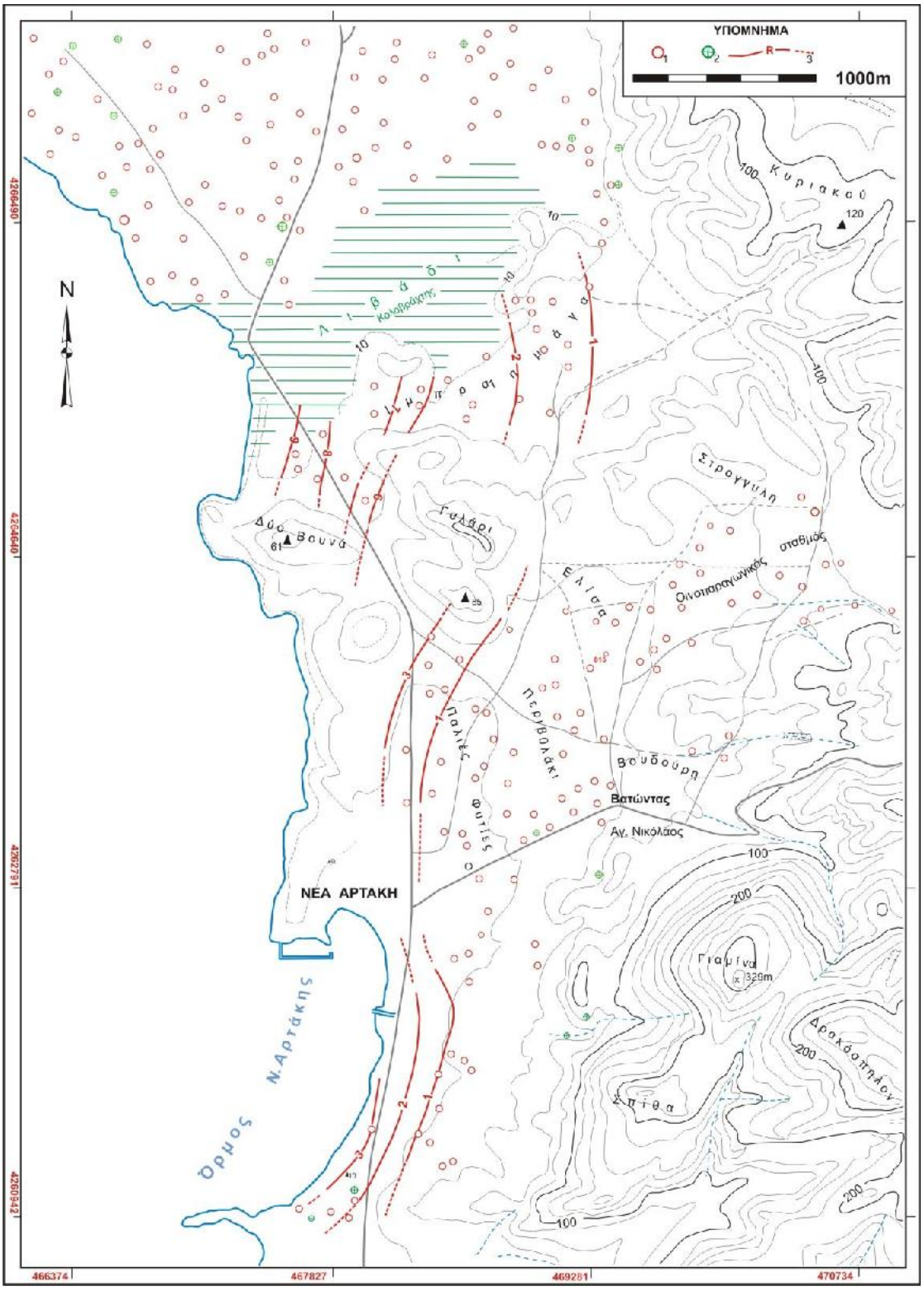
#### *9.3.10.1. Αναγνώριση προέλευση νερού υδροφόρου ΟΦ1 (Πίν.5)*

##### 9.3.10.1.1. ( Ca + Mg) / (K + Na)

Τιμές μικρότερες της μονάδας (0.7 και 0.8) που χαρακτηρίζουν το νερό της κατάντης περιοχής, σημειώθηκαν στο φρέαρ AP522, στο βόρειο τμήμα στα φρέατα AP10 και AP10Γ στο νότιο τμήμα (Πίν.9.5).

##### 9.3.10.1.2. Na / K

Τιμή ≡ 47 στο θαλασσινό νερό σημειώθηκε μόνο στο φρέαρ AP528 στο βόρειο τμήμα της περιοχής (Πίν.9.5).




*Σχ.9.19: Υδροχημικός χάρτης διείσδυσης του θαλασσινού νερού, προτεινόμενο όριο Καλλέργης, (Συντελεστής **Revelle**). 1, πηγάδι. 2, Γεώτρηση. 3, καμπύλη ίσων τιμών **R**.*
*Από αποτέλεσματα της πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.9.19: Hydrochemical map of sea water intrusion, intended by Kallergis limit ( Revelle ratio). 1, Well of sample. 2, Borehole of sample. 3, line of equal value R. The results of the first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999)*

Τιμή = 15 – 25 που χαρακτηρίζει την περιοχή εμπλουτισμού υδροφόρων βρίσκεται στο φρέαρ ΑΡ63 στην τοποθεσία Οινοπαραγωγικός Σταθμός – Βατώντα στο νότιο τμήμα (Αρτάκη – Βατώντας) (Πίν.9.5).

Τιμές (50 – 70) που χαρακτηρίζουν νερό κατάντη περιοχής σημειώθηκαν στα φρέατα ΑΡ94, ΑΡ524 και ΑΡ527 στη τοποθεσία Δυο Βουνά στο βόρειο τμήμα. Στο νότιο τμήμα, σημειώθηκαν στα φρέατα ΑΡ9, ΑΡ26, ΑΡ27, ΑΡ51, ΑΡ65, ΑΡ69, ΑΡ94, ΑΡ524, ΑΡ527 όμως δεν βρίσκονται στην περιοχή του κατάντη υδροφόρου (Πίν.9.5).

Η τιμή της σχέσης (Na / K) στο βόρειο τμήμα περιοχή (Ιμπραημάγα) είναι 14 – 325, και στο νότιο τμήμα περιοχή (Αρτάκη) είναι 4 – 250, όμως στο νερό βροχής της περιοχής είναι 0.15 (Πίν.9.5).

#### 9.3.10.1.3. $HCO_3$ / Cl

Οι τιμές της σχέσης αυτής που είναι μικρότρες της μονάδας οι οποίες σημειώθηκαν στα φρέατα ΑΡ92, ΑΡ93, ΑΡ94, ΑΡ100, ΑΡ103, ΑΡ104, ΑΡ524 και ΑΡ527 στην βόρεια περιοχή (Ιπμραημάγα) και στην νότια περιοχή (Αρτάκη) σημειώθηκαν στα φρέατα ΑΡ4, ΑΡ10 ΑΡ10Γ και ΑΡ528. Χαρακτηρίζουν το νερό της κατάντη περιοχής όταν η συγκέντρωση του χλωρίου αυξάνει προς την θαλάσσια περιοχή (Πίν.9.5).

#### 9.3.10.1.4. $SO_4$ / Cl

Όλες οι τιμές που σημειώθηκαν στο βόρειο και στο νότιο τμήμα είναι μικρότερες της μονάδας έδειξαν ότι, το χλώριο είναι το επικρατέστερο ανιόν που χαρακτηρίζει την κατάντη περιοχή του υδροφόρου και μειώνεται σταδιακά προς την ανάντη περιοχή (Πίν.9.5).

### *9.3.11. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΦΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ Ν. ΑΡΤΑΚΗΣ*

Η σύνθεση του νερού στο βόρειο τμήμα είναι ασβεστονατριούχο, χλωριοθειϊκό – οξυναθρακικό, όμως στο φρέαρ ΑΡ522 της τοποθεσίας Δυο Βουνά είναι νατριοασβεστούχο, χλωριοθειϊκό. Στο νότιο τμήμα όλα τα νερά είναι ασβεστονατριούχα, οξυανθρακικά – χλωριοθειϊκά, όμως στα φρέατα που βρίσκονται κοντά στη θαλάσσιας (ΑΡ4, ΑΡ10 και ΑΡ10Γ) αλλάζουν κατηγορία σε νατριοασβεστούχα, χλωριοθειίκά – οξυανθρακικά (Παράρτημα Ι - Πίν.00).

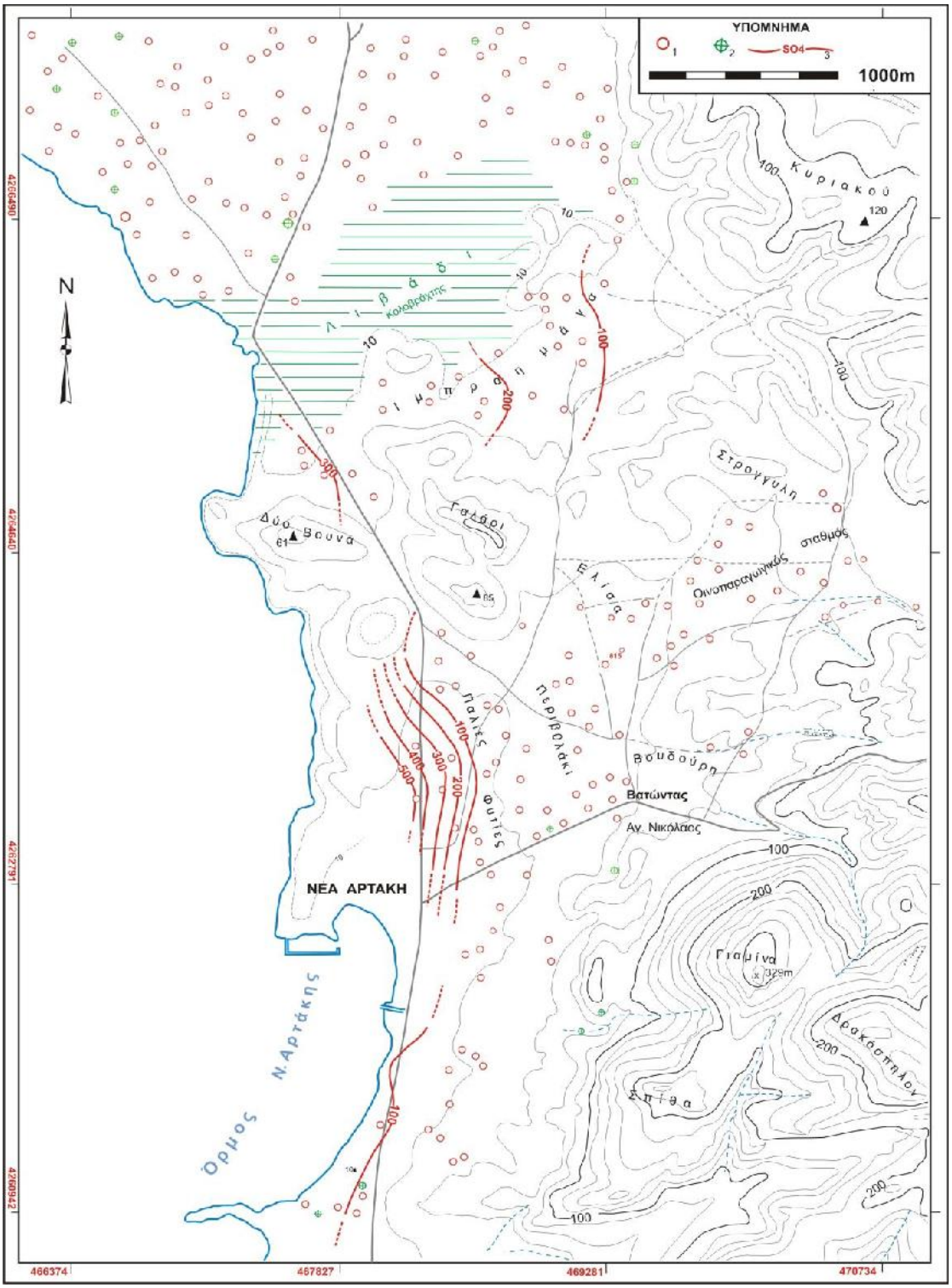
### *9.3.12. ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΘΕΙΙΚΗΣ ΡΙΖΑΣ ($SO_4$) ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ Ν. ΑΡΤΑΚΗΣ*

Στο βόρειο τμήμα περιοχή (Ιμπραημάγα) η συγκέντρωση της θειϊκής ρίζας $SO_4$, αυξάνει σταδιακά από την ενδοχώρα (καμπύλη <100 mg/l) προς την θάλασσα περιοχή (καμπύλη >300 mg/l) δηλαδή τοποθεσία Δυο Βουνά.
Στο νότιο τμήμα (Αρτάκη – Βατώντας) η θειϊκή $SO_4$ αυξάνει με γρήγορο ρυθμό από την ενδοχώρα (καμπύλη (καμπύλη <100 mg/l) προς την θάλασσα (καμπύλη >500 mg/l).
Η αύξηση της συγκέντρωσης θειϊκής ρίζας στον υδροφόρο, είναι επίσης ανάλογη με τη γενική διεύθυνση της υπόγειας ροής του νερού, προς την θάλασσα (Σχ.9.20).

### *9.3.13. ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΑΝΘΡΑΚΙΚΗΣ ΡΙΖΑΣ ( $HCO_3$) ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ Ν. ΑΡΤΑΚΗΣ*

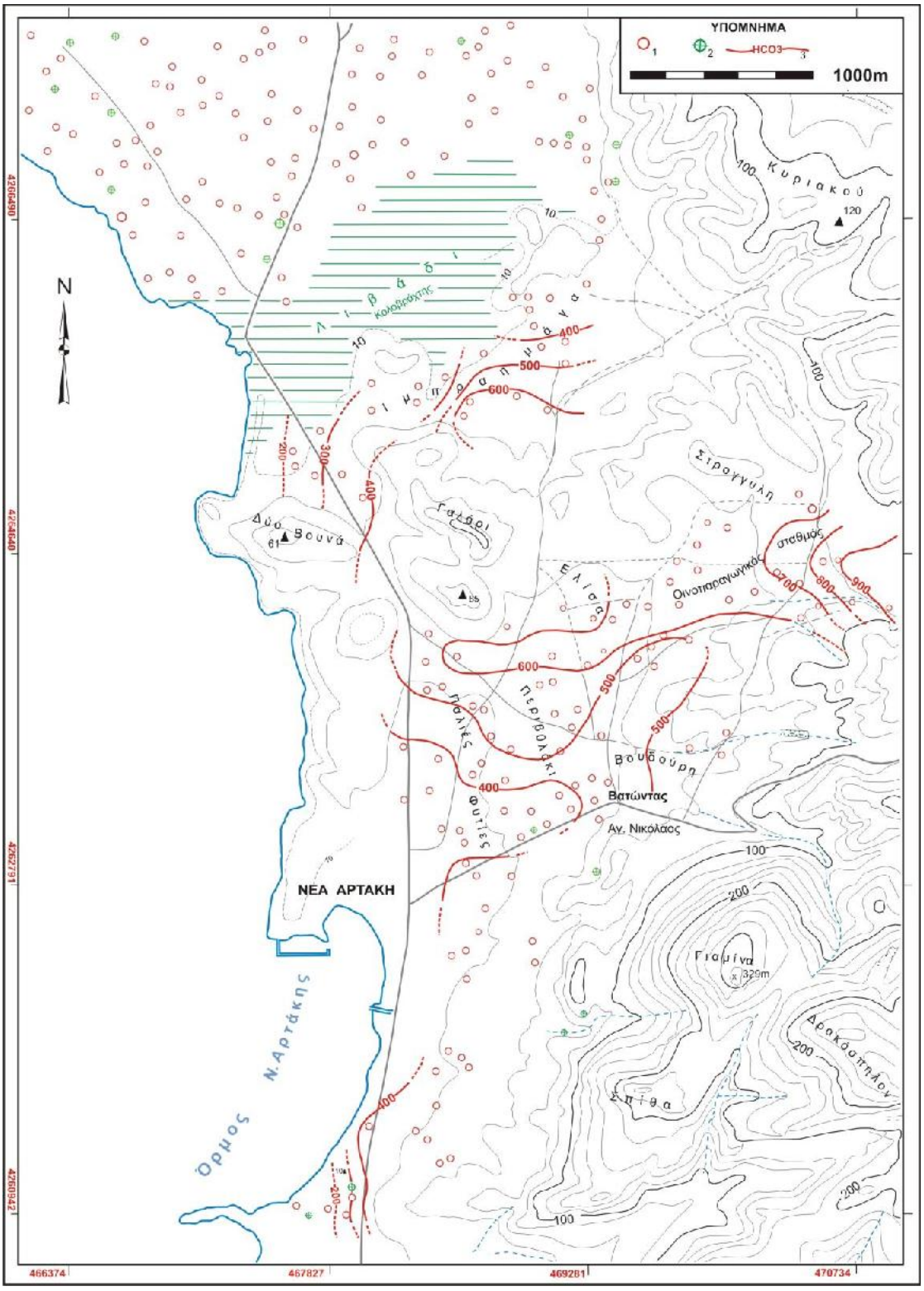
Στο βόρειο τμήμα περιοχή (Δυο βουνά) η συγκέντρωση της ανθρακικής ρίζας $HCO_3$, αυξάνει σταδιακά από την κατάντη περιοχή (καμπύλη <200 mg/l) προς την ανάντη περιοχή (καμπύλη >600 mg/l) ήτοι τοποθεσία Ιμπραημάγα – Γαλάρι (Σχ.9.21).

Στο νότιο τμήμα της περιοχής (Αρτάκη – Βατώντας) η ανθρακικής ρίζας $HCO_3$ αυξάνει σταδιακά από την θαλάσσια περιοχή (καμπύλη (καμπύλη <200 mg/l) προς την ενδοχώρα, Οινοπαραγωγικός Σταθμός (καμπύλη >900 mg/l).




*Σχ.9.20:Περιοχή Ν. Αρτάκης. Υδροχημικός χάρτης κατανομής της Θειικής ρίζας σε ppm.1, Πηγάδι. 2, Γεώτρηση. 3, καμπύλη ισοθειιούχων. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*

*Fig. 9.20: N. Artaki area. Hydrochemical map distribution of sulfate concentration in ppm. 1, Well of sampling. 1, well. 2, borehole. 3, Line of equal sulfate value. From results first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999).*




*Σχ.9.21: Περιοχή Ν. Αρτάκης. Υδροχημικός χάρτης κατανομής της ανθρακικήςς ρίζας σε ppm.1, Πηγάδι. 2, Γεώτρηση. 3, καμπύλη ισοανθρακιών. Από αποτέλεσμα της πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*

*Fig.9.21: N. Artaki area. Hydrochemical map distribution of carbonate ion concentration in ppm. 1, Well. 2, Borehole. 3, line of equal carbonic value. From results of first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999).*

### 9.3.14. ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗΣ Ν. ΑΡΤΑΚΗΣ

Το υπόγειο νερό του διαρρηγμένου οφιολιθικού υδροφόρου ΟΦ1 στην περιοχή της λεκάνης Ν. Αρτάκης χαρακτηρίζεται από τα αποτελέσματα της ολικής σκληρότητας (216 - 1100 $CaCO_3$ mg/l) ως *πολύ σκληρό* νερό.

| Περίοδος<br>Υδροφόρος ΟΦ1 | Διακύμανση<br>ολικής σκληρότητας mg/l | Sawyer – McCarty<br>1967 | Hem<br>1970 |
|---|---|---|---|
| 10 – 21/ 10/1998 | 488 - 920 | Πολύ σκληρό | Πολύ σκληρό |
| 7/3 – 5/5/1999 | 216 – 1072 | Πολύ σκληρό | Πολύ σκληρό |
| 22/1/2008 – 5/3/2009 | 490 - 1100 | Πολύ σκληρό | Πολύ σκληρό |

Το υπόγειο νερό του διαρρηγμένου οφιολιθικού υδροφόρου ΟΦ1Β στην περιοχή Ιμπραημάγα - Δυο Βουνά Αρτάκης χαρακτηρίζεται από τα αποτελέσματα της ολικής σκληρότητας (510 - 2168 Ca $CO_3$ mg/l) επίσης *πολύ σκληρό* νερό.

| Περίοδος<br>Υδροφόρος ΟΦ1Β | Διακύμανση<br>ολικής σκληρότητας mg/l | Sawyer – McCarty<br>1967 | Hem<br>1970 |
|---|---|---|---|
| 10 – 21/ 10/1998 | -- | Πολύ σκληρό | Πολύ σκληρό |
| 7/3 – 5/5/1999 | 560 – 2168 | Πολύ σκληρό | Πολύ σκληρό |
| 22/1/2008 – 5/3/2009 | 510 - 1470 | Πολύ σκληρό | Πολύ σκληρό |

### 9.3.15. ΡΥΠΑΝΣΕΙΣ Cl, $NO_3$ , $PO_4$ (ΓΕΩΓΕΝΗΣ & ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΗΣ) ΣΤΟ ΥΠΟΓΕΙΟ ΝΕΡΟ ΠΕΡΙΟΧΗΣ Ν. ΑΡΤΑΚΗΣ

Η υψηλή συγκέντρωση των δεικτών ρύπανσης (**Cl**, **$NO_3$** και **$PO_4$** ) χλωρίων 283 mg/l, νιτρικών150 mg/l και φωσφορικών 5.2 mg/l στο νερό του παράκτιου τμήμα των οφιολιθικών υδροφόρων ΟΦ1 και ΟΦ1Β και σε σχέση με τις αντίστοιχες παραμέτρων άλλων περιοχών (Πίν.9.6 – 9.7) οφείλεται στο μικρό πάχος του, στην περατότητα, στην επίδραση της διείσδυσης της θάλασσας, στην εντατική χρήση λιπασμάτων (φυσικά, αζωτούχα, φωσφορικά και καλιούχα λιπάσματα), στις γεωργικές δραστηριότητες στην περιοχή και στην υπεράντληση νερού.

*Πίν.9.6: Λεκάνη Νέας Αρτάκης. Δείκτες ρύπανσης του υπόγειου νερό του υδροφόρου ΟΦ1 από χλώρια, νιτρικά και Φωσφορικά*
*Tab.9.6: N. Artaki basin. Indications of ground water contamination of aquifer ΟΦ1 by chlorides nitrate NO3 and phosphates PO4.*

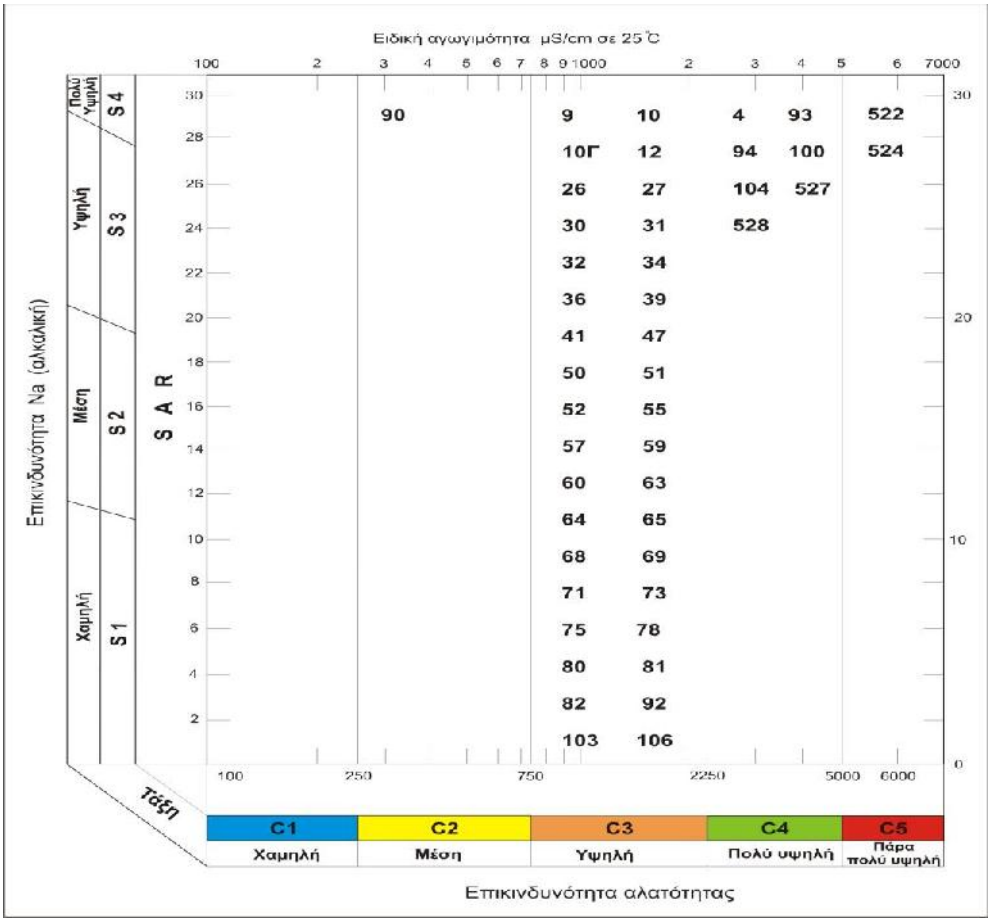
| Στοιχείο mg/L | ΟΚΤ/1998 | | ΜΑΙ/1999 | | ΜΑΡ/2009 | | Μέση τιμή | Οφιολιθικοί υδροφόροι | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Κατ. | Ανώ. | Μέση | Κατ. | Ανώ. | Μέση | | **A** | **B** | **C** |
| **$Cl^-$** | 63.8 | 209.2 | 60.3 | 794.3 | 120.0 | 456.0 | 283.9 | 15.3 | 175.8 | 242.8 |
| **$NO_3$** | 117.8 | 254.2 | 4.4 | 285.3 | 84.0 | 157.0 | 150.5 | 4.2 | ND | ND |
| **$PO_4^{3-}$** | NT | NT | N | NDT | 4.5 | 5.82 | 5.2 | 0.2 | ND | ND |

*Πίν.9.7: Περιοχή Ιμπραημάγα – Δυο Βουνά. Δείκτες ρύπανσης υπόγειου νερού του υδροφόρου ΟΦ1 από χλώρια, νιτρικά και Φωσφορικά*
*Tab.9.7: Ibrahimaga – Duo Vouna area. Indications of ground water contamination of aquifer ΟΦ1B by chlorides and nitrate NO3.*
*A- Stamatis G. Zagana E., Thessaly basin, Greece, 2005*
*B- Benoit D. et al, Ophiolite hard rock, Oman, 2003*
*C- Ahmad Murad, R.V. Krishnamurthy, United Arab Emirates.2002*

| Στοιχείο mg/L | ΟΚΤ/1998 | | ΜΑΙ/1999 | | ΜΑΡ-ΣΕΠ/2009 | | Μέση τιμή | Οφιολιθικοί υδροφόροι | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Κατ. | Ανώ. | Κατ. | Ανώ. | Κατ. | Ανώ. | | **A** | **B** | **C** |
| **$Cl^-$** | NT | NT | 124.1 | 1929.0 | 190.0 | 1020.0 | 815.8 | 15.3 | 175.8 | 242.8 |
| **$NO_3$** | NT | NT | 155.0 | 440.3 | 47.0 | 192.0 | 208.5 | 4.2 | ND | ND |

## 9.4. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΡΤΑΚΗΣ ΓΙΑ ΑΡΔΕΥΣΗ

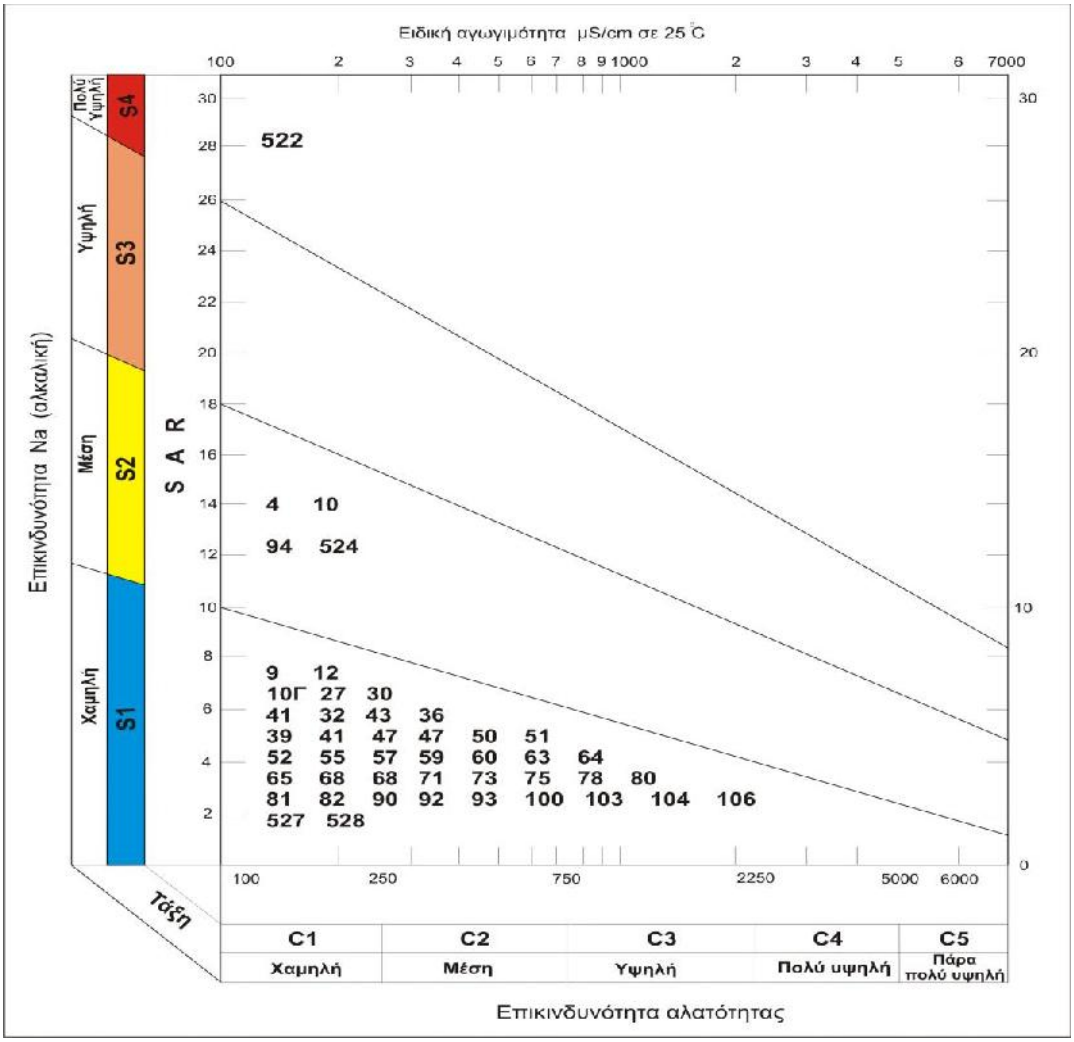
### *9.4.1. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤΑ Richards*




*Σχ.9.22: Διάγραμμα Richards με τροποποίηση και ταξινόμηση του νερού αρδευτικών φρεάτων αναλόγως της Ειδικής αγωγιμότητας (U.S. Salinity Laboratory). Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.9.22: Richard diagram with modification for classification of the wells and water for irrigation according to Electrical Conductivity (U.S. Salinity Laboratory). From the results of first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999).*

#### *9.4.1.1. Ταξινόμηση βάσει αλατότητας (τροποποιημένο διάγραμμα)*

Η επικινδυνότητα αλατότητας EC (μS/cm) στην βόρεια περιοχή (Δυο Βουνά) παρουσιάζει υψηλότερη τιμή που δεν μπορεί να προβληθεί στο διάγραμμα, γι` αυτό έγινε τροποποίηση και πρόσθεση της κατηγορίας ***πάρα πολύ υψηλή C5*** για το διάγραμμα. Η επικινδυνότητα κατατάσσεται στις κατηγορίες υψηλή **C**3 → πολύ υψηλή **C**4 → πάρα πολύ υψηλή **C**5.
Στην νότια περιοχή (Αρτακή - Βατώντας) η επικινδυνότητα του νερού κατατάσσεται στις κατηγορίες, μέση **C**2 → υψηλή **C**3 → πολύ υψηλή **C**4 (Σχ.9.22).




*Σχ.9.23: Διάγραμμα Richards με τροποποίηση και ταξινόμηση του νερού αρδευτικών φρεάτων αναλόγως του συντελεστή προσρόφησης νατρίου SAR (U.S. Salinity Laboratory). Από αποτέλεσμα της πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.9.23: Richard diagram with modification for classification of the wells and water for irrigation according to adjusted Sodium Absorption Ratio (U.S. Salinity Laboratory). From the results of first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999).*

### *9.4.1.2. Ταξινόμηση κατά Richards (SAR)*

Η επικινδυνότητα Na (αλκαλική) ταξινομείται από την βόρεια περιοχή Ιμπραημαγά (ανάντη) σε χαμηλή **S**1 → μέση **S**2 → πολύ υψηλή **S**4, μέχρι Δυο Βουνά (κατάντη). Στην νότια περιοχή η επικινδυνότητα από την ανάντη ταξινομείται σε χαμηλή **S**1 → μέση **S**2 μέχρι την θαλάσσια περιοχή (Σχ.9.23).

### *9.4.2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤΑ Ayers, ΒΑΣΕΙ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ (TDS)*

Η συγκέντρωση TDS (566 – 4211mg/l) στο νερό του υδροφόρου ΟΦ1, ΟΦ1Β δημιουργεί στη γεωργική απόδοση αυξανόμενα, σοβαρά προβλήματα καρποφορίας.

### *9.4.3. ΕΠΙΚΥΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ (ΜΗ) ΝΕΡΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΡΤΑΚΗ*

*Πίν.9.8: Αποτέλεσμα τιμών δείκτης επικινδυνότης Μαγνησίου (ΜΗ) νερού υδροφόρου ΟΦ1, ΟΦ1Β.*
*Tab.9.8: Result values of magnesium hazard indices (MH) of water aquifer ΟΦ1.*

| Κωδικός Φρέαρ meq/l | Περίοδος 10 – 21/10/1998 | | | Περίοδος 7/3 – 5/501999 | | | Περίοδος 22/1/2008 – 5/3/2009 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ca | Mg | **MH** | Ca | Mg | **MH** | Ca | Mg | **MH** |
| AP4 | | | | 2.64 | 18.16 | 87 | | | |
| AP9 | | | | 3.20 | 1.68 | 76 | | | |
| AP10 | | | | 2.16 | 7.64 | 78 | | | |
| AP10Γ | | | | 1.68 | 2.64 | 61 | | | |
| AP12 | | | | 1.36 | 10.68 | 89 | | | |
| AP19 | | | | | | | 3.60 | 9.80 | 73 |
| AP26 | | | | 2.46 | 13.27 | 85 | | | |
| AP27 | | | | 1.36 | 10.68 | 89 | 2.80 | 12.99 | 82 |
| AP27 | | | | | | | 6.20 | 8.80 | 59 |
| AP30 | | | | 3.04 | 8.64 | 74 | | | |
| AP31 | | | | 2.92 | 8.68 | 75 | | | |
| AP32 | | | | 1.80 | 8.44 | 81 | | | |
| AP34 | | | | 2.48 | 8.40 | 77 | | | |
| AP36 | | | | 1.20 | 9.44 | 89 | | | |
| AP39 | | | | 2.72 | 6.56 | 71 | | | |
| AP41 | | | | 1.84 | 9.88 | 84 | 3.80 | 11.99 | 76 |
| AP47 | | | | 3.12 | 10.60 | 77 | | | |
| AP48Γ | | | | | | | 5.79 | 3.37 | 37 |
| AP49Γ | | | | | | | 5.59 | 5.00 | 47 |
| AP49Γ | | | | | | | 6.60 | 4.20 | 39 |
| AP50 | | | | 1.28 | 8.16 | 86 | | | |
| AP51 | 1.76 | 16.32 | 90 | | | | | | |
| AP52 | | | | 0.88 | 11.32 | 93 | 0.40 | 1.80 | 81 |
| AP53 | | | | | | | 1.60 | 15.79 | 91 |
| AP55 | | | | 2.08 | 13.04 | 86 | 5.39 | 16.53 | 75 |
| AP57 | 1.28 | 14.12 | 92 | | | | | | |
| AP59 | | | | 2.16 | 15.48 | 88 | | | |
| AP60 | 1.68 | 13.24 | 89 | 1.84 | 13.56 | 88 | | | |
| AP63 | 1.20 | 12.88 | 91 | 1.20 | 13.84 | 92 | | | |
| AP64 | | | | 2.32 | 7.80 | 77 | | | |
| AP65 | | | | 1.20 | 12.92 | 92 | | | |
| AP68 | 1.76 | 12.92 | 89 | | | | 2.40 | 17.19 | 88 |
| AP69 | 1.80 | 16.80 | 90 | 1.24 | 18.16 | 94 | | | |
| AP71 | 1.60 | 14.64 | 90 | 1.12 | 13.72 | 92 | | | |
| AP73 | | | | 2.64 | 18.50 | 88 | | | |
| AP75 | 1.92 | 11.80 | 86 | 2.56 | 15.12 | 86 | | | |
| AP78 | 2.17 | 13.31 | 86 | 1.50 | 15.48 | 91 | | | |
| AP80 | | | | 1.44 | 12.76 | 90 | | | |
| AP81 | | | | 1.60 | 11.36 | 88 | | | |
| AP82 | | | | 2.16 | 12.12 | 85 | 2.80 | 10.39 | 81 |
| AP90 | 2.76 | 9.00 | 77 | 3.04 | 2.92 | 49 | | | |
| AP93 | | | | 4.76 | 29.80 | 86 | 5.99 | 4.00 | 40 |
| AP94 | | | | 8.96 | 33.76 | 79 | | | |
| AP100 | | | | 3.52 | 28.64 | 89 | | | |
| AP103 | | | | 4.52 | 11.16 | 71 | | | |
| AP104 | | | | 4.80 | 17.44 | 78 | 5.79 | 14.53 | 72 |
| AP106 | | | | 3.52 | 7.68 | 69 | | | |
| AP522 | | | | 7.08 | 22.52 | 76 | | | |
| AP523 | | | | | | | 7.45 | 31.84 | 77 |
| AP524 | | | | 13.36 | 22.96 | 62 | | | |
| AP527 | | | | 8.24 | 35.12 | 81 | | | |
| AP528 | | | | 8.00 | 15.72 | 66 | | | |
| AP20Γ | | | | | | | 5.54 | 4.40 | 44 |

Η τιμές του δείκτη επικυνδυνότη μαγνησίου (ΜΗ) στο νερό του υδροφόρου ΟΦ1,ΟΦ1Β είναι μεταξύ 49 -93 στην περίοδο 1998 – 1999, και μεταξύ 37 – 91 την περίοδο 2008 – 2009. Το νερό είναι επιβλαβές στην άρδευση (Πίν.9.8).

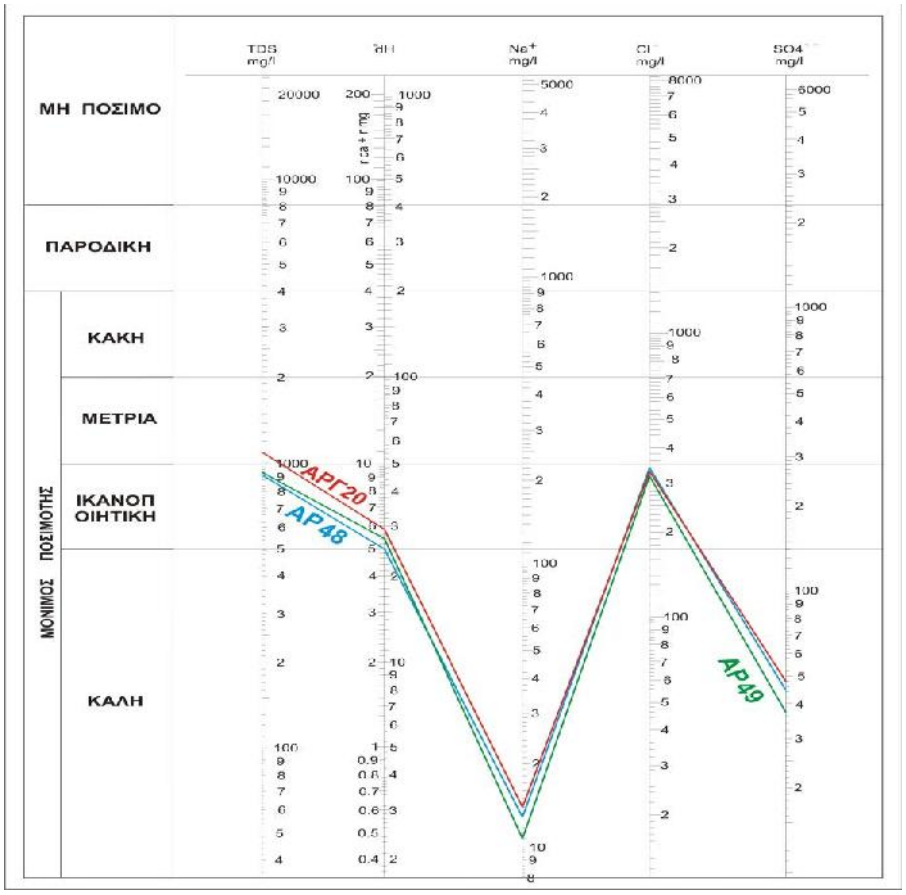
## 9.5. ΠΟΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΡΤΑΚΗΣ

### *9.5.1. ΠΟΣΙΜΟΤΗΣ ΝΕΡΟΥ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ Ν. ΑΡΤΑΚΗΣ*

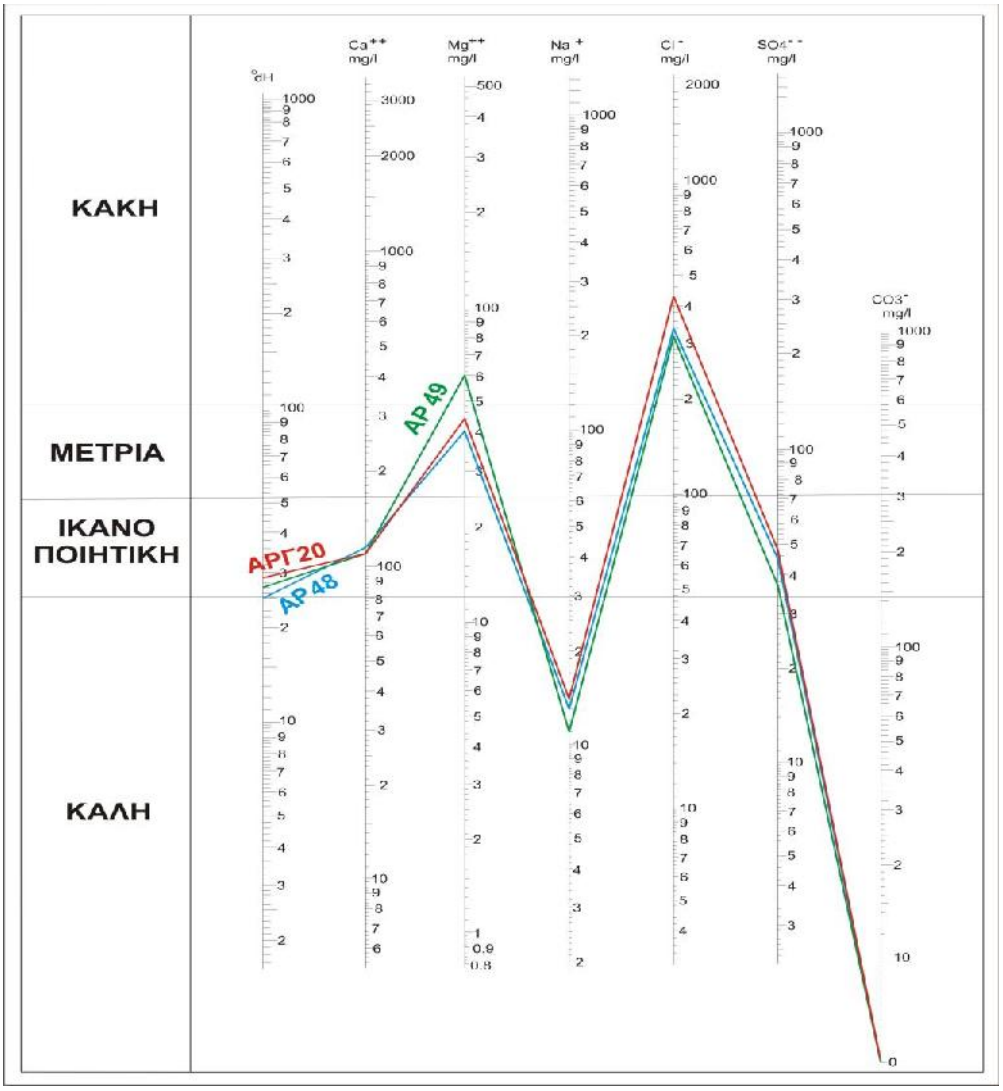
#### *9.5.1.1 Ταξινόμηση κατά H. Schoeller / C. Waterlot*

*Πίν.9.9: Τα αποτέλεσμα ανάλυσης δειγμάτων νερού γεωτρήσεων (ΑΡ48, ΑΡ49, ΑΡΓ20) Δήμου Αρτάκης.*
*Tab.9.9: Results analyses water samples from boreholes (AP48, AP49, ΑΡΓ20) used for watering and supplying N. Artaki Municipality.*

| Παράμετροι mg/l | Αποτέλεσμα ανάλυσης νερού γεωτρήσεων Δήμου Ν. Αρτάκης | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ΑΡ48 | | | ΑΡ49 | | | ΑΡΓ20 | | | |
| | 1ης | 2ης | 3/2010 | 1ης | 2ης | 3/2010 | 1ης | 2ης | 3/2010 | 8/2010 |
| **TDS** | 915 | 955 | 940 | 928 | 921 | 918 | 1120 | 1040 | 1080 | 1060 |
| **Ca** | 116 | 110 | 99 | 112 | 132 | 128 | 111 | 118 | 109 | 117 |
| **Mg** | 41 | 48 | 52 | 61 | 51 | 50 | 54 | 49 | 58 | 52 |
| **Na** | 13 | 14 | 12 | 11 | 9 | 9 | 14 | 13 | 11 | 14 |
| **dH** | 25 | 24 | 28 | 27 | 28 | | 29 | 21 | | |
| **Cl** | 340 | 335 | 342 | 320 | 350 | 340 | 430 | 340 | 355 | 345 |
| **SO4** | 45 | 38 | 40 | 37 | 45 | 43 | 48 | 50 | 52 | 47 |




*Σχ.9.24: Ποσιμότητα γεωτρήσεων (ΑΡ49, ΑΡ49, ΑΡΓ20 ) Δήμου Αρτάκης κατά Schoeller. Από τα αποτελέσματα της τρίτης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (ΜΑΡ/2009).*
*Fig.9.24: Drinking of boreholes (AP49, AP49, ΑΡΓ20 ) of N. Artaki Municipality according to Schoeller. From the results third hydrochemical tests (MAP/2009).*




*Σχ.9.25: Ποσιμότητα γεωτρήσεων (ΑΡ48, ΑΡ49, ΑΡΓ20) Δήμου Αρτάκης κατά Waterlot. Από τα αποτέλεσμα της τρίτης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (ΜΑΡ/2009).*
*Fig.9΄25: Drinking of boreholes (AP49, AP49, APΓ20 ) of N. Artaki Municipality according to Waterlot. From the results third hydrochemical tests (MAP/2009).*

Η ποσιμότης του νερού των γεωτρήσεων κατά τον Schoeller είναι καλή έως ικανοποιητική όμως κατά Waterlot μέτρια έως κακή (Σχ.9.24 και Σχ.9.25)

### *9.5.1.2. Ποσιμότης κατά EU – WHO – Εμφιαλωμένο νερό*

*Πίν.9.10: Ποσιμότης γεωτρήσεων Δήμου Ν. Αρτάκης στα σταθερότυπα WHO, EU και φυσικό μεταλλικό νερό ΖΑΓΟΡΙ, mg/L . Α, Αρνητικό. Ø, χωρίς ένδειξη.*
*Tab.9.10: Drinking of the boreholes of N. Artaki Municipality comparing with standards of WHO, EU and the mineral water ZAGORI, mg/l. A, Negative. Ø, without indications.*

| Παράμετροι mg/l | Αποτέλεσμα ανάλυσης | | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό ΜΑΙ/2009 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 – 7 / 2 / 2009 | | | WHO | EU | |
| | AP48 | AP49 | APΓ20 | 1993 | 1998 | |
| pH | 7.5 | 7.5 | 7.7 | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| EC (μS/cm) | 1470 | 1350 | 1610 | 2500 | 2500 | 415 |
| TDS | 915 | 928 | 1120 | καθόλου | καθόλου | 200 |
| T. Hardness | 450 | 490 | 510 | καθόλου | καθόλου | 233 |
| Ca | 116 | 112 | 111 | | | 85.3 |
| Mg | 41 | 61 | 54 | | | 5.6 |
| Na | 13 | 11 | 14 | 200 | 200 | 2.2 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| K | 0.17 | 0.18 | 0.17 | | | 0.6 |
| NH4 | 0.0 | 0.04 | 0.02 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| HCO3 / CO3 | 350 | 380 | 175 | | | 233 |
| Cl | 340 | 320 | 430 | 250 | 250 | 3.9 |
| SO4 | 45 | 37 | 48 | 500 | 250 | 10.2 |
| NO3 | 41 | 50 | 49 | 50 | 50 | 1.8 |
| NO2 | 0.022 | 0.044 | 0.012 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| Cd ppb | 3 | 4 | 4 | 0.003 | 0.005 | Ø |
| Cr ppb | 3 | 8 | 3 | 0.05 | 0.05 | Ø |
| Cu ppb | | | | 2.0 | 2.0 | |
| Pb ppb | | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| Ni ppb | 2 | 2 | 3 | 0.02 | 0.02 | |
| Fe ppb | 14 | 16 | 30 | καθόλου | 0.2 | |
| Mn ppb | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.05 | 0.05 | Ø |
| Zn ppb | | | | 3.0 | καθόλου | |

Οι χημικές παράμετροι που εξετάσθηκαν έδειξαν ότι τα νερά από τις γεωτρήσεις του Δήμου Αρτάκης δεν ξεπερνούν τα ανώτατα επιτρεπτά όρια ποσιμότητας (σταθερότυπα) που ορίζονται από τους διεθνές οργανισμούς (Πίν.9.10 – Πίν.9.10).
Το νερό των γεωτρήσεων υπερβαίνει στο σύνολο των αναλύσεων, των χημικών παραμέτρων που εξετάσθηκαν, τις αντίστοιχες του εμφιαλωμένου επιτραπέζιου φυσικού νερού που αναλύθηκαν του 5/2009 (Πίν.9.10).
Το νερό των γεωτρήσεων είναι *γλυκό* μέχρι *μέτρια γλυκό* και *πολύ σκληρό* (Hem).

#### *9.5.1.3. Αποκλίσεις παραμετρικών τιμών από τις αντίστοιχες του εμφιαλωμένου νερού*

Γεώτρηση **ΑΡ48**: pH 0.1, ηλεκτρική αγωγιμότητα EC 1055 μS/cm, σύνολο διαλυμένων στερεών TDS 715mg/l, σκληρότητα $CaCO_3$ mg/l 217, ασβέστιο Ca 21mg/l, μαγνήσιο Mg 35 mg/l, νάτριο Na 11mg/l, ανθρακικά $HCO_3$ 117 mg/l, χλώριο Cl 336 mg/l, θειϊκά $SO_4$ 35 mg/l, και νιτρικά $NO_3$ 38 mg/l.

Γεώτρηση **ΑΡ49**: pH 0.1, ηλεκτρική αγωγιμότητα EC 1135 μS/cm, σύνολο διαλυμένων στερεών TDS 728 mg/l, σκληρότητα $CaCO_3$ 257 mg/l, ασβέστιο Ca 27mg/l, μαγνήσιο Mg 55mg/l, νάτριο Na 9 mg/l, ανθρακικά $HCO_3$ 147 mg/l, χλώριο Cl 316 mg/l, θειϊκά $SO_4$ 2 7mg/l, και νιτρικά $NO_3$ 48 mg/l.

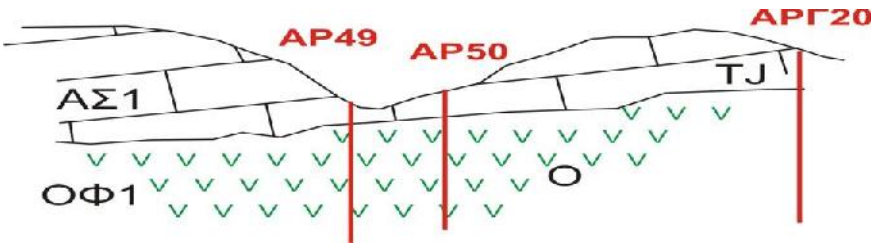
Γεώτρηση **ΑΡΓ20**: pH 0.3, ηλεκτρική αγωγιμότητα EC 1195 μS/cm, σύνολο διαλυμένων στερεών TDS 920 mg/l, σκληρότητα $CaCO_3$ 277 mg/l, ασβέστιο Ca 26mg/l, μαγνήσιο Mg 48 mg/l, νάτριο Na 12 mg/l, χλώριο Cl 426mg/l, θειϊκά $SO_4$ 38mg/l, και νιτρικά $NO_3$ 47 mg/l.

### *9.5.2. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ ΣΤΟ ΝΕΡΟ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ*

*Πίν.9.11: Διείσδυση του θαλασσινού νερού στις γεωτρήσεις υδρεύσεων κατά Revelle.*
*Tab.9.11: Sea intrusion into boreholes of water supply according to Revelle.*

| A/A | Στοιχεία δείγματος | R | A/A | Στοιχεία δείγματος | R |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ΑΡΓ48 | 1.77 | 2 | ΑΡΓ49 | 1.87 |
| 3 | ΑΡΓ49 | 1.88 | 4 | ΑΡΓ20 | 4.2 |

Το νερό της γεωτρήσεων Δήμου είναι επηρεασμένο από το νερό της θάλασσας.
Το όριο Revelle – R στο νερό των γεωτρήσεων έχει θετικές τιμές 1. 77 – 4.2 . Κατατάσσεται σε *ελαφρά ρυπασμένο* και σε *μέτρια ρυπασμένο νερό* (Σχ.9.26, Πίν.9.11).

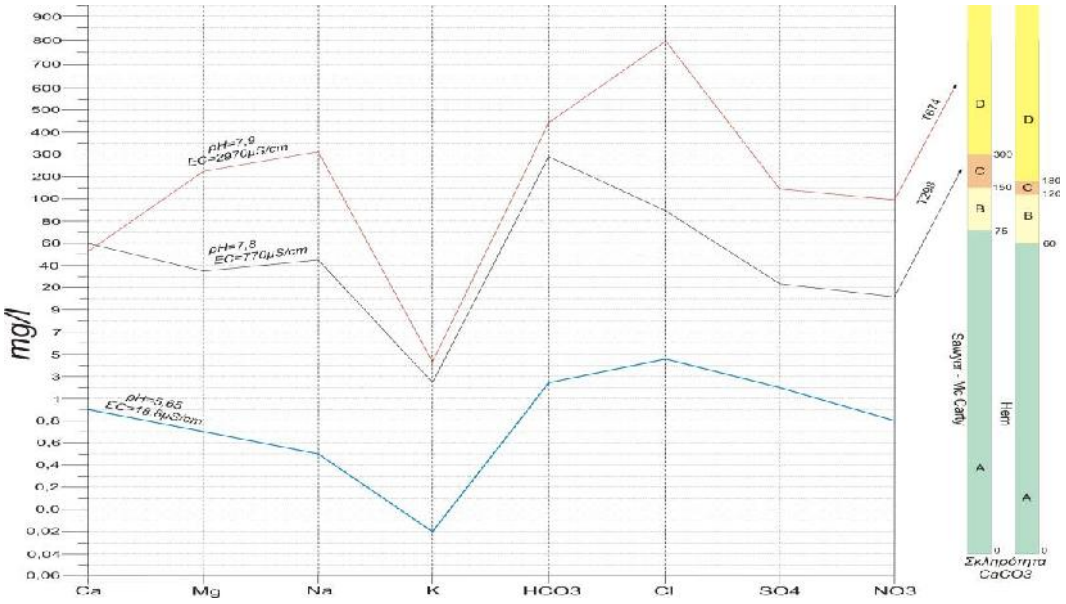



*Σχ.9.26: Σχηματική γεωλογική τομή στην οποία αποτυπώνονται οι γεωτρήσεις ύδρευσης (ΑΡ48, ΑΡ49, ΑΡΓ20). Ο, διαρρηγμένο οφιόλιθος. ΟΦ1, υδροφόρος. TJ, καρστικός ασβεστόλιθος. ΑΣ1, υδροφόρος.*
*Fig.9.26: Schematic geological section presents the boreholes AP48, AP49, APΓ20. O, Fissured ophiolite. ΟΦ1, Aquifer. TJ, karstic limestone. ΑΣ1, Aquifer.*

## 9.6. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΥΠΟΓΕΙΟ ΝΕΡΟ ΠΕΡΙΟΧΗΣ Ν. ΑΡΤΑΚΗΣ

### *9.6.1. ΝΕΡΟ ΒΡΟΧΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ΤΩΝ ΥΔΡΟΦΟΡΩΝ ΠΕΡΙΟΧΗΣ Ν. ΑΡΤΑΚΗΣ*

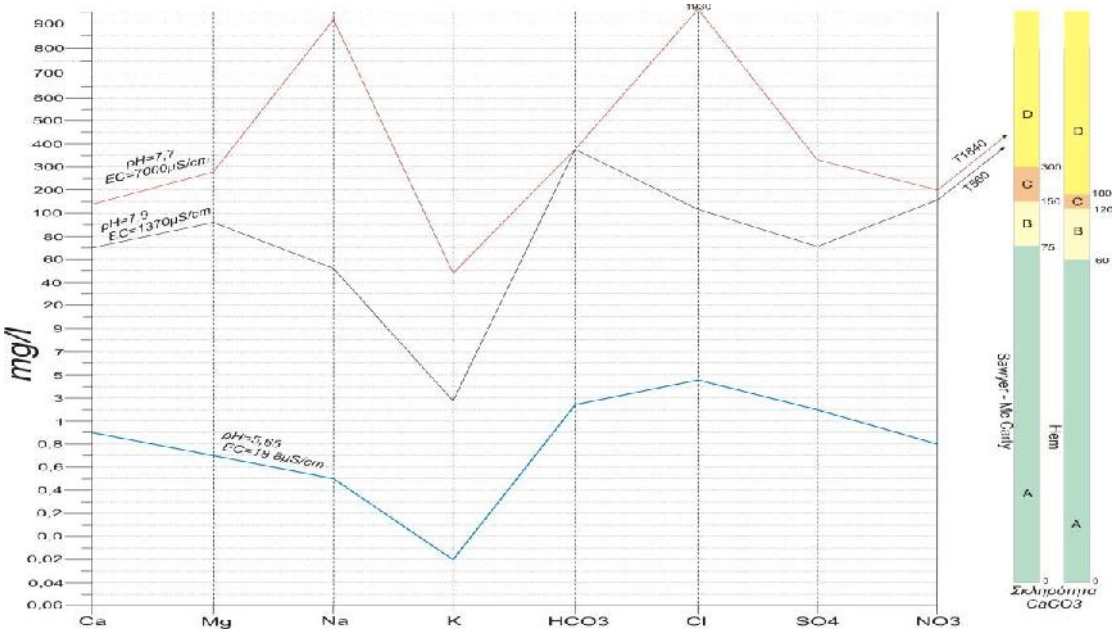
Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca στο νερό του υδροφόρου ΟΦ1, αυξάνει σε σχέση με το νερό της βροχής κατά 52 – 60 mg/l, του μαγνησίου Mg κατά 35 – 221 mg/l, του νατρίου Na κατά 95 – 309 mg/l, του καλίου K κατά 2 - 4 mg/l, των ανθρακικών $HCO_3$ κατά 295 – 445 mg/l, του χλωρίου Cl κατά 84 – 790 mg/l, των θειϊκών $SO_4$ κατά 22 – 146 mg/l και των νιτρικών $NO_3$ κατά 10 – 96 mg/l.
Η συγκέντρωση της σκληρότητας $CaCO_3$ mg/l στο νερό υδροφόρου ΟΦ1 είναι της τάξης (C, D) *σκληρό* και *πολύ σκληρό* νερό κατά τους Sawyer – Mac Carty και Hem (Σχ.9.27).




*Σχ.9.27:Υδροχημικές καμπύλες παριστούν TDS και σκληρότητα- ΟΦ1. Νερό βροχής (μπλε), δείγμα με χαμηλότερο TDS (μαύρο) και ψηλότερη TDS (κόκκινο).*
*Fig.9.27: Hydrochemical plot of TDS and hardness. Rain water curve (blue), lower TDS sample (black)and higher TDS sample (red).*

Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca στο νερό του υδροφόρου ΟΦ1Β, αυξάνει σε σχέση με το νερό της βροχής κατά 70 – 141mg/l, του μαγνησίου Mg κατά 93 – 273 mg/l, του νατρίου Na κατά 57 – 920 mg/l, του καλίου K κατά 3 - 47mg/l, των

ανθρακικών $HCO_3$ κατά 370 mg/l, του χλωρίου Cl κατά 120 – 1926 mg/l, των θειϊκών $SO_4$ κατά 74 – 327 mg/l και των νιτρικών $NO_3$ κατά 154 – 198 mg/l.
Η συγκέντρωση της σκληρότητας $CaCO_3$ mg/l στο νερό υδροφόρου ΟΦ1Β είναι της τάξης (D) πολύ σκληρό κατά τους Sawyer – Mac Carty και Hem (Σχ.9.28).




*Σχ.9.28:Υδροχημικές καμπύλες παριστούν TDS, Ca, Mg, Na, K, HCO3, Cl,SO4 NO3 και σκληρότητα - ΟΦ1Β. Νερό βροχής (μπλε), δείγμα με χαμηλότερο TDS (μαύρο) και ψηλότερη TDS (κόκκινο).*
*Fig.9.28: Hydrochemical plot of TDS and hardness. Rain water curve (blue), lower TDS sample (black) and higher TDS sample (red).*

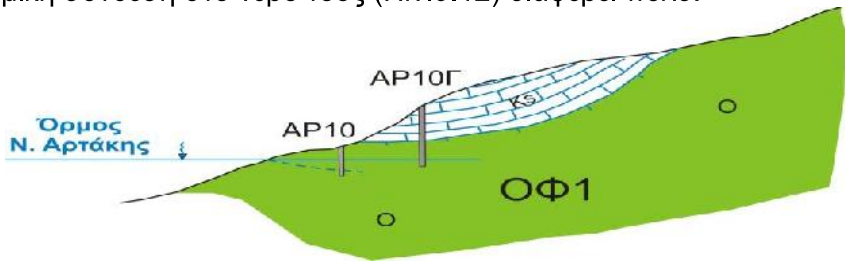
### *9.6.2. ΔΙΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΡΥΠΩΝ Nutrients ($NO_3$, $NO_2$, NH4, $PO_4$) ΣΤΟ ΝΕΡΟ ΥΔΡΟΦΟΡΩΝ ΑΡΤΑΚΗΣ*

*Πίν.9.12: Διαλυτότητα των ρύπων (NO3, NO2, NH4, PO4) στο νερού υδροφόρων ΟΦ1 & ΟΦ2.*
*Tab.9.12: Dillution of contaminants (NO3, NO2, NH4, PO4) in groundwater of aquifers ΟΦ1 & ΟΦ2.*

| Nutrients mg/l | Νερό βροχής | ΟΦ1/ΟΦ1Β - 1989 | | ΟΦ1/ΟΦ1Β - 1999 | | ΟΦ1/ΟΦ1Β - 2009 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Μέση | **ρυπαντές** | Μέση | **ρυπαντές** | Μέση | **ρυπαντές** |
| **NO3** | 0.82 | 186.0 | 185.18 | 144.9 | 144.08 | 102.5 | 101.7 |
| **NO2** | 0.01 | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.06 | 0.04 |
| **NH4** | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.04 | 0.02 | 0.13 | 0.11 |
| **PO4** | 0.11 | ND | NT | 5.2 | 5.09 | 5.3 | 5.19 |

### *9.6.3. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΕ ΔΥΟ ΓΕΙΤΟΝΙΚΑ ΦΡΕΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ !*

Το πηγάδι ΑΡ10 απέχει μόλις 50μ από την γεώτρηση ΑΡΓ10 (Σχ.9.29 & 9.30) όμως ο υδροχημική σύνθεση στο νερό τους (Πίν.9.12) διαφέρει πολύ:



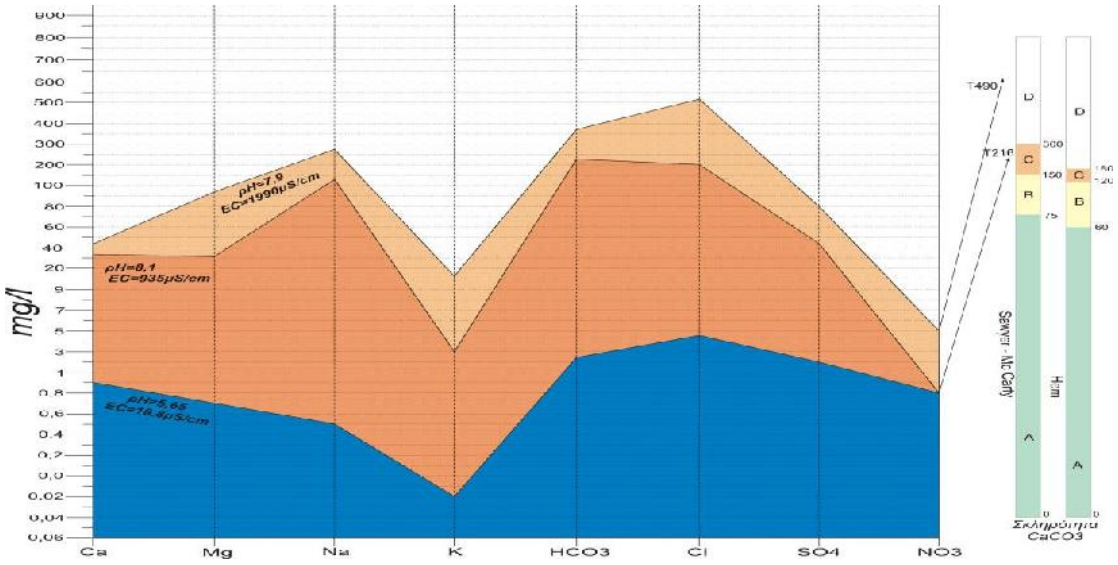

*Σχ.9.29: Σκαριφηματική τομή (Β-Ν) στην οποία αποτυπώνεται η γεώτρησης ΑΡΓ10 και το πηγάδι ΑΡ10.*
*Fig.9.29: Schematic section (N-S) showing the location of the borehole ΑΡΓ10 and the dig well AP10.*

Η διαλυτότητα του νατρίου Na, χλωρίου Cl και των θειϊκών $SO_4$ στο νερό του πηγαδιού ΑΡ10 είναι διπλάσια σε σχέση με την συγκέντρωση στο νερό της γεώτρησης ΑΡΓ10, πράγμα που υποδηλώνει την διείσδυση του θαλασσινού νερού στο πηγάδι ΑΡ10 (Σχ.9.30 & Πίν.9.13)!

*Πίν.9.13: Διάλυση του νερού γεώτρησης ΑΡΓ10 και πηγαδιού ΑΡ10 και διαφορά στις συγκεντρώσεις τους.*
*Tab.9.13: Dilution of the water of borehole AP10 and the dig well AP10 and the variation in their concentrations*

| Παράμετροι mg/l | Νερό βροχής | Πηγάδι ΑΡ10 | Διάλυση* από ΟΦ1 | Γεώτρηση ΑΡΓ10 | Διάλυση* από ΟΦ1 | Διαφορά Χημισμού φρεάτων |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Ca | 0.90 | 43 | 42 | 34 | 33 | 9 |
| Mg | 0.72 | 93 | 92 | 32 | 31 | 61 |
| Na | 0.44 | 276 | 275 | 138 | 138 | 138 |
| K | 0.02 | 12 | 12 | 3 | 3 | 9 |
| HCO3 | 2.50 | 371 | 368 | 224 | 221 | 147 |
| Cl | 4.43 | 511 | 506 | 200 | 195 | 311 |
| SO4 | 2.01 | 79 | 77 | 46 | 44 | 33 |
| NO3 | 0.08 | 5 | 5 | 0 | 0 | 5 |

*ΟΦ = Οφιολιθικός υδροφόρος*




*Σχ.9.30: Χωρική ανάλυση δειγμάτων νερού βροχής (μπλε), γεώτρησης (πορτοκαλής) και πηγαδιού (ανοιχτό πορτοκαλής).*
*Fig.9.30: Spatial analysis samples of the rain water (blue), borehole (peach) and dig well (orange).*

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

*Πίν.1: Καταγραφή των 137 υδροσημείων στην περιοχή της υπολεκάνης Νέας Αρτάκης*
*Tab. 1: Records of 137 water positions in the area of Nea Artaki subbasin.*

| Α/Α | Τοποθεσία | Φρέαρ | Κώδιξ. | ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **G P S** | **ΕΓΣΑ `87** |
| | | | | N E h | X Y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ1 | | ** |
| 2 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ2 | | ** |
| 3 | Αρτάκη | **Γ** | ΑΡ3 | | ** |
| 4 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ4 | 38 30.164 23 38.103 13 | 468079 4261457 |
| 5 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ5 | | ** |
| 6 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ6 | | ** |
| 7 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ7 | | ** |
| 8 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ8 | 38 30.311 23 38.293 10 | 468541 4261909 |
| 9 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ9 | 38 30.381 23 38.370 19 | 468728 4262124 |
| 10 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ10 | | ** |
| 11 | Αρτάκη | **Γ** | ΑΡ10Γ | | ** |
| 12 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ11 | | ** |
| 13 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ12 | 38 30.738 23 39.012 22 | 469318 4263222 |
| 14 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ13 | | ** |
| 15 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ14 | | ** |
| 16 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ15 | | ** |
| 17 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ16 | 38 30.341 23 38.447 19 | 468914 4262000 |
| 18 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ17 | | ** |
| 19 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ18 | 38 30.909 23 38.491 25 | 469028 4263750 |
| 20 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ19 | 38 30.738 23 38.521 13 | 469098 4263223 |
| 21 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ20 | | ** |
| 22 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ21 | | ** |
| 23 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ22 | | ** |
| 24 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ23 | 38 31.104 23 38.376 12 | 468747 4263119 |
| 25 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ24 | 38 31.288 23 38.338 12 | 468647 4263687 |
| 26 | Παλιές Φυτιές | **Π** | ΑΡ25 | 38 31.450 23 38.511 26 | 469078 4274185 |
| 27 | Παλιές Φυτιές | **Π** | ΑΡ26 | 38 31.675 23 38.616 19 | 469335 4264877 |
| 28 | Παλιές Φυτιές | **Π** | ΑΡ27 | 38 31.327 23 38.563 17 | 469202 4263805 |
| 29 | Παλιές Φυτιές | **Π** | ΑΡ28 | 38 31.260 23 38.543 18 | 649153 4263599 |
| 30 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ29 | | ** |
| 31 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ29Β | 38 31.061 23 38.540 20 | 469143 4262985 |
| 32 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ30 | | ** |
| 33 | Παλιές Φυτιές | **Π** | ΑΡ31 | 38 31.123 23 38.624 14 | 469348 4263175 |
| 34 | Παλιές Φυτιές | **Π** | ΑΡ32 | 38 31.116 23 38.673 15 | 469466 4263154 |
| 35 | Παλιές Φυτιές | **Π** | ΑΡ33 | | ** |
| 36 | Παλιές Φυτιές | **Γ** | ΑΡ33Γ | | |
| 37 | Παλιές Φυτιές | **Π** | ΑΡ34 | | ** |
| 38 | Παλιές Φυτιές | **Π** | ΑΡ35 | | ** |
| 39 | Παλιές Φυτιές | **Π** | ΑΡ36 | | ** |
| 40 | Παλιές Φυτιές | **Π** | ΑΡ37 | 38 31.240 23 38.859 45 | 469918 4263534 |
| 41 | Παλιές Φυτιές | **Π** | ΑΡ38 | | ** |
| 42 | Περιβολάκι | **Π** | ΑΡ39 | 38 31.241 23 38.938 46 | 470109 4263535 |
| 43 | Περιβολάκι | **Π** | ΑΡ40 | | ** |
| 44 | Οινοπα. σταθμός | **Π** | ΑΡ41 | 38 31.340 23 39.352 41 | 470144 4263841 |
| 45 | Οινοπα. σταθμός | **Π** | ΑΡ42 | | ** |
| 46 | Οινοπα. σταθμός | **Π** | ΑΡ43 | 38 31.348 23 39.435 78 | 470345 4263865 |
| 47 | Αγ. Νικόλαος | **Π** | ΑΡ44 | | ** |
| 48 | Περιβολάκι | **Π** | ΑΡ45 | | ** |
| 49 | Περιβολάκι | **Π** | ΑΡ46 | | ** |
| 50 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ47 | 38 30.650 23 38.698 43 | 469526 4262950 |
| 51 | Αρτάκη | **Γ** | ΑΡ48 | 38 30.475 23 38.881 62 | 469967 4262409 |
| 52 | Αρτάκη | **Γ** | ΑΡ49 | 38 30.509 23 38.941 70 | 470113 4262513 |
| 53 | Αρτάκη | **Γ** | ΑΡΓ20 | 38 30.861 23 39.102 46 | 469538 4263600 |
| 54 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ50 | 38 30.751 23 38.706 -- | 469547 4263261 |
| 55 | Παλιές Φυτιές | **Π** | ΑΡ51 | | ** |
| 56 | Παλιές Φυτιές | **Π** | ΑΡ52 | 38 31.253 23 38.475 12 | 468988 4263578 |
| 57 | Παλιές Φυτιές | **Π** | ΑΡ53 | 38 31.468 23 38.876 36 | 469962 4264237 |
| 58 | Περιβουλάκι | **Π** | ΑΡ54 | | ** |
| 59 | Περιβολάκι | **Π** | ΑΡ55 | 38 31.544 23 38.796 29 | 469769 4264472 |
| 60 | Περιβολάκι | **Π** | ΑΡ56 | | ** |
| 61 | Παλιές Φυτιές | **Π** | ΑΡ57 | 38 31.608 23 38.831 27 | 469854 4264669 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 62 | Ελίσα | **Π** | ΑΡ58 | 38 31.767 23 38.831 36 | 469856 4265159 |
| 63 | Ελίσα | **Π** | ΑΡ59 | 38 31.746 23 38.929 34 | 470093 4265093 |
| 64 | Ελίσα | **Π** | ΑΡ60 | 38 31.776 23 39.065 34 | 469454 4265188 |
| 65 | Περιβολάκι | **Π** | ΑΡ61 | | ** |
| 66 | Περιβολάκι | **Π** | ΑΡ62 | 38 31.674 23 39.167 70 | 469693 4264857 |
| 67 | Περιβυλάκι | **Π** | ΑΡ63 | | ** |
| 68 | Βουδούρη | **Π** | ΑΡ64 | 38 31.352 23 39.114 38 | 469567 4263880 |
| 69 | Βουδούρη | **Π** | ΑΡ65 | 38 31.555 23 38.928 35 | 470088 4264504 |
| 70 | Οινοπα. σταθμός | **Π** | ΑΡ66 | | ** |
| 71 | Οινοπα. σταθμός | **Π** | ΑΡ67 | | ** |
| 72 | Οινοπα σταθμός | **Π** | ΑΡ68 | 38 31.816 23 39.420 53 | 470314 4265308 |
| 73 | Οινοπα. σταθμός | **Π** | ΑΡ69 | 38 31.817 23 39.561 57 | 470655 4265310 |
| 74 | Οινοπα. σταθμός | **Π** | ΑΡ70 | | ** |
| 75 | Οινοπα. σταθμός | **Π** | ΑΡ71 | | ** |
| 76 | Οινοπα. σταθμός | **Π** | ΑΡ72 | 38 31.827 23 39.662 75 | 470900 4265340 |
| 77 | Οινοπα. σταθμός | **Π** | ΑΡ73 | 38 31.681 23 39.772 74 | 471165 4264889 |
| 78 | Οινοπα. σταθμός | **Π** | ΑΡ74 | | ** |
| 79 | Οινοπα. σταθμός | **Π** | ΑΡ75 | 38 31.853 23 39.241 65 | 469881 4265424 |
| 80 | Οινοπα. σταθμός | **Π** | ΑΡ76 | 38 31.904 23 39.255 63 | 469916 4265581 |
| 81 | Οινοπα. σταθμός | **Π** | ΑΡ77 | 38 31.887 23 39.361 74 | 470172 4265527 |
| 82 | Οινοπα. σταθμός | **Π** | ΑΡ78 | 38 31.937 23 39.352 61 | 470151 4265682 |
| 83 | Οινοπα. σταθμός | **Π** | ΑΡ79 | | ** |
| 84 | Οινοπα. σταθμός | **Π** | ΑΡ80 | | ** |
| 85 | Οινοπα. σταθμός | **Π** | ΑΡ81 | 38 32.087 23 39.680 67 | 470942 4264908 |
| 86 | Οινοπα. σταθμός | **Π** | ΑΡ82 | 38 32.071 23 39.758 65 | 471131 4264858 |
| 87 | Οινοπα. σταθμός | **Π** | ΑΡ83 | | ** |
| 88 | Οινοπα. σταθμός | **Π** | ΑΡ84 | | ** |
| 89 | Οινοπα. σταθμός | **Π** | ΑΡ85 | | ** |
| 90 | Δυο Βουνά | **Π** | ΑΡ86 | | ** |
| 91 | Περιβολάκι | **Π** | ΑΡ87 | 38 31.635 23 38.390 27 | 468786 4264756 |
| 92 | Οινοπα. σταθμός | **Π** | ΑΡ88 | | ** |
| 93 | Οινοπα. σταθμός | **Π** | ΑΡ89 | | ** |
| 94 | Οινοπα. σταθμός | **Π** | ΑΡ90 | 38 31.597 23 39.142 56 | 469639 4264635 |
| 95 | Παλιές Φυτιές | **Π** | ΑΡ91 | | ** |
| 96 | Παλιές Φυτιές | **Π** | ΑΡ92 | | ** |
| 97 | Ιμπραημάγα | **Π** | ΑΡ93 | 38 32.387 23 38.549 8 | 469176 4265839 |
| 98 | Ιμπραημάγα | **Π** | ΑΡ94 | | |
| 99 | Ιμπραημάγα | **Π** | ΑΡ94Β | 38 32.367 23 38.097 8 | 468082 4265782 |
| 100 | Ιμπραημάγα | **Π** | ΑΡ95 | | ** |
| 101 | Ιμπραημάγα | **Π** | ΑΡ96 | | ** |
| 102 | Ιμπραημάγα | **Π** | ΑΡ97 | | ** |
| 103 | Ιμπραημάγα | **Γ** | ΑΡ98 | | ** |
| 104 | Ιμπραημάγα | **Π** | ΑΡ99 | | ** |
| 105 | Ιμπραημάγα | **Γ** | ΑΡ99Β | | |
| 106 | Ιμπραημάγα | **Π** | ΑΡ100 | 38 32.537 23 38.740 8 | 469640 4266300 |
| 107 | Ιμπραημάγα | **Π** | ΑΡ100Β | 38 32.524 23 38.667 7 | 469459 4266261 |
| 108 | Ιμπραημάγα | **Π** | ΑΡ101 | | |
| 109 | Ιμπραημάγα | **Π** | ΑΡ102 | 38 32.480 23 38.826 12 | 469848 4266123 |
| 110 | Ιμπραημάγα | **Π** | ΑΡ103 | 38 32.742 23 38.927 12 | 470095 4266930 |
| 111 | Ιμπραημάγα | **Π** | ΑΡ104 | 38 32.691 23 38.814 13 | 469821 4266774 |
| 112 | Δυο Βουνά | **Π** | ΑΡ522 | 38 32.170 23 37.806 7 | 468343 4265174 |
| 113 | Δυο Βουνά | **Π** | ΑΡ523 | 38 32.137 23 37.899 12 | 648568 4265071 |
| 114 | Δυο Βουνά | **Π** | ΑΡ524 | 38 32.182 23 37.942 13 | 468672 4265212 |
| 115 | Δυο Βουνά | **Π** | ΑΡ526 | 38 32.305 23 37.883 12 | 468530 4265589 |
| 116 | Δυο Βουνά | **Π** | ΑΡ527 | 38 32.059 23 38.028 47 | 467911 4264833 |
| 117 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡ528 | 38 31.453 23 38.230 19 | 468397 4264196 |
| 118 | Ιμπραημάγα | **Π** | ΑΡ531 | 38 32.426 23 38.166 7 | 468249 4265963 |
| 119 | Ιμπραημάγα | **Π** | ΑΡ532 | 38 32.449 23 38.380 8 | 468768 4266032 |
| 120 | Παλιές Φυτιές | **Π** | ΑΡΠ2 | 38 31.493 23 38.539 25 | 469146 4264317 |
| 121 | Παλιές Φυτιές | **Π** | ΑΡΠ3 | | |
| 122 | Δυο Βουνά | **Π** | ΑΡΠ4 | 38 31.694 23 38.286 30 | 468536 4264939 |
| 123 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡΠ5 | 38 31.103 23 38.433 13 | 468885 4263116 |
| 124 | Ελίσα | **Π** | ΑΡΠ8 | 38 31.708 23 39.017 36 | 469338 4265071 |
| 125 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡΠ11 | | |
| 126 | Αρτάκη | **Π** | ΑΡΠ12 | 38 30.772 23 38.532 16 | 469125 4263327 |
| 127 | Ιμπραημάγα | **Π** | ΑΡΠ15 | 38 32.296 23 38.787 10 | 469751 4265557 |
| 128 | Ιμπραημάγα | **Π** | ΑΡ805 | 38 32.711 23 38.693 13 | 469528 4266837 |
| 129 | Ιμπραημάγα | **Π** | ΑΡ806 | 38 32.688 23 38.638 18 | 469395 4266766 |
| 130 | Ιμπραημάγα | **Π** | ΑΡ808 | 38 32.594 23 38.720 11 | 469592 4266476 |
| 131 | Ιμπραημάγα | **Π** | ΑΡ809 | 38 32.576 23 38.852 10 | 469912 4266419 |
| 132 | Ιμπραημάγα | **Π** | ΑΡ810 | 38 32.390 23 38.397 9 | 468808 4265850 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 133 | Οινοπα. σταθμός | **Π** | AP812 | 38 31.802 23 40.010 86 | 470774 4265263 |
| 134 | Παλιές Φυτιές | **Π** | AP814 | 38 31.257 23 38.604 26 | 479300 4263589 |
| 135 | Ελίσα | **Π** | AP815 | 38 31.575 23 39.008 22 | 469316 4264569 |
| 136 | Παλιές Φυτιές | **Π** | AP816 | 38 31.369 23 38.340 27 | 468663 4263936 |
| 137 | Αρτάκη | **Π** | AP819 | 38 31.320 23 38.229 19 | 468393 4263786 |

**Π** = Πηγάδι Dug well , **Γ** = Γεώτρηση Borehole, **AP** = N. Αρτάκη A. Artaki

** = Καταγραφή έγινε μόνο πάνω στο τοπογραφικό χάρτη (1: 20.000, ΓΥΣ)

= Tracing drawn only on topographic map (1: 20.000, *HMGS*)

*Πίν.2: Περιγραφή των φρεάτων έρευνας στην περιοχή της Νέας Αρτάκης (λιθολογία φρεάτων).*
*Tab. 2: Records of dug wells in Nea Artaki study area (lithology of wells)*

| Α/Α | Κώδιξ | **Βάθος** Διάμετροι φρέατος m | Λιθολογία υδροφόρου στρώματος | Α/Α | Κώδιξ | **Βάθος** Διάμετροι φρέατος m | Λιθολογία υδροφόρου στρώματος | Α/Α | Κώδιξ | **Βάθος** Διάμετροι φρέατος m | Λιθολογία υδροφόρου στρώματος |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | ΑΡ1 | | Οφιόλιθος | 2 | ΑΡ2 | **11.80** 1.20Χ2.20 | Οφιόλιθος | 3 | ΑΡ3 | | Οφιόλιθος |
| 4 | ΑΡ4 | **7.85** 1.40Χ2.00 | Οφιόλιθος | 5 | ΑΡ5 | | Οφιόλιθος | 6 | ΑΡ6 | | Οφιόλιθος |
| 7 | ΑΡ7 | | Οφιόλιθος | 8 | ΑΡ8 | **16.00** 1.20Χ2.40 | Οφιόλιθος | 9 | ΑΡ9 | | Οφιόλιθος |
| 10 | ΑΡ10 | **21.80** 1.16 Δ. | Οφιόλιθος | 11 | ΑΡ10Γ | **15.30** 1.54 Δ. | Οφιόλιθος | 12 | ΑΡ11 | | Οφιόλιθος |
| 13 | ΑΡ12 | | Οφιόλιθος | 14 | ΑΡ13 | | Οφιόλιθος | 15 | ΑΡ14 | | Οφιόλιθος |
| 16 | ΑΡ15 | | Οφιόλιθος | 17 | ΑΡ16 | | Οφιόλιθος | 18 | ΑΡ17 | | Οφιόλιθος |
| 19 | ΑΡ18 | **19.00** | Οφιόλιθος | 20 | ΑΡ19 | **26.00** | Οφιόλιθος | 21 | ΑΡ20 | | Οφιόλιθος |
| 22 | ΑΡ21 | | Οφιόλιθος | 23 | ΑΡ22 | | Οφιόλιθος | 24 | ΑΡ23 | **25.00** | Οφιόλιθος |
| 25 | ΑΡ24 | **17.00** | Οφιόλιθος | 26 | ΑΡ25 | **23.50** 1.26Χ1.60 | Οφιόλιθος | 27 | ΑΡ26 | | Οφιόλιθος |
| 28 | ΑΡ27 | **36.00** | Οφιόλιθος | 29 | ΑΡ28 | **40.00** 1.40Χ1.95 | Οφιόλιθος | 30 | ΑΡ29 | **20.65** 1.20Χ1.97 | Οφιόλιθος |
| 31 | ΑΡ29Β | | Οφιόλιθος | 32 | ΑΡ30 | **9.70** 2.15Χ1.35 | Οφιόλιθος | 33 | ΑΡ31 | **28.05** 1.20Χ1.90 | Οφιόλιθος |
| 34 | ΑΡ32 | **28.00** 1.96Χ1.36 | Οφιόλιθος | 35 | ΑΡ33 | **20.75** 1.10Χ2.00 | Οφιόλιθος | 36 | ΑΡ33Γ | | Οφιόλιθος |
| 37 | ΑΡ34 | **21.00** 1.30Χ2.70 | Οφιόλιθος | 38 | ΑΡ35 | | Οφιόλιθος | 39 | ΑΡ36 | | Οφιόλιθος |
| 40 | ΑΡ37 | | Οφιόλιθος | 41 | ΑΡ38 | | Οφιόλιθος | 42 | ΑΡ39 | **25.00** | Οφιόλιθος |
| 43 | ΑΡ40 | | Οφιόλιθος | 44 | ΑΡ41 | **19.00** 1.60Χ1.20 | Οφιόλιθος | 45 | ΑΡ42 | | Οφιόλιθος |
| 46 | ΑΡ43 | | Οφιόλιθος | 47 | ΑΡ44 | **18.00** | Οφιόλιθος | 48 | ΑΡ45 | | Οφιόλιθος |
| 49 | ΑΡ46 | | Οφιόλιθος | 50 | ΑΡ47 | | Οφιόλιθος | 51 | ΑΡ48 | | Οφιόλιθος |
| 52 | ΑΡ49 | | Οφιόλιθος | 53 | ΑΡΓ20 | | Οφιόλιθος | 54 | ΑΡ50 | **14.40** 1.30 Δ. | Οφιόλιθος |
| 55 | ΑΡ51 | **32.00** | Οφιόλιθος | 56 | ΑΡ52 | **17.85** 2.30Χ1.30 | Οφιόλιθος | 57 | ΑΡ53 | **32.00** | Οφιόλιθος |
| 58 | ΑΡ54 | | Οφιόλιθος | 59 | ΑΡ55 | **35.20** 1.30Χ2.20 | Οφιόλιθος | 60 | ΑΡ56 | | Οφιόλιθος |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | ΑΡ57 | 45.00 | Οφιόλιθος | 62 | ΑΡ58 | **40.65 1.00Χ1.70** | Οφιόλιθος | 63 | ΑΡ59 | 31.50 1.20Χ2.20 | Οφιόλιθος |
| 64 | ΑΡ60 | 36.85 1.90 Δ. | Οφιόλιθος | 65 | ΑΡ61 | **23.00 1.20Χ2.00** | Οφιόλιθος | 66 | ΑΡ62 | 35.00 | Οφιόλιθος |
| 67 | ΑΡ63 | | Οφιόλιθος | 68 | ΑΡ64 | | Οφιόλιθος | 69 | ΑΡ65 | 29.40 1.90Χ1.30 | Οφιόλιθος |
| 70 | ΑΡ66 | | Οφιόλιθος | 71 | ΑΡ67 | | Οφιόλιθος | 72 | ΑΡ68 | | Οφιόλιθος |
| 73 | ΑΡ69 | 32.00 1.90Χ1.30 | Οφιόλιθος | 74 | ΑΡ70 | | Οφιόλιθος | 75 | ΑΡ71 | 28.80 1.10Χ1.50 | Οφιόλιθος |
| 76 | ΑΡ72 | 36.00 2.10Χ1.20 | Οφιόλιθος | 77 | ΑΡ73 | **22.00 1.60Χ1.90** | Οφιόλιθος | 78 | ΑΡ74 | | Οφιόλιθος |
| 79 | ΑΡ75 | 30.60 1.70 Δ. | Οφιόλιθος | 80 | ΑΡ76 | **36.50** | Οφιόλιθος | 81 | ΑΡ77 | 33.00 | Οφιόλιθος |
| 82 | ΑΡ78 | | Οφιόλιθος | 83 | ΑΡ79 | **22.77 1.70Χ1.20** | Οφιόλιθος | 84 | ΑΡ80 | 21.50 1.25Χ2.00 | Οφιόλιθος |
| 85 | ΑΡ81 | 18.00 1.90Χ1.10 | Οφιόλιθος | 86 | ΑΡ82 | **26.00 1.70 Δ.** | Οφιόλιθος | 87 | ΑΡ83 | | Οφιόλιθος |
| 88 | ΑΡ84 | | Οφιόλιθος | 89 | ΑΡ85 | | Οφιόλιθος | 90 | ΑΡ86 | 55.05 | Οφιόλιθος |
| 91 | ΑΡ87 | | Οφιόλιθος | 92 | ΑΡ88 | | Οφιόλιθος | 93 | ΑΡ89 | | Οφιόλιθος |
| 94 | ΑΡ90 | | Οφιόλιθος | 95 | ΑΡ91 | | Οφιόλιθος | 96 | ΑΡ92 | 21.50 1.01Χ1.90 | Οφιόλιθος |
| 97 | ΑΡ93 | 22.00 1.20Χ2.00 | Οφιόλιθος | 98 | ΑΡ94 | **7.30 1.10Χ1.80** | Οφιόλιθος | 99 | ΑΡ94Β | | Οφιόλιθος |
| 100 | ΑΡ95 | | Οφιόλιθος | 101 | ΑΡ96 | | Οφιόλιθος | 102 | ΑΡ97 | | Οφιόλιθος |
| 103 | ΑΡ98 | | Οφιόλιθος | 104 | ΑΡ99 | | Οφιόλιθος | 105 | ΑΡ99Β | | Οφιόλιθος |
| 106 | ΑΡ100 | 13.00 1.22 Δ. | Οφιόλιθος | 107 | ΑΡ100Β | **14.00** | Οφιόλιθος | 108 | ΑΡ101 | | Οφιόλιθος |
| 109 | ΑΡ102 | | Οφιόλιθος | 110 | ΑΡ103 | **25.00** | Οφιόλιθος | 111 | ΑΡ104 | 22.00 1.50 Δ | Οφιόλιθος |
| 112 | ΑΡ522 | 6.00 | Οφιόλιθος | 113 | ΑΡ523 | **12.00** | Οφιόλιθος | 114 | ΑΡ524 | | Οφιόλιθος |
| 115 | ΑΡ526 | 4.00 | Οφιόλιθος | 116 | ΑΡ527 | | Οφιόλιθος | 117 | ΑΡ528 | | Οφιόλιθος |
| 118 | ΑΡ531 | 17.00 | Οφιόλιθος | 119 | ΑΡ532 | | Οφιόλιθος | 120 | ΑΡΠ2 | 30.50 | Οφιόλιθος |
| 121 | ΑΡΠ3 | | Οφιόλιθος | 122 | ΑΡΠ4 | **45.00** | Οφιόλιθος | 123 | ΑΡΠ5 | 9.40 | Οφιόλιθος |
| 124 | ΑΡΠ8 | 36.00 | Οφιόλιθος | 125 | ΑΡΠ11 | | Οφιόλιθος | 126 | ΑΡΠ12 | | Οφιόλιθος |
| 127 | ΑΡΠ15 | | Οφιόλιθος | 128 | ΑΡ805 | **10.00** | Οφιόλιθος | 129 | ΑΡ806 | | Οφιόλιθος |
| 130 | ΑΡ808 | | Οφιόλιθος | 131 | ΑΡ809 | | Οφιόλιθος | 132 | ΑΡ810 | 17.00 | Οφιόλιθος |
| 133 | ΑΡ812 | | Οφιόλιθος | 134 | ΑΡ814 | **26.00** | Οφιόλιθος | 135 | ΑΡ815 | 32.00 | Οφιόλιθος |
| 136 | ΑΡ816 | | Οφιόλιθος | 137 | ΑΡ819 | | Οφιόλιθος | | | | |

*Πίν.3: Καταγραφή του βυθού, υψόμετρο (Φρεάρ, πυθμένας) και στάθμης νερού στα πηγάδια και γεωτρήσεις στον υδροφόρο ΟΦ1 της περιοχής Ν. Αρτάκης.*
*Tab.3: Measurement records of dug wells and boreholes depth, bottom, height and standing water level for aquifer ΟΦ1, in N. Artaki area.*

| Α/Α | Κώδιξ | Στάθμη (10/1996) – (4/1997) | | | Στάθμη (10/2007) – (3/2008) | | | Στάθμη (10/2008) – (3/2009) | | | Βάθος φρέατος m | Υψόμετρο | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | Φρέαρ m | Πυθμένας m |
| | | Θερινή | Χειμερινή | Άνοδος | Θερινή | Χειμερινή | Άνοδος | Θερινή | Χειμερινή | Άνοδος | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1 | ΑΡ2 | 1.30 | 1.50 | 0.20 | | | | | | | 11.80 | 11.30 | 0.50* |
| 2 | ΑΡ4 | 2.33 | 2.63 | 0.30 | 2.50 | 2.75 | 0.25 | 2.30 | 2.50 | 0.20 | 7.80 | 8.80 | 1.00 |
| 3 | ΑΡ8 | 2.45 | 3.95 | 1.50 | 2.80 | 4.40 | 1.60 | 2.10 | 3.10 | 1.00 | 16.00 | 15.30 | 0.70* |
| 4 | ΑΡ10 | 1.00 | 1.40 | 0.40 | | | | | | | 21.80 | 18.40 | 3.40* |
| 5 | ΑΡ12 | 6.13 | 7.64 | 1.51 | 7.80 | 8.60 | 0.80 | 6.30 | 7.00 | 0.70 | 15.30 | 19.80 | 4.50 |
| 6 | ΑΡ16 | | | | 6.00 | 6.90 | 0.90 | 2.40 | 3.10 | 0.70 | 20.00 | 19.00 | 1.00* |
| 7 | ΑΡ18 | | | | 20.00 | 20.80 | 0.80 | 18.70 | 19.30 | 0.60 | 19.00 | 25.00 | 6.00 |
| 8 | ΑΡ19 | | | | 8.00 | 9.40 | 0.60 | 6.50 | 6.90 | 0.40 | 26.00 | 13.00 | 13.00* |
| 9 | ΑΡ23 | | | | 7.20 | 7.90 | 0.70 | 6.90 | 7.50 | 0.60 | 22.00 | 15.00 | 7.00* |
| 10 | ΑΡ24 | | | | 2.00 | 2.40 | 0.40 | 0.30 | 0.60 | 0.30 | 17.00 | 12.00 | 5.00* |
| 11 | ΑΡ25 | 6.10 | 6.55 | 0.45 | 5.00 | 5.50 | 0.50 | 2.80 | 3.30 | 0.50 | 23.50 | 20.30 | 3.20* |
| 12 | ΑΡ26 | | | | 14.50 | 15.70 | 1.20 | 9.00 | 11.00 | 2.00 | 36.00 | 37.00 | 1.00 |
| 13 | ΑΡ27 | | | | 11.00 | 11.60 | 0.60 | 9.30 | 9.70 | 0.40 | 36.00 | 20.00 | 16.00* |
| 14 | ΑΡ28 | 10.30 | 10.65 | 0.35 | 12.30 | 12.60 | 0.30 | 10.70 | 10.90 | 0.20 | 36.00 | 20.30 | 15.70* |
| 15 | ΑΡ29 | 8.50 | 10.33 | 1.83 | 10.80 | 11.80 | 1.00 | 9.30 | 10.10 | 0.80 | 20.60 | 18.00 | 2.60* |
| 16 | ΑΡ30 | 10.00 | 11.00 | 1.00 | | | | | | | 19.70 | 17.50 | 2.20 |
| 17 | ΑΡ31 | 13.50 | 15.30 | 1.80 | 11.30 | 12.30 | 1.00 | 9.70 | 10.60 | 0.90 | 28.50 | 21.30 | 7.20* |
| 18 | ΑΡ32 | 10.70 | 12.38 | 1.68 | 13.50 | 14.60 | 1.10 | 12.20 | 13.00 | 0.80 | 28.00 | 25.50 | 2.50* |
| 19 | ΑΡ33 | 11.00 | 12.21 | 1.21 | | | | | | | 20.70 | 23.50 | 2.80 |
| 20 | ΑΡ34 | 11.50 | 12.70 | 1.20 | | | | | | | 21.00 | 30.20 | 9.20 |
| 21 | ΑΡ39 | | | | 27.50 | 30.00 | 2.50 | 26.30 | 28.30 | 2.00 | 30.00 | 38.00 | 8.00 |
| 22 | ΑΡ41 | 44.40 | 53.30 | 8.90 | 51.30 | 57.30 | 6.00 | 50.60 | 55.10 | 4.50 | 19.00 | 58.60 | 39.60 |
| 23 | ΑΡ43 | | | | 71.00 | 76.50 | 5.50 | 69.40 | 74.60 | 5.20 | 22.00 | 78.00 | 56.00 |
| 24 | ΑΡ47 | | | | 28.00 | 28.40 | 0.40 | 26.70 | 26.90 | 0.20 | 26.00 | 43.00 | 17.00 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 25 | ΑΡ48 | | | | | | | 6.00 | | | | 62.00 | ?* |
| 26 | ΑΡ49 | | | | | | | 12.00 | | | | 70.00 | ?* |
| 27 | ΑΡ20Γ | | | | | | | 8.00 | | | | 48.00 | ?* |
| 28 | ΑΡ50 | 35.73 | 36.23 | 0.50 | 36.50 | 36.90 | 0.40 | 36.30 | 36.50 | 0.20 | 12.00 | 38.30 | 26.30 |
| 29 | ΑΡ52 | 11.20 | 12.75 | 1.55 | 11.30 | 12.10 | 0.80 | 12.00 | 12.50 | 0.50 | 17.80 | 19.00 | 1.80 |
| 30 | ΑΡ53 | | | | 19.00 | 21.00 | 2.00 | 17.50 | 19.30 | 1.80 | 32.00 | 36.00 | 4.00 |
| 31 | ΑΡ55 | 11.00 | 13.12 | 2.12 | 7.80 | 9.60 | 1.80 | 6.30 | 7.80 | 1.50 | 36.00 | 29.80 | 6.20* |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 32 | AP57 | | | | 5.00 | 7.90 | 2.90 | 3.70 | 5.50 | 1.80 | 36.00 | 27.00 | 9.00* |
| 33 | AP58 | 17.40 | 18.70 | 1.30 | 16.90 | 17.90 | 1.00 | 14.40 | 15.10 | 0.70 | 33.60 | 38.40 | 4.80 |
| 34 | AP59 | 13.60 | 17.90 | 4.30 | | | | | | | 31.50 | 37.50 | 6.00 |
| 35 | AP60 | 11.55 | 14.70 | 3.15 | 17.00 | 19.90 | 2.90 | 15.70 | 18.20 | 2.50 | 36.80 | 38.00 | 1.20 |
| 36 | AP61 | 26.65 | 27.15 | 0.50 | | | | | | | 23.00 | 39.40 | 16.40 |
| 37 | AP62 | | | | 51.00 | 51.80 | 0.80 | 50.30 | 50.70 | 0.40 | 35.00 | 70.00 | 35.00 |
| 38 | AP64 | | | | 21.00 | 24.00 | 3.00 | 19.40 | 22.10 | 2.70 | 35.00 | 38.00 | 3.00 |
| 39 | AP65 | 20.13 | 21.98 | 1.85 | 17.90 | 19.40 | 1.50 | 16.70 | 18.10 | 1.40 | 29.40 | 33.40 | 4.00 |
| 40 | AP69 | 40.54 | 41.44 | 0.90 | 31.60 | 32.60 | 1.00 | 29.80 | 30.70 | 0.90 | 32.80 | 59.60 | 16.80 |
| 41 | AP71 | 54.10 | 54.80 | 0.70 | | | | | | | 28.80 | 68.00 | 39.20 |
| 42 | AP72 | 68.50 | 70.00 | 1.50 | 56.50 | 58.30 | 1.80 | 55.00 | 56.20 | 1.20 | 36.00 | 75.00 | 39.00 |
| 43 | AP73 | 75.60 | 76.00 | 0.40 | 65.00 | 67.00 | 2.00 | 63.80 | 65.30 | 1.50 | 26.00 | 80.00 | 54.00 |
| 44 | AP75 | 27.40 | 30.75 | 3.35 | 33.90 | 34.80 | 0.90 | 31.10 | 31.80 | 0.70 | 31.60 | 44.40 | 12.80 |
| 45 | AP76 | | | | 51.30 | 52.10 | 0.80 | 49.80 | 50.50 | 0.70 | 36.50 | 63.00 | 26.50 |
| 46 | AP77 | | | | 52.00 | 52.70 | 0.70 | 50.00 | 50.50 | 0.50 | 33.00 | 62.00 | 29.00 |
| 47 | AP78 | | | | 54.80 | 55.80 | 1.00 | 53.00 | 53.70 | 0.70 | 32.00 | 61.00 | 29.00 |
| 48 | AP79 | 44.07 | 47.95 | 3.88 | | | | | | | 22.70 | 56.00 | 32.30 |
| 49 | AP80 | 44.80 | 45.90 | 1.10 | | | | | | | 21.80 | 56.00 | 34.20 |
| 50 | AP81 | 57.10 | 58.55 | 1.45 | 68.20 | 68.80 | 0.80 | 67.90 | 68.90 | 1.00 | 18.00 | 68.20 | 59.20 |
| 51 | AP82 | 57.75 | 59.15 | 1.40 | 62.80 | 64.80 | 2.00 | 61.60 | 62.90 | 1.30 | 26.70 | 74.00 | 47.30 |
| 52 | AP87 | | | | 3.20 | 5.50 | 2.30 | 2.00 | 3.80 | 1.80 | 30.00 | 28.00 | 2.00* |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 53 | AP90 | | | | 36.00 | 36.90 | 0.90 | 34.60 | 35.20 | 0.60 | 36.00 | 56.00 | 20.00 |
| 54 | AP92 | 2.50 | 3.60 | 1.10 | 4.80 | 5.80 | 1.00 | 2.30 | 3.10 | 0.80 | 21.50 | 17.80 | 3.70* |
| 54 | AP93 | 3.00 | 4.80 | 1.80 | 5.50 | 6.50 | 1.00 | 4.00 | 4.80 | 0.80 | 19.40 | 13.50 | 5.90* |
| 56 | AP94 | 5.00 | 6.50 | 1.50 | | | | | | | 7.30 | 7.00 | 0.30* |
| 57 | AP94B | | | | 7.00 | 8.20 | 1.20 | 6.60 | 7.70 | 1.10 | 14.00 | 9.00 | 5.00* |
| 58 | AP100 | 5.00 | 5.20 | 0.20 | 3.20 | 3.40 | 0.20 | 1.80 | 2.10 | 0.30 | 13.00 | 8.00 | 5.00* |
| 59 | AP100B | | | | 3.10 | 3.50 | 0.40 | 3.00 | 3.40 | 0.40 | 14.00 | 7.00 | 7.00* |
| 60 | AP103 | | | | 3.20 | 3.80 | 0.60 | 1.50 | 2.00 | 0.50 | 25.00 | 12.00 | 13.00* |
| 61 | AP104 | 5.20 | 6.00 | 0.80 | | | | | | | 14.50 | 13.50 | 1.00* |
| 62 | AP522 | | | | 5.00 | 5.20 | 0.20 | 4.40 | 4.60 | 0.20 | 6.00 | 7.00 | 1.00 |
| 63 | AP523 | 6.30 | 6.40 | 0.10 | 6.70 | 6.90 | 0.20 | 6.10 | 6.20 | 0.10 | 11.10 | 13.50 | 2.40 |
| 64 | AP524 | 6.60 | 7.60 | 1.00 | 9.20 | 9.40 | 2.00 | 8.90 | 10.30 | 1.40 | 9.10 | 14.00 | 4.90 |
| 65 | AP525 | 6.30 | 6.60 | 0.30 | 6.00 | 6.10 | 0.10 | | | | 5.20 | 7.50 | 2.50 |
| 66 | AP526 | 8.30 | 8.40 | 0.10 | 10.50 | 11.10 | 0.60 | 10.20 | 10.80 | 0.60 | 4.00 | 12.00 | 8.00* |
| 67 | AP527 | | | | 7.50 | 9.30 | 1.80 | 5.30 | 5.40 | 1.10 | 20.00 | 19.00 | 1.00* |
| 68 | AP528 | | | | 6.00 | 7.30 | 1.30 | 4.80 | 5.80 | 1.00 | 24.00 | 19.00 | 5.00* |
| 69 | AP531 | | | | 2.00 | 3.00 | 1.00 | 1.30 | 2.20 | 0.90 | 17.00 | 7.00 | 10.00* |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 70 | ΑΡ532 | | | | 3.20 | 3.80 | 0.60 | 3.00 | 3.40 | 0.40 | 12.00 | 8.00 | 4.00* |
| 71 | ΑΡΠ2 | | | | 13.00 | 13.40 | 0.40 | 12.00 | 12.50 | 0.50 | 31.00 | 21.00 | 10.00* |
| 72 | ΑΡΠ3 | | | | 1.10 | 2.10 | 1.00 | 0.90 | 1.70 | 0.80 | 22.00 | 18.00 | 4.00* |
| 73 | ΑΡΠ4 | | | | 1.00 | 2.90 | 1.90 | 0.50 | 1.70 | 1.20 | 45.00 | 30.00 | 15.00* |
| 74 | ΑΡΠ5 | | | | 6.00 | 6.80 | 0.80 | 5.60 | 6.50 | 0.90 | 9.50 | 13.00 | 3.50 |
| 75 | ΑΡΠ8 | | | | 15.00 | 17.00 | 2.00 | 14.50 | 16.30 | 1.80 | 34.00 | 36.00 | 2.00 |
| 76 | ΑΡ11 | | | | 9.60 | 10.80 | 1.20 | 7.00 | 8.00 | 1.00 | 18.00 | 16.00 | 2.00* |
| 77 | ΑΡΠ12 | | | | 7.80 | 9.70 | 1.90 | 7.00 | 7.40 | 1.40 | 24.00 | 18.00 | 6.00* |
| 78 | ΑΡΠ15 | | | | 8.20 | 11.20 | 3.00 | 7.50 | 10.20 | 2.70 | 14.00 | 10.00 | 4.00* |
| 79 | ΑΡΠ16 | | | | 7.20 | 10.40 | 3.20 | 6.80 | 9.80 | 3.00 | 10.00 | 12.00 | 2.00 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 80 | ΑΡ805 | | | | 6.70 | 7.10 | 0.40 | 6.20 | 6.60 | 0.40 | 10.00 | 11.00 | 1.00 |
| 81 | ΑΡ806 | | | | 6.20 | 6.80 | 0.60 | 5.70 | 6.20 | 0.50 | 10.00 | 12.00 | 2.00 |
| 82 | ΑΡ808 | | | | 7.20 | 7.50 | 0.30 | 7.00 | 7.30 | 0.30 | 14.00 | 11.00 | 2.00* |
| 83 | ΑΡ809 | | | | 1.00 | 1.60 | 0.60 | 0.50 | 0.90 | 0.40 | 14.00 | 10.00 | 4.00* |
| 84 | ΑΡ810 | | | | 3.50 | 4.70 | 1.20 | 3.00 | 4.00 | 1.00 | 17.00 | 9.00 | 8.00* |
| 85 | ΑΡ812 | | | | 77.00 | 80.00 | 3.00 | 75.20 | 77.70 | 2.50 | 24.00 | 87.00 | 63.00 |
| 86 | ΑΡ814 | | | | 15.50 | 16.10 | 0.60 | 14.20 | 14.70 | 0.50 | 26.00 | 26.00 | 0.00 |
| 87 | ΑΡ815 | | | | 19.80 | 21.70 | 1.90 | 19.30 | 20.80 | 1.50 | 32.00 | 36.00 | 4.00 |
| 88 | ΑΡ816 | | | | 14.00 | 14.80 | 0.80 | 13.50 | 14.30 | 0.80 | 22.00 | 27.00 | 5.00 |
| 89 | ΑΡ819 | | | | 16.40 | 17.10 | 0.70 | 16.00 | 16.50 | 0.50 | 20.00 | 19.00 | 1.00* |

* = Πυθμένας κάτω από την στάθμη της θάλασσας, ?* = Πυθμένας πιθανόν κάτω από την στάθμη της θάλασσας.
= Bottom below the sea level = Bottom probable below the sea level

*/Πίν.4: Αποτελέσματα επί τόπου φυσικοχημικών αναλύσεων δειγμάτων περιοχής Ν. Αρτάκης που πάρθηκαν τη διάρκεια της πρώτης υδροχημικής εξέτασης (10 -21/10/1998). (NT. Δεν εξετάστηκε).*
*/Tab.4: Physicochemical results of analysis samples conducted on the field which selected during the first hydrochemical test (10-21/10/1998) from Nea Artaki area. (NT. Not Tested).*

| Α/Α | Τρόπος συλλογής νερού | Στοιχεία δείγματος νερού | Θερμοκρασία °C | | pH | Eh mV vollt | Salinity dS/m | EC μMhos/cm | TDS ppm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Νερού | Αέρα | | | | | |
| 1 | Αντλία | AP51 | 18.0 | 22.0 | 7.7 | NT | 1.0 | 1630 | 1426 |
| 2 | Αντλία | AP57 | 18.0 | 19.0 | 7.9 | NT | 0.8 | 1320 | 1177 |
| 3 | Αντλία | AP60 | 18.5 | 19.0 | 7.8 | NT | 0.8 | 1340 | 738 |
| 4 | Αντλία | AP63 | 18.5 | 19.5 | 7.8 | NT | 0.7 | 1200 | 1092 |
| 5 | Αντλία | AP68 | 18.0 | 18.5 | 8.1 | NT | 0.7 | 1220 | 1171 |
| 6 | Αντλία | AP69 | 18.0 | 18.5 | 7.9 | NT | 0.9 | 1500 | 1439 |
| 7 | Αντλία | AP71 | 18.0 | 18.5 | 7.7 | NT | 0.7 | 1280 | 1267 |
| 8 | Αντλία | AP75 | 19.0 | 21.5 | 7.8 | NT | 0.7 | 1270 | 1121 |
| 9 | Αντλία | AP78 | 18.5 | 20.0 | 7.8 | NT | 0.8 | 1340 | 738 |
| 10 | Αντλία | AP90 | 20.5 | 21.5 | 7.9 | NT | 0.7 | 1150 | 1046 |

*/Πίν.5: Αποτελέσματα επί τόπου φυσικοχημικών αναλύσεων δειγμάτων περιοχής Ν.Αρτάκης που πάρθηκαν την διάρκεια της δεύτερης υδροχημικής εξέτασης (7/3/1999 – 5/5/1999).*
*/Tab.5: Physicochemical results of analysis samples conducted on the field which selected during the second hydrochemical test (7/3/1999 – 5/5/1999) from Nea Artaki area.*

| Α/Α | Στοιχεία δείγματος νερού | Τρόπος συλλογής νερού | Θερμοκρασία °C | | pH | Eh mV vollt | Salinity dS/m | EC μMhos/cm | TDS ppm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Νερού | Αέρα | | | | | |
| 1 | AP4 | Δειγματολήπτης | 15.5 | 15.0 | 7.9 | NT | 1.4 | 2970 | 2074 |
| 2 | AP9 | Δειγματολήπτης | 18.5 | 14.0 | 8.0 | NT | 0.7 | 1260 | 1171 |
| 3 | AP10Γ | Αντλία | 18.0 | 15.0 | 8.1 | NT | 0.5 | 935 | 677 |
| 4 | AP10 | Δειγματολήπτης | 15.5 | 14.0 | 7.9 | NT | 1.2 | 1990 | 1382 |
| 5 | AP12 | Αντλία | 19.5 | 19.0 | 7.9 | NT | 0.7 | 1200 | 979 |
| 6 | AP26 | Δειγματολήπτης | 18.0 | 12.0 | 8.0 | NT | 0.9 | 1455 | 1252 |
| 7 | AP27 | Δειγματολήπτης | 18.0 | 9.0 | 7.9 | NT | 1.9 | 1030 | 973 |
| 8 | AP30 | Δειγματολήπτης | 18.5 | 15.0 | 8.0 | NT | 0.6 | 1120 | 982 |
| 9 | AP31 | Δειγματολήπτης | 17.0 | 8.0 | 8.4 | NT | 0.8 | 1440 | 1042 |
| 10 | AP32 | Δειγματολήπτης | 17.5 | 8.0 | 7.8 | NT | 0.7 | 1290 | 861 |
| 11 | AP34 | Δειγματολήπτης | 18.5 | 14.0 | 7.9 | NT | 0.6 | 1025 | 920 |
| 12 | AP36 | Δειγματολήπτης | 18.5 | 14.0 | 8.0 | NT | 0.5 | 870 | 834 |
| 13 | AP39 | Δειγματολήπτης | 18.0 | 14.0 | 8.1 | NT | 0.5 | 850 | 783 |
| 14 | AP41 | Δειγματολήπτης | 17.0 | 14.0 | 7.9 | NT | 0.6 | 980 | 935 |
| 15 | AP47 | Δειγματολήπτης | 18.0 | 14.5 | 8.0 | NT | 0.9 | 1480 | 1210 |
| 16 | AP50 | Δειγματολήπτης | 18.0 | 16.0 | 8.1 | NT | 0.4 | 795 | 746 |
| 17 | AP52 | Αντλία | 17.0 | 14.0 | 7.9 | NT | 0.6 | 1070 | 954 |
| 18 | AP55 | Δειγματολήπτης | 17.0 | 15.0 | 8.3 | NT | 0.7 | 1260 | 1189 |
| 19 | AP59 | Αντλία | 18.5 | 15.0 | 7.9 | NT | 1.0 | 1650 | 1334 |
| 20 | AP60 | Δειγματολήπτης | 18.0 | 12.0 | 7.7 | NT | 0.8 | 1430 | 1213 |
| 21 | AP63 | Δειγματολήπτης | 17.5 | 9.5 | 8.1 | NT | 0.8 | 1390 | 1158 |
| 22 | AP64 | Δειγματολήπτης | 17.0 | 13.0 | 8.2 | NT | 0.5 | 890 | 839 |
| 23 | AP65 | Δειγματολήπτης | 17.0 | 11.5 | 7.9 | NT | 0.8 | 1325 | 1103 |
| 24 | AP69 | Δειγματολήπτης | 17.0 | 10.0 | 8.4 | NT | 1.2 | 1950 | 1522 |
| 25 | AP71 | Δειγματολήπτης | 17.0 | 9.0 | 7.9 | NT | 0.6 | 1080 | 1163 |
| 26 | AP73 | Δειγματολήπτης | 17.5 | 9.0 | 8.0 | NT | 1.2 | 2050 | 1730 |
| 27 | AP75 | Αντλία | 17.0 | 12.0 | 7.8 | NT | 1.0 | 1670 | 1417 |
| 28 | AP78 | Δειγματολήπτης | 16.0 | 19.0 | 8.0 | NT | 1.1 | 1825 | 1318 |
| 29 | AP80 | Δειγματολήπτης | 16.5 | 10.0 | 8.1 | NT | 0.9 | 1640 | 1248 |
| 30 | AP81 | Δειγματολήπτης | 16.5 | 10.0 | 8.2 | NT | 0.9 | 1520 | 1261 |
| 31 | AP82 | Δειγματολήπτης | 17.5 | 10.0 | 7.8 | NT | 0.9 | 1480 | 1316 |
| 32 | AP90 | Αντλία | 16.5 | 9.0 | 7.8 | NT | 0.4 | 770 | 566 |
| 33 | AP92 | Δειγματολήπτης | 17.0 | 14.0 | 7.9 | NT | 1.0 | 2020 | 1616 |
| 34 | AP93 | Δειγματολήπτης | 17.5 | 11.0 | 8.0 | NT | 2.0 | 3810 | 2399 |
| 35 | AP94 | Δειγματολήπτης | 17.0 | 10.0 | 7.6 | NT | 2.7 | 5000 | 3526 |
| 36 | AP100 | Δειγματολήπτης | 17.0 | 12.0 | 7.5 | NT | 1.9 | 3140 | 2389 |
| 37 | AP103 | Δειγματολήπτης | 18.0 | 11.0 | 8.0 | NT | 1.1 | 1840 | 1213 |
| 38 | AP104 | Δειγματολήπτης | 17.5 | 11.0 | 7.9 | NT | 1.6 | 2600 | 1176 |
| 39 | AP106 | Δειγματολήπτης | 17.0 | 11.0 | 7.9 | NT | 0.8 | 1370 | 950 |
| 40 | AP522 | Δειγματολήπτης | 17.5 | 8.0 | 7.7 | NT | 3.8 | 7000 | 4211 |
| 41 | AP524 | Δειγματολήπτης | 17.0 | 8.0 | 7.3 | NT | 2.9 | 5470 | 3757 |
| 42 | AP527 | Δειγματολήπτης | 17.0 | 14.0 | 7.6 | NT | 2.5 | 4640 | 3230 |
| 43 | AP528 | Δειγματολήπτης | 16.5 | 14.0 | 7.8 | NT | 1.4 | 2240 | 1805 |

*IΠίν.6: Αποτελέσματα επί τόπου φυσικοχημικών αναλύσεων δειγμάτων περιοχής Ν. Αρτάκης που πάρθηκαν την διάρκεια 3ης υδροχημικής εξέτασης (22/1/2008 – 5/3/2009).*
*ITab.6: Physicochemical results of analysis samples conducted on the field which selected during the third hydrochemical test (22/1/2008 – 5/3/2009) from Nea Artaki area.*

| Α/Α | Προέλευση δείγματος νερού | Τρόπος συλλογής νερού | Θερμοκρασία °C | | pH | Eh mV volt | Salinity dS/m | EC μS/cm | TDS ppm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Νερού | Αέρα | | | | | |
| 1 | ΑΡ18 | Δειγματολήπτης | 18.0 | 14.0 | 8.2 | -63 | 0.8 | 1450 | 928 |
| 2 | ΑΡ19 | Αντλία | 18.0 | 15.0 | 8.0 | -48 | 0.9 | 1440 | 921 |
| 3 | ΑΡ24 | Δειγματολήπτης | 16.5 | 16.0 | 7.6 | -35 | 1.2 | 2010 | 1290 |
| 4 | ΑΡ27 | Δειγματολήπτης | 19.0 | 10.0 | 7.7 | -41 | 0.9 | 1600 | 1020 |
| 5 | ΑΡ27 | Αντλία | 18.5 | 13.0 | 7.8 | -42 | 0.9 | 1540 | 985 |
| 6 | ΑΡ39 | Αντλία | 19.5 | 17.0 | 7.8 | -41 | 0.7 | 1130 | 723 |
| 7 | ΑΡ41 | Δειγματολήπτης | 19.0 | 17.0 | 8.0 | -48 | 0.7 | 1250 | 800 |
| 8 | ΑΡΓ48 | Αντλία | 18.0 | 19.0 | 7.8 | -41 | 0.8 | 1430 | 915 |
| 9 | ΑΡΓ48 | Αντλία | 19.5 | 20.0 | 7.5 | -32 | 0.9 | 1510 | 955 |
| 10 | ΑΡΓ49 | Αντλία | 17.5 | 20.5 | 7.5 | -32 | 0.8 | 1450 | 928 |
| 11 | ΑΡΓ49 | Αντλία | 18.0 | 21.0 | 7.6 | -35 | 0.9 | 1440 | 921 |
| 12 | ΑΡ50 | Δειγματολήπτης | 19.0 | 20.0 | 8.0 | -48 | 0.7 | 1160 | 742 |
| 13 | ΑΡ52 | Δειγματολήπτης | 18.5 | 18.0 | 7.7 | -41 | 1.0 | 1650 | 1060 |
| 14 | ΑΡ53 | Δειγματολήπτης | 19.0 | 17.0 | 7.8 | -42 | 1.0 | 1650 | 1060 |
| 15 | ΑΡ55 | Δειγματολήπτης | 18.5 | 16.0 | 7.8 | -42 | 1.3 | 2200 | 1410 |
| 16 | ΑΡ58 | Δειγματολήπτης | 18.5 | 15.0 | 7.6 | -36 | 1.5 | 2460 | 1570 |
| 17 | ΑΡ59 | Δειγματολήπτης | 18.0 | 15.0 | 8.0 | -50 | 1.4 | 2440 | 1560 |
| 18 | ΑΡ60 | Δειγματολήπτης | 18.0 | 17.0 | 7.7 | -41 | 1.5 | 2500 | 1600 |
| 19 | ΑΡ62 | Δειγματολήπτης | 17.0 | 14.0 | 8.0 | -49 | 1.3 | 2210 | 1410 |
| 20 | ΑΡ65 | Δειγματολήπτης | 18.0 | 14.0 | 8.0 | -49 | 1.4 | 2330 | 1490 |
| 21 | ΑΡ68 | Δειγματολήπτης | 19.5 | 13.0 | 8.0 | -49 | 1.4 | 2290 | 1490 |
| 22 | ΑΡ69 | Δειγματολήπτης | 16.5 | 10.0 | 7.8 | -42 | 1.4 | 2290 | 1490 |
| 23 | ΑΡ72 | Δειγματολήπτης | 16.0 | 11.0 | 7.7 | -41 | 1.8 | 2820 | 1800 |
| 24 | ΑΡ73 | Δειγματολήπτης | 17.0 | 10.0 | 8.0 | -48 | 1.5 | 2430 | 1550 |
| 25 | ΑΡ75 | Δειγματολήπτης | 19.0 | 10.0 | 7.7 | -41 | 1.6 | 2670 | 1710 |
| 26 | ΑΡ76 | Αντλία | 17.5 | 11.0 | 7.8 | -42 | 1.7 | 2800 | 1790 |
| 27 | ΑΡ77 | Δειγματολήπτης | 19.0 | 11.0 | 7.8 | -42 | 1.6 | 2620 | 1680 |
| 28 | ΑΡ82 | Δειγματολήπτης | 18.5 | 10.0 | 7.7 | -41 | 0.8 | 1370 | 877 |
| 29 | ΑΡ92 | Δειγματολήπτης | 18.0 | 11.0 | 7.8 | -42 | 1.3 | 2200 | 1410 |
| 30 | ΑΡ93 | Δειγματολήπτης | 17.5 | 12.0 | 7.7 | -41 | 2.3 | 3580 | 2290 |
| 31 | ΑΡ100 | Δειγματολήπτης | 18.0 | 10.0 | 7.7 | -41 | 2.0 | 3190 | 2040 |
| 32 | ΑΡ103 | Δειγματολήπτης | 18.0 | 11.0 | 7.8 | -42 | 1.2 | 2020 | 1290 |
| 33 | ΑΡ104 | Δειγματολήπτης | 18.5 | 12.0 | 7.6 | -35 | 1.5 | 2400 | 1540 |
| 34 | ΑΡΓ20 | Αντλία | 18.0 | 16.0 | 7.6 | -35 | 1.0 | 1750 | 1120 |
| 35 | ΑΡΓ20 | Αντλία | 18.5 | 17.0 | 7.7 | -42 | 1.0 | 1620 | 1040 |
| 36 | ΑΡΓ20 | Αντλία | 19.0 | 22.0 | 7.7 | -41 | 1.0 | 1650 | 1060 |
| 37 | ΑΡ522 | Δειγματολήπτης | 17.0 | 10.0 | 8.0 | -48 | 3.5 | 4630 | 2960 |
| 38 | ΑΡ523 | Δειγματολήπτης | 16.0 | 10.0 | 7.8 | -45 | 2.4 | 3700 | 2370 |
| 39 | ΑΡ526 | Δειγματολήπτης | 14.0 | 10.0 | 7.7 | -42 | 0.9 | 1450 | 928 |
| 40 | ΑΡ531 | Δειγματολήπτης | 16.0 | 11.0 | 7.7 | -42 | 2.8 | 4320 | 2760 |
| 41 | Βρύση | Αντλία | | 14.0 | 8.0 | -48 | 0.6 | 980 | 627 |
| 42 | ΑΡΠ2 | Δειγματολήπτης | 18.5 | 10.0 | 8.0 | -48 | 0.9 | 1520 | 972 |
| 43 | ΑΡΠ4 | Δειγματολήπτης | 19.0 | 11.0 | 8.2 | -62 | 0.8 | 1480 | 947 |
| 44 | ΑΡΠ5 | Δειγματολήπτης | 18.0 | 11.0 | 8.0 | -48 | 1.0 | 1750 | 1120 |
| 45 | ΑΡΠ8 | Δειγματολήπτης | 18.0 | 12.0 | 7.8 | -42 | 1.5 | 2510 | 1610 |
| 46 | ΑΡ805 | Δειγματολήπτης | 17.0 | 11.0 | 7.7 | -41 | 2.2 | 3450 | 2270 |
| 47 | ΑΡ810 | Δειγματολήπτης | 16.0 | 14.0 | 7.8 | -42 | 2.4 | 3730 | 2390 |
| 48 | ΑΡ814 | Δειγματολήπτης | 18.0 | 14.0 | 7.8 | -42 | 1.1 | 1830 | 1170 |
| 49 | ΑΡ815 | Δειγματολήπτης | 18.5 | 19.0 | 7.8 | -42 | 2.8 | 4400 | 2820 |

*Ιπίν.7: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων υπόγειου νερού της περιοχής Ν. Αρτάκης, που πάρθηκαν κατά τη διάρκεια της πρώτης υδροχημικής εξέτασης (10 – 21/10/ 1998). Η χημική ανάλυση έγινε στο εργαστήριο υδροχημείας του ΙΓΜΕ.( ND, Δεν ανιχνεύτηκε).*
*ITab.7. Result chemical analysis of groundwater samples selected from N. Artaki area during the first hydrochemical test (10-21/10/1998). The analysis conducted at the hydrochemical laboratory of IGME. ( ND, Not Detected).*

| A/A | Στοιχεία δείγματος | ΧΙΛΙΟΣΤΟΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΣΤΟ ΛΙΤΡΟ (meq/L) ΜΟΡΙΑΚΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑ ΒΑΡΟΣ (ppm) | | | | | | | | | | | Σκληρότητα CaCO3 | | | Δείκτες μόλυνσης | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Χρήση νερού | Ca | Mg | Na | K | Σύνολο Κατιόντων | Σύνολο Ανιόντων | CO3 | HCO3 | Cl | SO4 | NO3 | Παροδική | Μόνιμη | Ολική | NO2 | NH4 |
| 1 | AP51 | 1.76 | 16.32 | 2.80 | 0.04 | 20.92 | 21.06 | ND | 10.16 | 5.90 | 0.90 | 4.10 | 508 | 396 | 904 | 0.09 | 0.01 |
| | Άρδευση | 35.27 | 196.45 | 64.37 | 1.56 | | | | 619.96 | 209.16 | 43.23 | 254.20 | | | | | |
| 2 | AP57 | 1.28 | 14.12 | 1.68 | 0.03 | 17.11 | 17.10 | ND | 10.12 | 3.85 | 0.58 | 2.55 | 506 | 264 | 770 | 0.08 | 0.01 |
| | Άρδευση | 25.65 | 171.70 | 38.62 | 1.17 | | | | 617.52 | 136.48 | 27.86 | 158.10 | | | | | |
| 3 | AP60 | 1.68 | 13.24 | 2.44 | 0.01 | 17.37 | 17.32 | ND | 10.16 | 4.40 | 0.76 | 2.00 | 508 | 238 | 746 | 0.04 | ND |
| | Άρδευση | 33.67 | 161.10 | 56.10 | 0.39 | | | | 619.96 | 155.98 | 36.50 | 124.00 | | | | | |
| 4 | AP63 | 1.20 | 12.88 | 1.15 | 0.01 | 12.24 | 14.29 | ND | 10.00 | 1.80 | 0.44 | 3.05 | 500 | 204 | 704 | 0.11 | 0.01 |
| | Άρδευση/ζώα | 24.05 | 156.62 | 26.44 | 0.39 | | | | 610.20 | 63.80 | 21.13 | 189.10 | | | | | |
| 5 | AP68 | 1.76 | 12.92 | 1.80 | 0.04 | 16.52 | 16.65 | ND | 11.10 | 3.00 | 0.42 | 2.13 | 555 | 179 | 734 | 0.03 | 0.02 |
| | Άρδευση | 35.27 | 157.11 | 41.38 | 1.56 | | | | 877.32 | 106.35 | 20.52 | 132.06 | | | | | |
| 6 | AP69 | 1.80 | 16.60 | 1.91 | 0.04 | 20.35 | 20.44 | ND | 13.34 | 3.50 | 0.41 | 3.19 | 667 | 253 | 920 | 0.11 | 0.01 |
| | Άρδευση | 36.07 | 201.86 | 43.91 | 1.56 | | | | 814.01 | 124.08 | 19.69 | 197.78 | | | | | |
| 7 | AP71 | 1.60 | 14.64 | 1.55 | 0.01 | 17.80 | 17.86 | ND | 12.46 | 2.60 | 0.39 | 2.41 | 623 | 189 | 812 | 0.01 | 0.04 |
| | Άρδευση/ζώα | 32.06 | 178.02 | 35.63 | 0.39 | | | | 760.31 | 92.17 | 18.73 | 149.42 | | | | | |
| 8 | AP75 | 1.92 | 11.80 | 2.62 | 0.02 | 16.36 | 16.42 | ND | 9.16 | 4.45 | 0.91 | 1.90 | 348 | 228 | 686 | 0.11 | 0.04 |
| | Άρδευση/ζώα | 38.48 | 143.49 | 80.23 | 0.78 | | | | 558.94 | 157.76 | 43.71 | 117.80 | | | | | |
| 9 | AP78 | 2.17 | 13.31 | 2.85 | 0.03 | 18.36 | 18.39 | ND | 10.16 | 5.00 | 0.75 | 2.48 | 508 | 266 | 774 | 0.08 | 0.02 |
| | Άρδευση/ζώα | 43.49 | 161.85 | 65.52 | 1.17 | | | | 619.96 | 177.25 | 36.02 | 153.76 | | | | | |
| 10 | AP90 | 2.76 | 9.00 | 2.99 | 0.05 | 14.80 | 14.72 | ND | 8.96 | 3.15 | 0.69 | 1.92 | 448 | 140 | 488 | 0.09 | ND |
| | Άρδευση/ζώα | 55.31 | 109.44 | 68.74 | 1.96 | | | | 546.74 | 111.67 | 33.14 | 119.04 | | | | | |

*IΠίν.8: Φυσικοχημικές αναλύσεις νερού βροχής από την περιοχή της Νέας Αρτάκης (30/1/2009 )*
*ITab.8: The physical and chemical analysis of the rain water collected from Nea Artaki area (30/1/2009).*

| pH | μS/cm | TDS | $Ca^{2+}$ | $Mg^{2+}$ | $Na^{+}$ | $K^{+}$ | $HCO_3^{-}$ | $Cl^{-}$ | $SO_4^{2-}$ | $NO_3^{-}$ | $NH_4^{+}$ | $NO_2^{-}$ | $PO_4^{3-}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5.65 | 18.8 | 10.78 | 0.90 | 0.72 | 0.44 | 0.02 | 2.50 | 4.43 | 2.01 | 0.82 | 0.02 | 0.01 | 0.11 |

*Πίν.9: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού της περιοχής Ν. Αρτάκης, που πάρθηκαν κατά τη διάρκεια της δεύτερης υδροχημικής εξέτασης (7/3/1999 – 5/5/1999). Η χημική ανάλυση έγινε στο εργαστήριο υδροχημεία του ΙΓΜΕ.*
*Tab.9. Result chemical analysis of groundwater samples selected from N. Artaki area during the second hydrochemical test (7/3//1999 – 5/5/1999). The analysis conducted at the hydrochemical laboratory of IGME.*

| Α/Α | Προέλευση δείγματος / Χρήση νερού | ΧΙΛΙΟΣΤΟΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΣΤΟ ΛΙΤΡΟ (meq/L) ΜΟΡΙΑΚΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑ ΒΑΡΟΣ (ppm) | | | | | | | | | | | Σκληρότητα CaCO3 | | | Δείκτες μόλυνσης | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ca | Mg | Na | K | Σύνολο Κατιόντων | Σύνολο Ανιόντων | CO3 | HCO3 | Cl | SO4 | NO3 | Παροδική | Μόνιμη | Ολική | NO2 | NH4 |
| 1 | ΑΡ4 | 2.64 | 18.16 | 13.50 | 0.11 | 34.41 | 34.36 | ND | 7.37 | 22.40 | 3.08 | 1.56 | 366 | 308 | 674 | 0.01 | 0.03 |
| | Άρδευση | 52.91 | 220.83 | 310.50 | 4.30 | | | | 446.82 | 794.30 | 147.93 | 96.74 | | | | | |
| 2 | ΑΡ9 | 3.20 | 9.88 | 2.00 | 0.04 | 15.12 | 12.27 | ND | 7.16 | 5.65 | 0.36 | 2.10 | 358 | 296 | 654 | 0.11 | 0.02 |
| | Άρδευση | 64.13 | 120.14 | 46.00 | 1.56 | | | | 436.76 | 200.35 | 17.29 | 130.22 | | | | | |
| 3 | ΑΡ10 | 2.16 | 7.64 | 12.00 | 0.30 | 22.10 | 22.07 | ND | 6.08 | 14.40 | 1.52 | 0.07 | 304 | 186 | 490 | 0.11 | 0.04 |
| | Άρδευση | 43.29 | 92.90 | 276.00 | 11.73 | | | | 370.88 | 510.62 | 79.01 | 4.34 | | | | | |
| 4 | ΑΡΓ10 | 1.68 | 2.64 | 6.00 | 0.08 | 10.40 | 10.27 | ND | 3.66 | 5.56 | 0.96 | 0 | 183 | 33 | 216 | ND | ND |
| | Άρδευσ/ζώα | 33.67 | 32.10 | 138.00 | 3.12 | | | | 223.26 | 200.35 | 46.11 | 0 | | | | | |
| 5 | ΑΡ12 | 1.36 | 10.68 | 2.35 | 0.03 | 14.42 | 14.54 | ND | 8.14 | 4.50 | 0.50 | 1.40 | 407 | 195 | 602 | 0.11 | 0.02 |
| | Άρδευση | 27.25 | 129.87 | 54.05 | 1.17 | | | | 496.00 | 159.00 | 24.02 | 86.81 | | | | | |
| 6 | ΑΡ26 | 2.46 | 13.27 | 2.60 | 0.04 | 18.40 | 18.42 | ND | 8.72 | 5.20 | 1.00 | 3.50 | 436 | 352 | 788 | 0.11 | 0.01 |
| | Άρδευση | 49.70 | 161.36 | 59.80 | 1.56 | | | | 531.92 | 182.39 | 48.03 | 217.04 | | | | | |
| 7 | ΑΡ27 | 1.36 | 10.68 | 1.40 | 0.02 | 13.48 | 13.58 | ND | 9.08 | 1.75 | 0.27 | 2.48 | 454 | 148 | 602 | 0.11 | 0.03 |
| | Άρδευση | 27.25 | 129.87 | 32.20 | 0.78 | | | | 553.88 | 62.06 | 12.97 | 153.78 | | | | | |
| 8 | ΑΡ30 | 3.04 | 8.64 | 1.90 | 0.23 | 13.81 | 13.94 | ND | 6.56 | 2.75 | 1.53 | 3.10 | 328 | 256 | 584 | 011 | 0.05 |
| | Άρδευση | 60.92 | 105.06 | 43.70 | 8.99 | | | | 400.16 | 97.51 | 73.49 | 192.23 | | | | | |
| 9 | ΑΡ13 | 2.92 | 8.68 | 2.45 | 0.30 | 14.35 | 14.38 | 0.16 | 5.54 | 3.65 | 0.77 | 4.26 | 277 | 303 | 580 | 0.02 | 0.03 |
| | Άρδευση | 58.52 | 105.55 | 56.35 | 11.73 | | | 4.80 | 373.94 | 129.43 | 36.98 | 264.16 | | | | | |
| 10 | ΑΡ32 | 1.80 | 8.44 | 1.86 | 0.25 | 12.25 | 12.40 | ND | 4.90 | 3.30 | 0.52 | 3.70 | 245 | 267 | 512 | 0.02 | 0.02 |
| | Άρδευση | 36.07 | 102.63 | 42.78 | 9.78 | | | | 298.90 | 117.02 | 24.02 | 229.44 | | | | | |
| 11 | ΑΡ34 | 2.48 | 8.40 | 1.64 | 0.16 | 12.68 | 12.83 | ND | 6.24 | 2.15 | 0.53 | 3.90 | 312 | 232 | 544 | 0.11 | 0.04 |
| | Άρδευση | 49.70 | 102.14 | 37.72 | 6.26 | | | | 380.64 | 76.24 | 25.46 | 241.84 | | | | | |
| 12 | ΑΡ36 | 1.20 | 9.44 | 1.00 | 0.03 | 11.67 | 11.54 | ND | 9.20 | 1.20 | 0.26 | 0.88 | 460 | 72 | 532 | 0.01 | 0.04 |
| | Άρδευση | 24.05 | 114.79 | 23.00 | 1.17 | | | | 561.20 | 42.55 | 12.49 | 54.57 | | | | | |
| 13 | ΑΡ39 | 2.72 | 6.56 | 1.50 | 0.04 | 10.82 | 10.83 | ND | 6.88 | 1.75 | 0.43 | 1.77 | 344 | 120 | 464 | 0.11 | 0.03 |
| | Άρδευση | 54.51 | 79.77 | 34.50 | 1.56 | | | | 419.68 | 62.06 | 20.65 | 109.76 | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14 | AP41 | 1.84 | 9.88 | 1.18 | 0.02 | 12.92 | 12.92 | ND | 8.70 | 1.35 | 0.36 | 2.48 | 435 | 151 | 586 | 0.11 | 0.03 |
| | Άρδευσ/ζώα | 36.87 | 120.14 | 27.14 | 0.78 | | | | 530.70 | 47.87 | 17.29 | 153.78 | | | | | |
| 15 | AP47 | 3.12 | 10.60 | 3.80 | 0.07 | 17.59 | 17.54 | ND | 6.94 | 5.45 | 0.55 | 4.60 | 347 | 339 | 686 | 0.11 | 0.01 |
| | Άρδευσ/ζώα | 62.52 | 128.90 | 87.40 | 2.74 | | | | 423.34 | 193.26 | 26.42 | 285.25 | | | | | |
| 16 | AP50 | 1.28 | 8.16 | 1.00 | 0.03 | 10.47 | 10.36 | ND | 8.14 | 1.25 | 0.26 | 0.71 | 407 | 65 | 472 | 0.09 | 0.02 |
| | Άρδευση | 25.65 | 99.23 | 23.00 | 1.17 | | | | 496.00 | 44.23 | 12.49 | 44.03 | | | | | |
| 17 | AP52 | 0.88 | 11.32 | 1.30 | 0.01 | 13.51 | 13.60 | ND | 9.10 | 2.20 | 0.53 | 1.77 | 455 | 155 | 610 | 0.01 | 0.04 |
| | Άρδευσ/ζώα | 17.64 | 137.65 | 29.90 | 0.39 | | | | 555.10 | 78.01 | 25.46 | 109.76 | | | | | |
| 18 | AP55 | 2.08 | 13.04 | 1.60 | 0.02 | 16.74 | 16.78 | 0.40 | 9.30 | 2.20 | 0.72 | 4.26 | 465 | 291 | 756 | 0.02 | 0.10 |
| | Άρδευσ/ζώα | 41.68 | 158.57 | 36.80 | 0.78 | | | 12.00 | 567.30 | 78.01 | 29.78 | 264.16 | | | | | |
| 19 | AP59 | 2.16 | 15.48 | 2.40 | 0.03 | 20.07 | 20.01 | ND | 9.60 | 6.35 | 1.22 | 2.84 | 480 | 402 | 882 | 0.03 | 0.02 |
| | Άρδευσ/ζώα | 43.29 | 188.24 | 55.20 | 1.17 | | | | 585.60 | 225.17 | 58.60 | 176.11 | | | | | |
| 20 | AP60 | 1.84 | 13.56 | 2.50 | 0.01 | 17.91 | 17.79 | ND | 10.16 | 4.86 | 0.80 | 1.98 | 508 | 262 | 770 | 0.03 | 0.01 |
| | Άρδευση | 36.87 | 164.89 | 57.50 | 0.39 | | | | 619.76 | 171.98 | 38.42 | 122.78 | | | | | |
| 21 | AP63 | 1.20 | 13.84 | 1.20 | 0.06 | 16.26 | 16.24 | ND | 10.24 | 2.00 | 0.50 | 3.50 | 512 | 240 | 752 | 0.02 | 0.02 |
| | Άρδευσ/ζώα | 24.05 | 168.29 | 27.60 | 2.35 | | | | 624.64 | 70.92 | 24.02 | 217.04 | | | | | |
| 22 | AP64 | 2.32 | 7.80 | 1.50 | 0.02 | 11.64 | 11.62 | ND | 7.36 | 1.70 | 0.43 | 2.13 | 368 | 138 | 506 | 0.08 | 0.01 |
| | Άρδευση | 46.49 | 94.85 | 34.50 | 0.78 | | | | 448.96 | 60.26 | 20.65 | 132.08 | | | | | |
| 23 | AP65 | 1.20 | 12.92 | 1.20 | 0.02 | 15.34 | 15.48 | ND | 10.10 | 1.80 | 0.56 | 3.00 | 505 | 201 | 706 | ND | 0.01 |
| | Άρδευση | 24.05 | 157.11 | 27.60 | 0.78 | | | | 616.10 | 63.83 | 26.90 | 186.03 | | | | | |
| 24 | AP69 | 1.24 | 18.16 | 2.30 | 0.04 | 21.74 | 21.73 | ND | 13.00 | 3.95 | 0.52 | 4.26 | 650 | 320 | 970 | 0.02 | 0.02 |
| | Άρδευση | 24.85 | 220.83 | 52.90 | 1.56 | | | | 793.00 | 140.07 | 24.98 | 264.16 | | | | | |
| 25 | AP71 | 1.12 | 13.72 | 1.35 | 0.01 | 16.20 | 16.16 | ND | 11.24 | 1.70 | 0.24 | 2.98 | 562 | 180 | 742 | 0.01 | 0.0 |
| | Άρδευσ/ζώα | 22.44 | 166.84 | 31.05 | 0.39 | | | | 685.64 | 60.28 | 11.53 | 184.78 | | | | | |
| 26 | AP73 | 2.64 | 18.50 | 3.00 | 0.25 | 24.69 | 24.77 | ND | 16.06 | 5.35 | 0.70 | 2.66 | 803 | 269 | 1072 | 0.02 | 0.03 |
| | Άρδευσ/ζώα | 56.91 | 226.18 | 69.00 | 9.76 | | | | 979.66 | 189.71 | 33.62 | 164.95 | | | | | |
| 27 | AP75 | 2.56 | 15.12 | 2.85 | 0.02 | 20.55 | 20.68 | ND | 9.94 | 5.20 | 1.28 | 4.26 | 497 | 387 | 884 | 0.04 | 0.03 |
| | Άρδευση | 51.30 | 183.86 | 85.55 | 0.78 | | | | 606.00 | 184.39 | 61.48 | 264.16 | | | | | |
| 28 | AP78 | 1.50 | 15.48 | 2.20 | 0.03 | 19.23 | 19.19 | ND | 10.74 | 4.70 | 0.57 | 3.20 | 537 | 312 | 849 | 0.05 | 0.02 |
| | Άρδευσ/ζώα | 30.06 | 188.24 | 50.60 | 1.17 | | | | 655.14 | 166.66 | 27.38 | 198.43 | | | | | |
| 29 | AP80 | 1.44 | 12.76 | 4.20 | 0.02 | 18.42 | 18.37 | ND | 9.90 | 4.34 | 1.28 | 2.84 | 495 | 215 | 710 | 0.02 | 0.02 |
| | Άρδευση | 28.86 | 155.16 | 96.60 | 0.78 | | | | 603.90 | 154.25 | 61.48 | 176.11 | | | | | |
| 30 | AP81 | 1.60 | 11.36 | 4.50 | 0.02 | 17.48 | 17.66 | ND | 10.00 | 4.20 | 0.96 | 3.50 | 500 | 148 | 648 | 0.03 | 0.02 |
| | Άρδευσ/ζώα | 32.06 | 138.14 | 103.50 | 0.78 | | | | 610.00 | 113.47 | 46.11 | 217.04 | | | | | |
| 31 | AP82 | 2.16 | 12.12 | 4.80 | 0.02 | 19.09 | 19.09 | ND | 10.66 | 3.45 | 0.63 | 3.40 | 533 | 181 | 714 | 0.01 | ND |
| | Άρδευση | 43.29 | 147.38 | 110.40 | 0.78 | | | | 650.26 | 122.34 | 30.26 | 210.83 | | | | | |
| 32 | AP90 | 3.04 | 2.92 | 2.00 | 0.06 | 8.02 | 8.06 | ND | 4.88 | 2.50 | 0.50 | 0.18 | 244 | 54 | 298 | 0.01 | 0.03 |
| | Άρδευσ/ζώα | 60.92 | 35.51 | 46.00 | 2.36 | | | | 297.68 | 88.65 | 24.02 | 11.16 | | | | | |
| 33 | AP92 | 2.88 | 17.12 | 5.00 | 0.12 | 25.12 | 25.28 | ND | 9.02 | 11.90 | 0.86 | 3.50 | 451 | 549 | 1000 | 0.11 | 0.04 |
| | Άρδευση | 57.72 | 208.00 | 115.00 | 4.69 | | | | 550.22 | 421.97 | 41.31 | 217.04 | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 34 | AP93 | 4.76 | 29.80 | 4.70 | 0.16 | 39.42 | 39.33 | ND | 11.00 | 21.40 | 2.31 | 4.62 | 550 | 1178 | 1728 | 0.08 | 0.06 |
| | Άρδευση | 95.39 | 362.00 | 108.10 | 6.26 | | | | 671.00 | 758.84 | 110.95 | 285.49 | | | | | |
| 35 | AP94 | 8.96 | 33.76 | 18.00 | 0.30 | 61.02 | 61.16 | ND | 6.66 | 46.00 | 3.90 | 4.60 | 333 | 1803 | 2136 | 0.11 | 0.09 |
| | Άρδευση | 179.56 | 410.52 | 414.00 | 11.73 | | | | 406.26 | 1631.16 | 187.32 | 285.25 | | | | | |
| 36 | AP100 | 3.52 | 28.64 | 6.50 | 0.02 | 38.68 | 38.52 | ND | 8.78 | 19.40 | 3.24 | 7.10 | 439 | 1169 | 1608 | ND | 0.03 |
| | Άρδευση | 70.54 | 348.26 | 149.50 | 0.78 | | | | 535.58 | 687.92 | 155.62 | 440.27 | | | | | |
| 37 | AP103 | 4.52 | 11.16 | 2.20 | 0.16 | 18.04 | 18.06 | ND | 5.14 | 5.90 | 2.04 | 4.98 | 257 | 527 | 784 | 0.01 | 0.02 |
| | Άρδευση | 90.58 | 135.71 | 50.60 | 6.26 | | | | 313.54 | 209.21 | 97.98 | 308.81 | | | | | |
| 38 | AP104 | 4.80 | 17.44 | 5.60 | 0.20 | 28.04 | 28.92 | ND | 5.52 | 13.55 | 2.46 | 6.39 | 276 | 836 | 1112 | 0.02 | 0.01 |
| | Άρδευσ/ζώα | 96.19 | 212.07 | 128.80 | 7.82 | | | | 336.72 | 480.48 | 118.15 | 396.24 | | | | | |
| 39 | AP106 | 3.52 | 7.68 | 2.45 | 0.07 | 13.69 | 13.68 | ND | 6.10 | 3.50 | 1.58 | 2.50 | 305 | 255 | 560 | 0.03 | 0.02 |
| | Άρδευση | 70.54 | 93.39 | 56.35 | 2.74 | | | | 372.10 | 124.11 | 75.89 | 155.03 | | | | | |
| 40 | AP524 | 13.36 | 22.96 | 26.50 | 0.50 | 63.32 | 63.22 | ND | 6.94 | 47.00 | 6.02 | 3.26 | 347 | 1469 | 1816 | 0.02 | 0.02 |
| | Άρδευση | 267.73 | 279.19 | 609.50 | 19.55 | | | | 423.34 | 1666.62 | 289.14 | 202.15 | | | | | |
| 41 | AP522 | 7.08 | 22.52 | 40.00 | 1.20 | 70.80 | 70.55 | ND | 6.10 | 54.40 | 6.85 | 3.20 | 305 | 1175 | 1480 | 0.04 | 0.03 |
| | Άρδευση | 141.88 | 273.84 | 920.00 | 46.92 | | | | 372.10 | 1929.02 | 329.01 | 198.43 | | | | | |
| 42 | AP527 | 8.24 | 35.12 | 13.50 | 0.20 | 57.06 | 57.26 | ND | 5.94 | 44.40 | 2.84 | 4.08 | 297 | 1871 | 2168 | 0.11 | 0.04 |
| | Άρδευση | 165.13 | 427.06 | 310.50 | 0.78 | | | | 362.34 | 1574.42 | 136.41 | 253.00 | | | | | |
| 43 | AP528 | 8.00 | 15.72 | 3.75 | 0.08 | 27.55 | 27.43 | ND | 5.74 | 6.75 | 10.54 | 4.40 | 287 | 899 | 1186 | 0.11 | 0.02 |
| | Άρδευση | 160.32 | 191.25 | 86.25 | 3.13 | | | | 350.14 | 239.36 | 506.24 | 274.84 | | | | | |

*Πίν.10,Α,Β: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού περιοχής Ν. Αρτάκης, που πάρθηκαν κατά την διάρκεια της τρίτης υδροχημικής εξέτασης (22/1/2008 – 5/3/2009). Η χημική ανάλυση έγινε στο εργαστήριο υδροχημείας του Τομέα Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, και στο Τομέα Οικονομικής Γεωλογίας και Γεωχημείας, ΕΚΠΑ.*
*Tab.10,A,B: Result of chemical analysis of groundwater samples selected from N. Artaki area during the third hydrochemical test (22/1//2008 – 5/3/2009). The analysis conducted at the laboratories Applied Geology Department and the Department of Economic Geology and Geochemistry, National and Kapodistrian University of Athens.*

| Α/Α | Στοιχεία δείγματος νερού | ΜΟΡΙΑΚΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑ ΒΑΡΟΣ mg/L | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Κατιόντα | | | | Ανιόντα | | | | Σκληρότητα | | | Δείκτες μόλυνσης | | | |
| | | Ca | Mg | Na | K | HCO3 | Cl | SO4 | NO3 | Παροδική | Μόνιμη | Ολική | NO2 | NH4 | NH3 | NH3-N |
| 1 | ΑΡ19 | 72.10 | 119.07 | 4.60 | 0.52 | 390.00 | 230.00 | 75.00 | 115.75 | 180 | 490 | 670 | 0.062 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | ΑΡ27 | 56.10 | 157.95 | 4.10 | 0.08 | 470.00 | 120.00 | 40.00 | 145.75 | 140 | 550 | 790 | 0.040 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| 3 | ΑΡ27 | 124.20 | 106.92 | 32.10 | 1.20 | 260.00 | 210.00 | 41.25 | 176.00 | 310 | 440 | 750 | 0.046 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | ΑΡ41 | 76.10 | 145.80 | 3.70 | 0.06 | 830.00 | 140.00 | 31.25 | 84.50 | 190 | 600 | 790 | 0.036 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | ΑΡΓ48 | 116.00 | 41.00 | 12.70 | 0.17 | 350.00 | 340.00 | 45.00 | 41.38 | 450 | 340 | 790 | 0.022 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | ΑΡΓ49 | 112.10 | 60.75 | 11.0 | 0.18 | 350.00 | 320.00 | 37.50 | 50.00 | 280 | 210 | 490 | 0.044 | 0.04 | 0.04 | 0.04 |
| 7 | ΑΡΓ49 | 132.20 | 51.03 | 9.30 | 0.17 | 380.00 | 350.00 | 45.00 | 47.00 | 330 | 210 | 540 | 0.040 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| 8 | ΑΡ52 | 188.40 | 21.87 | 5.90 | 0.04 | 450.00 | 200.00 | 42.50 | 149.00 | 720 | 90 | 810 | 0.044 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| 9 | ΑΡ53 | 32.00 | 191.97 | 3.20 | 0.09 | 990.00 | 230.00 | 22.50 | 132.00 | 80 | 790 | 870 | 0.112 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| 10 | ΑΡ55 | 108.10 | 201.00 | 4.40 | 0.03 | 500.00 | 430.00 | 65.00 | 144.50 | 270 | 830 | 1100 | 0.026 | 0.04 | 0.04 | 0.04 |
| 11 | ΑΡ68 | 48.10 | 208.98 | 8.50 | 0.06 | 460.00 | 465.00 | 85.00 | 157.00 | 120 | 860 | 980 | 0.046 | 0.13 | 0.13 | 0.09 |
| 12 | ΑΡ82 | 48.10 | 126.36 | 6.30 | 0.04 | 870.00 | 200.00 | 85.00 | 84.00 | 210 | 520 | 730 | 0.042 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | ΑΡ93 | 120.10 | 48.60 | 17.00 | 0.24 | 960.00 | 740.00 | 178.75 | 176.00 | 300 | 200 | 500 | 0.048 | 0.06 | 0.06 | 0.55 |
| 14 | ΑΡ104 | 116.10 | 167.67 | 9.40 | 0.29 | 760.00 | 390.00 | 170.00 | 192.50 | 290 | 690 | 980 | 0.034 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| 15 | ΑΡΓ20 | 111.10 | 53.46 | 13.60 | 0.17 | 175.00 | 430.00 | 47.90 | 49.25 | 290 | 220 | 510 | 0.012 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| 16 | ΑΡ523 | 148.20 | 296.46 | 22.00 | 0.15 | 510.00 | 1020.00 | 133.75 | 94.25 | 370 | 1100 | 1470 | 0.080 | 0.25 | 0. 27 | 0.21 |
| 17 | Βρύση | 124.20 | 43.74 | 5.90 | 3.70 | 360.00 | 190.00 | 45.00 | 47.50 | 310 | 180 | 490 | 0.022 | 0 | 0 | 0 |

(Α)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | ΑΡ27 | 4.84 | 4.71 |
| 2 | ΑΡ41 | 5.18 | 4.88 |
| 3 | ΑΡ52 | 4.70 | 4.51 |
| 4 | ΑΡ68 | 5.04 | 5.82 |
| | | ΜΑΡ/2008 | ΣΕΠ/2009 |

**$PO_4^{3-}$ mg/L** (Β)

*ΙΠίν.11: Περιοχή Αρτάκης. Αποτελέσματα ανάλυσης (XRD, AAS) ιχνοστοιχείων από δείγματα νερού που πάρθηκαν κατά της δεύτερης υδροχημικής εξέτασης (7/3/1999 – 5/5/1999). Η ανάλυση έγινε στο εργαστήριο υδροχημείας του ΙΓΜΕ.(Α, κάτω από όριο το ανίχνευσης.)*
*ΙTab.11: N. Artaki area. Results analyses (XRD, AAS) trace metals of samples selected during the second hydrochemical test (7/3/1999 – 5/5/1999). Analyses conducted by laboratory of hydrochemistry IGME. (A, below tracery range).*

| Α/Α | Υδροφόρος | Κωδικός δείγματος νερού | Ιχνοστοιχεία (μg/L) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Cd** | **Cu** | **Fe** | **Mn** | **Pb** | **Zn** |
| 1 | ΟΦ1 | ΑΡ4 | 0.06 | 0.2 | 0.1 | 0.13 | 0.12 | 0.5 |
| 2 | ΟΦ1 | ΑΡ32 | ND | 0.1 | 0.2 | 0.16 | 0.11 | ND |
| 3 | ΟΦ1 | ΑΡ52 | 0.01 | 0.08 | 0.3 | 0.17 | 0.11 | 0.5 |
| 4 | ΟΦ1 | ΑΡ59 | ND | 0.2 | 0.3 | 0.20 | 0.31 | 0.8 |
| 5 | ΟΦ1 | ΑΡ71 | 0.03 | 0.3 | 0.4 | 0.30 | 0.11 | 0.7 |
| 6 | ΟΦ1 | ΑΡ82 | 0.05 | 0.1 | 0.8 | 0.13 | 0.15 | 0.1 |
| 7 | ΟΦ1Β | ΑΡ100 | 0.07 | 0.2 | 8.2 | 0.14 | 0.18 | 0.1 |
| 8 | ΟΦ1Β | ΑΡ106 | 0.07 | 0.07 | 10.8 | 0.11 | 0.11 | 0.2 |
| 9 | ΟΦ1Β | ΑΡ522 | 0.08 | 0.03 | 10.9 | 0.12 | 0.17 | 0.2 |
| **Κατώτατη** | | | **0.01** | **0.03** | **0.1** | **0.11** | **0.11** | **0.1** |
| **Ανώτατη** | | | **0.08** | **0.2** | **10.9** | **0.30** | **0.31** | **0.8** |
| **Μέση** | | | **0.05** | **0.17** | **5.5** | **0.21** | **0.21** | **0.05** |

*ΙΠίν.12: Περιοχή Αρτάκης. Αποτελέσματα ανάλυσης ιχνοστοιχείων (XRD, AAS) από δείγματα νερού που πάρθηκαν κατά της τρίτης υδροχημικής εξέτασης (22/1/2009 – 5/3/2009). Η χημική ανάλυση έγινε στο Τομέα Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας, ΕΚΠΑ. Α, Κάτω από όριο ανίχνευση.*
*ΙTab.12: N. Artaki area: Results analyses (XRD, AAS) trace metals of samples selected during the third hydrochemical test (22/1/2008 – 5/3/2009), conducted by the Department of Economic Geology & Geochemistry, University of Athens. A, Below tracing range.*

| Α/Α | Υδροφόρος | Στοιχεία δείγματος νερού | Ιχνοστοιχεία (μg/L) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Cd** | **Fe** | **Ni** | **Mn** | **Cr(total)** |
| 1 | ΟΦ1 | ΑΡ27 | 0.04 | 5.0 | 0.2 | 0.05 | 0.8 |
| 2 | ΟΦ1 | ΑΡΓ20 (ppb) | 4 | 30.0 | 3.0 | 0.5 | 3.0 |
| 3 | ΟΦ1 | ΑΡ41 | 0.06 | 10.0 | ND | 0.9 | 0.4 |
| 4 | ΟΦ1 | ΑΡ48 (ppb) | 3 | 14.0 | 2.0 | 0.5 | 3.0 |
| 5 | ΟΦ1 | ΑΡ49 (ppb) | 4 | 16.0 | 2.0 | 0.5 | 8.0 |
| 6 | ΟΦ1 | ΑΡ49 (ppb) | 6 | 12.0 | 4.0 | 0.4 | 6.0 |
| 7 | ΟΦ1 | ΑΡ52 | 0.03 | 11.0 | 0.2 | 0.8 | 1.2 |
| 8 | ΟΦ1 | ΑΡ68 | 0.05 | 9.0 | 0.4 | 1.2 | 1.2 |
| 9 | ΟΦ1Β | Βρύση Αγ. Παρασκευής | ND | 6.0 | 0.18 | ND | 0.5 |
| **Κατώτατη** | | | **0.03** | **5.0** | **0.0** | **0.05** | **0.4** |
| **Ανώτατη** | | | **0.06** | **30.0** | **4.0** | **1.2** | **8.0** |
| **Μέση** | | | **0.04** | **7.0** | **0.26** | **0.63** | **0.8** |

*ΙΠίν.13: Περιοχή Αρτάκης. Αποτελέσματα ανάλυσης ιχνοστοιχείων (XRD, AAS) από δείγματα νερού που πάρθηκαν κατά της ειδικής υδροχημικής εξέτασης (ΣΕΠ/2009). Η χημική ανάλυση έγινε στο Τομέα Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας. ΕΚΠΑ. Κάτω από όριο ανίχνευση.*
*ΙTab. 13:N. Artaki area: Results analyses (XRD, AAS) trace metals of samples selected during special hydrochemical test (ΣΕΠ/2009). Analyses conducted by the Department of Economic Geology and Geochemistry, University of Athens. A, Below tracing range*

| Α/Α | Υδροφόρος | Στοιχεία δείγματος νερού | Ιχνοστοιχεία (μg/L) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Cd** | **Fe** | **Ni** | **Mn** | **Cr(total)** |
| 1 | ΟΦ1 | ΑΡ27 | 0.03 | 4.0 | 0.3 | 0.3 | 0.5 |
| 2 | ΟΦ1 | ΑΡΓ20 (ppb) | 4.0 | 14.0 | 2.0 | 0.5 | 5.0 |
| 3 | ΟΦ1 | ΑΡ41 | 0.04 | 6.0 | 3.4 | 0.05 | 0.4 |
| 4 | ΟΦ1 | ΑΡ48 (ppb) | 6.0 | 12.0 | 4.0 | 0.5 | 6.0 |
| 5 | ΟΦ1 | ΑΡ49 (ppb) | 8.0 | 16.0 | 4.0 | 0.4 | 4.0 |
| 6 | ΟΦ1 | ΑΡ49 (ppb) | 6.0 | 20.0 | 4.0 | 0.4 | 6.0 |
| 7 | ΟΦ1 | ΑΡ52 | 0.02 | 9.0 | 1.4 | 0.03 | 1.2 |
| 8 | ΟΦ1 | ΑΡ68 | 0.05 | 11.0 | 1.4 | 0.02 | 1.2 |
| 9 | ΟΦ1Β | Βρύση Αγ. Παρασκευής | 0.03 | 6.0 | 0.4 | 0.02 | 0.5 |
| **Κατώτατη** | | | **0.02** | **4.0** | **0.3** | **0.02** | **0.4** |
| **Ανώτατη** | | | **8.0** | **20.0** | **4.0** | **0.5** | **6.0** |
| **Μέση** | | | **0.04** | **6.0** | **1.9** | **0.04** | **0.7** |

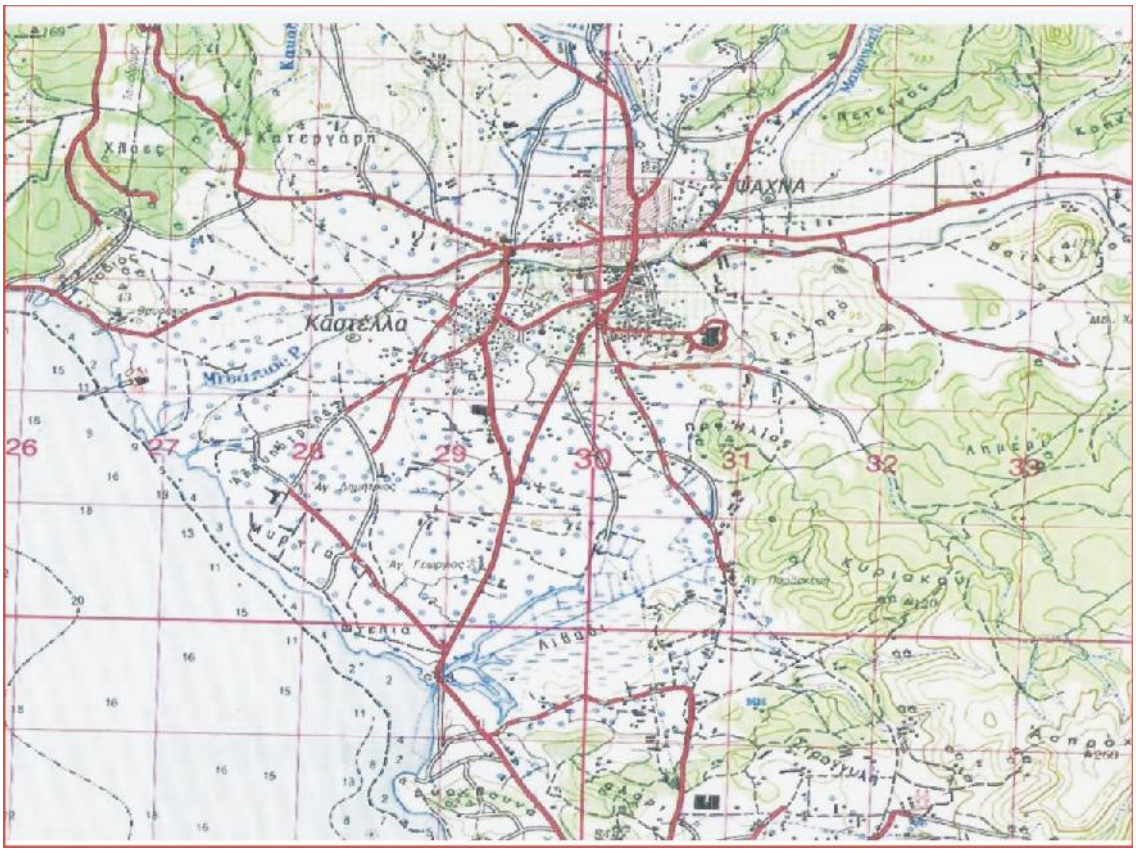
*Πίν.14: Περιοχής Ν. Αρτάκης. Υδροχημικές φάσεις του νερού. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Tab.14: N. Artaki area. Hydrochemical phase of water from the first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999).*

| Α/Α | Κωδικός δείγματος | (Ca + Mg)% ($HCO_3$+ $CO_3$)% | (Na + K)% (Cl + $SO_4$)% | Φάσεις Κατιόντων Φάσεις Ανιόντων |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | ΑΡ4 | 60.4<br>21.3 | 39.6<br>74.2 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 2 | ΑΡ9 | 86.5<br>46.9 | 13.5<br>39.4 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 3 | ΑΡ10 | 44.3<br>27.5 | 55.7<br>72.1 | Νατριοασβεστούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 4 | ΑΡ10Γ | 41.5<br>35.6 | 58.5<br>64.4 | Νατριοασβεστούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 5 | ΑΡ12 | 83.5<br>56.0 | 16.5<br>34.4 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωτιοθειική |
| 6 | ΑΡ26 | 85.6<br>47.3 | 14.4<br>33.7 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 7 | ΑΡ27 | 89.5<br>66.9 | 10.5<br>14.9 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 8 | ΑΡ30 | 85.6<br>47.1 | 15.4<br>30.7 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 9 | ΑΡ31 | 80.8<br>39.6 | 19.2<br>30.7 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 10 | ΑΡ32 | 82.8<br>39.6 | 19.2<br>30.7 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 11 | ΑΡ34 | 85.8<br>48.6 | 14.2<br>20.9 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 12 | ΑΡ36 | 91.2<br>79.7 | 8.8<br>12.7 | Ασβεστομαγνησιούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 13 | ΑΡ39 | 85.8<br>63.5 | 14.2<br>20.1 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 14 | ΑΡ41 | 90.7<br>67.3 | 9.0<br>13.2 | Ασβεστομαγνησιούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 15 | ΑΡ47 | 78.0<br>39.6 | 22.0<br>14.6 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 16 | ΑΡ50 | 90.2<br>39.6 | 22.0<br>14.6 | Ασβεστομαγνησιούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 17 | ΑΡ51 | 86.4<br>48.2 | 13.6<br>32.3 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυναθρακική-χλωριοθειική |
| 18 | ΑΡ52 | 90.0<br>67.0 | 10.0<br>20.1 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειή |
| 19 | ΑΡ55 | 90.3<br>57.8 | 9.7<br>16.8 | Ασβεστομαγνησιούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 20 | ΑΡ57 | 90.0<br>59.2 | 10.0<br>26.0 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 21 | ΑΡ59 | 87.9<br>50.0 | 21.1<br>37.8 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 22 | ΑΡ60 | 86.0<br>57.1 | 14.0<br>31.8 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 23 | ΑΡ63 | 92.4<br>65.4 | 7.6<br>14.7 | Ασβεστομαγνησιούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 24 | ΑΡ64 | 86.9<br>63.3 | 131.<br>18.3 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 25 | ΑΡ65 | 92.0<br>65.3 | 8.0<br>15.3 | Ασβεστομαγνησιούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 26 | ΑΡ68 | 88.9<br>66.7 | 11.1<br>20.5 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 27 | ΑΡ69 | 89.2<br>59.8 | 10.8<br>206 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 28 | ΑΡ71 | 91.6<br>70.0 | 8.4<br>12.0 | Ασβεστομαγνησιούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθεική |
| 29 | ΑΡ73 | 86.8<br>64.8 | 13.2<br>24.4 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 30 | ΑΡ75 | 86.0<br>48.1 | 14.3<br>31.3 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 31 | ΑΡ78 | 88.3<br>55.9 | 11.7<br>27.4 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 32 | ΑΡ80 | 77.1<br>53.9 | 22.9<br>30.6 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 33 | AP81 | 74.1<br>56.6 | 25.0<br>21.6 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 34 | AP82 | 75.0<br>56.0 | 25.0<br>21.4 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 35 | AP90 | 74.3<br>60.5 | 25.7<br>37.2 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 36 | AP92 | 79.6<br>35.7 | 20.4<br>50.5 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 37 | AP93 | 87.7<br>28.0 | 12.3<br>60.3 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 38 | AP94 | 70.0<br>10.9 | 30.0<br>81.6 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 39 | AP100 | 83.1<br>22.8 | 16.9<br>58.8 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 40 | AP103 | 86.9<br>28.5 | 13.1<br>44.0 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 41 | AP104 | 79.3<br>19.8 | 20.7<br>57.3 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 42 | AP106 | 81.8<br>44.6 | 18.2<br>37.1 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 43 | AP522 | 41.8<br>8.6 | 58.2<br>86.8 | Νατριοασβεστούχα<br>χλωριοθειική |
| 44 | AP524 | 57.4<br>11.0 | 42.6<br>83.9 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 45 | AP527 | 76.0<br>10.4 | 24.0<br>82.5 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανρακική |
| 46 | AP528 | 86.1<br>20.9 | 13.9<br>63.0 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |

## 10- ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ & ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ ΤΗΣ ΥΠΟΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΣΤΕΛΛΑΣ / ΨΑΧΝΩΝ
## Hydrogeology & Hydrochemistry of Kkastella / Psachna subarea

Η δεύτερη υποπεριοχή ερεύνας βρίσκεται στο κεντρτκό και δυτικό τμήμα της υδρογεωλογικής λεκάνης, και περιλαμβάνει σχεδόν ολόκληρη την έκταση της Δημοτικής Κοινότητας Ψαχνών και της Τοπικής Κοινότητας Καστέλλας (Σχ.2.1 και Σχ.10.1).

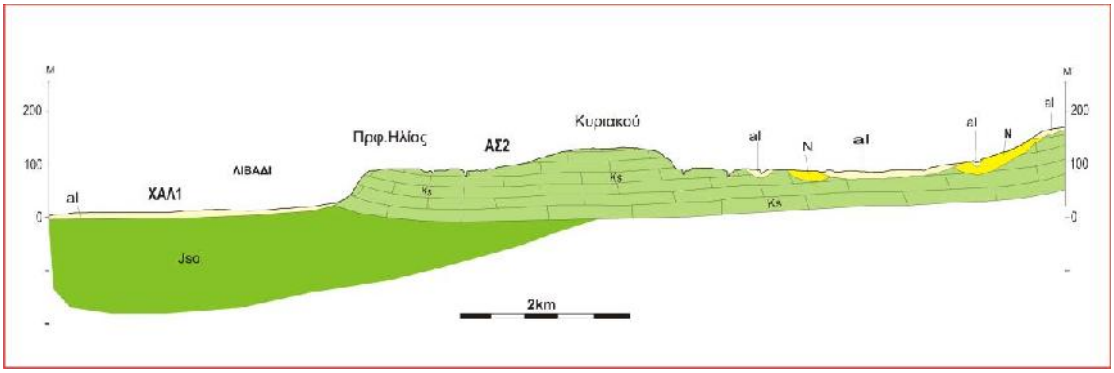



*Σχ.10.1: Τοπογραφικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής Καστέλλας – Ψαχνών (ΓΥΣ, 1: 50.000, Φύλλο Ψαχνά).*
*Fig10.1: Topographic map of the entire area of Kastella – Psachna (HMGS, 1: 50.000, Psachna sheet)*

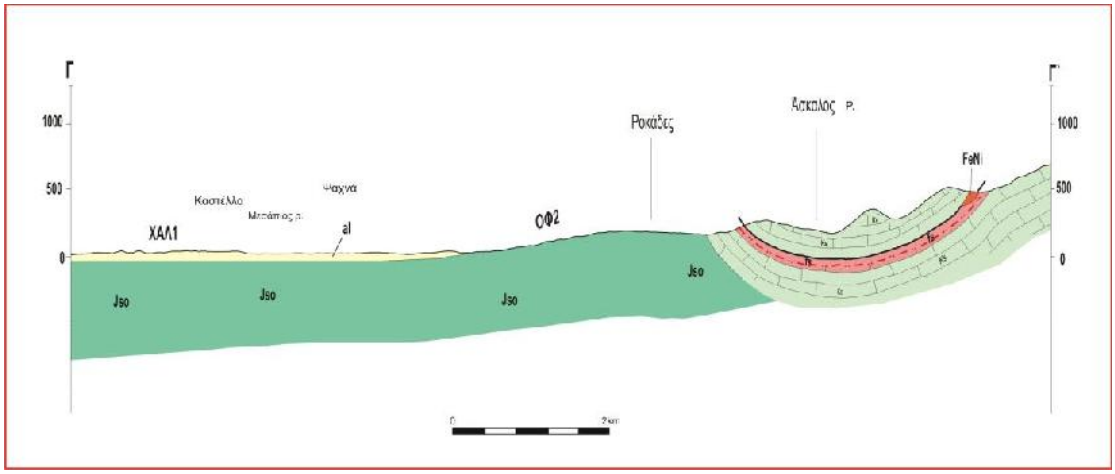
Τα μεγαλύτερα υψώματα στο νότιο τμήμα της λεκάνης Ψαχνών - Κστέλλας είναι τα Δυο Βουνά (62μ.), το Γαλάρι (84μ.) και η Στρογγυλή, στο ανατολικό είναι το Κυριακού (120μ.) το Λημέρι (119μ.) ο Πρφ. Ηλίας (77μ.) και το Σκληρό (85μ.), ο Πετεινός (133) στο βορειοανατολικό τμήμα και στο βόρειο είναι Παλιοψαχνά, Καστρί (273μ.) και Κατεργάρη (88μ.). Βορειοδυτικά είναι Χλόες (90μ.) και Γοβιός (Σχ.10.1).
Τα υδρορεύματα και το υδρογραφικό δίκτυο στην περιοχή υπολεκάνης Καστέλλας – Ψαχνών είναι έκτης τάξης 6` κατά STRAHLER, σε κλίμακα τοπογραφικού χάρτη 1:50.000 όπου ο Μεσσάπιος είναι ο κύριος ποταμός που εκβάλει στο Β. Ευβοϊκό Κόλπο. Μερικά υδρορεύματα δεν φτάνουν την θάλασσα και καταλήγουν στην πεδινή περιοχή, δημιουργώντας συχνά φαινόμενα πλημμύρας, ενώ στην περιοχή Κολοβράχτη (Λιβάδι) σχηματίζονται τέλματα.
Οι καλλιέργειες και τα περισσότερα φρέατα στη περιοχή Καστέλλας (νότιο τμήμα) βρίσκονται λίγα μέτρα υψηλότερα από την στάθμη της θάλασσας, ενώ στη περιοχή Ψαχνών (βόρειο τμήμα) βρίσκονται μέχρι 60m πάνω από τη θάλασσα.

### 10.1. ΓΕΩΛΟΓΙΑ

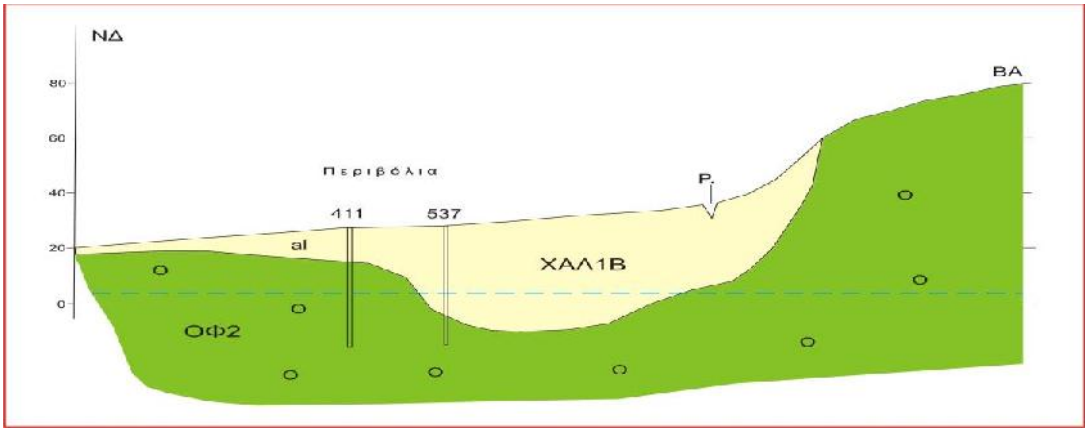
Η στρωματογραφική στήλη της περιοχής της Καστέλλα - Ψαχνών περιγράφεται από κάτω προς πάνω ως (Γεωλογικός χάρτης, Σχ.10.2 – 10.3 και 10.4):




*Σχ.10.2 : Γεωλογική τομή (Ψ1-Ψ1`) Α – Δ, στην υπολεκάνη Καστέλλας – Ψαχνών, και ανάπτυξη υδροφόρων ΧΑΛ1 και ΑΣ2 στη περιοχή.*
*Fig.2: Geological cross section E-W across Kastella-Psachna basin presents the development of the aquifers ΧΑΛ1 and ΑΣ2 in the area.*




*Σχ.10.3: Γεωλογική τομή (Ψ2-Ψ2`) ΝΔ – ΒΑ, στην περιοχή Καστέλλας – Ψαχνών. Οι υδροφόροι ΧΑΛ1 και ΟΦ2, τα σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα.*
*Fig.3: Geologic section SW-NE across Kastella- Psachna area presents aquifers ΧΑΛ1 and ΟΦ2, iron –nickel ore deposit.*




*Σχ.10.4: Υδροφόρος ΧΑΛ1Β. Υδρογεωλογική τομή στη περιοχή Περιβόλια Ψαχνών και ερμηνεύει τη διαφορά στο χημισμός νερού δυο γειτονικών φρεάτων ΨΧ411 και ΧΨ537.*
*Fig. 10.4: Hydrogeological section showing aquifer ΧΑΛ1Β and difference in chemical components two closed dug wells ΨΧ411 and ΧΨ537.*

1) Σχηματισμούς της *σχιστοκερατολιθικής διάπλασης*, **Jso** αποτελείται από κοκκινωπούς κερατόλιθους, πρασινοκάστανους αργιλικούς σχιστόλιθους, ψαμμίτες

**sch**, μεγάλες ασβεστολιθικές ενστρώσεις **k** και οφιολιθικά πετρώματα **O** (σερπεντίνες, περιδοτίτες και διαβάσεις).
2) Επικλυσιγενείς αδιαίρετοι ασβεστόλιθοι **Ks**, έντονα πτυχωμένοι, μεταβαίνουν σε ιζήματα φλύσχη.
3) Φλύσχης, ψαμμίτες λεπτόκοκκοι έως μεσόκοκκοι.
4) Εφιππευμένοι ασβεστόλιθοι **ks** μαζί με σιδηρονικελιούχα **FeNi** κοιτάσματα πάνω στο φλύσχη.

## 10.2. ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΣΤΕΛΛΑΣ - ΨΑΧΝΩΝ

Η υδροφορία στην περιοχή έρευνας αυτής αναπτύσσεται σε τρεις διαφορετικούς λιθολογικούς σχηματισμούς. Στην νότια περιοχή αναπτύσσεται μέσα στον οφιολιθικό σχηματισμό, στον καρστικό ασβεστολιθικό της επίκλυσης και στις τεταρτογενείς αποθέσεις. Στην βόρεια περιοχή αναπτύσσεται στον οφιολιθικό σχηματισμό και στις τεταρτογενείς αποθέσεις (ΠαραρτημαII, Πίν.1 - Πίν.2, Σχ.8.2 και Σχ.10.2 – 10.3).

### *10.2.1. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΥΔΡΟΦΟΡΩΝ*

#### *10.2.1.1 Οφιολιθικός υδροφόρος ΟΦ2*

Το πάχος του υδροφόρου ΟΦ2, από μετρήσεις στα φρέατα της περιοχής, φτάνει μέχρι 36m στις βαθύτερες γεωτρήσεις (Σχ.8.6 - 8.7).
Η τροφοδοσία του υδροφόρου ΟΦ2, εξασφαλίζεται από την άμεση κατείσδυση του νερού της βροχής στην υπολεκάνη, επίσης πραγματοποιείται στις κοίτες των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου του Μεσσάπιου ποταμού .
Είναι ελεύθερος υδροφόρος, έντονα διαρρηγμένος και διαθέτει μεγάλη διαπερατότητα και υδροχωρητικότητα, με γυμνή επιφάνεια στην πλειονότητα του, σε μερικά σημεία βρίσκεται καλυμμένο από λεπτό στρώμα από μικροπερατους και μακροπερατούς σχηματισμούς, η λιθολογία των οποίων δεν εμποδίζει τη διαδικασία διήθησης του νερού στο υδροφόρο στρώμα. Τέτοιου είδους σχηματισμοί είναι:
*-Τεταρτογενείς αποθέσεις*, που χωρίζονται σε α) μακροπερατούς αλλουβιακούς σχηματισμούς, αναπτύσσονται παράλληλα με τις κοίτες των χειμάρρων, συνίστανται από ασύνδετα υλικά άμμους και κροκαλολατύπες, πάχος από ελάχιστα έως ένα μέτρο. β) αλλουβιακές αποθέσεις των πεδινών εκτάσεων αποτελούνται από μικροπερατοί, αδρομερή ασύνδετα υλικά όπως κροκάλες και ερυθρογή, σε πάχος που κυμαίνεται από ελάχιστα εκατοστά μέχρι 6-12m στις τοποθεσίες Αυλή και Βουλγαρίνα (Σχ.8.2 – 10.).
*-Διαρρηγμένοι και καρστικοί ασβεστόλιθοι* της επίκλυσης Ks σε πάχος < 8m όπως στο τοποθεσία Λιβάδι

.

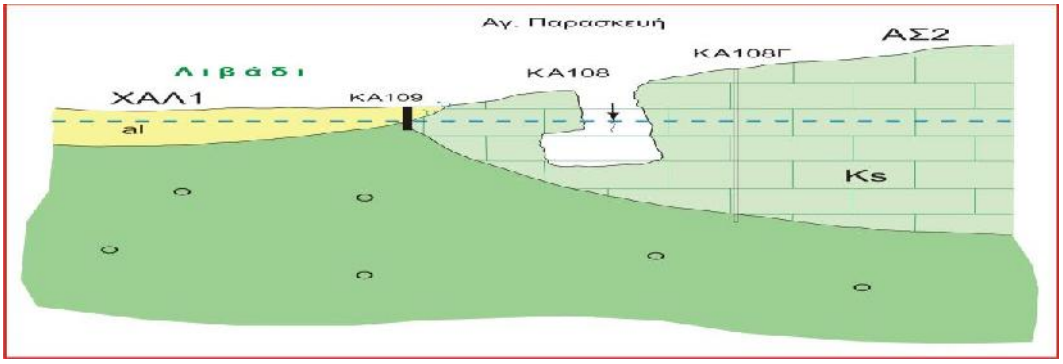
#### *10.2.1.2. Καρστικός υδροφόρος ΑΣ2*

Τα ανθρακικά πετρώματα που αναπτύσσονται στην περιοχή Καστέλλας (Πρφ. Ηλίας – Αγ. Παρασκευή) και φιλοξενούν τον ελεύθερο υδροφόρο ΑΣ2, απαρτίζονται από τους ασβεστόλιθους της άνω κρητιδικής επίκλυσης. Είναι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι της βάσης της επίκλυσης, λεπτοστρωματώδεις, κονδυλώδεις, είναι κατ` εξοχήν υδροπερατά (μακροπερατά). Παρουσιάζονται έντονα καρστικοποιημένα και ως εκ τούτου επιτρέπουν την κατείσδυση μεγάλων ποσοτήτων όμβριων υδάτων τα οποία εφ ενός μεν προκαλούν την παραπέρα καρστικοποίηση των πετρωμάτων αφ` ετέρου δε τροφοδοτούν το υδροφόρο σύστημα που αναπτύσσεται μέσα στη μάζα τους.
Το πάχος του υδροφόρου στρώματος ΑΣ2, είναι πολύ μικρό και δεν ξεπερνά τα 30m με αποτέλεσμα να μη επαρκεί για τη δημιουργία σημαντικού ταμιευτήρα ο οποίος να φιλοξενεί αξιόλογη υδροφορία. Επίσης, ανάλογα της κλίσεως του στρώματος βάσης και από παρατηρήσεις σε πηγάδια εντοπίζεται συνεχής διαρροή του νερού προς το γειτονικό υδροφόρο των χαλαρών σχηματισμών.

Το αδιαπέρατο στρώμα της βάσης του υδροφόρου, αποτελούν οι σχηματισμοί της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης.

#### 10.2.1.2.1. Καταβόθρα Αγ. Παρασκευή (ΚΑ108) & Γεώτρηση ΚΑ108Γ

Πρόκειται για καταβόθρα, ή για σχεδόν κατακόρυφο καρστικό αγωγό, ανοιχτό στην επιφάνεια του εδάφους, δημιουργήθηκε σε ζώνες κατακόρυφων ρωγμών και ρηγμάτων, που διευρύνθηκαν με την καρστική διεργασία.
Συνδέεται μάλλον με τη βαθειά καρστοποίηση μέχρι την σχιστοκερατολιθική διάπλασης της βάσης (Σχ.10.5)

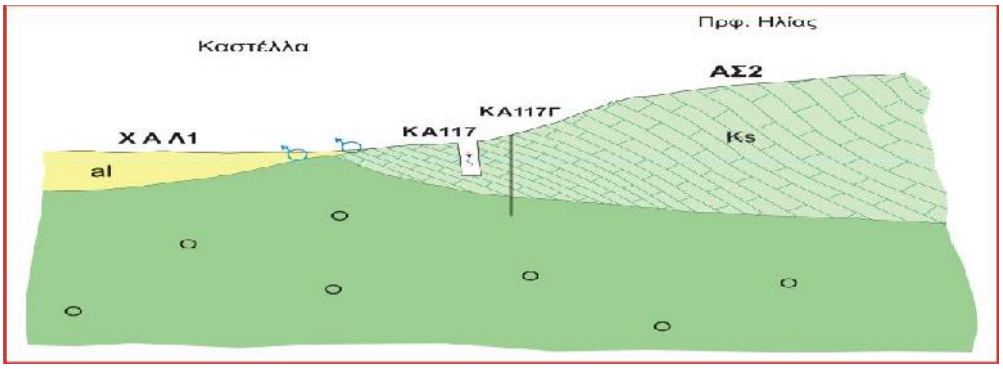



*Σχ10.5:Υδρογεωλογική τομή. Καταβόθρα, ΚΑ108, Γεώτρηση ΚΑ108Γ και φρέαρ ΚΑ109.*
*Fig.10.5: Hydrogeological section. Ponor, KA108, borehole 108Γ and dug well KA109.*

Παρατηρήσεις στο μήκος ζώνης μεταξύ των φρεάτων ΚΑ106, ΚΑ107, ΚΑ109, ΚΑ115 και ΚΑ116 (Χάτρης απογγραφής, Σχ.8.2 και στη τοποθεσίας Αγ. Παρασκευής) εκδηλώνεται διαρροή νερού και προς τον υδροφόρο των χαλαρών ιζημάτων (ΧΑΛ1) περιοχής Λιβάδι. Η καταβόθρα λειτουργεί ως πηγή υπερχείλισης, όταν η στάθμη στο φρέαρ ανεβαίνει και εκδηλώνονται εκροές (Σχ.10.6).

#### 10.2.1.2.2. Καταβόθρα & Γεώτρησ Πρφ. Ηλίας (ΚΑ117 και ΚΑ117Γ)

Πρόκειται για μια από τις καρστικές μορφές, που δημιουργήθηκαν στο ασβεστολιθικό υδροφόρο ΑΣ2 σαν επακόλουθο του σχηματισμού τεκτονικών ασυνεχειών (ρωγμών – ρηγμάτων), οι οποίες με τη χημική και μηχανική δράση του νερού στις ανθρακικές μάζες διευρύνθηκαν. Αναπτύσσεται στη θέση του χαμηλότερου επίπεδου διάβρωσης και κοντά στην επαφή με το αδιαπέρατο σχιστικερατολιθικό σχηματισμό της βάσης.
Το σημείο της καταβόθρα λειτουργεί ως πηγής υπερχείλισης, όμως και άλλα σημεία εκφορτίσεων του καρστικού υδροφόρου εμφανίζονται (ροές) στο σκεπασμένο τμήμα από αλλουβικές. Το πλεόνασμα διαρροών εμπλουτίζει το διπλανό υδροφόρο των χαλαρών ιζημάτων ΧΑΛ1(Σχ.10.6).



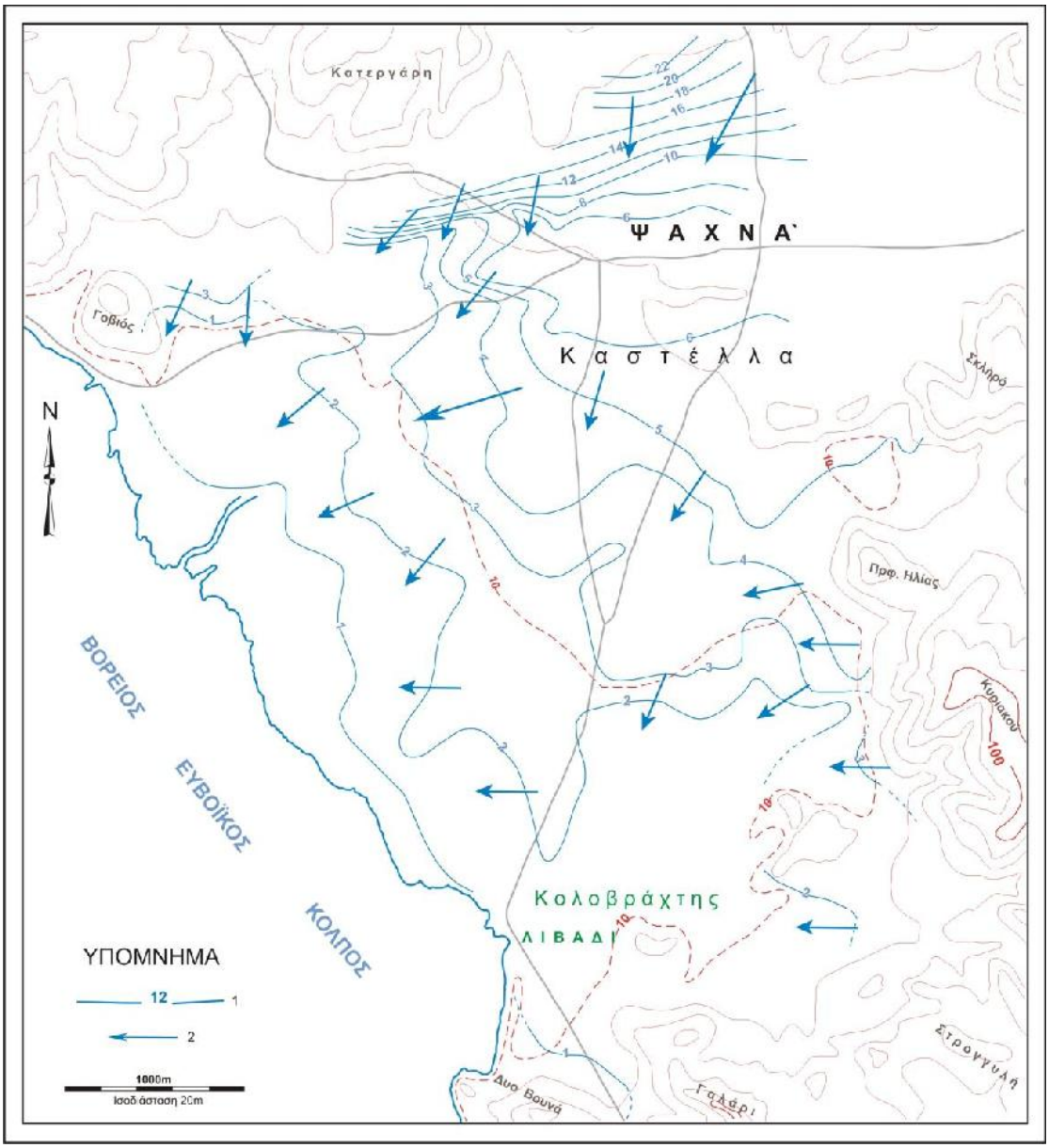

*Σχ.10.6: Υδρογεωλογική τομή. Μηχανισμός λειτουργίας καταβόθρας ΚΑ117, ΚΑ117Γ και εκροές του καρστικού συστήματος ΑΣ2.*
*Fig.10.6: Hydrogeological section showing mechanism running the ponor KA117, KA117Γ and seepage from the karstic system ΑΣ2.*

#### *10.2.1.3. ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ ΤΩΝ ΧΑΛΑΡΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ ΧΑΛ1*

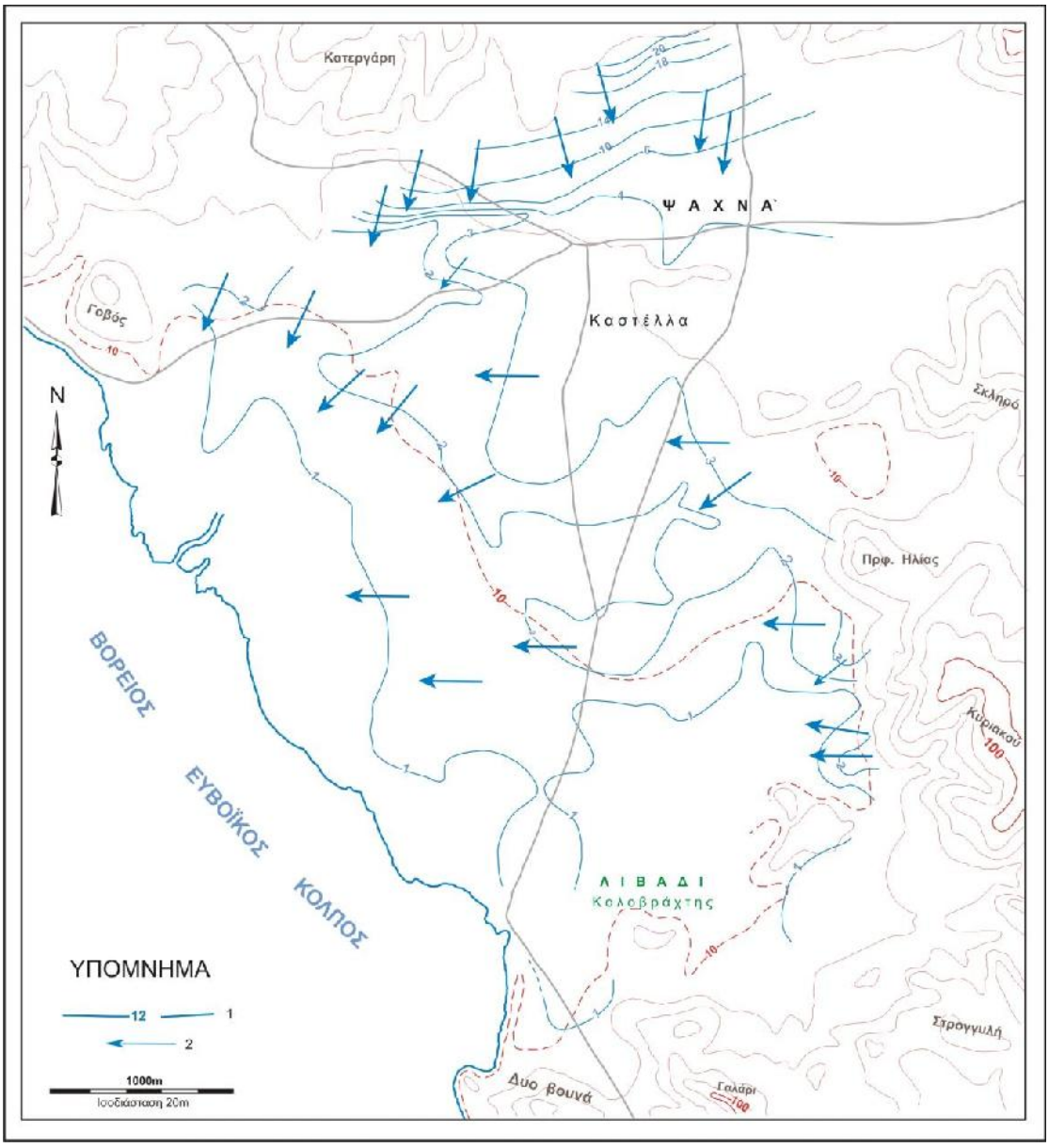
Η τεκτονική λεκάνη της κεντρικής Εύβοιας εκτείνεται ΒΔ – ΝΑ και περιλαμβάνει μεταξύ άλλων, σχεδόν όλη τη περιοχή της Καστέλλας – Ψαχνών. Η περιοχή αυτή καλύπτεται από εκτεταμένες τεταρτογενείς αποθέσεις, σε διάφορες κατηγορίες που παρουσιάζουν υδρογεωλογικό ενδιαφέρον: Παράκτιες αποθέσεις, αλλουβιακοί σχηματισμοί που αναπτύσσονται παράλληλα με τις κοίτες των ποταμών, και αλλουβιακοί σχηματισμοί που καλύπτουν τις πεδινές εκτάσεις.
Στους ανωτέρω χαλαρούς (κοκκώδης) τεταρτογενείς σχηματισμούς της περιοχής Καστέλλας αναπτύσσονται αξιόλογοι φρεάτιοι υδροφόροι ορίζοντες (Σχ.10.2 – 10.3 και 10.4).

#### *10.2.1.4. Υδροφόρος χαλαρών ιζημάτων ΧΑΛ1Β*

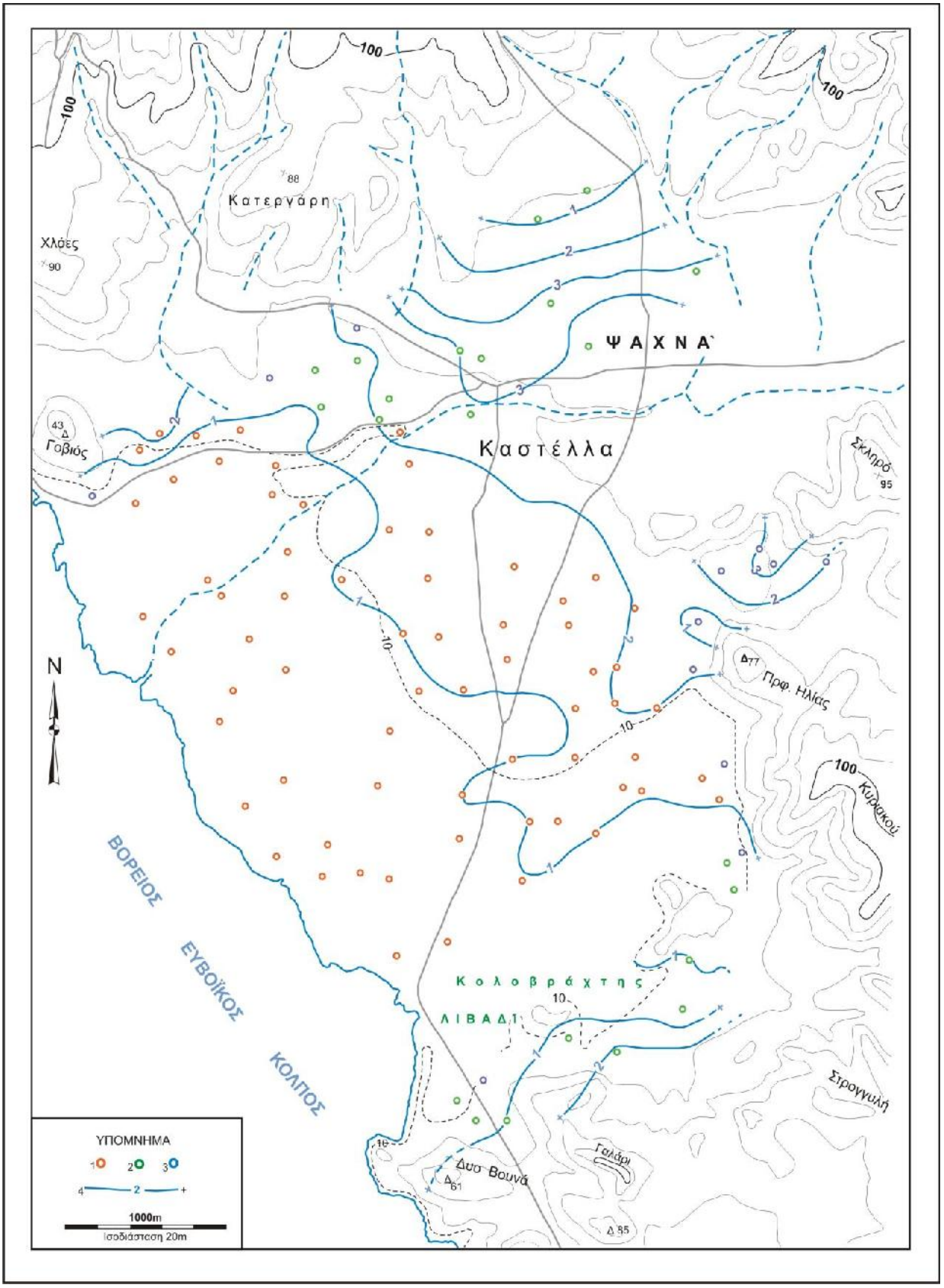
Στη περιοχή Περβόλια των Ψαχνών αναπτύσσεται ένας σημαντικός ελεύθερος υδροφόρος ορίζοντας περιορισμένης έκτασης. Αναπτύσσεται σε ιζήματα τεταρτογενών αποθέσεων.
Το πάχος του υδροφόρου σε μερικά πηγάδια υπερβαίνει τα 30m. Το στρώμα της βάσης του υδροφόρου είναι το αδιαπέρατο συμπαγές τμήμα της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης. Παρατηρήσεις σε πηγάδια της περιοχή αυτής, έδειξαν ότι η υδροφορία εντοπίζεται και ολίγα μέτρα στο οφιολιθικό σχηματισμό της βάσης.
Ο εμπλουτισμός του υδροφόρου ΧΑΛ1Β, εκτός από την άμεση κατείσδυσης νερού βροχής εξασφαλίζεται από την κοίτη του χείμαρρου, βασικό κλάδος του Μεσσάπιου.
Το νερό του υδροφόρου χρησιμοποιείται για άρδευση των αντιστοίχων περιοχών. Επίσης ήταν για πολλά χρόνια το χωριό υδρευόταν από το πηγάδι ΧΨ537 (Σχ.10.4).
Όμως, δεν παρατηρείται υδραυλική επικοινωνία μεταξύ των υδροφόρων ΧΑΛ1 και ΧΑΛ1Β



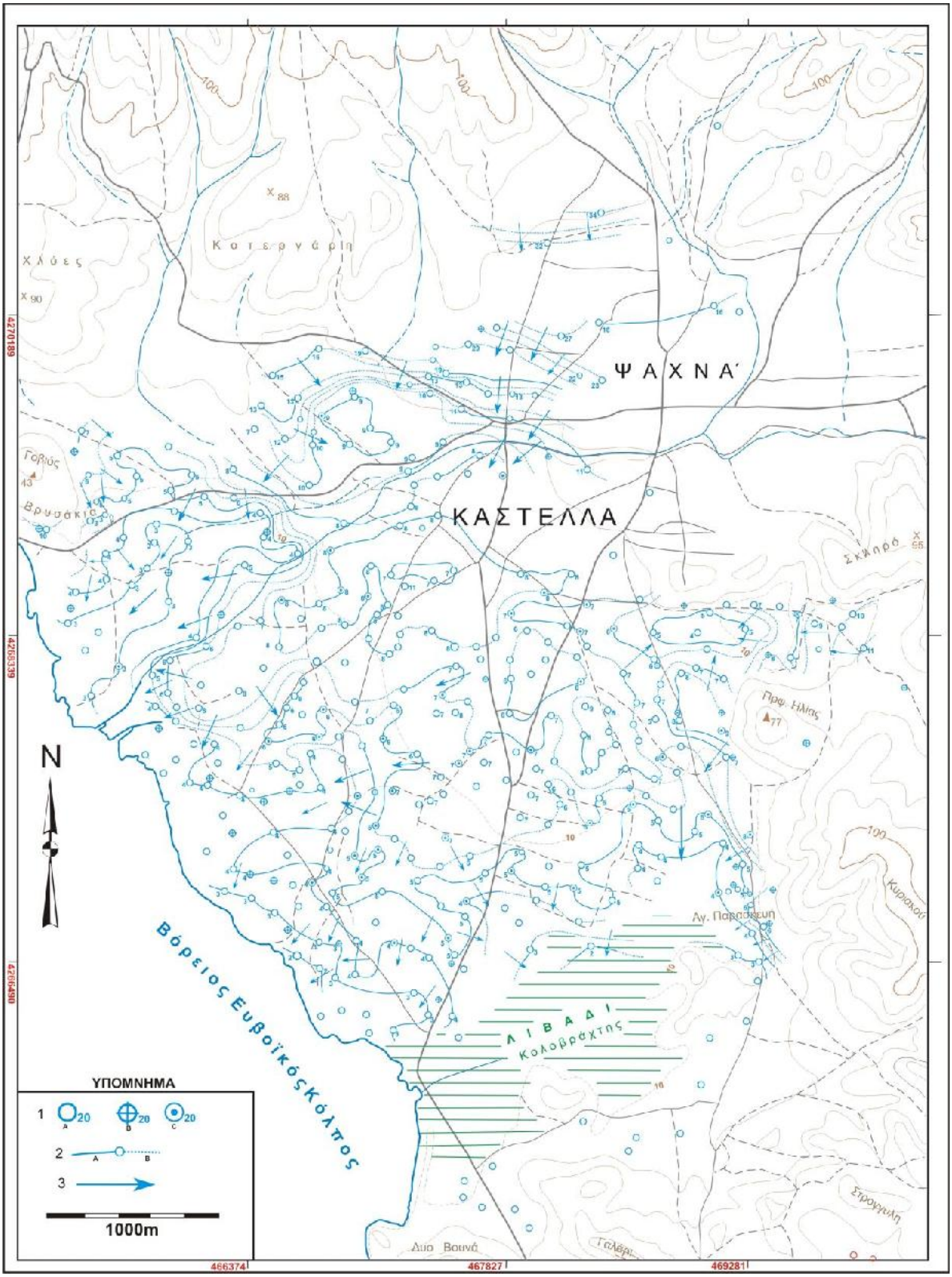

*Σχ.10.7: Πιεζομετρικός χάρτης. Υδροφόροι (ΟΦ1, ΑΣ2, ΧΑΛ2) της λεκάνης Καστέλλας - Ψαχνών (Χειμώνα, 1997). 1, Πιεζομετρική καμπύλη. 2, Διεύθυνση ροής.*
*Fig.10.7: Piezometric surface map of the aquifers (ΟΦ2, ΑΣ2, ΧΑΛ1) in Kastella – Psachna basin (Winter, 1997). ,1 Line of equal hydraulic head -m. 2, Direction of groundwater flow.*




*Σχ.10.8: Πιεζομετρικός χάρτης. Υδροφόροι (ΟΦ2, ΑΣ2, ΧΑΛ2) της λεκάνης Καστέλλας - Ψαχνών (Καλοκαίρι, 1997). 1, Πιεζομετρική καμπύλη. 2, Διεύθυνση ροής.*
*Fig.10.8: Piezometric surface map of the aquifers (ΟΦ2, ΑΣ2, ΧΑΛ1) in Kastella – Psachna basin (Summer, 1997). ,1 Line of equal hydraulic head -m. 2, Direction of groundwater flow.*




*Σχ.10.9: Χάρτης διακύμανσης στάθμης στους υδροφόρους (ΟΦ1, ΑΣ2, ΧΑΛ1) της λεκάνης Καστέλλας - Ψαχών, την περίοδο 1999 – 19997. 1, φρέαρ στο υδροφόρο ΧΑΛ1. 2, φρέαρ στο υδροφόρο ΟΦ2. 3, φρέαρ στο υδροφόρο ΑΣ2. 4, Καμπύλη ισοανόδων σε m.*
*Fig.10.9: Map of groundwater elevation (fluctuation-m) of aquifers (ΟΦ1, ΑΣ2, ΧΑΛ1) in Kastella – Psachna basin 1997- 1998.*




*Σχ.10.10: Πιεζομετρικός χάρτης. Υδροφόροι (ΟΦ2, ΑΣ2, ΧΑΛ1) της λεκάνης Καστέλλας - Ψαχνών ( Χειμώνας, 2009). 1Α, στάθμη πηγαδιού. ΑΒ, στάθμη γεώτρησης. 2Α, πιεζομετρική καμπύλη -m. 2Β, πιθανή πιεζομετρική καμπύλη. 3, διεύθυνση ροής.*

*Fig.10.10: Piezometric surface map of the aquifers (ΟΦ2, ΑΣ2, ΧΑΛ1) in Kastella – Psachna basin (Winter, 2009). 1A, value of head level in well. 1B, value head level in borehole. 2A, Line of equal hydraulic head -m. 2B, Probable hydraulic head. 3, Direction of groundwater flow.*

*Πίν.10.1:Υδροδυναμικό καθεστώς των υδροφόρων στην περιοχή της λεκάνης Καστέλλας - Ψαχνών*
*Tab.10.1: Hydrodynamic regime of the aquifers at the area of Kastella – Psachna basin.*

| Ελεύθερος υδροφόρος (**ΟΦ2**) | | | |
|---|---|---|---|
| Πιεζομετρική Στάθμη m | | | |
| Χαμηλότερη | Υψηλή | Μέση | Περίοδος |
| 3.00 (ΨΧ421) | 34.40 (ΨΧ410) | 18.70 | 1996 - 1997 |
| 3.70 (ΨΧ419) | 25.80 (ΨΧ411) | 14.75 | 2007 - 2008 |
| 2.60 (ΧΨ420Β) | 31.50 (ΨΧ410) | 17.05 | 2008 - 2009 |
| Άνοδος Στάθμης m | | | |
| 0.30 ( (ΨΧ381) | 4.00 (ΨΧ404) | 2.15 | 1996 - 1997 |
| 0.30 (ΚΑ303Β,ΚΑ643) | 2.40 (ΨΧ394) | 1.32 | 2007 - 2008 |
| 0.20 (ΨΧ410) | 2.00 (ΨΧ394) | 1.10 | 2008 - 2009 |

| Ελεύθερος υδροφόρος (**ΑΣ2**) | | | |
|---|---|---|---|
| Πιεζομετρική στάθμη σε m | | | |
| Χαμηλότερη | Υψηλή | Μέση | Περίοδος |
| 6.90 (ΚΑ108) | 9.60 (ΚΑ118) | 8.25 | 1996 - 1997 |
| 4.80 (ΚΑ108) | 8.40 (ΚΑ118) | 6.60 | 2007 - 2008 |
| 3.40 (ΚΑ108) | 8.60 (ΚΑ118) | 6.00 | 2008 - 2009 |
| Άνοδος στάθμης σε m | | | |
| 0.50 (ΚΑ108) | 2.10 (ΚΑ118) | 1.30 | 1996 - 1997 |
| 0.80 (ΚΑ120) | 1.30 (ΚΑ133) | 1.05 | 2007 - 2008 |
| 0.60 (ΚΑ120) | 2.60 (ΚΑ108) | 1.60 | 2008 - 2009 |

| Ελεύθερος υδροφόρος (**ΧΑΛ1**) | | | |
|---|---|---|---|
| Πιεζομετρική στάθμη σε m | | | |
| Χαμηλότερη | Υψηλή | Μέση | Περίοδος |
| 2.40 (ΨΧ373) | 10.30 (ΚΑ130) | 6.35 | 1996 - 1997 |
| 1.50 (ΨΧ376) | 10.60 (ΚΑ131) | 6.05 | 2007 - 2008 |
| 1.30 (ΨΧ376) | 11.10 (ΚΑ131) | 6.20 | 2008 - 2009 |
| Άνοδος στάθμης σε m | | | |
| 0.20 (ΚΑ242, ΚΑ270, ΚΑ347, ΨΧ367, ΨΧ370, ΨΧ373) | 2.70 (ΚΑ132) | 1.45 | 1996 - 1997 |
| 0.20 (ΚΑ258, ΚΑ261, ΚΑ262, ΚΑ266, ΚΑ274, ΨΧ367, ΨΧ369, ΨΧ372) | 2.00 (ΚΑ132) | 1.10 | 2007 - 2008 |
| 0.10 (ΨΧ376, ΨΧ370, ΚΑΠ23) | 2.70 (ΚΑ131) | 1.40 | 2008 - 2009 |

| Ελεύθερος υδροφόρος (**ΧΑΛ1Β**) | | | |
|---|---|---|---|
| Πιεζομετρική στάθμη σε m | | | |
| Χαμηλότερη | Υψηλή | Μέση | Περίοδος |
| 13.30 (ΨΧ408) | 16.70 (ΨΧ408) | 15.0 | 1996 - 1997 |
| 15.00 (ΨΧ537) | 22.70 (ΨΧ624) | 18.85 | 2007 - 2008 |
| 11.90 (ΨΧ537) | 21.00 (ΨΧ624) | 16.45 | 2008 - 2009 |
| Άνοδος στάθμης σε m | | | |
| 3.40 (ΨΧ408) | | | 1996 - 1997 |
| 1.30 (ΨΧ537) | 1.90 (ΨΧ624) | 1.60 | 2007 - 2008 |
| 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2008 - 2009 |

### *10.2.2. ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ*

Αναλύοντας και μελετώντας τους πίνακες και τους χάρτες των πιεζομετρικών καμπυλών υδροφορίας της περιοχή Καστέλλας - Ψαχνών, προκύπτει μια σειρά από στοιχεία για τους υδροφόρους ΟΦ2, ΑΣ2 ΧΑΛ1και ΧΑΛ1Β, τα οποία αναλυτικά αναφέρονται παρακάτω:

1- Η πιεζομετρία της υψηλής και χαμηλής (Χειμώνα, Καλοκαιριού) 1996 1997, 2007 - 2008 και 2008 – 2009 (Σχ.8), έχει σχεδόν την ίδια μορφή. Παρατηρείται μια βαθμιαία ελάττωση των τιμών των πιεζομετρικών καμπυλών από βορειοανατολικά προς νοτιοδυτικά - δυτικά στη λεκάνη.

2- Παρατηρείται γενική κίνηση του υπόγειου νερού προς τα νοτιοδυτικά δηλ. προς τη θάλασσα (Β. Ευβοϊκό Κόλπο).
3- Παρατηρείται διαφορά στην πυκνότητα των ισοπιεζομετρικών καμπυλών που αντικατοπτρίζει την λιθολογική και υδραυλική ανομοιογένεια μεταξύ των συμπαγών υδροφόρων (ΟΦ2, ΑΣ2) και του χαλαρού υδροφόρου ΧΑΛ1.
4- Οι διευθύνσεις ροής στο κεντρικό τμήμα υδροφόρου ΧΑΛ1 παρουσιάζουν ακανόνιστη διεύθυνση αλλά δείχνουν εκφόρτησης προς τη θάλασσα.
5- Ο ρυθμός μεταβολής της στάθμης (10/1996 – 4/1997, 10/1996 – 4/1997, 10/2008 – 3/2009) είναι ανομοιόμορφος και έχει μέση άνοδο στάθμης στην ίδια περίοδο 1.45, 1.10 και 1.40m αντίστοιχα.

### *10.2.3. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ*

Η γενική διεύθυνση των γραμμών ροής στη περιοχή (Υδροφόροι ΟΦ2, ΑΣ2 και ΧΑΛ1, ΧΑΛ1Β) κατευθύνεται προς τη θάλασσα.
Παρατηρείται περιορισμένος άξονας αποστράγγισης στη περιοχή Περιβόλια.
Μεγαλύτερη υδροφορία παρατηρείται στις τοποθεσίες Πότσικα, Περιβόλια, Αγ. Παρασκευή και Πρφ. Ηλίας.
Ο τύπος του υδροφόρου ΟΦ2 είναι ακτινωτός και του υδροφόρου ΧΑΛ1 κυλινδρικός.
Οι αποστάσεις μεταξύ πιεζομετρικών γραμμών του υδροφόρου ΟΦ1 είναι διπλάσια των αποστάσεων του υδροφόρου ΧΑΛ1.
Η μέση στάθμη και μέση άνοδος του υδροφόρου ΟΦ2 είναι 19.8m και 1.5m.
Η μέση στάθμη και μέση άνοδος του υδροφόρου ΑΣ2 είναι 7.0m και 1.3m.
Η μέση στάθμη και μέση άνοδος του υδροφόρου ΧΑΛ1 είναι 6.3m και 1.3m.
Η μέση στάθμη και μέση άνοδος του υδροφόρου ΧΑΛ1Β είναι 18.0m και 2.1m (1996 – 2009).

### *10.2.4. ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ*

Δίαιτα υδροφόρος **ΟΦ2** περιοχής των Καστέλλας - Ψαχνών:
14.600$m^2$ X 2.15m X 25% = 8815$m^3$ (1996 - 1997)
14.600$m^2$ X 1.32m X 25% = 5412$m^3$ (2007 - 2008)
14.600$m^2$ X 1.10m X 25% = 4510$m^3$ (2008 - 2009)
Δίαιτα υδροφόρος **ΧΑΛ1** περιοχής Καστέλλας:
23.200$m^2$ X 1.45m X 20% = 6728$m^3$ (1996 - 1997)
23.200$m^2$ X 1.10m X 20% = 5104$m^3$ (2007 - 2008)
23.200$m^2$ X 1.40m X 20% = 6494$m^3$ (2008 - 2009)

## 10.3. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΤΩΝ ΥΔΡΟΦΟΡΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΗΣ ΚΑΣΤΕΛΛΑΣ / ΨΑΧΝΩΝ

### *10.3.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΝΕΡΟΥ ΥΔΡΟΦΟΡΟΥ ΟΦ2*

*Πίν.10.2: Στατιστικά συμπεράσματα των υδροχημικών παραμέτρων της ποιότητας νερού υδροφόρου ΟΦ2 στην λεκάνη της Καστέλλας - Ψαχνών σε σύγκριση με το νερό της βροχής.*
*Tab.10.2: Univariate statistic summary of the hydrochemical parameters obtained from the groundwater of the aquifer ΟΦ2 in comparison with the rain water in Kastella – Psachna basin.*

| A/A | Παραμέτροι Μονάδα | | Καλοκαίρι 1998 | | | Χειμώνας 1999 | | | Χειμώνας 2009 | | | Νερό Υδροφόρου | Νερό Βροχής |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Κα. | Μέση | Αν. | Κα. | Μέση | Αν. | Κα. | Μέση | Αν. | | |
| 1 | Θ | °C | | 17.0 | | 14.0 | 16.5 | 19.0 | 14.5 | 16.3 | 19.0 | 16.6 | |
| 2 | pH | | | 7.9 | | 7.5 | 7.7 | 8.0 | 7.5 | 7.8 | 8.0 | 7.8 | 5.5 |
| 3 | Eh | mV | | | | | | | -9 | -27.5 | -46 | -27.5 | |
| 4 | Salinity | dS/m | | 0.5 | | 0.3 | 1.0 | 1.6 | 0.5 | 1.1 | 1.6 | 0.9 | |
| 5 | EC | μS/cm | | 1180 | | 630 | 1650 | 2670 | 856 | 2218 | 3580 | 1683 | 23.0 |
| 6 | TDS | mg/l | | 976 | | 621 | 1200 | 1779 | 548 | 1670 | 2791 | 1282 | 14.8 |
| | ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΟΙ | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Ca | mg/l | | 77.0 | | 12.8 | 120.3 | 227.7 | 52.1 | 96.2 | 140.2 | 95.8 | 1.1 |
| 8 | Mg | mg/l | | 97.3 | | 23.8 | 110.4 | 197.0 | 4.9 | 89.9 | 174.9 | 99.2 | 1.2 |
| 9 | Na | mg/l | | 43.5 | | 11.5 | 103.5 | 195.5 | 28.0 | 229.5 | 431.0 | 125.5 | 4.1 |
| 10 | K | mg/l | | 6.7 | | 0.39 | 3.9 | 7.4 | 0.2 | 4.8 | 9.4 | 5.5 | 0.03 |
| 11 | CO3 | mg/l | | | | | | | | | | | |
| 12 | HCO3 | mg/l | | 313.6 | | 277.0 | 431.9 | 586.8 | 260.0 | 395.0 | 530.0 | 380.2 | 3.9 |
| 13 | Cl | mg/l | | 97.5 | | 26.6 | 372.4 | 718.1 | 125.0 | 452.5 | 780.0 | 307.5 | 3.1 |
| 14 | SO4 | mg/l | | 87.4 | | 17.8 | 173.7 | 229.6 | 45.0 | 150.5 | 256.0 | 137.2 | 2.1 |
| 15 | NO3 | mg/l | | 253.0 | | 22.3 | 220.2 | 418.0 | 47.0 | 182.5 | 318.0 | 218.7 | 0.03 |
| 16 | CaCO3* | mg/l | | 592 | | 320 | 696 | 1072 | 300 | 665 | 1030 | 651 | |
| | ΙΟΝΤΑ | | | | | | | | | | | | |
| 17 | NO2 | mg/l | | 0.03 | | 0.01 | 0.03 | 0.05 | 0.04 | 0.09 | 0.13 | 0.05 | 0.01 |
| 18 | NH3 | mg/l | | | | | | | 0 | 0.12 | 0.23 | 0.12 | |
| 19 | NH4 | mg/l | | 0.02 | | 0.01 | 0.12 | 0.22 | 0 | 0.12 | 0.23 | 0.09 | 0.01 |
| 20 | PO4 | mg/l | | | | | | | 3.8 | 5.1 | 6.3 | 5.1 | 2009 |
| * Ολική σκληρότητα | | | | ΔΕΙΚΤΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ | | | | | | | | ΟΦ2 | |

#### *10.3.1.1. Μεταλλικότητα*

Το ανώτερο σύνολο κατιόντων ή ανιόντων 22.4meq/L βρίσκεται στο φρέαρ ΚΑ417 και το κατώτερο 7.8 meq/L στο ΚΑ381.
Ασβέστιο Ca, 12.0 – 227.7 mg/L
Μαγνήσιο Mg, 23.8 – 197.0 mg/L
Νάτριο Na, 11.5 – 195.5 mg/L
Κάλιο K, 0.4 – 18.8 mg/L
Αλκαλικά $HCO_3$, 276.0 – 586.8mg/L
Χλώριο Cl, 30.1 – 718.1mg/L
Θειϊκά $SO_4$, 17.8 - 196mg/L
Νιτρικά $NO_3$, 22.3 – 417.9 mg/L Νιτρώδη $NO_2$, 0.0 – 058 mg/L Αμμωνία $NH_4$, 0.0 – 0.28 mg/L
Φωσφορικά $PO_4$, 3.55 – 6.29 mg/L
**Θερμοκρασία νερού**: 14.0 – 17.5 ºC. **pH**: 7.5 – 7.9, και το δυναμικό οξειδαωαγωγής, **Eh** έχει αρνητικές τιμές (μεταξύ -32 και -48).

**Ιχνοστοιχεία**: Κάδμιο **Cd**, <0.06μg/l. Χρώμιο **Cr (ολικό)**, <6.5μg/l. Χαλκός **Cu**, <0.3μg/l. Σίδηρος **Fe**, <23.0μg/l. Μαγγάνιο **Mn**, <0.14μg/l. Νικέλιο **Ni**, <1.5μg/l. Μόλυβδος **Pb**, <0.05μg/l. Ψευδάργυρος **Zn**, <0.9μg/l.
Υδροχημικές (κατηγορίες) φάσεις νερού
Οι φάσεις κατιόντων: Ασβεστονατριούχα.
Οι φάσεις ανιόντων: Οξυανθρακική – χλωριοθειϊκή και χλωριοθειϊκή – οξυανθρακική.
Σκληρότητα (ολική): Το νερό του υδροφόρου (300 – 1072mg/L) είναι πολύ σκληρό.

### *10.3.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΝΕΡΟΥ ΥΔΡΟΦΟΡΟΥ ΑΣ2*

*Πίν.10.3: Στατιστικά συμπεράσματα των υδροχημικών παραμέτρων της ποιότητας νερού υδροφόρου ΑΣ2 στην λεκάνη της Καστέλλας - Ψαχνών σε σύγκριση με το νερό της βροχής.*
*Tab.10.3: Univariate statistic summary of the hydrochemical parameters obtained from the groundwater of the aquifer ΑΣ2 in comparison with the rain water in Kastella – Psachna basin.*

| Α/Α | Παράμετροι | Μονάδα | Καλοκαίρι 1988 | | | Χειμώνας 1999 | | | Χειμώνας 2009 | | | Νερό Υδροφόρου | Νερό Βροχής |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Κα. | Μέση | Αν. | Κα. | Μέση | Αν. | Κα. | Μέση | Αν. | | |
| 1 | Θ | °C | | | | 15.0 | 15.5 | 16.0 | 14.5 | 15.8 | 17.0 | 15.7 | |
| 2 | pH | | | | | 7.4 | 7.7 | 7.9 | 7.3 | 7.5 | 7.6 | 7.6 | 5.6 |
| 3 | Eh | mV | | | | | | | -16 | -29 | -42 | -29 | |
| 4 | Salinity | dS/m | | | | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | |
| 5 | EC | μS/cm | | | | 730 | 815 | 900 | 864 | 1016 | 1168 | 916 | 23.8 |
| 6 | TDS | mg/l | | | | 503 | 604 | 705 | 563 | 713 | 862 | 659 | 15.2 |
| | ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΟΙ | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Ca | mg/l | | | | 64.1 | 84.2 | 104.2 | 100.0 | 108 | 116.0 | 96.1 | 0.7 |
| 8 | Mg | mg/l | | | | 20.4 | 31.4 | 42.3 | 36.5 | 48.7 | 60.8 | 40.1 | 1.4 |
| 9 | Na | mg/l | | | | 21.9 | 28.2 | 34.5 | 33.0 | 37.0 | 41.0 | 32.6 | 2.2 |
| 10 | K | mg/l | | | | 0.4 | 1.6 | 2.7 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.6 | 0.01 |
| 11 | CO3 | mg/l | | | | ND | | | ND | | | | |
| 12 | HCO3 | mg/l | | | | 262.3 | 309.9 | 357.5 | 230.0 | 242.5 | 255.0 | 276.2 | 5.0 |
| 13 | Cl | mg/l | | | | 34.5 | 54.5 | 74.5 | 140.0 | 180.0 | 220.0 | 117.3 | 3.8 |
| 14 | SO4 | mg/l | | | | 19.7 | 47.3 | 74.9 | 42.0 | 79.0 | 116.0 | 63.3 | 2.0 |
| 15 | NO3 | mg/l | | | | 22.3 | 63.9 | 105.4 | 54.0 | 73.5 | 93.0 | 68.7 | 0.1 |
| 16 | CaCO3* | mg/l | | | | 270 | 347 | 424 | 440 | 470 | 500 | 259 | |
| | ΙΟΝΤΑ | | | | | | | | | | | | |
| 17 | NO2 | mg/l | | | | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.01 |
| 18 | NH3 | mg/l | | | | 0.2 | 0.04 | 0.05 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.01 |
| 19 | NH4 | mg/l | | | | | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.01 |
| 20 | PO4 | mg/l | | | | | | | 3.6 | 3.7 | 3.8 | 3.7 | 2009 |
| * Ολική σκληρότητα | | | | | | ΔΕΙΚΤΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ | | | | | | ΑΣ2 | |

### *10.3.2.1. Μεταλλικότητα*

Το ανώτερο σύνολο κατιόντων ή ανιόντων 9.6 meq/L, στο φρέαρ ΚΑ133 και το κατώτερο 6.9 meq/L στο ΚΑ116.
Ασβέστιο Ca, 64.1 – 120.0 mg/L
Μαγνήσιο Mg, 20.4 – 60.8 mg/L
Νάτριο Na, 21.9 – 42.0 mg/L
Κάλιο K, 0.39 – 2.74 mg/L
Αλκαλικά $HCO_3$, 264.7 – 357.5 mg/L
Χλώριο Cl, 35.5 – 220.0 mg/L
Θειϊκά $SO_4$, 19.7 – 116.0 mg/L

Νιτρικά $NO_3$, 22.3 – 105.4mg/L / Νιτρώδη $NO_2$, 0.0 – 0.112 mg/L / Αμμωνία $NH_4$, 0.0 – 0.05 mg/L
Φωσφορικά PO4, 3.6 – 3.8 mg/L
**Θερμοκρασία νερού**:15.0 – 16.0 ºC. **pH**: 7.7 – 7.9, και το δυναμικό οξειδαωαγωγής, **Eh** σε αρνητικές τιμές (μεταξύ -43 και - 49).
Υδροχημικές (κατηγορίες) φάσεις νερού υδροφόρου ΑΣ2
Φάσεις υδροφόρου, Ασβεστονατριούχα, οξυανθρακική – χλωριοθειϊκή.
Σκληρότητα (ολική): Το νερό του υδροφόρου (130 – 424mg/L) είναι σκληρό έως πολύ σκληρό

### *10.3.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΝΕΡΟΥ ΥΔΡΟΦΟΡΟΥ ΧΑΛ1 / ΧΑΛ1Β*

*Πίν.10.4: Στατιστικά συμπεράσματα των υδροχημικών παραμέτρων της ποιότητας νερού υδροφόρου των χαλαρών ιζημάτων (κοκκώδη) ΧΑΛ1, ΧΑΛ1Β στην λεκάνη της Καστέλλας - Ψαχνών σε σύγκριση με το νερό της βροχής.*
*Tab.10.4: Univariate statistic summary of the hydrochemical parameters obtained from the groundwater of the aquifer of unconsolidated sediments ΧΑΛ1 in comparison with the rain water in Kastella – Psachna basin.*

| A/A | Παραμέτροι Μονάδα | | Summer 1998 | | | Winter 1999 | | | Winter 2009 | | | Νερό Υδροφόρου | Νερό Βροχής |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Κα. | Μέση | Αν. | Κα. | Μέση | Αν. | Κα. | Μέση | Αν. | | |
| 1 | Θ | °C | 17.0 | 17.0 | 17.0 | 14.0 | 15.3 | 16.5 | 13.0 | 15.5 | 18.0 | 15.9 | |
| 2 | pH | | 7.3 | 7.6 | 7.8 | 7.3 | 7.7 | 8.0 | 7.3 | 7.7 | 8.1 | 7.7 | 5.7 |
| 3 | Eh | mV | | | | | | | -16 | -25 | -46 | -25 | |
| 4 | Salinity | dS/m | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 0.4 | 1.5 | 2.5 | 0.4 | 1.7 | 2.9 | 1.3 | |
| 5 | EC | μS/cm | 699 | 825 | 890 | 700 | 2250 | 3800 | 780 | 3112 | 5444 | 2062 | 23 |
| 6 | TDS | mg/l | 699 | 752 | 804 | 558 | 1596 | 2634 | 563 | 2023 | 3483 | 1457 | 15 |
| | ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΟΙ | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Ca | mg/l | 81.8 | 86.6 | 91.4 | 25.7 | 157.2 | 288.6 | 72.1 | 120.2 | 168.2 | 121.3 | 2.1 |
| 8 | Mg | mg/l | 52.5 | 56.9 | 61.3 | 28.7 | 159.6 | 290.5 | 19.4 | 93.6 | 167.7 | 103.4 | 1.3 |
| 9 | Na | mg/l | 27.6 | 30.2 | 32.7 | 18.4 | 239.2 | 460.0 | 25.0 | 55.0 | 85.0 | 108.1 | 2.2 |
| 10 | K | mg/l | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.4 | 5.3 | 10.2 | 0.1 | 2.8 | 5.4 | 3.0 | 0.02 |
| 11 | CO3 | mg/l | | | | | | | | | | | |
| 12 | HCO3 | mg/l | 330.7 | 330.7 | 330.7 | 259.9 | 120.2 | 429.4 | 230.0 | 375.0 | 520.0 | 275.3 | 3.9 |
| 13 | Cl | mg/l | 46.1 | 54.3 | 62.4 | 39.0 | 525.7 | 1012.3 | 95.0 | 227.5 | 360.0 | 269.2 | 3.1 |
| 14 | SO4 | mg/l | 60.5 | 66.5 | 72.5 | 19.7 | 355.5 | 691.2 | 46.3 | 273.2 | 500.0 | 231.7 | 2.1 |
| 15 | NO3 | mg/l | 99.2 | 125.6 | 151.9 | 31.0 | 226.4 | 421.8 | 40.5 | 152.4 | 264.3 | 168.1 | 0.03 |
| 16 | CaCO3* | mg/l | 420 | 450 | 480 | 301 | 915 | 1529 | 330 | 705 | 1080 | 690 | |
| | ΙΟΝΤΑ | | | | | | | | | | | | |
| 17 | NO2 | mg/l | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.04 | 0.06 | 0.01 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.01 |
| 18 | NH3 | mg/l | | | | | | | 0.01 | 0.11 | 0.2 | 0.11 | |
| 19 | NH4 | mg/l | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.08 | 0.13 | 0.01 | 0.11 | 0.2 | 0.07 | 0.01 |
| 20 | PO4 | mg/l | | | | | | | 3.0 | 3.8 | 4.5 | 3.8 | 2009 |
| * Ολική σκληρότητα | | | | ΔΕΙΚΤΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ | | | | | | | | ΧΑΛ1 | |

#### *10.3.3.1. Μεταλλικότητα (ΧΑΛ1)*

Το ανώτερο σύνολο κατιόντων / ανιόντων 45.84 meq/L, στο φρέαρ ΚΑ365 και το κατώτερο 7.5 meq/L στο ΚΑ357.
Ασβέστιο Ca, 25.7 – 288.6 mg/L
Μαγνήσιο Mg, 19.4 – 207.2 mg/L
Νάτριο Na, 18.4 – 460.0 mg/L
Κάλιο K, 0.1 – 10.2 mg/L
Αλκαλικά $HCO_3$, 230.0 – 429.4 mg/L
Χλώριο Cl, 39.0 – 1021.3 mg/L

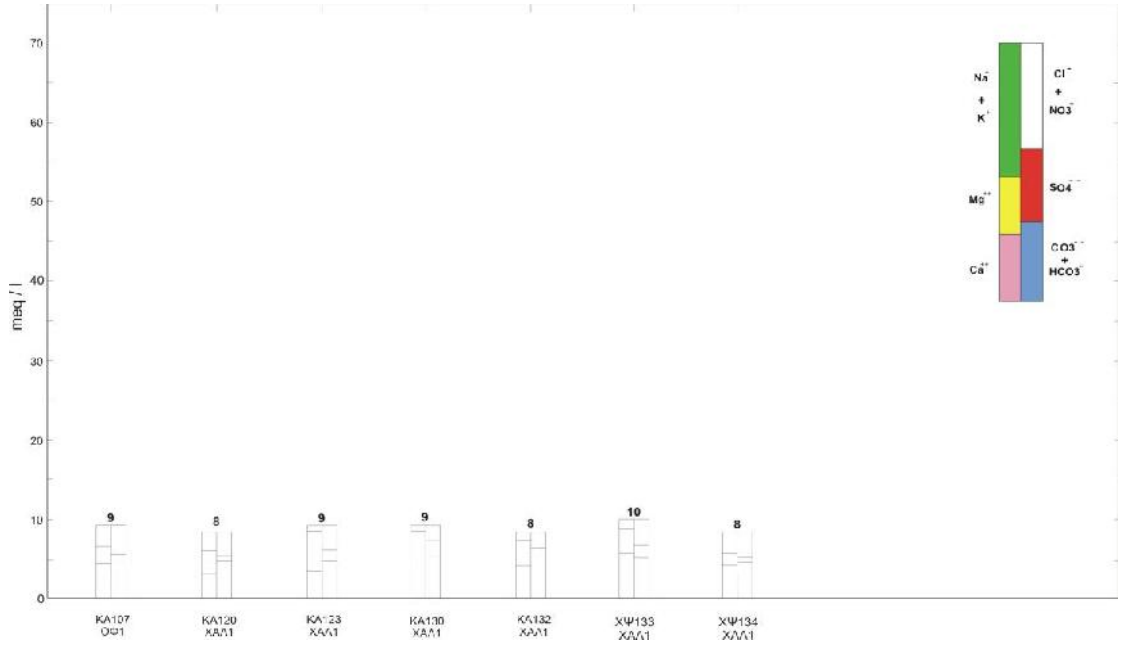
Θειϊκά $SO_4$, 34.1 – 624.4 mg/L
Νιτρικά $NO_3$, 0.0 – 418.0 mg/L / Νιτρώδη $NO_2$, 0.0 – 0.072 mg/L / Αμμωνία $NH_4$, 0.0 – 0.063 mg/L
Φωσφορικά $PO_4$, 2.3 – 4.1 mg/L
**Θερμοκρασία νερού**:12.0 – 17.5 ºC. **pH**: 7.3 – 8.4, και το δυναμικό οξειδαωαγωγής, **Eh** σε αρνητικές τιμές (μεταξύ -18 και -67).
Υδροχημικές (κατηγορίες) φάσεις του νερού υδροφόρου
Φάσεις υδροφόρου, Ασβεστονατριούχα, οξυανθρακική – χλωριοθειϊκή και χλωριοθειϊκή-οξυανθρακική .
Σκληρότητα (ολική): Το νερό του υδροφόρου (330 – 1529 mg/L) είναι σκληρό έως πολύ σκληρό.

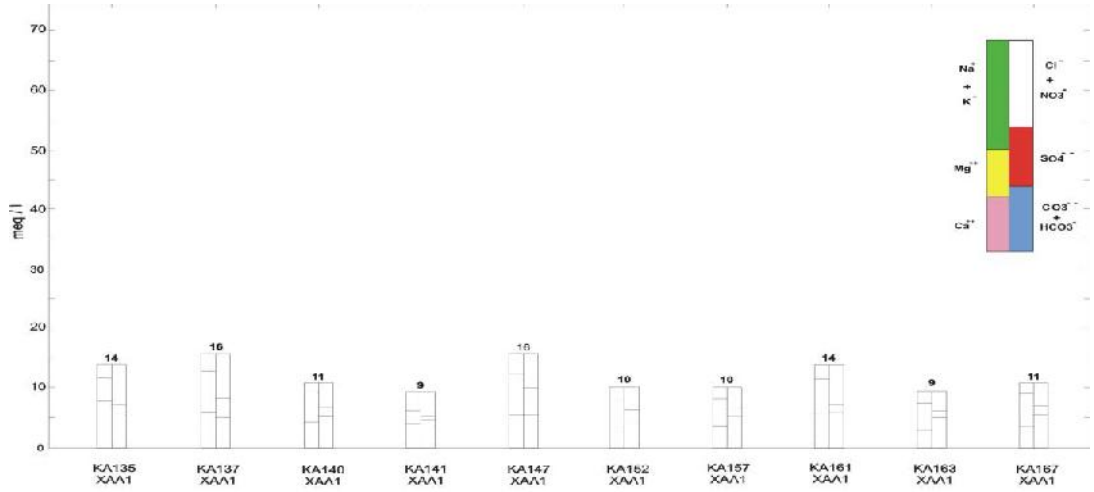
#### *10.3.3.2. Μεταλλικότητα (ΧΑΛ1Β)*

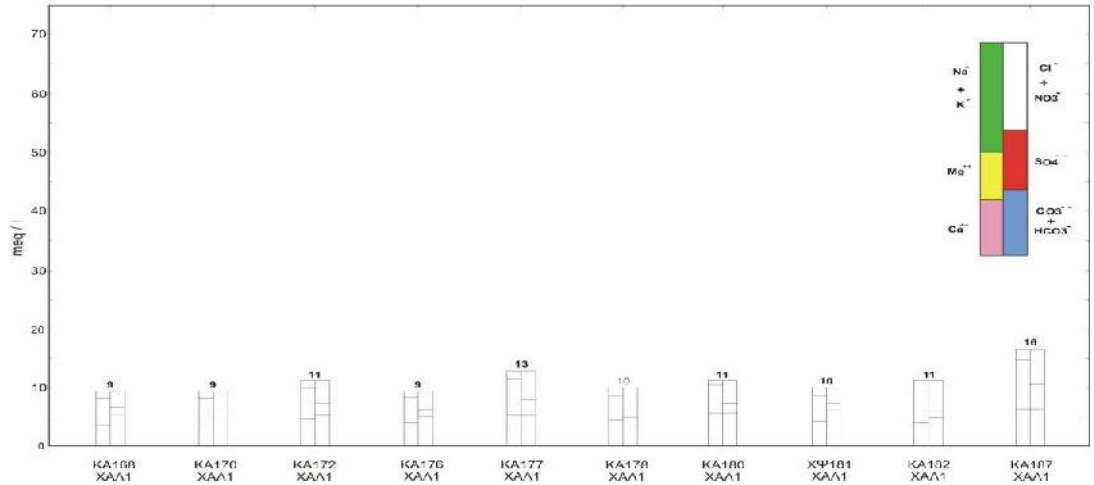
Ασβέστιο Ca, 52.1 – 112.0 mg/L
Μαγνήσιο Mg, 92.3 – 80.2 mg/L
Νάτριο Na, 27.0 – 41.0 mg/L
Κάλιο K, 0.5 – 2.4 mg/L
Αλκαλικά $HCO_3$, 390.0 – 350.0 mg/L
Χλώριο Cl, 39.0 – 45.0 mg/L
Θειϊκά $SO_4$, 65.8 – 87.0 mg/L
Νιτρικά $NO_3$, 82.8 – 145.0 mg/L / Νιτρώδη $NO_2$, 0.04 – 0.10 mg/L / Αμμωνία $NH_4$, 0.0 – 0.05 mg/L
Φωσφορικά $PO_4$, 4.45 – 4.73 mg/L
**Θερμοκρασία νερού**: 18.5 – 19.0 ºC. **pH**: 7.5 – 7.6, και το δυναμικό οξειδαωαγωγής, **Eh** έχει αρνητικές τιμές (μεταξύ -32 και - 41).
**Ιχνοστοιχεία (ΧΑΛ1, ΧΑΛ1Β)**: Κάδμιο **Cd**, <0.07μg/l. Χρώμιο **Cr (ολικό)**, <0.3μg/l. Χαλκός **Cu**, <0.3μg/l. Σίδηρος **Fe**, <12.0μg/l. Μαγγάνιο **Mn**, <0.14μg/l. Νικέλιο **Ni**, <0.2μg/l. Μόλυβδος **Pb**, <0.08μg/l. Ψευδάργυρος **Zn**, <0.8μg/l.
Υδροχημικές (κατηγορίες) φάσεις του νερού υδροφόρου
Φάσεις υδροφόρου, Ασβεστονατριούχα, οξυανθρακική – χλωριοθειϊκή.
Σκληρότητα (ολική): Το νερό του υδροφόρου (510 – 610 mg/L) είναι πολύ σκληρό.

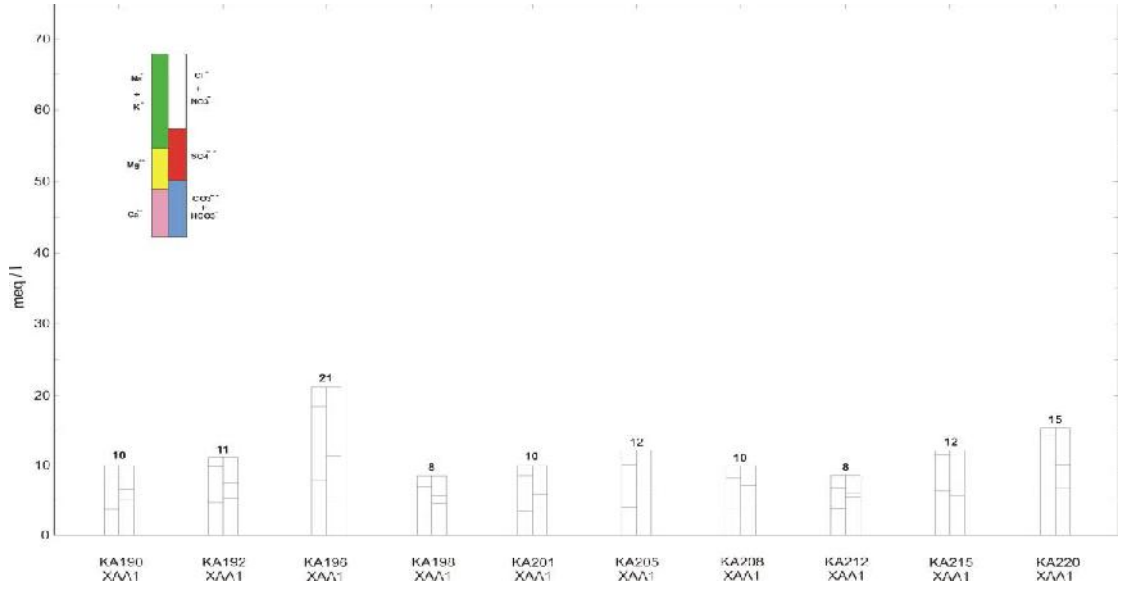
### *10.3.4. ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΣΤΕΛΛΑΣ / ΨΑΧΝΩΝ*

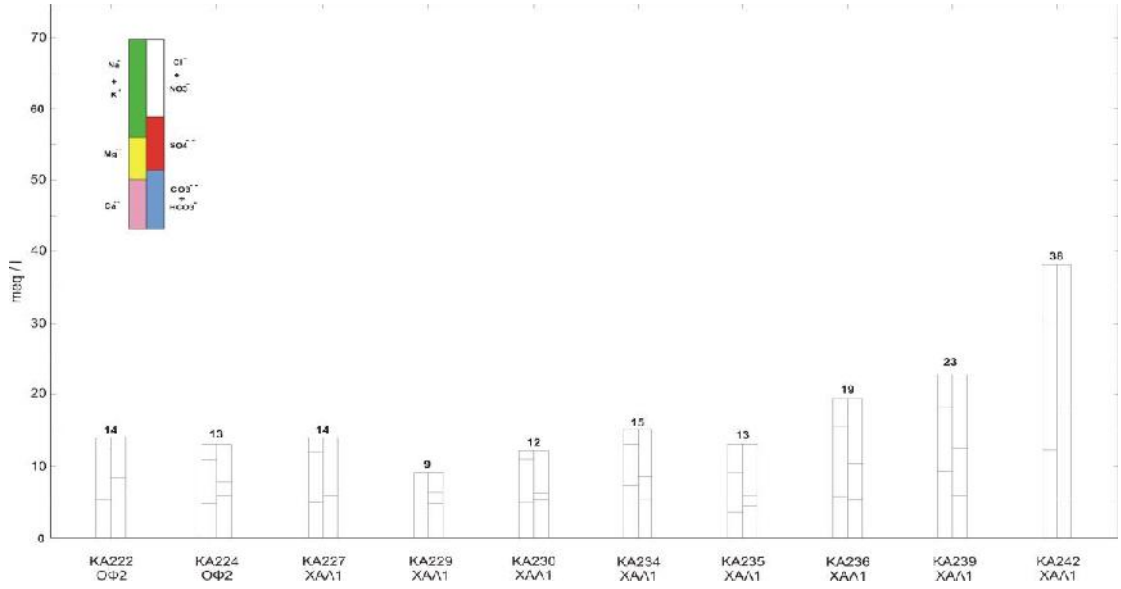
Τα αποτελέσματα των αναλύσεων της πρώτης και της δεύτερης φάσης δειγματοληψίας
μπορούν να παρουσιάζονται σε ραβδοδιαγράμματα (Vertical bar Graph) του συνόλου κατιόντων Ca, Mg, Na, K και συνόλου ανιόντων $HCO_3$ / $CO_3$, Cl, $SO_4$, $NO_3$ σε meq/L (Σχ.10.11).

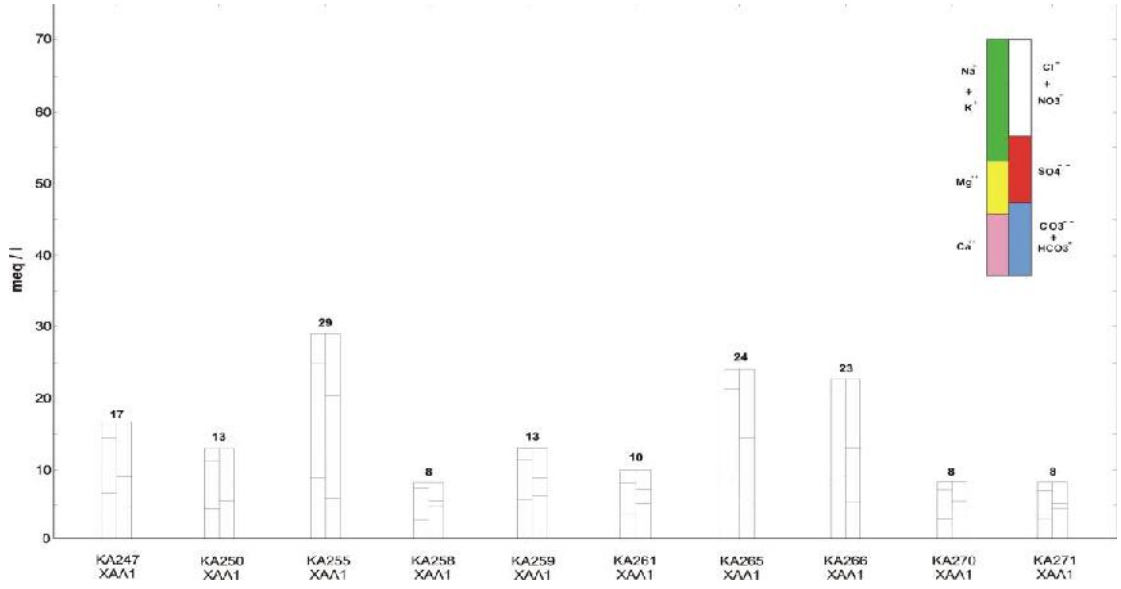

meq / l
Na+ + K+
Cl- + NO3-
Mg++
SO4--
Ca++
CO3-- + HCO3-
9
8
9
9
8
10
8
KA107 OΦ1
KA120 XAΛ1
KA123 XAΛ1
KA130 XAΛ1
KA132 XAΛ1
XΨ133 XAΛ1
XΨ134 XAΛ1

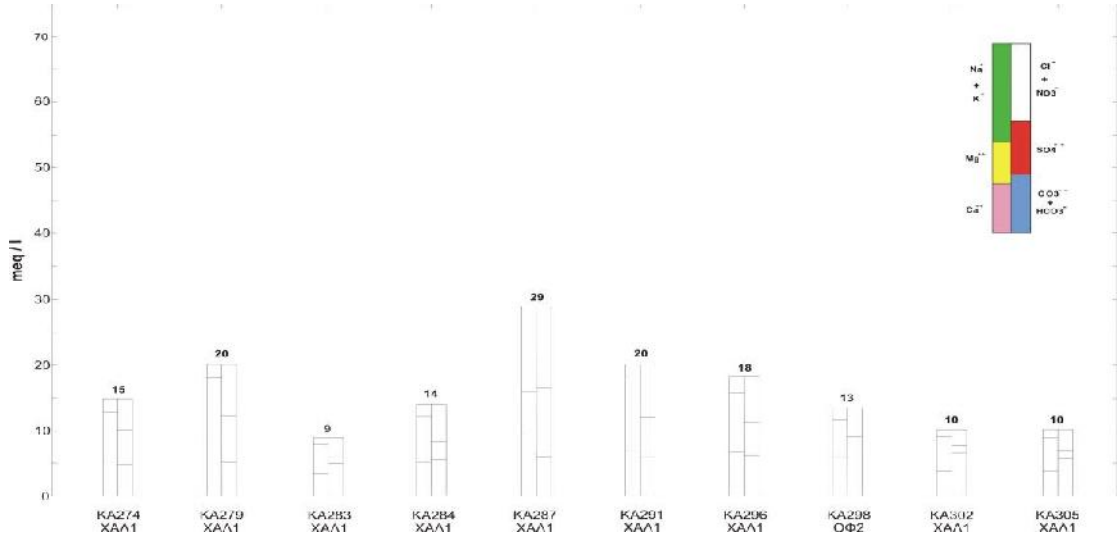

meq / l
Na+ + K+
Cl- + NO3-
Mg++
SO4--
Ca++
CO3-- + HCO3-
14
16
11
9
16
10
10
14
9
11
KA135 XAΛ1
KA137 XAΛ1
KA140 XAΛ1
KA141 XAΛ1
KA147 XAΛ1
KA152 XAΛ1
KA157 XAΛ1
KA161 XAΛ1
KA163 XAΛ1
KA167 XAΛ1

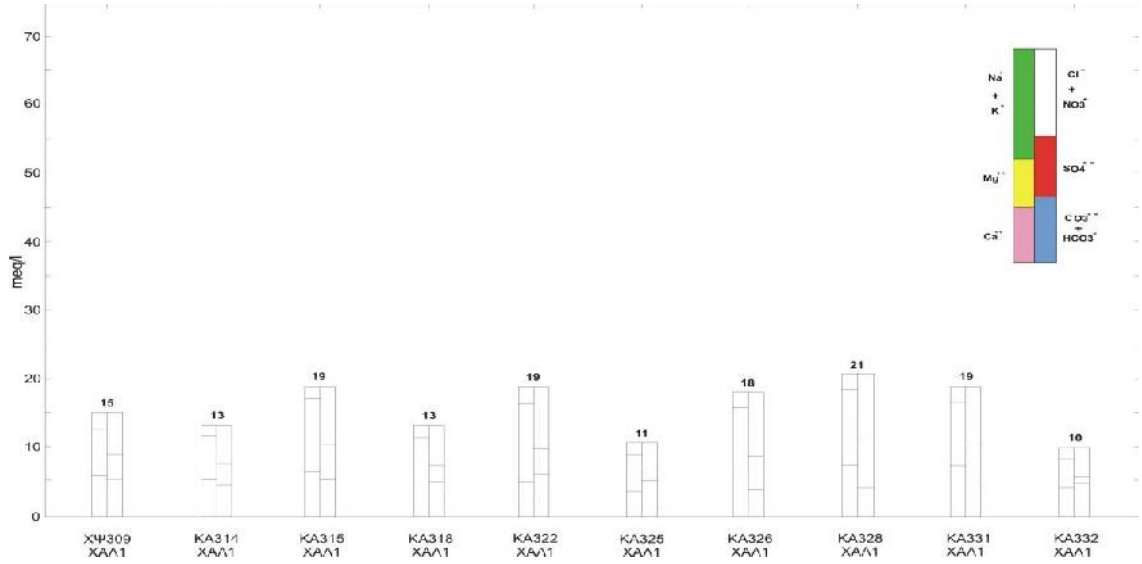

meq / l
Na+ + K+
Cl- + NO3-
Mg++
SO4--
Ca++
CO3-- + HCO3-
9
9
11
9
13
10
11
10
11
16
KA168 XAΛ1
KA170 XAΛ1
KA172 XAΛ1
KA176 XAΛ1
KA177 XAΛ1
KA178 XAΛ1
KA180 XAΛ1
XΨ181 XAΛ1
KA182 XAΛ1
KA187 XAΛ1

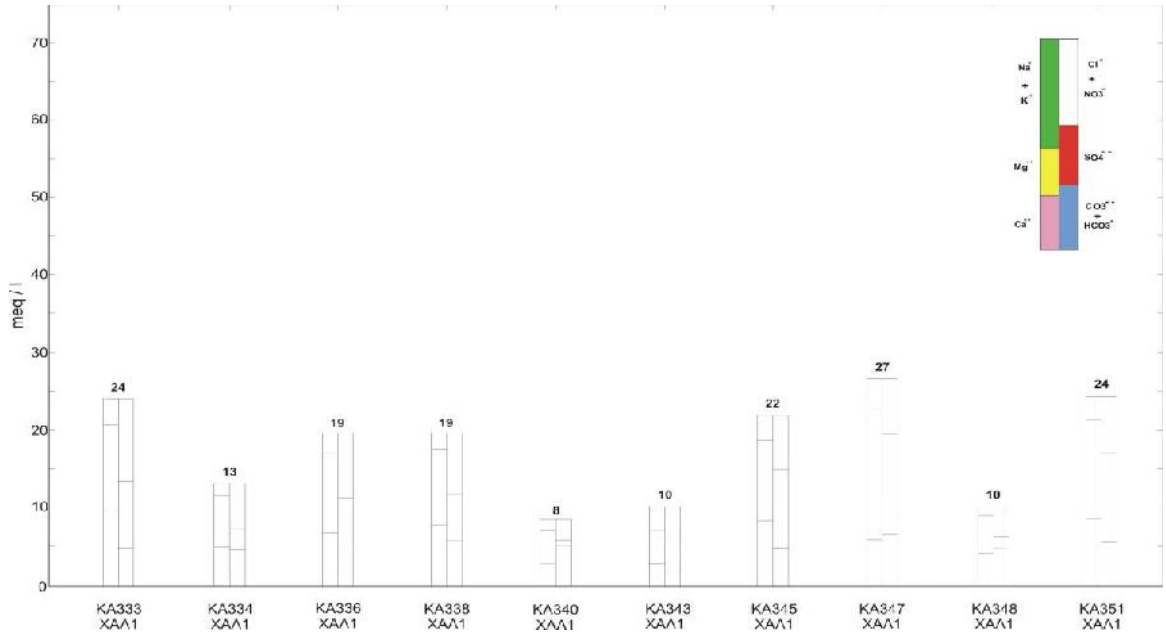

meq / l
0
10
20
30
40
50
60
70
10
11
21
8
10
12
10
8
12
15
KA190 ΧΑΛ1
KA192 ΧΑΛ1
KA196 ΧΑΛ1
KA198 ΧΑΛ1
KA201 ΧΑΛ1
KA205 ΧΑΛ1
KA208 ΧΑΛ1
KA212 ΧΑΛ1
KA215 ΧΑΛ1
KA220 ΧΑΛ1

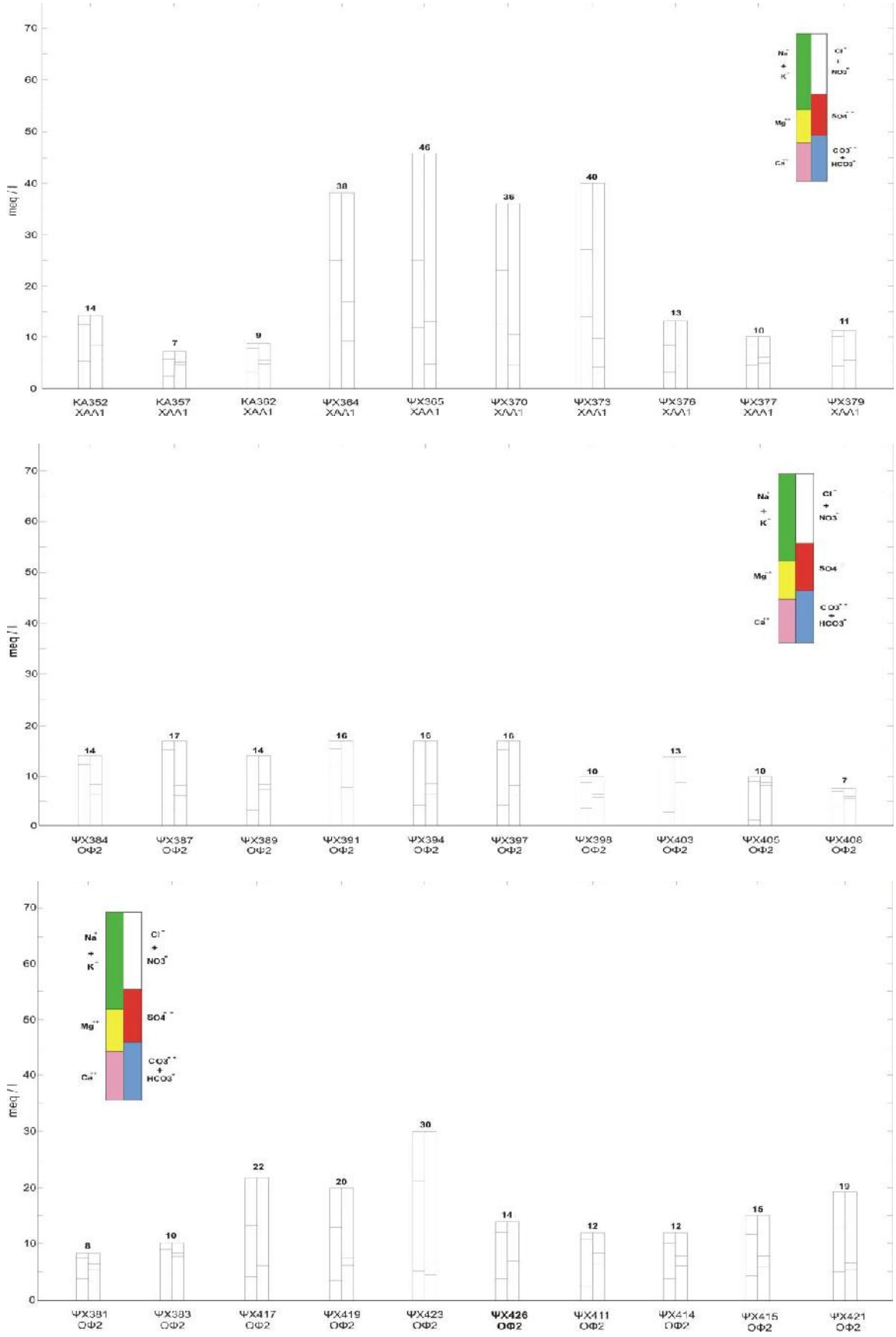

meq / l
0
10
20
30
40
50
60
70
14
13
14
9
12
15
13
19
23
38
KA222 ΟΦ2
KA224 ΟΦ2
KA227 ΧΑΛ1
KA229 ΧΑΛ1
KA230 ΧΑΛ1
KA234 ΧΑΛ1
KA235 ΧΑΛ1
KA236 ΧΑΛ1
KA239 ΧΑΛ1
KA242 ΧΑΛ1


meq / l
0
10
20
30
40
50
60
70
80
17
13
29
8
13
10
24
23
8
8
KA247 ΧΑΛ1
KA250 ΧΑΛ1
KA255 ΧΑΛ1
KA258 ΧΑΛ1
KA259 ΧΑΛ1
KA261 ΧΑΛ1
KA265 ΧΑΛ1
KA266 ΧΑΛ1
KA270 ΧΑΛ1
KA271 ΧΑΛ1


meq / l
70
60
50
40
30
20
10
0
15
20
9
14
29
20
18
13
10
10
KA274 ΧΑΛ1
KA279 ΧΑΛ1
KA283 ΧΑΛ1
KA284 ΧΑΛ1
KA287 ΧΑΛ1
KA291 ΧΑΛ1
KA296 ΧΑΛ1
KA298 ΟΦ2
KA302 ΧΑΛ1
KA305 ΧΑΛ1
Na+ + K+
Mg++
Ca++
Cl- + NO3-
SO4--
CO3-- + HCO3-


meq/l
70
60
50
40
30
20
10
0
15
13
19
13
19
11
18
21
19
10
ΧΨ309 ΧΑΛ1
KA314 ΧΑΛ1
KA315 ΧΑΛ1
KA318 ΧΑΛ1
KA322 ΧΑΛ1
KA325 ΧΑΛ1
KA326 ΧΑΛ1
KA328 ΧΑΛ1
KA331 ΧΑΛ1
KA332 ΧΑΛ1
Na+ + K+
Mg++
Ca++
Cl- + NO3-
SO4--
CO3-- + HCO3-


meq / l
70
60
50
40
30
20
10
0
24
13
19
19
8
10
22
27
10
24
KA333 ΧΑΛ1
KA334 ΧΑΛ1
KA336 ΧΑΛ1
KA338 ΧΑΛ1
KA340 ΧΑΛ1
KA343 ΧΑΛ1
KA345 ΧΑΛ1
KA347 ΧΑΛ1
KA348 ΧΑΛ1
KA351 ΧΑΛ1
Na+ + K+
Mg++
Ca++
Cl- + NO3-
SO4--
CO3-- + HCO3-




*Σχ.10.11: Γραφική παρουσίαση αποτελεσμάτων πρώτης και δεύτερης φάσης ανάλυσης της περιοχής Καστέλλας – Ψαχνών σε ραβδοδιαγράμματα*

*Fig10.11.: Bar chart plotting major ions for samples collected during the first and second hydrochemical test from Kastella - Psachna area.*

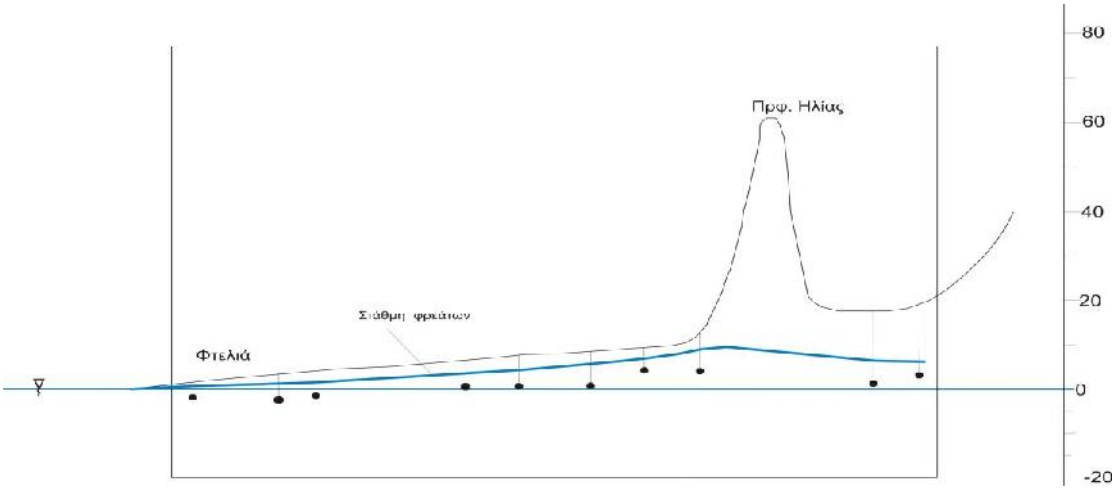
### *10.3.5. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ – ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΣΤΕΛΛΑΣ / ΨΑΧΝΩΝ*

#### *10.3.5.1. Τομή -3*

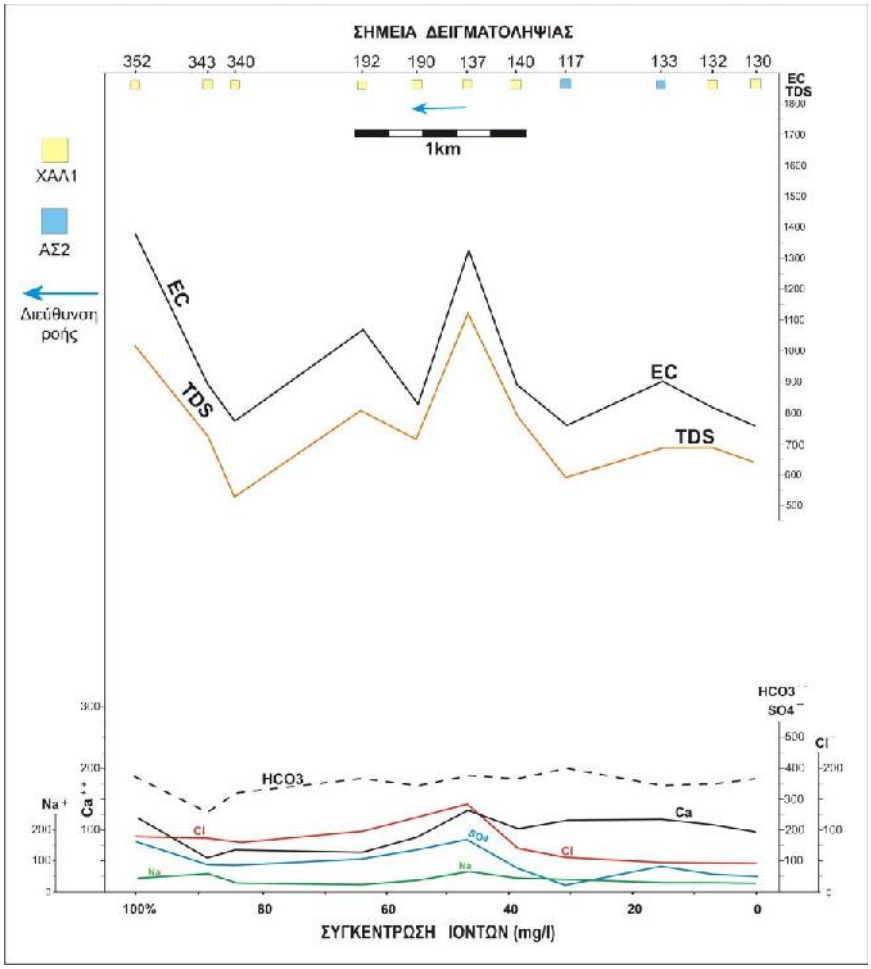
Η υδροχημική ζώνη έχει μήκος ≈3827m, πλάτος ≈385m και κατεύθυνση ΝΔ – ΒΑ περνά από τα φρέατα ΚΑ345, ΚΑ343, ΚΑ340, ΚΑ192, ΚΑ190, ΚΑ137, ΚΑ140, ΚΑ117, ΚΑ133, ΚΑ132 και ΚΑ130 (Χάρτης απογραφής, Σχ.8.2 - 10.12 – 10.13 και 10.18).

#### *10.3.5.2. Αξιολόγηση της Ζώνης-3 (Υδροφόροι ΧΑΛ1 και ΑΣ2)*

Στις τοποθεσίες Φτελιά – Αγ. Γεώργιος βρίσκεται 20% του συνόλου αλάτων TDS 533 – 1293mg/l, στη τοποθεσία Λιβάδι 60% 533 – 1293mg/l, και στην τοποθεσία Παλιορή 20% 730
– 1087mg/l,. Η αύξηση της μεταλλικότητας είναι ανάλογη σε σχέση με την διεύθυνση της υπόγειας ροής προς την θάλασσα.
Στις Φτελιές η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca κυμαίνεται μεταξύ 54 και 107 mg/l, του νατρίου Na, 23 και 60 mg/l, των ανθρακικών $HCO_3$ 232 και 343 mg/l, του χλωρίου Cl 71 και 85 mg/l, και των θειϊκών $SO_4$ 24 και 144 mg/l. Στο Λιβάδι η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca κυμαίνεται μεταξύ 79 και 123 mg/l, του νατρίου Na, 25 και 55mg/l, των ανθρακικών $HCO_3$ 314 και 357 mg/l, χλωρίου Cl, 57 και 137 mg/l, και θειϊκών $SO_4$ 25 και 135 mg/l. Στην Παλιορή η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca κυμαίνεται μεταξύ 72 και 104 mg/l, του νατρίου Na, 22 και 37 mg/l, των ανθρακικών $HCO_3$ 312 – 330 mg/l, του χλωρίου Cl 43 και 170 mg/l, και των θειϊκών $SO_4$ 41 και 75 mg/l.




*Σχ.10.12: Τοπογραφική τομή της υδροχημικής ζώνης-3 και στάθμη νερού στα φρέατα της ζώνης*
*Fig.10.12: Hydrogeological section across the Hydrochemical zone -3 showing the water table and bottom of some dug wells below the sea level.*




*Σχ.10.13: Υδροχημική ζώνη – **3**, EC, TDS, Ca, Na, HCO3, Cl, SO4. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.10.13: Geo - Hydrochemical section across zone -**3**, EC, TDS, Ca, Na, HCO3, SO4. Presents analyses of first and second hydrochemical test (10/10/1998 – 5/5/1999).*

### *10.3.5.2. Τομή -4*

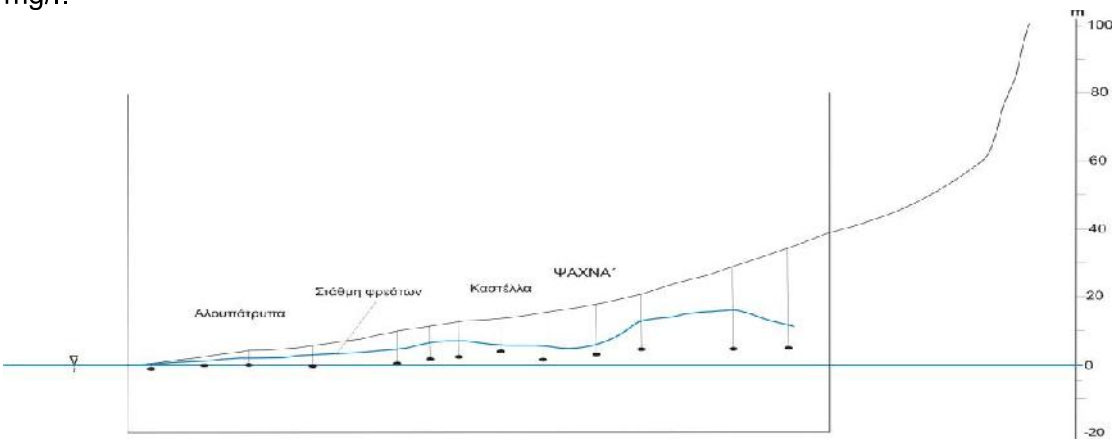
Η υδροχημική ζώνη έχει μήκος ≈4214m και πλάτος ≈385m, με γενική διεύθυνση ΝΔ – ΒΑ, περνά από τις τοποθεσίες Ρουμάνα - Ιμπραήμ – Αλουπότρυπα μέχρι Βουλγαρίνα των Ψαχνών και η γραμμή της ζώνης αυτής περιλαμβάνει τα φρέατα ΚΑ265, ΚΑ250, ΚΑ287, ΚΑ247, ΚΑ296, ΚΑ224, ΚΑ222, ΚΑ220, ΚΑ215, ΚΑ212, ΨΧ414, ΨΧ411 και ΨΧ405 με σειρά αύξηση του ποσοστού της μεταλλικότητας τοις % (χάρτης απογραφής, Σχ.8.2 – 10.14 -10.15 και 10.18).

#### *10.3.5.2.1. Αξιολόγηση της Ζώνης-4 (Υδροφόροι ΧΑΛ1 και ΟΦ2)*

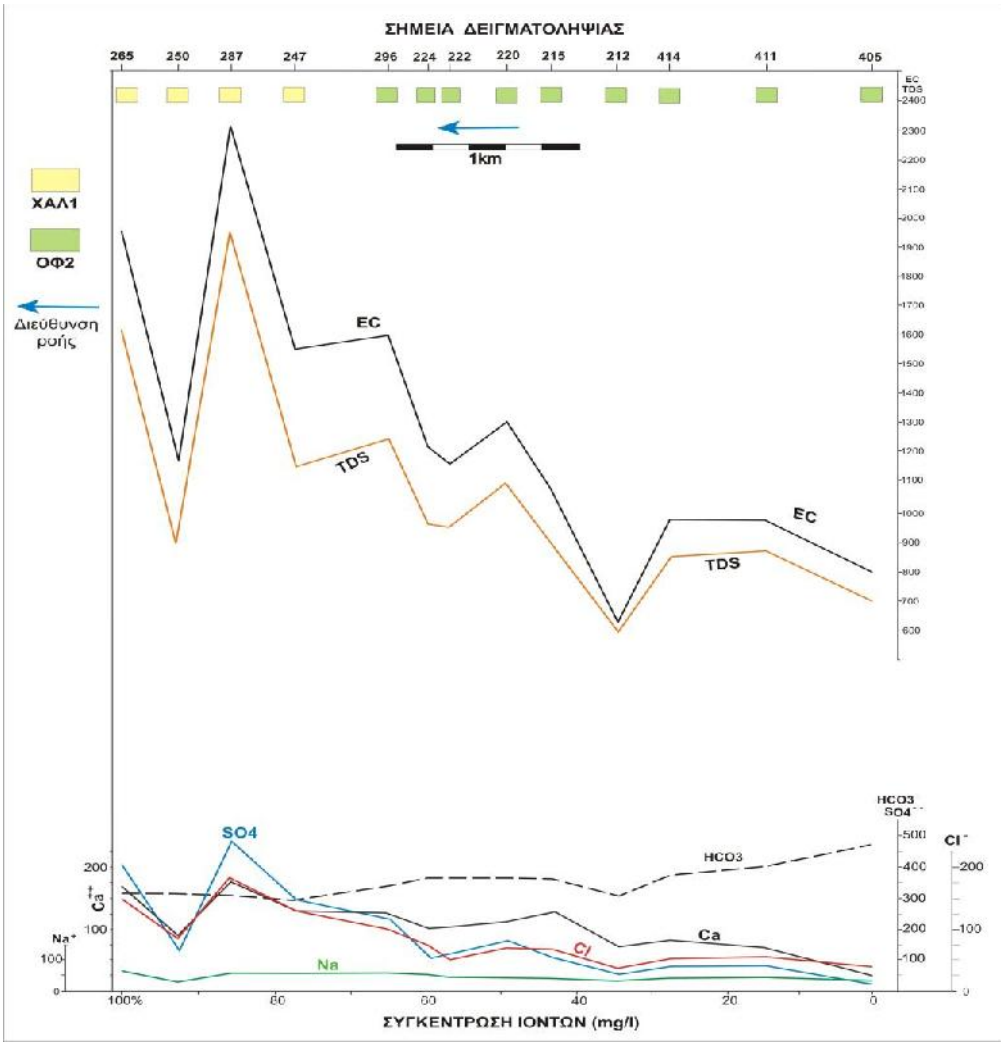
Στις τοποθεσίες Ρουμάνα – Αλουπάτρυπα εντοπίζεται το 30% του συνόλου αλάτων TDS 834 – 1957 mg/l, στην τοποθεσία Αυλή - Καστέλλα το 35% 1252 – 621mg/l, και στην τοποθεσία Περιβόλια το 35% 511 – 856 mg/l. Η αύξηση στην μεταλλικότητα είναι ανάλογη σε σχέση με την διεύθυνση της υπόγειας ροής είναι προς την θάλασσα.

Στις τοποθεσίες Ρουμάνα - Αλουπάτρυπα η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca κυμαίνεται κυμαίνεται μεταξύ 90 και 191 mg/l, του νατρίου Na, 37 και 73 mg/l, των ανθρακικών $HCO_3$ 298 και 375 mg/l, του χλωρίου Cl 89 και 128 mg/l, και των θειϊκών $SO_4$ 132 και 505 mg/l. Στην τοποθεσία Αυλή - Καστέλλα η συγκέντρωση του ασβεστίου κυμαίνεται Ca 74 και 128 mg/l, του νατρίου Na, 29 και 59 mg/l, των ανθρακικών $HCO_3$ 310 και 398 mg/l, του χλωρίου Cl, 30 και 103 mg/l, και ττων θειϊκών $SO_4$ 61 και 230 mg/l. Στα Περιβόλια η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca

κυμαίνεται μεταξύ 13 και 79 mg/l, του νατρίου Na, 12 και 28 mg/l, των ανθρακικών $HCO_3$ 310 – 467 mg/l, του χλωρίου Cl 27 και 50 mg/l, και των θειϊκών $SO_4$ 18 και 50 mg/l.




*Σχ.10.14: Τοπογραφική τομή της υδροχημικής ζώνης-4 και στάθμη νερού στα φρέατα της ζώνης*
*Fig.10.14: Hydrogeological section across the Hydrochemical zone -4 showing the water table and bottom of some dug wells below the sea level.*




*Σχ.10.15: Υδροχημική ζώνη – **4**, EC, TDS, Ca, Na, HCO3, Cl, SO4. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.10.15: Geo - Hydrochemical section across zone -**4**, EC, TDS, Ca, Na, HCO3, SO4. Presents analyses of first and second hydrochemical test (10/10/1998 – 5/5/1999).*

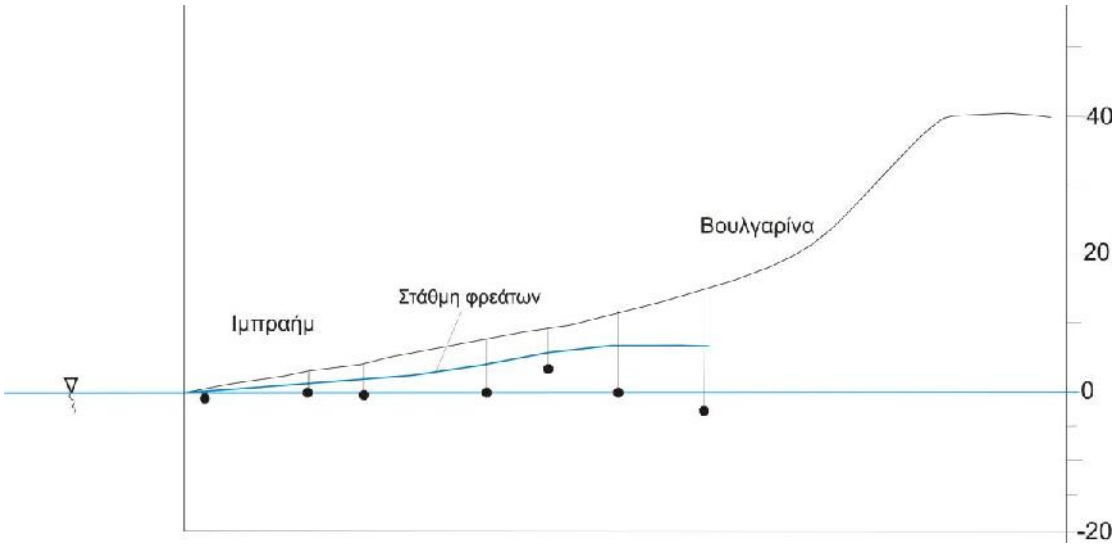
### *10.3.5.3. Τομή -5*

Η υδροχημική ζώνη έχει μήκος ≈1696m και πλάτος ≈231m, διεύθυνση ΝΔ – ΒΑ, και περνά από τις τοποθεσίες Ρουμάνα μέχρι Περιβόλια των Ψαχνών και η γραμμή της ζώνης αυτής περιλαμβάνει τα φρέατα ΨΧ365, ΚΑ242, ΚΑ239, ΨΧ379, ΨΧ398 και ΨΧ387 (Χάρτης απογραφής, Σχ8.2 – 10.16 – 10.17 και 10.18).

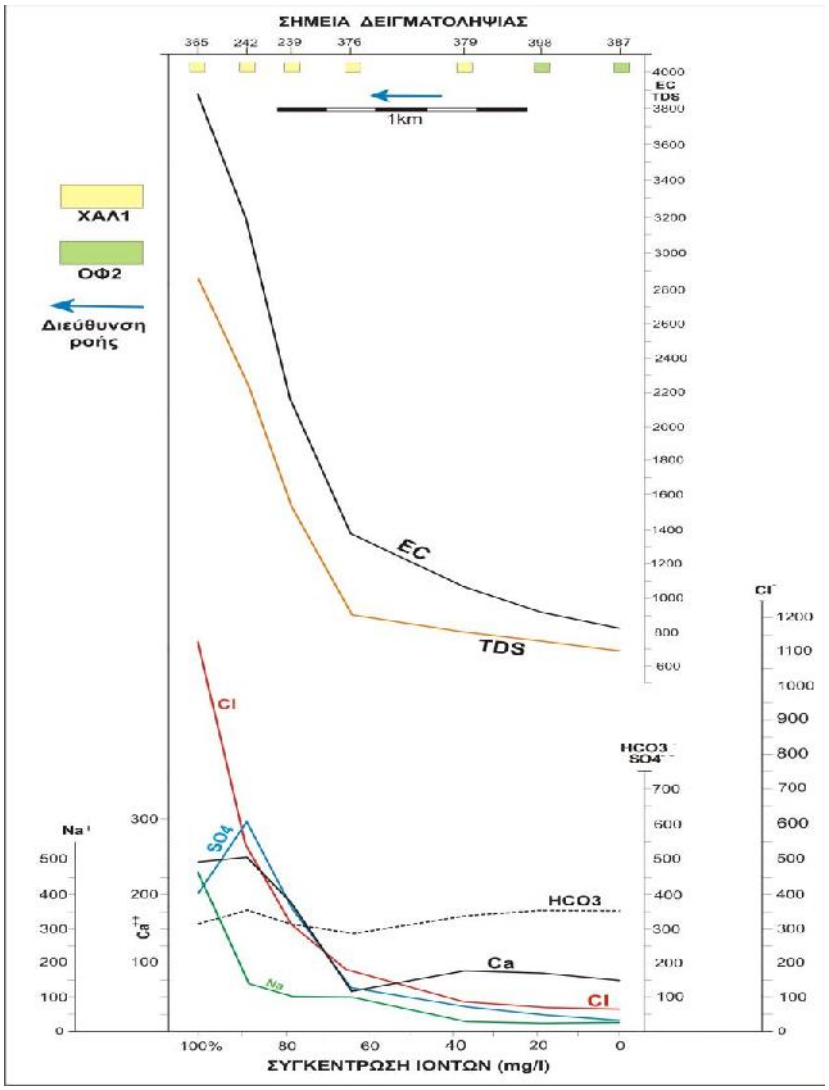
#### *10.3.5.3.1. Αξιολόγηση της Ζώνης- 5 (Υδροφόροι ΧΑΛ1 και ΟΦ2)*

Στην τοποθεσία Βουλγαρίνα εντοπίζεται το 75% του συνόλου διαλυμένων αλάτων TDS, 685 – 1222 mg/l και 25% στην τοποθεσία Ιμπραήμ 811 – 2828 mg/l. Η αύξηση στην μεταλλικότητα είναι σταδιακή και ανάλογη με την διεύθυνση υπόγειας ροής προς την θάλασσα.

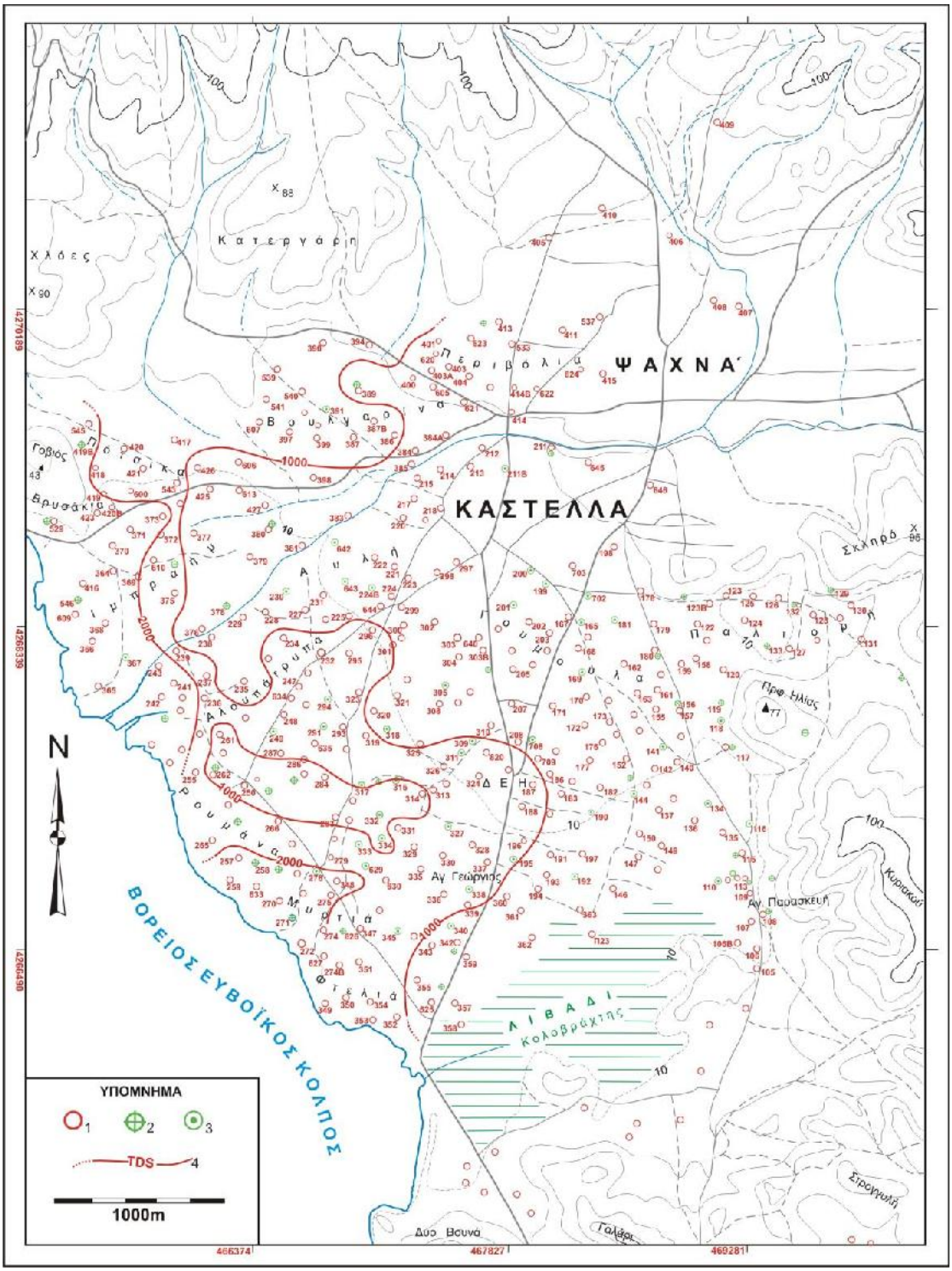
Στην τοποθεσία Βουλγαρίνα η συγκέντρωση του ασβεστίου κυμαίνεται μεταξύ Ca 72 και 82 mg/l, του νατρίου Na, 22 και 32mg/l, των ανθρακικών $HCO_3$ 344 – 368 mg/l, του χλωρίου Cl 64 και 89 mg/l, και των θειϊκών $SO_4$ 24 και 89 mg/l. Στην τοποθεσία Ιμπραήμ η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca κυμαίνεται μεταξύ 26 και 245 mg/l, του νατρίου Na, 27 και 460 mg/l, των ανθρακικών $HCO_3$ 309 – 339 mg/l, του χλωρίου Cl, 80 και 1021mg/l, και των θειϊκών $SO_4$, 76 και 393 mg/l.



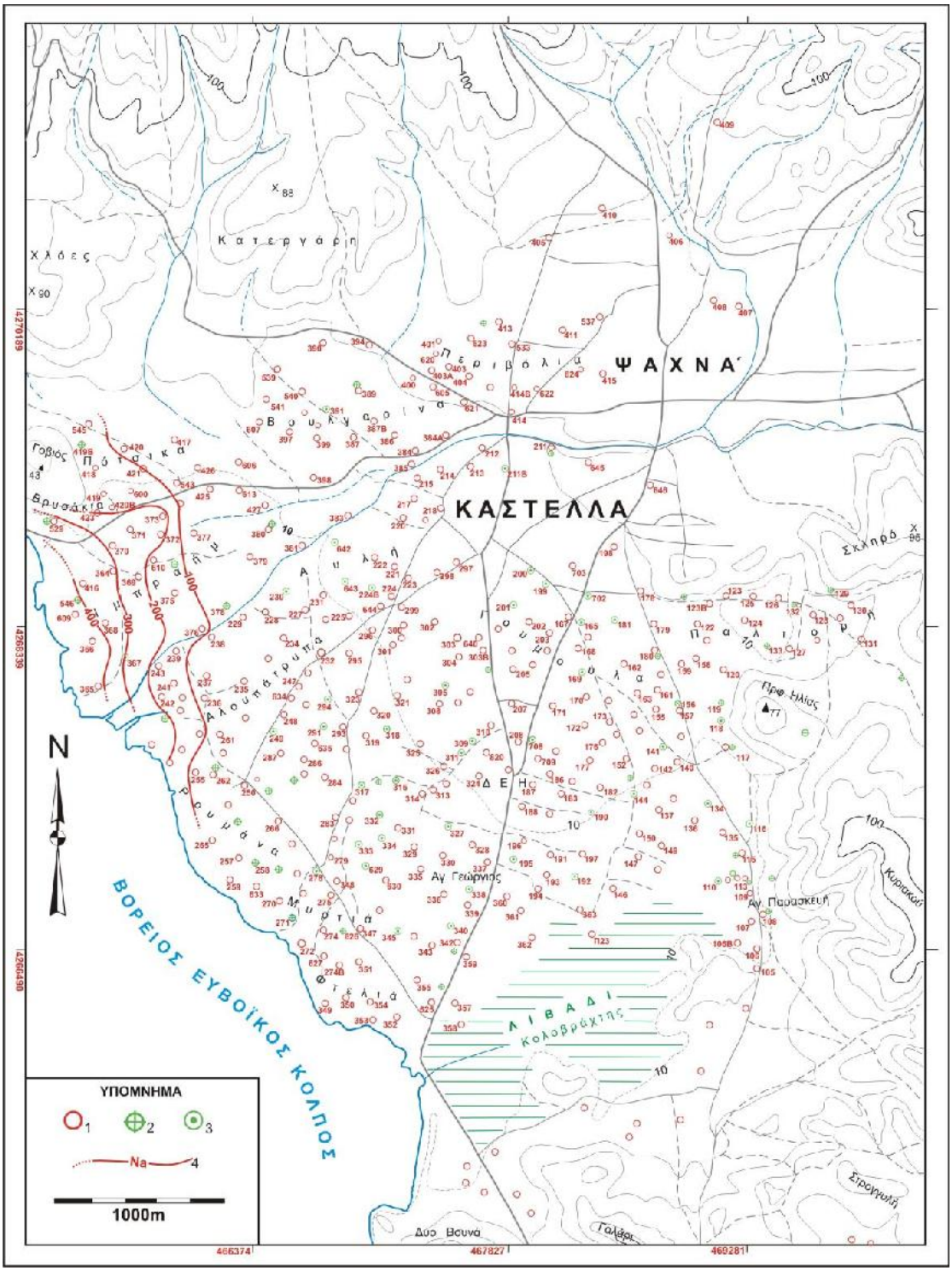

*Σχ.10.16: Τοπογραφική τομή της υδροχημικής ζώνης-5 και στάθμη νερού στα φρέατα της ζώνης*
*Fig.10.16: Hydrogeological section across the Hydrochemical zone -5 showing the water table and bottom of some dug wells below the sea level.*



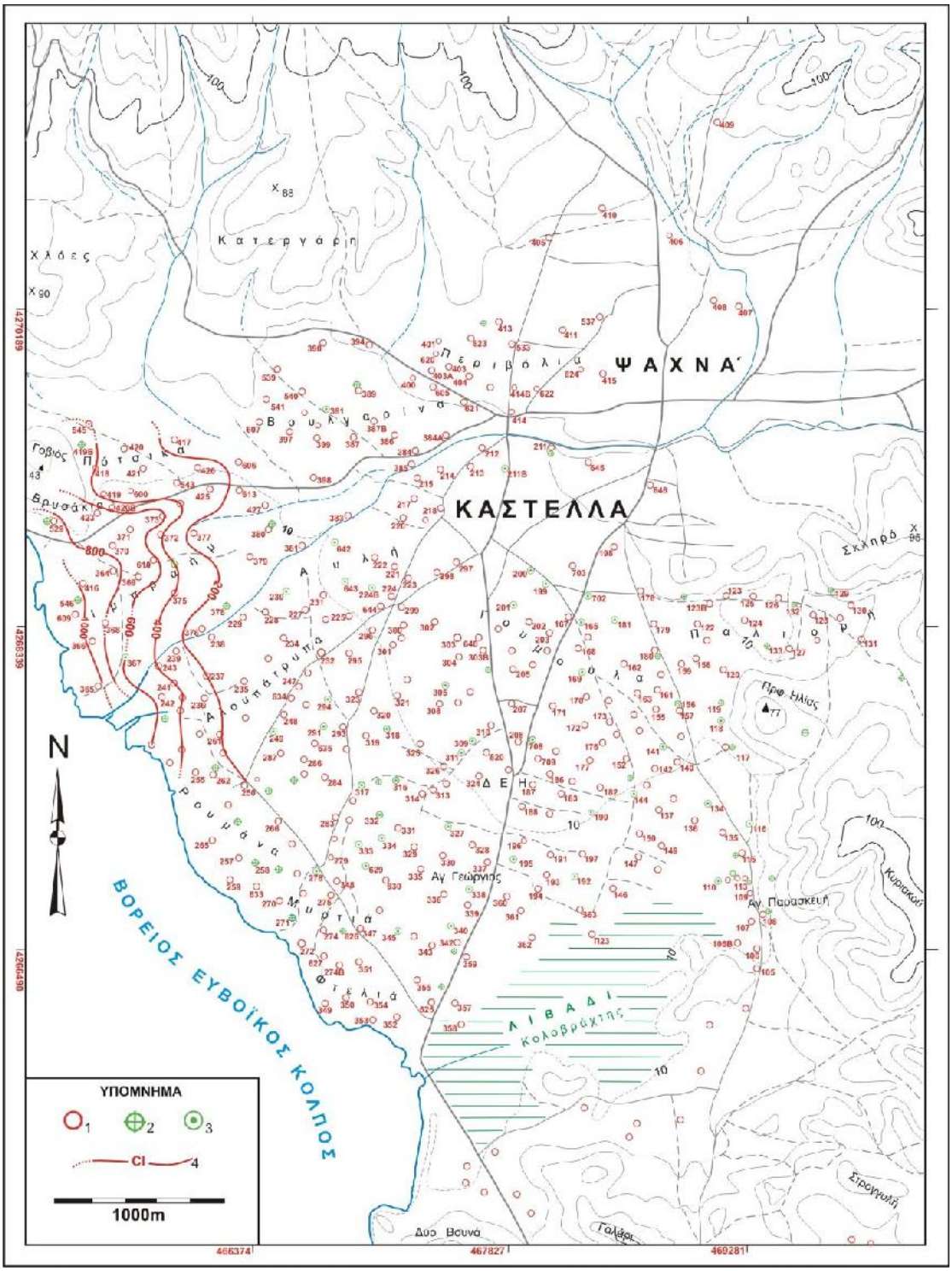

*Σχ.10.17: Υδροχημική ζώνη – **5**, EC, TDS, Ca, Na, HCO3, Cl, SO4. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.10.17: Geo - Hydrochemical section across zone -**5**, EC, TDS, Ca, Na, HCO3, SO4. Presents analyses of first and second hydrochemical test (10/10/1998 – 5/5/1999).*



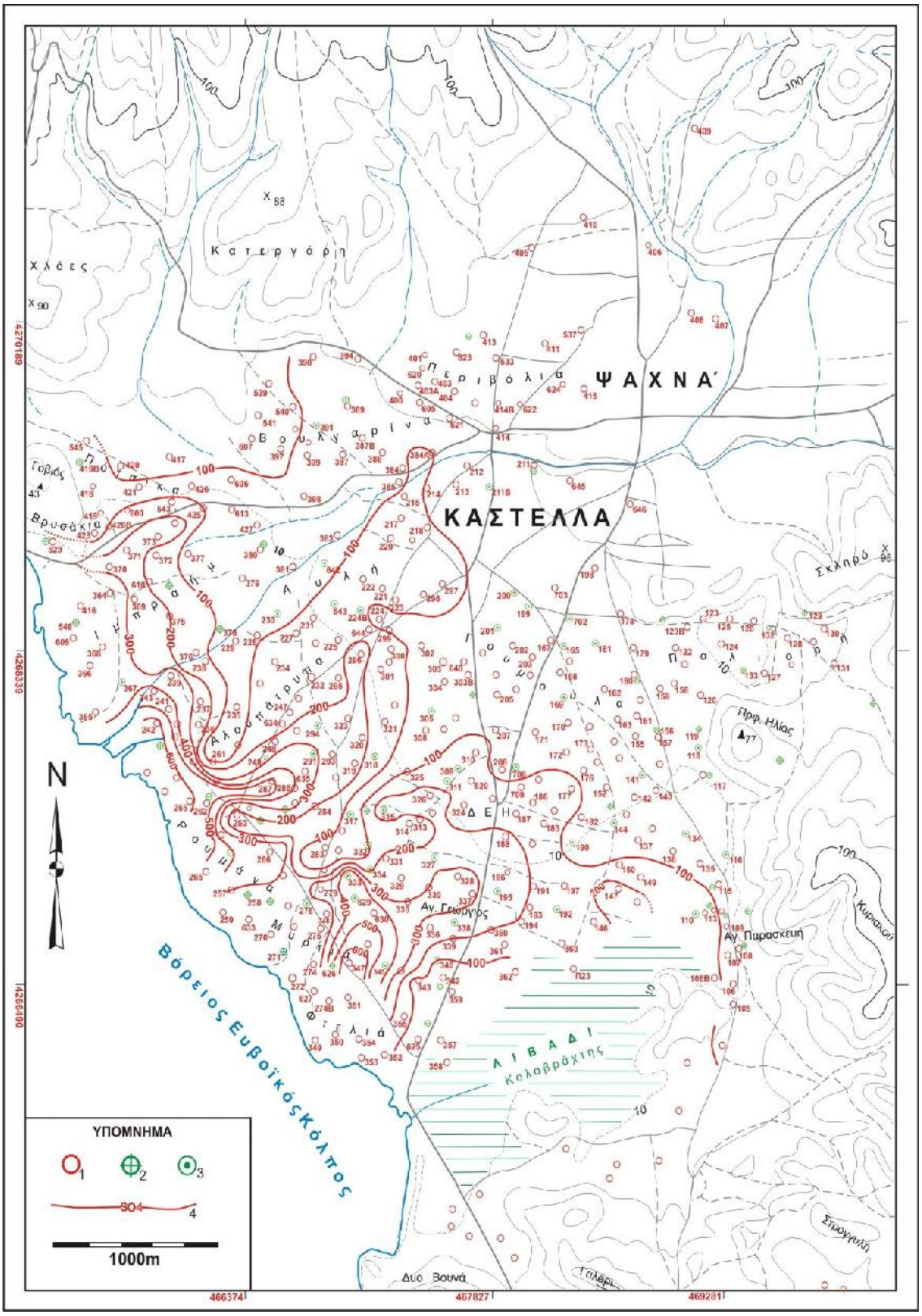

*Σχ.10.18: Υδροχημικός χάρτης κατανομής του συνόλου Διαλυμένων Στερεών TDS σε ppm στη περιοχή Καστέλλας – ψαχνών. 1, πηγάδι. 2, γεώτρηση. 3,πηγάδι εκβαθυμένο σε γεώτρηση. 4, καμπύλη ισοαλάτων. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης ((10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.10.18: Hydrochemical map distribution of Total Dissolved Solids concentration TDS in ppm. From the results of first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999). 1, Sample well. 2, Sample borehole. 3, Dual well – borehole. 4, Line of equal dissolved solids.*




*Σχ.10.19: Υδροχημικός χάρτης κατανομή του νατρίου σε ppm περιοχής Καστέλλας - Ψαχνών. 1, πηγάδι. 2, γεώτρηση. 3, πηγάδι εκβαθυμένο σε γεώτρηση. 4, καμπύλη ισονατρίου. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης ((10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.10.19: Hydrochemical map distribution of Sodium concentration Na in ppm. From the results of first and second samples tests (10/10/1998 – 5/5/1999).1, Sample well. 2, Sample borehole. 3, Dual well – borehole. 4, Lineof equal sodium.*

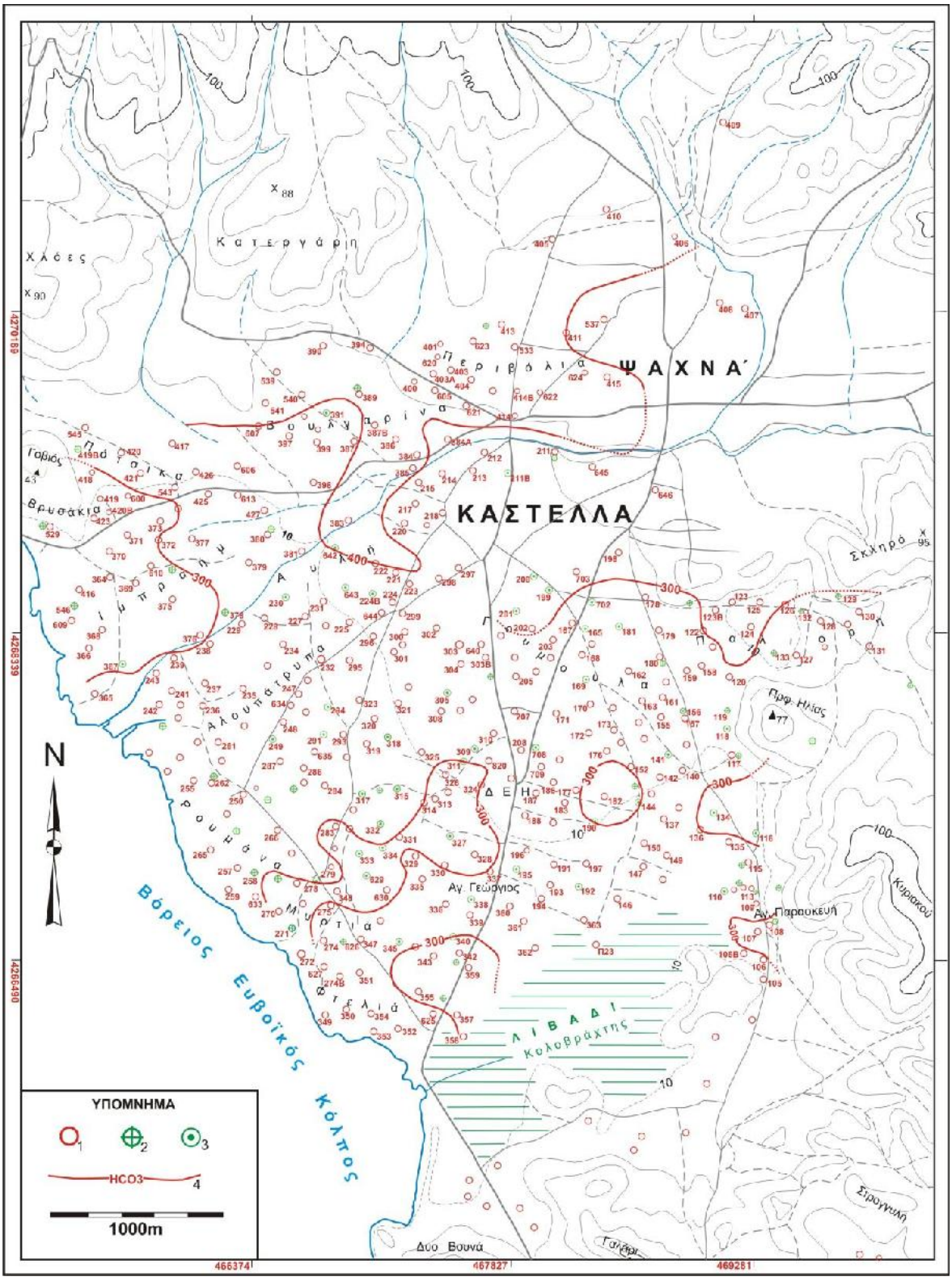



*Σχ.10.20: Υδροχημικός χάρτης κατανομή του χλωρίου σε ppm. 1, πηγάδι. 2, γεώτρηση. 3, πηγάδι εκβαθυμένο σε γεώτρηση. 4, καμπύλη ισοχλωρίων. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης ((10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.10.20: Hydrochemical map distribution of Chloride concentration in ppm. From the results of first and second hydochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999). 1, Sample Well. 2, Sample borehole. 3, dual well – borehole. 4, line of equal chloride.*




*Σχ.10.21:Περιοχή Καστέλλας – Ψαχνών. Υδροχημικός χάρτης κατανομής της θειικής ρίζας σε ppm.1, Πηγάδι. 2, Γεώτρηση. 3, Πηγάδι εκβαθυσμένο σε γεώτρηση. 4, καμπύλη ισοθειιούχων. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης ((10/10/1998 – 5/5/1999).*

*Fig. 10.21: N. Artaki area. Hydrochemical map distribution of sulfate concentration, in Kastella – Psachna area. 1, Well of sampling. 1, well. 2, borehole. 3, Dual well – borehole. 4, Line of equal sulfate SO4, ppm value. From results first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999).*




*Σχ.10.22:Περιοχή Καστέλλας - Ψαχνών. Υδροχημικός χάρτης κατανομής της οξιανθρακικής ρίζας σε ppm.1, Πηγάδι. 2, Γεώτρηση. 3, Πηγάδι εκβαθυμένο σε γεώτρηση. 4, καμπύλη ισοανθρακιών. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης ((10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.10.22: N. Artaki area. Hydrochemical map distribution of carbonate ion concentration in Kastella – Psachna area. 1, Well. 2, Borehole. 3, Dual well – borehole. 4, Lline of equal carbonicHCO3, ppm value. From results of first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999).*

### *10.3.6. ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ ΔΙΑΛΥΜΕΝΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ (TDS) ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΣΤΕΛΛΑΣ / ΨΑΧΝΩΝ*

Το σύνολο διαλυμένων αλάτων TDS αυξάνει σταδιακά από τα ανατολικά, ενδοχώρα, περιοχή Καστέλλας - Ψαχνών (καμπύλη <1000mg/l) προς δυτικά στην θαλάσσια περιοχή (καμπύλη 3000 mg/l). Το νερό είναι γλυκό, μέτρια γλυκό, μέτρια και αλμυρό (Ταξινόμηση ανά 1000 mg/l).
Η αύξηση της μεταλλικότητας είναι ανάλογη με τη γενική διεύθυνση της υπόγειας ροής του νερού, προς την θάλασσα (Σχ.10.18).
Η ποιότητα του νερού υδροφόρου **ΟΦ2** κατατάσσεται (σύνολο διαλυμένων αλάτων 548 – 2791 mg/l) σε τρείς κατηγορίες, γλυκό και μέτρια γλυκό και μέτρια αλμυρό νερό, του υδροφόρου **ΑΣ2** (σύνολο διαλυμένων αλάτων 503 – 862 mg/L) σε γλυκό νερό, του υδροφόρου **ΧΑΛ1** σε (σύνολο διαλυμένων αλάτων 518 – 3484 mg/L) γλυκό, μέτρια γλυκό, μέτρια αλμυρό και αλμυρό νερό, και του υδροφόρου **ΧΑΛ1Β** σε (σύνολο διαλυμένων αλάτων 905– 1068 mg/L) γλυκό και μέτρια γλυκό νερό.

### *10.3.7. ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΝΑΤΡΙΟΥ (Na) ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΣΤΕΛΛΑΣ / ΨΑΧΝΩΝ*

Η συγκέντρωση του Na, αυξάνει από την ενδοχώρα (καμπύλη <100mg/l) προς την θαλάσσια περιοχή (καμπύλη >400mg/l) στις τοποθεσίες Ιμπραήμ, Πότσικα και Βρυσάκια.
Η αύξηση της συγκέντρωσης νατρίου στο υδροφόρο, είναι ανάλογη με τη γενική διεύθυνση της υπόγειας ροής του νερού, προς την θάλασσα (Σχ.10.19).

### *10.3.8. ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΧΛΩΡΙΟΥ (Cl) ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΣΤΕΛΛΑΣ / ΨΑΧΝΩΝ*

Στην περιοχή (Ιμπραήμ, Πότσικα και Βρυσάκια) η συγκέντρωση του Cl, αυξάνει γήγορα από την ενδοχώρα (καμπύλη <200mg/l) προς την θαλάσσια περιοχή (καμπύλη >1000mg/l).
Η αύξηση της συγκέντρωσης χλωρίου στο υδροφόρο, είναι ανάλογη με τη γενική διεύθυνση της υπόγειας ροής του νερού, προς την θάλασσα (Σχ.10.20).

### *10.3.9. ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΘΕΙΙΚΗΣ ΡΙΖΑΣ ($SO_4$) ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΣΤΕΛΛΑΣ / ΨΑΧΝΩΝ*

Η συγκέντρωση της θειϊκής ρίζας $SO_4$, αυξάνει σταδιακά από την ενδοχώρα (καμπύλη <100mg/l) προς την θάλασσα περιοχή (καμπύλη >600mg/l) στις τοποθεσίες Πότσικα, Βρυσάκια, Ιμπραήμ, Αλουπότρυπα, Ρουμάνα, Μυρτιά και Φτελιά (Σχ.10.21).

### *10.3.10. ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΑΝΘΡΑΚΙΚΗΣ ΡΙΖΑΣ ($HCO_3$) ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΣΤΕΛΛΑΣ / ΨΑΧΝΩΝ*

Η συγκέντρωση της ανθρακικής ρίζας $HCO_3$, είναι σε ομαλή κατανομή σε ολόκληρη την περιοχή, αυξάνει σταδιακά από την κατάντη περιοχή (καμπύλη <300mg/l) προς την ανάντη περιοχή (καμπύλη >400mg/l) στις τοποθεσίες Βουλγαρίνα – Περιβόλια (Σχ.10.22).

### *10.3.11. ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ Revelle (R) ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΣΤΕΛΛΑΣ / ΨΑΧΝΩΝ*

Η τιμή του συντελεστή R, στο νερό της περιοχής (Καστέλλας – Ψαχνών) αυξάνεται ραγδαία στην θαλάσσια περιοχή και συγκεκριμένα στις τοποθεσίες Ιμπραήμ – Πότσικα – Βρυσάκια. Γενικά, η τιμή μειώνεται προς την ενδοχώρα (Πίν.10.5 και Σχ.10.23).

Η τιμή του συντελεστή R στο νερό του υδροφόρου **ΟΦ2** είναι μεταξύ 0.1 – 4.5 (υπόγειο νερό χωρίς θαλάσσια ρύπανση → ελαφρά ρυπασμένο → μέτρια ρυπασμένο νερό).
Συντελεστής Revelle (R) του υδροφόρου **ΑΣ2** είναι (μεταξύ 0.0 – 0.7). Το νερό δεν επηρεάζεται από την θάλασσα.
Η τιμή του συντελεστή R στο νερό του υδροφόρου **ΧΑΛ1** είναι μεταξύ 0.2 – 5.6 (υπόγειο νερό χωρίς θαλάσσια ρύπανση → ελαφρά ρυπασμένο → μέτρια ρυπασμένο νερό).
Συντελεστής Revelle (R) του υδροφόρου **ΧΑΛΒ1** είναι (0.1 – 0.12). Το νερό δεν επηρεάζεται από την θάλασσα (ζώνη χωρίς ρύπανση).

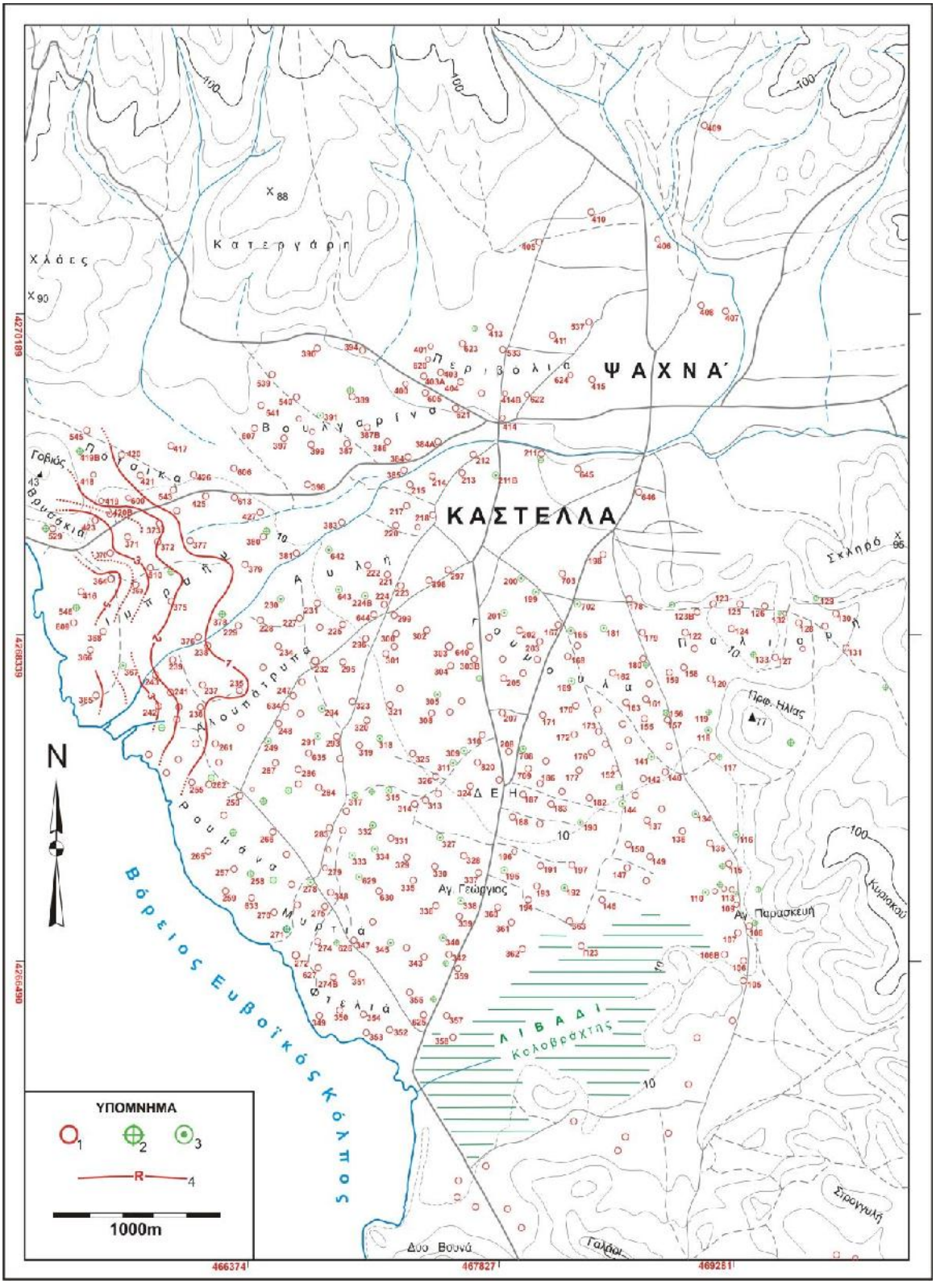
*Πίν.10.5: Περιοχή Καστέλλας – Ψαχνών. Τιμές του Συντελεστή Revelle (R). Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης ((10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Tab.10.5: Values of sea water intrusion Revelle (R). From the results of first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999).*

Περιοχή Καστέλλας

| A/A | Υδρο φόρος | Κωδικός δείγματος | R | A/A | Υδρο φόρος | Κωδικός δείγματος | R |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | ΟΦ1 | ΚΑ113 | 0.5 | 2 | ΟΦ2 | ΚΑ116 | 0.4 |
| 3 | ΟΦ1 | ΚΑ107 | 0.7 | 4 | ΑΣ2 | ΚΑ120 | 0.2 |
| 5 | ΧΑΛ1 | ΚΑ123 | 0.3 | 6 | ΧΑΛ1 | ΚΑ130 | 0.2 |
| 7 | ΧΑΛ1 | ΚΑ132 | 0.2 | 8 | ΑΣ2 | ΚΑ133 | 0.2 |
| 9 | ΧΑΛ1 | ΚΑ134 | 0.5 | 10 | ΧΑΛ1 | ΚΑ135 | 0.6 |
| 11 | ΧΑΛ1 | ΚΑ137 | 0.7 | 12 | ΧΑΛ1 | ΚΑ140 | 0.3 |
| 13 | ΧΑΛ1 | ΚΑ141 | 0.3 | 14 | ΧΑΛ1 | ΚΑ147 | 0.9 |
| 15 | ΧΑΛ1 | ΚΑ152 | 0.2 | 16 | ΧΑΛ1 | ΚΑ157 | 0.2 |
| 17 | ΧΑΛ1 | ΚΑ161 | 0.2 | 18 | ΧΑΛ1 | ΚΑ163 | 0.3 |
| 19 | ΧΑΛ1 | ΚΑ167 | 0.3 | 20 | ΧΑΛ1 | ΚΑ168 | 0.2 |
| 21 | ΧΑΛ1 | ΚΑ170 | 0.3 | 22 | ΧΑΛ1 | ΚΑ172 | 0.3 |
| 23 | ΧΑΛ1 | ΚΑ176 | 0.2 | 24 | ΧΑΛ1 | ΚΑ177 | 0.3 |
| 25 | ΧΑΛ1 | ΚΑ178 | 0.2 | 26 | ΧΑΛ1 | ΚΑ180 | 0.3 |
| 27 | ΧΑΛ1 | ΚΑ181 | 0.4 | 28 | ΧΑΛ1 | ΚΑ182 | 0.4 |
| 29 | ΧΑΛ1 | ΚΑ187 | 0.4 | 30 | ΧΑΛ1 | ΚΑ190 | 0.3 |
| 31 | ΧΑΛ1 | ΚΑ192 | 0.4 | 32 | ΧΑΛ1 | ΚΑ196 | 0.5 |
| 33 | ΧΑΛ1 | ΚΑ198 | 0.3 | 43 | ΧΑΛ1 | ΚΑ201 | 0.3 |
| 35 | ΧΑΛ1 | ΚΑ205 | 0.3 | 36 | ΧΑΛ1 | ΚΑ208 | 0.3 |
| 37 | ΟΦ2 | ΚΑ212 | 0.2 | 38 | ΧΑΛ1 | ΚΑ215 | 0.3 |
| 39 | ΟΦ2 | ΚΑ220 | 0.3 | 40 | ΟΦ2 | ΚΑ222 | 0.2 |
| 41 | ΟΦ2 | ΚΑ224 | 0.4 | 42 | ΧΑΛ1 | ΚΑ227 | 0.4 |
| 43 | ΧΑΛ1 | ΚΑ229 | 0.3 | 44 | ΧΑΛ1 | ΚΑ230 | 0.4 |
| 45 | ΧΑΛ1 | ΚΑ234 | 0.7 | 46 | ΧΑΛ1 | ΚΑ235 | 1.1 |
| 47 | ΧΑΛ1 | ΚΑ236 | 1.1 | 49 | ΧΑΛ1 | ΚΑ239 | 1.6 |
| 49 | ΧΑΛ1 | ΚΑ242 | 3.0 | 50 | ΧΑΛ1 | ΚΑ247 | 0.7 |
| 51 | ΧΑΛ1 | ΚΑ250 | 0.5 | 52 | ΧΑΛ1 | ΚΑ255 | 0.9 |
| 53 | ΧΑΛ1 | ΚΑ258 | 0.4 | 54 | ΧΑΛ1 | ΚΑ259 | 0.5 |
| 55 | ΧΑΛ1 | ΚΑ261 | 0.5 | 56 | ΧΑΛ1 | ΚΑ265 | 0.8 |
| 57 | ΧΑΛ1 | ΚΑ266 | 0.8 | 58 | ΧΑΛ1 | ΚΑ270 | 0.4 |
| 59 | ΧΑΛ1 | ΚΑ271 | 0.6 | 60 | ΧΑΛ1 | ΚΑ274 | 0.6 |
| 61 | ΧΑΛ1 | ΚΑ279 | 0.7 | 62 | ΧΑΛ1 | ΚΑ283 | 0.5 |
| 63 | ΧΑΛ1 | ΚΑ284 | 0.4 | 64 | ΧΑΛ1 | ΚΑ287 | 0.9 |
| 65 | ΧΑΛ1 | ΚΑ291 | 0.7 | 66 | ΧΑΛ1 | ΚΑ296 | 0.5 |
| 67 | ΟΦ2 | ΚΑ298 | 0.4 | 68 | ΧΑΛ1 | ΚΑ302 | 0.2 |
| 69 | ΧΑΛ1 | ΚΑ305 | 0.3 | 70 | ΧΑΛ1 | ΚΑ309 | 0.4 |
| 71 | ΧΑΛ1 | ΚΑ314 | 0.5 | 72 | ΧΑΛ1 | ΚΑ315 | 0.6 |
| 73 | ΧΑΛ1 | ΚΑ318 | 0.5 | 74 | ΧΑΛ1 | ΚΑ322 | 0.3 |
| 75 | ΧΑΛ1 | ΚΑ325 | 0.3 | 76 | ΧΑΛ1 | ΚΑ326 | 0.6 |
| 77 | ΧΑΛ1 | ΚΑ328 | 0.9 | 78 | ΧΑΛ1 | ΚΑ331 | 0.7 |
| 79 | ΧΑΛ1 | ΚΑ332 | 0.4 | 80 | ΧΑΛ1 | ΚΑ333 | 1.0 |
| 81 | ΧΑΛ1 | ΚΑ334 | 0.4 | 82 | ΧΑΛ1 | ΚΑ336 | 0.6 |
| 83 | ΧΑΛ1 | ΚΑ338 | 0.5 | 84 | ΧΑΛ1 | ΚΑ340 | 0.4 |
| 85 | ΧΑΛ1 | ΚΑ343 | 0.6 | 86 | ΧΑΛ1 | ΚΑ345 | 0.7 |
| 87 | ΧΑΛ1 | ΚΑ347 | 0.8 | 88 | ΧΑΛ1 | ΚΑ348 | 0.5 |
| 89 | ΧΑΛ1 | ΚΑ351 | 0.8 | 90 | ΧΑΛ1 | ΚΑ352 | 0.4 |
| 91 | ΧΑΛ1 | ΚΑ357 | 0.5 | 92 | ΧΑΛ1 | ΚΑ362 | 0.5 |

Περιοχή Ψαχνών

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 93 | ΧΑΛ1 | ΨΧ364 | 5.2 | 94 | ΧΑΛ1 | ΨΧ365 | 5.6 |
| 95 | ΧΑΛ1 | ΨΧ370 | 4.7 | 96 | ΧΑΛ1 | ΨΧ373 | 5.2 |
| 97 | ΧΑΛ1 | ΨΧ376 | 1.1 | 98 | ΧΑΛ1 | ΨΧ377 | 0.4 |
| 99 | ΟΦ2 | ΨΧ379 | 0.4 | 100 | ΟΦ2 | ΨΧ381 | 0.2 |
| 101 | ΟΦ2 | ΨΧ383 | 0.1 | 102 | ΟΦ2 | ΨΧ417 | 1.8 |
| 103 | ΟΦ2 | ΨΧ419 | 1.5 | 104 | ΟΦ2 | ΨΧ423 | 4.5 |
| 105 | ΟΦ2 | ΨΧ384 | 0.2 | 106 | ΟΦ2 | ΨΧ387 | 0.4 |
| 107 | ΟΦ2 | ΨΧ389 | 0.2 | 108 | ΟΦ2 | ΨΧ391 | 0.4 |
| 109 | ΟΦ2 | ΨΧ394 | 0.2 | 110 | ΟΦ2 | ΨΧ397 | 0.5 |
| 111 | ΟΦ2 | ΨΧ398 | 0.3 | 112 | ΟΦ2 | ΨΧ403 | 0.2 |
| 113 | ΟΦ2 | ΨΧ405 | 0.1 | 114 | ΧΑΛ1Β | ΨΧ408 | 0.2 |
| 115 | ΟΦ2 | ΨΧ411 | 0.2 | 116 | ΟΦ2 | ΨΧ414 | 0.2 |
| 117 | ΟΦ2 | ΨΧ415 | 0.2 | 118 | ΟΦ2 | ΨΧ420 | 0.7 |
| 119 | ΟΦ2 | ΨΧ421 | 1.6 | 120 | ΟΦ2 | ΨΧ426 | 0.5 |




*Σχ.10.23: Περιοχή Καστέλλας – Ψαχνών. Υδροχημικός χάρτης διείσδυσης του θαλασσινού νερού, προτεινόμενο όριο Καλλέργης, (Συντελεστής **Revelle**). 1, πηγάδι. 2, Γεώτρηση. 3, πηγάδι εκβαθυμένο σε γεώτρηση. 4, καμπύλη ίσων τιμών R. ). Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης ((10/10/1998 – 5/5/1999).*

*Fig.10.23: Hydrochemical map of sea water intrusion, by intended Kallergis limit ( Revelle ratio). 1, Well of sample. 2, Borehole of sample. 3, line of equal value R. From the results of the first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999).*

### *10.3.12. ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΔΙΟΡΘΩΜΕΝΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΗ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ ΝΑΤΡΙΟΥ ($SAR_δ$) ΚΑΙ ΑΛΓΕΒΡΙΚΟ ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΩΝ ΟΡΩΝ ΣΤΗ ΑΓΥΛΗ* - ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΣΤΕΛΛΑΣ / ΨΑΧΝΩΝ*

*Πίν.10.6: Περιοχή Καστέλλας – Ψαχνών. Τιμές συντελεστή ($SAR_δ$) και αλγεβρικό άθροισμα των όρων στη αγκύλη. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης ((10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Tab.10.6: Values of Adjusted ($SAR_δ$) and the total between two bracket. From the results of first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999).*

Περιοχή Καστέλλας

| A/A | Υδρο φόρος | Κωδικός δείγματος | Αγκύλη | $SAR_δ$ | A/A | Υδρο φόρος | Κωδικός δείγματος | Αγκύλη | $SAR_δ$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | ΟΦ2 | ΚΑ113 | 2.5 | 2.8 | 2 | ΟΦ2 | ΚΑ116 | 2.2 | 2.0 |
| 3 | ΟΦ2 | ΚΑ107 | 2.2 | 3.2 | 4 | ΑΣ2 | ΚΑ120 | 2.4 | 1.2 |
| 5 | ΧΑΛ1 | ΚΑ123 | 2.4 | 1.4 | 6 | ΧΑΛ1 | ΚΑ130 | 2.4 | 1.3 |
| 7 | ΧΑΛ1 | ΚΑ132 | 2.4 | 1.3 | 8 | ΑΣ2 | ΚΑ133 | 2.5 | 1.3 |
| 9 | ΧΑΛ1 | ΚΑ134 | 2.3 | 1.8 | 10 | ΧΑΛ1 | ΚΑ135 | 2.6 | 2.4 |
| 11 | ΧΑΛ1 | ΚΑ137 | 2.6 | 4.5 | 12 | ΧΑΛ1 | ΚΑ140 | 1.5 | 0.9 |
| 13 | ΧΑΛ1 | ΚΑ141 | 2.4 | 1.5 | 14 | ΧΑΛ1 | ΚΑ147 | 2.7 | 5.6 |
| 15 | ΧΑΛ1 | ΚΑ152 | 2.5 | 1.1 | 16 | ΧΑΛ1 | ΚΑ157 | 2.6 | 1.3 |
| 17 | ΧΑΛ1 | ΚΑ161 | 2.7 | 1.3 | 18 | ΧΑΛ1 | ΚΑ163 | 2.4 | 1.2 |
| 19 | ΧΑΛ1 | ΚΑ167 | 2.5 | 1.4 | 20 | ΧΑΛ1 | ΚΑ168 | 2.5 | 1.3 |
| 21 | ΧΑΛ1 | ΚΑ170 | 2.4 | 1.3 | 22 | ΧΑΛ1 | ΚΑ172 | 2.5 | 1.4 |
| 23 | ΧΑΛ1 | ΚΑ176 | 2.4 | 1.4 | 24 | ΧΑΛ1 | ΚΑ177 | 2.5 | 1.3 |
| 25 | ΧΑΛ1 | ΚΑ178 | 2.5 | 1.3 | 26 | ΧΑΛ1 | ΚΑ180 | 2.6 | 1.4 |
| 27 | ΧΑΛ1 | ΚΑ181 | 2.6 | 1.4 | 28 | ΧΑΛ1 | ΚΑ182 | 2.2 | 1.7 |
| 29 | ΧΑΛ1 | ΚΑ187 | 2.7 | 1.8 | 30 | ΧΑΛ1 | ΚΑ190 | 2.5 | 1.3 |
| 31 | ΧΑΛ1 | ΚΑ192 | 2.5 | 2.9 | 32 | ΧΑΛ1 | ΚΑ196 | 2.8 | 2.0 |
| 33 | ΧΑΛ1 | ΚΑ198 | 2.4 | 1.4 | 34 | ΧΑΛ1 | ΚΑ201 | 2.4 | 1.6 |
| 35 | ΧΑΛ1 | ΚΑ205 | 2.6 | 1.6 | 36 | ΧΑΛ1 | ΚΑ208 | 2.5 | 1.5 |
| 37 | ΟΦ2 | ΚΑ212 | 2.4 | 1.0 | 38 | ΧΑΛ1 | ΚΑ215 | 2.6 | 1.3 |
| 39 | ΟΦ2 | ΚΑ220 | 2.7 | 1.7 | 40 | ΟΦ2 | ΚΑ222 | 2.7 | 14 |
| 41 | ΟΦ2 | ΚΑ224 | 2.8 | 2.3 | 42 | ΧΑΛ1 | ΚΑ227 | 2.7 | 2.1 |
| 43 | ΧΑΛ1 | ΚΑ229 | 2.4 | 1.2 | 44 | ΧΑΛ1 | ΚΑ230 | 2.6 | 1.3 |
| 45 | ΧΑΛ1 | ΚΑ234 | 2.7 | 2.1 | 46 | ΧΑΛ1 | ΚΑ235 | 2.5 | 3.9 |
| 47 | ΧΑΛ1 | ΚΑ236 | 2.7 | 2.9 | 48 | ΧΑΛ1 | ΚΑ239 | 2.7 | 4.5 |
| 49 | ΧΑΛ1 | ΚΑ242 | 2.7 | 4.9 | 50 | ΧΑΛ1 | ΚΑ247 | 2.6 | 2.2 |
| 51 | ΧΑΛ1 | ΚΑ250 | 2.6 | 1.7 | 52 | ΧΑΛ1 | ΚΑ255 | 2.8 | 3.1 |
| 53 | ΧΑΛ1 | ΚΑ258 | 2.4 | 1.3 | 54 | ΧΑΛ1 | ΚΑ259 | 2.7 | 2.2 |
| 55 | ΧΑΛ1 | ΚΑ261 | 2.5 | 1.7 | 56 | ΧΑΛ1 | ΚΑ265 | 6.7 | 28.3 |
| 57 | ΧΑΛ1 | ΚΑ266 | 2.7 | 1.9 | 58 | ΧΑΛ1 | ΚΑ270 | 2.3 | 1.2 |
| 59 | ΧΑΛ1 | ΚΑ271 | 2.6 | 1.6 | 60 | ΧΑΛ1 | ΚΑ274 | 2.6 | 3.1 |
| 61 | ΧΑΛ1 | ΚΑ279 | 2.8 | 1.9 | 62 | ΧΑΛ1 | ΚΑ283 | 2.3 | 1.3 |
| 63 | ΧΑΛ1 | ΚΑ284 | 2.6 | 2.0 | 64 | ΧΑΛ1 | ΚΑ287 | 2.8 | 2.5 |
| 65 | ΧΑΛ1 | ΚΑ291 | 2.8 | 2.2 | 66 | ΧΑΛ1 | ΚΑ296 | 2.8 | 2.4 |
| 67 | ΟΦ2 | ΚΑ298 | 2.7 | 1.2 | 68 | ΧΑΛ1 | ΚΑ302 | 2.6 | 1.3 |
| 69 | ΧΑΛ1 | ΚΑ305 | 2.5 | 1.8 | 70 | ΧΑΛ1 | ΚΑ309 | 2.6 | 1.9 |
| 71 | ΧΑΛ1 | ΚΑ314 | 2.6 | 1.3 | 72 | ΧΑΛ1 | ΚΑ315 | 2.7 | 1.8 |
| 73 | ΧΑΛ1 | ΚΑ318 | 2.6 | 1.8 | 74 | ΧΑΛ1 | ΚΑ322 | 2.8 | 1.9 |
| 75 | ΧΑΛ1 | ΚΑ325 | 2.5 | 1.7 | 76 | ΧΑΛ1 | ΚΑ326 | 2.7 | 1.9 |
| 77 | ΧΑΛ1 | ΚΑ328 | 2.7 | 1.8 | 78 | ΧΑΛ1 | ΚΑ331 | 2.6 | 1.7 |
| 79 | ΧΑΛ1 | ΚΑ332 | 2.5 | 1.4 | 80 | ΧΑΛ1 | ΚΑ333 | 6.7 | 4.0 |
| 81 | ΧΑΛ1 | ΚΑ334 | 2.4 | 1.5 | 82 | ΧΑΛ1 | ΚΑ336 | 2.7 | 2.0 |
| 83 | ΧΑΛ1 | ΚΑ338 | 2.8 | 1.9 | 84 | ΧΑΛ1 | ΚΑ340 | 2.3 | 1.2 |
| 85 | ΧΑΛ1 | ΚΑ343 | 2.3 | 3.1 | 86 | ΧΑΛ1 | ΚΑ345 | 2.7 | 2.6 |
| 87 | ΧΑΛ1 | ΚΑ347 | 2.8 | 2.7 | 88 | ΧΑΛ1 | ΚΑ348 | 2.4 | 1.5 |
| 89 | ΧΑΛ1 | ΚΑ351 | 2.8 | 3.0 | 90 | ΧΑΛ1 | ΚΑ352 | 2.6 | 1.7 |
| 91 | ΧΑΛ1 | ΚΑ357 | 2.4 | 1.8 | 92 | ΧΑΛ1 | ΚΑ362 | 2.4 | 1.7 |

Περιοχή Ψαχνών

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 93 | ΧΑΛ1 | ΨΧ364 | 6.8 | 10.0 | 94 | ΧΑΛ1 | ΨΧ365 | 2.6 | 14.8 |
| 95 | ΧΑΛ1 | ΨΧ370 | 2.6 | 10.0 | 96 | ΧΑΛ1 | ΨΧ373 | 2.6 | 7.3 |
| 97 | ΧΑΛ1 | ΨΧ376 | 2.4 | 5.4 | 98 | ΧΑΛ1 | ΨΧ377 | 2.4 | 1.5 |
| 99 | ΟΦ2 | ΨΧ379 | 2.5 | 1.3 | 100 | ΟΦ2 | ΨΧ381 | 2.5 | 1.1 |
| 101 | ΟΦ2 | ΨΧ383 | 2.7 | 1.3 | 102 | ΟΦ2 | ΨΧ417 | 2.7 | 6.7 |
| 103 | ΟΦ2 | ΨΧ419 | 2.7 | 6.9 | 104 | ΟΦ2 | ΨΧ423 | 2.6 | 6.8 |
| 105 | ΟΦ2 | ΨΧ384 | 2.4 | 1.5 | 106 | ΟΦ2 | ΨΧ387 | 2.8 | 1.4 |
| 107 | ΟΦ2 | ΨΧ389 | 2.8 | 1.5 | 108 | ΟΦ2 | ΨΧ391 | 2.8 | 1.3 |
| 109 | ΟΦ2 | ΨΧ394 | 2.9 | 1.5 | 110 | ΟΦ2 | ΨΧ397 | 2.7 | 1.9 |

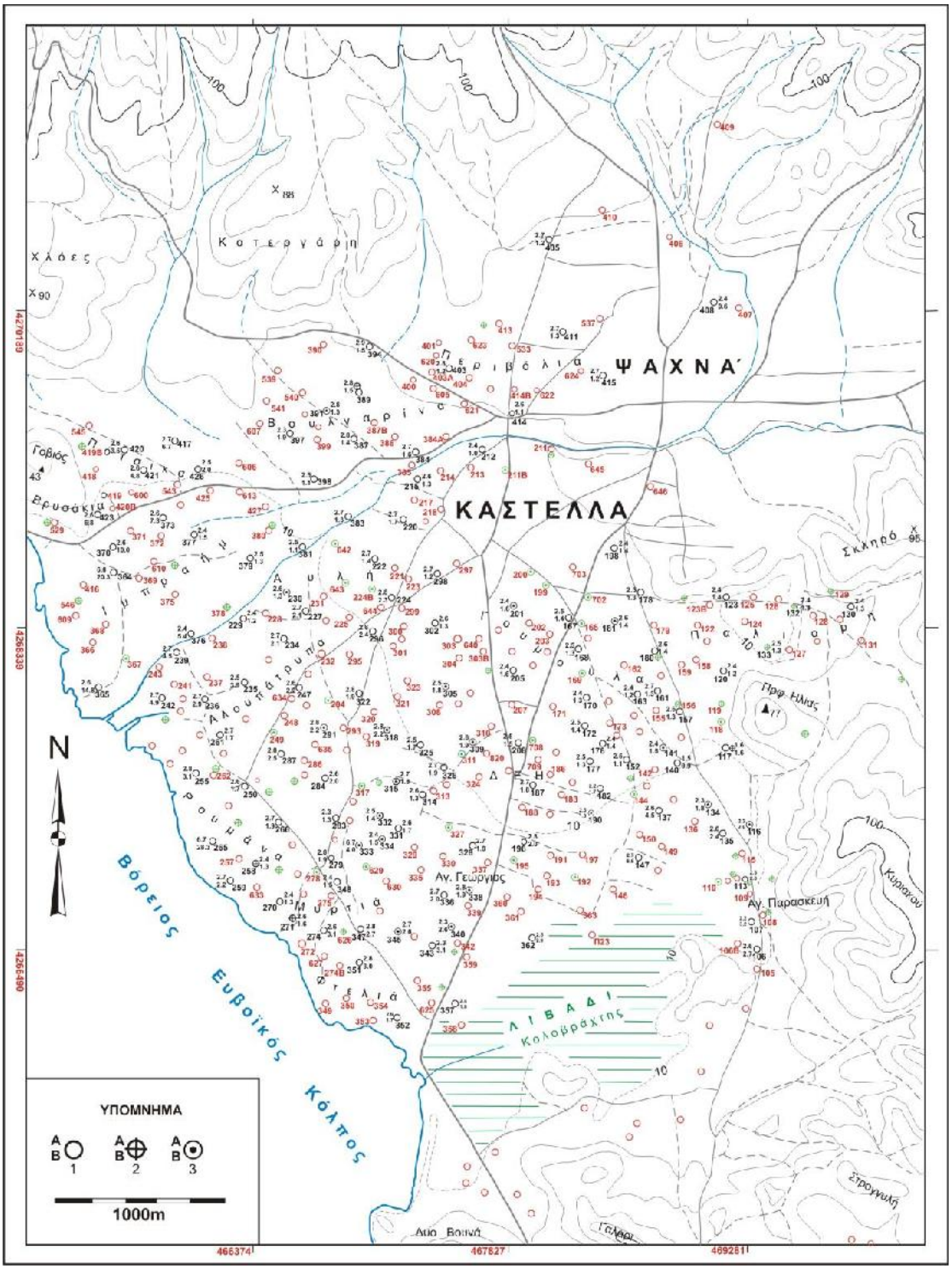
| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 111 | ΟΦ2 | ΨΧ398 | 2.5 | 1.1 | 112 | ΟΦ2 | ΨΧ403 | 2.8 | 1.2 |
| 114 | ΟΦ2 | ΨΧ405 | 2.7 | 1.2 | 114 | ΧΑΛ1Β | ΨΧ408 | 2.4 | 0.5 |
| 115 | ΟΦ2 | ΨΧ411 | 2.7 | 1.3 | 116 | ΟΦ2 | ΨΧ414 | 2.6 | 1.1 |
| 117 | ΟΦ2 | ΨΧ415 | 2.7 | 1.2 | 118 | ΟΦ2 | ΨΧ420 | 2.6 | 3.5 |
| 119 | ΟΦ2 | ΨΧ421 | 2.6 | 4.8 | 120 | ΟΦ2 | ΨΧ426 | 2.5 | 2.0 |

Η τιμή του αλγεβρικού αθροίσματος των όρων που βρίσκονται στην αγκύλη, στο νερό του υδροφόρου **ΧΑΛ1** είναι μεταξύ 2.2 – 6.8 με αποτέλεσμα να αποτίθεται στο έδαφος και στις συσκευές τα ανθρακικά άλατα του ασβεστίου. Η τιμή $SAR_{\delta}$ είναι 1.0 – 14.8

Το αλγεβρικό άθροισμα των όρων στη αγκύλη του νερού υδροφόρου **ΧΑΛ1Β** είναι (1.5 – 2.74) μεγαλύτερο της μονάδας τότε αποτίθενται στο έδαφος ανθρακικά άλατα του ασβεστίου από το νερό.

Η τιμή του αλγεβρικού αθροίσματος των όρων που βρίσκονται στην αγκύλη, στο νερό του υδροφόρου **ΑΣ2** είναι μεταξύ 2.4 – 2.5 με αποτέλεσμα να αποτίθεται στο έδαφος και στις συσκευές ανθρακικά άλατα του ασβεστίου. Η τιμή $SAR_{\delta}$ είναι 1.2 – 1.3

Η τιμή του αλγεβρικού αθροίσματος των όρων που βρίσκονται στην αγκύλη, στο νερό του υδροφόρου **ΟΦ2** είναι μεταξύ 2.4 – 2.9 με αποτέλεσμα να αποτίθεται στο έδαφος και στις συσκευές ανθρακικά άλατα του ασβεστίου. Η τιμή $SAR_{\delta}$ είναι 1.1 – 6.9 (Πίν.10.6 και Σχ.10.24).




*Σχ.10.24: Περιοχή καστέλλας – Ψαχνών. Υδροχημικός χάρτης κατανομής του συντελεστή προσρόφησης νατρίου (**SAR$_δ$**). 1,2,3 φρέαρ. Α, αλγεβρικό άθροισμα των όρων στην αγκύλη. Β, διορθωμένος συντελεστής **SAR$_δ$**. ). Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης ((10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.10.24: Hydrochemical map distribution of Adjusted Adsorption Ratio (**SAR$_δ$**). A, Total value between two bracket. 2, Adjusted adsorption ratio value. Results from the first and second hydrochemical test (10/10/1998 – 5/5/1999).*

### *10.3.13. ΙΟΝΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ (Mandel / Shiftan) ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΣΤΕΛΛΑΣ / ΨΑΧΝΩΝ*

*Πίν.10.7:Περιοχή Καστέλλας – Ψαχνών. Ιοντικές σχέσεις του Mandel Shiftan. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης ((10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Tab.10.7: Ionic ratios of Mandel – Shiftan. From the results of the first and second hydrochemical analyses Kastella – Psachna area (10/10/1998 – 5/5/1999).*

Περιοχή Καστέλλας

| A/A | Υδροφόρος | Κωδικός δείγματος | (Ca+Mg) / (K+Na) meq/l | Na / K meq/l | $HCO_3$ / Cl meq/l | $SO_4$ / Cl meq/l |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | ΟΦ1 | ΚΑ113 | 5.0 | 40 | 1.9 | 0.3 |
| 2 | ΟΦ2 | ΚΑ116 | 3.4 | **21** | 2.4 | 0.2 |
| 3 | ΟΦ1 | ΚΑ107 | 2.4 | 37 | 1.4 | 0.2 |
| 4 | ΑΣ2 | ΚΑ120 | 7 | 32 | 5.0 | 0.7 |
| 5 | ΧΑΛ1 | ΚΑ123 | 6 | **63** | 3.9 | **1.2** |
| 6 | ΧΑΛ1 | ΚΑ130 | 8 | **24** | 4.7 | **1.0** |
| 7 | ΧΑΛ1 | ΚΑ132 | 5 | 3 | 4.8 | 0.8 |
| 8 | ΑΣ2 | ΚΑ133 | 8 | 110 | 4.3 | **1.3** |
| 9 | ΧΑΛ1 | ΚΑ134 | 4 | **20** | 2.0 | 0.3 |
| 10 | ΧΑΛ1 | ΚΑ135 | 5 | 75 | 1.6 | 0.5 |
| 11 | ΧΑΛ1 | ΚΑ137 | 5 | **60** | 1.5 | 0.8 |
| 12 | ΧΑΛ1 | ΚΑ140 | 7 | **70** | 3.1 | 0.9 |
| 13 | ΧΑΛ1 | ΚΑ141 | 6 | 31 | 3.9 | 0.9 |
| 14 | ΧΑΛ1 | ΚΑ147 | 5 | 73 | 1.1 | 0.8 |
| 15 | ΧΑΛ1 | ΚΑ152 | 1 | **60** | 4.2 | **1.0** |
| 16 | ΧΑΛ1 | ΚΑ157 | 8 | **20** | 5.0 | **1.0** |
| 17 | ΧΑΛ1 | ΚΑ161 | 10 | **24** | 4.4 | 0.8 |
| 18 | ΧΑΛ1 | ΚΑ163 | 6 | 4 | 5.0 | 0.9 |
| 19 | ΧΑΛ1 | ΚΑ167 | 8 | **60** | 4.0 | 0.9 |
| 20 | ΧΑΛ1 | ΚΑ168 | 8 | 35 | 4.5 | 0.9 |
| 21 | ΧΑΛ1 | ΚΑ170 | 7 | 38 | 3.7 | 1.0 |
| 22 | ΧΑΛ1 | ΚΑ172 | 8 | **63** | 3.7 | **1.3** |
| 23 | ΧΑΛ1 | ΚΑ176 | 10 | **16** | 4.5 | **1.0** |
| 24 | ΧΑΛ1 | ΚΑ177 | 9 | 31 | 3.0 | **1.6** |
| 25 | ΧΑΛ1 | ΚΑ178 | 8 | 35 | 4.7 | 0.9 |
| 26 | ΧΑΛ1 | ΚΑ180 | 8 | 30 | 3.9 | **1.1** |
| 27 | ΧΑΛ1 | ΚΑ181 | 7 | **22** | 4.2 | **1.0** |
| 28 | ΧΑΛ1 | ΚΑ182 | 6 | 48 | 2.4 | 0.8 |
| 29 | ΧΑΛ1 | ΚΑ187 | 8 | 180 | 2.2 | **1.6** |
| 30 | ΧΑΛ1 | ΚΑ190 | 8 | **22** | 3.2 | 0.9 |
| 31 | ΧΑΛ1 | ΚΑ192 | 8 | **22** | 3.2 | 0.9 |
| 32 | ΧΑΛ1 | ΚΑ196 | 8 | 112 | 1.8 | **1.8** |
| 33 | ΧΑΛ1 | ΚΑ198 | 6 | **18** | 3.9 | 0.9 |
| 34 | ΧΑΛ1 | ΚΑ201 | 6 | **70** | 3.0 | 0.8 |
| 35 | ΧΑΛ1 | ΚΑ205 | 7 | 45 | 3.5 | **1.0** |
| 36 | ΧΑΛ1 | ΚΑ208 | 7 | 42 | 3.6 | 0.9 |
| 37 | ΟΦ2 | ΚΑ212 | 8 | **20** | 6.0 | **1.0** |
| 38 | ΧΑΛ1 | ΚΑ215 | 9 | 30 | 3.8 | **1.4** |
| 39 | ΟΦ2 | ΚΑ220 | 8 | 27 | 3.3 | **1.7** |
| 40 | ΟΦ2 | ΚΑ222 | 10 | 42 | 3.3 | **1.5** |
| 41 | ΟΦ2 | ΚΑ224 | 5.3 | 13 | 2.8 | 0.9 |
| 42 | ΧΑΛ1 | ΚΑ227 | 6 | **47** | 2.5 | 0.9 |
| 43 | ΧΑΛ1 | ΚΑ229 | 8 | 33 | 3.2 | 0.5 |
| 44 | ΧΑΛ1 | ΚΑ230 | 9 | **60** | 2.5 | 0.8 |
| 45 | ΧΑΛ1 | ΚΑ234 | 6 | 8 | 2.2 | **1.2** |
| 46 | ΧΑΛ1 | ΚΑ235 | 3 | 43 | **0.9** | 0.2 |
| 47 | ΧΑΛ1 | ΚΑ236 | 5 | 38 | 1.0 | 0.8 |
| 48 | ΧΑΛ1 | ΚΑ239 | 4 | 38 | **0.6** | 0.9 |
| 49 | ΧΑΛ1 | ΚΑ242 | 5 | **58** | **0.3** | 0.8 |
| 50 | ΧΑΛ1 | ΚΑ247 | 6 | 10 | 1.4 | **1.1** |
| 51 | ΧΑΛ1 | ΚΑ250 | 7 | **53** | 2.2 | **1.1** |
| 52 | ΧΑΛ1 | ΚΑ255 | 6 | 78 | 1.1 | **2.5** |
| 53 | ΧΑΛ1 | ΚΑ258 | 7 | 13 | 2.3 | 0.3 |
| 54 | ΧΑΛ1 | ΚΑ259 | 5 | 22 | 2.0 | **1.0** |
| 55 | ΧΑΛ1 | ΚΑ261 | 6 | **47** | 2.2 | 0.4 |
| 56 | ΧΑΛ1 | ΚΑ265 | 8 | 94 | 1.2 | **2.1** |
| 57 | ΧΑΛ1 | ΚΑ266 | 9 | **55** | 1.3 | **1.7** |
| 58 | ΧΑΛ1 | ΚΑ270 | 7 | **16** | 2.4 | 0.3 |
| 59 | ΧΑΛ1 | ΚΑ271 | 5 | **16** | 1.6 | 0.2 |
| 60 | ΧΑΛ1 | ΚΑ274 | 8 | **21** | 1.7 | **1.9** |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | ΧΑΛ1 | ΚΑ279 | 9 | 35 | 1.4 | **1.9** |
| 62 | ΧΑΛ1 | ΚΑ283 | 7 | 28 | 2.2 | 0.5 |
| 63 | ΧΑΛ1 | ΚΑ284 | 6 | **63** | 2.2 | **1.2** |
| 64 | ΧΑΛ1 | ΚΑ287 | 8 | 105 | 1.1 | **1.9** |
| 65 | ΧΑΛ1 | ΚΑ291 | 7 | 80 | 1.5 | **1.6** |
| 66 | ΧΑΛ1 | ΚΑ296 | 6 | 48 | 2.0 | **1.6** |
| 67 | ΟΦ2 | ΚΑ298 | 7 | 2 | 2.6 | **1.1** |
| 68 | ΧΑΛ1 | ΚΑ302 | 8 | **18** | 5.4 | 0.8 |
| 69 | ΧΑΛ1 | ΚΑ305 | 6 | **50** | 3.4 | 0.6 |
| 70 | ΧΑΛ1 | ΚΑ309 | 7 | **63** | 2.5 | **1.7** |
| 71 | ΧΑΛ1 | ΚΑ314 | 10 | 30 | 2.0 | **1.2** |
| 72 | ΧΑΛ1 | ΚΑ315 | 9 | 98 | 1.7 | **1.6** |
| 73 | ΧΑΛ1 | ΚΑ318 | 7 | **55** | 2.1 | 0.9 |
| 74 | ΧΑΛ1 | ΚΑ322 | 9 | 100 | 1.5 | **1.0** |
| 75 | ΧΑΛ1 | ΚΑ325 | 6 | **50** | 1.3 | 0.8 |
| 76 | ΧΑΛ1 | ΚΑ326 | 8 | **67** | 1.6 | **1.7** |
| 77 | ΧΑΛ1 | ΚΑ328 | 9 | 100 | 1.1 | **1.7** |
| 78 | ΧΑΛ1 | ΚΑ331 | 8 | 33 | 1.7 | **1.7** |
| 79 | ΧΑΛ1 | ΚΑ332 | 7 | 30 | 2.4 | 0.6 |
| 80 | ΧΑΛ1 | ΚΑ333 | 15 | 30 | 1.1 | **1.9** |
| 81 | ΧΑΛ1 | ΚΑ334 | 8 | **50** | 2.0 | **1.3** |
| 82 | ΧΑΛ1 | ΚΑ336 | 8 | **55** | 1.6 | **1.9** |
| 83 | ΧΑΛ1 | ΚΑ338 | 9 | **18** | 2.0 | **2.1** |
| 84 | ΧΑΛ1 | ΚΑ340 | 7 | **25** | 2.4 | 0.3 |
| 85 | ΧΑΛ1 | ΚΑ343 | 3 | 29 | 1.7 | 0.8 |
| 86 | ΧΑΛ1 | ΚΑ345 | 6 | **58** | 1.4 | **2.7** |
| 87 | ΧΑΛ1 | ΚΑ347 | 6 | 35 | 1.2 | **2.3** |
| 88 | ΧΑΛ1 | ΚΑ348 | 7 | 31 | 4.4 | **1.3** |
| 89 | ΧΑΛ1 | ΚΑ351 | 8 | 39 | 1.3 | **2.3** |
| 90 | ΧΑΛ1 | ΚΑ352 | 7 | **18** | 2.3 | **1.3** |
| 91 | ΧΑΛ1 | ΚΑ357 | 4 | 9 | 2.1 | 0.1 |
| 92 | ΧΑΛ1 | ΚΑ362 | 5 | **23** | 1.9 | 0.3 |

Περιοχή Ψαχνών

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 93 | ΧΑΛ1 | ΨΧ364 | 2 | 163 | **0.2** | 0.3 |
| 94 | ΧΑΛ1 | ΨΧ365 | 2 | 8 | **0.2** | 0.3 |
| 95 | ΧΑΛ1 | ΨΧ370 | 2 | 80 | **0.2** | 0.6 |
| 96 | ΧΑΛ1 | ΨΧ373 | 2 | 125 | **0.2** | 0.2 |
| 97 | ΧΑΛ1 | ΨΧ376 | 2 | 177 | 1.0 | 0.6 |
| 98 | ΧΑΛ1 | ΨΧ377 | 7 | **63** | 2.6 | 0.5 |
| 99 | ΟΦ2 | ΨΧ379 | 9 | **58** | 2.4 | 0.7 |
| 100 | ΟΦ2 | ΨΧ381 | 9 | 27 | 5.7 | 0.8 |
| 101 | ΟΦ2 | ΨΧ383 | 8 | 5 | 8.4 | 0.7 |
| 102 | ΟΦ2 | ΨΧ417 | 2 | 44 | **0.6** | 0.2 |
| 103 | ΟΦ2 | ΨΧ419 | 2 | 325 | **0.7** | 0.2 |
| 104 | ΟΦ2 | ΨΧ423 | 3 | 170 | **0.2** | 0.1 |
| 105 | ΟΦ2 | ΨΧ384 | 8 | 30 | 4.3 | **1.4** |
| 106 | ΟΦ2 | ΨΧ387 | 11 | **18** | 2.4 | **1.4** |
| 107 | ΟΦ2 | ΨΧ389 | 9 | 135 | 4.1 | 0.5 |
| 108 | ΟΦ2 | ΨΧ391 | 11 | 130 | 2.6 | 0.8 |
| 109 | ΟΦ2 | ΨΧ394 | 10 | 35 | 5.2 | 0.4 |
| 110 | ΟΦ2 | ΨΧ397 | 8 | 95 | 1.9 | 0.8 |
| 111 | ΟΦ2 | ΨΧ398 | 9 | 48 | 3.1 | 0.3 |
| 112 | ΟΦ2 | ΨΧ403 | 11 | 37 | 5.0 | 0.8 |
| 113 | ΟΦ2 | ΨΧ405 | 10 | 45 | 8.5 | 0.8 |
| 114 | ΧΑΛ1Β | ΨΧ408 | 13 | **25** | 6.5 | 0.5 |
| 115 | ΟΦ2 | ΨΧ411 | 9 | 38 | 4.7 | **1.0** |
| 116 | ΟΦ2 | ΨΧ414 | 9 | 40 | 4.7 | **1.2** |
| 117 | ΟΦ2 | ΨΧ415 | 8 | 31 | 6.1 | 0.9 |
| 118 | ΟΦ2 | ΨΧ420 | 4 | 160 | 1.4 | 0.3 |
| 119 | ΟΦ2 | ΨΧ421 | 3 | 34 | **0.6** | 0.1 |
| 120 | ΟΦ2 | ΨΧ426 | 6 | 11 | 1.9 | 0.9 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Νερό βροχής | | | | 0.000 | | |

### *10.3.13.1. Αναγνώριση προέλευσης νερού Υδροφόρου ΟΦ2*

10.3.13.1.1. (Ca + Mg) / (K + Na)
Όλες οι τιμές που σημειώθηκαν στο νερό υδροφόρου είναι μεγαλύτερες της μονάδας (2 - 13). Δείχνει ότι ο εμπλουτισμός και η κατείσδυση σημειώνεται σε όλη την επιφάνεια του υδροφόρου (Πίν.10.7).

10.3.13.1.2. Na / K

Τιμές = 15 - 25 που χαρακτηρίζει νερό περιοχής εμπλουτισμού υδροφόρων εντοπίζονται στο νερό των φρεάτων (ΚΑ212, ΨΧ387) στις τοποθεσίες Καστέλλα και Βουλγαρίνα.

Τιμές (50 - 70) που χαρακτηρίζουν το νερό της κατάντης περιοχής υδροφόρων σημειώθηκαν μόνο στο φρέαρ Ψ379 στην τοποθεσία Ιμπραήμ.

10.3.13.1.3. $HCO_3$ / Cl
Οι τιμές λιγότερο της μονάδας που σημειώθηκαν στα φρέατα (ΧΨ417, ΨΧ419, ΨΧ421, και ΨΧ423) στην τοποθεσία Βρυσάκια – Πότσικα, είναι ένδειξη νερού κατάντης περιοχής υδροφόρου όπου η συγκέντρωση του χλωρίου αυξάνεται προς την θαλάσσια περιοχή (Πίν.10.7).

10.3.13.1.4. $SO_4$ / Cl
Οι τιμές μεγαλύτερο της μονάδας που σημειώθηκαν στα φρέατα (ΨΧ384, ΨΧ387, ΨΧ411 και 414) είναι ένδειξη νερού κατάντης περιοχής υδροφόρου όπου η συγκέντρωση της θειϊκής ρίζας επίσης αυξάνεται προς την θαλάσσια περιοχή και του χλωρίου με πιο γρήγορο ρυθμό (Πίν.10.7).

### *10.3.13.2. Αναγνώριση προέλευσχη νερού υδροφόρου ΑΣ2*

10.3.13.2.1. (Ca + Mg) / (K + Na)
Οι τιμές που σημειώθηκαν στο νερό υδροφόρου είναι μεγαλύτερες της μονάδας (7 - 8). Δείχνει ότι ο εμπλουτισμός και η κατείσδυση σημειώνεται σε όλη την επιφάνεια του υδροφόρου (Πίν.10.7).

103.13.2.2. $HCO_3$ / Cl
Οι τιμές (3.9 – 4.3) είναι ένδειξη νερού κατάντης περιοχής υδροφόρου όπου η συγκέντρωση του χλωρίου αυξάνεται προς την θαλάσσια περιοχή (Πίν.10.7).

10.3.13.2.3. $SO_4$ / Cl
Οι τιμές (1.2 – 1.3) είναι ένδειξη νερού κατάντης περιοχής υδροφόρου όπου η συγκέντρωση της θειϊκής ρίζας επίσης αυξάνεται προς την θαλάσσια περιοχή και όμως του χλωρίου με πιο γρήγορο ρυθμό (Πίν.10.7).

### *10.3.13.3. Αναγνώσιση προέλευσης νερού υδροφόρου ΧΑΛ1*

10.3.13.3.1. ( Ca + Mg) / (K + Na)
Όλες οι τιμές (1 - 15) που σημειώθηκαν στο νερό υδροφόρου είναι μεγαλύτερες της μονάδας. Σημαίνει ότι ο εμπλουτισμός και η κατείσδυση σημειώνεται σε όλη την επιφάνεια του υδροφόρου.

10.3.13.3.2. Na / K
Τιμή ≡ 47 που χαρκτηρίζει το θαλασσινό νερό, σημειώθηκε μόνο στο φρέαρ ΚΑ227 και ΚΑ216 στην τοποθεσία Αλουπότρυπα.

Τιμές = 15 - 25 που χαρακτηρίζει νερό περιοχής εμπλουτισμού υδροφόρων εντοπίζονται στο νερό των φρεάτων (ΚΑ134, ΚΑ161, ΚΑ167, ΚΑ176, ΚΑ181, ΚΑ192, ΚΑ198, ΚΑ212, ΚΑ224, ΚΑ234, ΚΑ258, ΚΑ271, ΚΑ298, ΚΑ116, ΚΑ130, ΚΑ157, ΚΑ190, ΚΑ259, ΚΑ270, ΚΑ274, ΚΑ302, ΚΑ334, ΚΑ340, ΚΑ352 και ΚΑ362) στις τοποθεσίες Αλουπότρυπα, Παλιορή, Πρφ. Ηλίας, Άνω Καστέλλα, Μυρτιά, Γουμούλα, Αγ. Γεώγιος και Φτελιά. .

Τιμές (50 - 70) που χαρακτηρίζουν το νερό της κατάντη περιοχής υδροφόρων σημειώθηκαν στα φρέατα ΑΡ123, ΑΡ137, ΑΡ140, ΑΡ152, ΑΡ167, ΑΡ172, ΑΡ201, ΑΡ230, ΑΡ242, ΑΡ250, ΑΡ266, ΑΡ284, ΑΡ305, ΑΡ309, ΑΡ318, ΑΡ325, ΑΡ326, ΑΡ334, ΑΡ336 και ΑΡ345 στις τοποθεσίες Παλιορή, Πρφ. Ηλίας, Γουμούλα, Αυλή, Ρουμάνα, ΔΕΗ, Αγ. Γεώργιος και Μυρτιά (Πίν.10.7).

#### 10.3.13.3.3. $HCO_3$ / Cl

Τιμές μικρότερες της μονάδας που σημειώθηκαν στα φρέατα ΑΡ234, ΑΡ239, ΑΡ242, ΨΧ364, ΨΧ365, ΨΧ370, και ΨΧ373 αποτελούν ένδειξη νερού κατάντη περιοχής υδροφόρου, όπου η συγκέντρωση του χλωρίου αυξάνεται προς την θαλάσσια περιοχή (Πίν.10.7).

#### 10.3.13.3.4. $SO_4$ / Cl

Τιμές μεγαλύτερες της μονάδας που σημειώθηκαν στα φρέατα (ΑΡ123, ΑΡ130, ΑΡ133, ΑΡ152, ΑΡ157, ΑΡ172, ΑΡ176, ΑΡ177, ΑΡ180, ΑΡ181, ΑΡ187, ΑΡ196, ΑΡ205, ΑΡ212, ΑΡ215, ΑΡ222, ΑΡ234, ΑΡ247, ΑΡ250, ΑΡ255, ΑΡ259, ΑΡ266, ΑΡ274, ΑΡ279, ΑΡ284, ΑΡ287, ΑΡ291, ΑΡ296, ΑΡ298, ΑΡ309, ΑΡ314, ΑΡ315, ΑΡ322, ΑΡ326, ΑΡ328, ΑΡ331, ΑΡ333, ΑΡ334, ΑΡ336, ΑΡ338, ΑΡ345, ΑΡ347, ΑΡ348, ΑΡ351, και 352) είναι ένδειξη νερού κατάντη περιοχής υδροφόρου όπου η συγκέντρωση της θειϊκής ρίζας επίσης αυξάνεται προς την θαλάσσια περιοχή με πιο γρήγορο ρυθμό από την συγκέντρωση του χλωρίου (Πίν.10.7).

### *10.3.14. ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΣΤΕΛΛΑΣ / ΨΑΧΝΩΝ*

#### 10.3.14.1. Σκληρότητα του νερού υδροφόρου ΟΦ2

Το υπόγειο νερό του διαρρηγμένου οφιολιθικού υδροφόρου ΟΦ2 χαρακτηρίζεται από τα αποτελέσματα της ολικής σκληρότητας (300 - 1072 $CaCO_3$ mg/l) ως *σκληρό* έως *πολύ σκληρό* νερό (Πίν.10.8).

*Πίν.10.8: Λεκάνη Ψαχνών - Καστέλλας. Ολική σκληρότητα CaCO3 mg/l στο νερό του διαρρηγμένου οφιολιθικού υδροφόρου ΟΦ2.*
*Tab.10.8: Psachna - Kastella basin. Total hardness CaCO3 mg/l in ground water of fractured ophiolite aquifer ΟΦ2.*

| Περίοδος | Διακύμανση ολικής σκληρότητας mg/l | Sawyer – McCarty 1967 | Hem 1970 |
|---|---|---|---|
| 10 – 21/ 10/1998 | 592 | Πολύ σκληρό | Πολύ σκληρό |
| 7/3 – 5/5/1999 | 320 – 1072 | Πολύ σκληρό | Πολύ σκληρό |
| 22/1/2008 – 5/3/2009 | 300 - 990 | Πολύ σκληρό | Πολύ σκληρό |

#### 10.3.14.2. Σκληρότητα του νερού υδροφόρου ΑΣ2

Το υπόγειο νερό του καρστικού ασβεστολιθικού υδροφόρου ΑΣ2 χαρακτηρίζεται από τα αποτελέσματα της ολικής σκληρότητας (320 - 1072 $CaCO_3$ mg/l) ωςι *σκληρό* έως *πολύ σκληρό* νερό (Πίν.10.9).

*Πίν.10.9: Λεκάνη Ψαχνών - Καστέλλας. Ολική σκληρότητα CaCO3 mg/l στο νερό του καρστικού υδροφόρου ΑΣ2.*
*Tab.10.9: Psachna Kastella basin. Total hardness CaCO3 mg/l in ground water of the karst limestone aquifer ΑΣ2.*

| Περίοδος | Διακύμανση ολικής σκληρότητας mg/l | Sawyer – McCarty 1967 | Hem 1970 |
|---|---|---|---|
| 7/3 – 5/5/1999 | 270 – 424 | Σκληρό, πολύ σκληρό | Πολύ σκληρό |
| 22/1/2008 – 5/3/2009 | 130 - 250 | Σκληρό | Πολύ σκληρό |

### 10.3.14.3. Σκληρότητα του νερού υδροφόρου ΧΑΛ1

Το υπόγειο νερό του ρηχού παραθαλάσσιου υδροφόρου των χαλαρών ιζημάτων ΧΑΛ1 χαρακτηρίζεται από τα αποτελέσματα της ολικής σκληρότητας (270 - 1080 $CaCO_3$ mg/l) ως *σκληρό* έως *πολύ σκληρό* νερό (Πίν.10.10).

*Πίν.10.10: Περιοχή Καστέλλα. Ολική σκληρότητα CaCO3 mg/l στο νερό του υδροφόρου χαλαρών ιζημάτων ΧΑΛ1.*
*Tab.10.10: Kastella area. Total hardness CaCO3 mg/l in ground water of unconsolidated sediments aquifer ΧΑΛ1.*

| Περίοδος | Διακύμανση ολικής σκληρότητας mg/l | Sawyer – McCarty 1967 | Hem 1970 |
|---|---|---|---|
| 10 – 21/ 10/1998 | 420 - 480 | Πολύ σκληρό | Πολύ σκληρό |
| 7/3 – 5/5/1999 | 270 – 1529 | Σκληρό & Πολύ σκληρό | Πολύ σκληρό |
| 22/1/2008 – 5/3/2009 | 330 - 1080 | Πολύ σκληρό | Πολύ σκληρό |

### 10.3.14.4. Σκληρότητα του νερού υδροφόρου ΧΑΛ1Β

Το υπόγειο νερό των χαλαρών τεταρτογενών ιζημάτων του υδροφόρου ΧΑΛ1Β χαρακτηρίζεται από τα αποτελέσματα της ολικής σκληρότητας (320 - 1072 $CaCO_3$ mg/l) ωςι *σκληρό* έως *πολύ σκληρό* νερό (Πίν.10.11).

*Πίν.10.11: Λεκάνη Ψαχνών - Καστέλλας. Ολική σκληρότητα CaCO3 mg/l στο νερό του διαρρηγμένου οφιολιθικού υδροφόρου ΟΦ2.*
*Tab.10.11: Psachna - Kastella basin. Total hardness CaCO3 mg/l in ground water of fractured ophiolite aquifer ΟΦ2.*

| Περίοδος | Διακύμανση ολικής σκληρότητας mg/l | Sawyer – McCarty 1967 | Hem 1970 |
|---|---|---|---|
| 22/1/2008 – 5/3/2009 | 510 - 610 | Πολύ σκληρό | Πολύ σκληρό |

### *10.3.15. ΔΕΙΚΤΕΣ ΡΥΠΑΝΣΕΙΣ - Na, Cl, $NO_3$ και $PO_4$ (γεωγενής & ανθρωπογενής) ΣΤΟ ΝΕΡΟ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΣΤΕΛΛΑΣ / ΨΑΧΝΩΝ*

Η υψηλή συγκέντρωση νατρίου, χλωρίου, νιτρικών και φωσφορικών στο υπόγειο νερό των παράκτιων υδροφόρων (ΧΑΛ1, ΟΦ2,ΑΣ2, ΧΑΛ1Β) της περιοχής, σε σχέση με τις αντίστοιχες παραμέτρους στο νερό της βροχής (Na, 2.2 mg/l. Cl, 3.7 mg/l. $NO_3$, 0.05 mg/l) και σε σύγκριση με άλλες περιοχές – εντός και εκτός Ελλάδας - οφείλεται στο μικρό βάθος τους, στην περατότητα του οφιολιθικού υδροφόρου στρώματος και στην εντατική χρήση των λιπασμάτων και γεωργικών βελτιωτών, διείσδυση της θάλασσας και υπεράντληση νερού.

*Πίν.12: Λεκάνη Καστέλλας - Ψαχνών. Δείκτες μόλυνσης του υπόγειου νερού του οφιολιθικού υδροφόρου **ΟΦ2** από νάτριο Na, χλώρια Cl, νιτρικά NO3 και Φωσφορικά PO4.*
*Tab.12: N. Artaki basin. Indications of ground water pollution of ophiolite aquifer ΟΦ1 by sodium Na, chlorides Cl, nitrate NO3 and phosphates PO4*
*A- Stamatis G. Zagana E., Thessaly basin, Greece, 2005*
*B- Benoit D. et al, Ophiolite hard rock, Oman, 2003*
*Ahmad Murad, R.V. Krishnamurthy, United Arab Emirates.2002*

| Στοιχείο mg/L | ΟΚΤ/1998 | | ΜΑΙ/1999 | | ΜΑΡ/2009 | | Μέση τιμή | Οφιολιθικοί υδροφόροι | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | min | max | min | max | min | max | | A | B | C |
| **$Na^+$** | 43.5 | NT | 11.5 | 195.5 | 29.5 | 214.0 | 98.8 | 3.96 | 133.4 | 308.4 |
| **$Cl^-$** | 97.5 | NT | 26.6 | 718.1 | 140.0 | 780.0 | 352.5 | 15.3 | 175.8 | 242.8 |
| **$NO_3$** | 253.0 | NT | 24.0 | 119.1 | 100.5 | 318.0 | 162.9 | 4.14 | | |
| **$PO_4^{3-}$** | NT | NT | NT | NT | 3.8 | 6.3 | 5.1 | 0.19 | | |

*Πίν.13: Λεκάνη Καστέλλας - Ψαχνών. Δείκτες μόλυνσης υπόγειου νερού του καρστικού υδροφόρου **ΑΣ2** από νάτριο Na, χλώρια Cl, νιτρικά NO3 και Φωσφορικά PO4.*
*Tab.13: N. Artaki basin. Indications of ground water pollution of aquifer ΟΦ1 by sodium Na, chlorides Cl, nitrate NO3 and phosphates PO4*
*A- Stamatis G., Zagana E., Theealy basin, Central Greece, 2005*
*B- Ahmed A. Murad et al, Carbonate aquifer, U. A. Emirates, 2011*
*C- G. Panagopoulos, N. lambrakis et al, Contaminated Karst aquifer, Greece, 2001.*

| Στοιχείο mg/L | ΟΚΤ/1998 | | ΜΑΙ/1999 | | ΜΑΡ/2009 | | Μέση τιμή | Οφιολιθικοί υδροφόροι | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | min | max | min | max | min | max | | A | B | C |
| **Na+** | NT | NT | 21.9 | 27.6 | 41.0 | 42.0 | 33.13 | 6.43 | 492.0 | 108.6 |
| **$Cl^-$** | NT | NT | 35.5 | 63.8 | 14.0 | 220.0 | 83.33 | 17.2 | 926.1 | 190.7 |
| **$NO_3$** | NT | NT | 22.3 | 105.4 | 47.0 | 93.0 | 66.93 | 13.4 | 10.0 | 11.1 |
| **$PO_4^{3-}$** | NT | NT | NT | NT | 3.6 | 3.8 | 3.7 | 0.2 | | |

*Πίν.14: Λεκάνη Καστέλλας. Δείκτες μόλυνσης του υπόγειου νερού των χαλαρών ιζημάτων υδροφόρου **ΧΑΛ1** από νάτριο Na, χλώρια Cl, νιτρικά NO3 και Φωσφορικά PO4.*
*Tab.14: Kastella basin. Indications of ground water pollution of unconsolidated sediments aquifer ΧΑΛ1 by sodium Na, chlorides Cl, nitrate NO3 and phosphates PO4*
*A- Stamatis G., Zagana E., Thessaly basin, Central Greece, 2005.*
*B- K. Voudouris, A. Panagopoulos, J. Koumantakis, NE Korinthia, Pelopnnese, Greece, 1997.*
*C- A.M. Sharaky et al, The Western Nile Delta, Egypt, 2007.*

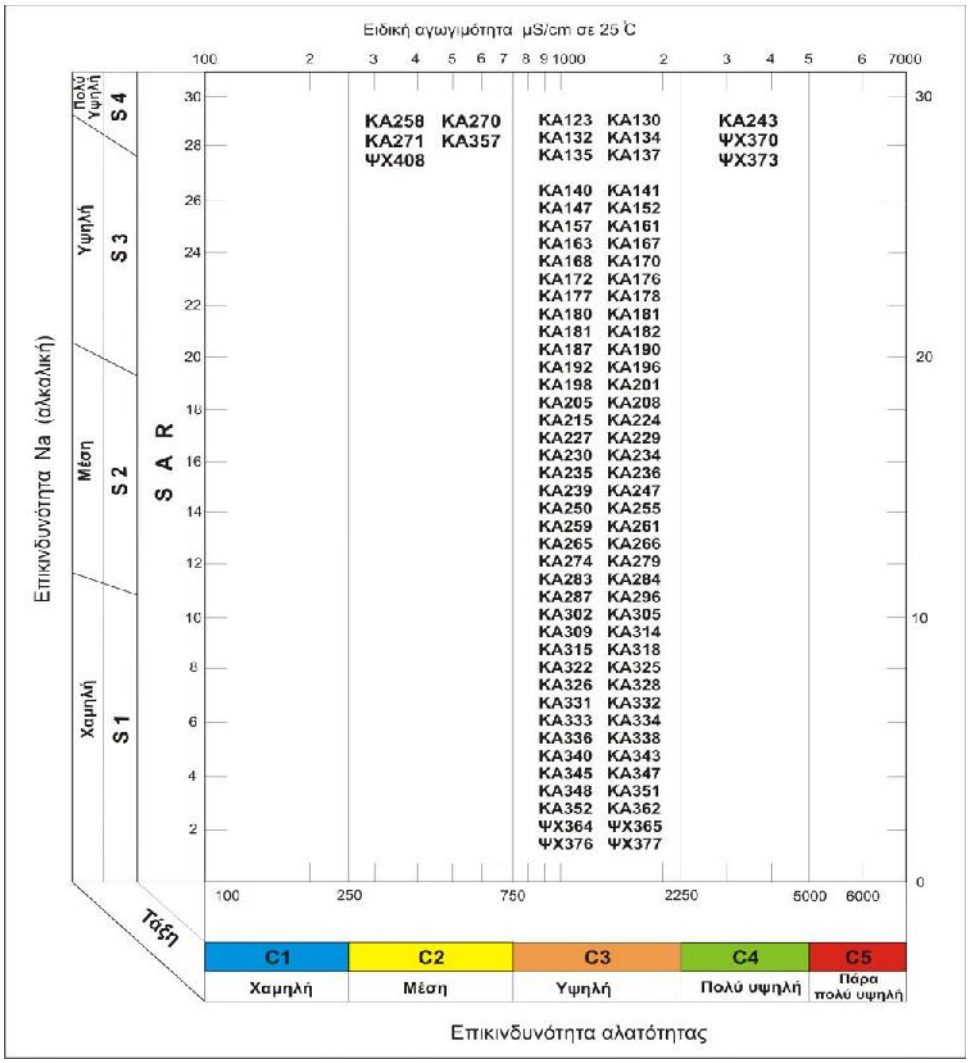
| Στοιχείο mg/L | ΟΚΤ/1998 | | ΜΑΙ/1999 | | ΜΑΡ/2009 | | Μέση τιμή | Χαλαροί υδροφόροι | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | min | max | min | max | min | max | | A | B | C |
| **Na+** | 26.6 | 32.7 | 18.4 | 158.7 | 25.0 | 85.0 | 57.73 | 34.8 | 19.0 | 734.0 |
| **$Cl^-$** | 16.1 | 62.4 | 39.1 | 593.4 | 120.0 | 290.0 | 186.83 | 57.3 | 15.0 | 1000 |
| **$NO_3$** | 99.2 | 151.9 | ND | 416.6 | 40.5 | 364.3 | 178.75 | 139.4 | 0.3 | 9.4 |
| **$PO_4^{3-}$** | NT | NT | NT | NT | 3.0 | 4.5 | 3.75 | 0.14 | 0.05 | 2.4 |

*Πίν.15: Λεκάνη Ψαχνών. Δείκτες μόλυνσης του υπόγειου νερού των χαλαρών ιζημάτων υδροφόρου **ΧΑΛ1Β** από νάτριο Na, χλώρια Cl, νιτρικά NO3 και Φωσφορικά PO4.*
*Tab.15: Psachna basin. Indications of ground water pollution of unconsolidated sediments aquifer ΧΑΛ1Β by sodium Na, chlorides Cl, nitrate NO3 and phosphates PO4*
*A- Stamatis G., Zagana E., Thessaly basin, Central Greece, 2005.*
*B- K. Voudouris, A. Panagopoulos, J. Koumantakis, NE Korinthia, Pelopnnese, Greece, 1997.*
*C- A.M. Sharaky et al, The Western Nile Delta, Egypt, 2007.*

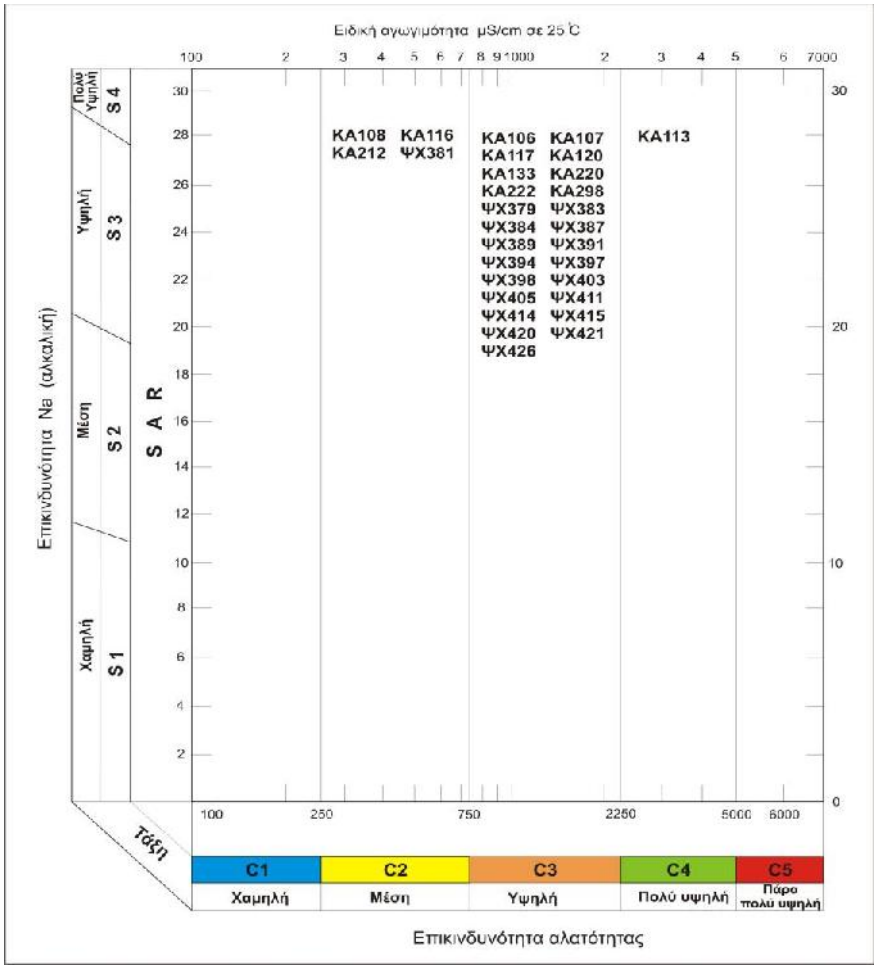
| Στοιχείο mg/L | ΜΑΡ/2009 | | Μέση τιμή | Οφιολιθικοί υδροφόροι | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | min | max | | A | B | C |
| **Na+** | 27.0 | 41.0 | 34.0 | 34.8 | 19.0 | 734.0 |
| **$Cl^-$** | 145.0 | 290.0 | 217.5 | 57.3 | 15.0 | 1000 |
| **$NO_3$** | 82.8 | 145.0 | 113.9 | 139.4 | 0.3 | 9.4 |
| **$PO_4^{3-}$** | 4.5 | 5.6 | 5.1 | 0.14 | 0.05 | 2.4 |

## *10.4. ΤΑΞΙΝΟΜΙΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΣΤΕΚΚΑΣ / ΨΑΧΝΩΝ ΓΙΑ ΑΡΔΕΥΣΗ*

### *10.4.1. Ταξινόμηση κατά Richards*

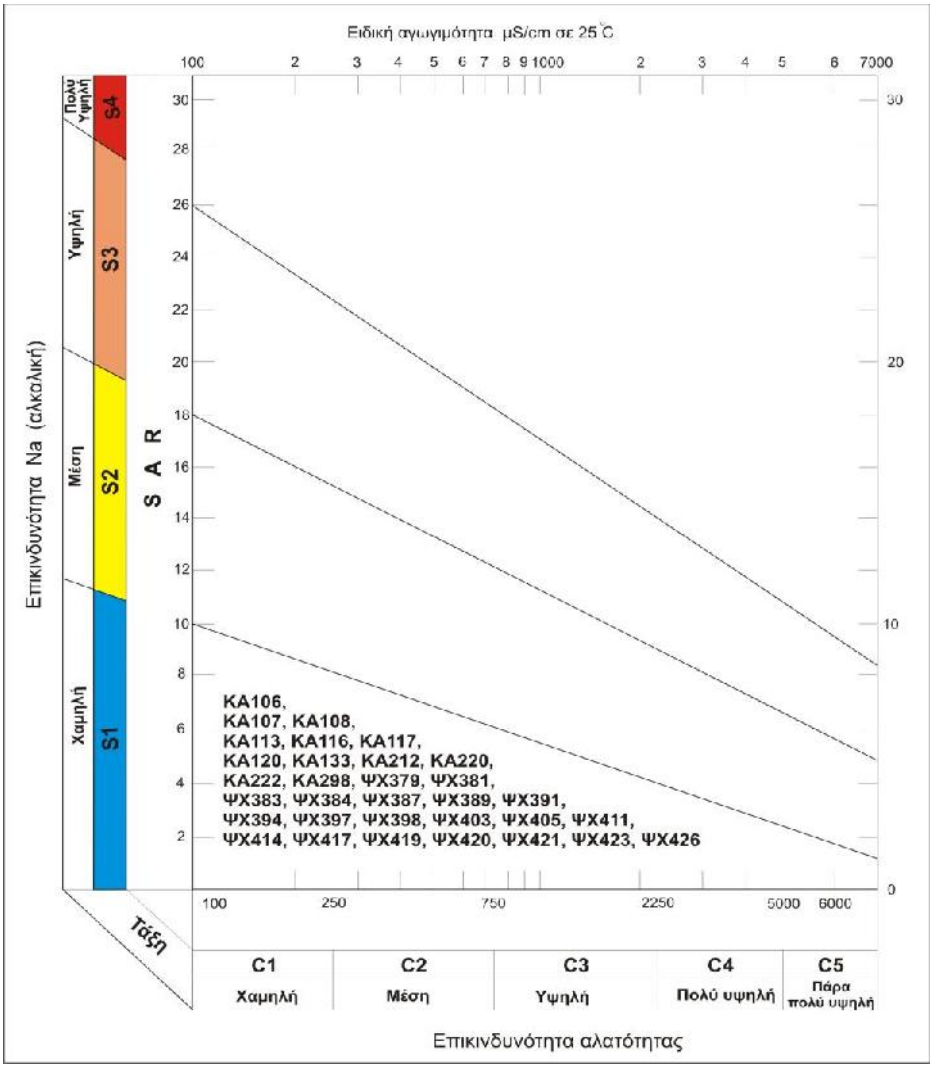



*Σχ.10.25Α: Περιοχή Καστέλλας – Ψαχνών. Διάγραμμα Richards με τροποποίηση και ταξινόμηση του νερού αρδευτικών φρεάτων αναλόγως της Ειδικής αγωγιμότητας* ***EC*** *(U.S. Salinity Laboratory). Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης ((10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.10.25A: Richard diagram with modification for classification of the wells and water for irrigation according to Electrical Conductivity (U.S. Salinity Laboratory). From the results of first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999).*

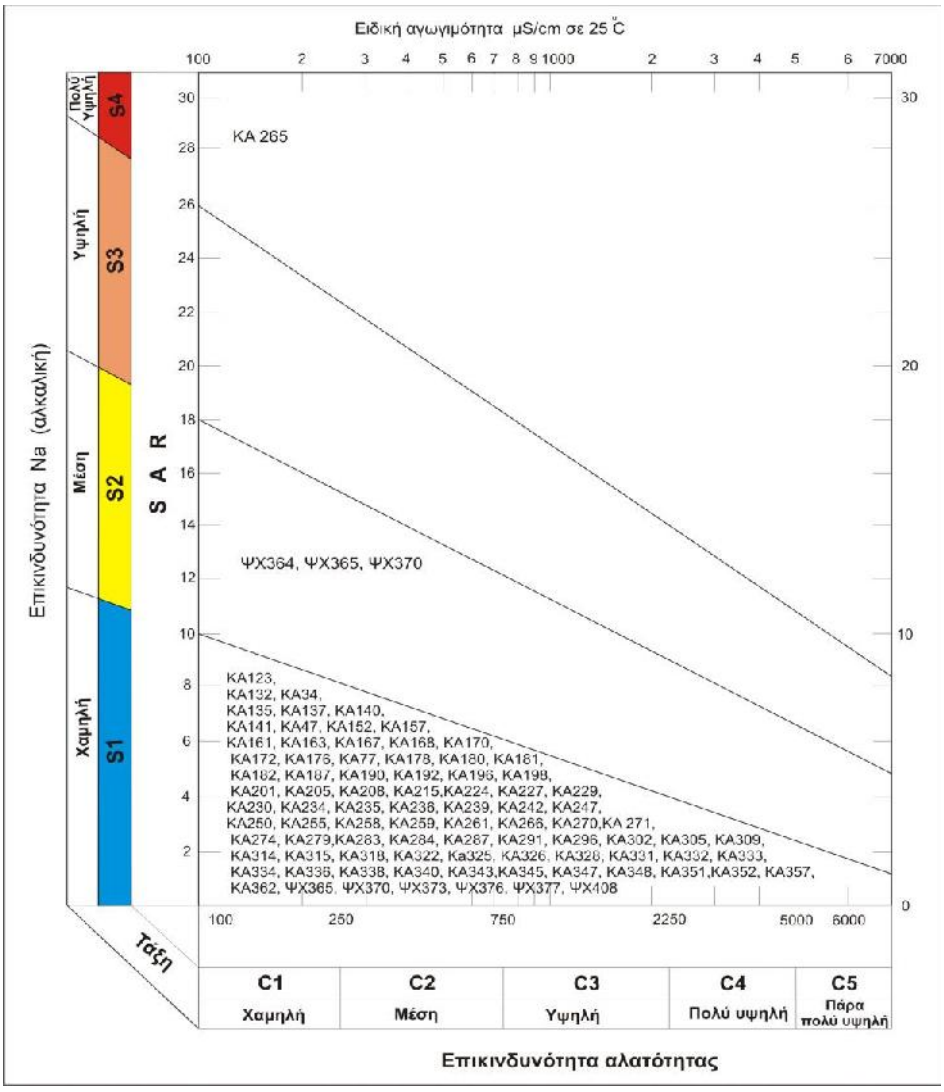



*Σχ.10.25Β: Περιοχή Καστέλλας – Ψαχνών. Διάγραμμα Richards με τροποποίηση και ταξινόμηση του νερού αρδευτικών φρεάτων αναλόγως της Ειδικής αγωγιμότητας* ***EC*** *(U.S. Salinity Laboratory). Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης ((10/10/1998 – 5/5/1999).*

*Fig.10.25B: Richard diagram with modification for classification of the wells and water for irrigation according to Electrical Conductivity (U.S. Salinity Laboratory). From the results of first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999).*




*Σχ.10.26Β: Περιοχή Καστέλλας – Ψαχνών. Διάγραμμα Richards με τροποποίηση και ταξινόμηση του νερού αρδευτικών φρεάτων αναλόγως του συντελεστή προσρόφησης νατρίου **SAR** (U.S. Salinity Laboratory). Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης ((10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.10.26B: Richard diagram with modification for classification of the wells and water for irrigation according to adjusted Sodium Absorption Ratio **SAR** (U.S. Salinity Laboratory). From the results of first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999).*




*Σχ.10.26Β: Περιοχή Καστέλλας – Ψαχνών. Διάγραμμα Richards με τροποποίηση και ταξινόμηση του νερού αρδευτικών φρεάτων αναλόγως του συντελεστή προσρόφησης νατρίου **SAR** (U.S. Salinity Laboratory). Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης ((10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.10.26B: Richard diagram with modification for classification of the wells and water for irrigation according to adjusted Sodium Absorption Ratio **SAR** (U.S. Salinity Laboratory). From the results of first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999).*

### 10.4.1.1. Υδροφόρος ΟΦ2

Ταξινόμηση αλατότητας - τροποποιημένο διάγραμμα – Richards (Σχ.10.25)
Η επικινδυνότητα αλατότητας EC (μS/cm) του νερού στην περιοχή Καστέλλας – Ψαχνών κατατάσσεται στις κατηγορίες, μέση **C**2 → υψηλή **C**3 → πολύ υψηλή **C**4.
Ταξινόμηση νερού για άρδευση στο διάγραμμα Richards κατά SAR (Σχ.10.26)
Η επικινδυνότητα Na (αλκαλική) ταξινομείται στην περιοχή Καστέλλας – Ψαχνών μόνο στην κατηγορία, χαμηλή **S**1.

### 10.4.1.2. Υδροφόρος ΑΣ2

Ταξινόμηση αλατότητας - τροποποιημένο - Richards (Σχ.10.25)
Η επικινδυνότητα αλατότητας EC (μS/cm) του νερού στην περιοχή Καστέλλας – Ψαχνών κατατάσσεται στις κατηγορίες, μέση **C**2 → υψηλή **C**3 → πολύ υψηλή **C**4.
Ταξινόμηση νερού για άρδευση Richards κατά SAR (Σχ.10.26)
Η επικινδυνότητα Na (αλκαλική) ταξινομείται στην περιοχή Καστέλλας – Ψαχνών μόνο στην κατηγορία, χαμηλή **S**1.

### 10.4.1.3. Υδροφόρος χαλαρών ιζημάτων ΧΑΛ1

Ταξινόμηση αλατότητας - τροποποιημένο - Richards (Σχ.10.25)
Η επικινδυνότητα αλατότητας EC (μS/cm) του νερού στην περιοχή Καστέλλας – Ψαχνών κατατάσσεται στις κατηγορίες, μέση **C**2 → υψηλή **C**3 → πολύ υψηλή **C**4.
Ταξινόμηση νερού για άρδευση Richards κατά SAR (Σχ.10.26)
Η επικινδυνότητα Na (αλκαλική) ταξινομείται στην περιοχή Καστέλλας – Ψαχνών στις κατηγορίες νερού, χαμηλή **S**1 → μέση **S**2 → πολύ υψηλή **S**4.

### 10.4.1.4. Υδροφόρος ΧΑΛ1Β

SAR (αλκαλική) καταλληλότητα νερού για άρδευση, κατά Richards
Είναι (0.1 – 1.17) πρώτης **C**1 τάξης ποιότητας, χαμηλή αλκαλικής επικινδυνότητας.
EC, 1092 – 1220 (αλατότητα) καταλληλότητα νερού για άρδευση κατά Richards
Είναι τρίτης **C**3 τάξης ποιότητας, δηλαδή υψηλή επικινδυνότητα αλατότητας.

### *10.4.2. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΤΑ Ayers*

Οι συγκεντρώσεις του συνόλου διαλυμένων αλάτων (TDS 503 – 3484 mg/l) στο νερό των υδροφόρων της περιοχή Καστέλλας / Ψαχνών δημιουργούν στην γεωργική απόδοση και καρποφορία αυξανόμενα και σοβαρά προβλήματα.

### *10.4.3. ΕΠΙΚΙΔΥΝΟΤΗΣ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ (ΜΗ) ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΣΤΕΛΛΑΣ / ΨΑΧΝΩΝ*

*Πίν.10.8: Τιμών δείκτης επικινδυνότης Μαγνησίου (ΜΗ) νερού υδροφόρων περιοχής Καστέλλας - Ψαχνών.*
*Tab.10.8: Values of magnesium hazard indices (MH) of water aquifers Kastella – Pschnana area.*

| Κωδικός Φρέαρ meq/l | Περίοδος 10 – 21/10/1998 | | | Περίοδος 7/3 – 5/5/1999 | | | Περίοδος 22/1/2008 – 5/3/2009 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ca | Mg | **ΜΗ** | Ca | Mg | **ΜΗ** | Ca | Mg | **ΜΗ** |
| ΚΑ106 **ΟΦ2** | | | | 3.52 | 7.68 | **69** | | | |
| ΚΑ107 **ΟΦ2** | | | | 4.44 | 1.96 | 31 | | | |
| ΚΑ109 **ΧΑΛ1** | | | | | | | 5.56 | 1.60 | 22 |
| ΚΑ110 **ΧΑΛ1** | | | | | | | 4.00 | 7.40 | **65** |
| ΚΑ113 **ΟΦ2** | | | | 5.76 | 2.30 | 29 | | | |
| ΚΑ116 **ΟΦ2** | | | | 3.72 | 1.68 | 31 | 5.99 | 2.60 | 30 |
| ΚΑ117 **ΑΣ2** | | | | 5.12 | 1.92 | 27 | 5.79 | 3.01 | 34 |
| ΚΑ120 **ΑΣ2** | | | | 3.20 | 3.48 | **52** | 4.99 | 5.00 | 50 |
| ΚΑ123 **ΧΑΛ1** | | | | 3.20 | 4.72 | **60** | | | |
| ΚΑ130 **ΧΑΛ1** | | | | 4.48 | 3.80 | 46 | | | |
| ΚΑ132 **ΧΑΛ1** | | | | 3.92 | 3.20 | 45 | 3.60 | 3.00 | 46 |
| ΚΑ133 **ΑΣ2** | | | | 5.20 | 3.23 | 39 | | | |
| ΚΑ134 **ΧΑΛ1** | | | | 4.00 | 2.32 | 37 | 4.99 | 3.00 | 38 |
| ΚΑ135 **ΧΑΛ1** | | | | 7.76 | 3.96 | 34 | | | |
| ΚΑ137 **ΧΑΛ1** | | | | 6.12 | 7.02 | **53** | | | |
| ΚΑ140 **ΧΑΛ1** | 4.45 | 5.04 | 53 | | | | | | |
| ΚΑ141 **ΧΑΛ1** | | | | 3.44 | 4.16 | **55** | 5.39 | 3.01 | 36 |
| ΚΑ147 **ΧΑΛ1** | | | | 5.84 | 7.47 | **56** | | | |
| ΚΑ152 **ΧΑΛ1** | 4.08 | 4.32 | 51 | | | | | | |
| ΚΑ157 **ΧΑΛ1** | 4.28 | 4.36 | 50 | | | | | | |
| ΚΑ161 **ΧΑΛ1** | 6.00 | 12.16 | 49 | | | | | | |
| ΚΑ163 **ΧΑΛ1** | | | | 3.56 | 3.80 | **52** | | | |
| ΚΑ167 **ΧΑΛ1** | | | | 4.00 | 5.48 | **58** | | | |
| ΚΑ168 **ΧΑΛ1** | | | | 3.76 | 4.44 | **54** | | | |
| ΚΑ170 **ΧΑΛ1** | | | | 3.72 | 4.48 | **55** | | | |
| ΚΑ172 **ΧΑΛ1** | | | | 4.48 | 5.52 | **55** | | | |
| ΚΑ173 **ΧΑΛ1** | | | | | | | 5.56 | 4.40 | 44 |
| ΚΑ176 **ΧΑΛ1** | | | | 4.24 | 4.12 | 49 | | | |
| ΚΑ177 **ΧΑΛ1** | | | | 5.28 | 5.96 | **53** | | | |
| ΚΑ178 **ΧΑΛ1** | | | | 3.72 | 3.92 | 45 | | | |
| ΚΑ180 **ΧΑΛ1** | | | | 5.66 | 4.48 | 44 | | | |
| ΚΑ181 **ΧΑΛ1** | | | | 4.20 | 4.36 | 51 | | | |
| ΚΑ182 **ΧΑΛ1** | | | | 3.68 | 5.52 | **60** | | | |
| ΚΑ187 **ΧΑΛ1** | | | | 5.84 | 8.60 | **60** | | | |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ΚΑ190 **ΧΑΛ1** | | | | 3.92 | 5.20 | **57** | | | |
| ΚΑ192 **ΧΑΛ1** | | | | 4.68 | 5.04 | **52** | | | |
| ΚΑ196 **ΧΑΛ1** | | | | 7.92 | 10.64 | **57** | | | |
| ΚΑ198 **ΧΑΛ1** | | | | 3.28 | 3.84 | **54** | | | |
| ΚΑ201 **ΧΑΛ1** | | | | 3.40 | 5.16 | **68** | | | |
| ΚΑ202 **ΧΑΛ1** | | | | | | | 5.20 | 4.20 | 45 |
| ΚΑ205 **ΧΑΛ1** | | | | 4.08 | 6.04 | **60** | | | |
| ΚΑ208 **ΧΑΛ1** | | | | 3.68 | 4.64 | **56** | | | |
| ΚΑ212 **ΟΦ2** | | | | 3.68 | 2.80 | 43 | | | |
| ΚΑ215 **ΟΦ2** | | | | 6.24 | 4.84 | 44 | | | |
| ΚΑ220 **ΟΦ2** | | | | 6.00 | 7.84 | **57** | | | |
| ΚΑ222 **ΟΦ2** | | | | 5.44 | 6.80 | **56** | | | |
| ΚΑ224 **ΟΦ2** | | | | 5.04 | 6.04 | **55** | 5.19 | 4.60 | 47 |
| ΚΑ227 **ΧΑΛ1** | | | | 5.20 | 7.04 | **58** | | | |
| ΚΑ229 **ΧΑΛ1** | | | | 3.36 | 4.88 | **59** | | | |
| ΚΑ230 **ΧΑΛ1** | | | | 5.36 | 6.00 | **53** | | | |
| ΚΑ234 **ΧΑΛ1** | | | | 6.06 | 7.52 | **55** | | | |
| ΚΑ235 **ΧΑΛ1** | | | | 3.92 | 5.30 | **58** | 7.20 | 11.65 | **62** |
| ΚΑ236 **ΧΑΛ1** | | | | 5.84 | 9.84 | **63** | | | |
| ΚΑ238 **ΧΑΛ1** | | | | | | | 4.80 | 6.80 | **59** |
| ΚΑ239 **ΧΑΛ1** | | | | 9.12 | 8.80 | 49 | | | |
| ΚΑ242 **ΧΑΛ1** | | | | 12.56 | 18.02 | **59** | | | |
| ΚΑ247 **ΧΑΛ1** | | | | 6.64 | 7.50 | **53** | | | |
| ΚΑ250 **ΧΑΛ1** | | | | 4.48 | 6.56 | 50 | | | |
| ΚΑ255 **ΧΑΛ1** | | | | 8.80 | 16.32 | **65** | | | |
| ΚΑ258 **ΧΑΛ1** | | | | 3.20 | 4.20 | **57** | | | |
| ΚΑ259 **ΧΑΛ1** | | | | 4.00 | 6.80 | **63** | | | |
| ΚΑ261 **ΧΑΛ1** | | | | 4.00 | 4.76 | **54** | | | |
| ΚΑ262 **ΧΑΛ1** | | | | | | | 8.39 | 11.52 | **58** |
| ΚΑ265 ΧΑΛ1 | | | | 4.00 | 4.76 | 54 | | | |
| ΚΑ266 ΧΑΛ1 | | | | 8.80 | 11.60 | 57 | | | |
| ΚΑ270 ΧΑΛ1 | | | | 3.12 | 3.72 | 54 | | | |
| ΚΑ271Γ ΧΑΛ1 | | | | 3.04 | 3.84 | 56 | 4.99 | 10.00 | **67** |
| ΚΑ274 ΧΑΛ1 | | | | 5.20 | 7.84 | 60 | | | |
| ΚΑ279 ΧΑΛ1 | | | | 8.32 | 10.08 | 55 | | | |
| ΚΑ283 ΧΑΛ1 | | | | 3.76 | 3.88 | 51 | | | |
| ΚΑ284 ΧΑΛ1 | | | | 6.08 | 7.52 | 55 | 7.20 | 8.80 | **55** |
| ΚΑ287 ΧΑΛ1 | | | | 9.50 | 16.40 | 63 | | | |
| ΚΑ291 ΧΑΛ1 | | | | 6.88 | 11.16 | 62 | 4.20 | 5.40 | **56** |
| ΚΑ296 ΟΦ2 | | | | 6.40 | 8.92 | 58 | | | |
| ΚΑ298 ΟΦ2 | | | | 5.84 | 5.76 | 50 | | | |
| ΚΑ302 ΧΑΛ1 | | | | 3.76 | 5.28 | 58 | | | |
| ΚΑ304 ΧΑΛ1 | | | | 2.48 | 9.70 | 58 | | | |
| ΚΑ305 ΧΑΛ1 | | | | 3.76 | 5.20 | 58 | | | |
| ΚΑ309 ΧΑΛ1 | | | | 5.68 | 7.70 | 58 | 7.80 | 13.79 | **64** |
| ΚΑ314 ΧΑΛ1 | | | | 5.68 | 6.66 | 54 | | | |
| ΚΑ315 ΧΑΛ1 | | | | 6.88 | 10.40 | 60 | | | |
| ΚΑ318 ΧΑΛ1 | | | | 4.96 | 7.00 | 59 | | | |
| ΚΑ322 ΧΑΛ1 | | | | 5.68 | 11.25 | 63 | | | |
| ΚΑ333 ΧΑΛ1 | | | | 9.75 | 12.96 | 57 | | | |
| ΚΑ334 ΧΑΛ1 | | | | 4.92 | 6.76 | 53 | | | |
| ΚΑ336 ΧΑΛ1 | | | | 6.88 | 10.16 | 60 | | | |
| ΚΑ338 ΧΑΛ1 | | | | 8.16 | 9.68 | 54 | | | |
| ΚΑ340 ΧΑΛ1 | | | | 2.96 | 3.80 | 49 | | | |
| ΚΑ343 ΧΑΛ1 | | | | 2.69 | 4.64 | 65 | | | |
| ΚΑ345 ΧΑΛ1 | | | | 8.88 | 9.84 | 52 | 3.60 | 4.36 | **55** |
| ΚΑ347 ΧΑΛ1 | | | | 5.92 | 17.04 | 74 | | | |
| ΚΑ348 ΧΑΛ1 | | | | 4.24 | 4.84 | 53 | | | |
| ΚΑ351 ΧΑΛ1 | | | | 8.40 | 13.20 | 61 | | | |
| ΚΑ352 ΧΑΛ1 | | | | 5.36 | 7.16 | 57 | | | |
| ΚΑ357 ΧΑΛ1 | | | | 2.72 | 3.30 | 47 | | | |
| ΚΑ362 ΧΑΛ1 | | | | 3.36 | 4.24 | 56 | | | |
| ΚΑ645 ΟΦ2 | | | | | | | 3.60 | 4.36 | **55** |
| Βρύση Αγ. Παρακευή **ΟΦ2** | | | | | | | 6.20 | 3.60 | 37 |
| ΨΧ364 **ΧΑΛ1** | | | | 13.53 | 11.28 | 55 | | | |
| ΨΧ365 **ΧΑΛ1** | | | | 12.20 | 13.24 | 52 | | | |
| ΨΧ370 **ΧΑΛ1** | | | | 12.08 | 10.96 | 48 | | | |
| ΨΧ373 **ΧΑΛ1** | | | | 14.40 | 13.12 | 48 | | | |
| ΨΧ376 **ΧΑΛ1** | | | | 2.90 | 5.50 | 65 | | | |
| ΨΧ377 **ΧΑΛ1** | | | | 4.64 | 4.00 | 46 | | | |
| ΨΧ379 **ΧΑΛ1** | | | | 4.49 | 5.80 | 56 | 5.20 | 5.00 | 49 |

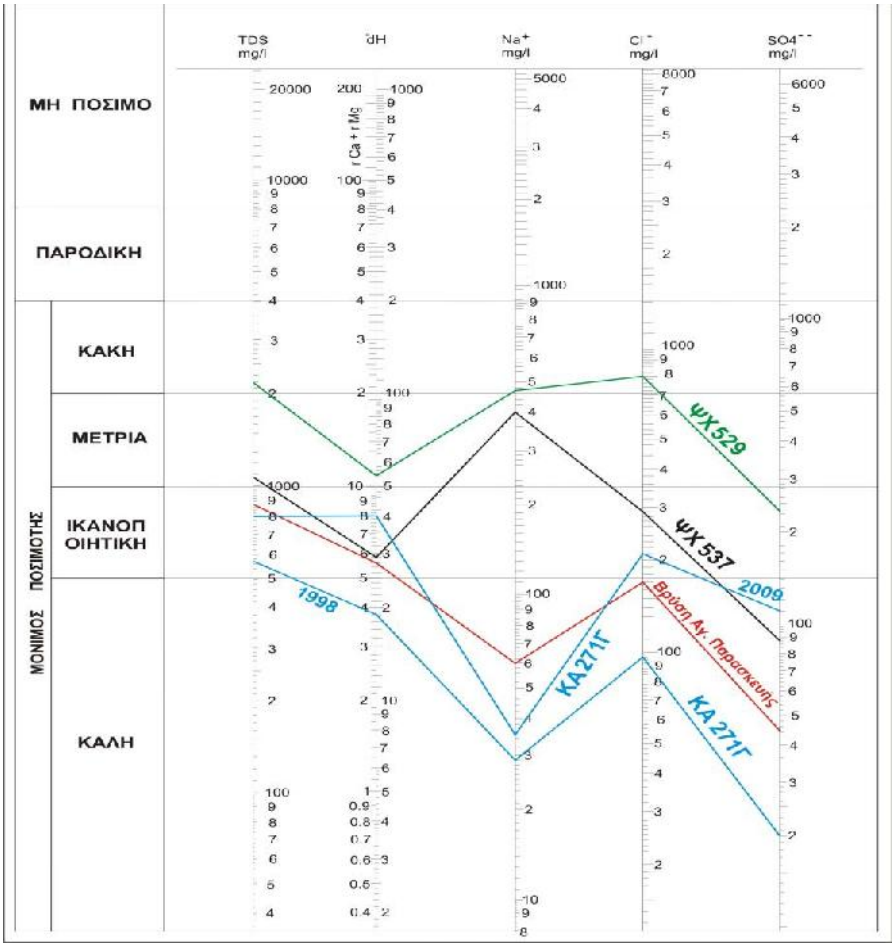
| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ΨΧ381 **ΟΦ2** | | | | 3.76 | 3.32 | 47 | | | |
| ΨΧ383 **ΟΦ2** | | | | 4.96 | 4.24 | **64** | | | |
| ΨΧ384 **ΟΦ2** | | | | 3.52 | 9.16 | **72** | 5.20 | 4.60 | 47 |
| ΨΧ387 **ΟΦ2** | | | | 4.08 | 11.58 | **74** | | | |
| ΨΧ389 **ΟΦ2** | | | | 3.20 | 9.08 | **74** | | | |
| ΨΧ391 **ΟΦ2** | | | | 11.36 | 3.48 | 23 | 4.20 | 11.19 | **73** |
| ΨΧ394 **ΟΦ2** | | | | 3.96 | 11.00 | **74** | | | |
| ΨΧ397 **ΟΦ2** | | | | 3.92 | 11.20 | **74** | | | |
| ΨΧ398 **ΟΦ2** | | | | 3.60 | 5.08 | **59** | | | |
| ΨΧ403 **ΟΦ2** | | | | | | | 3.60 | 13.99 | **80** |
| ΨΧ405 **ΟΦ2** | | | | 0.64 | 8.20 | **93** | | | |
| ΨΧ408 **ΟΦ2** | | | | 2.80 | 3.68 | **57** | | | |
| ΨΧ410 **ΟΦ2** | | | | | | | 4.40 | 13.19 | **75** |
| ΨΧ411 **ΟΦ2** | | | | | | | 5.00 | 7.80 | **61** |
| ΨΧ414 **ΟΦ2** | | | | 3.92 | 6.72 | **63** | | | |
| ΨΧ415 **ΟΦ2** | | | | 3.76 | 6.20 | **57** | | | |
| ΨΧ417 **ΟΦ2** | | | | 4.36 | 9.32 | **68** | 7.00 | 12.79 | **65** |
| ΨΧ419 **ΟΦ2** | | | | 3.52 | 9.68 | **73** | 5.59 | 0.07 | **61** |
| ΨΧ420 **ΟΦ2** | | | | 4.00 | 7.88 | **66** | 7.00 | 14.39 | **67** |
| ΨΧ421 **ΟΦ2** | | | | 4.80 | 8.88 | **75** | | | |
| ΨΧ423 **ΟΦ2** | | | | 5.24 | 16.20 | **75** | | | |
| ΨΧ426 **ΟΦ2** | 3.84 | 8.00 | **68** | | | | | | |
| ΨΧ529 **ΟΦ2** | | | | | | | 5.59 | 13.79 | **71** |
| ΨΧ537 **ΧΑΛ1Β** | | | | | | | 2.60 | 7.60 | **75** |
| ΨΧ541 **ΟΦ2** | | | | | | | 3.20 | 11.19 | **78** |
| ΨΧ624 **ΧΑΛ1Β** | | | | | | | 5.59 | 6.60 | **54** |
| Γκαλούφας **ΟΦ2** | | | | | | | 4.40 | 7.00 | **61** |

Η τιμές του δείκτη ΜΗ στο νερό του υδροφόρου **ΧΑΛ1** είναι μεταξύ 49 -53 στην περίοδο 10 -21/10/1998 – 1999, στην περίοδο 7/3/ - 5/5/1999 και μεταξύ 22 – 59 στην περίοδο 2008 – 2009. Στο υδροφόρο **ΧΑΛ1Β** το ΜΗ είναι μεταξύ 54 – 95.
Στον υδροφόρο **ΑΣ2** είναι 27 – 52 στην περίοδο 1999 και 30 – 34 στο 2009.
Στο οφιολιθικό διαρρηγμένο υδροφόρο **ΟΦ2** είναι 23 – 99 την περίοδο 7/3 - 5/5/1999 και μεταξύ 37 – 80 στην περίοδο 2008/2009.
Γενικά, το νερό των υδροφόρων της περιοχής είναι βλαβερό και ακατάλληλο για άρδευση (Πίν.10.8).

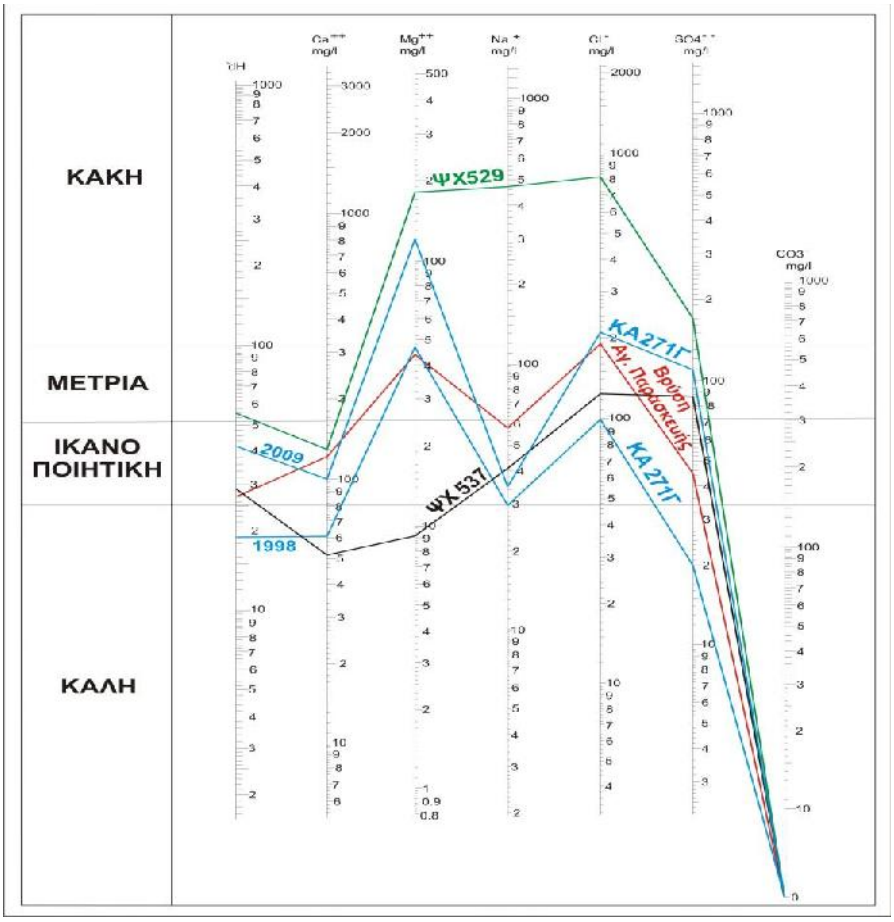
## 10.5. ΠΟΣΙΜΟΤΗΣ ΝΕΡΟΥ ΦΡΕΑΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΣΤΕΛΑΣ / ΨΑΧΝΩΝ {H. Schoeller / C. Waterlot - EU – WHO – Εμφιαλομένο νερό}

*Πίν.10.9: Αποτελέσματα ανάλυσης νερού φρεάτων περιοχής Καστέλλας – Ψαχνών (Βρύση Αγ. Παρασκευή – Λιβάδι. ΚΑ271, Γεώτρηση κ. Μανάρας Δημήτριος. Γεώτρηση ΨΧ529, κ. Πριόνας Ιωάννης. Πηγάδι ΨΧ537, Δήμου Ψαχνών).*
*Tab.10.9: Results of chemical analyses of water samples from wells and boreholes used for water supply. (Tap near Ag. Paraskevi, Kastella. Borehole of Mr. D. Manaras, KA271. Borehole of Mr. J. Prionas ΨΧ529.Dug well of Psachna Municipality, ΨΧ537).*

| mg/l | Βρύση Αγ. Παρασκ. | | ΚΑ271 | | ΨΧ529 | | ΨΧ537 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1ης | 2ης | 1ης | 2ης | 1ης | 2ης | 1ης | 2ης |
| **TDS** | 873 | 850 | 570 | 897 | 2180 | 2118 | 1077 | 998 |
| **Ca** | 124 | 118 | 61 | 100 | 130 | 112 | 52 | 60 |
| **Mg** | 44 | 36 | 47 | 122 | 180 | 168 | 92 | 85 |
| **Na** | 59 | 65 | 29 | 35 | 470 | 431 | 41 | 38 |
| **dH** | 28 | 24 | 19 | 42 | 54 | 48 | 29 | 29 |
| **Cl** | 190 | 220 | 99 | 210 | 811 | 780 | 290 | 175 |
| **SO4** | 45 | 40 | 20 | 109 | 270 | 256 | 87 | 80 |




*Σχ.10.27: Ποσιμότης νερού φρεάτων περιοχής Καστέλλας – Ψαχνών. (Βρύση κοντά Εκκ. Αγ. Παρασκευή – Λιβάδι. ΚΑ271, κ. Μανάρας Δημήτριος. ΨΧ529, κ. Πριόνας Ιωάννης. ΨΧ537, Δήμου Ψαχνών ) κατά Schoeller. Από αποτέλεσμα τρίτης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (ΜΑΡ/2009).*
*Fig.10.27: Drinking of dug well and boreholes (Tab of Ag. Paraskevi, Kastella. Borehole of Mr. D. Manaras, KA271. Borehole of Mr. J. Prionas ΨΧ529.Dug well of Psachna Municipality, ΨΧ537) according to Schoeller Diagram. From the results of third hydrochemical tests (MAP/2009).*




*Σχ.10.28: Ποσιμότης νερού φρεάτων περιοχής Καστέλλας – Ψαχνών. (Βρύση κοντά Εκκ. Αγ. Παρασκευή – Λιβάδι. ΚΑ271, κ. Μανάρας Δημήτριος. ΨΧ529, κ. Πριόνας Ιωάννης. ΨΧ537, Δήμου Ψαχνών) κατά waterlot. Από αποτέλεσμα τρίτης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (MAP/2009).*
*Fig.10.28: Drinking of dug well and boreholes (Tab of Ag. Paraskevi, Kastella. Borehole of Mr. D. Manaras, KA271. Borehole of Mr. J. Prionas ΨΧ529.Dug well of Psachna Municipality, ΨΧ537) according to Waterlot Diagram. From the results of third hydrochemical tests (MAP/2009).*

*Πίν.10.10: Ποσιμότητα νερού φρεάτων περιοχής Καστέλλας - Ψαχνών κατά στα σταθερότυπα WHO, EU και φυσικό μεταλλικό νερό ΖΑΓΟΡΙ. Α, Αρνητικό. Ø, χωρίς ένδειξη.*
*Tab.10.10: Drinking of the well and boreholes of Kastella - Psachna comparing with standards of WHO, EU and the mineral water ZAGORI, mg/l. A, Negative. Ø, without indications.*

| Παράμετροι Mg/l | Ποσιμότης φρεάτων Καστέλλας - Ψαχνών 2 – 7 / 2 / 2009 | | | | Drinking Standards | | Εμφιαλομένο φυσικό νερό ΜΑΙ/2009 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | WHO | EU | |
| | **Βρύση** | **ΚΑ271** | **ΨΧ529** | **ΨΧ537** | 1993 | 1998 | |
| **pH** | 8.0 | 8.3 | 7.4 | 7.6 | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | 980 | 1000 | 3080 | 1320 | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | 873 | 897 | 1717 | 1068 | καθόλου | καθόλου | 200 |
| Σκληρότητα Ολική | 490 | 750 | 970 | 510 | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 125 | 100 | 112 | 52 | | | 85.3 |
| **Mg** | 44 | 122 | 168 | 92 | | | 5.6 |
| **Na** | 59 | 35 | 431 | 41 | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 3.7 | 3.6 | 10.9 | 0.5 | | | 0.6 |
| **NH4** | ND | ND | 0.23 | 0.05 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3 + CO3** | 360 | 230 | 260 | 360 | | | 233 |
| **Cl** | 190 | 210 | 780 | 290 | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 45 | 108 | 256 | 87 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | 48 | 89 | 101 | 145 | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.07 | 0.06 | 0.05 | 0.1 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** | | ND | | ND | 0.003 | 0.005 | |
| **Cr** | | ND | | | 0.05 | 0.05 | |
| **Cu** | | | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** | | | | | καθόλου | 0.01 | |
| **Ni** | | ND | | | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** | | ND | | ND | καθόλου | 0.2 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Mn** | | ND | | ND | 0.05 | 0.05 | |
| **Zn** | | | | | 3.0 | καθόλου | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **R** | 0.90 | 0.60<br>1.60 | 5.0 | 1.37 | | | |

### *10.5.1. Η ΠΟΣΙΜΟΤΗΣ ΚΑΤΑ H. Schoeller και C. Waterlot*

| | | |
|---|---|---|
| Βρύσι Αγ. Παρασκευή | ικανοποιητική | μέτρια |
| ΚΑ271Γ (κ. Μανάρας Δημήτριος) | ικανοποιητική | μέτρια - κακή |
| ΨΧ529 (κ. Γιάννης Πριόνας) | κακή | κακή |
| ΨΧ537 (Δημοτικό φρέαρ) | μέτρια | μέτρια |

### *10.5.2. ΔΙΕΘΝΗΣ ΣΤΑΘΕΡΟΤΥΠΑ WHO / EU*

Οι χημικές παράμετροι που εξετάσθηκαν έδειξαν ότι τα νερά των γεωτρήσεων (Βρύση Αγ. Παρασκευή, ΚΑ271Γ, ΨΧ529 και ΨΧ537) ξεπερνούν τα ανώτατα επιτρεπτά όρια ποσιμότητας (σταθερότυπα) που ορίζονται για τα νιτρικά $NO_3$ και Χλωριόντα Cl.

### *10.5.3. ΦΥΣΙΚΟ ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΟ ΝΕΡΟ*

Το νερό των φρεάτων (Βρύσι Αγ. Παρασκευή, ΚΑ271Γ, ΨΧ529 και ΨΧ537) υπερβαίνει στο σύνολο των αναλύσεων, των χημικών παραμέτρων που εξετάσθηκαν, τις αντίστοιχες του εμφιαλωμένου επιτραπέζιου φυσικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ) που αναλύθηκαν του 5/2009.

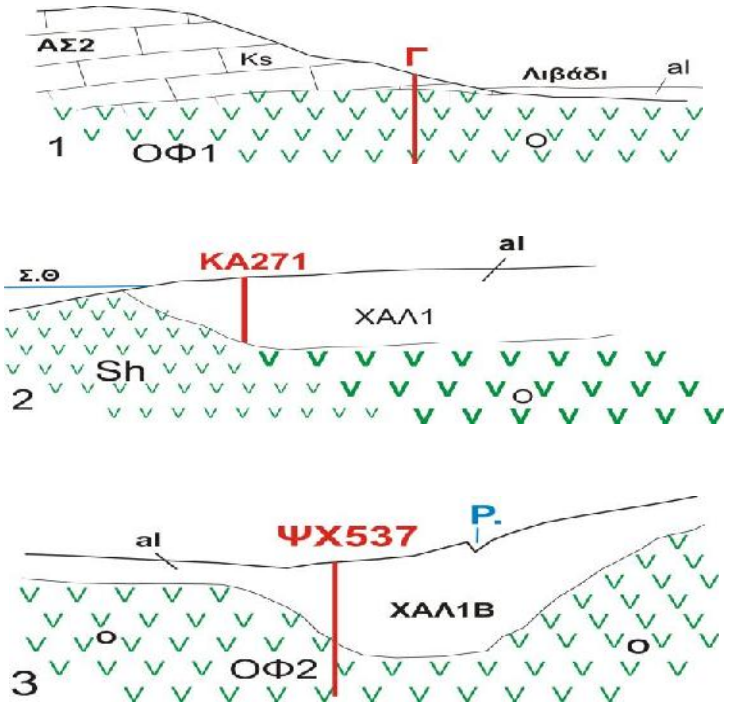
Από το σύνολο διαλυμένων στερεών (TDS 673 – 697 – 1517 – 868 mg/l) το νερό των φρεάτων είναι γλυκό έως μέτρια γλυκό (ανά 1000 mg/l).
Από την σκληρότητα ($CaCO_3$ 257 - 517 – 737 – 277 mg/l) το νερό των φρεάτων είναι πολύ σκληρό κατά Hem.

### *10.5.4. ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΩΝ ΤΙΜΩΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΣ ΤΟΥ ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΟΥ*

*Βρύση Αγ. Παρασκευής*: pH 0.6, ηλεκτρική αγωγιμότητα EC 565 μS/cm, σύνολο διαλυμένων στερεών TDS 673 mg/l, σκληρότητα $CaCO_3$ mg/l 257, ασβέστιο Ca 40 mg/l, μαγνήσιο Mg 38 mg/l, νάτριο Na 57 mg/l, Κάλιο K 3 mg/l, ανθρακικά $HCO_3$ 127 mg/l, χλώριο Cl 186 mg/l, θειϊκά $SO_4$ 35 mg/l, νιτρικά $NO_3$ 38 mg/l και νιτρώδη $NO_2$ 0.1 mg/l.
*Γεώτρηση ΚΑ271*: pH 0.9, ηλεκτρική αγωγιμότητα EC 595 μS/cm, σύνολο διαλυμένων στερεών TDS 697 mg/l, σκληρότητα $CaCO_3$ mg/l 517, ασβέστιο Ca 15mg/l, μαγνήσιο Mg 116 mg/l, νάτριο Na 32 mg/l, Κάλιο K 3 mg/l, ανθρακικά $HCO_3$ 97 mg/l, χλώριο Cl 106 mg/l, θειϊκά $SO_4$ 98 mg/l, νιτρικά $NO_3$ 87 mg/l και $NO_2$ 0.1 mg/l.
*Γεώτρηση ΨΧ529*: pH 0.0 ηλεκτρική αγωγιμότητα EC 2665 μS/cm, σύνολο διαλυμένων στερεών TDS 1617 mg/l, σκληρότητα $CaCO_3$ mg/l 737, ασβέστιο Ca 27mg/l, μαγνήσιο Mg 162 mg/l, νάτριο Na 428 mg/l, Κάλιο K 10.3 mg/l, ανθρακικά $HCO_3$ 37 mg/l, χλώριο Cl 776 mg/l, θειϊκά $SO_4$ 246 mg/l, νιτρικά $NO_3$ 98 mg/l, $NH_4$ 0.2 mg/l και $NO_2$ 0.1 mg/l.
*Πηγάδι ΨΧ537*: pH 0.2, ηλεκτρική αγωγιμότητα EC 905 μS/cm, σύνολο διαλυμένων στερεών TDS 868 mg/l, σκληρότητα $CaCO_3$ mg/l 277, μαγνήσιο Mg 87 mg/l, νάτριο Na 38 mg/l, ανθρακικά $HCO_3$ 127 mg/l, χλώριο Cl 286 mg/l, θειϊκά $SO_4$ 77 mg/l, νιτρικά $NO_3$ 143 mg/l και $NO_2$ 0.1 mg/l.

### *10.5.5. ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ ΣΤΟ ΝΕΡΟ ΤΩΝ ΦΡΕΑΤΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ*

Το νερό των φρεάτων είναι επηρεασμένο από το νερό της θάλασσας. Το όριο Revelle – R στο νερό των φρεάτων υδρεύσεως έχει θετικές τιμές 0.6 – 5.0. Το νερό κατατάσσεται σε ελαφρά ρυπασμένο και σε μέτρια ρυπασμένο (Σχ.10.29)

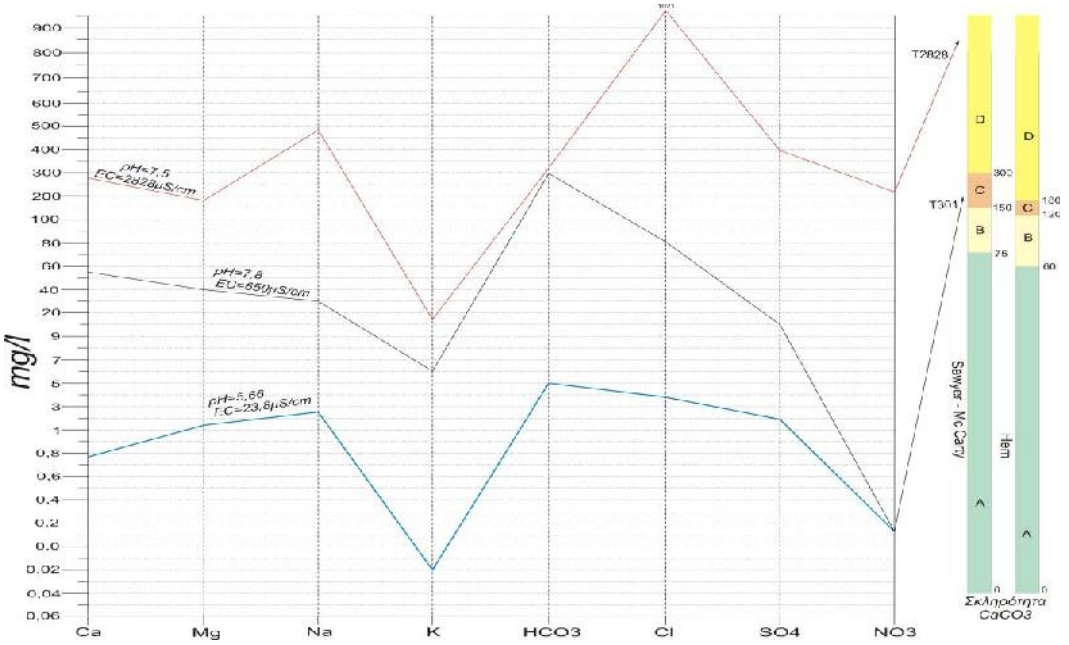



*Σχ.10.29: Ποσιμότης νερού φρεάτων ύδρευσης (Βρύση Αγ. Παρασκευής, Γεώτρηση ΚΑ271 και Πηγάδι ΨΧ537) . ks, καρστικός ασβεστόλιθος. Ο, διαρρηγμένο οφιολιθικό. ΟΦ1, ΟΦ2, υδροφόρο. Sh, σχιστοκερατλολιθος. ΧΑΛ1, ΧΑΛΒ υδροφόρος χαλαρών ιζημάτων.*
*Fig.10.29: Schematic hydrogeological section presents the drinking well and boreholes of Kastella – Psachna area (1, Borehole Ag. Paraskevi. 2, Borehole KA271. 3, Dug well ΨΧ537). O, Fissured ophiolite. ΟΦ1, ΟΦ2, aquifer. Sh, impermeable schist – chert. ΧΑΛ1, ΧΑΛ1Β, aquifers unconsolidated sediments.*

## 10.6. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΥΠΟΓΕΙΟ ΝΕΡΟ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΣΤΕΛΛΑΣ / ΨΑΧΝΩΝ

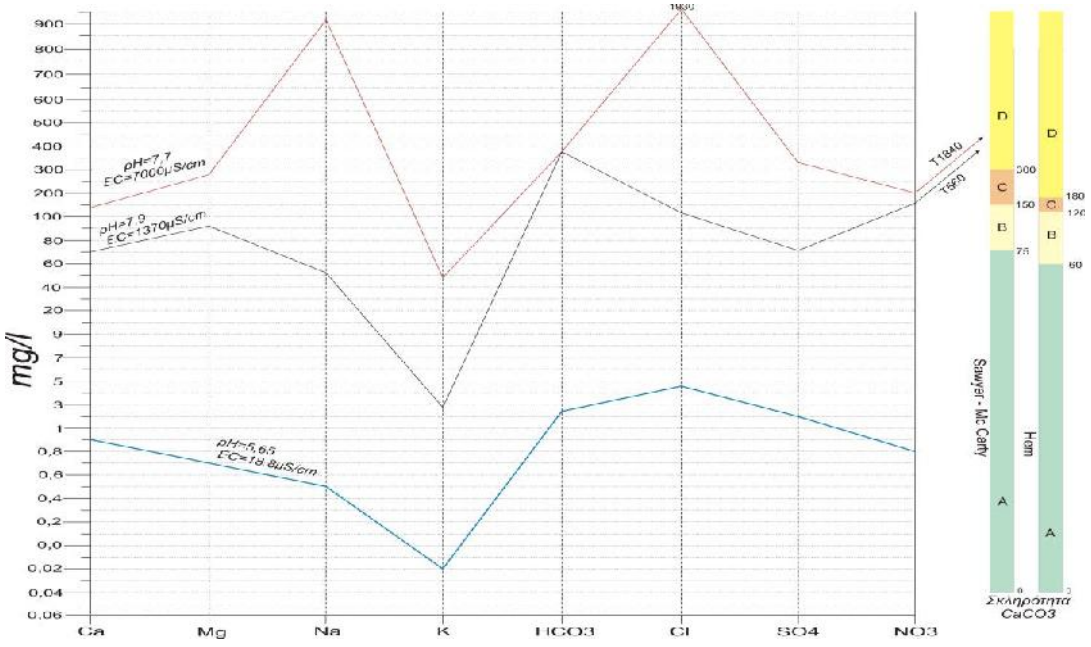
### *10.6.1. ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ΧΑΛΑΡΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ ΧΑΛ1, ΧΑΛ1Β*

Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca στο νερό του χαλαρού υδροφόρου **ΧΑΛ1**, αυξάνει σε σχέση με το νερό της βροχή κατά 54 – 244 mg/l, του μαγνησίου Mg κατά 39 – 159 mg/l, του νατρίου Na κατά 28 - 458mg/l, του καλίου K κατά 6 - 17 mg/l, των ανθρακικών $HCO_3$ κατά 289 – 311 mg/l, του χλωρίου Cl κατά 78 – 1017 mg/l, των θειϊκών $SO_4$ κατά 12 – 392 mg/l και των νιτρικών $NO_3$ κατά 217 mg/l.
Η συγκέντρωση της σκληρότητας $CaCO_3$ mg/l στο νερό υδροφόρου **ΧΑΛ1** είναι της τάξης (D) πολύ σκληρό κατά τους Sawyer – Mac Carty και Hem (Σχ.10.30).




*Σχ.10.30:Υδροχημικές καμπύλες παριστούν TDS και σκληρότητα-ΧΑΛ1. Νερό βροχής (μπλε), δείγμα με χαμηλότερο TDS (μαύρο) και ψηλότερη TDS (κόκκινο).*
*Fig.10.30: Hydrochemical plot of TDS and hardness. Rain water curve (blue), lower TDS sample (black)and higher TDS sample (red).*

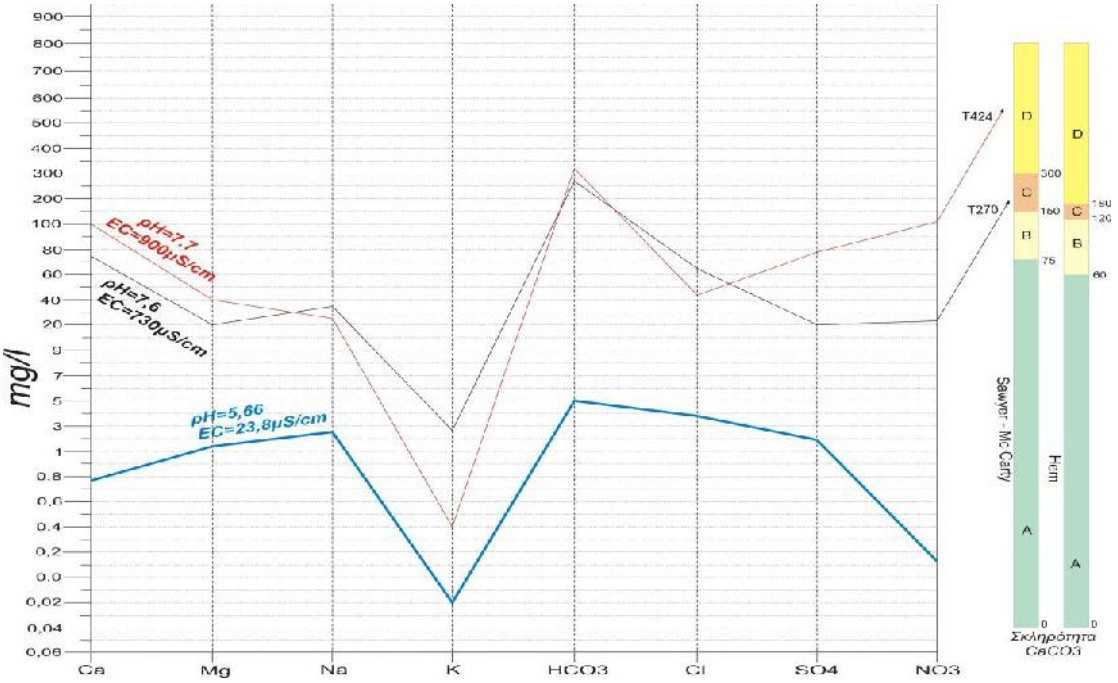
Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca στο νερό του χαλαρού υδροφόρου **ΧΑΛ1Β**, αυξάνει σε σχέση με το νερό της βροχή κατά 51 – 111 mg/l, του μαγνησίου Mg κατά 79 – 92 mg/l, του νατρίου Na κατά 25 - 39mg/l, του καλίου K κατά 0.5 – 2.4 mg/l, των ανθρακικών $HCO_3$ κατά 347 – 387 mg/l, του χλωρίου Cl κατά 143 – 287 mg/l, των θειϊκών $SO_4$ κατά 64 – 87 mg/l και των νιτρικών $NO_3$ κατά 83 – 145 mg/l.
Η συγκέντρωση της σκληρότητας $CaCO_3$ mg/l στο νερό υδροφόρου **ΧΑΛ1Β** είναι της τάξης (D) πολύ σκληρό κατά τους Sawyer – Mac Carty και Hem (Σχ.10.31).




*Σχ.10.31:Υδροχημικές καμπύλες παριστούν TDS και σκληρότητα-ΧΑΛ1Β. Νερό βροχής (μπλε), δείγμα με χαμηλότερο TDS (μαύρο) και ψηλότερη TDS (κόκκινο).*
*Fig.10.31: Hydrochemical plot of TDS and hardness. Rain water curve (blue), lower TDS sample (black)and higher TDS sample (red).*

### *10.6.2. ΝΕΡΟ ΒΡΟΧΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΑ ΤΟΥ ΚΑΡΣΤΙΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΑΣ2*

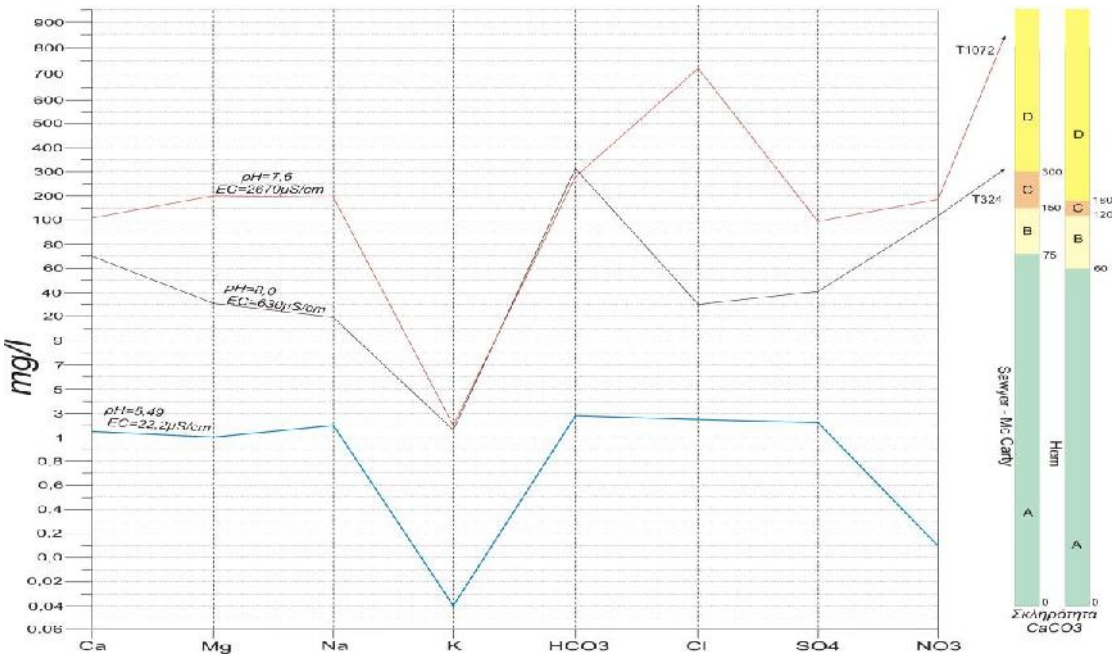
Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca στο νερό του χαλαρού υδροφόρου **ΑΣ2**, αυξάνει σε σχέση με το νερό της βροχής κατά 74 – 103mg/l, του μαγνησίου Mg κατά 18 – 39 mg/l, του νατρίου Na κατά 23 – 33 mg/l, του καλίου K κατά 0.4 - 3 mg/l, των ανθρακικών $HCO_3$ κατά 260 – 307 mg/l, του χλωρίου Cl κατά 39 – 60 mg/l, των θειϊκών $SO_4$ κατά 18 – 73 mg/l και των νιτρικών $NO_3$ κατά 22 – 105 mg/l.
Η συγκέντρωση της σκληρότητας $CaCO_3$ mg/l στο νερό υδροφόρου **ΑΣ2** είναι της τάξης (C, D) σκληρό και πολύ σκληρό κατά τους Sawyer – Mac Carty και πολύ σκληρό κατά Hem (Σχ.10.32).




*Σχ.10.32: Υδροχημικές καμπύλες παριστούν TDS και σκληρότητα- ΑΣ2. Νερό βροχής (μπλε), δείγμα με χαμηλότερο TDS (μαύρο) και ψηλότερη TDS (κόκκινο).*
*Fig.10.32: Hydrochemical plot of TDS and hardness. Rain water curve (blue), lower TDS sample (black)and higher TDS sample (red).*

### *10.6.3. ΝΕΡΟ ΒΡΟΧΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΑ ΤΟΥ ΟΦΙΟΛΙΘΙΚΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΟΦ2*

Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca στο νερό του υδροφόρο **ΟΦ2**, αυξάνει σε σχέση με το νερό της βροχή κατά 73 – 103 mg/l, του μαγνησίου Mg κατά 33 – 196 mg/l, του νατρίου Na κατά 16 – 194 mg/l, του καλίου K κατά 2 mg/l, των ανθρακικών $HCO_3$ κατά 274 – 703 mg/l, του χλωρίου Cl κατά 28 – 716 mg/l, των θειϊκών $SO_4$ κατά 39 – 97 mg/l και των νιτρικών $NO_3$ κατά 112 – 185 mg/l.
Η συγκέντρωση της σκληρότητας $CaCO_3$ mg/l στο νερό υδροφόρου **ΟΦ2** είναι της τάξης (D) πολύ σκληρό κατά τους Sawyer – Mac Carty και Hem (Σχ.10.33).




*Σχ.10.33:Υδροχημικές καμπύλες παριστούν TDS και σκληρότητα- ΟΦ2. Νερό βροχής (μπλε), δείγμα με χαμηλότερο TDS (μαύρο) και ψηλότερη TDS (κόκκινο).*
*Fig.10.33: Hydrochemical plot of TDS and hardness. Rain water curve (blue), lower TDS sample (black)and higher TDS sample (red).*

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

*IIΠίν.1: Απογραφή των 286 φρεάτων στη περιοχή Καστέλλας. 227 Πηγάδια, 19 γεωτρήσεις και 40 Πηγάδι εκβαθυμένο σε γεώτρηση.*
*IITab.1: Records of 286 water positions in Kastella area.286 Dig Wells, 19 boreholes and 40 dual well – boreholes.*

| Α/Α | Τοποθεσία | Φρέαρ | Κωδικός | ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **G P S** | **ΕΓΣΑ `87** |
| | | | | N E h | X Y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Αγ. Παρασκευή | **Π** | ΚΑ105 | | ** |
| 2 | Αγ. Παρασκευή | **Π** | ΚΑ106 | 38 32.902 23 38.962 10 | 470182 4267423 |
| 3 | Αγ. Παρασκευή | **Γ** | ΚΑ106Β | 38 33.006 23 38.864 9 | 469941 4266512 |
| 4 | Αγ. Παρασκευή | **Π** | ΚΑ107 | 38 33.035 23 38.966 7 | 470188 4266594 |
| 5 | Αγ. Παρασκευή | **Π** | ΚΑ108 | 38 33.072 23 38.979 9 | 470220 4266714 |
| 6 | Αγ. Παρασκευή | **Π** | ΚΑ109 | 38 33.123 23 38.958 8 | 470170 4266871 |
| 7 | Αγ. Παρασκευή | **Γ** | ΚΑ109Γ | | |
| 8 | Αγ. Παρασκευή | **Π+Γ** | ΚΑ110 | 38 33.236 23 38.821 6 | 469840 4267221 |
| 9 | Αγ. Παρασκευή | **Π** | ΚΑ111 | | ** |
| 10 | Αγ. Παρασκευή | **Π** | ΚΑ112 | | ** |
| 11 | Αγ. Παρασκευή | **Π** | ΚΑ113 | 38 33.192 23 38.940 8 | 470132 4267084 |
| 12 | Αγ. Παρασκευή | **Γ** | ΚΑ114 | | |
| 13 | Αγ. Παρασκευή | **Π** | ΚΑ115 | 38 33.263 23 38.905 10 | 420043 4267303 |
| 14 | Αγ. Παρασκευή | **Γ** | ΚΑ115Γ | | |
| 15 | Πρφ. Ηλίας | **Π+Γ** | ΚΑ116 | 38 33.352 23 38.926 11 | 470095 4267577 |
| 16 | Πρφ. Ηλίας | **Π** | ΚΑ117 | 38 33.585 23 38.814 13 | 469827 4268297 |
| 17 | Πρφ. Ηλίας | **Π+Γ** | ΚΑ118 | 38 33.658 23 38.807 15 | 469811 4268522 |
| 18 | Πρφ. Ηλίας | **Π** | ΚΑ119 | | ** |
| 19 | Πρφ. Ηλίας | **Γ** | ΚΑ119Γ | | |
| 20 | Πρφ. Ηλίας | **Π** | ΚΑ120 | 38 33.810 23 38.729 13 | 469624 4268991 |
| 21 | Παλιορή | **Π** | ΚΑ121 | | ** |
| 22 | Παλιορή | **Π** | ΚΑ122 | 38 33.985 23 38.743 9 | 469660 4269530 |
| 23 | Παλιορή | **Π** | ΚΑ123 | 38 34.036 23 38.830 13 | 469866 4268454 |
| 24 | Παλιορή | **Π** | ΚΑ124 | 38 33.965 23 38.927 11 | 469360 4269513 |
| 25 | Παλιορή | **Π** | ΚΑ125 | 38 34.039 23 38.978 12 | 470224 4268462 |
| 26 | Παλιορή | **Π** | ΚΑ126 | | ** |
| 27 | Παλιορή | **Π** | ΚΑ127 | 38 33.914 23 39.091 14 | 471517 4269308 |
| 28 | Παλιορή | **Π** | ΚΑ128 | 38 34.004 23 39.217 13 | 469834 4268355 |
| 29 | Παλιορή | **Γ** | ΚΑ129 | | |
| 30 | Παλιορή | **Π** | ΚΑ130 | 38 34.007 23 39.333 22 | 470153 4278616 |
| 31 | Παλιορή | **Π** | ΚΑ131 | 38 33.977 23 39.293 23 | 470022 4269504 |
| 32 | Παλιορή | **Π** | ΚΑ132 | 38 34.026 23 39.121 13 | 469602 4268426 |
| 33 | Παλιορή | **Γ** | ΚΑ133 | 38 33.891 23 38.988 13 | 470251 4269238 |
| 34 | Πρφ. Ηλίας | **Π+Γ** | ΚΑ134 | 38 33.421 23 38.737 9 | 4669638 4267792 |
| 35 | Πρφ. Ηλίας | **Π** | ΚΑ135 | 38 33.351 23 38.734 8 | 469630 4267576 |
| 36 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ136 | 38 33.360 23 38.670 8 | 469476 4267604 |
| 37 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ137 | 38 33.371 23 38.510 6 | 469088 4267640 |
| 38 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ138 | | * |
| 39 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ139 | | ** |
| 40 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ140 | | ** |
| 41 | Γουμούλα | **Π+Γ** | ΚΑ141 | 38 33.615 23 38.591 11 | 469287 4268391 |
| 42 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ142 | 38 33.510 23 38.470 9 | 468993 4268069 |
| 43 | Γουμούλα | **Γ** | ΚΑ143 | | |
| 44 | Γουμούλα | **Π+Γ** | ΚΑ144 | | |
| 45 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ145 | | ** |
| 46 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ146 | | ** |
| 47 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ147 | 38 33.230 23 38.456 7 | 468957 4267483 |
| 48 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ148 | | * |
| 49 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ149 | 38 33.273 23 38.522 6 | 469116 4267338 |
| 50 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ150 | 38 33.310 23 38.479 7 | 469013 4267452 |
| 51 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ151 | | ** |
| 52 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ152 | | ** |
| 53 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ153 | | ** |
| 54 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ154 | | ** |
| 55 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ155 | 38 33.715 23 38.506 10 | 469083 4268700 |
| 56 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ156 | | ** |
| 57 | Γουμούλα | **Γ** | ΚΑ157 | 38 33.743 23 38.629 13 | 469378 4268785 |
| 58 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ158 | | ** |
| 59 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ159 | | ** |
| 60 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ160 | | ** |
| 61 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ161 | 38 33.771 23 38.557 13 | 469207 4268872 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 62 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ162 | 38 33.865 23 38.346 12 | 468097 4269164 |
| 63 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ163 | 38 33.865 23 38.346 12 | 468698 4269154 |
| 64 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ164 | | ** |
| 65 | Γουμούλα | **Π+Γ** | ΚΑ165 | 38 33.951 23 38.227 14 | 468410 4269430 |
| 66 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ166 | | ** |
| 67 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ167 | | ** |
| 68 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ168 | | ** |
| 69 | Γουμούλα | **Π+Γ** | ΚΑ169 | 38 33.745 23 38.242 13 | 468444 4268795 |
| 70 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ170 | 38 33.688 23 38.298 13 | 468579 4268613 |
| 71 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ171 | 38 33.681 23 38.066 13 | 468018 4268599 |
| 72 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ172 | 38 33.617 23 38.236 13 | 468428 4268401 |
| 73 | Γουμούλα | **Π+Γ** | ΚΑ173 | 38 33.635 23 38.277 13 | 468528 4268456 |
| 74 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ174 | | ** |
| 75 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ175 | | ** |
| 76 | Καστέλλα | **Π** | ΚΑ176 | | ** |
| 77 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ177 | | ** |
| 78 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ178 | | ** |
| 79 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ179 | 38 33.932 23 38.538 13 | 469163 4269369 |
| 80 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ180 | 38 33.840 23 38.582 13 | 469268 4269085 |
| 81 | Γουμούλα | **Γ** | ΚΑ180Γ | | ** |
| 82 | Γουμούλα | **Π+Γ** | ΚΑ181 | 38 34.001 23 38.355 13 | 468716 4268350 |
| 83 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ182 | 38 33.437 23 38.290 9 | 468557 4267845 |
| 84 | ΔΕΗ | **Π** | ΚΑ183 | 38 33.403 23 38.148 9 | 468213 4267742 |
| 85 | ΔΕΗ | **Π** | ΚΑ184 | | ** |
| 86 | ΔΕΗ | **Π** | ΚΑ185 | | ** |
| 87 | ΔΕΗ | **Π** | ΚΑ186 | 38 33.494 23 38.158 10 | 468238 4268022 |
| 88 | ΔΕΗ | **Π** | ΚΑ187 | 38 33.401 23 38.091 10 | 468075 4268836 |
| 89 | ΔΕΗ | **Π** | ΚΑ188 | 38 33.354 23 37.950 10 | 468701 4267589 |
| 90 | ΔΕΗ | **Π** | ΚΑ189 | | ** |
| 91 | ΔΕΗ | **Π** | ΚΑ190 | | ** |
| 92 | Αγ. Γεώργιος | **Π** | ΚΑ191 | | ** |
| 93 | Αγ. Γεώργιος | **Π+Γ** | ΚΑ192 | 38 33.205 23 38.143 6 | 468198 4267132 |
| 94 | Αγ. Γεώργιος | **Π** | ΚΑ193 | 38 33.154 23 38.082 6 | 468050 4266975 |
| 95 | Αγ. Γεώργιος | **Π** | ΚΑ194 | | ** |
| 96 | Αγ. Γεώργιος | **Π+Γ** | ΚΑ195 | 38 33.192 23 37.971 7 | 468956 4267206 |
| 97 | Αγ. Γεώργιος | **Π** | ΚΑ196 | 38 33.273 23 38.024 8 | 467910 4267452 |
| 98 | Λιβάδι | **Π** | ΚΑ197 | | ** |
| 99 | Καστέλλα | **Π** | ΚΑ198 | | ** |
| 100 | Καστέλλα | **Π+Γ** | ΚΑ199 | 38 34.048 23 38.152 12 | 468225 6268497 |
| 101 | Καστέλλα | **Π+Γ** | ΚΑ200 | 38 34.117 23 38.005 12 | 467871 4268711 |
| 102 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ201 | | ** |
| 103 | Γουμούλα | **Π+Γ** | ΚΑ202 | 38 34.011 23 38.046 13 | 468970 4268380 |
| 104 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ203 | | ** |
| 105 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ204 | | ** |
| 106 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ205 | 38 33.826 23 37.960 12 | 468794 4269019 |
| 107 | Γουμούλα | **Γ** | ΚΑ206 | | ** |
| 108 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ207 | 38 33.671 23 37.947 12 | 468698 4268566 |
| 109 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ208 | | ** |
| 110 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ209 | | ** |
| 111 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ210 | | ** |
| 112 | Καστέλλα | **Π** | ΚΑ211 | | ** |
| 113 | Καστέλλα | **Π+Γ** | ΚΑ211Β | | ** |
| 114 | Καστέλλα | **Π** | ΚΑ212 | 38 34.516 23 37.895 17 | 468577 4269938 |
| 115 | Καστέλλα | **Π** | ΚΑ213 | | ** |
| 116 | Καστέλλα | **Π** | ΚΑ214 | | ** |
| 117 | Καστέλλα | **Π** | ΚΑ215 | | ** |
| 118 | Καστέλλα | **Π** | ΚΑ216 | | ** |
| 119 | Καστέλλα | **Π** | ΚΑ217 | 38 34.314 23 37.592 16 | 467841 4269319 |
| 120 | Καστέλλα | **Π** | ΚΑ218 | 38 34.330 23 37.678 17 | 468050 4269367 |
| 121 | Καστέλλα | **Π** | ΚΑ219 | | ** |
| 122 | Καστέλλα | **Π** | ΚΑ220 | 38 34.270 23 37.544 16 | 467726 4269359 |
| 123 | Αυλή | **Π** | ΚΑ221 | 38 34.123 23 37.483 15 | 467575 4268731 |
| 124 | Αυλή | **Π** | ΚΑ222 | 38 34.171 23 37.401 15 | 467377 4268879 |
| 125 | Αυλή | **Π** | ΚΑ223 | 38 34.009 23 36.869 15 | 467056 4268381 |
| 126 | Αυλή | **Π** | ΚΑ224 | 38 34.062 23 37.446 14 | 467485 4268543 |
| 127 | Αυλή | **Π+Γ** | ΚΑ224Β | 38 34.001 23 37.435 14 | 4678355 4268355 |
| 128 | Αυλή | **Π** | ΚΑ225 | | ** |
| 129 | Αυλή | **Π** | ΚΑ226 | | ** |
| 130 | Αυλή | **Π** | ΚΑ227 | 38 34.015 23 37.139 13 | 4666472 4268401 |
| 131 | Αλουπάτρυπα | **Π+Γ** | ΚΑ228 | 38 33.966 23 37.026 13 | 466473 4269484 |
| 132 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ229 | | ** |

| 133 | Αυλή | **Π+Γ** | ΚΑ230 | 38 34.086 23 36.996 13 | 467364 4268618 |
|---|---|---|---|---|---|
| 134 | Αυλή | **Π** | ΚΑ231 | 38 34.314 23 37.340 11 | 467232 4269321 |
| 135 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ232 | | ** |
| 136 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ233 | | ** |
| 137 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ234 | 38 33.823 23 37.037 11 | 466488 4269043 |
| 138 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ235 | 38 33.765 23 36.914 10 | 467167 4268862 |
| 139 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ236 | 38 33.739 23 36.723 9 | 366704 4268756 |
| 140 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ237 | | ** |
| 141 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ238 | 38 33.882 23 36.794 10 | 4558778 4269224 |
| 142 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ239 | 38 33.935 23 36.703 9 | 466659 4269388 |
| 143 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ240 | | ** |
| 144 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ241 | 38 33.778 23 36.778 8 | 466838 4268903 |
| 145 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ242 | | ** |
| 146 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ243 | 38 33.896 23 36.614 7 | 466443 4269269 |
| 147 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ244 | | ** |
| 148 | Αλουπάτρυπα | **Γ** | ΚΑ245 | | ** |
| 149 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ246 | | ** |
| 150 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ247 | 38 33.739 23 37.080 9 | 466600 4268784 |
| 151 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ248 | 38 33.577 23 56.980 8 | 467324 4268282 |
| 152 | Αλουπάτρυπα | **Π+Γ** | ΚΑ249 | | |
| 153 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ250 | | ** |
| 154 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ251 | | ** |
| 155 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ252 | | ** |
| 156 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ253 | | ** |
| 157 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ254 | | ** |
| 158 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ255 | 38 33.548 23 36.685 5 | 466610 4268195 |
| 159 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ256 | | ** |
| 160 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ257 | 38 33.249 23 36.912 5 | 467156 4267271 |
| 161 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ258 | 38 33.147 23 37.054 5 | 466530 4266959 |
| 162 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ259 | 38 33.081 23 36.955 4 | 467257 4266753 |
| 163 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ260 | | ** |
| 164 | Αλουπάτρυπα | **Γ** | ΚΑ261 | 38 33.668 23 36.772 6 | 4266822 4268564 |
| 165 | Ρουμάνα | **Γ** | ΚΑ262 | 38 33.519 23 36.806 5 | 646902 4268105 |
| 166 | Ρουμάνα | **Π+Γ** | ΚΑ263 | | ** |
| 167 | Ρουμάνα | **Γ** | ΚΑ264 | | ** |
| 168 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ265 | | ** |
| 169 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ266 | 38 33.326 23 36.999 6 | 467367 4267508 |
| 170 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ267 | | ** |
| 171 | Ρουμάνα | **Γ** | ΚΑ268 | | ** |
| 172 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ269 | | ** |
| 173 | Μυρτιά | **Π** | ΚΑ270 | 38 33.076 23 37.072 4 | 466572 4266740 |
| 174 | Μυρτιά | **Γ** | ΚΑ271 | 38 32.993 23 37.077 4 | 466589 4267718 |
| 175 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ272 | 38 33.006 23 37.128 3 | 466707 4266524 |
| 176 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ273 | | ** |
| 177 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ274 | 38 32.941 23 37.210 4 | 466910 4267556 |
| 178 | Μυρτιά | **Π** | ΚΑ274Β | 38 32.871 23 37.347 4 | 467240 4267339 |
| 179 | Μυρτιά | **Π** | ΚΑ275 | 38 33.049 23 37.213 5 | 466914 4266656 |
| 180 | Μυρτιά | **Π** | ΚΑ276 | | ** |
| 181 | Μυρτιά | **Π** | ΚΑ277 | | ** |
| 182 | Μυρτιά | **Π+Γ** | ΚΑ278 | 38 33.148 23 37.188 5 | 466854 4266961 |
| 183 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ279 | | ** |
| 184 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ280 | | ** |
| 185 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ281 | | ** |
| 186 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ282 | | ** |
| 187 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ283 | 38 33.295 23 37.248 7 | 467001 4267414 |
| 188 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ284 | 38 33.441 23 37.282 7 | 467085 4267864 |
| 189 | Ρουμάνα | **Π+Γ** | ΚΑ285 | | ** |
| 190 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ286 | | ** |
| 191 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ287 | 38 33.498 23 37.029 7 | 466474 4268042 |
| 192 | Ρουμάνα | **Γ** | ΚΑ288 | | ** |
| 193 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ289 | | ** |
| 194 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ290 | | ** |
| 195 | Αλουπάτρυπα | **Π+Γ** | ΚΑ291 | 38 33.569 23 37.187 8 | 466857 4268259 |
| 196 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ292 | | ** |
| 197 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ293 | | ** |
| 198 | Αλουπάτρυπα | **Π+Γ** | ΚΑ294 | 38 33.691 23 37.221 8 | 466941 4268635 |
| 199 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ295 | | ** |
| 200 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ296 | | ** |
| 201 | Καστέλλα | **Π** | ΚΑ297 | 38 34.136 23 37.741 14 | 468200 4268768 |
| 202 | Καστέλλα | **Π** | ΚΑ298 | 38 34.102 23 37.651 13 | 467986 4268658 |
| 203 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ299 | | ** |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 204 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ300 | | ** |
| 205 | Αλουπάτρυπα | **Π+Γ** | ΚΑ301 | 38 33.932 23 37.487 13 | 467588 4269375 |
| 206 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ302 | 38 33.963 23 37.613 14 | 467893 4269469 |
| 207 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ303 | 38 33.932 23 37.092 13 | 468141 4269092 |
| 208 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ304 | 38 33.770 23 37.778 13 | 468290 4268873 |
| 209 | Γουμούλα | **Π+Γ** | ΚΑ305 | 38 33.700 23 37.586 13 | 467824 4268659 |
| 210 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ306 | | ** |
| 211 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ307 | | ** |
| 212 | Γουμούλα | **Π** | ΚΑ308 | 38 33.611 23 37.543 13 | 467719 4268385 |
| 213 | ΔΕΗ | **Π+Γ** | ΚΑ309 | 38 33.598 23 37.788 13 | 468311 4268343 |
| 214 | ΔΕΗ | **Π** | ΚΑ310 | 38 33.597 23 37.875 13 | 468339 4268339 |
| 215 | ΔΕΗ | **Π+Γ** | ΚΑ311 | 38 33.549 23 37.778 12 | 468287 4268192 |
| 216 | ΔΕΗ | **Π** | ΚΑ312 | | ** |
| 217 | ΔΕΗ | **Π** | ΚΑ313 | 38 33.409 23 37.626 11 | 467917 4267762 |
| 218 | ΔΕΗ | **Π** | ΚΑ314 | | ** |
| 219 | Ρουμάνα | **Π+Γ** | ΚΑ315 | 38 33.457 23 37.416 9 | 467410 4267912 |
| 220 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ316 | | ** |
| 221 | Αλουπάτρυπα | **Π+Γ** | ΚΑ317 | | ** |
| 222 | Αλουπάτρυπα | **Π+Γ** | ΚΑ318 | 38 33.591 23 37.433 10 | 467453 4268324 |
| 223 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ319 | | ** |
| 224 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ320 | | ** |
| 225 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ321 | 38 33.723 23 37.485 11 | 467580 4268731 |
| 226 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ322 | | ** |
| 227 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ323 | | ** |
| 228 | ΔΕΗ | **Π** | ΚΑ324 | | ** |
| 229 | ΔΕΗ | **Π** | ΚΑ325 | | ** |
| 230 | ΔΕΗ | **Π** | ΚΑ326 | 38 33.480 23 37.711 11 | 478124 6267998 |
| 231 | Αγ. Γεώργιος | **Π+Γ** | ΚΑ327 | 38 33.742 23 37.348 7 | 467249 4268791 |
| 232 | Αγ. Γεώργιος | **Π** | ΚΑ328 | 38 33.486 23 37.636 8 | 467940 4267308 |
| 233 | Αγ. Γεώργιος | **Π** | ΚΑ329 | | ** |
| 234 | Αγ. Γεώργιος | **Π** | ΚΑ330 | | ** |
| 235 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ331 | | ** |
| 236 | Ρουμάνα | **Π+Γ** | ΚΑ332 | 38 33.352 23 37.383 8 | 467329 4267588 |
| 237 | Ρουμάνα | **Π+Γ** | ΚΑ333 | 38 33.188 23 37.312 7 | 467155 4267083 |
| 238 | Ρουμάνα | **Π+Γ** | ΚΑ334 | 38 33.157 23 37.457 7 | 477505 4266986 |
| 239 | Αγ. Γεώργιος | **Π** | ΚΑ335 | 38 33.128 23 37.631 7 | 477926 4266895 |
| 240 | Αγ. Γεώργιος | **Π** | ΚΑ336 | | ** |
| 241 | Αγ. Γεώργιος | **Π** | ΚΑ337 | 38 33.193 23 37.737 7 | 468183 4267095 |
| 242 | Αγ. Γεώργιος | **Π+Γ** | ΚΑ338 | 38 32.952 23 37.678 7 | 468043 4267585 |
| 243 | Αγ. Γεώργιος | **Π** | ΚΑ339 | 38 33.222 23 37.461 7 | 468184 4267184 |
| 244 | Αγ. Γεώργιος | **Π+Γ** | ΚΑ340 | 38 32.856 23 37.623 7 | 467908 4267290 |
| 245 | Μυρτιά | **Γ** | ΚΑ341 | | ** |
| 246 | Μυρτιά | **Π** | ΚΑ342 | | ** |
| 247 | Μυρτιά | **Π** | ΚΑ343 | 38 32.916 23 37.586 6 | 467915 4267105 |
| 248 | Μυρτιά | **Π** | ΚΑ344 | | ** |
| 249 | Μυρτιά | **Π+Γ** | ΚΑ345 | 38 33.999 23 37.469 6 | 467545 4269582 |
| 250 | Μυρτιά | **Π** | ΚΑ346 | | ** |
| 251 | Μυρτιά | **Π** | ΚΑ347 | 38 32.941 23 37.377 6 | 467314 4267554 |
| 252 | Μυρτιά | **Π** | ΚΑ348 | 38 33.108 23 37.256 7 | 467018 4266837 |
| 253 | Φτελιά | **Π** | ΚΑ349 | | ** |
| 254 | Φτελιά | **Π** | ΚΑ350 | | ** |
| 255 | Φτελιά | **Π** | ΚΑ351 | 38 32.889 23 37.449 5 | 467369 4267394 |
| 256 | Φτελιά | **Π** | ΚΑ352 | 38 32.792 23 37.449 5 | 467486 4266857 |
| 257 | Φτελιά | **Π** | ΚΑ353 | | ** |
| 258 | Φτελιά | **Π** | ΚΑ354 | | ** |
| 259 | Φτελιά | **Π** | ΚΑ355 | 38 32.738 23 37.617 5 | 467892 4266926 |
| 260 | Φτελιά | **Γ** | ΚΑ356 | | ** |
| 261 | Λιβάδι | **Π** | ΚΑ357 | 38 32.715 23 37.692 5 | 468074 4266855 |
| 262 | Λιβάδι | **Π** | ΚΑ358 | | ** |
| 263 | Λιβάδι | **Π** | ΚΑ359 | | ** |
| 264 | Αγ. Γεώργιος | **Π** | ΚΑ360 | | ** |
| 265 | Αγ. Γεώργιος | **Π** | ΚΑ361 | | ** |
| 266 | Λιβάδι | **Π** | ΚΑ362 | 38 32.910 23 37.905 4 | 468592 4267454 |
| 267 | Λιβάδι | **Π** | ΚΑ363 | | ** |
| 268 | Φτελιά | **Π** | ΚΑ625 | 38 32.741 23 37.618 4 | 466785 4266936 |
| 269 | Μυρτιά | **Γ** | ΚΑ626 | 38 32.904 23 37.304 4 | 467137 4267441 |
| 270 | Φτελιά | **Π** | ΚΑ627 | 38 32.826 23 37.255 4 | 467025 4269047 |
| 271 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ629 | 38 33.157 23 37.456 7 | 466854 4266989 |
| 272 | Ρουμάνα | **Π** | ΚΑ630 | 38 33.164 23 37.528 7 | 467677 4267007 |
| 273 | Μυρτιά | **Π** | ΚΑ633 | 38 33.181 23 36.932 4 | 46 7203 4267062 |
| 274 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ634 | | ** |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 275 | Αλουπάτρυπα | **Π** | ΚΑ635 | 38 33.784 23 37.269 8 | 468286 4268192 |
| 276 | Αυλή | **Π+Γ** | ΚΑ642 | 38 34.178 23 37.334 14 | 467215 4268902 |
| 277 | Αυλή | **Π** | ΚΑ643 | 38 34.016 23 37.252 12 | 467015 4268403 |
| 278 | Αυλή | **Π** | ΚΑ644 | 38 33.952 23 37.314 14 | 467169 4269438 |
| 279 | Καστέλλα | **Π** | ΚΑ645 | 38 34.490 23 38.099 22 | 468115 4269851 |
| 280 | Καστέλλα | **Π** | ΚΑ646 | 38 34.223 23 38.414 22 | 468862 4269034 |
| 281 | Καστέλλα | **Π+Γ** | ΚΑ702 | 38 34.050 23 38.241 15 | 468441 4268502 |
| 282 | Καστέλλα | **Π** | ΚΑ703 | 38 34.107 23 38.224 15 | 468400 4268678 |
| 283 | ΔΕΗ | **Π+Γ** | ΚΑ708 | 38 33.537 23 38.113 12 | 468130 4268155 |
| 284 | ΔΕΗ | **Π** | ΚΑ709 | 38 33.372 23 38.023 11 | 467912 4268264 |
| 285 | ΔΕΗ | **Π** | ΚΑ820 | 38 33.598 23 37.876 13 | 468525 4268342 |
| 286 | Λιβάδι | **Π** | ΚΑΠ23 | 38 33.057 23 38.220 3 | 468383 4266675 |

***II****Πίν.2: Απογραφή των 97 φρεάτων στη περιοχή Ψαχνών. 91 Πηγάδια, 3 γεωτρήσεις και 3 Πηγάδι εκβαθυμένο σε γεώτρηση.*
***II****Tab.2: Records of 97 water positions in Psachna area. 91 dig Wells, 3 boreholes and 3 dual well – boreholes.*

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ιμπραήμ | **Π** | ΨΧ364 | 38 34.115 23 36.370 6 | 465850 4268713 |
| 2 | Ιμπραήμ | **Π** | ΨΧ365 | 38 33.938 23 36.624 6 | 465851 4269450 |
| 3 | Ιμπραήμ | **Π** | ΨΧ366 | | ** |
| 4 | Ιμπραήμ | **Π+Γ** | ΨΧ367 | 38 34.039 23 36.612 6 | 466434 4268477 |
| 5 | Ιμπραήμ | **Π** | ΨΧ368 | | ** |
| 6 | Ιμπραήμ | **Π** | ΨΧ369 | 38 34.063 23 36.481 6 | 466118 4268552 |
| 7 | Ιμπραήμ | **Π** | ΨΧ370 | 38 34.194 23 36.391 8 | 465902 4268957 |
| 8 | Ιμπραήμ | **Π** | ΨΧ371 | 38 34.201 23 36.474 7 | 466013 4268977 |
| 9 | Ιμπραήμ | **Π** | ΨΧ372 | 38 34.268 23 36.557 8 | 466304 4269183 |
| 10 | Ιμπραήμ | **Π** | ΨΧ373 | | ** |
| 11 | Ιμπραήμ | **Π** | ΨΧ374 | | ** |
| 12 | Ιμπραήμ | **Π** | ΨΧ375 | 38 34.064 23 36.835 7 | 466974 4268551 |
| 13 | Ιμπραήμ | **Π** | ΨΧ376 | 38 34.002 23 36.801 7 | 466891 4268361 |
| 14 | Ιμπραήμ | **Π** | ΨΧ377 | 38 34.234 23 36.792 8 | 4666872 4269076 |
| 15 | Ιμπραήμ | **Π** | ΨΧ378 | 38 34.074 23 36.939 8 | 467226 4268581 |
| 16 | Ιμπραήμ | **Π** | ΨΧ379 | 38 34.145 23 36.902 9 | 467082 4268813 |
| 17 | Ιμπραήμ | **Π** | ΨΧ380 | 38 34.181 23 37.018 9 | 466451 4268914 |
| 18 | Ιμπραήμ | **Γ** | ΨΧ380Γ | 38 34.181 23 37.018 9 | 466451 4268914 |
| 19 | Ιμπραήμ | **Π** | ΨΧ381 | 38 34.245 23 37.161 10 | 466780 4269110 |
| 20 | Ιμπραήμ | **Π** | ΨΧ382 | | ** |
| 21 | Ιμπραήμ | **Π** | ΨΧ383 | 38 34.268 23 37.185 13 | 466856 4269181 |
| 22 | Βουλγαρίνα | **Π** | ΨΧ384 | 38 34.514 23 37.628 16 | 467929 4269922 |
| 23 | Βουλγαρίνα | **Π** | ΨΧ384Α | 38 34.481 23 37.520 17 | 467669 4269834 |
| 24 | Βουλγαρίνα | **Π** | ΨΧ385 | 38 34.469 23 37.539 18 | 467715 4269797 |
| 25 | Βουλγαρίνα | **Π** | ΨΧ386 | 38 34.605 23 37.348 19 | 467255 4270218 |
| 26 | Βουλγαρίνα | **Π** | ΨΧ387 | 38 34.535 23 37.261 18 | 467285 4270002 |
| 27 | Βουλγαρίνα | **Π** | ΨΧ387Β | 38 34.500 23 37.262 19 | 467045 4269895 |
| 28 | Βουλγαρίνα | **Π** | ΨΧ388 | | ** |
| 29 | Βουλγαρίνα | **Π** | ΨΧ389 | 38 34.752 23 37.197 19 | 467198 4270431 |
| 30 | Βουλγαρίνα | **Γ** | ΨΧ389Γ | 38 34.752 23 37.197 19 | 467198 4270431 |
| 31 | Βουλγαρίνα | **Π** | ΨΧ390 | 38 34.816 23 37.152 20 | 466927 4270870 |
| 32 | Βουλγαρίνα | **Π+Γ** | ΨΧ391 | 38 34.647 23 37.188 19 | 466867 4270349 |
| 33 | Βουλγαρίνα | **Π** | ΨΧ392 | | ** |
| 34 | Βουλγαρίνα | **Π** | ΨΧ393 | | ** |
| 35 | Βουλγαρίνα | **Π** | ΨΧ394 | 38 34.857 23 37.212 22 | 466929 4270996 |
| 36 | Βουλγαρίνα | **Π** | ΨΧ395 | | ** |
| 37 | Βουλγαρίνα | **Π** | ΨΧ396 | | ** |
| 38 | Βουλγαρίνα | **Π** | ΨΧ397 | | ** |
| 39 | Βουλγαρίνα | **Π** | ΨΧ398 | 38 34.404 23 37.190 17 | 466870 4269600 |
| 40 | Βουλγαρίνα | **Π** | ΨΧ399 | 38 34.605 23 37.216 18 | 466935 4270219 |
| 41 | Βουλγαρίνα | **Π** | ΨΧ400 | | ** |
| 42 | Περιβόλια | **Π** | ΨΧ401 | | ** |
| 43 | Περιβόλια | **Π** | ΨΧ402 | | ** |
| 44 | Περιβόλια | **Π** | ΨΧ403 | 38 34.712 23 37.825 23 | 468410 4270543 |
| 45 | Περιβόλια | **Π** | ΨΧ403Α | | ** |
| 46 | Περιβόλια | **Π** | ΨΧ404 | 38 34.710 23 37.830 22 | 468420 4270534 |
| 47 | Περιβόλια | **Π** | ΨΧ405 | 38 35.189 23 38.076 38 | 468050 4270782 |
| 48 | Περιβόλια | **Π** | ΨΧ406 | | ** |
| 50 | Περιβόλια | **Π** | ΨΧ407 | | ** |
| 51 | Περιβόλια | **Π** | ΨΧ408 | | ** |
| 52 | Περιβόλια | **Π** | ΨΧ409 | | ** |
| 53 | Περιβόλια | **Π** | ΨΧ410 | 38 35.276 23 38.141 42 | 428209 4271049 |
| 54 | Περιβόλια | **Π** | ΨΧ411 | 38 34.873 23 38.141 34 | 428209 4271040 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 55 | Περιβόλια | **Π** | ΨΧ412 | | ** |
| 56 | Περιβόλια | **Π** | ΨΧ413 | | ** |
| 57 | Περιβόλια | **Π** | ΨΧ414 | | ** |
| 58 | Περιβόλια | **Π** | ΨΧ414Β | 38 34.716 23 37.973 22 | 468770 4271038 |
| 59 | Περιβόλια | **Π** | ΨΧ415 | | ** |
| 60 | Ιμπραήμ | **Π** | ΨΧ416 | 38 34.074 23 36.347 5 | 456794 4268587 |
| 61 | Πότσικα | **Π** | ΨΧ417 | | ** |
| 62 | Πότσικα | **Π** | ΨΧ418 | | ** |
| 63 | Βρυσάκια | **Π** | ΨΧ419 | 38 34.399 23 36.410 13 | 465950 4269529 |
| 64 | Πότσικα | **Π** | ΨΧ419Β | 38 34.505 23 36.427 14 | 465993 4269915 |
| 65 | Πότσικα | **Π** | ΨΧ420 | 38 34.460 23 36.520 16 | 466217 4269775 |
| 66 | Πότσικα | **Π** | ΨΧ420Β | 38 34.509 23 36.724 13 | 466712 4269924 |
| 67 | Πότσικα | **Π** | ΨΧ421 | | ** |
| 68 | Πότσικα | **Π** | ΨΧ422 | | ** |
| 69 | Πότσικα | **Π** | ΨΧ423 | | ** |
| 70 | Πότσικα | **Π** | ΨΧ424 | | ** |
| 71 | Πότσικα | **Π** | ΨΧ425 | 38 34.375 23 36.503 10 | 427033 4269503 |
| 72 | Πότσικα | **Π** | ΨΧ426 | 38 34.457 23 36.634 13 | 466493 4269756 |
| 73 | Ιμπραήμ | **Π** | ΨΧ427 | 38 34.360 23 36.954 10 | 466796 4269310 |
| 74 | Βρυσάκια | **Π** | ΨΧ529 | | ** |
| 75 | Βρυσάκια | **Γ** | ΨΧ529Γ | 38 34.360 23 36.954 10 | 466796 4269310 |
| 76 | Περιβόλια | **Π** | ΨΧ533 | | ** |
| 77 | Περιβόλια | **Π** | ΨΧ537 | 38 34.824 23 38.161 35 | 468257 4270889 |
| 78 | Βουλγαρίνα | **Π** | ΨΧ539 | 38 34.698 23 37.099 21 | 466654 4270507 |
| 79 | Βουλγαρίνα | **Π** | ΨΧ540 | 38 34.622 23 37.092 19 | 466648 4270273 |
| 80 | Βουλγαρίνα | **Π** | ΨΧ541 | 38 34.574 23 37.081 19 | 466608 4270125 |
| 81 | Πότσικα | **Π** | ΨΧ543 | 38 34.328 23 36.417 10 | 465966 4269369 |
| 82 | Πότσικα | **Π** | ΨΧ545 | 38 34.641 23 36.402 18 | 465934 4270334 |
| 83 | Ιμπραήμ | **Γ** | ΨΧ546 | 38 34.017 23 36.365 6 | 465836 4268411 |
| 84 | Πότσικα | **Π** | ΨΧ600 | 38 34.349 23 36.475 12 | 466107 4269434 |
| 85 | Περιβόλια | **Π** | ΨΧ605 | 38 34.744 23 37.407 22 | 467399 4270046 |
| 86 | Βουλγαρίνα | **Π** | ΨΧ606 | 38 34.439 23 36.811 14 | 466921 4269707 |
| 87 | Βουλγαρίνα | **Π** | ΨΧ607 | 38 34.546 23 36.890 18 | 467114 4270037 |
| 88 | Ιμπραήμ | **Π** | ΨΧ609 | 38 33.953 23 36.351 4 | 465815 4271297 |
| 89 | Ιμπραήμ | **Π+Γ** | ΨΧ610 | 38 34.136 23 36.517 6 | 466206 4268776 |
| 90 | Πότσικα | **Π** | ΨΧ613 | 38 34.373 2336.860 12 | 467039 4269503 |
| 91 | Περιβόλια | **Π** | ΨΧ620 | 38 34.746 23 37.726 28 | 468171 4270649 |
| 92 | Βουλγαρίνα | **Π** | ΨΧ621 | 38 34.644 23 37.803 22 | 468356 4270334 |
| 93 | Περιβόλια | **Π** | ΨΧ622 | 38 34.708 23 38.043 24 | 468507 4270530 |
| 94 | Περιβόλια | **Π** | ΨΧ623 | 38 34.963 23 37.865 28 | 468510 4271316 |
| 95 | Περιβόλια | **Π** | ΨΧ624 | 38 34.742 23 38.199 24 | 468347 4270636 |
| 96 | Καστέλλα | **Π** | ΧΨ645 | | ** |
| 97 | Καστέλλα | **Π** | ΧΨ646 | | ** |

**Π** = πηγάδι well, **Γ** = Γεώτρηση borehole, **Π+Γ** = Πηγάδι εκβαθυμένο σε γεώτρηση dual well -borehole, **ΚΑ** = Καστέλλα Kastella, **ΨΧ** = Ψαχνά Psachna.

** = Καταγραφή έγινε μόνο πάνω στο τοπογραφικό χάρτη (1: 20.000, ΓΥΣ)

= Tracing drawn only on topographic map (1: 20.000, ΓΥΣ)

*IIΠίν.3: Νότιο τμήμα. Περιγραφή των φρεάτων έρευνας στην περιοχή της Καστέλλας (λιθολογία φρεάτων).*
*IITab.3:Southern part. Records of study wells in Kastella area (lithology of wells)*

| Α/Α | Κώδιξ | **Βάθος** Διάμετρος φρέατος m | Λιθολογία υδροφόρου στρώματος | Α/Α | Κώδιξ | **Βάθος** Διάμετρος φρέατος m | Λιθολογία υδροφόρου στρώματος | Α/Α | Κώδιξ | **Βάθος** Διάμετρος φρέατος m | Λιθολογία υδροφόρου στρώματος |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | ΚΑ106 | **16.50** 2.00Χ1.60 | Οφιόλιθος | 2 | ΚΑ106Β | | Οφιόλιθος | 3 | ΚΑ107 | **14.50** 1.25 Δ. | Οφιόλιθος |
| 4 | ΚΑ108 | **13.50** 2.00Χ3.00 | Ασβεστόλιθος | 5 | ΚΑ109 | **11.00** | | 6 | ΚΑ110 | **4.00** | Αμμοχάλικα |
| 7 | ΚΑ113 | | Αμμοχάλικα | 8 | ΚΑ115 | **5.00** 2.00Χ1.65 | Αμμοχάλικα | 9 | ΚΑ116 | **6.80& 30.00** 1.16 Δ.. | Οφιόλιθος |
| 10 | ΚΑ117 | **7.50** | Ασβεστόλιθος | 11 | ΚΑ118 | **30.00** | Ασβεστόλιθος | 12 | ΚΑ120 | **8.00** 1.80 Δ. | Ασβεστόλιθος |
| 13 | ΚΑ122 | **9.00** | Αμμοχάλικα | 14 | ΚΑ123Β | | Αμμοχάλικα | 15 | ΚΑ124 | **8.20** 1.70 Δ. | Αμμοχάλικα |
| 16 | ΚΑ125 | | Αμμοχάλικα | 17 | ΚΑ126 | **7.60** 1.80 Δ. | Αμμοχάλικα | 18 | ΚΑ127 | **12.00** | Ασβεστόλιθος |
| 19 | ΚΑ128 | **14.00** | Αμμοχάλικα | 20 | ΚΑ130 | **15.90** 1.60 Δ. | Κροκαλοπαγές | 21 | ΚΑ131 | **15.00** | Κροκαλοπαγές |
| 22 | ΚΑ132 | **9.00** | Κροκαλοπαγές | 23 | ΚΑ133 | **30.00** | Ασβεστόλιθος | 24 | ΚΑ134 | **20.00** | Κροκαλοπαγές |
| 25 | ΚΑ135 | **4.50** 1.70Χ1.30 | Αμμοχάλικα | 26 | ΚΑ136 | | Αμμοχάλικα | 27 | ΚΑ137 | **6.80** 1.20 Δ. | Αμμοχάλικα |
| 28 | ΚΑ140 | **5.90** 1.80 Δ. | Κροκάλες | 29 | ΚΑ141 | **25.00** | Κροκάλες | 30 | ΚΑ142 | **6.00** | Αμμοχάλικα |
| 31 | ΚΑ144 | **4.80** | Αμμοχάλικα | 32 | ΚΑ146 | **3.60** 1.90 Δ. | Αμμοχάλικα | 33 | ΚΑ147 | **3.80** | Αμμοχάλικα |
| 34 | ΚΑ149 | **4.40** 1.45 Δ. | Αμμοχάλικα | 35 | ΚΑ150 | | Αμμοχάλικα | 36 | ΚΑ152 | **6.70** 1.70Χ1.30 | Αμμοχάλικα |
| 37 | ΚΑ155 | **8.40** | Κροκάλες | 38 | ΚΑ157 | **9.50** | Κροκάλες | 39 | ΚΑ161 | **9.70** | Κροκάλες |
| 40 | ΚΑ162 | | Αμμοχάλικα | 41 | ΚΑ163 | | Αμμοχάλικα | 42 | ΚΑ165 | **10.50** | Αμμοχάλικα |
| 43 | ΚΑ168 | **9.80** 1.90 Δ. | Αμμοχάλικα | 44 | ΚΑ169 | **9.40** | Αμμοχάλικα | 45 | ΚΑ170 | | Αμμοχάλικα |
| 46 | ΚΑ171 | | Αμμοχάλικα | 47 | ΚΑ172 | **7.10** | Αμμοχάλικα | 48 | ΚΑ173 | **7.80** 1.50 Δ. | Αμμοχάλικα |
| 49 | ΚΑ177 | **6.90** 1.30 Δ. | Αμμοχάλικα | 50 | ΚΑ179 | **12.00** | Κροκάλες | 51 | ΚΑ180 | **10.90** 2.00 Δ. | Κροκάλες |
| 52 | ΚΑ181 | **10.50** 2.00 Δ. | Οφιόλιθος | 53 | ΚΑ182 | **7.50** | Αμμοχάλικα | 54 | ΚΑ183 | **7.50** | Αμμοχάλικα |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 55 | ΚΑ186 | **7.00** | Αμμοχάλικα | 56 | ΚΑ187 | **7.00** | Αμμοχάλικα | 57 | ΚΑ188 | **6.28<br>1.90 Δ.** | Αμμοχάλικα |
| 58 | ΚΑ190 | **5.80<br>1.20 Δ.** | Αμμοχάλικα | 59 | ΚΑ192 | **12.00<br>1.80 Δ.** | Κροκάλες | 60 | ΚΑ193 | **5.80<br>1.90 Δ.** | Αμμοχάλικα |
| 61 | ΚΑ195 | **10.50** | Κροκάλες | 62 | ΚΑ196 | **7.50** | Κροκάλες | 63 | ΚΑ197 | **4.00** | Αμμοχάλικα |
| 64 | ΚΑ199 | **13.00** | Κροκάλες | 65 | ΚΑ200 | **13.00** | Κροκάλες | 66 | ΚΑ201 | **10.80<br>1.30 Δ** | Κροκάλες |
| 67 | ΚΑ202 | **13.50** | Κροκάλες | 68 | ΚΑ205 | **9.50<br>1.30 Δ.** | Αμμοχάλικα | 69 | ΚΑ207 | **9.00** | Αμμοχάλικα |
| 70 | ΚΑ212 | **14.00<br>1.80 Δ.** | Οφιόλιθος | 71 | ΚΑ217 | **12.00<br>1.50 Δ** | Οφιόλιθος | 72 | ΚΑ218 | **15.00** | Οφιόλιθος |
| 73 | ΚΑ220 | **12.00** | Οφιόλιθος | 74 | ΚΑ221 | **11.00<br>2.00 Δ.** | Οφιόλιθος | 75 | ΚΑ222 | **11.00** | Οφιόλιθος |
| 76 | ΚΑ223 | | Οφιόλιθος | 77 | ΚΑ224 | | Οφιόλιθος | 78 | ΚΑ224Β | | Οφιόλιθος |
| 79 | ΚΑ225 | **8.00<br>1.95 Δ** | Οφιόλιθος | 80 | ΚΑ227 | | Αμμοχάλικα | 81 | ΚΑ228 | **7.00<br>1.65 Δ.** | Αμμοχάλικα |
| 82 | ΚΑ230 | **7.70<br>1.85 Δ** | Αμμοχάλικα | 83 | ΚΑ231 | **12.50** | Οφιόλιθος | 84 | ΚΑ234 | **5.00<br>1.40 Δ** | Αμμοχάλικα |
| 85 | ΚΑ235 | **7.00<br>1.16 Δ.** | Αμμοχάλικα | 86 | ΚΑ236 | **4.50** | Αμμοχάλικα | 87 | ΚΑ238 | **5.00<br>1.20 Δ.** | Αμμοχάλικα |
| 88 | ΚΑ239 | **5.00** | Αμμοχάλικα | 89 | ΚΑ241 | **4.50** | Αμμοχάλικα | 90 | ΚΑ242 | **4.00<br>1.70 Δ.** | Αμμοχάλικα |
| 91 | ΚΑ243 | **4.00** | Αμμοχάλικα | 92 | ΚΑ247 | **5.50** | Αμμοχάλικα | 93 | ΚΑ248 | **5.50<br>1.85 Δ.** | Αμμοχάλικα |
| 94 | ΚΑ249 | **3.50** | Αμμοχάλικα | 95 | ΚΑ255 | **3.50** | Αμμοχάλικα | 96 | ΚΑ257 | **3.50** | Αμμοχάλικα |
| 97 | ΚΑ258 | **20.00** | Αμμοχάλικα | 98 | ΚΑ259 | **3.50** | Αμμοχάλικα | 99 | ΚΑ261 | **4.60<br>1.70 Δ.** | Κροκάλες |
| 100 | ΚΑ262 | **3.10<br>1.20 Δ** | Κροκάλες | 101 | ΚΑ266 | **4.50<br>1.80 Δ** | Κροκάλες | 102 | ΚΑ270 | **3.30<br>1.80 Δ.** | Κροκάλες |
| 103 | ΚΑ271 | **17.00** | Κροκάλες | 104 | ΚΑ272 | **3.30** | Κροκάλες | 105 | ΚΑ274 | **4.70<br>1.90 Δ** | Κροκάλες |
| 106 | ΚΑ275 | **5.50<br>1.70 Δ.** | Κροκάλες | 107 | ΚΑ278 | | Κροκάλες | 108 | ΚΑ279 | **4.50** | Αμμοχάλικα |
| 109 | ΚΑ283 | **5.30** | Αμμοχάλικα | 110 | ΚΑ284 | **6.00** | Αμμοχάλικα | 111 | ΚΑ286 | **4.50** | Αμμοχάλικα |
| 112 | ΚΑ287 | **4.00** | Αμμοχάλικα | 113 | ΚΑ291 | **5.30** | Αμμοχάλικα | 114 | ΚΑ294 | **7.00** | Αμμοχάλικα |
| 115 | ΚΑ297 | **13.00** | Οφιόλιθος | 116 | ΚΑ298 | **13.00<br>1.80 Δ** | Οφιόλιθος | 117 | ΚΑ301 | **7.00** | Αμμοχάλικα |
| 118 | ΚΑ302 | **7.50<br>1.90 Δ** | Αμμοχάλικα | 19 | ΚΑ303 | **7.50** | Αμμοχάλικα | 120 | ΚΑ303Β | **7.50** | Αμμοχάλικα |
| 121 | ΚΑ304 | **9.00** | Αμμοχάλικα | 122 | ΚΑ305 | **8.00<br>1.80 Δ** | Αμμοχάλικα | 123 | ΚΑ308 | | Αμμοχάλικα |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 124 | ΚΑ309 | **7.50**<br>0.70 Δ | Αμμοχάλικα | 125 | ΚΑ310 | **7.50** | Αμμοχάλικα | 126 | ΚΑ311 | **7.50** | Αμμοχάλικα |
| 127 | ΚΑ313 | **6.00** | Αμμοχάλικα | 128 | ΚΑ315 | **6.00**<br>1.70 Δ | Αμμοχάλικα | 128 | ΚΑ318 | **8.50** | Αμμοχάλικα |
| 130 | ΚΑ321 | | Αμμοχάλικα | 131 | ΚΑ323 | **8.40**<br>1.20 Δ. | Αμμοχάλικα | 132 | ΚΑ325 | **8.00**<br>1.70Χ1.40 | Αμμοχάλικα |
| 133 | ΚΑ326 | **6.80** | Αμμοχάλικα | 134 | ΚΑ327 | **5.50** | Αμμοχάλικα | 135 | ΚΑ328 | **5.70**<br>1.62 Δ. | Αμμοχάλικα |
| 136 | ΚΑ332 | **6.00** | Αμμοχάλικα | 137 | ΚΑ333 | **5.00** | Κροκάλες | 138 | ΚΑ334 | **5.80**<br>1.75 Δ. | Κροκάλες |
| 139 | ΚΑ335 | **5.00** | Κροκάλες | 140 | ΚΑ337 | **7.50** | Κροκάλες | 141 | ΚΑ338 | **5.50**<br>1.76 Δ. | Κροκάλες |
| 142 | ΚΑ339 | **5.50** | Αμμοχάλικα | 143 | ΚΑ340 | **5.50** | Κροκάλες | 144 | ΚΑ342 | | Κροκάλες |
| 145 | ΚΑ343 | **4.00** | Αμμοχάλικα | 146 | ΚΑ345 | **4.50**<br>1.70 Δ. | Αμμοχάλικα | 147 | ΚΑ347 | **4.30**<br>2.00 Δ. | Αμμοχάλικα |
| 148 | ΚΑ348 | **6.00** | Αμμοχάλικα | 149 | ΚΑ351 | **3.50** | Κροκάλες | 150 | ΚΑ352 | **3.50**<br>2.00 Δ. | Κροκάλες |
| 151 | ΚΑ355 | **3.30** | Κροκάλες | 152 | ΚΑ357 | **4.50**<br>1.80 Δ. | Κροκάλες | 153 | ΚΑ362 | **4.50**<br>1.70 Δ. | Κροκάλες |
| 154 | ΚΑ625 | | Κροκάλες | 155 | ΚΑ626 | | Κροκάλες | 156 | ΚΑ627 | **3.50** | Κροκάλες |
| 157 | ΚΑ629 | **3.80** | Αμμοχάλικα | 158 | ΚΑ630 | | Αμμοχάλικα | 159 | ΚΑ633 | **3.60** | Κροκάλες |
| 160 | ΚΑ634 | **6.00** | Αμμοχάλικα | 161 | ΚΑ635 | **5.50** | Αμμοχάλικα | 162 | ΚΑ642 | **8.50** | Οφιόλιθος |
| 163 | ΚΑ643 | **7.30** | Οφιόλιθος | 164 | ΚΑ644 | **8.50** | Οφιόλιθος | 165 | ΚΑ645 | **14.00** | Οφιόλιθος |
| 166 | ΚΑ646 | **10.00** | Οφιόλιθος | 167 | ΚΑ702 | **14.00** | Οφιόλιθος | 168 | ΚΑ703 | **14.00** | Οφιόλιθος |
| 169 | ΚΑ708 | **6.40** | Αμμοχάλικα | 170 | ΚΑ709 | **7.50** | Αμμοχάλικα | 171 | ΚΑ820 | **9.00** | Οφιόλιθος |
| 172 | ΚΑΠ23 | **4.00** | Αμμοχάλικα | | | | | | | | |

*Πίν.4: Βόρεια τμήμα. Περιγραφή των φρεάτων έρευνας στην περιοχή των Ψαχνών (λιθολογία φρεάτων).*
*Tab.4: Northern part. Records of study wells in Psachna area (lithology of wells)*

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ΨΧ364 | **4.50** | Κροκάλες | 2 | ΨΧ365 | **4.50** | Κροκάλες | 3 | ΨΧ366 | | Κροκάλες |
| 4 | ΨΧ367 | **4.50** | Κροκάλες | 5 | ΨΧ368 | | Κροκάλες | 6 | ΨΧ369 | **3.50** | Κροκάλες |
| 7 | ΨΧ370 | **4.50**<br>1.75 Δ. | Κροκάλες | 8 | ΨΧ371 | **4.50** | Αμμοχάλικα | 9 | ΨΧ372 | | Κροκάλες |
| 10 | ΨΧ373 | **5.00**<br>1.30 Δ. | Κροκάλες | 11 | ΨΧ374 | **36.00** | Οφιόλιθος | 12 | ΨΧ375 | **6.30** | Κροκάλες |
| 13 | ΨΧ376 | | Κροκάλες | 14 | ΨΧ377 | | Κροκάλες | 15 | ΨΧ378 | **7.50** | Κροκάλες |
| 16 | ΨΧ379 | **7.80** | Κροκάλες | 17 | ΨΧ380 | **6.60**<br>1.80 Δ. | Κροκάλες | 18 | ΨΧ380Γ | **36.00** | Οφιόλιθος |
| 19 | ΨΧ381 | **9.40**<br>1.90 | Οφιόλιθος | 20 | ΨΧ382 | | Οφιόλιθος | 21 | ΨΧ383 | | Οφιόλιθος |
| 22 | ΨΧ384 | **14.00** | Οφιόλιθος | 23 | ΨΧ384Α | **16.00** | Οφιόλιθος | 24 | ΨΧ385 | **18.00**<br>2.30 Δ. | Οφιόλιθος |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 25 | ΨΧ386 | **22.50**<br>2.30 Δ. | Οφιόλιθος | 26 | ΨΧ387 | **13.60** | Οφιόλιθος | 27 | ΨΧ387Β | | Οφιόλιθος |
| 28 | ΨΧ388 | | Οφιόλιθος | 29 | ΨΧ389 | **20.50**<br>2.10 Δ. | Οφιόλιθος | 30 | ΨΧ389Γ | | Οφιόλιθος |
| 31 | ΨΧ390 | **8.00** | Οφιόλιθος | 32 | ΨΧ391 | **15.00**<br>2.00 Δ. | Οφιόλιθος | 33 | ΨΧ392 | | Οφιόλιθος |
| 34 | ΨΧ393 | | Οφιόλιθος | 35 | ΨΧ394 | **19.50**<br>**1.80 Δ.** | Οφιόλιθος | 36 | ΨΧ395 | | Οφιόλιθος |
| 37 | ΨΧ396 | | Οφιόλιθος | 38 | ΨΧ397 | **9.80**<br>**2.00 Δ.** | Οφιόλιθος | 39 | ΨΧ398 | | Οφιόλιθος |
| 40 | ΨΧ399 | **20.00**<br>1.80 Δ. | Οφιόλιθος | 41 | ΨΧ400 | | Οφιόλιθος | 41 | ΨΧ401 | | Οφιόλιθος |
| 42 | ΨΧ402 | | Οφιόλιθος | 43 | ΨΧ403 | **17.50** | Οφιόλιθος | 44 | ΨΧ404 | **11.00** | Οφιόλιθος |
| 45 | ΨΧ405 | **19.00**<br>2.20 Δ. | Οφιόλιθος | 46 | ΨΧ406 | | Κροκάλες | 47 | ΨΧ407 | | Κροκάλες |
| 48 | ΨΧ408 | **29.60**<br>1.40 Δ. | Κροκάλες | 49 | ΨΧ409 | | Κροκάλες | 50 | ΨΧ410 | **25.00**<br>1.90 Δ. | Οφιόλιθος |
| 51 | ΨΧ411 | **29.50**<br>1.80Δ | Οφιόλιθος | 52 | ΨΧ412 | | Οφιόλιθος | 53 | ΨΧ413 | | Οφιόλιθος |
| 54 | ΨΧ414 | | Οφιόλιθος | 55 | ΨΧ414Β | **11.00** | Οφιόλιθος | 56 | ΨΧ415 | **22.50**<br>1.70 Δ. | Οφιόλιθος |
| 57 | ΨΧ416 | **3.50** | Κροκάλες | 58 | ΨΧ417 | | Οφιόλιθος | 59 | ΨΧ418 | | Οφιόλιθος |
| 60 | ΨΧ419 | **17.50**<br>2.00 Δ. | Οφιόλιθος | 61 | ΨΧ419Β | | Οφιόλιθος | 62 | ΨΧ420 | **28.00** | Οφιόλιθος |
| 63 | ΨΧ420Β | **15.50** | Οφιόλιθος | 64 | ΨΧ421 | **21.80**<br>1.90 Δ. | Οφιόλιθος | 65 | ΨΧ422 | | Οφιόλιθος |
| 66 | ΨΧ423 | **13.50**<br>1.40 Δ. | Οφιόλιθος | 67 | ΨΧ424 | | Οφιόλιθος | 68 | ΨΧ425 | **10.20**<br>1.30 Δ. | Αμμοχάλικα |
| 69 | ΨΧ426 | **23.00**<br>2.00Χ1.50 | Οφιόλιθος | 70 | ΨΧ427 | **7.00**<br>1.60 Δ. | Κροκάλες | 71 | ΨΧ529 | **4.00**<br>1.80 Δ. | Ασβεστόλιθος |
| 72 | ΨΧ529Γ | **25.00** | Οφιόλιθος | 73 | ΨΧ533 | **12.00** | Οφιόλιθος | 74 | ΨΧ537 | **29.00** | Κροκάλες |
| 75 | ΨΧ539 | **21.00** | Οφιόλιθος | 76 | ΨΧ540 | **15.00** | Οφιόλιθος | 77 | ΨΧ541 | **11.00** | Οφιόλιθος |
| 78 | ΨΧ543 | **11.00** | Οφιόλιθος | 79 | ΨΧ545 | **25.00** | Οφιόλιθος | 80 | ΨΧ546 | **20.00** | Κροκάλες |
| 81 | ΨΧ600 | | Οφιόλιθος | 82 | ΨΧ605 | | Οφιόλιθος | 83 | ΨΧ606 | | Οφιόλιθος |
| 84 | ΨΧ607 | | Οφιόλιθος | 85 | ΨΧ609 | **3.50** | Κροκάλες | 86 | ΨΧ610 | **4.50** | Κροκάλες |
| 87 | ΨΧ613 | **10.00** | Αμμοχάλικα | 88 | ΨΧ620 | **11.50** | Οφιόλιθος | 89 | ΨΧ621 | | Οφιόλιθος |
| 90 | ΨΧ622 | **11.00** | Οφιόλιθος | 91 | ΨΧ623 | **26.00** | Οφιόλιθος | 92 | ΨΧ624 | **24.00** | Κροκάλες |
| 93 | ΨΧ403Α | **21.00** | Οφιόλιθος | | | | | | | | |

*ΙΙΠίν.5: Καταγραφής στάθμης νερού στα φρέατα υδροφόρων ΟΦ2 και ΧΑΛ1 της περιοχής Καστέλλας – ψαχνών.*
*ΙΙTab.5: Measurement records of wells depth, bottom, height in and standing level for aquifers ΟΦ2 and ΧΑΛ1 in Kastella – Psachna area.*

| Α/Α | ΥΔΡ ΟΦΟ ΡΟΣ | Φρέαρ | Στάθμη (10/1996) – (4/1997) | | | Στάθμη (10/2007) – (3/2008) | | | Στάθμη (10/2008) – (3/2009) | | | Βάθος Φρέατος m | Υψόμετρο Φρέαρ m | Υψόμετρο Πυθμένας m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Θερινή | Χειμερινή | Άνοδος | Θερινή | Χειμερινή | Άνοδος | Θερινή | Χειμερινή | Άνοδος | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | ΟΦ2 | ΚΑ106 | 3.40 | 3.60 | 0.20 | 2.80 | 3.10 | 0.30 | 2.50 | 2.90 | 0.40 | 16.50 | 9.80 | 6.70* |
| 2 | ΟΦ2 | ΚΑ106Β | | | | 2.80 | 3.00 | 0.20 | 2.60 | 2.90 | 0.30 | | 4.60 | |
| 3 | ΟΦ2 | ΚΑ107 | 4.50 | 4.30 | 0.80 | 3.00 | 3.60 | 0.60 | 2.70 | 2.90 | 0.30 | 9.00 | 7.00 | 0.80* |
| 4 | ΑΣ2 | ΚΑ108 | 6.90 | 7.40 | 0.50 | 4.80 | 6.20 | 1.40 | 3.40 | 6.00 | 2.60 | 13.50 | 9.60 | 3.50* |
| 5 | ΧΑΛ1 | ΚΑ109 | | | | 4.00 | 5.80 | 1.80 | 3.70 | 4.90 | 1.20 | 11.00 | 8.00 | 3.00* |
| 6 | ΧΑΛ1 | ΚΑ110 | | | | 3.80 | 4.10 | 0.30 | 3.50 | 3.70 | 0.20 | 4.00 | 6.00 | 2.00 |
| 7 | ΧΑΛ1 | ΚΑ113 | | | | 4.10 | 4.40 | 0.30 | 3.50 | 3.80 | 0.30 | | 8.00 | |
| 8 | ΧΑΛ1 | ΚΑ115 | 5.70 | 6.10 | 1.10 | 5.00 | 4.90 | 0.90 | 4.80 | 5.40 | 0.60 | 5.00 | 9.20 | 4.20 |
| 9 | ΟΦ2 | ΚΑ116 | 7.20 | 8.20 | 1.00 | 6.90 | 7.70 | 0.80 | 5.50 | 6.40 | 0.90 | 6.80 | 11.00 | 4.20 |
| 10 | ΑΣ2 | ΚΑ117 | | | | 6.00 | 7.10 | 1.10 | 5.70 | 7.20 | 1.50 | 7.40 | 13.00 | 5.60 |
| 11 | ΑΣ2 | ΚΑ118 | 7.50 | 9.60 | 2.10 | 7.20 | 8.40 | 1.20 | 7.00 | 8.60 | 1.60 | 7.80 | 15.00 | 7.20 |
| 12 | ΑΣ2 | ΚΑ120 | 5.20 | 6.10 | 0.90 | 5.00 | 5.80 | 0.80 | 4.90 | 5.50 | 0.60 | 6.50 | 13.80 | 7.30 |
| 13 | ΧΑΛ1 | ΚΑ122 | | | | 3.00 | 3.80 | 0.40 | 2.70 | 3.00 | 0.30 | 9.00 | 10.00 | 1.00 |
| 14 | ΧΑΛ1 | ΚΑ123Β | | | | 4.80 | 5.10 | 0.30 | 4.60 | 5.00 | 0.40 | 9.00 | 10.80 | 1.60 |
| 15 | ΧΑΛ1 | ΚΑ124 | 5.00 | 6.00 | 1.00 | 4.80 | 5.40 | 0.60 | 4.60 | 4.90 | 0.30 | 8.20 | 10.20 | 2.00 |
| 16 | ΧΑΛ1 | ΚΑ125 | | | | 7.00 | 7.40 | 0.40 | 6.10 | 6.50 | 0.40 | | 12.00 | |
| 17 | ΧΑΛ1 | ΚΑ126 | 5.80 | 7.60 | 1.80 | | | | | | | 9.00 | 13.00 | 4.00 |
| 18 | ΑΣ2 | ΚΑ127 | | | | 6.00 | 7.20 | 1.20 | 5.50 | 7.40 | 1.90 | 12.00 | 14.40 | 2.40 |
| 19 | ΧΑΛ1 | ΚΑ128 | | | | 7.20 | 8.50 | 1.30 | 6.10 | 7.70 | 1.60 | | 14.00 | |
| 20 | ΧΑΛ1 | ΚΑ130 | 8.20 | 10.30 | 2.10 | 8.00 | 9.00 | 1.00 | 7.60 | 8.40 | 0.80 | 15.90 | 21.90 | 6.00 |
| 21 | ΧΑΛ1 | ΚΑ131 | | | | 9.40 | 10.60 | 1.20 | 8.40 | 11.10 | 2.70 | | 23.90 | |
| 22 | ΧΑΛ1 | ΚΑ132 | 4.70 | 7.40 | 2.70 | 5.00 | 7.00 | 2.00 | 4.70 | 6.50 | 1.80 | 9.00 | 13.80 | 4.80 |
| 23 | ΑΣ2 | ΚΑ133 | | | | 6.40 | 7.70 | 1.30 | 5.80 | 7.30 | 1.50 | 60.00 | 13.00 | 46.00 |
| 24 | ΧΑΛ1 | ΚΑ134 | | | | 4.80 | 5.00 | 0.20 | 4.20 | 4.50 | 0.30 | 6.50 | 9.00 | 2.50 |
| 25 | ΧΑΛ1 | ΚΑ135 | 4.60 | 5.20 | 0.60 | 4.30 | 4.80 | 0.50 | 4.00 | 4.40 | 0.40 | 4.50 | 7.90 | 3.50 |
| 26 | ΧΑΛ1 | ΚΑ136 | | | | 4.50 | 4.80 | 0.30 | 4.10 | 4.30 | 0.20 | | 7.50 | |
| 27 | ΧΑΛ1 | ΚΑ137 | 4.80 | 5.80 | 1.00 | 4.80 | 5.20 | 0.40 | 4.00 | 4.30 | 0.30 | 6.80 | 7.70 | 0.90 |
| 28 | ΧΑΛ1 | ΚΑ140 | 5.00 | 6.10 | 1.10 | | | | | | | 6.00 | 9.80 | 3.80 |
| 29 | ΧΑΛ1 | ΚΑ141 | | | | 5.20 | 5.60 | 0.40 | 4.20 | 4.70 | 0.50 | | 11.00 | |
| 30 | ΧΑΛ1 | ΚΑ142 | | | | 6.50 | 6.80 | 0.30 | 4.80 | 5.80 | 0.40 | 6.00 | 9.90 | 3.90 |
| 31 | ΧΑΛ1 | ΚΑ144 | | | | 4.80 | 5.20 | 0.40 | 3.50 | 3.80 | 0.30 | 4.80 | 7.80 | 3.00 |
| 32 | ΧΑΛ1 | ΚΑ146 | 3.70 | 4.50 | 0.80 | | | | | | | 3.60 | 5.50 | 1.60 |
| 33 | ΧΑΛ1 | ΚΑ147 | | | | 4.30 | 4.60 | 0.30 | 3.90 | 4.30 | 0.40 | 3.80 | 6.60 | 2.20 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 34 | ΧΑΛ1 | ΚΑ149 | 2.90 | 3.80 | 0.90 | 3.90 | 4.40 | 0.50 | 3.20 | 3.80 | 0.60 | 4.50 | 6.50 | 1.00 |
| 35 | ΧΑΛ1 | ΚΑ150 | | | | 3.90 | 4.10 | 0.20 | 3.30 | 3.60 | 0.30 | | 6.60 | |
| 36 | ΧΑΛ1 | ΚΑ152 | 5.80 | 6.90 | 1.10 | | | | | | | 7.00 | 10.50 | 3.50 |
| 37 | ΧΑΛ1 | ΚΑ155 | | | | 4.20 | 4.50 | 0.30 | 3.30 | 3.70 | 0.40 | 8.40 | 10.30 | 1.90 |
| 38 | ΧΑΛ1 | ΚΑ157 | 7.60 | 8.80 | 1.20 | 7.10 | 7.70 | 0.60 | 5.70 | 6.50 | 0.80 | 8.40 | 13.60 | 5.20 |
| 49 | ΧΑΛ1 | ΚΑ158 | 7.20 | 8.60 | 1.40 | | | | | | | 9.80 | 15.00 | 5.20 |
| 40 | ΧΑΛ1 | ΚΑ159 | 7.10 | 8.70 | 1.60 | | | | | | | 9.20 | 13.00 | 5.80 |
| 41 | ΧΑΛ1 | ΚΑ161 | | | | 6.40 | 7.00 | 0.40 | 5.70 | 6.40 | 0.70 | 9.70 | 13.90 | 4.20 |
| 42 | ΧΑΛ1 | ΚΑ162 | | | | 6.20 | 6.70 | 0.30 | 4.10 | 4.40 | 0.30 | | 12.90 | |
| 43 | ΧΑΛ1 | ΚΑ163 | | | | 6.80 | 7.30 | 0.50 | 5.50 | 6.10 | 0.60 | | 12.60 | |
| 44 | ΧΑΛ1 | ΚΑ165 | | | | 6.30 | 7.00 | 0.60 | 5.90 | 6.60 | 0.70 | 10.40 | 14.80 | 4.40 |
| 45 | ΧΑΛ1 | ΚΑ169 | | | | 5.30 | 6.00 | 0.70 | 5.00 | 5.80 | 0.80 | 9.20 | 13.70 | 4.50 |
| 46 | ΧΑΛ1 | ΚΑ170 | | | | 8.00 | 8.60 | 0.60 | 6.90 | 7.90 | 1.00 | | 13.00 | |
| 47 | ΧΑΛ1 | ΚΑ171 | | | | 6.00 | 6.40 | 0.40 | 5.40 | 5.90 | 0.50 | | 13.40 | |
| 48 | ΧΑΛ1 | ΚΑ172 | | | | 7.60 | 8.20 | 0.60 | 6.60 | 7.50 | 0.90 | 7.10 | 13.30 | 6.20 |
| 49 | ΧΑΛ1 | ΚΑ173 | 8.80 | 9.80 | 1.00 | 7.30 | 8.30 | 0.100 | 6.90 | 7.70 | 0.80 | 6.80 | 13.90 | 7.10 |
| 50 | ΧΑΛ1 | ΚΑ177 | 5.90 | 7.60 | 0.70 | | | | | | | 6.90 | 12.50 | 5.60 |
| 51 | ΧΑΛ1 | ΚΑ179 | | | | 4.30 | 5.00 | 0.70 | 3.60 | 4.50 | 0.90 | | 13.60 | |
| 52 | ΧΑΛ1 | ΚΑ180 | 6.40 | 7.40 | 1.00 | 5.10 | 5.90 | 0.80 | 4.20 | 5.20 | 1.00 | 9.90 | 13.30 | 2.40 |
| 53 | ΧΑΛ1 | ΚΑ181 | 6.60 | 7.30 | 1.70 | 6.00 | 6.30 | 0.30 | 4.10 | 4.60 | 0.50 | 10.50 | 14.70 | 4.00 |
| 54 | ΧΑΛ1 | ΚΑ182 | | | | 5.80 | 6.10 | 0.30 | 4.60 | 5.00 | 0.40 | 7.50 | 9.00 | 1.50 |
| 55 | ΧΑΛ1 | ΚΑ183 | | | | 5.30 | 5.50 | 0.20 | 4.40 | 4.80 | 0.40 | 7.40 | 9.00 | 1.60 |
| 56 | ΧΑΛ1 | ΚΑ186 | | | | 5.70 | 6.00 | 0.30 | 4.80 | 5.30 | 0.50 | 6.60 | 10.00 | 3.40 |
| 57 | ΧΑΛ1 | ΚΑ187 | | | | 7.00 | 7.40 | 0.40 | 5.70 | 6.30 | 0.60 | 7.00 | 10.00 | 3.00 |
| 58 | ΧΑΛ1 | ΚΑ188 | 7.10 | 8.20 | 1.10 | 6.30 | 6.80 | 0.50 | 5.10 | 5.60 | 0.50 | 6.30 | 10.30 | 4.00 |
| 59 | ΧΑΛ1 | ΚΑ190 | 6.90 | 8.30 | 1.40 | | | | | | | 5.00 | 10.00 | 5.00 |
| 60 | ΧΑΛ1 | ΚΑ192 | 5.10 | 5.90 | 0.80 | 5.50 | 5.80 | 0.30 | 3.60 | 4.00 | 0.40 | 5.80 | 6.80 | 1.00 |
| 61 | ΧΑΛ1 | ΚΑ193 | 4.90 | 5.80 | 0.90 | 4.70 | 5.00 | 0.30 | 3.70 | 4.20 | 0.50 | 5.50 | 7.00 | 1.50 |
| 62 | ΧΑΛ1 | ΚΑ195 | | | | 4.70 | 4.90 | 0.20 | 3.00 | 3.30 | 0.30 | 5.40 | 7.00 | 1.60 |
| 63 | ΧΑΛ1 | ΚΑ196 | | | | 4.60 | 4.80 | 0.20 | 3.50 | 4.00 | 0.50 | | 8.00 | |
| 64 | ΧΑΛ1 | ΚΑ197 | | | | 4.60 | 5.00 | 0.40 | 3.80 | 4.20 | 0.40 | 4.00 | 7.00 | 3.00 |
| 65 | ΧΑΛ1 | ΚΑ199 | | | | 6.60 | 7.50 | 0.90 | 6.50 | 6.80 | 0.50 | 13.00 | 16.80 | 3.80 |
| 66 | ΧΑΛ1 | ΚΑ200 | | | | 7.70 | 8.10 | 0.40 | 6.60 | 7.20 | 0.60 | | 16.50 | |
| 67 | ΧΑΛ1 | ΚΑ201 | 5.40 | 6.70 | 1.30 | | | | | | | 10.80 | 14.50 | 3.70 |
| 68 | ΧΑΛ1 | ΚΑ202 | | | | 4.90 | 5.50 | 0.60 | 4.00 | 4.70 | 0.70 | 13.50 | 13.80 | 0.30 |
| 69 | ΧΑΛ1 | ΚΑ205 | 6.00 | 7.20 | 1.20 | 5.30 | 5.80 | 0.50 | 4.10 | 4.90 | 0.80 | 9.30 | 13.00 | 3.70 |
| 70 | ΧΑΛ1 | ΚΑ207 | 5.80 | 6.70 | 0.80 | 5.20 | 6.10 | 0.90 | 5.40 | 5.90 | 0.50 | 9.00 | 12.50 | 4.00 |
| 71 | ΟΦ2 | ΚΑ212 | 5.70 | 8.70 | 3.00 | 6.20 | 7.20 | 1.00 | 5.40 | 6.60 | 1.20 | 12.00 | 17.00 | 5.00 |
| 72 | ΟΦ2 | ΚΑ217 | 7.10 | 8.90 | 1.80 | 6.40 | 7.30 | 0.90 | 6.60 | 7.60 | 1.00 | 11.00 | 16.50 | 5.50 |
| 73 | ΟΦ2 | ΚΑ218 | | | | 7.00 | 7.80 | 0.80 | 6.40 | 7.30 | 0.90 | | 17.00 | |
| 74 | ΟΦ2 | ΚΑ220 | | | | 7.50 | 8.40 | 0.90 | 6.80 | 7.80 | 1.00 | | 16.30 | |
| 75 | ΟΦ2 | ΚΑ221 | 7.40 | 8.70 | 1.30 | 6.80 | 7.40 | 0.60 | 5.60 | 6.50 | 0.90 | 10.00 | 15.20 | 5.20 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 76 | ОФ2 | КА222 | | | | 6.80 | 8.00 | 1.20 | 6.50 | 7.50 | 1.00 | | 15.00 | |
| 77 | ОФ2 | КА223 | | | | 11.10 | 11.90 | 0.80 | 9.80 | 11.00 | 1.20 | | 15.00 | |
| 78 | ОФ2 | КА224 | | | | 6.90 | 8.00 | 1.10 | 6.40 | 7.30 | 0.90 | | 14.30 | |
| 79 | ОФ2 | КА224В | | | | 7.40 | 8.30 | 0.90 | 6.90 | 7.70 | 0.80 | 7.50 | 14.00 | 6.50 |
| 80 | ОФ2 | КА225 | 6.40 | 7.70 | 1.30 | | | | | | | 7.80 | 12.00 | 5.20 |
| 81 | ХАЛ1 | КА227 | | | | 7.40 | 8.10 | 0.70 | 6.50 | 7.40 | 0.90 | | 12.60 | |
| 82 | ХАЛ1 | КА228 | 7.60 | 8.20 | 0.60 | 6.30 | 7.00 | 0.60 | 6.00 | 6.80 | 0.80 | 7.00 | 12.80 | 5.80 |
| 83 | ХАЛ1 | КА230 | 7.20 | 7.80 | 0.60 | 7.00 | 7.70 | 0.70 | 6.70 | 7.70 | 1.00 | 7.00 | 13.00 | 6.00 |
| 84 | ОФ2 | КА231 | | | | 7.50 | 8.20 | 0.70 | 7.20 | 7.80 | 0.60 | 12.50 | 11.80 | 0.70* |
| 85 | ХАЛ1 | КА234 | 8.50 | 8.90 | 0.40 | 7.80 | 8.40 | 0.60 | 7.10 | 7.60 | 0.50 | 5.00 | 10.80 | 6.00 |
| 86 | ХАЛ1 | КА235 | 7.30 | 7.80 | 0.50 | 7.00 | 7.40 | 0.40 | 6.00 | 6.70 | 0.70 | 7.00 | 9.50 | 2.50 |
| 87 | ХАЛ1 | КА236 | | | | 7.30 | 7.90 | 0.60 | 6.10 | 6.70 | 0.50 | 4.50 | 8.70 | 4.20 |
| 88 | ХАЛ1 | КА238 | 5.90 | 6.40 | 0.50 | 5.10 | 5.40 | 0.30 | 5.20 | 5.60 | 0.40 | 4.40 | 9.60 | 5.20 |
| 89 | ХАЛ1 | КА239 | | | | 6.40 | 6.70 | 0.40 | 5.20 | 5.60 | 0.40 | | 9.00 | |
| 90 | ХАЛ1 | КА241 | | | | 5.70 | 5.90 | 0.20 | 5.20 | 5.50 | 0.30 | | 7.30 | |
| 91 | ХАЛ1 | КА242 | 3.50 | 3.70 | 0.20 | | | | | | | 3.40 | 5.50 | 2.10 |
| 92 | ХАЛ1 | КА243 | | | | 4.60 | 4.80 | 0.20 | 4.00 | 4.30 | 0.30 | | 7.00 | |
| 93 | ХАЛ1 | КА247 | | | | 4.40 | 4.70 | 0.30 | 3.30 | 3.50 | 0.20 | 5.50 | 9.00 | 3.50 |
| 94 | ХАЛ1 | КА248 | 5.80 | 6.20 | 0.40 | 5.60 | 5.80 | 0.20 | 5.00 | 5.40 | 0.40 | 5.50 | 7.80 | 2.50 |
| 95 | ХАЛ1 | КА249 | | | | 5.20 | 5.50 | 0.30 | 4.90 | 5.30 | 0.40 | 3.30 | 7.50 | 4.20 |
| 96 | ХАЛ1 | КА250 | | | | 3.60 | 3.80 | 0.20 | 3.50 | 3.70 | 0.20 | 4.80 | 5.40 | 0.60 |
| 97 | ХАЛ1 | КА255 | | | | 3.50 | 3.60 | 0.10 | 3.30 | 3.50 | 0.20 | | 4.70 | |
| 98 | ХАЛ1 | КА257 | 3.50 | 4.00 | 0.50 | 3.40 | 3.60 | 0.20 | 2.70 | 3.00 | 0.30 | 3.50 | 4.60 | 1.10 |
| 99 | ХАЛ1 | КА258 | | | | 3.60 | 3.70 | 0.10 | 3.40 | 3.60 | 0.20 | | 4.70 | |
| 100 | ХАЛ1 | КА259 | | | | 3.10 | 3.30 | 0.20 | 2.90 | 3.10 | 0.30 | | 4.00 | |
| 101 | ХАЛ1 | КА261 | 3.40 | 3.70 | 0.30 | 3.30 | 3.40 | 0.10 | 3.60 | 4.00 | 0.40 | 4.60 | 5.60 | 1.00 |
| 102 | ХАЛ1 | КА262 | 4.10 | 4.50 | 0.40 | 4.00 | 4.10 | 0.10 | 3.90 | 4.00 | 0.30 | 3.10 | 5.00 | 1.90 |
| 103 | ХАЛ1 | КА266 | 3.60 | 4.00 | 0.40 | 3.30 | 3.40 | 0.10 | 3.60 | 4.00 | 0.40 | 4.50 | 5.70 | 1.20 |
| 104 | ХАЛ1 | КА270 | 2.80 | 3.00 | 0.20 | 2.50 | 2.70 | 0.20 | 2.60 | 2.80 | 0.20 | 3.20 | 4.00 | 0.80 |
| 105 | ХАЛ1 | КА272 | | | | 1.80 | 2.00 | 0.20 | 1.70 | 1.90 | 0.20 | | 3.20 | |
| 106 | ХАЛ1 | КА274 | 2.60 | 3.10 | 0.50 | 2.40 | 2.50 | 0.10 | 2.20 | 2.60 | 0.40 | 4.70 | 4.00 | 0.70* |
| 107 | ХАЛ1 | КА274В | | | | 2.60 | 2.80 | 0.20 | 2.20 | 2.50 | 0.30 | | 3.80 | |
| 108 | ХАЛ1 | КА275 | 3.20 | 3.60 | 0.40 | 3.10 | 3.40 | 0.30 | 3.00 | 3.40 | 0.40 | 6.50 | 5.00 | 1.50* |
| 109 | ХАЛ1 | КА278 | 4.10 | 4.60 | 0.50 | 4.00 | 4.30 | 0.30 | 3.70 | 4.00 | 0.30 | 7.50 | 6.00 | 1.50* |
| 110 | ХАЛ1 | КА279 | | | | 3.10 | 3.50 | 0.40 | 3.00 | 3.30 | 0.30 | 4.50 | 6.00 | 1.50 |
| 111 | ХАЛ1 | КА283 | | | | 4.00 | 4.30 | 0.30 | 3.70 | 4.10 | 0.40 | 5.20 | 7.20 | 2.00 |
| 112 | ХАЛ1 | КА284 | | | | 3.40 | 3.60 | 0.20 | 3.10 | 3.40 | 0.30 | 6.00 | 7.80 | 1.80 |
| 113 | ХАЛ1 | КА286 | | | | 4.10 | 4.50 | 0.40 | 3.60 | 4.00 | 0.40 | 4.50 | 7.60 | 3.10 |
| 114 | ХАЛ1 | КА287 | | | | 4.70 | 5.00 | 0.30 | 4.50 | 4.80 | 0.30 | 3.90 | 7.20 | 3.30 |
| 115 | ХАЛ1 | КА291 | | | | 5.70 | 6.00 | 0.30 | 4.60 | 5.10 | 0.50 | 5.30 | 8.00 | 2.70 |
| 116 | ХАЛ1 | КА294 | | | | 5.40 | 5.70 | 0.30 | 4.60 | 5.10 | 0.50 | 7.00 | 8.80 | 1.80 |
| 117 | ОФ2 | КА297 | | | | 6.30 | 6.70 | 0.40 | 5.00 | 5.80 | 0.80 | | 14.80 | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 118 | ОФ2 | КА298 | | | | 6.30 | 6.80 | 0.50 | 4.60 | 5.30 | 0.70 | | 13.70 | |
| 119 | ХАЛ1 | КА301 | | | | 7.10 | 7.50 | 0.40 | 6.20 | 7.00 | 0.80 | 7.00 | 13.00 | 6.00 |
| 120 | ХАЛ1 | КА302 | 7.80 | 8.80 | 1.00 | 7.20 | 7.80 | 0.60 | 6.90 | 7.50 | 0.60 | 7.40 | 14.00 | 6.60 |
| 121 | ОФ2 | КА303 | | | | 7.30 | 7.90 | 0.60 | 7.00 | 7.50 | 0.50 | 7.70 | 14.00 | 6.30 |
| 122 | ОФ2 | КА303В | | | | 7.80 | 8.10 | 0.30 | 6.80 | 7.20 | 0.40 | | 13.80 | |
| 123 | ОФ2 | КА304 | | | | 7.00 | 7.40 | 0.40 | 5.90 | 6.50 | 0.60 | 9.00 | 13.80 | 4.80 |
| 124 | ХАЛ1 | КА305 | 6.70 | 7.80 | 1.10 | 6.00 | 6.40 | 0.40 | 5.70 | 6.40 | 0.70 | 8.00 | 13.50 | 5.50 |
| 125 | ХАЛ1 | КА308 | | | | 7.90 | 7.70 | 0.20 | 6.90 | 7.50 | 0.60 | | 13.50 | |
| 126 | ХАЛ1 | КА309 | 7.00 | 8.30 | 1.30 | 6.30 | 6.90 | 0.60 | 6.30 | 7.00 | 0.70 | 7.00 | 13.00 | 6.00 |
| 127 | ХАЛ1 | КА310 | | | | 6.50 | 7.00 | 0.50 | 5.70 | 6.30 | 0.60 | | 13.00 | |
| 128 | ХАЛ1 | КА311 | | | | 7.10 | 7.40 | 0.30 | 6.00 | 6.40 | 0.40 | | 12.30 | |
| 129 | ХАЛ1 | КА313 | | | | 6.60 | 6.80 | 0.20 | 5.20 | 5.50 | 0.30 | | 11.50 | |
| 130 | ХАЛ1 | КА315 | 7.10 | 7.70 | 0.60 | 6.50 | 6.90 | 0.40 | 4.90 | 5.20 | 0.30 | 6.00 | 9.50 | 3.80 |
| 131 | ХАЛ1 | КА318 | | | | 5.10 | 5.70 | 0.60 | 4.40 | 4.80 | 0.40 | 8.40 | 10.40 | 2.00 |
| 132 | ХАЛ1 | КА321 | | | | 5.90 | 6.30 | 0.40 | 5.50 | 6.00 | 0.50 | | 11.00 | |
| 133 | ХАЛ1 | КА323 | 6.20 | 7.10 | 0.90 | | | | | | | 8.00 | 10.30 | 4.30 |
| 134 | ХАЛ1 | КА325 | 6.00 | 6.30 | 0.30 | | | | | | | 7.60 | 10.00 | 2.40 |
| 135 | ХАЛ1 | КА326 | | | | 6.30 | 6.90 | 0.60 | 6.10 | 6.60 | 0.50 | 7.00 | 11.20 | 4.20 |
| 136 | ХАЛ1 | КА327 | | | | 5.80 | 6.20 | 0.40 | 3.70 | 4.00 | 0.30 | 5.50 | 8.50 | 3.00 |
| 137 | ХАЛ1 | КА328 | 6.20 | 7.10 | 0.90 | 5.60 | 5.90 | 0.30 | 4.60 | 5.20 | 0.40 | 5.00 | 8.20 | 2.80 |
| 138 | ХАЛ1 | КА332 | | | | 5.40 | 5.70 | 0.30 | 4.40 | 4.80 | 0.40 | 6.00 | 8.30 | 1.70 |
| 139 | ХАЛ1 | КА333 | | | | 4.70 | 5.00 | 0.30 | 4.20 | 4.50 | 0.30 | | 7.20 | |
| 140 | ХАЛ1 | КА334 | 4.80 | 5.10 | 0.30 | 4.80 | 5.00 | 0.20 | 4.60 | 4.90 | 0.30 | 5.70 | 7.80 | 2.10 |
| 141 | ХАЛ1 | КА335 | | | | 4.70 | 5.00 | 0.30 | 4.60 | 4.80 | 0.20 | 5.00 | 7.20 | 2.20 |
| 142 | ХАЛ1 | КА337 | | | | 4.40 | 4.80 | 0.40 | 3.90 | 4.20 | 0.30 | | 7.20 | |
| 143 | ХАЛ1 | КА338 | 3.80 | 4.60 | 0.80 | 3.70 | 4.10 | 0.40 | 3.70 | 4.00 | 0.30 | 5.50 | 7.00 | 1.50 |
| 144 | ХАЛ1 | КА339 | | | | 4.30 | 4.60 | 0.30 | 4.10 | 4.50 | 0.40 | 5.50 | 7.00 | 1.50 |
| 145 | ХАЛ1 | КА340 | | | | 4.70 | 5.00 | 0.30 | 4.50 | 4.90 | 0.40 | | 7.00 | |
| 146 | ХАЛ1 | КА342 | | | | 4.90 | 5.20 | 0.30 | 4.00 | 4.20 | 0.20 | | 6.80 | |
| 147 | ХАЛ1 | КА343 | | | | 3.60 | 3.90 | 0.30 | 3.40 | 3.60 | 0.20 | 4.00 | 6.20 | 2.20 |
| 148 | ХАЛ1 | КА345 | 4.10 | 4.70 | 0.60 | 3.80 | 4.00 | 0.20 | 3.50 | 3.80 | 0.30 | 4.50 | 6.00 | 1.50 |
| 149 | ХАЛ1 | КА347 | 3.90 | 4.10 | 0.20 | 3.50 | 3.70 | 0.20 | 3.80 | 4.00 | 0.20 | 4.50 | 6.00 | 1.50 |
| 150 | ХАЛ1 | КА348 | | | | 4.50 | 4.90 | 0.40 | 4.10 | 4.40 | 0.30 | 6.00 | 6.70 | 0.70 |
| 151 | ХАЛ1 | КА351 | | | | 3.90 | 4.10 | 0.20 | 3.50 | 3.80 | 0.30 | 3.50 | 5.40 | 1.90 |
| 152 | ХАЛ1 | КА352 | 3.50 | 4.00 | 0.50 | 3.30 | 3.50 | 0.20 | 3.50 | 3.80 | 0.30 | 3.50 | 5.00 | 1.50 |
| 153 | ХАЛ1 | КА355 | | | | 2.80 | 3.00 | 0.20 | 2.60 | 3.00 | 0.40 | 3.30 | 4.80 | 1.50 |
| 154 | ХАЛ1 | КА357 | 3.50 | 3.90 | 0.40 | 3.60 | 3.80 | 0.20 | 3.40 | 3.70 | 0.30 | 4.50 | 4.20 | 0.30* |
| 155 | ХАЛ1 | КА362 | 2.80 | 3.20 | 0.40 | 2.70 | 2.90 | 0.20 | 2.80 | 3.10 | 0.30 | 4.50 | 4.00 | 0.50* |
| 156 | ХАЛ1 | КА625 | | | | 2.30 | 2.60 | 0.30 | 2.00 | 2.50 | 0.50 | | 3.90 | |
| 157 | ХАЛ1 | КА626 | | | | 2.50 | 2.80 | 0.30 | 2.30 | 2.70 | 0.40 | | 4.00 | |
| 158 | ХАЛ1 | КА627 | | | | 2.20 | 2.30 | 0.10 | 2.00 | 2.20 | 0.20 | | 3.80 | |
| 159 | ХАЛ1 | КА629 | | | | 5.20 | 5.40 | 0.20 | 4.80 | 5.10 | 0.30 | | 7.00 | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 160 | ΧΑΛ1 | ΚΑ630 | | | | 4.70 | 5.00 | 0.30 | 4.30 | 4.60 | 0.30 | | 6.80 | |
| 161 | ΧΑΛ1 | ΚΑ633 | | | | 2.70 | 3.00 | 0.30 | 2.40 | 2.80 | 0.40 | | 4.00 | |
| 162 | ΧΑΛ1 | ΚΑ634 | | | | 6.00 | 6.30 | 0.30 | 5.30 | 5.70 | 0.40 | | 8.80 | |
| 163 | ΧΑΛ1 | ΚΑ635 | | | | 3.80 | 4.10 | 0.30 | 3.40 | 3.90 | 0.50 | | 8.00 | |
| 164 | ΟΦ2 | ΚΑ642 | | | | 7.40 | 7.80 | 0.40 | 6.20 | 7.00 | 0.80 | 8.50 | 14.00 | 5.50 |
| 165 | ΟΦ2 | ΚΑ643 | | | | 7.60 | 7.90 | 0.30 | 6.20 | 6.60 | 0.40 | 7.30 | 12.00 | 4.70 |
| 166 | ΟΦ2 | ΚΑ644 | | | | 8.00 | 8.40 | 0.40 | 7.80 | 8.70 | 0.90 | | 14.00 | |
| 167 | ΟΦ2 | ΚΑ645 | | | | 9.70 | 11.00 | 1.30 | 8.30 | 10.10 | 1.80 | | 22.00 | |
| 168 | ΟΦ2 | ΚΑ646 | | | | Στεγανό | Στεγανό | | Στεγανό | Στεγανό | | 10.00 | 22.00 | 12.00 |
| 169 | ΟΦ2 | ΚΑ702 | | | | 6.40 | 7.30 | 0.90 | 5.00 | 6.10 | 1.10 | | 17.00 | |
| 170 | ΟΦ2 | ΚΑ703 | | | | 6.60 | 7.40 | 0.80 | 5.00 | 6.00 | 1.00 | | 17.00 | |
| 171 | ΧΑΛ1 | ΚΑ708 | | | | 6.70 | 7.20 | 0.50 | 5.40 | 6.00 | 0.60 | 6.40 | 11.40 | 5.00 |
| 172 | ΧΑΛ1 | ΚΑ709 | | | | 5.40 | 5.70 | 0.30 | 4.10 | 4.50 | 0.40 | | 11.00 | |
| 173 | ΟΦ2 | ΚΑ820 | | | | 7.60 | 8.10 | 0.50 | 6.90 | 7.80 | 0.90 | | 13.00 | |
| 174 | ΧΑΛ1 | ΚΑΠ23 | | | | 1.80 | 2.00 | 0.20 | 1.80 | 1.90 | 0.10 | | 3.40 | |

Περιοχή Ψαχνών

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ΧΑΛ1 | ΨΧ364 | | | | 3.80 | 4.00 | 0.20 | 3.30 | 3.70 | 0.40 | 4.50 | 6.00 | 1.50 |
| 2 | ΧΑΛ1 | ΨΧ365 | | | | 2.50 | 2.80 | 0.30 | 2.10 | 2.30 | 0.20 | 4.50 | 5.70 | 1.20 |
| 3 | ΧΑΛ1 | ΨΧ367 | 2.60 | 2.80 | 0.20 | 2.40 | 2.50 | 0.10 | 2.20 | 2.50 | 0.30 | 4.50 | 5.60 | 1.10 |
| 4 | ΧΑΛ1 | ΨΧ369 | | | | 2.30 | 2.40 | 0.10 | 1.90 | 2.10 | 0.20 | 3.50 | 5.80 | 2.30 |
| 5 | ΧΑΛ1 | ΨΧ370 | 4.60 | 4.80 | 0.20 | 4.30 | 4.50 | 0.20 | 3.90 | 4.30 | 0.10 | | 7.80 | 0.70 |
| 6 | ΧΑΛ1 | ΨΧ371 | | | | 3.80 | 4.00 | 0.20 | 3.30 | 3.60 | 0.30 | 4.50 | 7.30 | 2.80 |
| 7 | ΧΑΛ1 | ΨΧ372 | | | | 2.90 | 3.00 | 0.10 | 2.40 | 2.60 | 0.20 | | 7.00 | |
| 8 | ΧΑΛ1 | ΨΧ373 | 2.40 | 2.60 | 0.20 | | | | | | | 5.00 | 6.60 | 0.60 |
| 9 | ΧΑΛ1 | ΨΧ375 | | | | 2.50 | 2.70 | 0.20 | 2.10 | 2.30 | 0.20 | 6.30 | 6.70 | 0.40 |
| 10 | ΧΑΛ1 | ΨΧ376 | | | | 1.50 | 1.80 | 0.30 | 1.30 | 1.40 | 0.10 | | 7.00 | |
| 11 | ΧΑΛ1 | ΨΧ377 | | | | 2.80 | 3.00 | 0.20 | 2.40 | 2.70 | 0.30 | | 7.40 | |
| 12 | ΧΑΛ1 | ΨΧ378 | | | | 3.20 | 3.50 | 0.30 | 2.70 | 3.10 | 0.40 | 7.50 | 8.50 | 1.00 |
| 13 | ΧΑΛ1 | ΨΧ379 | | | | 4.20 | 4.40 | 0.20 | 3.80 | 4.10 | 0.30 | 7.80 | 9.30 | 1.50 |
| 14 | ΧΑΛ1 | ΨΧ380 | 3.80 | 4.10 | 0.30 | Στεγανό | Στεγανό | | Στεγανό | Στεγανό | | 6.60 | 9.50 | 2.90 |
| 15 | ΟΦ2 | ΨΧ381 | 5.00 | 5.30 | 0.30 | 4.00 | 4.30 | 0.30 | 3.20 | 3.70 | 0.50 | 9.20 | 10.90 | 1.70 |
| 16 | ΟΦ2 | ΨΧ383 | | | | 7.60 | 8.20 | 0.60 | 6.40 | 7.60 | 1.20 | 18.00 | 15.00 | 3.00* |
| 17 | ΟΦ2 | ΨΧ384 | | | | 7.70 | 8.50 | 0.80 | 6.40 | 8.00 | 1.40 | 18.00 | 16.00 | 2.00 |
| 18 | ΟΦ2 | ΨΧ384Α | | | | 7.60 | 8.60 | 1.00 | 6.80 | 8.00 | 1.20 | 14.00 | 17.50 | 3.50 |
| 19 | ΟΦ2 | ΨΧ385 | 7.00 | 9.60 | 2.60 | 7.80 | 8.90 | 1.10 | 6.00 | 7.00 | 1.00 | 18.00 | 16.50 | 1.50* |
| 20 | ΟΦ2 | ΨΧ386 | 5.70 | 7.90 | 2.20 | 6.00 | 7.60 | 1.60 | 5.40 | 6.30 | 0.90 | 22.50 | 19.00 | 3.50* |
| 21 | ΟΦ2 | ΨΧ387 | | | | 7.40 | 8.50 | 1.10 | 6.50 | 8.20 | 1.70 | 12.40 | 18.00 | 5.60 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 22 | ΟΦ2 | ΨΧ387Β | | | | 9.30 | 10.30 | 1.00 | 8.20 | 9.90 | 1.70 | | 18.40 | |
| 23 | ΟΦ2 | ΨΧ389 | 7.40 | 9.10 | 1.70 | 7.20 | 8.80 | 1.60 | 7.50 | 8.60 | 1.10 | 20.50 | 19.50 | 1.00* |
| 24 | ΟΦ2 | ΨΧ390 | | | | 13.70 | 15.10 | 1.40 | 11.60 | 13.80 | 2.20 | 8.00 | 20.00 | 12.00 |
| 25 | ΟΦ2 | ΨΧ391 | 7.50 | 8.80 | 1.30 | 7.20 | 8.80 | 1.60 | 7.10 | 8.00 | 0.90 | 15.00 | 18.50 | 3.50 |
| 26 | ΟΦ2 | ΨΧ394 | 16.90 | 19.40 | 2.50 | 16.60 | 19.00 | 2.40 | 16.70 | 18.70 | 2.00 | 19.00 | 22.50 | 3.50 |
| 27 | ΟΦ2 | ΨΧ397 | 12.90 | 14.10 | 1.20 | 11.60 | 12.40 | 0.80 | 10.80 | 11.80 | 1.00 | 10.00 | 16.50 | 6.50 |
| 28 | ΟΦ2 | ΨΧ398 | | | | 9.60 | 10.40 | 0.80 | 8.70 | 9.80 | 1.10 | 18.00 | 17.50 | 0.50* |
| 29 | ΟΦ2 | ΨΧ399 | 8.00 | 9.10 | 1.10 | 8.50 | 10.00 | 1.50 | 7.10 | 8.80 | 0.70 | 20.00 | 18.80 | 1.20* |
| 30 | ΟΦ2 | ΨΧ403 | | | | 7.70 | 8.70 | 1.00 | 8.00 | 9.20 | 1.20 | 17.00 | 23.00 | 6.00 |
| 31 | ΟΦ2 | ΨΧ403Α | Στεγανό | 13.80 | 2.80 | | | | | | | 19.00 | 24.00 | 5.00 |
| 32 | ΟΦ2 | ΨΧ404 | 9.80 | 13.80 | 4.00 | Στεγανό | Στεγανό | | Στεγανό | Στεγανό | | 11.00 | 22.60 | 11.60 |
| 33 | ΟΦ2 | ΨΧ405 | 30.80 | 31.70 | 0.90 | | | | 29.30 | 30.00 | 0.70 | 19.00 | 38.50 | 19.50 |
| 34 | ΧΑΛ1 | ΨΧ408 | 13.30 | 16.70 | 3.40 | | | | | | | 29.60 | 35.20 | 5.60 |
| 35 | ΟΦ2 | ΨΧ410 | 33.00 | 34.40 | 1.40 | | | | 31.30 | 31.50 | 0.20 | 25.00 | 42.00 | 17.00 |
| 36 | ΟΦ2 | ΨΧ411 | 23.70 | 27.20 | 3.50 | 24.00 | 25.80 | 1.80 | 22.40 | 24.30 | 1.90 | 29.50 | 34.00 | 4.50 |
| 37 | ΟΦ2 | ΨΧ414Β | | | | Στεγανό | Στεγανό | | Στεγανό | Στεγανό | | 11.00 | 22.30 | 11.30 |
| 38 | ΟΦ2 | ΨΧ415 | 20.80 | 23.10 | 2.30 | | | | | | | 22.30 | 25.30 | 2.90 |
| 39 | ΧΑΛ1 | ΨΧ416 | | | | 3.40 | 3.50 | 0.10 | 3.10 | 3.30 | 0.20 | 3.30 | 5.40 | 2.10 |
| 40 | ΟΦ2 | ΨΧ418 | | | | 5.30 | 5.70 | 0.40 | 4.50 | 5.00 | 0.50 | | 17.00 | |
| 41 | ΟΦ2 | ΨΧ419 | 3.20 | 5.40 | 2.20 | 3.70 | 4.90 | 1.20 | 3.80 | 4.80 | 1.00 | 15.50 | 13.50 | 2.00* |
| 42 | ΟΦ2 | ΨΧ420 | | | | 4.20 | 5.10 | 0.90 | 3.90 | 5.00 | 1.10 | 28.00 | 12.00 | 14.00* |
| 43 | ΟΦ2 | ΧΨ420Β | | | | | | | 2.60 | 3.20 | 0.60 | 15.50 | 12.70 | |
| 44 | ΟΦ2 | ΨΧ421 | 3.00 | 4.10 | 1.10 | | | | | | | 21.50 | 14.20 | 7.30* |
| 45 | ΟΦ2 | ΨΧ423 | 3.10 | 4.30 | 1.20 | | | | | | | 13.50 | 11.50 | 2.50* |
| 46 | ΧΑΛ1 | ΨΧ425 | 4.70 | 5.20 | 0.50 | 4.10 | 4.90 | 0.60 | 3.90 | 4.20 | 0.30 | 10.20 | 10.60 | 0.40 |
| 47 | ΟΦ2 | ΧΨ426 | 4.50 | 5.30 | 0.80 | 4.30 | 5.00 | 0.70 | 4.30 | 5.10 | 0.80 | 23.00 | 13.60 | 9.40* |
| 48 | ΧΑΛ1 | ΧΨ427 | 4.00 | 4.40 | 0.40 | 3.80 | 4.20 | 0.40 | 3.60 | 4.10 | 0.40 | 7.00 | 10.30 | 2.70 |
| 49 | ΑΣ3 | ΧΨ529 | 9.60 | 10.20 | 0.60 | 9.40 | 10.20 | 0.80 | 10.20 | 10.70 | 0.50 | 6.00 | 12.60 | 6.60 |
| 50 | ΟΦ2 | ΨΧ533 | | | | Στεγανό | Στεγανό | | | | | 12.00 | 32.00 | 20.00 |
| 51 | ΧΑΛ1 | ΨΧ537 | | | | 15.00 | 16.30 | 1.30 | 11.90 | 14.40 | 2.50 | 29.00 | 35.40 | 6.40 |
| 52 | ΟΦ2 | ΨΧ539 | | | | 14.30 | 15.20 | 0.90 | 12.30 | 13.30 | 1.00 | 21.00 | 21.80 | 0.80 |
| 53 | ΟΦ2 | ΨΧ540 | | | | 12.00 | 13.10 | 1.10 | 10.60 | 11.60 | 1.00 | 15.00 | 19.40 | 4.40 |
| 54 | ΟΦ2 | ΨΧ541 | | | | 11.40 | 12.40 | 1.00 | 10.20 | 11.10 | 0.90 | 11.00 | 19.80 | 8.80 |
| 55 | ΟΦ2 | ΨΧ543 | | | | 4.50 | 5.00 | 0.50 | 3.90 | 4.70 | 0.80 | 10.80 | 10.90 | 0.90 |
| 56 | ΟΦ2 | ΨΧ545 | | | | 6.50 | 7.20 | 0.70 | 5.40 | 6.60 | 1.20 | 25.00 | 18.60 | 6.50 |
| 57 | ΟΦ2 | ΨΧ600 | | | | 4.40 | 5.00 | 0.60 | 3.70 | 4.40 | 0.70 | | 11.40 | |
| 58 | ΟΦ2 | ΨΧ605 | | | | 11.00 | 12.10 | 1.10 | 10.00 | 10.80 | 0.80 | | 22.40 | |
| 59 | ΟΦ2 | ΨΧ606 | | | | 7.50 | 8.00 | 0.50 | 6.60 | 7.30 | 0.70 | | 14.20 | |
| 60 | ΟΦ2 | ΨΧ607 | | | | 5.20 | 6.00 | 0.80 | 4.30 | 5.20 | 0.90 | | 18.80 | |
| 61 | ΧΑΛ1 | ΨΧ609 | | | | 2.40 | 2.60 | 0.20 | 2.00 | 2.30 | 0.30 | | 3.80 | |
| 62 | ΧΑΛ1 | ΨΧ610 | | | | 2.90 | 3.30 | 0.40 | 2.80 | 3.00 | 0.30 | 4.50 | 6.00 | 1.50 |
| 63 | ΧΑΛ1 | ΨΧ613 | | | | 6.40 | 6.70 | 0.30 | 5.60 | 6.00 | 0.40 | 10.00 | 12.00 | 2.00 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 64 | ΟΦ2 | ΨΧ620 | | | | Στεγανό | Στεγανό | | Στεγανό | Στεγανό | | 11.50 | 28.00 | |
| 65 | ΟΦ2 | ΨΧ621 | | | | 10.60 | 11.70 | 1.10 | 8.70 | 10.00 | 1.30 | | 22.00 | |
| 66 | ΟΦ2 | ΨΧ622 | | | | Στεγανό | Στεγανό | | Στεγανό | Στεγανό | | 11.00 | 24.00 | |
| 67 | ΟΦ2 | ΨΧ623 | | | | 20.10 | 20.90 | 0.80 | 18.10 | 19.00 | 0.90 | 26.00 | 30.00 | 4.00 |
| 68 | ΧΑΛ1 | ΨΧ624 | | | | 20.80 | 22.70 | 1.90 | 18.50 | 21.00 | 2.50 | 24.00 | 38.20 | 4.20 |

*IIΠίν.6: Αποτελέσματα επί τόπου φυσικοχημικών αναλύσεων δειγμάτων περιοχής Καστέλλας - Ψαχνών που συλλέχθηκαν την διάρκεια της πρώτης υδροχημικής δειγματοληψίας (10 -21/10/1998).*
*IITab.6: Results of Physcochemical analyses ground water samples conducted on the field during the first hydrochemical test (10 -21/10/1998).*

| A/A | Στοιχεία δείγματος νερού **ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ** | Τρόπος συλλογής νερού | Θερμοκρασία **ºC** | | pH | Eh mV vollt | salinity | EC μMhos/cm | TDS ppm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Νερού | Αέρα | | | | | |
| 1 | ΚΑ140**ΧΑΛ1** | Αντλία | 17.0 | 19.0 | 7.3 | | 0.8 | 890 | 804 |
| 2 | ΚΑ152**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 17.0 | 20.0 | 7.8 | | 0.5 | 760 | 699 |
| 3 | ΨΧ426**ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 17.0 | 21.0 | 7.9 | | 0.5 | 1180 | 976 |

*IIΠίν.7: Αποτελέσματα επί τόπου φυσικοχημικών αναλύσεων δειγμάτων περιοχής Καστέλλας - Ψαχνών που συλλέχθηκαν την διάρκεια της δεύτερης υδροχημικής δειγματοληψίας (7/3/– 5/5/1999).*
*IITab.7: Results of physcochemical analyses ground water samples conducted on the field during the second hydrochemical test (7/3/– 5/5/1999).*

Περιοχή Καστέλλας

| A/A | Στοιχεία δείγματος νερού **ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ** | Τρόπος συλλογής νερού | Θερμοκρασία **ºC** | | pH | Eh mV vollt | salinity | EC μMhos/cm | TDS ppm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Νερού | Αέρα | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | ΚΑ106**ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 17.5 | 11.0 | 7.9 | | 0.8 | 1370 | 950 |
| 2 | ΚΑ107**ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 17.0 | 11.5 | 7.5 | | 0.5 | 960 | 633 |
| 3 | ΚΑ113**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 16.5 | 12.0 | 7.3 | | 0.5 | 890 | 760 |
| 4 | ΚΑ116**ΑΣ2** | Δειγματολήπτης | 16.0 | 12.0 | 7.6 | | 0.4 | 730 | 503 |
| 5 | ΚΑ117**ΑΣ2** | Δειγματολήπτης | 16.0 | 13.0 | 7.8 | | 0.4 | 770 | 612 |
| 6 | ΚΑ120**ΑΣ2** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 12.0 | 7.9 | | 0.4 | 760 | 564 |
| 7 | ΚΑ123**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 16.5 | 13.5 | 7.8 | | 0.5 | 915 | 668 |
| 8 | ΚΑ130**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 14.0 | 7.4 | | 0.4 | 770 | 688 |
| 9 | ΚΑ132**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 13.0 | 7.9 | | 0.4 | 780 | 645 |
| 10 | ΚΑ133**ΑΣ2** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 12.0 | 7.7 | | 0.5 | 900 | 705 |
| 11 | ΚΑ134**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 15.5 | 14.0 | 7.6 | | 0.5 | 820 | 558 |
| 12 | ΚΑ135**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 13.0 | 15.0 | 8.0 | | 0.8 | 1340 | 998 |
| 13 | ΚΑ137**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 13.0 | 7.8 | | 0.7 | 1280 | 1087 |
| 14 | ΚΑ141**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 15.5 | 14.0 | 7.9 | | 0.5 | 870 | 648 |
| 15 | ΚΑ147**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 13.0 | 7.7 | | 0.8 | 1320 | 1079 |
| 16 | ΚΑ157**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 15.5 | 14.0 | 8.4 | | 0.5 | 940 | 710 |
| 17 | ΚΑ161**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 16.0 | 15.5 | 7.6 | | 0.6 | 1080 | 1003 |
| 18 | ΚΑ163**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 15.5 | 8.0 | | 0.5 | 835 | 636 |
| 19 | ΚΑ167**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 15.5 | 15.0 | 8.0 | | 0.5 | 965 | 782 |
| 20 | ΚΑ168**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 16.0 | 15.0 | 7.8 | | 0.5 | 850 | 682 |
| 21 | ΚΑ170**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 15.5 | 15.0 | 7.9 | | 0.5 | 930 | 686 |
| 22 | ΚΑ172**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 16.5 | 15.5 | 7.9 | | 0.6 | 1040 | 810 |
| 23 | ΚΑ176**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 14.0 | 7.9 | | 0.5 | 810 | 681 |
| 24 | ΚΑ177**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 14.0 | 7.6 | | 0.6 | 1030 | 893 |
| 25 | ΚΑ178**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 16.0 | 17.0 | 7.7 | | 0.4 | 800 | 714 |
| 26 | ΚΑ180**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 16.0 | 15.5 | 7.5 | | 0.5 | 930 | 829 |
| 27 | ΚΑ181**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 16.5 | 15.0 | 8.4 | | 0.5 | 930 | 707 |
| 28 | ΚΑ182**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 13.0 | 7.7 | | 0.6 | 1050 | 769 |
| 29 | ΚΑ187**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 15.5 | 15.0 | 7.8 | | 0.9 | 1470 | 1147 |
| 30 | ΚΑ190**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 15.5 | 11.0 | 7.7 | | 0.5 | 830 | 730 |
| 31 | ΚΑ192**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 15.5 | 15.0 | 7.9 | | 0.6 | 1050 | 806 |
| 32 | ΚΑ196**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 14.0 | 7.9 | | 1.1 | 1850 | 1466 |
| 33 | ΚΑ198**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 15.0 | 7.8 | | 0.5 | 815 | 608 |
| 34 | ΚΑ201**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 14.0 | 7.8 | | 0.6 | 980 | 723 |
| 35 | ΚΑ205**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 16.0 | 15.0 | 8.0 | | 0.6 | 1045 | 834 |
| 36 | ΚΑ208**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 16.5 | 14.0 | 7.9 | | 0.6 | 880 | 694 |
| 37 | ΚΑ212**ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 23.0 | 8.0 | | 0.3 | 630 | 621 |
| 38 | ΚΑ215**ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 14.5 | 22.0 | 7.8 | | 0.6 | 1000 | 893 |
| 39 | ΚΑ220**ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 14.5 | 22.0 | 7.7 | | 0.8 | 1310 | 1104 |
| 40 | ΚΑ222**ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 14.5 | 21.0 | 7.5 | | 0.7 | 1170 | 978 |
| 41 | ΚΑ224**ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 15.5 | 22.0 | 7.8 | | 0.7 | 1190 | 949 |
| 42 | ΚΑ227**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.5 | 21.0 | 8.0 | | 0.7 | 1260 | 1012 |
| 43 | ΚΑ229**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.5 | 17.0 | 7.9 | | 0.5 | 850 | 671 |
| 44 | ΚΑ230**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 17.0 | 7.6 | | 0.6 | 1040 | 895 |
| 45 | ΚΑ234**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.5 | 17.0 | 7.8 | | 0.8 | 1430 | 1137 |
| 46 | ΚΑ235**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 12.0 | 11.0 | 8.0 | | 0.7 | 1250 | 860 |
| 47 | ΚΑ236**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 17.0 | 7.9 | | 1.0 | 1700 | 1247 |

| 48 | ΚΑ239**ΧΑΛ1** | Αντλία | 14.5 | 17.0 | 7.8 | | 0.2 | 2000 | 1477 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 49 | ΚΑ242**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 17.0 | 7.7 | | 2.1 | 3300 | 2419 |
| 50 | ΚΑ247**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 16.0 | 7.7 | | 0.9 | 1450 | 1153 |
| 51 | ΚΑ250 **ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 18.0 | 8.0 | | 0.7 | 1170 | 889 |
| 52 | ΚΑ255**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 20.0 | 7.8 | | 1.4 | 2300 | 1914 |
| 53 | ΚΑ258**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 16.0 | 20.0 | 7.7 | | 0.4 | 700 | 587 |
| 54 | ΚΑ259**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.5 | 20.0 | 8.1 | | 0.6 | 1130 | 865 |
| 55 | ΚΑ261**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 19.0 | 7.4 | | 0.5 | 850 | 722 |
| 56 | ΚΑ265 **ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 18.0 | 8.0 | | 1.2 | 1950 | 1633 |
| 57 | ΚΑ266**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 18.5 | 7.7 | | 1.1 | 1920 | 1548 |
| 58 | ΚΑ270**ΧΑΛ**1 | Δειγματολήπτης | 14.5 | 18.5 | 8.0 | | 0.4 | 700 | 559 |
| 59 | ΚΑ271**ΧΑΛ1** | Φυσική ροή | 14.5 | 15.0 | 7.7 | | 0.4 | 700 | 570 |
| 60 | ΚΑ274**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 15.0 | 7.6 | | 0.7 | 1200 | 1001 |
| 61 | ΚΑ279**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.5 | 12.0 | 7.7 | | 1.0 | 1685 | 1401 |
| 62 | ΚΑ283**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 12.0 | 7.7 | | 0.4 | 750 | 617 |
| 63 | ΚΑ284**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.5 | 19.0 | 7.9 | | 0.7 | 1280 | 1000 |
| 64 | ΚΑ287**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 18.0 | 7.6 | | 1.4 | 2300 | 1957 |
| 65 | ΚΑ291**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 15.5 | 17.5 | 8.0 | | 0.7 | 1730 | 1394 |
| 66 | ΚΑ296**ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 14.5 | 19.0 | 7.7 | | 0.9 | 1600 | 1252 |
| 67 | ΚΑ298**ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 14.5 | 21.0 | 7.9 | | 0.7 | 1280 | 948 |
| 68 | ΚΑ302**ΧΑΛ1** | Αντλία | 15.5 | 21.0 | 7.9 | | 0.5 | 870 | 752 |
| 69 | ΚΑ304**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 15.5 | 21.0 | 7.7 | | 0.6 | 1130 | 958 |
| 70 | ΚΑ305**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 20.0 | 7.9 | | 0.5 | 910 | 754 |
| 71 | ΚΑ309**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 20.0 | 7.7 | | 0.8 | 1400 | 1083 |
| 72 | ΚΑ314**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.5 | 20.0 | 7.5 | | 0.6 | 1130 | 944 |
| 73 | ΚΑ315**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.5 | 14.0 | 7.9 | | 1.1 | 1860 | 1341 |
| 74 | ΚΑ318**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 20.0 | 7.5 | | 0.7 | 1140 | 952 |
| 75 | ΚΑ322**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.5 | 20.0 | 7.4 | | 0.9 | 1570 | 1299 |
| 76 | ΚΑ325**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 23.0 | 7.8 | | 0.5 | 960 | 780 |
| 77 | ΚΑ326**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.5 | 20.0 | 7.6 | | 1.0 | 1670 | 1301 |
| 78 | ΚΑ328**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.5 | 12.0 | 7.7 | | 1.2 | 1960 | 1408 |
| 79 | ΚΑ331**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 13.0 | 7.6 | | 0.9 | 1610 | 1341 |
| 80 | ΚΑ332**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.5 | 12.0 | 7.6 | | 0.5 | 845 | 692 |
| 81 | ΚΑ333**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 21.0 | 7.6 | | 1.4 | 2300 | 1644 |
| 82 | ΚΑ334**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 13.0 | 7.7 | | 0.8 | 1300 | 932 |
| 83 | ΚΑ336**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 12.5 | 7.6 | | 1.1 | 1780 | 1344 |
| 84 | ΚΑ338**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 16.0 | 7.6 | | 1.0 | 1660 | 1395 |
| 85 | ΚΑ340**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.5 | 20.0 | 8.0 | | 0.4 | 780 | 552 |
| 86 | ΚΑ343**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 16.5 | 12.5 | 8.0 | | 0.5 | 900 | 750 |
| 87 | ΚΑ345**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 13.0 | 12.0 | 7.8 | | 1.1 | 1830 | 1478 |
| 88 | ΚΑ347**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 13.0 | 8.0 | | 1.3 | 2230 | 1724 |
| 89 | ΚΑ348**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.5 | 14.0 | 7.8 | | 0.5 | 970 | 735 |
| 90 | ΚΑ351**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 12.0 | 7.6 | | 1.1 | 1898 | 1638 |
| 91 | ΚΑ352**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 13.5 | 14.0 | 7.8 | | 0.8 | 1320 | 1006 |
| 92 | ΚΑ357**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 145 | 7.8 | | 0.4 | 650 | 518 |
| 93 | ΚΑ362**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 16.0 | 16.0 | 7.8 | | 0.4 | 760 | 638 |

Περιοχή Ψαχνών

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ΨΧ364**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 19.0 | 7.3 | | 2.1 | 3320 | 2340 |
| 2 | ΨΧ365**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 13.0 | 7.5 | | 2.5 | 3910 | 2828 |
| 3 | ΨΧ370**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 19.0 | 7.5 | | 2.0 | 3260 | 2260 |
| 4 | ΨΧ373**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 19.0 | 7.7 | | 2.4 | 3800 | 2634 |
| 5 | ΨΧ376**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 19.0 | 8.0 | | 0.8 | 1360 | 890 |
| 6 | ΨΧ377**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.5 | 19.0 | 7.9 | | 0.5 | 920 | 716 |
| 7 | ΨΧ379**ΧΑΛ1** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 19.0 | 7.8 | | 0.6 | 1060 | 811 |
| 8 | ΨΧ381**ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 19.0 | 7.8 | | 0.4 | 720 | 590 |
| 9 | ΨΧ383 **ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 18.0 | 7.9 | | 0.5 | 980 | 787 |
| 10 | ΨΧ384 **ΟΦ2** | Αντλία | 16.0 | 17.0 | 7.7 | | 0.7 | 1170 | 1028 |
| 11 | ΨΧ387 **ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 17.0 | 7.6 | | 0.8 | 1450 | 1222 |
| 12 | ΨΧ389 **ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 16.0 | 17.0 | 7.8 | | 0.6 | 1125 | 984 |
| 13 | ΨΧ391 **ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 14.0 | 19.0 | 7.6 | | 0.8 | 1370 | 1200 |
| 14 | ΨΧ394 **ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 20.0 | 7.7 | | 0.8 | 1310 | 1195 |
| 15 | ΨΧ397 **ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 20.0 | 7.6 | | 0.8 | 1400 | 1186 |
| 16 | ΨΧ398 **ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 20.0 | 7.6 | | 0.5 | 825 | 685 |
| 17 | ΨΧ403 **ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 15.5 | 19.0 | 7.8 | | | | |
| 18 | ΨΧ405 **ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 14.5 | 17.0 | 7.8 | | 0.4 | 800 | 708 |
| 19 | ΨΧ408 **ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 14.5 | 17.0 | 7.5 | | 0.3 | 550 | 511 |
| 20 | ΧΨ410 **ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 16.0 | 18.5 | 7.7 | | | | |
| 21 | ΧΨ411 **ΟΦ2** | Αντλία | 16.5 | 18.5 | 7.5 | | 0.5 | 960 | 855 |
| 22 | ΨΧ414 **ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 15.5 | 17.0 | 7.6 | | 0.6 | 980 | 856 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 23 | ΨΧ415 **ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 15.5 | 19.0 | 7.7 | | 0.5 | 945 | 821 |
| 24 | ΨΧ417 **ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 15.5 | 21.0 | 7.5 | | 1.2 | 1980 | 1449 |
| 25 | ΨΧ419 **ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 15.5 | 21.0 | 7.6 | | 1.0 | 1740 | 1289 |
| 26 | ΨΧ420 **ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 15.5 | 21.0 | 7.6 | | 0.7 | 1280 | 1044 |
| 27 | ΨΧ421 **ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 22.0 | 7.5 | | 1.0 | 1660 | 1227 |
| 28 | ΨΧ423 **ΟΦ2** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 22.0 | 7.6 | | 1.6 | 2670 | 1779 |

*Πίν.8: Αποτελέσματα επί τόπου φυσικοχημικών αναλύσεων δειγμάτων περιοχής Καστέλλας - Ψαχνών που συλλέχθηκαν την διάρκεια 3ης υδροχημικής δειγματοληψίας (22/1 – 5/3/2009).*

*Tab.8: Results of Physcochemical analyses ground water samples conducted on the field during the second hydrochemical test in Kastella – Psachna area (22/1 – 5/3/2009).*

Περιοχλη Καστέλλας

| A/A | Στοιχεία δείγματος νερού **ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ** | Τρόπος συλλογής νερού | Θερμοκρασία °C | | pH | Eh mV volt | Salinity dS/m | EC μS/cm | TDS ppm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Νερού | Αέρα | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | ΚΑ106**ΟΦ1** | Δειγμ/λήπτης | 16.0 | 10.0 | 7.7 | -42 | 1.3 | 2200 | 1423 |
| 2 | ΚΑ109**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 15.3 | 10.0 | 7.3 | -16 | 0.6 | 1100 | 817 |
| 3 | ΚΑ110**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 14.4 | 10.0 | 7.5 | -32 | 0.6 | 1128 | 1042 |
| 4 | ΚΑ116**ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 15.5 | 10.0 | 7.1 | -9 | 0.6 | 1048 | 800 |
| 5 | ΚΑ117**ΑΣ2** | Δειγμ/λήπτης | 17.1 | 10.0 | 7.3 | -16 | 0.5 | 872 | 778 |
| 6 | ΚΑ118**ΑΣ2** | Δειγμ/λήπτης | 17.0 | 10.0 | 7.4 | -23 | 0.6 | 1168 | 747 |
| 7 | ΚΑ120**ΑΣ2** | Δειγμ/λήπτης | 15.5 | 10.0 | 7.6 | -36 | 0.6 | 1040 | 862 |
| 8 | ΚΑ122**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 15.0 | 9.0 | 7.7 | -42 | 0.5 | 928 | 594 |
| 9 | ΚΑ127**ΑΣ2** | Δειγμ/λήπτης | 14.5 | 9.0 | 7.6 | -36 | 0.5 | 864 | 563 |
| 10 | ΚΑ132**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 14.5 | 12.0 | 7.5 | -32 | 0.5 | 820 | 669 |
| 11 | ΚΑ134**ΧΑΛ1** | Αντλία | 16.0 | 13.0 | 7.5 | -32 | 0.6 | 984 | 676 |
| 12 | ΚΑ141**ΧΑΛ1** | Αντλία | 15.0 | 10.0 | 7.6 | -36 | 0.5 | 830 | 829 |
| 13 | ΚΑ142**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 14.5 | 10.0 | 7.6 | -37 | 0.7 | 1212 | 775 |
| 14 | ΚΑ144**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 14.0 | 14.0 | 7.7 | -42 | 0.7 | 1200 | 768 |
| 15 | ΚΑ147**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 13.0 | 13.5 | 8.1 | -55 | 1.2 | 2064 | 1323 |
| 16 | ΚΑ155**ΧΑΛ1** | Αντλία | 16.5 | 14.5 | 7.6 | -36 | 0.7 | 1256 | 809 |
| 17 | ΚΑ161**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 15.5 | 15.0 | 7.5 | -32 | 0.5 | 940 | 601 |
| 18 | ΚΑ165**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 15.0 | 14.0 | 7.6 | -36 | 0.6 | 992 | 635 |
| 19 | ΚΑ169**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 15.5 | 11.0 | 7.6 | -36 | 0.5 | 892 | 571 |
| 20 | ΚΑ172**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 16.0 | 15.0 | 7.6 | -36 | 0.6 | 1028 | 658 |
| 21 | ΚΑ173**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 14.0 | 15.0 | 7.7 | -42 | 0.6 | 1030 | 835 |
| 22 | ΚΑ186**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 15.5 | 17.0 | 7.7 | -41 | 0.9 | 1492 | 955 |
| 23 | ΚΑ187**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 15.5 | 16.0 | 7.6 | -36 | 0.7 | 1220 | 781 |
| 24 | ΚΑ192**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 15.0 | 15.0 | 7.7 | -43 | 0.9 | 1492 | 955 |
| 25 | ΚΑ195**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 15.5 | 15.0 | 7.6 | -36 | 0.7 | 1288 | 824 |
| 26 | ΚΑ196**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 13.0 | 14.0 | 7.6 | -36 | 0.8 | 1376 | 880 |
| 27 | ΚΑ197**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 13.0 | 18.0 | 7.6 | -36 | 0.9 | 1512 | 967 |
| 28 | ΚΑ199**ΧΑΛ1** | Αντλία | 16.5 | 18.0 | 7.5 | -32 | 0.6 | 1016 | 650 |
| 29 | ΚΑ202**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 15.5 | 19.0 | 7.6 | -36 | 0.6 | 980 | 825 |
| 30 | ΚΑ205**ΧΑΛ1** | Αντλία | 16.5 | 19.0 | 7.5 | -32 | 0.6 | 1112 | 711 |
| 31 | ΚΑ207**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 15.5 | 18.0 | 7.6 | -36 | 0.7 | 1176 | 752 |
| 32 | ΚΑ221**ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 15.0 | 19.5 | 7.6 | -36 | 1.1 | 1776 | 1142 |
| 33 | ΚΑ224Β**ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 16.0 | 20.0 | 7.8 | -44 | 0.5 | 1062 | 970 |
| 34 | ΚΑ228**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 16.0 | 19.0 | 7.5 | -32 | 1.1 | 1916 | 1233 |
| 35 | ΚΑ230**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 14.0 | 15.0 | 7.8 | -44 | 0.7 | 1136 | 727 |
| 36 | ΚΑ231**ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 15.0 | 15.0 | 7.6 | -36 | 0.5 | 856 | 548 |
| 37 | ΚΑ234**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 13.5 | 16.0 | 7.8 | -44 | 1.0 | 1700 | 1093 |
| 38 | ΚΑ235**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 15.5 | 16.0 | 7.5 | -30 | 1.1 | 1880 | 1510 |
| 39 | ΚΑ236**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 15.5 | 16.0 | 7.5 | -30 | 2.9 | 5444 | 3483 |
| 40 | ΚΑ238**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 16.0 | 17.0 | 7.7 | -41 | 0.8 | 1440 | 1039 |
| 41 | ΚΑ247**ΧΑΛ1** | Αντλία | 17.0 | 17.0 | 7.6 | -32 | 0.8 | 1304 | 834 |
| 42 | ΚΑ249**ΧΑΛ1** | Αντλία | 18.0 | 18.0 | 7.4 | -21 | 1.2 | 1952 | 1253 |
| 43 | ΚΑ259**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 14.0 | 17.0 | 7.8 | -43 | 1.5 | 2500 | 1603 |
| 44 | ΚΑ262**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 15.0 | 17.0 | 7.5 | -30 | 1.2 | 2080 | 1588 |
| 45 | ΚΑ266**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 16.0 | 17.0 | 7.7 | -41 | 1.7 | 2712 | 1743 |
| 46 | ΚΑ271**ΧΑΛ1** | Αντλία | 16.5 | 18.0 | 7.6 | -32 | 0.6 | 1000 | 897 |
| 47 | ΚΑ274**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 15.5 | 19.0 | 7.9 | -46 | 1.0 | 1640 | 1053 |
| 48 | ΚΑ279**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 15.5 | 17.0 | 7.6 | -32 | 1.5 | 2448 | 1573 |
| 49 | ΚΑ283**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 16.0 | 17.0 | 7.5 | -30 | 1.7 | 2828 | 1813 |
| 50 | ΚΑ284**ΧΑΛ1** | Αντλία | 17.0 | 17.5 | 7.5 | -30 | 1.0 | 1700 | 1175 |
| 51 | ΚΑ286**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 16.5 | 17.5 | 7.5 | -30 | 1.1 | 1792 | 1153 |
| 52 | ΚΑ287**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 15.5 | 15.0 | 7.6 | -32 | 1.3 | 2096 | 1343 |
| 53 | ΚΑ291**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 17.0 | 15.0 | 7.5 | -30 | 0.5 | 890 | 828 |
| 54 | ΚΑ294**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 15.5 | 15.0 | 7.6 | -32 | 0.6 | 1132 | 724 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 55 | ΚΑ301**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 15.0 | 16.0 | 7.4 | -20 | 0.8 | 1316 | 842 |
| 56 | ΚΑ303**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 15.5 | 16.0 | 7.6 | -32 | 0.6 | 1104 | 706 |
| 57 | ΚΑ304**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 16.0 | 15.0 | 7.5 | -30 | 0.8 | 1452 | 929 |
| 58 | ΚΑ305**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 16.0 | 14.5 | 7.6 | -32 | 0.9 | 1472 | 942 |
| 59 | ΚΑ309**ΧΑΛ1** | Αντλία | 17.0 | 14.0 | 7.6 | -32 | 1.0 | 1616 | 1210 |
| 60 | ΚΑ313**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 17.0 | 16.0 | 7.4 | -20 | 1.2 | 1960 | 1253 |
| 61 | ΚΑ315**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 16.0 | 17.0 | 7.6 | -33 | 0.8 | 1348 | 862 |
| 62 | ΚΑ318**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 16.5 | 17.0 | 7.5 | -30 | 0.8 | 1400 | 896 |
| 63 | ΚΑ327**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 15.0 | 16.0 | 7.6 | -32 | 0.7 | 1280 | 819 |
| 64 | ΚΑ328**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 16.5 | 16.5 | 7.5 | -30 | 0.7 | 1208 | 773 |
| 65 | ΚΑ332**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 16.5 | 17.5 | 7.5 | -30 | 0.8 | 1370 | 877 |
| 66 | ΚΑ334**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 16.0 | 17.0 | 7.6 | -32 | 0.7 | 1144 | 732 |
| 67 | ΚΑ335**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 15.5 | 17.0 | 7.6 | -32 | 1.2 | 2024 | 1293 |
| 68 | ΚΑ338**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 16.5 | 17.5 | 7.6 | -32 | 0.7 | 996 | 637 |
| 69 | ΚΑ339**ΧΑΛ1** | Αντλία | 17.0 | 16.0 | 7.5 | -30 | 0.8 | 1388 | 888 |
| 70 | ΚΑ343**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 16.0 | 16.0 | 7.6 | -32 | 1.2 | 2024 | 1293 |
| 71 | ΚΑ345**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 17.0 | 15.5 | 7.6 | -33 | 0.4 | 780 | 733 |
| 72 | ΚΑ347**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 16.0 | 15.5 | 7.7 | -41 | 1.6 | 2544 | 1633 |
| 73 | ΚΑ348**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 16.0 | 17.0 | 7.6 | -32 | 0.9 | 1472 | 942 |
| 74 | ΚΑ351**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 15.5 | 17.0 | 7.6 | -32 | 1.3 | 2088 | 1343 |
| 75 | ΚΑ352**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 15.0 | 17.0 | 7.6 | -32 | 1.0 | 1616 | 1033 |
| 76 | ΚΑ355**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 15.5 | 17.0 | 7.7 | -41 | 0.8 | 1388 | 888 |
| 77 | ΚΑ357**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 17.0 | 17.0 | 7.7 | -41 | 0.5 | 932 | 596 |
| 78 | ΚΑ629**ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 16.5 | 17.5 | 7.5 | -30 | 1.1 | 1800 | 1153 |
| 79 | ΚΑ642**ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 16.5 | 17.5 | 7.5 | -30 | 0.9 | 1496 | 957 |
| 80 | ΚΑ643**ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 14.5 | 17.5 | 7.6 | -32 | 1.1 | 1924 | 1233 |
| 81 | ΚΑ645**ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 14.5 | 17.0 | 7.7 | -41 | 0.6 | 1100 | 899 |
| 82 | ΚΑ708 **ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 14.0 | 16.5 | 7.7 | -41 | 0.7 | 1196 | 765 |

Περιοχή Ψαχνών

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ΨΧ364 **ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 17.0 | 17.0 | 7.7 | -42 | 2.2 | 4100 | 2623 |
| 2 | ΨΧ365 **ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 17.5 | 17.5 | 8.0 | -48 | 2.5 | 4700 | 3013 |
| 3 | ΨΧ367 **ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 18.0 | 17.5 | 7.5 | -31 | 1.2 | 1952 | 1253 |
| 4 | ΨΧ371 **ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 17.5 | 17.5 | 7.6 | -33 | 2.1 | 3900 | 2503 |
| 5 | ΨΧ372 **ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 16.0 | 17.0 | 7.7 | -41 | 1.7 | 2712 | 1743 |
| 6 | ΨΧ375 **ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 17.0 | 17.9 | 7.5 | -34 | 1.1 | 1800 | 1153 |
| 7 | ΨΧ378 **ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 15.5 | 17.0 | 7.7 | -41 | 0.7 | 1240 | 793 |
| 8 | ΨΧ379 **ΧΑΛ1** | Δειγμ/λήπτης | 16.0 | 17.0 | 7.6 | -33 | 0.9 | 1470 | 1119 |
| 9 | ΨΧ380 **ΧΑΛ1** | Αντλία | 17.0 | 17.5 | 7.5 | -34 | 0.7 | 1164 | 745 |
| 10 | ΨΧ381 **ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 15.0 | 17.0 | 7.7 | -41 | 0.7 | 1144 | 732 |
| 11 | ΨΧ384 **ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 16.0 | 17.0 | 7.6 | -33 | 0.7 | 1188 | 840 |
| 12 | ΨΧ385 **ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 18.0 | 17.5 | 7.7 | -41 | 0.9 | 1536 | 983 |
| 13 | ΨΧ386 **ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 18.0 | 17.5 | 7.7 | -42 | 1.2 | 1992 | 1273 |
| 14 | ΨΧ387 **ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 17.5 | 16.5 | 7.7 | -41 | 1.3 | 2192 | 1403 |
| 15 | ΨΧ390 **ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 16.5 | 16.5 | 7.8 | -44 | 1.0 | 1736 | 1113 |
| 16 | ΨΧ391 **ΟΦ2** | Αντλία | 18.0 | 18.0 | 7.8 | -45 | 1.0 | 1740 | 1229 |
| 17 | ΨΧ394 **ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 18.0 | 18.0 | 7.6 | -33 | 1.1 | 1800 | 1153 |
| 18 | ΨΧ399 **ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 17.5 | 18.0 | 7.7 | -41 | 1.2 | 1960 | 1253 |
| 19 | ΨΧ403 **ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 17.0 | 18.0 | 7.9 | -46 | 1.0 | 1728 | 1287 |
| 20 | ΨΧ405 **ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 17.5 | 18.0 | 7.9 | -46 | 0.5 | 952 | 609 |
| 21 | ΨΧ410 **ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 16.0 | 18.0 | 7.9 | -46 | 0.8 | 1408 | 1006 |
| 22 | ΨΧ411**ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 18.5 | 18.0 | 7.7 | -41 | 0.6 | 1110 | 1044 |
| 23 | ΨΧ419 **ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 17.5 | 18.0 | 7.7 | -41 | 2.3 | 3580 | 2791 |
| 24 | ΨΧ417 **ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 17.0 | 18.5 | 7.7 | -41 | 1.4 | 2290 | 1610 |
| 25 | ΨΧ420Β**ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 18.0 | 19.0 | 7.4 | -23 | 2.0 | 3200 | 2053 |
| 26 | ΨΧ426 **ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 17.0 | 19.0 | 7.5 | -32 | 1.4 | 2336 | 1493 |
| 27 | ΨΧ529 **ΟΦ2** | Αντλία | 19.0 | 19.0 | 7.4 | -23 | 1.6 | 2612 | 2118 |
| 28 | ΨΧ537 **ΧΑΛΙΒ** | Δειγμ/λήπτης | 18.5 | 19.0 | 7.6 | -33 | 0.7 | 1220 | 1068 |
| 29 | ΨΧ539 **ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 18.0 | 19.0 | 7.7 | -41 | 0.8 | 1320 | 845 |
| 30 | ΨΧ540 **ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 17.0 | 18.5 | 7.7 | -41 | 1.0 | 1728 | 1113 |
| 31 | ΨΧ541 **ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 17.0 | 18.5 | 7.7 | -41 | 1.0 | 1696 | 975 |
| 32 | ΨΧ543 **ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 16.0 | 18.0 | 7.8 | -46 | 1.3 | 2184 | 1403 |
| 33 | ΨΧ545 **ΟΦ2** | Δειγμ/λήπτης | 18.0 | 18.5 | 7.5 | -32 | 1.6 | 2620 | 1683 |
| 34 | ΨΧ546 **ΧΑΛΙ** | Δειγμ/λήπτης | 17.5 | 18.5 | 7.6 | -33 | 2.2 | 3432 | 2023 |
| 35 | ΨΧ623 **ΟΦ2** | Αντλία | 18.0 | 18.5 | 7.6 | -33 | 1.5 | 2520 | 1613 |
| 36 | ΨΧ624**ΧΑΛ1Β** | Δειγμ/λήπτης | 18.5 | 18.5 | 7.5 | -32 | 0.6 | 1092 | 905 |

*Πίν.9: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων υπόγειου νερού της περιοχής Καστέλλας - Ψαχνών που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια της πρώτης υδροχημικής διγματοληψίας (10 – 21/10/ 1998). Η χημική ανάλυση έγινε στο εργαστήριο υδροχημείας του ΙΓΜΕ. (ND, Δεν Ανιχνεύτηκε)*

*Tab.9: Results chemical analyses ground water samples selected from Kastella – Psachna area during the firts hydrochemical test (10-21/10/1998). Chemical analyses conducted in the laboratory of hydrochemistry - Institute of Geology & Mineral Exploration - IGME. (ND, Not Detected)*

| A/A | Στοιχεία δείγματος & Χρήση νερού | ΧΙΛΙΟΣΤΟΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΣΤΟ ΛΙΤΡΟ (Meq/L) ΜΟΡΙΑΚΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑ ΒΑΡΟΣ (ppm) | | | | | | | | | | | Σκληρότητα CaCO3 | | | Δείκτες μόλυνσης | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ca | Mg | Na | K | Σύνολο Κατιόντων | Σύνολο Ανιόντων | CO3 | HCO3 | Cl | SO4 | NO3 | Παροδική | Μόνιμη | Ολική | NO2 | NH4 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1 | ΚΑ140 | 4.45 | 5.04 | 1.42 | 0.02 | 11.04 | 11.13 | ND | 5.42 | 1.75 | 1.51 | 2.45 | 271 | 209 | 480 | 0.01 | 0.01 |
| | Άρδευση | 91.38 | 61.29 | 32.65 | 0.78 | | | | 330.73 | 62.38 | 72.53 | 151.90 | | | | | |
| 2 | ΚΑ152 | 4.08 | 4.32 | 1.20 | 0.02 | 9.62 | 9.58 | ND | 5.42 | 1.30 | 1.26 | 1.60 | 271 | 149 | 420 | 0.01 | 0.01 |
| | Άρδευση | 81.76 | 52.53 | 27.59 | 0.78 | | | | 330.73 | 46.09 | 60.52 | 99.20 | | | | | |
| 3 | ΨΧ426 | 3.84 | 8.00 | 1.89 | 0.17 | 13.90 | 13.79 | ND | 5.14 | 2.75 | 1.82 | 4.08 | 257 | 335 | 592 | 0.03 | 0.02 |
| | Άρδευση | 76.95 | 97.28 | 43.45 | 6.65 | | | | 313.64 | 97.49 | 87.41 | 252.96 | | | | | |

*Πίν.10: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού της περιοχής Καστέλλας - Ψαχνών που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια της δεύτερης υδροχημικής δειγματοληψίας (7/3 – 5/5/1999). Η χημική ανάλυση έγινε στο εργαστήριο υδροχημεία του ΙΓΜΕ. (ND, Δεν Ανιχνεύτηκε)*

*Tab.10: Results of chemical analyses ground water samples selected from Kastella – Psachna area during the firts hydrochemical test (7/3 – 5/5/1999). Chemical analyses conducted in laboratory of hydrochemistry IGME. (ND, Not Detected)*

Περιοχή Καστέλλας

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ΚΑ106 | 3.52 | 7.68 | 2.45 | 0.07 | 13.69 | 13.68 | ND | 6.10 | 3.50 | 1.58 | 2.50 | 305 | 255 | 560 | 0.02 | 0.02 |
| | Άρδευση | 70.54 | 93.39 | 56.35 | 2.74 | | | | 372.10 | 124.11 | 75.89 | 155.03 | | | | | |
| 2 | ΚΑ107 | 4.44 | 1.96 | 2.60 | 0.07 | 9.07 | 9.02 | ND | 4.70 | 3.30 | 0.66 | 0.36 | 235 | 85 | 320 | 0.01 | 0.1 |
| | Άρδευση | 88.98 | 23.83 | 59.80 | 2.74 | | | | 286.70 | 117.02 | 31.70 | 22.32 | | | | | |
| 3 | ΚΑ113 | 5.76 | 2.30 | 2.40 | 0.06 | 10.58 | 10.66 | ND | 5.92 | 3.15 | 0.95 | 0.64 | 296 | 110 | 406 | 0.01 | 0.02 |
| | Άρδευση | 115.43 | 28.70 | 55.20 | 2.35 | | | | 361.12 | 111.70 | 45.63 | 39.69 | | | | | |
| 4 | ΚΑ116 | 3.72 | 1.68 | 1.50 | 0.07 | 6.97 | 6.91 | ND | 4.34 | 1.80 | 0.41 | 0.36 | 217 | 53 | 270 | 0.01 | 0.01 |
| | Άρδευση | 74.55 | 20.43 | 34.50 | 2.74 | | | | 264.74 | 63.83 | 19.70 | 22.32 | | | | | |
| 5 | ΚΑ117 | 5.12 | 1.92 | 1.20 | 0.05 | 8.29 | 8.19 | ND | 5.86 | 1.45 | 0.52 | 0.36 | 293 | 59 | 352 | 0.01 | 0.01 |
| | Άρδευση/Ζώα | 102.60 | 23.34 | 27.60 | 1.96 | | | | 357.46 | 51.42 | 24.96 | 22.32 | | | | | |
| 6 | ΚΑ120 | 3.20 | 3.48 | 0.95 | 0.03 | 7.66 | 7.68 | ND | 4.98 | 1.00 | 0.70 | 1.00 | 249 | 85 | 334 | 0.01 | 0.01 |
| | Άρδευση | 64.13 | 42.32 | 21.85 | 1.17 | | | | 303.78 | 35.46 | 33.62 | 62.01 | | | | | |
| 7 | ΚΑ123 | 3.20 | 4.72 | 1.25 | 0.02 | 9.19 | 9.25 | ND | 4.68 | 1.20 | 1.47 | 1.90 | 234 | 162 | 396 | 0.01 | 0.02 |
| | Άρδευση | 64.13 | 57.40 | 28.75 | 0.78 | | | | 285.48 | 42.55 | 70.60 | 117.82 | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | ΚΑ130 | 4.48 | 3.80 | 0.95 | 0.04 | 9.27 | 9.35 | ND | 5.40 | 1.15 | 1.10 | 1.70 | 270 | 144 | 414 | 0.04 | 0.02 |
| | Άρδευση | 89.78 | 48.21 | 21.85 | 1.56 | | | | 329.40 | 40.78 | 52.83 | 105.41 | | | | | |
| 9 | ΚΑ132 | 3.92 | 3.20 | 1.00 | 0.40 | 8.52 | 8.64 | ND | 5.28 | 1.10 | 0.86 | 1.40 | 264 | 92 | 356 | 0.01 | 0.04 |
| | Άρδευση | 78.56 | 38.91 | 23.00 | 15.64 | | | | 322.08 | 39.01 | 41.31 | 86.81 | | | | | |
| 10 | ΚΑ133 | 5.20 | 3.28 | 1.10 | 0.01 | 9.59 | 9.58 | ND | 5.12 | 1.20 | 1.56 | 1.70 | 256 | 168 | 424 | 0.02 | 0.05 |
| | Άρδευση | 104.21 | 39.88 | 25.30 | 0.39 | | | | 312.32 | 42.55 | 74.93 | 105.42 | | | | | |
| 11 | ΚΑ134 | 4.00 | 2.32 | 1.40 | 0.07 | 7.79 | 7.82 | ND | 4.30 | 2.10 | 0.71 | 0.71 | 215 | 101 | 316 | 0.02 | 0.05 |
| | Άρδευση | 80.16 | 28.12 | 32.20 | 2.74 | | | | 262.30 | 74.47 | 34.10 | 44.10 | | | | | |
| 12 | ΚΑ135 | 7.76 | 3.96 | 2.25 | 0.03 | 14.00 | 13.98 | ND | 5.66 | 3.55 | 1.75 | 3.00 | 283 | 303 | 586 | 0.01 | 0.06 |
| | Άρδευση | 155.51 | 48.15 | 51.75 | 1.17 | | | | 345.26 | 125.88 | 84.05 | 186.03 | | | | | |
| 13 | ΚΑ137 | 6.12 | 7.02 | 2.40 | 0.04 | 15.58 | 15.69 | ND | 5.52 | 3.80 | 3.18 | 3.19 | 276 | 381 | 657 | 0.03 | 0.04 |
| | Άρδευση | 122.64 | 85.36 | 55.20 | 1.56 | | | | 336.72 | 134.75 | 152.74 | 197.81 | | | | | |
| 14 | ΚΑ141 | 3.44 | 4.16 | 1.25 | 0.04 | 8.89 | 8.94 | ND | 5.04 | 1.30 | 1.18 | 1.42 | 252 | 128 | 380 | 0.02 | 0.07 |
| | Άρδευση | 68.94 | 50.59 | 28.75 | 1.56 | | | | 307.44 | 46.10 | 56.68 | 88.05 | | | | | |
| 15 | ΚΑ147 | 5.84 | 7.48 | 2.90 | 0.04 | 16.26 | 16.36 | ND | 5.82 | 5.35 | 4.48 | 0.71 | 291 | 375 | 666 | 0.02 | 0.06 |
| | Άρδευση | 117.03 | 90.96 | 66.70 | 1.56 | | | | 355.02 | 189.71 | 214.21 | 44.03 | | | | | |
| 16 | ΚΑ157 | 4.28 | 4.36 | 1.00 | 0.05 | 9.69 | 9.74 | 0.24 | 5.52 | 1.10 | 1.08 | 1.80 | 276 | 153 | 439 | 0.01 | 0.06 |
| | Άρδευση | 85.77 | 53.02 | 23.00 | 1.96 | | | 7.20 | 336.72 | 39.01 | 51.87 | 111.62 | | | | | |
| 17 | ΚΑ161 | 6.16 | 6.00 | 1.20 | 0.05 | 13.41 | 13.56 | ND | 6.58 | 1.50 | 1.22 | 4.26 | 329 | 279 | 608 | 0.01 | 0.06 |
| | Άρδευση | 123.45 | 72.96 | 27.60 | 1.96 | | | | 401.38 | 53.19 | 58.60 | 284.16 | | | | | |
| 18 | ΚΑ163 | 3.56 | 3.80 | 0.96 | 0.23 | 8.55 | 8.64 | ND | 3.56 | 3.80 | 0.96 | 0.23 | 276 | 92 | 368 | 0.01 | 0.03 |
| | Άρδευση | 71.34 | 46.20 | 22.06 | 8.99 | | | | 336.72 | 39.01 | 46.11 | 65.73 | | | | | |
| 19 | ΚΑ167 | 4.00 | 5.48 | 1.20 | 0.02 | 10.70 | 10.83 | ND | 5.84 | 1.50 | 1.36 | 2.13 | 292 | 182 | 474 | 0.02 | 0.04 |
| | Άρδευση | 80.16 | 66.64 | 27.60 | 0.78 | | | | 356.24 | 53.19 | 65.32 | 132.08 | | | | | |
| 20 | ΚΑ168 | 3.76 | 4.44 | 1.05 | 0.03 | 9.28 | 9.37 | ND | 5.66 | 1.25 | 1.06 | 1.40 | 283 | 127 | 410 | 0.01 | 0.5 |
| | Άρδευση | 75.35 | 53.99 | 24.15 | 1.17 | | | | 345.26 | 44.33 | 50.91 | 86.81 | | | | | |
| 21 | ΚΑ170 | 3.72 | 4.48 | 1.15 | 1.17 | 9.38 | 9.46 | ND | 4.86 | 1.30 | 1.30 | 2.00 | 243 | 167 | 410 | 0.01 | 0.04 |
| | Άρδευση | 74.55 | 54.48 | 26.45 | 1.17 | | | | 296.00 | 46.10 | 62.44 | 124.02 | | | | | |
| 22 | ΚΑ172 | 4.48 | 5.52 | 1.25 | 0.02 | 11.27 | 11.19 | ND | 5.34 | 1.45 | 1.92 | 2.48 | 267 | 233 | 500 | 0.03 | 0.03 |
| | Άρδευση | 89.78 | 67.12 | 28.74 | 0.78 | | | | 325.74 | 51.42 | 92.22 | 153.78 | | | | | |
| 23 | ΚΑ176 | 4.24 | 4.12 | 0.80 | 0.05 | 9.21 | 9.32 | ND | 5.20 | 1.15 | 1.20 | 1.77 | 212 | 206 | 418 | 0.03 | 0.02 |
| | Άρδευση | 84.97 | 50.10 | 18.40 | 1.96 | | | | 317.20 | 40.78 | 57.64 | 109.76 | | | | | |
| 24 | ΚΑ177 | 5.28 | 5.96 | 1.24 | 0.04 | 12.52 | 12.50 | ND | 5.30 | 1.75 | 2.75 | 2.70 | 265 | 297 | 562 | 0.05 | 0.02 |
| | Άρδευση | 105.81 | 72.47 | 28.52 | 1.56 | | | | 323.30 | 62.06 | 132.08 | 167.43 | | | | | |
| 25 | ΚΑ178 | 4.72 | 3.92 | 1.05 | 0.03 | 9.72 | 9.60 | ND | 5.20 | 1.10 | 1.00 | 2.30 | 260 | 172 | 432 | 0.02 | 0.03 |
| | Άρδευση | 94.59 | 47.67 | 24.15 | 1.17 | | | | 317.20 | 39.01 | 48.03 | 142.62 | | | | | |
| 26 | ΚΑ180 | 5.66 | 4.48 | 1.20 | 0.04 | 11.40 | 11.28 | ND | 5.90 | 1.50 | 1.58 | 2.30 | 295 | 213 | 508 | 0.05 | 0.13 |
| | Άρδευση | 113.83 | 54.48 | 27.60 | 1.56 | | | | 359.90 | 53.19 | 75.89 | 142.62 | | | | | |
| 27 | ΚΑ181 | 4.20 | 4.36 | 1.10 | 0.05 | 9.71 | 9.70 | 0.24 | 5.52 | 1.30 | 1.23 | 1.50 | 276 | 152 | 428 | 0.03 | 0.12 |
| | Άρδευση | 84.17 | 53.02 | 25.30 | 1.96 | | | 7.20 | 336.72 | 46.10 | 59.08 | 93.02 | | | | | |
| 28 | ΚΑ182 | 3.68 | 5.52 | 1.45 | 0.03 | 10.68 | 10.68 | ND | 4.26 | 1.80 | 1.50 | 3.19 | 213 | 247 | 460 | 0.02 | 0.03 |
| | Άρδευση | 73.75 | 67.12 | 33.35 | 1.17 | | | | 259.86 | 63.83 | 72.05 | 197.81 | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 29 | ΚΑ187 | 5.84 | 8.60 | 1.80 | 0.01 | 16.25 | 16.38 | ND | 5.78 | 2.60 | 4.10 | 3.90 | 289 | 433 | 722 | 0.01 | 0.04 |
| | Άρδευση | 117.03 | 104.58 | 41,40 | 0.39 | | | | 352.58 | 92.20 | 196.92 | 241.84 | | | | | |
| 30 | ΚΑ190 | 3.92 | 5.20 | 1.10 | 0.05 | 10.27 | 10.15 | ND | 5.14 | 1.60 | 1.49 | 1.92 | 257 | 199 | 456 | 0.02 | 0.04 |
| | Άρδευση | 78.56 | 63.23 | 25.30 | 1.96 | | | | 313.54 | 56.74 | 71.56 | 119.06 | | | | | |
| 31 | ΚΑ192 | 4.68 | 5.04 | 1.60 | 0.05 | 11.38 | 11.48 | ND | 5.46 | 2.45 | 2.15 | 1.43 | 273 | 239 | 512 | 0.02 | 0.04 |
| | Άρδευση | 93.79 | 61.29 | 36.80 | 2.35 | | | | 333.06 | 86.88 | 103.26 | 88.05 | | | | | |
| 32 | ΚΑ196 | 7.92 | 10.64 | 2.25 | 0.02 | 20.83 | 20.89 | ND | 5.74 | 3.15 | 5.80 | 6.20 | 287 | 641 | 928 | 0.03 | 0.05 |
| | Άρδευση | 158.72 | 129.38 | 51.75 | 0.78 | | | | 350.14 | 111.70 | 278.57 | 384.46 | | | | | |
| 33 | ΚΑ198 | 3.28 | 3.84 | 1.10 | 0.06 | 8.28 | 8.38 | ND | 4.66 | 1.20 | 1.10 | 1.42 | 233 | 123 | 356 | 0.01 | 0.06 |
| | Άρδευση | 85.73 | 46.69 | 25.30 | 2.35 | | | | 284.26 | 42.55 | 52.83 | 88.05 | | | | | |
| 34 | ΚΑ201 | 3.40 | 5.16 | 1.40 | 0.02 | 9.98 | 10.01 | ND | 4.42 | 1.50 | 1.24 | 2.85 | 221 | 207 | 428 | 0.01 | 0.06 |
| | Άρδευση | 68.14 | 62.75 | 32.20 | 0.78 | | | | 269.62 | 53.19 | 60.04 | 176.11 | | | | | |
| 35 | ΚΑ205 | 4.08 | 6.04 | 1.35 | 0.03 | 11.50 | 11.64 | ND | 5.90 | 1.70 | 1.74 | 2.30 | 295 | 211 | 506 | 0.02 | 0.04 |
| | Άρδευση | 81.76 | 73.45 | 31.05 | 1.17 | | | | 359.90 | 60.28 | 83.57 | 142.62 | | | | | |
| 36 | ΚΑ208 | 3.68 | 4.64 | 1.25 | 0.03 | 9.60 | 9.66 | ND | 5.46 | 1.50 | 1.32 | 1.40 | 273 | 143 | 416 | 0.02 | 0.05 |
| | Άρδευση | 73.75 | 54.23 | 28.75 | 1.17 | | | | 333.06 | 53.19 | 63.39 | 86.81 | | | | | |
| 37 | ΚΑ212 | 3.68 | 2.80 | 0.80 | 0.04 | 7.32 | 8.50 | ND | 5.08 | 0.85 | 0.86 | 1.80 | 184 | 140 | 324 | 0.02 | 0.17 |
| | Άρδευση | 73.75 | 34.05 | 18.40 | 1.56 | | | | 309.88 | 30.14 | 41.31 | 111.62 | | | | | |
| 38 | ΚΑ215 | 6.24 | 4.84 | 1.20 | 0.04 | 12.32 | 12.19 | ND | 5.70 | 1.50 | 2.15 | 2.84 | 285 | 269 | 554 | 0.04 | 0.09 |
| | Άρδευση | 125.05 | 58.85 | 27.60 | 1.56 | | | | 347.70 | 53.19 | 103.26 | 176.11 | | | | | |
| 39 | ΚΑ220 | 6.00 | 7.84 | 1.80 | 0.06 | 15.50 | 15.42 | ND | 6.52 | 2.00 | 3.40 | 3.50 | 300 | 392 | 692 | 0.02 | 0.08 |
| | Άρδευση | 120.24 | 95.33 | 36.80 | 2.35 | | | | 397.72 | 70.92 | 163.30 | 217.04 | | | | | |
| 40 | ΚΑ222 | 5.44 | 6.80 | 1.25 | 0.03 | 13.52 | 13.66 | ND | 6.00 | 1.80 | 2.66 | 3.20 | 300 | 312 | 612 | 0.01 | 0.07 |
| | Άρδευση | 109.02 | 82.69 | 28.75 | 1.17 | | | | 366.00 | 63.83 | 127.76 | 198.43 | | | | | |
| 41 | ΚΑ224 | 5.04 | 6.04 | 1.95 | 0.15 | 13.18 | 13.11 | ND | 6.12 | 2.15 | 1.90 | 2.94 | 306 | 248 | 554 | 0.01 | 0.06 |
| | Άρδευση | 101.00 | 73.45 | 44.85 | 5.87 | | | | 373.44 | 76.22 | 91.26 | 182.28 | | | | | |
| 42 | ΚΑ227 | 5.20 | 7.04 | 1.90 | 0.04 | 14.18 | 14.15 | ND | 5.94 | 2.40 | 2.26 | 3.55 | 297 | 315 | 612 | 0.01 | 0.02 |
| | Άρδευση | 104.21 | 85.61 | 43.70 | 1.56 | | | | 362.46 | 85.08 | 108.55 | 220.10 | | | | | |
| 43 | ΚΑ229 | 3.36 | 4.88 | 1.00 | 0.03 | 9.27 | 9.34 | ND | 4.15 | 1.60 | 0.80 | 1.80 | 257 | 155 | 412 | 0.03 | 0.03 |
| | Άρδευση | 67.33 | 59.34 | 23.00 | 1.17 | | | | 313.64 | 56.72 | 38.42 | 111.60 | | | | | |
| 44 | ΚΑ230 | 5.36 | 6.00 | 1.20 | 0.02 | 12.58 | 12.50 | ND | 5.56 | 2.20 | 1.76 | 2.98 | 278 | 290 | 568 | 0.01 | 0.03 |
| | Άρδευση | 107.41 | 72.96 | 27.60 | 0.78 | | | | 339.16 | 78.01 | 84.53 | 184.79 | | | | | |
| 45 | ΚΑ234 | 6.06 | 7.52 | 2.00 | 0.26 | 15.86 | 15.91 | ND | 5.76 | 2.65 | 3.10 | 4.40 | 288 | 392 | 680 | 0.01 | 0.02 |
| | Άρδευση | 121.84 | 91.44 | 46.44 | 10.17 | | | | 351.48 | 93.94 | 148.89 | 272.80 | | | | | |
| 46 | ΚΑ235 | 3.92 | 5.40 | 3.40 | 0.08 | 12.80 | 12.90 | ND | 5.06 | 5.40 | 1.24 | 1.20 | 253 | 213 | 466 | 0.02 | 0.02 |
| | Άρδευση | 78.56 | 65.66 | 76.20 | 3.13 | | | | 306.76 | 191.43 | 59.56 | 74.40 | | | | | |
| 47 | ΚΑ236 | 5.84 | 9.84 | 3.00 | 0.08 | 18.76 | 18.80 | ND | 5.54 | 5.80 | 4.90 | 2.56 | 277 | 507 | 784 | 0.01 | 0.04 |
| | Άρδευση | 117.03 | 119.65 | 69.00 | 3.13 | | | | 338.05 | 205.51 | 235.35 | 158.72 | | | | | |
| 48 | ΚΑ239 | 9.12 | 8.80 | 4.50 | 0.12 | 22.54 | 22.57 | ND | 5.06 | 8.05 | 7.28 | 2.18 | 253 | 643 | 896 | 0.02 | 0.05 |
| | Άρδευση | 182.78 | 107.01 | 103.50 | 4.69 | | | | 308.76 | 285.37 | 349.66 | 135.16 | | | | | |
| 49 | ΚΑ242 | 12.56 | 18.02 | 6.90 | 0.12 | 37.60 | 37.71 | ND | 5.56 | 16.75 | 12.50 | 2.90 | 278 | 1252 | 1529 | 0.02 | 0.03 |
| | Άρδευση | 25.70 | 290.48 | 158.70 | 4.69 | | | | 339.27 | 593.27 | 600.38 | 179.80 | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 50 | ΚΑ247 | 6.64 | 7.56 | 2.20 | 0.22 | 16.62 | 16.52 | ND | 4.88 | 3.60 | 3.97 | 4.08 | 244 | 466 | 710 | 0.01 | 0.02 |
| | Άρδευση | 133.07 | 91.93 | 50.60 | 8.60 | | | | 297.68 | 127.66 | 190.68 | 253.00 | | | | | |
| 51 | ΚΑ250 | 4.48 | 6.56 | 1.60 | 0.03 | 12.67 | 12.77 | ND | 5.40 | 2.50 | 2.74 | 2.13 | 270 | 282 | 552 | 0.02 | 0.02 |
| | Άρδευση | 89.78 | 79.77 | 36.80 | 1.17 | | | | 329.40 | 88.65 | 131.60 | 132.08 | | | | | |
| 52 | ΚΑ255 | 8.80 | 16.32 | 3.90 | 0.05 | 29.07 | 29.17 | ND | 6.14 | 5.80 | 14.39 | 2.84 | 307 | 949 | 1256 | 0.01 | 0.02 |
| | Άρδευση | 176.35 | 198.45 | 89.70 | 1.96 | | | | 374.66 | 205.61 | 691.15 | 176.08 | | | | | |
| 53 | ΚΑ258 | 3.20 | 4.20 | 1.00 | 0.08 | 8.38 | 8.37 | ND | 4.94 | 2.15 | 0.72 | 0.54 | 247 | 123 | 370 | 0.06 | 0.02 |
| | Άρδευση | 64.13 | 51.07 | 23.00 | 3.13 | | | | 301.34 | 76.24 | 34.58 | 33.49 | | | | | |
| 54 | ΚΑ259 | 4.00 | 6.80 | 1.95 | 0.09 | 12.84 | 12.74 | ND | 6.30 | 3.20 | 1.90 | ND | 315 | 225 | 540 | 0.02 | 0.13 |
| | Άρδευση | 80.16 | 82.67 | 44.85 | 3.52 | | | | 384.43 | 113.44 | 91.26 | | | | | | |
| 55 | ΚΑ261 | 4.00 | 4.76 | 1.40 | 0.03 | 10.19 | 10.28 | ND | 5.45 | 2.50 | 1.10 | 1.14 | 277 | 171 | 438 | 0.02 | 0.12 |
| | Άρδευση | 80.16 | 57.88 | 32.20 | 1.17 | | | | 337.94 | 88.65 | 52.83 | 70.70 | | | | | |
| 56 | ΚΑ265 | 8.96 | 12.40 | 2.82 | 0.03 | 24.21 | 24.00 | ND | 5.44 | 4.45 | 9.14 | 4.97 | 448 | 620 | 1068 | 0.02 | 0.05 |
| | Άρδευση | 179.56 | 150.78 | 64.86 | 1.17 | | | | 331.84 | 157.80 | 438.99 | 308.19 | | | | | |
| 57 | ΚΑ266 | 8.80 | 11.60 | 2.20 | 0.04 | 22.64 | 22.65 | ND | 5.42 | 4.35 | 7.56 | 5.32 | 271 | 749 | 1020 | 0.02 | 0.05 |
| | Άρδευση | 176.35 | 141.06 | 50.60 | 1.20 | | | | 330.62 | 154.25 | 363.11 | 329.69 | | | | | |
| 58 | ΚΑ270 | 3.12 | 3.72 | 0.98 | 0.06 | 7.88 | 7.92 | ND | 4.72 | 2.00 | 0.50 | 0.70 | 236 | 106 | 342 | 0.01 | 0.04 |
| | Άρδευση | 62.52 | 45.24 | 22.54 | 2.35 | | | | 287.92 | 70.92 | 24.02 | 43.41 | | | | | |
| 59 | ΚΑ271 | 3.04 | 3.84 | 1.25 | 0.08 | 8.21 | 8.31 | ND | 4.60 | 2.80 | 0.41 | 0.50 | 230 | 114 | 344 | 0.02 | 0.04 |
| | Ύδρευση | 60.92 | 46.69 | 28.75 | 3.13 | | | | 280.60 | 99.29 | 19.70 | 31.01 | | | | | |
| 60 | ΚΑ274 | 5.20 | 7.84 | 1.65 | 0.08 | 14.77 | 14.91 | ND | 5.20 | 3.00 | 5.67 | 1.04 | 260 | 392 | 652 | 0.02 | 0.05 |
| | Άρδευση | 104.21 | 95.33 | 37.95 | 3.13 | | | | 317.20 | 106.38 | 272.33 | 64.49 | | | | | |
| 61 | ΚΑ279 | 8.32 | 10.08 | 2.10 | 0.06 | 20.56 | 20.42 | ND | 5.24 | 3.75 | 7.17 | 4.26 | 262 | 658 | 920 | 0.02 | 0.06 |
| | Άρδευση | 166.73 | 122.57 | 48.30 | 2.35 | | | | 319.64 | 132.98 | 344.38 | 264.16 | | | | | |
| 62 | ΚΑ283 | 3.76 | 3.88 | 1.10 | 0.04 | 8.78 | 8.79 | ND | 4.88 | 2.20 | 1.00 | 0.71 | 244 | 138 | 382 | 0.02 | 0.02 |
| | Άρδευση | 75.35 | 47.18 | 25.30 | 1.56 | | | | 297.68 | 78.01 | 48.03 | 44.03 | | | | | |
| 63 | ΚΑ284 | 6.08 | 7.52 | 2.00 | 0.26 | 15.86 | 15.91 | ND | 5.76 | 2.65 | 3.10 | 4.40 | 288 | 392 | 680 | 0.02 | 0.19 |
| | Άρδευση | 121.84 | 91.44 | 46.00 | 10.17 | | | | 351.48 | 93.94 | 148.89 | 272.80 | | | | | |
| 64 | ΚΑ287 | 9.50 | 16.40 | 3.15 | 0.03 | 29.10 | 28.90 | ND | 6.14 | 5.50 | 10.52 | 6.74 | 476 | 820 | 1296 | 0.02 | 0.08 |
| | Άρδευση | 190.78 | 199.42 | 72.45 | 1.17 | | | | 374.54 | 195.03 | 505.28 | 417.95 | | | | | |
| 65 | ΚΑ291 | 6.88 | 11.16 | 2.40 | 0.03 | 20.47 | 20.39 | ND | 5.98 | 4.00 | 6.33 | 4.08 | 299 | 603 | 905 | 0.02 | 0.03 |
| | Άρδευση | 133.88 | 135.71 | 55.20 | 1.17 | | | | 364.78 | 141.84 | 304.03 | 253.00 | | | | | |
| 66 | ΚΑ296 | 6.40 | 8.92 | 2.40 | 0.05 | 17.77 | 17.86 | ND | 5.92 | 2.90 | 4.78 | 4.26 | 320 | 448 | 768 | 0.03 | 0.03 |
| | Άρδευση | 128.26 | 108.47 | 55.20 | 1.96 | | | | 361.12 | 102.83 | 229.58 | 364.16 | | | | | |
| 67 | ΚΑ298 | 5.84 | 5.76 | 1.10 | 0.48 | 13.18 | 13.25 | ND | 6.20 | 2.35 | 2.60 | 2.10 | 310 | 270 | 580 | 0.03 | 0.04 |
| | Άρδευση | 117.03 | 70.04 | 25.30 | 18.77 | | | | 378.32 | 83.31 | 124.88 | 130.20 | | | | | |
| 68 | ΚΑ302 | 3.76 | 5.28 | 1.05 | 0.06 | 10.15 | 10.30 | ND | 6.50 | 1.20 | 1.00 | 1.60 | 188 | 264 | 452 | 0.03 | 0.05 |
| | Άρδευση | 75.35 | 84.20 | 24.15 | 2.35 | | | | 396.50 | 42.55 | 48.03 | 99.22 | | | | | |
| 69 | ΚΑ304 | 2.48 | 9.70 | 1.10 | 0.03 | 13.31 | 13.30 | ND | 7.04 | 1.40 | 1.16 | 3.70 | 352 | 257 | 609 | 0.03 | 0.05 |
| | Άρδευση | 49.70 | 117.95 | 25.30 | 1.70 | | | | 429.44 | 49.64 | 55.71 | 229.43 | | | | | |
| 70 | ΚΑ305 | 3.76 | 5.20 | 1.50 | 0.03 | 10.49 | 10.42 | ND | 5.72 | 1.70 | 1.10 | 1.90 | 286 | 162 | 448 | 0.05 | 0.05 |
| | Άρδευση | 75.35 | 63.23 | 34.50 | 1.17 | | | | 348.92 | 60.28 | 52.83 | 117.82 | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 71 | ΚΑ309 | 5.68 | 7.70 | 1.90 | 0.03 | 15.31 | 15.24 | ND | 5.44 | 2.20 | 3.64 | 3.96 | 272 | 397 | 669 | 0.03 | 0.04 |
| | Άρδευση | 113.83 | 93.63 | 43.70 | 1.17 | | | | 331.95 | 77.99 | 174.83 | 245.52 | | | | | |
| 72 | ΚΑ314 | 5.68 | 6.60 | 1.20 | 0.04 | 13.52 | 13.41 | ND | 4.94 | 2.45 | 2.90 | 3.12 | 247 | 367 | 614 | 0.03 | 0.04 |
| | Άρδευση | 113.83 | 80.26 | 27.60 | 1.56 | | | | 301.34 | 86.88 | 139.29 | 193.47 | | | | | |
| 73 | ΚΑ315 | 6.88 | 10.40 | 1.95 | 0.02 | 19.25 | 19.27 | ND | 5.50 | 3.20 | 5.25 | 5.32 | 275 | 589 | 864 | 0.02 | 0.03 |
| | Άρδευση | 137.88 | 126.46 | 44.85 | 0.78 | | | | 335.50 | 113.47 | 252.16 | 329.89 | | | | | |
| 74 | ΚΑ318 | 4.96 | 7.00 | 1.65 | 0.03 | 13.64 | 13.52 | ND | 5.60 | 2.65 | 2.43 | 2.84 | 280 | 318 | 598 | 0.02 | 0.03 |
| | Άρδευση | 99.40 | 85.12 | 37.95 | 1.17 | | | | 341.80 | 93.97 | 116.71 | 176.11 | | | | | |
| 75 | ΚΑ322 | 5.68 | 11.52 | 2.00 | 0.02 | 19.22 | 19.02 | ND | 6.56 | 4.40 | 4.16 | 3.90 | 328 | 532 | 860 | ο.02 | 0.02 |
| | Άρδευση | 113.83 | 140.08 | 46.00 | 0.78 | | | | 400.16 | 156.02 | 199.80 | 241.84 | | | | | |
| 76 | ΚΑ325 | 4.00 | 5.44 | 1.50 | 0.03 | 10.97 | 10.88 | ND | 5.60 | 1.90 | 1.48 | 1.90 | 280 | 192 | 472 | 0.03 | 0.02 |
| | Άρδευση | 80.16 | 66.15 | 34.50 | 1.17 | | | | 341.60 | 67.37 | 71.08 | 117.82 | | | | | |
| 77 | ΚΑ326 | 7.60 | 8.70 | 2.00 | 0.03 | 18.35 | 18.27 | ND | 4.32 | 2.65 | 4.50 | 6.80 | 216 | 600 | 816 | 0.03 | 0.04 |
| | Άρδευση | 152.30 | 106.04 | 46.00 | 1.17 | | | | 263.61 | 93.94 | 216.14 | 421.75 | | | | | |
| 78 | ΚΑ328 | 7.69 | 10.96 | 2.00 | 0.02 | 20.58 | 20.67 | ND | 4.50 | 4.00 | 6.85 | 5.32 | 225 | 703 | 928 | 0.02 | 0.05 |
| | Άρδευση | 152.30 | 133.27 | 46.00 | 0.78 | | | | 274.50 | 141.84 | 329.01 | 329.89 | | | | | |
| 79 | ΚΑ331 | 7.68 | 9.44 | 2.00 | 0.06 | 19.18 | 19.06 | ND | 4.94 | 3.00 | 5.14 | 5.96 | 247 | 609 | 856 | 0.04 | 0.05 |
| | Άρδευση | 153.91 | 114.80 | 46.00 | 2.35 | | | | 301.34 | 106.38 | 246.87 | 369.58 | | | | | |
| 80 | ΚΑ332 | 4.12 | 4.48 | 1.20 | 0.04 | 9.84 | 9.72 | ND | 5.06 | 2.10 | 1.16 | 1.40 | 253 | 177 | 430 | 0.03 | 0.05 |
| | Άρδευση | 82.56 | 54.48 | 27.60 | 1.56 | | | | 308.66 | 74.47 | 55.71 | 86.81 | | | | | |
| 81 | ΚΑ333 | 9.75 | 12.96 | 1.50 | 0.05 | 24.27 | 24.22 | ND | 4.76 | 4.55 | 8.70 | 6.21 | 238 | 898 | 1136 | 0.04 | 0.03 |
| | Άρδευση | 195.60 | 157.59 | 34.50 | 1.96 | | | | 290.36 | 161.34 | 417.86 | 385.08 | | | | | |
| 82 | ΚΑ334 | 4.92 | 6.76 | 1.50 | 0.03 | 13.21 | 13.31 | ND | 4.72 | 2.40 | 3.00 | 3.19 | 236 | 348 | 584 | 0.02 | 0.03 |
| | Άρδευση | 98.60 | 82.20 | 34.50 | 1.17 | | | | 287.92 | 85.10 | 144.09 | 197.81 | | | | | |
| 83 | ΚΑ336 | 6.88 | 10.16 | 2.20 | 0.04 | 19.28 | 19.38 | ND | 4.96 | 3.10 | 6.00 | 5.32 | 248 | 604 | 852 | 0.05 | 0.09 |
| | Άρδευση | 137.88 | 123.55 | 50.60 | 1.56 | | | | 302.56 | 109.93 | 288.18 | 329.89 | | | | | |
| 84 | ΚΑ338 | 8.16 | 9.68 | 2.00 | 0.11 | 19.95 | 19.87 | ND | 5.88 | 2.90 | 6.12 | 4.97 | 408 | 484 | 892 | 0.02 | 0.08 |
| | Άρδευση | 163.53 | 117.71 | 46.00 | 4.30 | | | | 358.68 | 102.83 | 293.94 | 308.19 | | | | | |
| 85 | ΚΑ340 | 2.96 | 3.80 | 1.00 | 0.04 | 7.80 | 7.85 | ND | 4.82 | 2.00 | 0.50 | 0.53 | 241 | 97 | 338 | 0.05 | 0.02 |
| | Άρδευση | 59.32 | 46.21 | 23.00 | 1.56 | | | | 294.02 | 70.92 | 24.02 | 32.87 | | | | | |
| 86 | ΚΑ343 | 2.69 | 4.64 | 2.60 | 0.09 | 10.29 | 10.38 | ND | 3.80 | 2.30 | 1.80 | 2.48 | 190 | 177 | 367 | 0.03 | 0.02 |
| | Άρδευση | 53.91 | 56.42 | 59.80 | 3.52 | | | | 231.80 | 81.56 | 86.45 | 176.11 | | | | | |
| 87 | ΚΑ345 | 8.88 | 9.84 | 2.90 | 0.05 | 21.67 | 21.76 | ND | 5.18 | 3.60 | 9.78 | 3.20 | 259 | 677 | 936 | 0.02 | 0.03 |
| | Άρδευση | 177.96 | 119.65 | 66.70 | 1.96 | | | | 316.08 | 127.62 | 469.62 | 198.40 | | | | | |
| 88 | ΚΑ347 | 5.92 | 17.04 | 3.50 | 0.10 | 26.45 | 26.62 | ND | 6.60 | 5.60 | 13.00 | 1.42 | 330 | 818 | 1148 | 0.03 | 0.08 |
| | Άρδευση | 118.64 | 207.21 | 80.50 | 3.91 | | | | 402.20 | 198.58 | 624.39 | 88.05 | | | | | |
| 89 | ΚΑ348 | 4.24 | 4.84 | 1.25 | 0.04 | 10.37 | 10.45 | ND | 4.84 | 2.30 | 1.53 | 1.76 | 242 | 212 | 454 | 0.02 | 0.05 |
| | Άρδευση | 84.97 | 58.85 | 28.75 | 1.56 | | | | 295.34 | 81.53 | 73.49 | 110.36 | | | | | |
| 90 | ΚΑ351 | 8.40 | 13.20 | 2.75 | 0.07 | 24.42 | 24.53 | ND | 5.58 | 4.25 | 11.44 | 3.26 | 279 | 801 | 1080 | 0.02 | 0.04 |
| | Άρδευση | 168.34 | 160.51 | 63.25 | 2.73 | | | | 340.38 | 150.71 | 549.46 | 202.15 | | | | | |
| 91 | ΚΑ352 | 5.36 | 7.16 | 1.65 | 0.09 | 14.26 | 14.21 | ND | 5.62 | 2.40 | 3.00 | 3.19 | 281 | 345 | 626 | 0.05 | 0.09 |
| | Άρδευση | 107.41 | 87.07 | 37.95 | 3.52 | | | | 342.82 | 85.10 | 144.09 | 197.81 | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 92 | ΚΑ357 | 2.72 | 3.30 | 1.30 | 0.15 | 7.47 | 7.47 | ND | 4.82 | 2.30 | 0.25 | 0 | 241 | 60 | 301 | 0.02 | 0.06 |
| | Άρδευση | 54.51 | 40.13 | 29.90 | 5.87 | | | | 294.02 | 81.56 | 12.01 | 0 | | | | | |
| 93 | ΚΑ362 | 3.36 | 4.24 | 1.40 | 0.06 | 9.06 | 9.17 | ND | 5.00 | 2.60 | 0.72 | 0.85 | 250 | 130 | 380 | 0.04 | 0.03 |
| | Άρδευση | 67.33 | 51.56 | 32.20 | 2.35 | | | | 305.00 | 92.19 | 34.58 | 52.71 | | | | | |

Περιοχη Ψαχνών

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ΨΧ364 | 13.53 | 11.28 | 13.00 | 0.08 | 37.88 | 37.99 | ND | 4.50 | 23.00 | 7.35 | 2.84 | 225 | 1016 | 1241 | 0.04 | 0.02 |
| | Άρδευση | 271.14 | 137.16 | 299.00 | 3.13 | | | | 274.50 | 826.22 | 353.02 | 176.11 | | | | | |
| 2 | ΨΧ365 | 12.20 | 13.24 | 20.00 | 0.40 | 45.84 | 45.66 | ND | 5.18 | 28.80 | 8.18 | 3.50 | 259 | 1013 | 1272 | 0.03 | 0.02 |
| | Άρδευση | 244.49 | 160.99 | 460.00 | 15.64 | | | | 315.98 | 1021.25 | 392.89 | 217.04 | | | | | |
| 3 | ΨΧ370 | 12.08 | 10.96 | 12.80 | 0.16 | 36.00 | 35.90 | ND | 4.46 | 20.95 | 5.90 | 4.60 | 604 | 548 | 1152 | 0.04 | 0.03 |
| | Άρδευση | 242.08 | 133.27 | 294.40 | 3.68 | | | | 272.06 | 742.89 | 283.38 | 285.25 | | | | | |
| 4 | ΨΧ373 | 14.40 | 13.12 | 12.50 | 0.10 | 40.12 | 40.17 | ND | 4.52 | 23.65 | 5.70 | 6.30 | 226 | 1150 | 1376 | 0.03 | 0.04 |
| | Άρδευση | 288.58 | 159.54 | 287.50 | 3.91 | | | | 275.81 | 838.39 | 273.77 | 390.60 | | | | | |
| 5 | ΨΧ376 | 2.90 | 5.50 | 4.60 | 0.26 | 13.26 | 13.20 | ND | 4.54 | 4.80 | 2.72 | 1.14 | 227 | 193 | 420 | 0.02 | 0.02 |
| | Άρδευση | 58.12 | 66.88 | 105.80 | 10.17 | | | | 276.94 | 170.21 | 130.64 | 70.69 | | | | | |
| 6 | ΨΧ377 | 4.64 | 4.00 | 1.25 | 0.02 | 9.91 | 9.96 | ND | 5.14 | 2.00 | 1.04 | 1.76 | 257 | 175 | 432 | 0.02 | 0.13 |
| | Άρδευση | 92.99 | 48.64 | 28.75 | 0.78 | | | | 313.64 | 70.90 | 49.95 | 110.36 | | | | | |
| 7 | ΨΧ379 | 4.48 | 5.80 | 1.15 | 0.02 | 11.45 | 11.48 | ND | 5.48 | 2.25 | 1.59 | 2.14 | 274 | 240 | 514 | 0.02 | 0.03 |
| | Άρδευση | 89.78 | 70.53 | 26.45 | 0.78 | | | | 334.39 | 79.76 | 76.37 | 132.68 | | | | | |
| 8 | ΨΧ381 | 3.76 | 3.32 | 0.80 | 0.03 | 7.90 | 7.82 | ND | 5.64 | 1.00 | 0.80 | 0.38 | 282 | 72 | 354 | 0.0 | 0.02 |
| | Άρδευση | 75.35 | 53.52 | 18.40 | 1.17 | | | | 344.15 | 35.45 | 38.42 | 23.36 | | | | | |
| 9 | ΨΧ383 | 4.96 | 4.24 | 1.00 | 0.20 | 10.40 | 10.45 | ND | 7.94 | 0.95 | 0.68 | 0.88 | 397 | 63 | 460 | 0.01 | 0.07 |
| | Άρδευση | 99.40 | 51.56 | 23.00 | 0.78 | | | | 484.34 | 33.69 | 32.66 | 54.57 | | | | | |
| 10 | ΨΧ384 | 3.52 | 9.16 | 1.50 | 0.05 | 14.23 | 14.27 | ND | 6.52 | 1.50 | 2.05 | 4.20 | 326 | 308 | 634 | 0.04 | 0.02 |
| | Άρδευση | 70.54 | 111.39 | 34.50 | 1.96 | | | | 397.72 | 53.19 | 98.46 | 260.44 | | | | | |
| 11 | ΨΧ387 | 4.08 | 11.58 | 1.40 | 0.08 | 17.12 | 17.13 | ND | 6.04 | 2.50 | 1.85 | 6.74 | 302 | 480 | 782 | 0.02 | 0.02 |
| | Άρδευση | 81.76 | 140.57 | 32.20 | 3.13 | | | | 368.44 | 88.65 | 88.86 | 417.94 | | | | | |
| 12 | ΨΧ389 | 3.20 | 9.08 | 1.35 | 0.01 | 13.64 | 13.63 | ND | 7.24 | 1.75 | 0.94 | 3.70 | 362 | 252 | 614 | 0.01 | 0.03 |
| | Άρδευση | 64.13 | 110.41 | 31.05 | 0.39 | | | | 441.64 | 62.06 | 45.15 | 229.44 | | | | | |
| 13 | ΨΧ391 | 11.36 | 3.48 | 1.30 | 0.01 | 16.15 | 16.05 | ND | 6.14 | 2.40 | 1.81 | 5.70 | 307 | 435 | 742 | 0.03 | 0.02 |
| | Άρδευση | 227.65 | 42.32 | 29.90 | 0.39 | | | | 374.54 | 85.10 | 86.93 | 353.46 | | | | | |
| 14 | ΨΧ394 | 3.96 | 11.00 | 1.40 | 0.04 | 16.40 | 16.39 | ND | 9.62 | 1.85 | 0.66 | 4.26 | 481 | 267 | 748 | ND | 0.03 |
| | Άρδευση | 79.36 | 133.76 | 32.20 | 1.56 | | | | 586.82 | 65.60 | 31.70 | 264.16 | | | | | |
| 15 | ΨΧ397 | 3.92 | 11.20 | 1.90 | 0.02 | 17.04 | 16.92 | ND | 5.74 | 3.10 | 2.48 | 5.60 | 287 | 469 | 756 | 0.02 | 0.02 |
| | Άρδευση | 78.56 | 136.19 | 43.70 | 0.78 | | | | 350.14 | 109.93 | 119.11 | 347.26 | | | | | |
| 16 | ΨΧ398 | 3.60 | 5.08 | 0.95 | 0.02 | 9.65 | 9.50 | ND | 5.64 | 1.80 | 0.50 | 1.56 | 282 | 152 | 434 | 0.05 | 0.02 |
| | Άρδευση | 72.14 | 61.77 | 21.85 | 0.78 | | | | 344.04 | 63.83 | 24.02 | 96.74 | | | | | |
| 17 | ΨΧ405 | 0.64 | 8.20 | 0.90 | 0.02 | 9.76 | 9.86 | ND | 7.66 | 0.90 | 0.40 | 0.90 | 383 | 59 | 442 | 0.01 | 0.13 |
| | Άρδευση | 12.83 | 99.71 | 20.70 | 0.78 | | | | 467.42 | 31.91 | 19.21 | 55.81 | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 18 | ΨΧ408 | 2.80 | 3.68 | 0.50 | 0.02 | 7.00 | 7.90 | ND | 5.08 | 0.75 | 0.37 | 0.71 | 254 | 70 | 324 | 0.02 | 0.02 |
| | Άρδευση | 56.11 | 44.75 | 11.50 | 0.78 | | | | 309.88 | 26.60 | 17.77 | 44.03 | | | | | |
| 19 | ΨΧ414 | 3.92 | 6.72 | 1.20 | 0.03 | 11.87 | 11.83 | ND | 6.62 | 1.40 | 1.61 | 2.20 | 331 | 201 | 532 | 0.07 | 0.02 |
| | Άρδευση | 78.56 | 81.72 | 27.60 | 1.17 | | | | 403.82 | 49.64 | 49.64 | 136.42 | | | | | |
| 20 | ΨΧ415 | 3.76 | 6.20 | 1.25 | 0.04 | 11.25 | 11.18 | ND | 7.30 | 1.20 | 1.02 | 1.65 | 365 | 133 | 498 | 0.02 | 0.03 |
| | Άρδευση | 75.35 | 75.39 | 28.75 | 1.52 | | | | 375.30 | 42.55 | 48.99 | 102.94 | | | | | |
| 21 | ΨΧ417 | 4.36 | 9.32 | 8.50 | 22.38 | 22.37 | 22.36 | ND | 6.56 | 11.70 | 1.70 | 2.40 | 328 | 356 | 784 | 0.01 | 0.22 |
| | Άρδευση | 87.37 | 113.3 | 195.50 | 7.43 | | | | 400.16 | 414.88 | 81.65 | 148.82 | | | | | |
| 22 | ΨΧ419 | 3.52 | 9.68 | 6.50 | 0.02 | 19.72 | 19.64 | ND | 6.06 | 9.05 | 1.48 | 3.05 | 303 | 357 | 660 | 0.01 | 0.03 |
| | Άρδευση | 70.54 | 117.71 | 149.50 | 0.78 | | | | 369.66 | 320.91 | 71.08 | 189.13 | | | | | |
| 23 | ΨΧ420 | 4.00 | 7.88 | 3.20 | 0.02 | 15.10 | 15.00 | ND | 6.12 | 4.25 | 1.22 | 3.40 | 305 | 289 | 594 | 0.05 | 0.12 |
| | Άρδευση | 80.16 | 95.82 | 73.80 | 0.78 | | | | 373.32 | 150.71 | 58.60 | 210.83 | | | | | |
| 24 | ΨΧ421 | 4.80 | 8.88 | 4.80 | 0.14 | 18.62 | 18.67 | ND | 5.36 | 8.65 | 1.16 | 3.50 | 268 | 416 | 684 | 0.05 | 0.08 |
| | Άρδευση | 96.19 | 107.98 | 110.40 | 5.47 | | | | 326.96 | 306.73 | 55.71 | 217.04 | | | | | |
| 25 | ΨΧ423 | 5.24 | 16.20 | 8.50 | 0.05 | 29.99 | 29.84 | ND | 4.54 | 20.25 | 2.07 | 2.98 | 227 | 845 | 1072 | 0.04 | 0.05 |
| | Άρδευση | 105.01 | 196.99 | 195.50 | 1.96 | | | | 276.94 | 718.07 | 99.42 | 184.79 | | | | | |

*Πίν.11: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού περιοχής Καστέλλας - Ψαχνών, που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια της τρίτης υδροχημικής δειγματοληίας (22/1 – 5/3/2009).Η χημική ανάλυση έγινε στο εργαστήριο υδροχημείας του Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, ΕΚΠΑ. (ND, Δν ανιχνεύτηκε).*

*Tab.11: Results of chemical analyses ground water samples selected from Kastella - Psachna area during the third hydrochemical test (22/1//2009 – 5/3/2009). The analysis conducted at the laboratories Applied Geology Department and the Department of Economic Geology and Geochemistry, National and Kapodistrian University of Athens.*

| Α/Α | Στοιχεία δείγματος νερού | ΜΟΡΙΑΚΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑ ΒΑΡΟΣ mg/L | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Κατιόντα | | | | Ανιόντα | | | | Σκληρότητα | | | Δείκτες μόλυνσης | | | |
| | | Ca | Mg | Na | K | HCO3 | Cl | SO4 | NO3 | Παροδική | Μόνιμη | Ολική | NO2 | NH4 | NH3 | NH3-N |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 1 | ΚΑ109 | 112.10 | 19.44 | 50.00 | 1.30 | 325.00 | 200.00 | 47.50 | 61.75 | 280 | 80 | 360 | 0.024 | ND | ND | ND |
| 2 | ΚΑ110 | 80.10 | 89.91 | 46.00 | 0.70 | 520.00 | 170.00 | 85.00 | 50.00 | 200 | 370 | 570 | 0.020 | 0.05 | 0.075 | 0.05 |
| 3 | ΚΑ116 | 120.00 | 31.59 | 42.00 | 0.90 | 330.00 | 180.00 | 48.00 | 47.00 | 300 | 130 | 430 | 0.122 | ND | ND | ND |
| 4 | ΚΑ117 | 116.00 | 36.45 | 33.00 | 1.60 | 355.00 | 140.00 | 42.00 | 54.00 | 290 | 150 | 440 | 0.036 | 0.05 | 0.05 | 0.5 |
| 5 | ΚΑ120 | 100.10 | 60.75 | 41.00 | 1.40 | 230.00 | 220.00 | 116.00 | 93.00 | 250 | 250 | 500 | 0.028 | 0.05 | 0.05 | 0.5 |
| 6 | ΚΑ132 | 72.10 | 36.45 | 28.00 | 5.40 | 250.00 | 170.00 | 46.25 | 61.00 | 180 | 150 | 330 | 0.026 | ND | ND | ND |
| 7 | ΚΑ134Γ | 100.10 | 36.45 | 38.00 | 1.60 | 255.00 | 145.00 | 47.50 | 52.75 | 250 | 150 | 400 | 0.032 | 0.0625 | 0.0625 | 0275 |
| 8 | ΚΑ141 | 108.00 | 36.45 | 27.00 | 2.60 | 340.00 | 190.00 | 51.00 | 74.25 | 270 | 150 | 420 | 0.022 | ND | ND | ND |
| 9 | ΚΑ173 | 112.10 | 53.46 | 39.00 | 0.80 | 230.00 | 170.00 | 120.00 | 109.75 | 280 | 220 | 500 | 0.030 | ND | ND | ND |
| 10 | ΚΑ202 | 104.20 | 51.03 | 37.00 | 0.10 | 365.00 | 120.00 | 80.00 | 67.25 | 260 | 210 | 470 | 0.024 | 0.225 | 0.225 | 0.5 |
| 11 | ΚΑ224Β | 104.10 | 55.89 | 40.50 | 9.15 | 280.00 | 350.00 | 116.25 | 106.50 | 260 | 230 | 490 | 0.036 | ND | ND | ND |
| 12 | ΚΑ235 | 144.20 | 140.94 | 82.50 | 4.40 | 320.00 | 275.00 | 312.00 | 231.25 | 360 | 580 | 940 | 0.008 | 0.05 | 0.05 | ND |
| 13 | ΚΑ238 | 96.10 | 82.62 | 78.00 | 6.40 | 310.00 | 95.00 | 270.00 | 100.25 | 240 | 340 | 580 | 0.014 | 0.05 | 0.05 | 0.25 |
| 14 | ΚΑ262 | 168.20 | 140.94 | 85.00 | 2.90 | 360.00 | 290.00 | 500.00 | 40.50 | 420 | 580 | 1000 | 0.008 | 0.05 | 0.05 | ND |
| 15 | ΚΑ271Γ | 100.10 | 121.50 | 34.50 | 3.55 | 230.00 | 210.00 | 108.75 | 88.50 | 250 | 500 | 750 | 0.064 | ND | ND | ND |
| 16 | ΚΑ284 | 144.20 | 106.92 | 49.00 | 0.40 | 360.00 | 140.00 | 226.00 | 148.75 | 360 | 440 | 800 | 0.048 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 17 | ΚΑ291 | 84.10 | 65.61 | 25.00 | 1.00 | 280.00 | 210.00 | 77.50 | 85.00 | 210 | 270 | 480 | 0.072 | ND | ND | ND |
| 18 | ΚΑ309 | 156.20 | 167.67 | 44.50 | 2.10 | 240.00 | 170.00 | 165.00 | 264.25 | 390 | 690 | 1080 | 0.046 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| 19 | ΚΑ345 | 72.10 | 53.00 | 33.00 | 0.30 | 260.00 | 190.00 | 60.00 | 64.75 | 180 | 230 | 410 | 0.038 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| 20 | ΚΑ645 | 60.10 | 51.03 | 28.00 | 0.80 | 530.00 | 125.00 | 50.00 | 53.75 | 150 | 210 | 360 | 0.034 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| 21 | Βρύση Αγ. | 124.20 | 43.74 | 59.00 | 3.70 | 360.00 | 190.00 | 45.00 | 47.50 | 310 | 180 | 490 | 0.070 | ND | ND | ND |
| | Παρασκευή | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | ΚΑ120 | 3.55 | 3.79 |
| 2 | ΚΑ141 | 3.25 | 2.95 |
| 3 | ΚΑ173 | 3.74 | 3.25 |
| 4 | ΚΑ202 | 3.35 | 3.18 |
| 5 | ΚΑ224 | 4.10 | 3.89 |
| 6 | ΚΑ262 | 3.69 | 3.52 |
| 7 | ΚΑ271 | 3.51 | 3.12 |
| 8 | ΚΑ284 | 3.27 | 3.18 |
| 9 | ΚΑ291 | 4.47 | 4.06 |
| 10 | ΚΑ345 | 2.55 | 2.30 |
| $PO_4^{3-}$ mg/L | | ΜΑΡ/2008 | ΣΕΠ/2009 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ΨΧ379 | 104.10 | 60.75 | 93.00 | 0.60 | 270.00 | 360.00 | 145.00 | 85.75 | 260 | 250 | 510 | 0.046 | ND | ND | ND |
| 2 | ΨΧ384 | 104.10 | 55.89 | 30.00 | 0.30 | 285.00 | 170.00 | 85.00 | 109.25 | 260 | 230 | 490 | 0.040 | 0.275 | 0.275 | 0.0875 |
| 3 | ΨΧ391 | 84.10 | 136.00 | 48.00 | 0.70 | 340.00 | 260.00 | 141.25 | 219.00 | 210 | 560 | 770 | 0.58 | 0.035 | 0.025 | ND |
| 4 | ΨΧ403 | 72.10 | 170.10 | 29.50 | 2.30 | 390.00 | 230.00 | 75.00 | 318.00 | 180 | 700 | 880 | 0.050 | 0.081 | 0.081 | ND |
| 5 | ΨΧ410 | 88.10 | 160.38 | 44.00 | 1.65 | 350.00 | 145.00 | 81.25 | 135.00 | 220 | 660 | 880 | 0.068 | 0.025 | 0.025 | 0.025 |
| 6 | ΨΧ411 | 100.10 | 94.77 | 30.00 | 2.00 | 330.00 | 140.00 | 97.50 | 152.50 | 250 | 390 | 640 | 0.058 | 0.05 | 0.05 | ND |
| 7 | ΨΧ417 | 140.20 | 155.52 | 71.00 | 0.40 | 315.00 | 510.00 | 158.75 | 205.00 | 350 | 640 | 990 | 0.050 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| 8 | ΨΧ419 | 112.10 | 4.86 | 214.00 | 4.25 | 290.00 | 740.00 | 196.00 | 230.00 | 280 | 20 | 300 | 0.046 | ND | ND | ND |
| 9 | ΨΧ420 | 140.00 | 174.94 | 174.00 | 0.50 | 290.00 | 430.00 | 182.00 | 218.25 | 240 | 790 | 1030 | 0.054 | 0.0875 | 0.0875 | 0.05 |
| 10 | ΨΧ529 | 112.00 | 167.67 | 431.00 | 10.90 | 260.00 | 780.00 | 256.00 | 100.50 | 280 | 690 | 970 | 0.054 | 0.225 | 0.225 | 0.05 |
| 11 | ΨΧ537 | 52.10 | 92.34 | 41.00 | 0.50 | 360.00 | 290.00 | 87.00 | 145.00 | 130 | 380 | 510 | 0.100 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| 12 | ΨΧ541 | 64.10 | 136.08 | 44.00 | 0.20 | 275.00 | 160.00 | 141.00 | 154.25 | 180 | 540 | 720 | 0.132 | ND | ND | ND |
| 13 | ΨΧ624 | 112.00 | 80.19 | 27.00 | 2.40 | 390.00 | 145.00 | 65.75 | 82.75 | 280 | 330 | 610 | 0.040 | ND | ND | ND |
| 14 | Γκαλώφας | 88.10 | 85.05 | 290.00 | 9.40 | 345.00 | 365.00 | 164.00 | 118.25 | 220 | 350 | 570 | 0.070 | ND | ND | ND |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | ΧΨ379 | 3.84 | 3.55 |
| 2 | ΧΨ391 | 5.28 | 4.88 |
| 3 | ΧΨ403 | 6.29 | 5.76 |
| 4 | ΧΨ411 | 5.16 | 4.72 |
| 5 | ΧΨ419 | 4.09 | 3.80 |
| 6 | ΧΨ420 | 6.05 | 5.80 |
| 7 | ΧΨ624 | 5.56 | 4.94 |
| 8 | Γκαλούφας | 4.73 | 4.45 |
| $PO_4^{3-}$ mg/L | | ΜΑΡ/2008 | ΣΕΠ/2009 |

*ΙΙΠίν.12: Φυσικοχημικές παράμετροι και χημικές αναλύσεις νερού βροχής από την περιοχή Καστέλλας (3/12/2008).*
*ΙΙTab.12: The physical parameters and chemical analysis of the rain water collected from Kastella area (3/12/2008).*

| pH | μS/cm | TDS | $Ca^{2+}$ | $Mg^{2+}$ | $Na^{+}$ | $K^{+}$ | $HCO_3^{-}$ | $Cl^{-}$ | $SO_4^{2-}$ | $NO_3$ | $NH^{+}_4$ | $NO_2^{-}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5.66 | 23.8 | 15.23 | 0.72 | 1.43 | 2.24 | 0.02 | 4.95 | 3.77 | 1.95 | 0.05 | 0.01 | 0.01 |

*ΙΙΠίν.13: Φυσικοχημικές παράμετροι και χημικές αναλύσεις νερού βροχής από την περιοχή των Ψαχνών (6/12/2008).*
*ΙΙTab.13: The physical parameters and chemical analysis of the rain water collected from Psachna area (6/12/2008).*

| pH | μS/cm | TDS | $Ca^{2+}$ | $Mg^{2+}$ | $Na^{+}$ | $K^{+}$ | $HCO_3^{-}$ | $Cl^{-}$ | $SO_4^{2-}$ | $NO_3$ | $NH^{+}_4$ | $NO_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5.49 | 22.2 | 14.18 | 1.42 | 0.99 | 2.05 | 0.04 | 2.89 | 2.48 | 2.19 | 0.02 | 0.01 | 0.01 |

*ΙΙΠίν.14: Περιοχή Καστέλας – Ψαχνών. Αποτελέσματα ανάλυσης (XRD, AAS) ιχνοστοιχείων από δείγματα νερού που συλλέχθηκαν κατά της δεύτερης υδροχημικής δειγματοληψίας (7/3/1999 – 5/5/1999). Η ανάλυση έγινε στο εργαστήριο υδροχημείας του ΙΓΜΕ. ND, Κάτω από όριο ανίχνευσης*
*ΙΙTab.14: Results analyses (XRD, AAS) trace elements of ground water samples selected during the second hydrochemical test (7/3/1999 – 5/5/1999).. Analyses conducted by the laboratory of Hydrochemistry IGME. ND, Below of tracing range*

| Α/Α | Υδροφόρος | Στοιχεία δείγματος νερού | Ιχνοστοιχεία (μg/L) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Cd** | **Cu** | **Fe** | **Mn** | **Pb** | **Zn** |
| 1 | 0Φ2 | ΚΑ106 | 0.03 | 0.2 | 5.0 | 0.05 | 0.02 | 0.3 |
| 2 | ΧΑΛ1 | ΚΑ120 | 0.05 | 0.1 | 4.0 | 0.05 | 0.01 | 0.3 |
| 3 | ΧΑΛ1 | ΚΑ113 | 0.05 | 0.3 | 5.0 | 0.04 | 0.05 | 0.5 |
| 4 | ΧΑΛ1 | ΚΑ135 | 0.02 | 0.1 | 4.0 | 0.03 | 0.03 | 0.6 |
| 5 | ΧΑΛ1 | ΚΑ163 | 0.05 | 0.1 | 6.1 | 0.02 | 0.06 | 0.4 |
| 6 | ΧΑΛ1 | ΚΑ190 | 0.05 | 0.2 | 4.2 | 0.03 | 0.04 | 0.6 |
| 7 | ΧΑΛ1 | ΚΑ198 | 0.03 | ND | 2.6 | ND | 0.06 | 0.3 |
| 8 | ΧΑΛ1 | ΚΑ201 | 0.02 | ND | 5.6 | 0.03 | 0.03 | 0.3 |
| 9 | ΧΑΛ1 | ΚΑ208 | 0.05 | ND | 6.4 | 0.04 | 0.05 | 0.3 |
| 10 | ΧΑΛ1 | ΚΑ215 | 0.03 | 0.2 | 3.8 | 0.14 | 0.04 | 0.5 |
| 11 | ΧΑΛ1 | ΚΑ230 | 0.05 | ND | 7.3 | 0.02 | 0.08 | 0.5 |
| 12 | ΧΑΛ1 | ΚΑ271 | ND | ND | 8.5 | 0.03 | 0.03 | 0.3 |
| 13 | ΧΑΛ1 | ΚΑ291 | 0.04 | ND | 8.3 | 0.06 | 0.03 | 0.3 |
| 14 | ΧΑΛ1 | ΚΑ296 | 0.07 | ND | 10.1 | 0.05 | 0.05 | 0.5 |
| 15 | ΧΑΛ1 | ΚΑ298 | 0.05 | 0.2 | 7.3 | 0.12 | 0.06 | 0.4 |
| 16 | ΧΑΛ1 | ΚΑ305 | 0.03 | 0.1 | 6.6 | 0.06 | 0.07 | 0.3 |
| 17 | ΧΑΛ1 | ΚΑ313 | 0.05 | 0.3 | 5.2 | 0.03 | 0.05 | 0.3 |
| 18 | ΧΑΛ1 | ΚΑ314 | 0.04 | 0.1 | 5.0 | 0.02 | 0.04 | 0.8 |
| 19 | ΧΑΛ1 | ΚΑ324 | 0.05 | ND | 6.3 | 0.11 | 0.05 | 0.7 |
| 20 | ΧΑΛ1 | ΚΑ345 | 0.05 | ND | 2.0 | 0.11 | 0.05 | 0.5 |
| 21 | ΧΑΛ1 | ΚΑ362 | 0.01 | ND | 3.0 | 0.05 | 0.04 | 0.5 |
| 22 | ΧΑΛ1 | ΚΑ364 | 0.06 | 0.02 | 12.2 | 0.05 | 0.04 | 0.6 |
| **Min** | | | **0.01** | **0.0** | **2.0** | **0.02** | **0.02** | **0.3** |
| **Max** | | | **0.07** | **0.3** | **12.2** | **0.11** | **0.08** | **0.8** |
| **Mean** | | | **0.04** | **0.2** | **5.9** | **0.06** | **0.05** | **0.5** |
| 23 | ΟΦ2 | ΨΧ391 | 0.6 | 0.2 | 16.0 | 0.11 | 0.03 | 0.9 |
| 24 | ΟΦ2 | ΨΧ408 | 0.5 | 0.3 | 4.1 | 0.12 | 0.03 | 0.5 |
| 25 | ΟΦ2 | ΨΧ411 | 0.1 | ND | 12.0 | 0.05 | 0.05 | 0.8 |
| 26 | ΟΦ2 | ΨΧ419 | 0.01 | 0.3 | 23.0 | 0.14 | 0.03 | 0.5 |
| **Min** | | | **0.01** | **0.2** | **4.1** | **0.05** | **0.03** | **0.5** |
| **Max** | | | **0.6** | **0.3** | **23.0** | **0.14** | **0.05** | **0.9** |
| **Mean** | | | **0.3** | **0.3** | **13.6** | **0.11** | **0.04** | **0.7** |

*//Πίν.15: Περιοχή Καστέλλας – Ψαχνών. Αποτελέσματα ανάλυσης ιχνοστοιχείων (XRD, AAS) από δείγματα νερού που συλλέχθηκαν κατά της τρίτης υδροχημικής δειγματοληψίας (22/1 – 5/3/2009). Η χημική ανάλυση έγινε στο Τομέα Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας. ΕΚΠΑ. ND, Κάτω από όριο ανίχνευσης.*

*//Tab.15: Results analyses (XRD, AAS) trace elements of ground water samples selected during the third hydrochemical test (22/1 – 5/3/2009). Analyses conducted by the laboratory of Department of Economic & Geochemistry, University of Athens. ND, Below of tracing range.*

| A/A | Υδροφόρος | Στοιχεία δείγματος νερού | Ιχνοστοιχεία (μg/L) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Cd** | **Fe** | **Ni** | **Mn** | **Cr(total)** |
| 1 | ΧΑΛ1 | ΚΑ120 | 0.05 | 5.6 | 0.2 | 0.02 | 0.3 |
| 2 | ΧΑΛ1 | ΚΑ141 | 0.04 | 5.5 | 0.2 | 0.02 | 0.5 |
| 3 | ΧΑΛ1 | ΚΑ173 | 0.04 | 6.5 | 0.2 | 0.05 | 0.2 |
| 4 | ΧΑΛ1 | ΚΑ224Β | 0.05 | 6.5 | 0.1 | 0.03 | 0.5 |
| 5 | ΧΑΛ1 | ΚΑ262 | 0.04 | 4.5 | ND | 0.02 | 0.3 |
| 6 | ΧΑΛ1 | ΚΑ271 | 0.01 | 6.0 | ND | 0.02 | ND |
| 7 | ΧΑΛ1 | ΚΑ291 | 0.06 | 4.5 | ND | 0.02 | 0.5 |
| 8 | ΧΑΛ1 | ΚΑ284 | 0.03 | 3.5 | ND | 0.03 | ND |
| 9 | ΧΑΛ1 | ΚΑ345 | 0.05 | 4.0 | 0.2 | 0.01 | 0.5 |
| **Min** | | | **0.01** | **3.5** | **0.0** | **0.01** | **0.0** |
| **Max** | | | **0.06** | **6.5** | **0.2** | **0.05** | **0.5** |
| **Mean** | | | **0.04** | **5.2** | **0.2** | **0.03** | **0.4** |
| 11 | ΟΦ2 | ΨΧ379 | 0.05 | 11.6 | 0.5 | 0.02 | 2.0 |
| 12 | ΟΦ2 | ΨΧ391 | 0.03 | 9.4 | 0.5 | 0.03 | 5.0 |
| 13 | ΟΦ2 | ΨΧ403 | 0.02 | 14.8 | 0.9 | 0.02 | 3.5 |
| 14 | ΟΦ2 | ΨΧ411 | 0.03 | 16.5 | 0.5 | ND | 3.0 |
| 15 | ΟΦ2 | ΨΧ417 | 0.03 | 15.5 | 1.1 | 0.02 | 6.5 |
| 16 | ΟΦ2 | ΨΧ419 | 0.05 | 8.5 | 1.5 | 0.03 | 6.0 |
| 17 | ΟΦ2 | ΨΧ420 | 0.02 | 18.2 | 0.8 | 0.09 | 0.5 |
| 18 | ΧΑΛ1Β | ΨΧ537 | 0.06 | 6.5 | ND | 0.02 | 0.5 |
| 19 | ΟΦ2 | ΨΧ541 | 0.05 | 12.0 | 0.5 | ND | 6.5 |
| 20 | ΟΦ2 | ΨΧ545 | 0.03 | 11.5 | 5.0 | ND | 6.0 |
| 21 | ΧΑΛ1 | ΨΧ624 | 0.06 | 5.5 | ND | 0.04 | 0.6 |
| 22 | ΟΦ2 | Γκαλούφας | ND | 12.0 | 0.2 | ND | 0.5 |
| **Min** | | | **0.02** | **5.5** | **0.2** | **0.02** | **0.5** |
| **Max** | | | **0.6** | **18.2** | **5.0** | **0.09** | **6.5** |
| **Mean** | | | **0.4** | **11.8** | **1.2** | **0.03** | **3.3** |

*//Πίν.16: Περιοχή Καστέλλας – Ψαχνών. Αποτελέσματα ανάλυσης ιχνοστοιχείων (XRD, AAS) από δείγματα νερού που συλλέχθηκαν κατά της ειδικής υδροχημικής δειγματοληχίας (ΣΕΠ/2009). Η χημική ανάλυση έγινε στο Τομέα Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας, ΕΚΠΑ. ND, Κάτω από όριο ανίχνευση.*

*//Tab.16: Results analyses (XRD, AAS) trace elements of ground water samples selected during special test (9/2009). The analyses conducted by the laboratories of Department Economic Geology and Cheochemistry and the Department of Tectonic Applied Geology, University of Athens. ND, Below of tracing range.*

| A/A | Υδροφόρος | Στοιχεία δείγματος νερού | Ιχνοστοιχεία (μg/L) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Cd** | **Fe** | **Ni** | **Mn** | **Cr(total)** |
| 1 | ΧΑΛ1 | ΚΑ120 | 0.02 | 6.0 | 0.1 | 0.02 | 0.5 |
| 2 | ΧΑΛ1 | ΚΑ141 | 0.05 | 5.5 | 0.2 | 0.03 | 0.5 |
| 3 | ΧΑΛ1 | ΚΑ173 | 0.05 | 7.0 | 0.1 | 0.03 | 0.5 |
| 4 | ΧΑΛ1 | ΚΑ224Β | 0.04 | 6.5 | 0.1 | 0.05 | 0.5 |
| 5 | ΧΑΛ1 | ΚΑ262 | 0.05 | 6.0 | 0.1 | 0.03 | 0.5 |
| 6 | ΧΑΛ1 | ΚΑ271 | ND | 5.5 | ND | 0.03 | ND |
| 7 | ΧΑΛ1 | ΚΑ284 | 0.06 | 6.5 | 0.1 | 0.03 | 0.3 |
| 8 | ΧΑΛ1 | ΚΑ291 | 0.06 | 5.0 | ND | 0.03 | 0.3 |
| 9 | ΧΑΛ1 | ΚΑ345 | 0.06 | 5.0 | 0.1 | 0.03 | 0.5 |
| **Min** | | | **0.02** | **5.5** | **0.0** | **0.02** | **0.0** |
| **Max** | | | **0.06** | **7.0** | **0.2** | **0.05** | **0.05** |
| **Mean** | | | **0.05** | **5.9** | **0.1** | **0.03** | **0.05** |
| 10 | ΟΦ2 | ΨΧ379 | 0.02 | 11.5 | 0.8 | 0.03 | 0.5 |
| 11 | ΟΦ2 | ΨΧ391 | 0.03 | 11.5 | 1.5 | 0.03 | 0.5 |
| 12 | ΟΦ2 | ΨΧ403 | 0.03 | 13.5 | 0.9 | 0.03 | 0.5 |
| 13 | ΟΦ2 | ΨΧ411 | 0.03 | 15.5 | 1.5 | 0.03 | 0.5 |
| 14 | ΟΦ2 | ΨΧ417 | 0.05 | 17.5 | 1.2 | 0.03 | 0.3 |
| 15 | ΟΦ2 | ΨΧ419 | 0.05 | 12.5 | 1.5 | 0.05 | 0.5 |
| 16 | ΟΦ2 | ΨΧ420 | 0.02 | 17.5 | 1.5 | 0.03 | 0.3 |
| 17 | ΧΑΛ1Β | ΨΧ539 | 0.02 | 5.5 | ND | 0.03 | 0.3 |
| 18 | ΟΦ2 | ΨΧ541 | 0.05 | 15.5 | 1.5 | 0.02 | 0.5 |
| 19 | ΟΦ2 | ΨΧ545 | 0.02 | 15.0 | 1.5 | 0.02 | 0.6 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | ΧΑΛ1 | ΨΧ624 | 0.03 | 4.5 | 0.2 | 002 | 0.2 |
| 21 | ΟΦ2 | Γκαλούφας | 0.02 | 12.0 | 0.5 | ND | ND |
| **Min** | | | **0.02** | **4.5** | **0.0** | **0.0** | **0.0** |
| **Max** | | | **0.05** | **17.5** | **1.5** | **0.03** | **0.6** |
| **Mean** | | | **0.03** | **12.7** | **1.2** | **0.03** | **0.4** |

*IIΠίν.17: Περιοχής Καστέλλας - Ψαχνών. Υδροχημικές φάσεις του νερού. Από αποτέλεσματα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης ((10/10/1998 – 5/5/1999).*
*IITab.17: Hydrochemical phase of water from the first and second hydrochemical tests, Kastella – Psachna area (10/10/1998 – 5/5/1999).*

Περιοχή Καστέλλας

| Α/Α | Φρέαρ<br>**Υδροφόρος** | (Ca + Mg)%<br>($HCO_3$+ $CO_3$)% | (Na + K)%<br>(Cl + $SO_4$)% | Φάσεις Κατιόντων<br>Φάσεις Ανιόντων |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | ΚΑ113<br>**ΟΦ1** | 70.6<br>52.1 | 29.4<br>43.9 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 2 | ΚΑ116<br>**ΟΦ2** | 77.5<br>62.8 | 22.5<br>32.0 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 3 | ΚΑ107<br>**ΟΦ1** | 70.6<br>52.1 | 29.4<br>43.9 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 4 | ΚΑ120<br>**ΑΣ2** | 87.1<br>64.8 | 18.9<br>22.1 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 5 | ΚΑ123<br>**ΧΑΛ1** | 86.2<br>50.6 | 13.8<br>28.9 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 6 | ΚΑ130<br>**ΧΑΛ1** | 89.0<br>58.0 | 11.0<br>24.1 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 7 | ΚΑ132<br>**ΧΑΛ1** | 83.6<br>61.1 | 16.4<br>22.7 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 8 | ΚΑ133<br>**ΑΣ2** | 88.4<br>53.4 | 11.6<br>28.8 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 9 | ΚΑ134<br>**ΧΑΛ1** | 81.1<br>55.0 | 18.9<br>35.9 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθακική-χλωριοθειική |
| 10 | ΚΑ135<br>**ΧΑΛ1** | 83.7<br>40.7 | 16.3<br>38.0 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 11 | ΚΑ137<br>**ΧΑΛ1** | 84.3<br>35.2 | 15.7<br>44.5 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 12 | ΚΑ140<br>**ΧΑΛ1** | 87.0<br>48.7 | 13.0<br>29.3 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 13 | ΚΑ141<br>**ΧΑΛ1** | 85.5<br>56.4 | 14.5<br>27.7 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 14 | ΚΑ147<br>**ΧΑΛ1** | 81.9<br>35.6 | 18.1<br>60.0 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 15 | ΚΑ152<br>**ΧΑΛ1** | 87.3<br>56.6 | 12.7<br>26.7 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 16 | ΚΑ157<br>**ΧΑΛ1** | 89.2<br>59.1 | 10.8<br>22.4 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 17 | ΚΑ161<br>**ΧΑΛ1** | 90.7<br>48.5 | 9.3<br>12.7 | Ασβσετομαγνησιούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 18 | ΚΑ163<br>**ΧΑΛ1** | 86.1<br>63.9 | 13.9<br>23.8 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 19 | ΚΑ167<br>**ΧΑΛ1** | 88.6<br>53.9 | 11.4<br>26.3 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 20 | ΚΑ168<br>**ΧΑΛ1** | 88.4<br>60.4 | 11.6<br>24.7 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 21 | ΚΑ170<br>**ΧΑΛ1** | 87.4<br>51.4 | 12.6<br>27.5 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 22 | ΚΑ172<br>**ΧΑΛ1** | 88.2<br>47.7 | 11.3<br>30.1 | Ασβεστοναρτιούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 23 | ΚΑ176<br>**ΧΑΛ1** | 90.8<br>55.8 | 9.2<br>25.2 | Ασβεστομαγνησιούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 24 | ΚΑ177<br>**ΧΑΛ1** | 90.0<br>42.0 | 10.0<br>36.0 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 25 | ΚΑ178<br>**ΧΑΛ1** | 88.9<br>54.2 | 11.1<br>21.9 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 26 | ΚΑ180<br>**ΧΑΛ1** | 89.1<br>44.3 | 10.9<br>27.3 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξανθρακική-χλωριοθειική |
| 27 | ΚΑ181<br>**ΧΑΛ1** | 88.2<br>58.8 | 11.8<br>25.8 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 28 | ΚΑ182<br>**ΧΑΛ1** | 86.1<br>39.9 | 13.9<br>31.4 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 29 | ΚΑ187<br>**ΧΑΛ1** | 88.9<br>35.3 | 11.1<br>40.9 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 30 | ΚΑ190<br>**ΧΑΛ1** | 88.8<br>50.6 | 11.9<br>30.4 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 31 | ΚΑ192<br>**ΧΑΛ1** | 85.4<br>47.6 | 14.6<br>40.1 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |

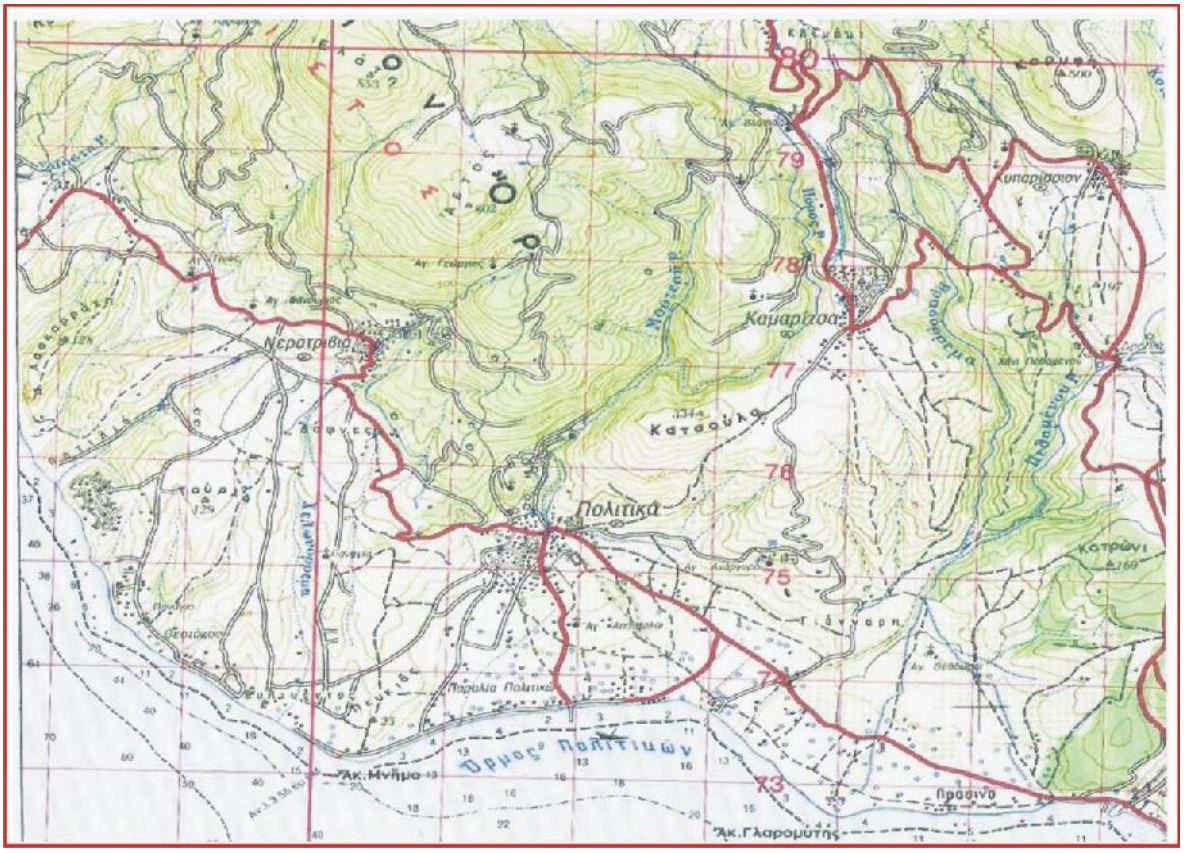
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 32 | ΚΑ196<br>**ΧΑΛ1** | 89.1<br>27.5 | 10.9<br>42.8 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 33 | ΚΑ198<br>**ΧΑΛ1** | 86.0<br>55.6 | 14.0<br>27.4 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 34 | ΚΑ201<br>**ΧΑΛ1** | 85.8<br>59.1 | 14.2<br>27.5 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 35 | ΚΑ205<br>**ΧΑΛ1** | 88.0<br>50.7 | 12.0<br>29.6 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 36 | ΚΑ208<br>**ΧΑΛ1** | 86.7<br>56.4 | 13.3<br>29.1 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 37 | ΚΑ212<br>**ΟΦ2** | 70.6<br>52.1 | 29.4<br>43.9 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 38 | ΚΑ215<br>**ΧΑΛ1** | 90.0<br>47.0 | 10.0<br>30.0 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 39 | ΚΑ220<br>**ΟΦ2** | 89.3<br>42.3 | 10.7<br>35.0 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 40 | ΚΑ222<br>**ΟΦ2** | 90.5<br>43.9 | 9.5<br>32.7 | Ασβεστομαγνησιούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 41 | ΚΑ224<br>**ΟΦ2** | 84.1<br>46.7 | 15.9<br>30.9 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 42 | ΚΑ227<br>**ΧΑΛ1** | 86.3<br>42.0 | 13.7<br>32.9 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 43 | ΚΑ229<br>**ΧΑΛ1** | 88.2<br>55.0 | 11.8<br>25.7 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 44 | ΚΑ230<br>**ΧΑΛ1** | 90.3<br>44.5 | 9.7<br>31.7 | Ασβεστομαγνησιούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 45 | ΚΑ234<br>**ΧΑΛ1** | 85.8<br>36.2 | 14.2<br>36.1 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 46 | ΚΑ235<br>**ΧΑΛ1** | 72.8<br>39.2 | 27.2<br>51.5 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 47 | ΚΑ236<br>**ΧΑΛ1** | 83.6<br>29.5 | 16.4<br>56.9 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 48 | ΚΑ239<br>**ΧΑΛ1** | 79.5<br>22.4 | 20.5<br>67.9 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 49 | ΚΑ242<br>**ΧΑΛ1** | 83.5<br>14.7 | 16.5<br>77.6 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 50 | ΚΑ247<br>**ΧΑΛ1** | 85.4<br>29.5 | 14.6<br>45.8 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 51 | ΚΑ250<br>**ΧΑΛ1** | 87.1<br>42.3 | 12.9<br>42.4 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 52 | ΚΑ255<br>**ΧΑΛ1** | 86.1<br>21.0 | 13.9<br>69.2 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανρακική |
| 53 | ΚΑ258<br>**ΧΑΛ1** | 87.3<br>58.3 | 12.0<br>34.3 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 54 | ΚΑ259<br>**ΧΑΛ1** | 84.1<br>49.5 | 15.9<br>50.5 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 55 | ΚΑ261<br>**ΧΑΛ1** | 86.0<br>54.0 | 14.0<br>35.0 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 56 | ΚΑ265<br>**ΧΑΛ1** | 88.5<br>22.7 | 11.8<br>56.6 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 57 | ΚΑ266<br>**ΧΑΛ1** | 90.1<br>23.9 | 9.9<br>52.6 | Ασβεστομαγνησιούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 58 | ΚΑ270<br>**ΧΑΛ1** | 86.8<br>59.6 | 13.2<br>31.6 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 59 | ΚΑ271<br>**ΧΑΛ1** | 84.0<br>55.0 | 16.0<br>38.6 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 60 | ΚΑ274<br>**ΧΑΛ1** | 88.3<br>34.9 | 11.7<br>58.1 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 61 | ΚΑ279<br>**ΧΑΛ1** | 89.5<br>25.7 | 10.5<br>53.4 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 62 | ΚΑ283<br>**ΧΑΛ1** | 87.0<br>55.5 | 13.0<br>36.4 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 63 | ΚΑ284<br>**ΧΑΛ1** | 86.3<br>38.3 | 13.7<br>38.0 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 64 | ΚΑ287<br>**ΧΑΛ1** | 89.1<br>21.2 | 10.9<br>55.4 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 65 | ΚΑ291<br>**ΧΑΛ1** | 88.1<br>29.3 | 11.9<br>50.7 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 66 | ΚΑ296<br>**ΧΑΛ1** | 86.2<br>33.1 | 13.8<br>43.0 | Ασβεστονατιούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 67 | ΚΑ298<br>**ΟΦ2** | 88.0<br>46.8 | 12.0<br>37.4 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 68 | ΚΑ302<br>**ΧΑΛ1** | 89.1<br>63.1 | 10.9<br>21.4 | Ασβεστονατριούχα<br>οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 69 | ΚΑ305<br>**ΧΑΛ1** | 85.4<br>54.9 | 14.6<br>26.9 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 70 | ΚΑ309<br>**ΧΑΛ1** | 87.4<br>35.7 | 12.6<br>38.3 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 71 | ΚΑ314<br>**ΧΑΛ1** | 90.8<br>36.8 | 9.2<br>40.0 | Ασβεστομαγνησιούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 72 | ΚΑ315<br>**ΧΑΛ1** | 89.8<br>28.5 | 10.2<br>43.9 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 73 | ΚΑ318<br>**ΧΑΛ1** | 87.5<br>41.4 | 12.5<br>37.6 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 74 | ΚΑ322<br>**ΧΑΛ1** | 89.5<br>34.5 | 10.5<br>45.0 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 75 | ΚΑ325<br>**ΧΑΛ1** | 86.1<br>51.5 | 13.9<br>31.2 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 76 | ΚΑ326<br>**ΧΑΛ1** | 88.9<br>23.6 | 11.1<br>39.1 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 77 | ΚΑ328<br>**ΧΑΛ1** | 90.2<br>21.8 | 9.8<br>52.5 | Ασβεστομαγνησιούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 78 | ΚΑ331<br>**ΧΑΛ1** | 89.3<br>21.2 | 10.7<br>42.7 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 79 | ΚΑ332<br>**ΧΑΛ1** | 87.4<br>52.1 | 12.6<br>33.5 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανρακική-χλωριοθειική |
| 80 | ΚΑ333<br>**ΧΑΛ1** | 93.6<br>19.7 | 6.4<br>54.7 | Ασβεστομαγνησιούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 81 | ΚΑ334<br>**ΧΑΛ1** | 88.4<br>35.5 | 11.6<br>47.0 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 82 | ΚΑ336<br>**ΧΑΛ1** | 88.4<br>25.6 | 11.6<br>47.0 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 83 | ΚΑ338<br>**ΧΑΛ1** | 89.4<br>29.6 | 10.6<br>45.4 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 84 | ΚΑ340<br>**ΧΑΛ1** | 86.7<br>61.4 | 13.3<br>31.8 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 85 | ΚΑ343<br>**ΧΑΛ1** | 71.2<br>36.6 | 28.8<br>39.5 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 86 | ΚΑ345<br>**ΧΑΛ1** | 86.4<br>23.8 | 13.6<br>61.5 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 87 | ΚΑ347<br>**ΧΑΛ1** | 86.4<br>24.8 | 14.6<br>69.9 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 88 | ΚΑ348<br>**ΧΑΛ1** | 87.6<br>46.3 | 12.4<br>36.7 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 89 | ΚΑ351<br>**ΧΑΛ1** | 88.5<br>22.7 | 11.5<br>64.0 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 90 | ΚΑ352<br>**ΧΑΛ1** | 87.8<br>39.5 | 12.2<br>38.0 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 91 | ΚΑ357<br>**ΧΑΛ1** | 89.5<br>25.7 | 10.5<br>53.4 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 92 | ΚΑ362<br>**ΧΑΛ1** | 83.9<br>55.0 | 16.1<br>36.2 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 93 | ΨΧ364<br>**ΧΑΛ1** | 65.0<br>11.8 | 35.0<br>80.7 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 94 | ΨΧ365<br>**ΧΑΛ1** | 55.5<br>11.3 | 44.5<br>81.0 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 95 | ΨΧ370<br>**ΧΑΛ1** | 64.0<br>12.4 | 36.0<br>74.8 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 96 | ΨΧ373<br>**ΧΑΛ1** | 68.6<br>11.3 | 31.4<br>73.1 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 97 | ΨΧ376<br>**ΧΑΛ1** | 63.3<br>34.4 | 36.7<br>57.0 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 98 | ΨΧ377<br>**ΧΑΛ1** | 87.2<br>51.6 | 12.8<br>30.5 | Ασβεστονατιούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 99 | ΨΧ379<br>**ΟΦ2** | 89.8<br>47.8 | 10.2<br>33.5 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 100 | ΨΧ381<br>**ΟΦ2** | 89.6<br>72.1 | 10.4<br>23.0 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 101 | ΨΧ383 | 88.5 | 11.5 | Ασβεστονατριούχα |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **ΟΦ2** | 76.0 | 15.6 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 102 | ΨΧ417 | 61.2 | 38.8 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΟΦ2** | 29.3 | 59.9 | Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 103 | ΨΧ419 | 66.9 | 33.1 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΟΦ2** | 30.9 | 53.6 | Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 104 | ΨΧ423 | 71.5 | 13.5 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΟΦ2** | 15.2 | 74.5 | Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 105 | ΨΧ384 | 89.1 | 10.9 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΟΦ2** | 45.7 | 24.9 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 106 | ΨΧ387 | 91.4 | 8.6 | Ασβεστομαγνησιούχα |
| | **ΟΦ2** | 35.3 | 25.4 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 107 | ΨΧ389 | 90.0 | 10.0 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΟΦ2** | 53.1 | 19.7 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 108 | ΨΧ391 | 91.9 | 8.1 | Ασβεστομαγνησιούχα |
| | **ΟΦ2** | 38.4 | 26.2 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 109 | ΨΧ394 | 91.2 | 8.8 | Ασβεστομαγνησιούχα |
| | **ΟΦ2** | 58.7 | 15.3 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 110 | ΨΧ397 | 88.8 | 11.2 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΟΦ2** | 33.9 | 33.0 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 111 | ΨΧ398 | 89.9 | 10.1 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΟΦ2** | 59.4 | 24.2 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 112 | ΨΧ403 | 91.5 | 8.5 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΟΦ2** | 52.9 | 19.2 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 113 | ΨΧ405 | 88.7 | 11.3 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΟΦ2** | 77.7 | 13.2 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 114 | ΨΧ408 | 92.6 | 7.4 | Ασβεστομαγνησιούχα |
| | **ΧΑΛ1Β** | 73.6 | 16.2 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 115 | ΨΧ411 | 93.4 | 6.6 | Ασβεστομαγνησιούχα |
| | **ΟΦ2** | 55.5 | 23.4 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 116 | ΨΧ414 | 89.6 | 10.4 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΟΦ2** | 56.0 | 25.4 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 117 | ΨΧ415 | 88.5 | 11.5 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΟΦ2** | 65.3 | 19.9 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 118 | ΨΧ420 | 78.7 | 21.3 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΟΦ2** | 40.8 | 36.5 | Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 119 | ΨΧ421 | 73.5 | 26.5 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΟΦ2** | 28.7 | 52.5 | Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 120 | ΨΧ426 | 85.2 | 14.8 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΟΦ2** | 37.3 | 33.0 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |

## 11- ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ & ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ ΤΗΣ ΥΠΟΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ
## Hydrogeology & Hydrochemistry of Politikon area

Η τρίτη υποπεριοχή έρευνας βρίσκεται στο δυτικό τμήμα της υδρογεωλογικής λεκάνης, και περιλαμβάνει σχεδόν ολόκληρη την έκταση της Τοπικής Κοινότητας Πολιτικών (Σχ.2.1 και 11.1).



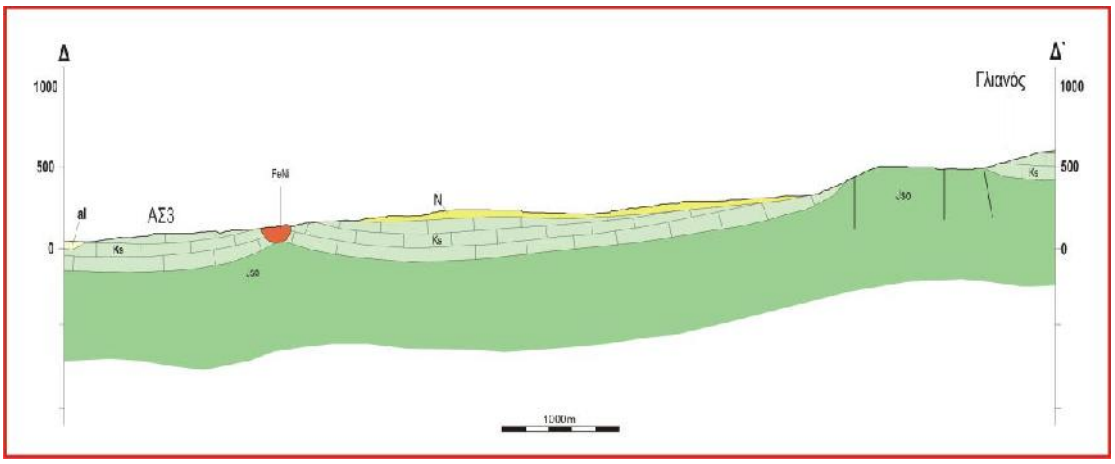

*Σχ.11.1: Τοπογραφικός χάρτης ευρύτερης περιοχής των Πολιτικών (ΓΥΣ 1: 50.000 Φύλλο Ψαχνά.*
*Fig.11.1: Topographic map of the entire area of Politica (HMGS, 1: 50.000, Psachna sheet)*

Τα υψηλότερα υψώματα που οριοθετούν την περιοχή των Πολιτικών είναι η οροσειρά Κανδήλιο στο δυτικό και βόρειο τμήμα, όπου εμφανίζονται οι κορυφές Τούρλα (129μ.), Ελάτη (853μ.), και Αετός (802μ.). Στο ανατολικό τμήμα είναι η Κορυφή (500μ.), το Κοτρώνι (169μ.). Στο νότιο-κεντρικό τμήμα είναι ο Πευκιάς (25μ.) και η Κατσούλα (334μ.).
Το υδρογραφικό δίκτυο στη περιοχή της υπολεκάνης των Πολιτικών αποτελείται από τον Μορτερή Ποταμού ο οποίος έχει κλάδους μέχρι τέταρτης τάξης και τον Πεθαμένο Ποταμού που εμφανίζει κλάδους έως πέμπτης τάξης. Αμφότεροι εκβάλουν οι δυο στο Β. Ευβοϊκό Κόλπο.
Η καλλιέργεια και τα φρέατα άρδευσης στη περιοχή των Πολιτικών βρίσκονται στο νότιο τμήμα του χάρτη, σε τοπογραφικό υψόμετρο από ολίγα μέτρα μέχρι 40m πάνω από τη στάθμη της θάλασσας.

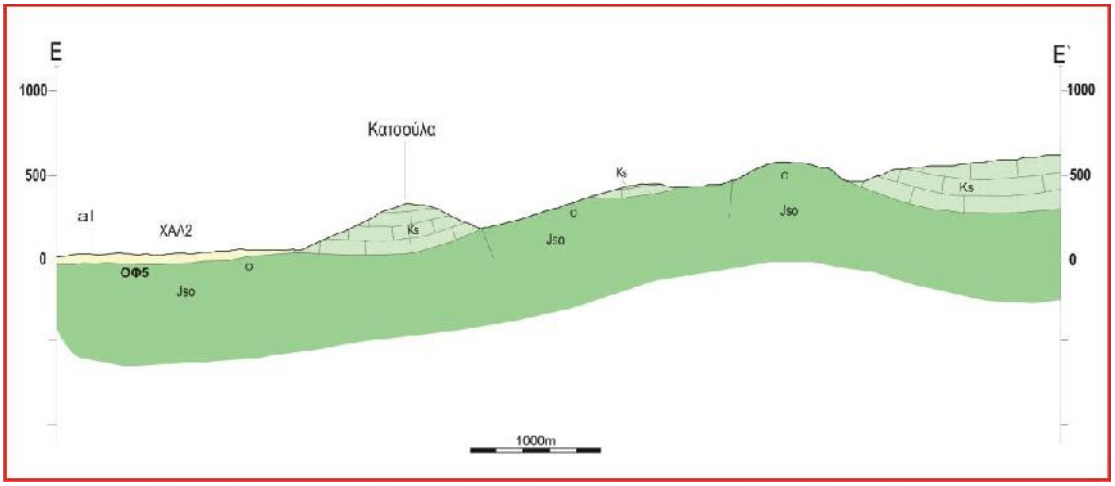
### 11.1. ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Η Στρωματογραφική στήλη της περιοχής των Πολιτικών συνίσταται από κάτω προς πάνω από (Γεωλογικός χάρτης, Σχ.11. 2 – 11.3 – 11.4):
1) *Ασβεστόλιθους* **Js** ηλικίας Κιμμερίδιο – Τιθώνιο. Εμφανίζονται ανοιχτόχρωμοι έως τεφροί, καρστικοί, κατά θέσεις δολομιτικοί.
2) Σχηματισμοί της *σχιστοκερατολιθικής διάπλασης*, **Jso**, οι οποίοι αποτελούνται από κοκκινωπούς κερατόλιθους, πρασινοκάστανους αργιλικούς σχιστόλιθους, ψαμμίτες

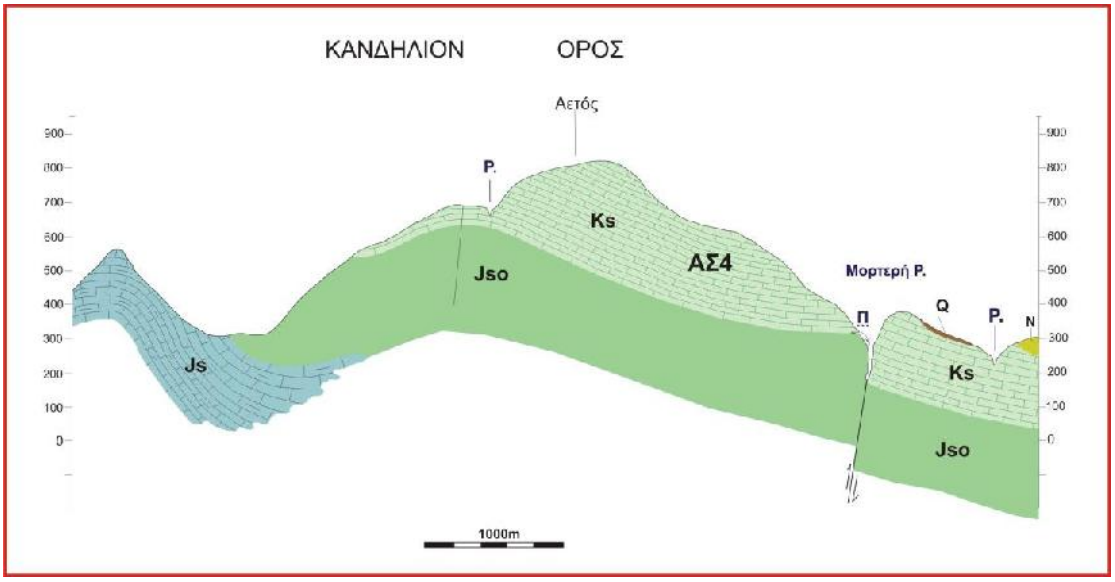
**sch**, μεγάλες ασβεστολιθικές ενστρώσεις **k** και οφιολιθικά πετρώματα **ο**, και υδροφόρος **ΟΦ5**.
3) *Ασβεστόλιθους* **Ks**, επικλυσιγενείς αδιαίρετοι. Στο ανώτερο στρώμα παχυστρωματώδεις έως άστρωτοι, τεφροί, καρστικοί, στη βάση είναι μαργαϊκοί, κιτρινωποί ή κοκκινωποί, λέπτο – έως μεσοστρωματώδεις και κονδυλώδεις καρστικοί. Το πάχος τους κυμαίνεται από 10 έως 30m. Υδροφόροι (**ΑΣ4, ΑΣ3**), υπερκείμενοι, κατά θέσεις, εν συμφωνία στρώσεως, σιδηρνικελιούχου μεταλλεύματος **FeNi** βρίσκει εκμετάλλευση από Larco. Εμφανίζονται κροκαλοπαγές στην βάση της επίκλυσης.
4) Λιμνάιες, νεογενές αποθέσεις **N**. Αποτελούνται από εναλλασσόμενα στρώματα, κροκαλοπαγών, μαργών, ψαμμιτών, αργίλων και μαργαικών ασβεστόλιθων φιλοξενούν το υδροφόρο (**ΧΑΛ2)**.
4) *Προσχώσεις*, **al**. Αλλουβιακές αποθέσεις από χαλαρά αργιλοαμμώδη υλικά, ερυθρογή με κροκαλολατύπες, και το πάχος από μερικά εκατοστά μέχρι 12m φιλοξενούν τον υδροφόρο (**ΧΑΛ2)**.




*Σχ.11.2: Γεωλογική τομή (Π1-Π1`) ΝΔ – ΒΑ, στη λεκάνη των Πολιτικών, τα σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα **FeNi** (Larco) και η ανάπτυξη του υδροφόρου **ΑΣ3**. Δεν υφιστανται πηγάδια στη περιοχή του ασβεστολιθικού σχηματισμού της επίλυσης **Ks**.*
*Fig.11.2: Geologic section across Politica basin showing the iron-nickle ore (Larco AE) FeNi deposit development of aquifer ΑΣ3, not any wells found in limestone formation ks.*




*Σχ.11.3: Γεωλογική τομή (Π2-Π2`) Β – Ν, στη λεκάνη των Πολιτικών, και η ανάπτυξη του υδροφόρν **ΧΑΛ2** των χαλαρών ιζημάτων, τριτογενών και τεταρτογενών σχηματισμών.*
*Fig.11.3: Geologic section across Politica basin showing the development of aquifer ΧΑΛ2 of the unconsolidated quaternary and neogene formations .*




*Σχ.11.4: Γεωλογική τομή (Π3-Π3`) ΒΔ – ΝΑ, στο βόρειο τμήμα της λεκάνης των Πολιτικών, και η ανάπτυξη του υδροφόρου* ***ΑΣ4*** *στους ασβεστόλιθους* ***Ks****. Η ανάβλυση των νερού των πηγών* ***Π****, στη κοίτη του Ποταμού Μορτερή* ***P****.*
*Fig.11.4: Tectonic. Geologic section NW-SW, in northern part of Politica basin presents the development of aquifer* ***ΑΣ4*** *in the limestone ks. Seepages, spouts of springs* ***Π****, outlet discharge to main stream Morteri river* ***P.***

## 11.2. ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΩΝ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ

Η υδροφορία στην περιοχή έρευνας των Πολιτικών αναπτύσσεται σε τρείς διαφορετικούς λιθολογικούς σχηματισμούς. Στο νότιο τμήμα της περιοχής αναπτύσσεται μέσα στα χαλαρά ιζήματα των τριτογενών και τεταρτογενών αποθέσεων ***ΧΑΛ2***, ενώ στο βόρειο τμήμα αναπτύσσεται μέσα τους οφιόλιθους ***ΟΦ5*** και τους κενομάνιους ασβεστόλιθους ***ΑΣ4*** (Σχ.8.3 και Σχ. 11.2 – 11.3 και 11.4, Πίν.11.1).

### *11.2.1. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΥΔΡΟΦΟΡΩΝ ΧΑΛ2, ΟΦ5*

Ο υδροφόρος ΧΑΛ2 αναπτύσσεται στην τεκτονική λεκάνη της κεντρικής Ευβοίας, η οποία αποτελείται από οφιολιθικούς σχηματισμούς (Παράρτημα ΙΙΙ,Πίν.1). Η υδροφορία εντοπίζεται επίσης στο διαρρηγμένο οφιολιθικό σχηματισμό που υπόκειται ΟΦ5. Είναι γειτονικοί ελεύθεροι υδροφόροι (ΧΑΛ2 και ΟΦ5) εμπλουτίζονται από άμεση κατείσδυση του νερού των βροχοπτώσεων, και από κατείσδυση στις κοίτες των ποταμών (Μορτερή και Πεθαμένου). Η βάση των υδροφόρων αποτελούν οι αδιαπέρατοι σχηματισμοί της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης. Το πάχος του υδροφόρου των χαλαρών ιζημάτων στα βαθύτερα φρέατα είναι έως 18m, όμως στις γεωτρήσεις σε οφιόλιθους είναι μέχρι 60m (Παράρτημα ΙΙΙ, Πίν.2).

*Πίν.11.1: Περιοχή της λεκάνης των Πολιτικών. Υδροδυναμικό του υδροφόρου ΧΑΛ2.*
*Tab.11.1: Hydrodynamic of aquifer ΧΑΛ2 in the basin of Politica area.*

| Πιεζομετρική στάθμη υδροφόρου **ΧΑΛ2** σε m | | | |
|---|---|---|---|
| Χαμηλότερη | Υψηλή | Μέση | Περίοδος |
| 0.50 (ΠΟ452, ΠΟ491) | 8.80 (ΠΟ510) | 4.65 | 1996 - 1997 |
| 0.50 (ΠΟ454) | 8.30 (ΠΟ550) | 4.40 | 2007 - 2008 |
| 0.30 (ΠΟ454) | 8.00 (ΠΟ550) | 4.15 | 2008 - 2009 |
| Άνοδος Στάθμης σε m | | | |
| 0.10 (ΠΟ456) | 1.80 (ΠΟ509) | 0.95 | 1996 - 1997 |
| 0.10 (ΠΟ428, ΠΟ444, ΠΟ456, ΠΟ459, ΠΟ460Β, ΠΟ462, ΠΟ489, ΠΟ491, ΠΟ499, ΠΟ506, ΠΟ517, ΠΟ518, ΠΟ519, ΠΟ568) | 1.50 (ΠΟ510) | 0.80 | 2007 - 2008 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0.10 (ΠΟ429, ΠΟ430, ΠΟ433, ΠΟ437Β, 441Β, ΠΟ454, ΠΟ456, ΠΟ459, ΠΟ461, ΠΟ491, ΠΟ492) | 1.30 (ΠΟ550) | 0.70 | 2008 - 2009 |

### *11.2.2. ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ*

Αναλύοντας και μελετώντας τους πίνακες και τους χάρτες των πιεζομετρικών καμπυλών (Πίν.11.1, Σχ.11.5 – 11.6 – 11.7 και11.8) προκύπτει μια σειρά από στοιχεία για την υδροφορία της περιοχής του υδροφόρου που αναπτύσσεται στις χαλαρές αποθέσεις ΧΑΛ2, και του υδροφόρου που αναπτύσσεται τους συμπαγείς σχηματισμούς ΟΦ5, τα οποία αναλυτικά αναφέρονται κάτω:

1- Η πιεζομετρία της υψηλής και χαμηλής στάθμης (Χειμώνα, Καλοκαιριού) 1996 1997, 2007 - 2008 και 2008 – 2009, έχει σχεδόν την ίδια μορφή. Παρατηρείται μια βαθμιαία ελάττωση των τιμών των πιεζομετρικών καμπυλών από Βορρά προς Νότο στη λεκάνη των Πολιτικών.

2- Παρατηρείται μια γενική κίνηση του υπόγειου νερού προς τα νότια δηλαδή προς τη θάλασσα (Β. Ευβοϊκό Κόλπο ).

3- Δεν διαμορφώνεται κανένας σαφής υπόγειος άξονας αποστράγγισης, αλλά υπάρχουν δυο επικεντρώσεις διευθύνσεων ροής προς την τοποθεσία Πράσινα ανατολικά και προς την τοποθεσία Παραλία δυτικά (Β. Ευβοϊκό Κόλπο).

4- Παρατηρείται μεγαλύτερη άνοδος στάθμης έως ένα μέτρο στις τοποθεσίες, Αγ. Απόστολοι και Ξηρόλικος, ανάντη της λεκάνης και η μικρότερη άνοδος στην κατάντη περιοχή της Παραλίας και την Πράσινα, επειδή υπάρχει επικοινωνία του νερού υδροφόρου με την θάλασσα.

5- Στα πηγάδια κοντά στις κοίτες των υδατορευμάτων η στάθμη σημειώνει γρήγορη και σταθερή άνοδο (Μορτερή και Πεθαμένου), λόγω του εμπλουτισμού του υδροφόρος.

6- Παρατηρείται μια διαφορά στη πυκνότητα των ισοπιεζομετρικών καμπυλών που αντικατοπτρίζει την λιθολογική και υδραυλική ανομοιογένεια των σχηματισμών του υδροφόρου.

### *11.2.3. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ*

Η γενική διεύθυνση των γραμμών ροής στους υδροφόρους ΧΑΛ2, ΟΦ5 είναι νότια.

Οι υδροφόροι ΧΑΛ2, ΟΦ5 είναι ακτινωτός τύπος.

Παρατηρείται υδραυλική επικοινωνία και πλευρικός εμπλουτισμός του υδροφόρου ΧΑΛ2 από διπλανό υδροφόρο ΑΣ3.

Η μέση άνοδος ελεύθερης στάθμης των υδροφόρων περιοχής των Πολιτικών είναι 0.82m στην περίοδο 1996 - 2009.

### *11.2.4. ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ*

Δίαιτα υδροφόρος ***ΟΦ5*** των διαρρηγμένων οφιολιθικών:

6000$m^2$ X 0.95m X 25% = 1425$m^3$ (1996 - 1997)

6000$m^2$ X 0.80m X 25% = 1200$m^3$ (2007 - 2008)

6000$m^2$ X 0.70m X 25% = 1050$m^3$ (2008 - 2009)

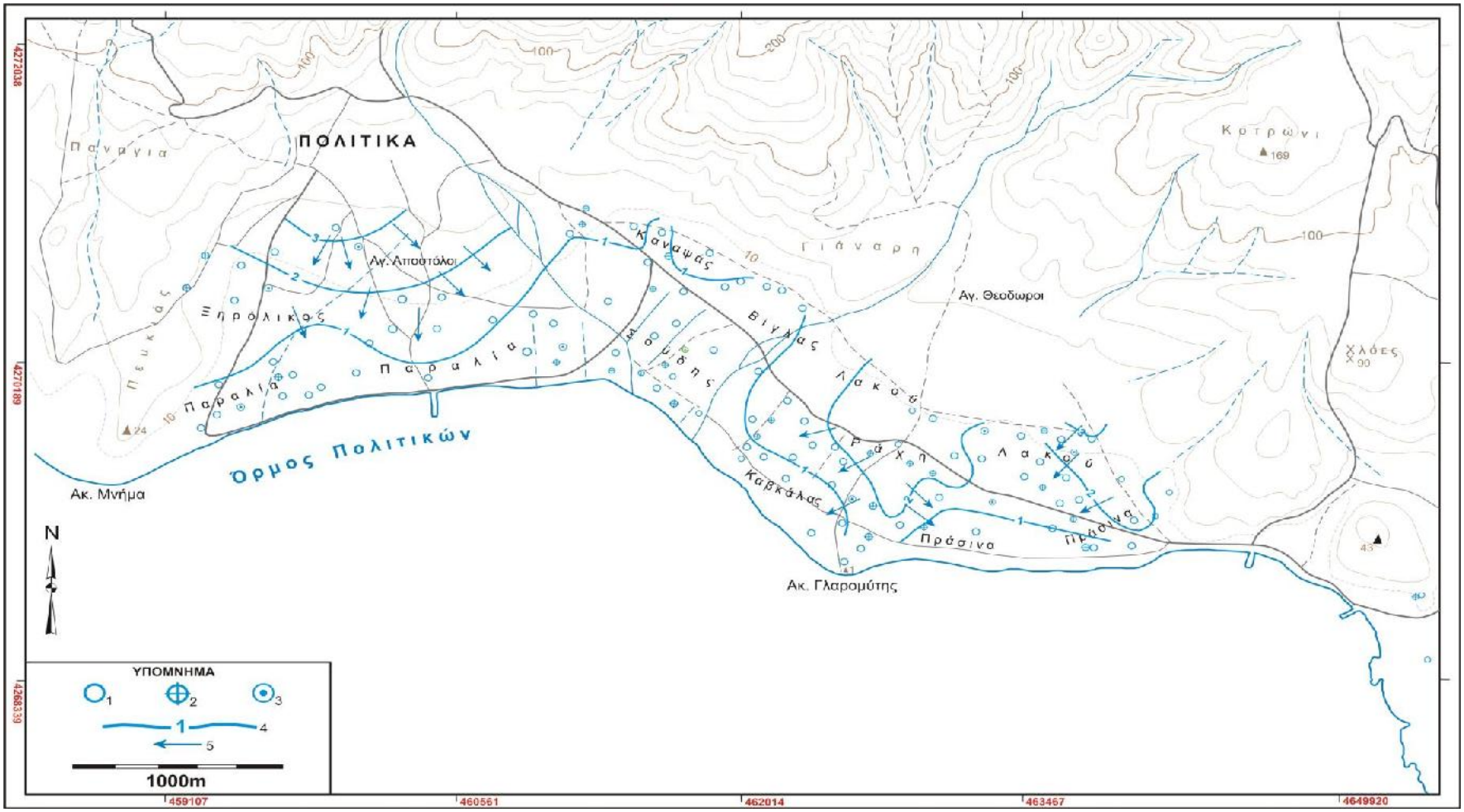
Δίαιτα υδροφόρος ***ΧΑΛ2*** χαλαρών ιζημάτων:

11.600$m^2$ X 0.95m X 20% = 1972$m^3$ (1996 - 1997)

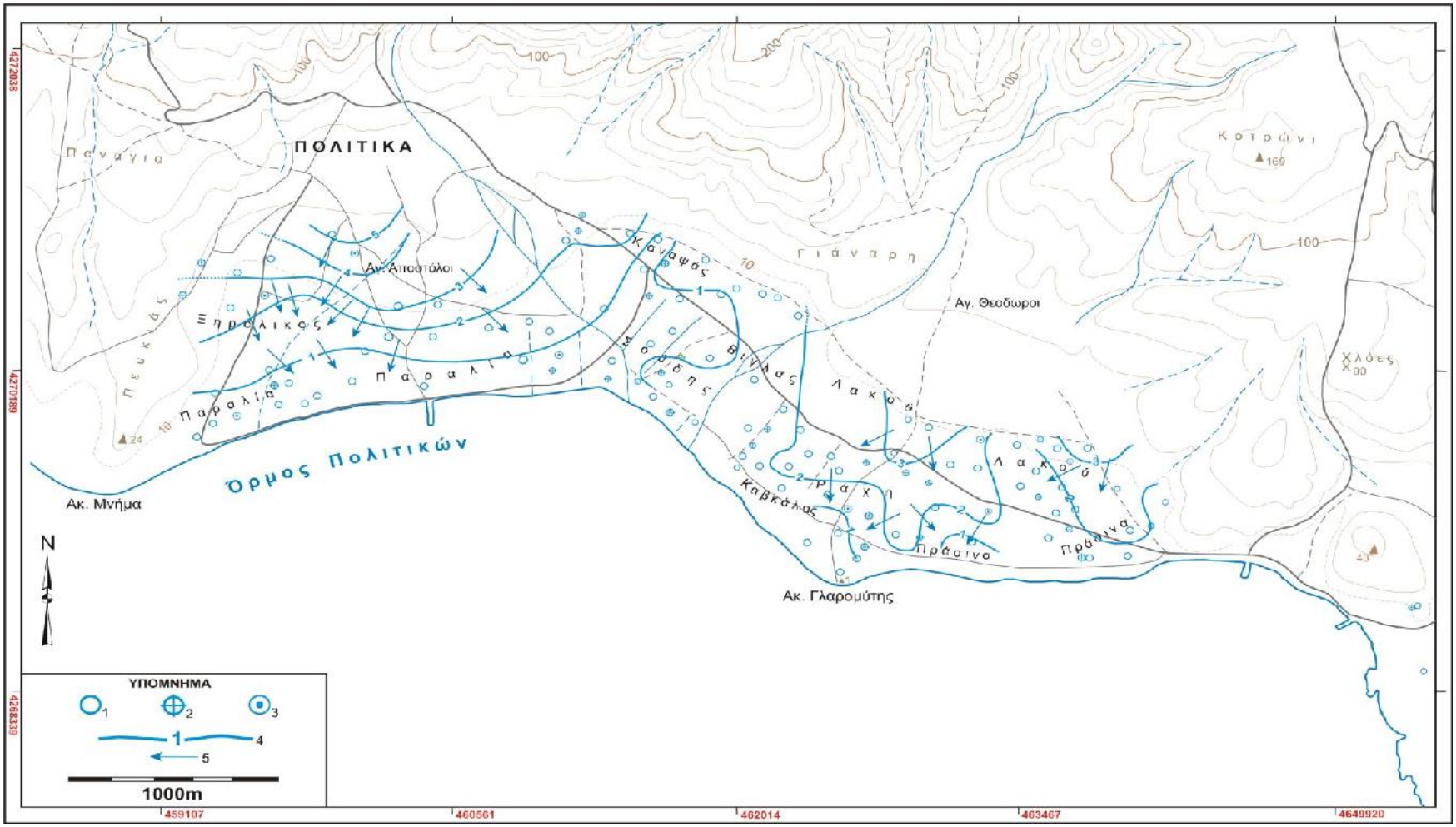
11.600$m^2$ X 0.80m X 20% = 1856$m^3$ (2007 - 2008)

11.600$m^2$ X 0.70m X 20% = 1624$m^3$ (2008 - 2009)

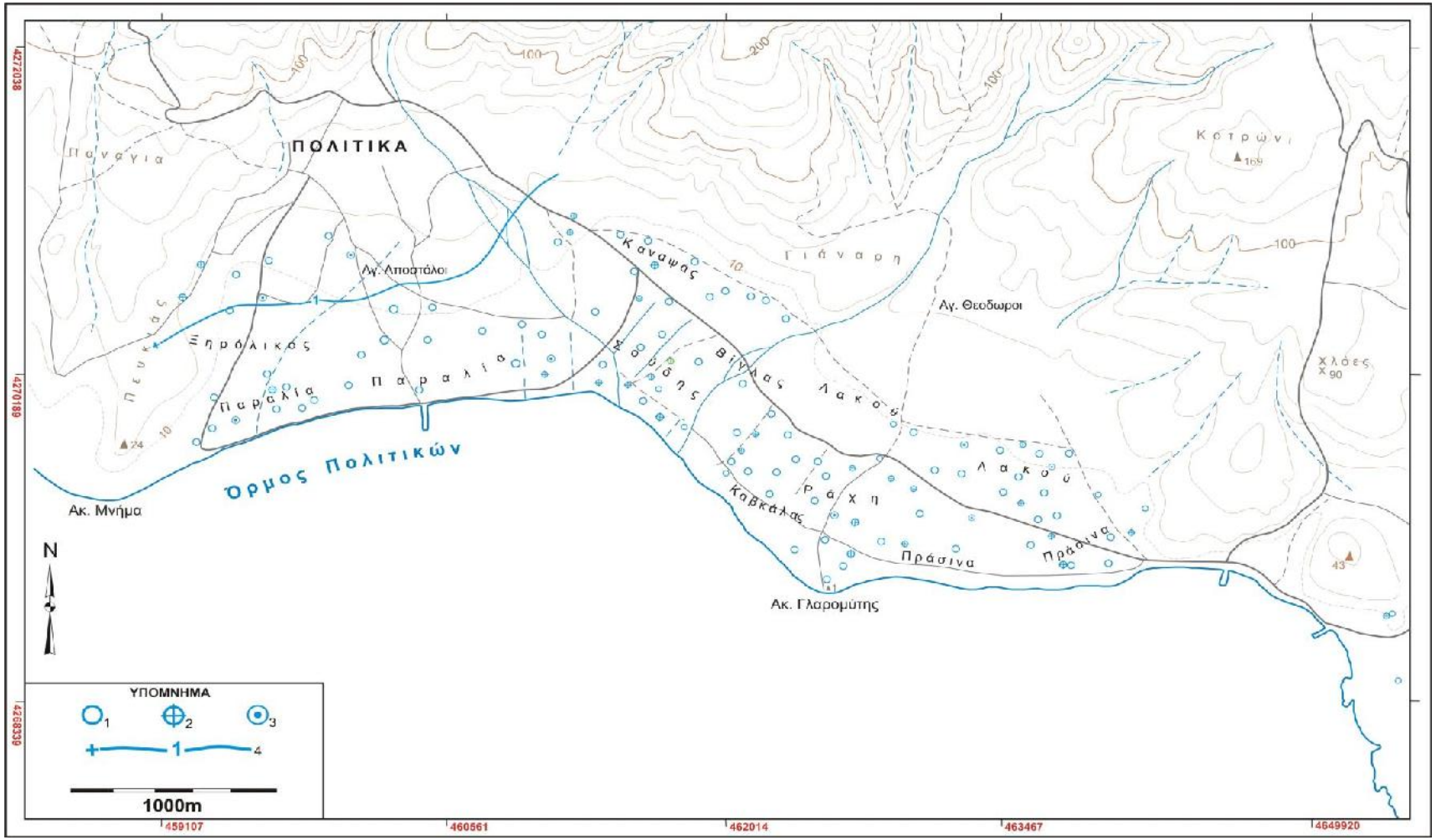
.



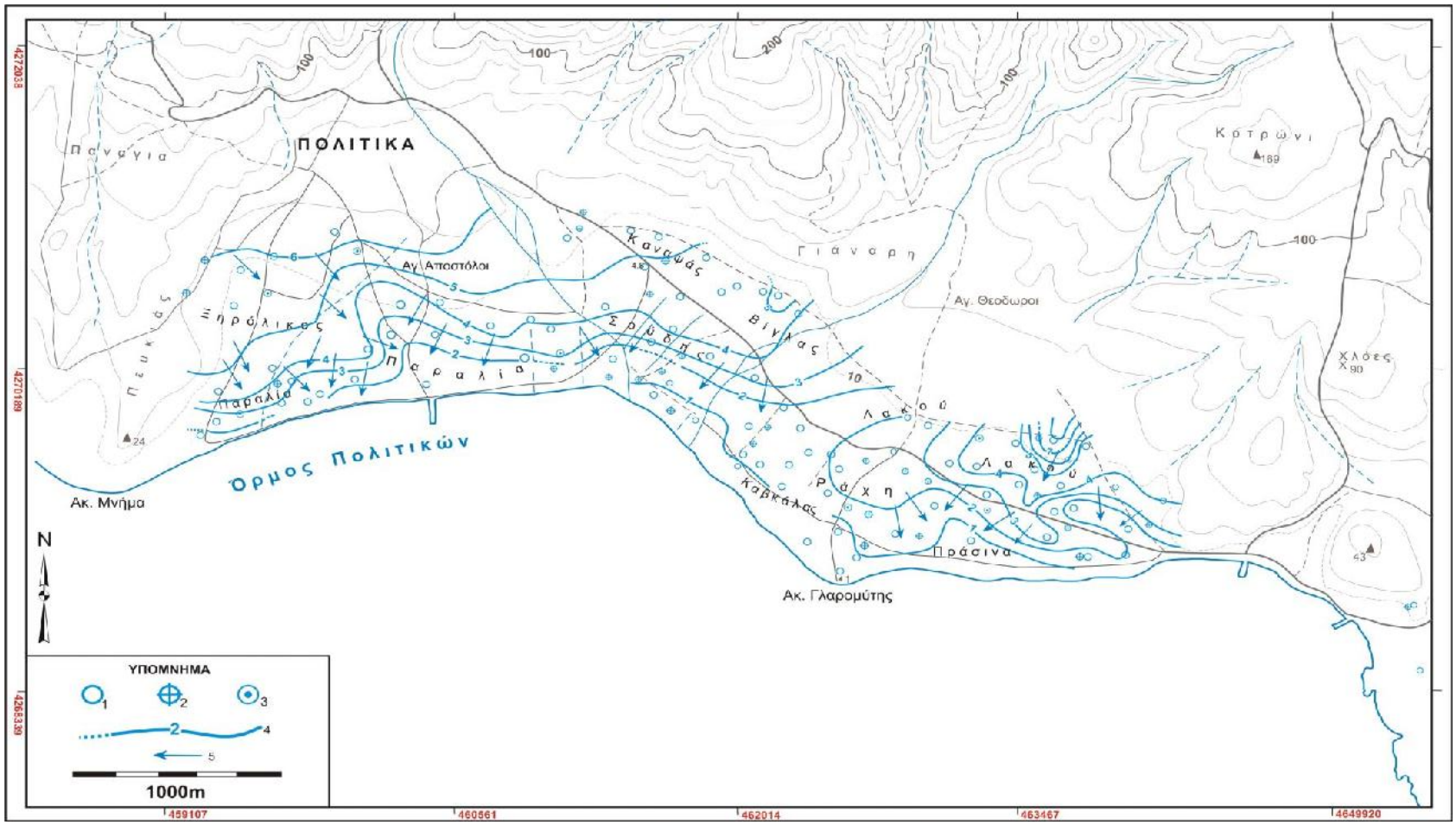

*Σχ.11.5: Περιοχή της λεκάνης Πολιτικών. Πιεζομετρικός χάρτης υδροφόρου ΧΑΛ2 ( Χειμώνα, 1997).1,2,3 Φρέαρ. 4, πιεζομετρική καμπύλη. 5, Διεύθυνση ροής.*
*Fig.11.5 : Piezometric surface map of the unconsoidated aquifer ΧΑΛ2 in Politica basin (Winter, 1997). 1,2,3, Test wells . 4, Line of equal hydraulic head -m. 5, Direction of groundwater flow.*




*Σχ.11.6: Πιεζομετρικός χάρτης στο χαλαρού υδροφόρου ΧΑΛ2 στην λεκάνης τω Πολιτικών. (Καλοκαίρι, 1997).1,2,3, Φρέαρ. 4, πιεζομετρική καμπύλη. 5, Διεύθυνση ροής.*
*Fig.11.6: Piezometric surface map of the unconsoidated aquifer ΧΑΛ2 in Politica basin (summer, 1997). 1,2,3, testing wells . 4, Line of equal hydraulic head -m. 5, Direction of groundwater flow.*




*Σχ.11.7: Περιοχή της λεκάνης Πολιτικών. Καμπύλη ισοανόδων (διακύμανσης) στάθμης σε m, στο χαλαρό υδροφόρο ΧΑΛ2 (1997-1998). 1,2,3, Φρέαρ. 4, Καμπύλη ισοανόδων σε m.*
*Fig.11.7: Map of groundwater elevation (fluctuation-m) of the unconsolidated aquifer in Politica basin (1997 – 98). 1,2,3, testing wells. 4, Line of equal rises.*




*Σχ.11.8: Περιοχή λεκάνης των Πολιτικών. Πιεζομετρικός χάρτης υδροφόρου ΧΑΛ2 (Χειμώνας,2009). 1,2,3 Φρέαρ. 4, πιεζομετρική καμπύλη. 5, διεύθυνση ροής.*
*Fig. 11.8: Piezometric surface map of the unconsoidated aquifer ΧΑΛ2 in Politica basin (Winter, 2009). 1,2,3, testing wells . 4, Line of equal hydraulic head -m. 5, Direction of groundwater flow.*

## 11.3. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ

### *11.3.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΝΕΡΟΥ ΥΔΡΟΦΟΡΟΥ ΧΑΛ2*

*Πίν.11.2: Στατιστικά συμπεράσματα των υδροχημικών παραμέτρων της ποιότητας νερού υδροφόρου ΧΑΛ2 στην λεκάνη των Πολιτικών και του νερού της βροχής.*
*Tab.11.2: Univariate statistic summary of the hydrochemical parameters obtained from the groundwater of the aquifer ΧΑΛ2 and of the rain water in Politicon basin.*

| A/A | Παραμέτροι Μονάδα | | Summer 1998 | | | Winter 1999 | | | Winter 2009 | | | Νερό Υδροφόρου | Νερό Βροχής |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Κα. | Μέση | Αν. | Κα. | Μέση | Αν. | Κα. | Μέση | Αν. | | |
| 1 | Θ | °C | 16.0 | 17.0 | 18.0 | 14.5 | 18.3 | 22.0 | 15.0 | 17.3 | 19.5 | 17.5 | |
| 2 | pH | | 7.1 | 7.5 | 7.9 | 7.3 | 7.7 | 8.1 | 7.4 | 7.8 | 8.2 | 7.7 | 5.6 |
| 3 | Eh | mV | | | | | | | -16 | -36 | -56 | -36 | |
| 4 | Salinity | dS/m | 0.3 | 1.3 | 2.3 | 0.4 | 1.3 | 2.1 | 0.4 | 1.4 | 2.3 | 1.3 | |
| 5 | EC | μS/cm | 500 | 2065 | 3630 | 530 | 2340 | 4150 | 530 | 2700 | 4870 | 2368 | 14.5 |
| 6 | TDS | mg/l | 444 | 1480 | 2515 | 481 | 1675 | 2868 | 339 | 1731 | 3123 | 1628 | 9.25 |
| | ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΟΙ | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Ca | mg/l | 56.1 | 111.7 | 167.3 | 60.9 | 129.1 | 197.2 | 52.1 | 106.1 | 160.1 | 115.6 | 0.5 |
| 8 | Mg | mg/l | 29.2 | 76.6 | 124.0 | 27.7 | 155.2 | 282.6 | 21.9 | 63.2 | 104.5 | 98.3 | 0.9 |
| 9 | Na | mg/l | 4.7 | 275.4 | 546.0 | 10.4 | 177.7 | 345.0 | 4.6 | 47.6 | 90.5 | 166.9 | 1.0 |
| 10 | K | mg/l | 0.4 | 10.0 | 19.6 | 0.01 | 3.0 | 5.9 | 0.4 | 6.2 | 12.0 | 6.4 | 0.01 |
| 11 | CO3 | mg/l | | | | | | | | | | | |
| 12 | HCO3 | mg/l | 290.5 | 398.5 | 506.5 | 322.1 | 506.3 | 690.5 | 215.0 | 327.5 | 440.0 | 410.8 | 3.5 |
| 13 | Cl | mg/l | 33.7 | 533.6 | 1033.4 | 35.5 | 563.8 | 1092.0 | 210.0 | 445.0 | 680.0 | 514.1 | 1.2 |
| 14 | SO4 | mg/l | 17.3 | 122.7 | 228.1 | 16.8 | 248.6 | 480.3 | 22.5 | 97.5 | 172.5 | 129.5 | 1.8 |
| 15 | NO3 | mg/l | 1.9 | 42.5 | 83.1 | 13.0 | 182.6 | 352.2 | 15.8 | 53.7 | 91.5 | 92.9 | 0.4 |
| 16 | CaCO3* | mg/l | 276 | 591 | 906 | 300 | 977 | 1654 | 320 | 585 | 850 | 718 | |
| | ΙΟΝΤΑ | | | | | | | | | | | | |
| 17 | NO2 | mg/l | 0.7 | 0.41 | 0.12 | 0.01 | 0.08 | 0.14 | 0.02 | 0.07 | 0.12 | 0.19 | 0.01 |
| 18 | NH3 | mg/l | | | | | | | 0.03 | 0.06 | 0.08 | 0.06 | |
| 19 | NH4 | mg/l | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.05 | 0.08 | 0.03 | 0.06 | 0.08 | 0.04 | 0.0 |
| 20 | PO4 | mg/l | | | | | | | 3.12 | 3.67 | 4.22 | 3.67 | 2009 |
| * Ολική σκληρότητα | | | | ΔΕΙΚΤΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ | | | | | | | | ΧΑΛ2 | |

#### *11.3.1.1. Μεταλλικότητα*

Το ανώτερο σύνολο κατιόντων / ανιόντων 48.3 meq/L, στο φρέαρ ΠΟ456 και το κατώτερο 6.5 meq/L στο ΠΟ504.
Ασβέστιο **Ca**, 52.1 – 197.2 mg/L
Μαγνήσιο **Mg**, 21.9 – 282.6 mg/L
Νάτριο **Na**, 4.6 – 546.0 mg/L
Κάλιο **K**, 0.01 – 19.6 mg/L
Αλκαλικά **$HCO_3$**, 215.0 – 690.5.8 mg/L
Χλώριο **Cl**, 23.1 – 1092.0 mg/L
Θειϊκά **$SO_4$**, 16.8 – 858.1 mg/L
Νιτρικά **$NO_3$**, 0.0 – 352.2 mg/L Νιτρώδη **$NO_2$**, 0.0 – 0.124 mg/L Αμμωνία **$NH_4$**, 0.0 – 0.08 mg/L
Φωσφορικά **$PO_4$**, 3.l – 4.2 mg/L
**Θερμοκρασία νερού**:14.5 – 23.0 ºC. **pH**: 7.1 – 8.1, και το δυναμικό οξειδαναγωγής, **Eh** σε αρνητικές τιμές (μεταξύ - 9 και - 57).

Ιχνοστοιχεία: Κάδμιο **Cd**, <0.06 μg/l. Χρώμιο **Cr (ολικό)**, <6.5 μg/l. Χαλκός **Cu**, <0.3 μg/l. Σίδηρος **Fe**, <23.0 μg/l. Μαγγάνιο **Mn**, <0.14 μg/l. Νικέλιο **Ni**, <1.5 μg/l. Μόλυβδος **Pb**, <0.05 μg/l. Ψευδάργυρος **Zn**, <0.9 μg/l.
Υδροχημικές (κατηγορίες) φάσεις νερού
Κατιόντων: Ασβεστονατριούχα.
Ανιόντων: Οξυανθρακική – χλωριοθειϊκή και χλωριοθειϊκή – οξυανθρακική.
Σκληρότητα Hem (mg/L): Το νερό του υδροφόρου ΧΑΛ2 (276 – 1654 mg/L) είναι πολύ σκληρό.

### *11.3.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΝΕΡΟΥ ΥΔΡΟΦΟΡΟΥ ΟΦ5*

*Πίν.11.3: Στατιστικά συμπεράσματα των υδροχημικών παραμέτρων της ποιότητας νερού υδροφόρου ΟΦ5 στην λεκάνη των Πολιτικών και του νερού της βροχής.*
*Tab.11.3: Univariate statistic summary of the hydrochemical parameters obtained from the groundwater of the aquifer ΟΦ5 and of the rain water in Politicon basin.*

| A/A | Παραμέτροι Μονάδα | | Summer 1998 | | | Winter 1999 | | | Winter 2009 | | | Νερό Υδροφόρου | Νερό Βροχής |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Κα. | Μέση | Αν. | Κα. | Μέση | Αν. | Κα. | Μέση | Αν. | | |
| 1 | Θ | °C | 17.0 | 17.5 | 17.5 | 16.0 | 18.0 | 20.0 | 16.5 | 17.8 | 19.0 | 17.8 | |
| 2 | pH | | 7.4 | 7.5 | 7.6 | 7.5 | 7.8 | 8.1 | 7.3 | 7.7 | 8.0 | 7.7 | 5.6 |
| 3 | Eh | mV | | | | | | | -16 | -33 | -49 | -33 | |
| 4 | Salinity | dS/m | 0.6 | 1.1 | 1.5 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 0.6 | 1.6 | 0.7 | |
| 5 | EC | μS/cm | 1030 | 1715 | 2400 | 800 | 910 | 1020 | 870 | 2065 | 3260 | 1563 | 14.5 |
| 6 | TDS | mg/l | 870 | 1255 | 1640 | 596 | 754 | 911 | 819 | 1456 | 2093 | 1155 | 9.3 |
| | ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΟΙ | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Ca | mg/l | 116.2 | 131.5 | 146.7 | 83.1 | 96.1 | 109.0 | 64.1 | 74.1 | 84.1 | 100.6 | 0.5 |
| 8 | Mg | mg/l | 53.0 | 83.7 | 114.3 | 29.2 | 51.4 | 73.5 | 53.5 | 59.6 | 65.6 | 64.9 | 0.9 |
| 9 | Na | mg/l | 51.7 | 143.1 | 234.5 | 29.4 | 40.0 | 50.6 | 36.0 | 47.0 | 58.0 | 76.7 | 1.0 |
| 10 | K | mg/l | 1.6 | 3.6 | 5.5 | 2.0 | 2.6 | 3.1 | 1.7 | 2.7 | 3.6 | 3.0 | 0.0 |
| 11 | CO3 | mg/l | | | | | | | | | | | |
| 12 | HCO3 | mg/l | 351.5 | 363.1 | 374.7 | 357.5 | 455.7 | 553.9 | 270.0 | 290.0 | 310.0 | 369.6 | 3.5 |
| 13 | Cl | mg/l | 125.9 | 404.2 | 682.4 | 70.9 | 86.9 | 83.0 | 260.0 | 370.0 | 480.0 | 287.0 | 1.2 |
| 14 | SO4 | mg/l | 81.7 | 84.6 | 87.4 | 28.8 | 29.6 | 30.3 | 27.0 | 36.5 | 46.0 | 50.2 | 1.8 |
| 15 | NO3 | mg/l | 17.4 | 41.6 | 65.7 | 34.7 | 39.4 | 44.0 | 20.8 | 27.2 | 33.5 | 36.1 | 0.4 |
| 16 | CaCO3* | mg/l | 508 | 672 | 836 | 392 | 451 | 510 | 380 | 410 | 440 | 511 | |
| | ΙΟΝΤΑ | | | | | | | | | | | | |
| 17 | NO2 | mg/l | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.0 | 0.06 | 0.12 | 0.04 | 0.01 |
| 18 | NH3 | mg/l | | | | | | | 0.03 | 0.08 | 0.13 | 0.08 | |
| 19 | NH4 | mg/l | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.08 | 0.13 | 0.04 | 0 |
| 20 | PO4 | mg/l | | | | | | | 3.3 | 3.7 | 4.3 | 3.7 | 2009 |
| * Ολική σκληρότητα | | | ΔΕΙΚΤΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ | | | | | | | | | ΟΦ5 | |

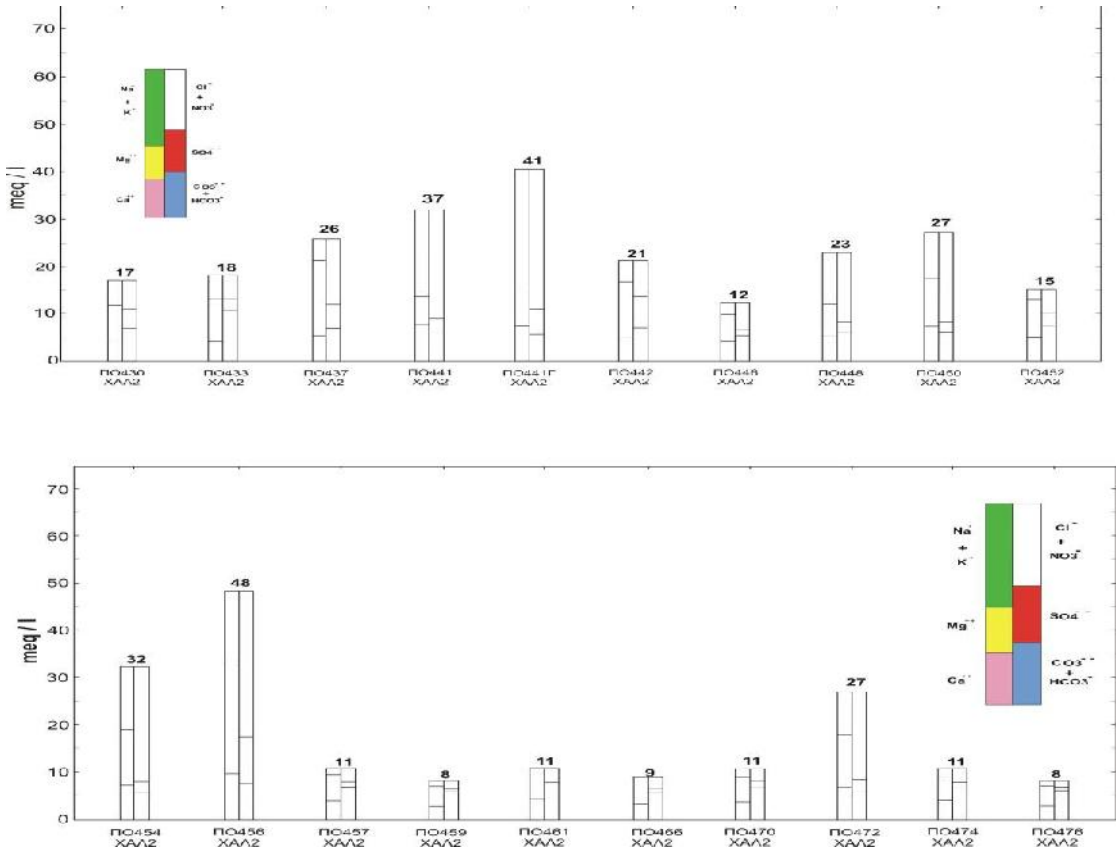
#### *11.3.2.1. Μεταλλικότητα*

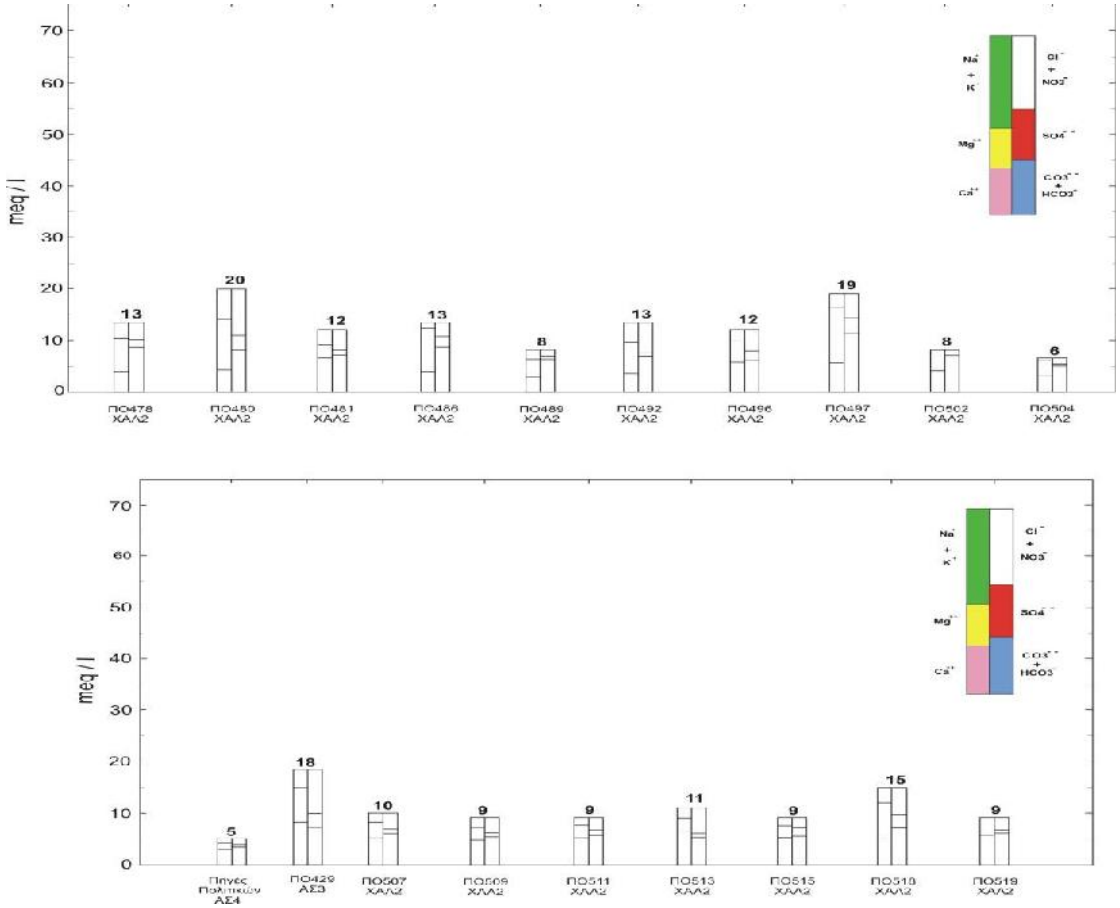
Το ανώτερο σύνολο κατιόντων / ανιόντων 27.11 meq/L, στο φρέαρ ΠΟ450 και το κατώτερο 9.17 meq/L στο ΠΟ519.
Ασβέστιο **Ca**, 64.1 – 146.7 mg/L
Μαγνήσιο **Mg**, 29.2 – 114.3 mg/L
Νάτριο **Na**, 29.4 – 234.5 mg/L
Κάλιο **K**, 1.6 – 5.5 mg/L
Αλκαλικά $HCO_3$, 217.0 – 553.9 mg/L
Χλώριο **Cl**, 70.9 – 480.0 mg/L
Θειϊκά $\mathbf{SO_4}$, 27.0 – 87.4 mg/L

Νιτρικά **$NO_3$**, 17.0 – 65.7 mg/L Νιτρώδη **$NO_2$**, 0.03 – 0.13 mg/L Αμμωνία **$NH_4$**, 0.03 – 0.13 mg/L
Φωσφορικά **$PO_4$**, 3.3 – 4.3 mg/L
**Θερμοκρασία νερού**:16.0 – 18.0 ºC. **pH**: 7.3 – 8.1, και το δυναμικό οξειδαναγωγής, **Eh** σε αρνητικές τιμές (μεταξύ - 16 και - 49).
**Ιχνοστοιχεία**: Κάδμιο **Cd**, <0.09 μg/l. Χρώμιο **Cr (ολικό)**, <1.4 μg/l. Χαλκός **Cu**, Σίδηρος **Fe**, <7.5 μg/l. Μαγγάνιο **Mn**, <1.5 μg/l. Νικέλιο **Ni**, <0.9 μg/ll.
Υδροχημικές (κατηγορίες) φάσεις νερού
Κατιόντων: Ασβεστονατριούχα.
Ανιόντων: Οξυανθρακική – χλωριοθειϊκή και χλωριοθειϊκή – οξυανθρακική.
Σκληρότητα Hem (mg/L): Το νερό του υδροφόρου ΟΦ5 (380 – 836 mg/L) είναι πολύ σκληρό

### *11.3.3. ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ*

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων της πρώτης και της δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και ανάλυση παρουσιάζονται σε ραβδοδιαγράμματα (Vertical bar Graph) του συνόλου κατιόντων Ca, Mg, Na, K και σύνολο ανιόντων $HCO_3$, $CO_3$, Cl, $SO_4$ $NO_3$ σε meq/L (Σχ.11.9).



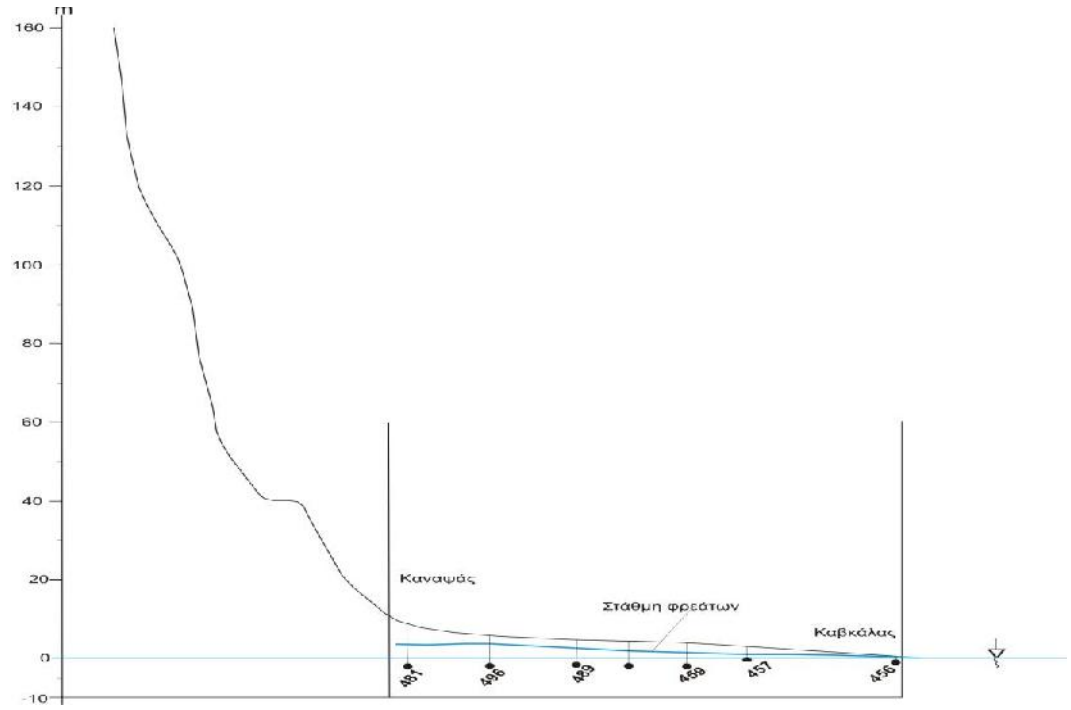



*Σχ.11.9: Γραφική παρουσίαση αποτελεσμάτων πρώτης και δεύτερης φάσης ανάλυσης της περιοχής της λεκάνης των Πολιτικών σε ραβδοδιαγράμματα.*
*Fig11.9: Graphical plotting of results (major ions) by bar chart for samples collected during the first and second hydrochemical test from Politica basin.*

### *11.3.4. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ – ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΗ ΖΩΝΗ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ*

#### *11.3.4.1. Τομή -6*

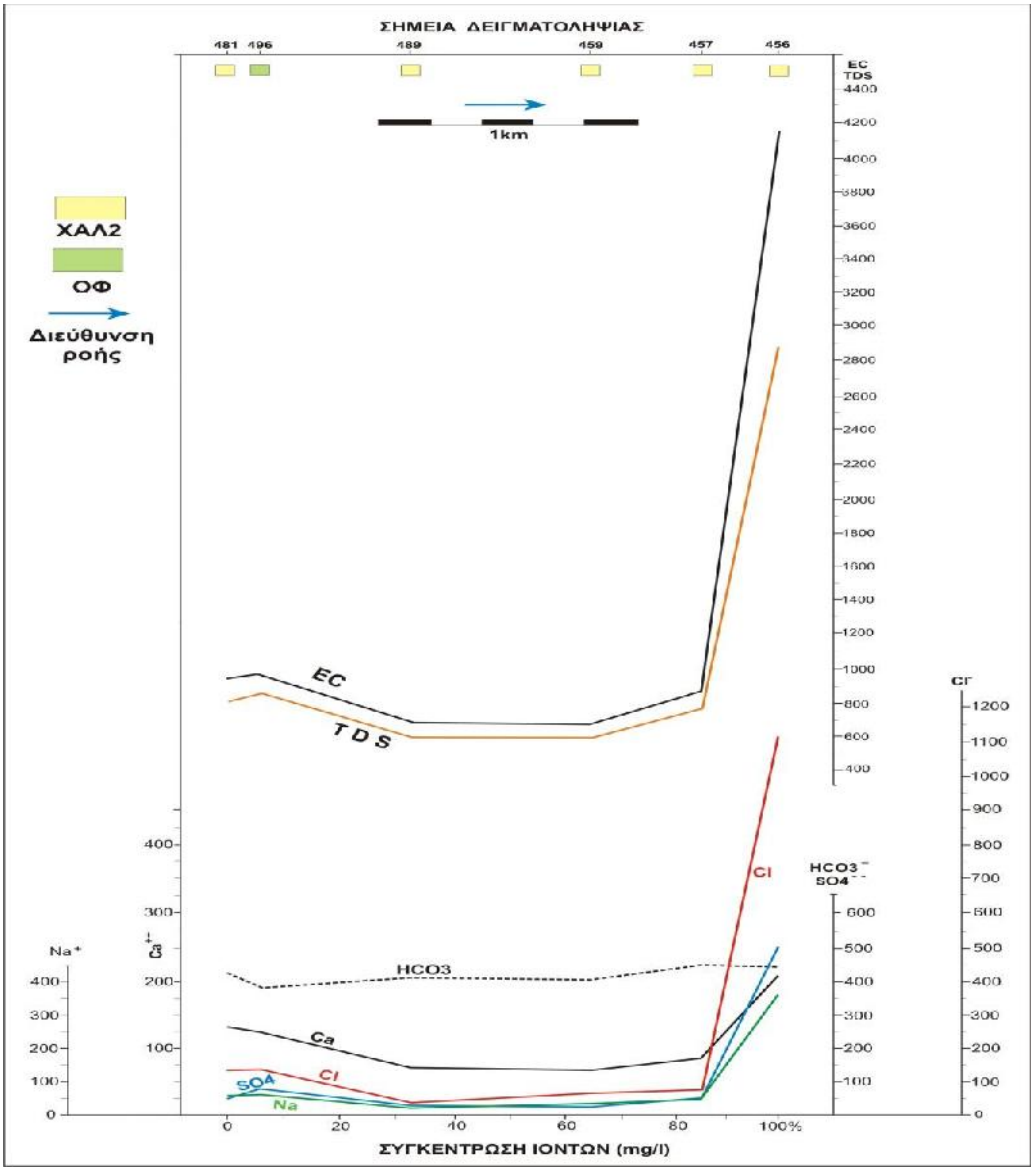
Η υδροχημική ζώνη έχει μήκος ≈ 2119m,ι πλάτος ≈182m και γενική διεύθυνση ΒΔ – ΝΑ. Ρερνά από την τοποθεσία Καναψάς μέχρι την παραλία Καβκάλας – Πράσινο και τα φρέατα ΠΟ481, ΠΟ496, ΠΟ489, ΠΟ459, ΠΟ457, ΠΟ456 (Χάρτης απογραφής, Σχ.8.3, και Σχ.9β και Σχ.12).



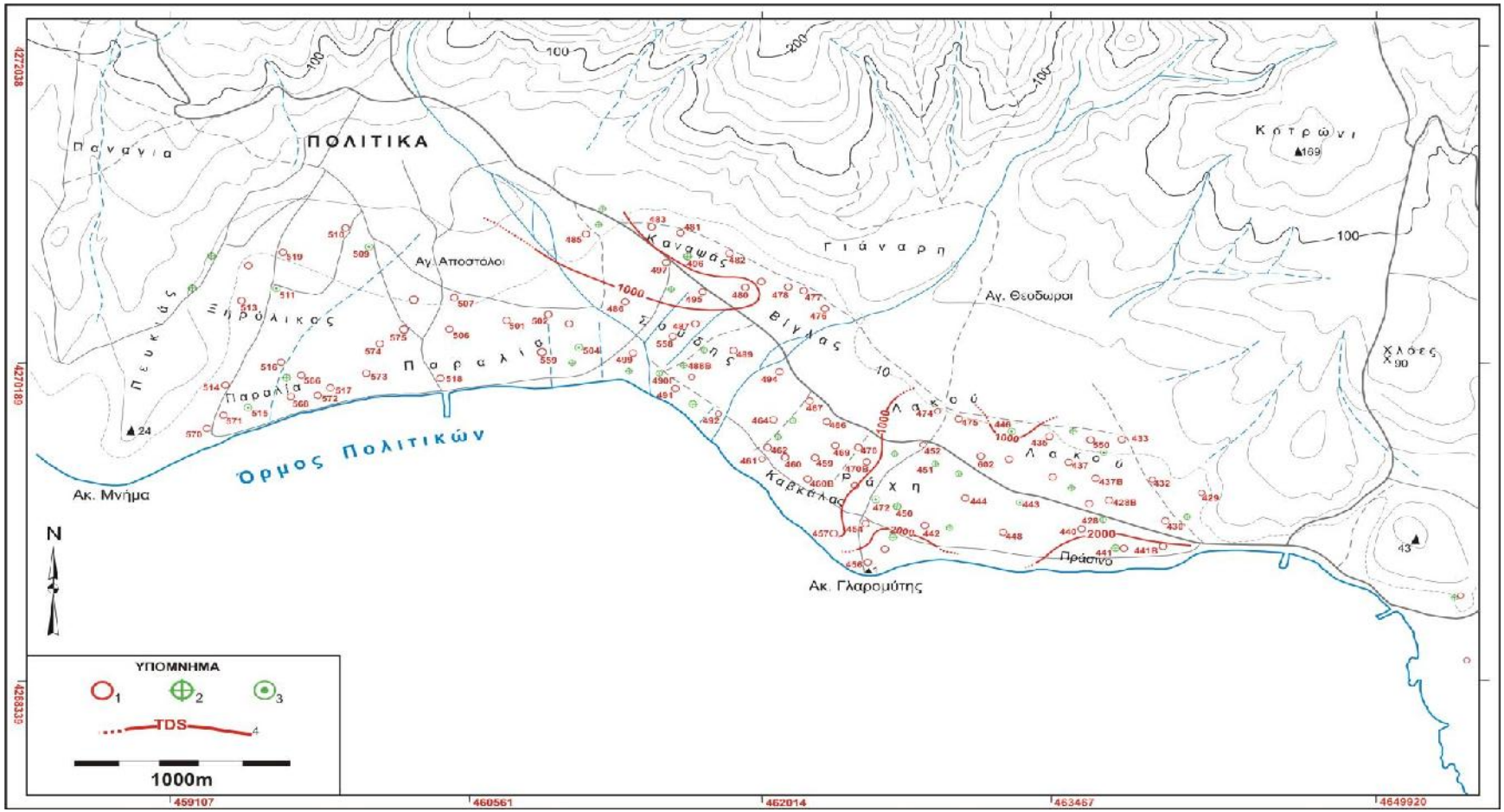

*Σχ.11.10: Σχηματική υδρογεωλογική τομή της υδροχημικής ζώνης των φρεάτων (ΠΟ481, 496, 489, 459, 457, 456) στην περιοχή της λεκάνης των Πολιτικών. Στην οποία φαίνεται η πιεζομετρική στάθμη. Ο πυθμένας των φρεάτων βρίσκεται κάτω από τη στάθμη της θάλασσας.*
*Fig.11.10: Hydrogeological section through the Hydrochemical zone of the dug wells (ΠΟ481, 496, 489, 459, 457, 456) in the unconsolidated aquifer ΧΑΛ2, showing the water table and bottoms below the sea level.*

#### 11.3.4.1.2. Αξιολόγηση της Ζώνης- 6: Υδροφόροι ΧΑΛ2, ΟΦ5 (10/1998 – 5/1999)

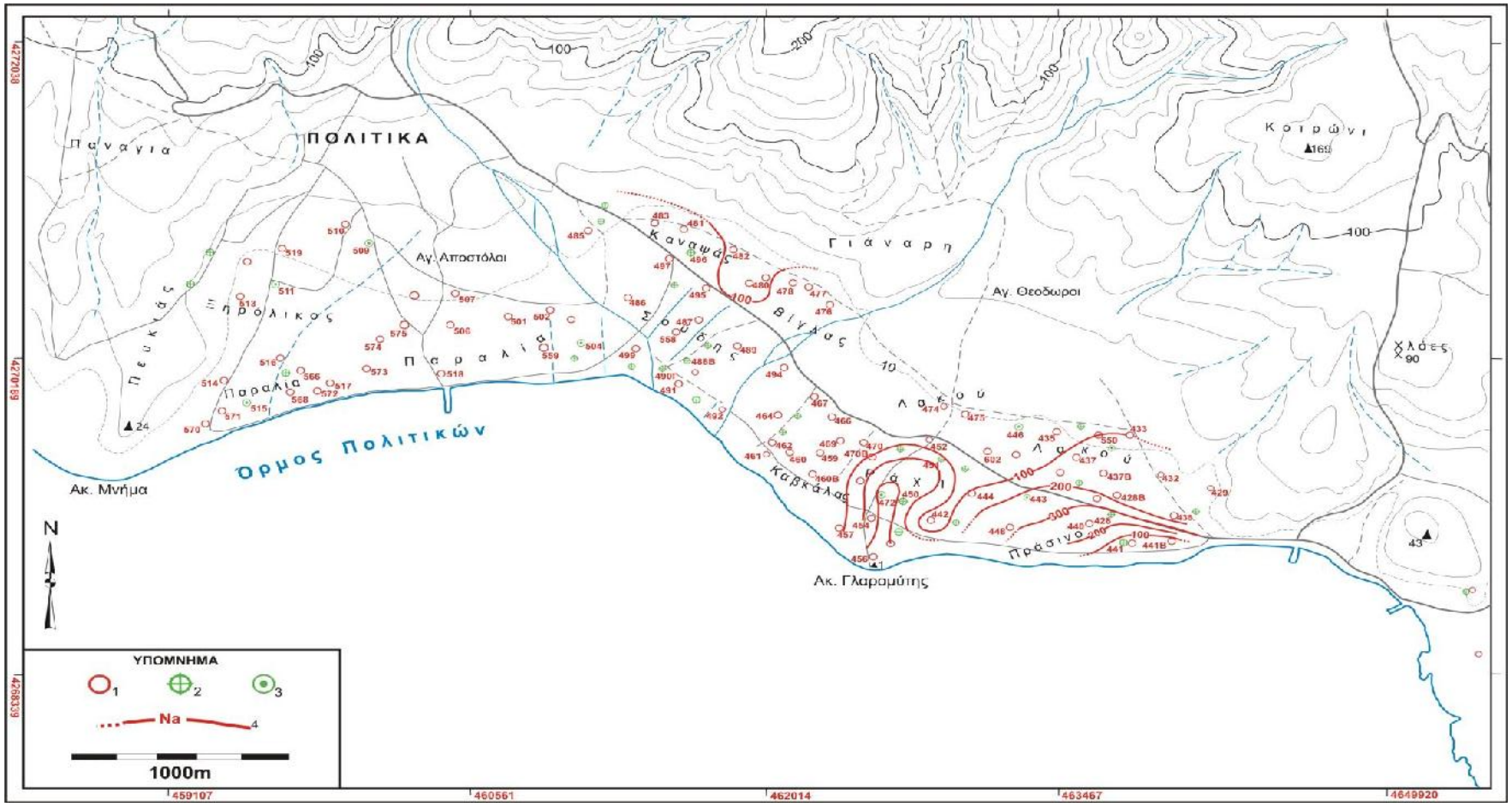
Στη τοποθεσία Καναψάς βρίσκεται 15% του συνόλου διαλυμένων αλάτων TDS, 839 – 870mg/l, στην τοποθεσία Σούδης – Ράχη 65% 602 – 665mg/l και στα Πράσινα 20% 760 – 2868mg/l. Η αύξηση της καμπύλης μεταλλικότητας είναι σταδιακή και εμφανίζει μεγάλη κλίση στην τοποθεσία Πράσινα, είναι ανάλογη με την διεύθυνση της υπόγειας ροής, προς την θάλασσα.
Στη τοποθεσία Κάναψας η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca κυμαίνεται μεταξύ 116 – 130mg/l, του νατρίου Na, μεταξύ 52 – 55 mg/l, των ανθρακικών $HCO_3$ μεταξύ 375 – 400 mg/l, του χλωρίου Cl μεταξύ 156 – 200 mg/l, και των θειϊκών μεταξύ $SO_4$ 82 – 200 mg/l. Στην τοποθεσία Ράχη - Σούδης η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca κυμαίνεται μεταξύ 63 – 66 mg/l, του νατρίου Na, 5 – 25 mg/l, των ανθρακικών $HCO_3$ 388 – 416 mg/l, χλωρίου Cl, 53 – 59 mg/l, και θειϊκών μεταξύ $SO_4$, 21 – 33 mg/l. Στην τοποθεσία Πράσινα η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca κυμαίνεται μεταξύ 81 – 197 mg/l, του νατρίου Na, μεταξύ 31 – 345 mg/l, των ανθρακικών $HCO_3$ μεταξύ 421 – 426 mg/l, χλωρίου Cl, μεταξύ 64 – 1092 mg/l, και θειϊκών $SO_4$, μεταξύ 42 – 480 mg/l.




*Σχ.11.11: Σχηματική υδροχημική τομή EC, TDS, Ca, Na, HCO3, Cl, SO4 ζώνης φρεάτων ΠΟ481, 496, 489, 459, 457, 456 περιοχής Καναψάς - Καβκάλας – Πράσινο στη λεκάνης των Πολιτικών, από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999)*
*Fig.11.11: Schematic hydrochemical section EC, TDS, Ca, Na, HCO3, Cl, SO4 of the dug wells ΠΟ481, 496, 489, 459, 457, 456 in Kanapsas – kavkalas – Prasino area of Politica basin, and analyses of first and second chemical tests.*

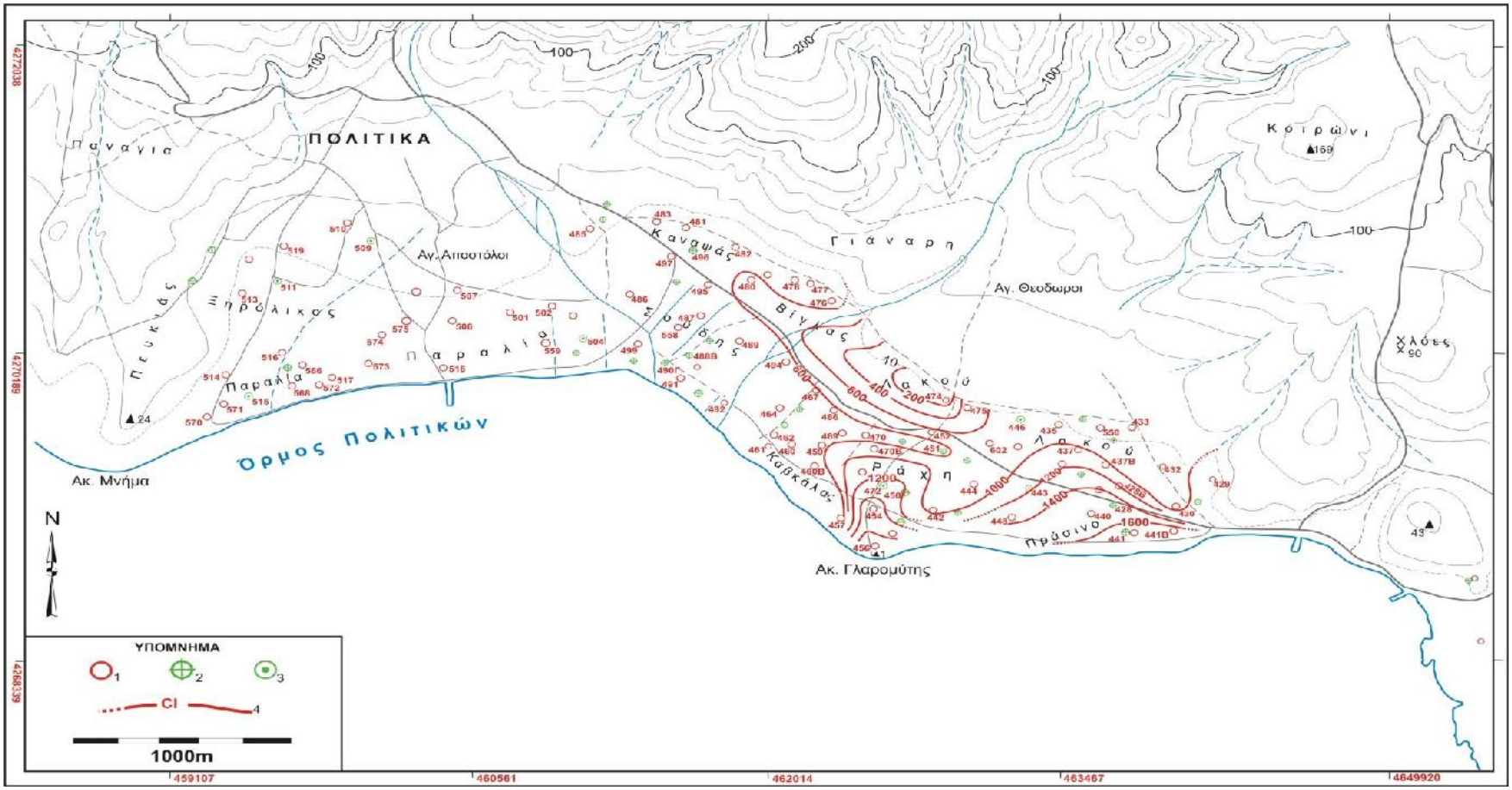



*Σχ.11.12: Υδροχημικός χάρτης κατανομής του συνόλου Διαλυμένων Στερεών TDS σε ppm στη περιοχή της λεκάνης των Πολιτικών.1, πηγάδι. 2, γεώτρηση. 3, καμπύλη ισοαλάτων. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.11.12: Hydrochemical map distribution of Total Dissolved Solids concentration TDS in ppm. From the results of first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999) Politica area. 1, Sample well. 2, Sample borehole. 3, Line of equal dissolved solids.*

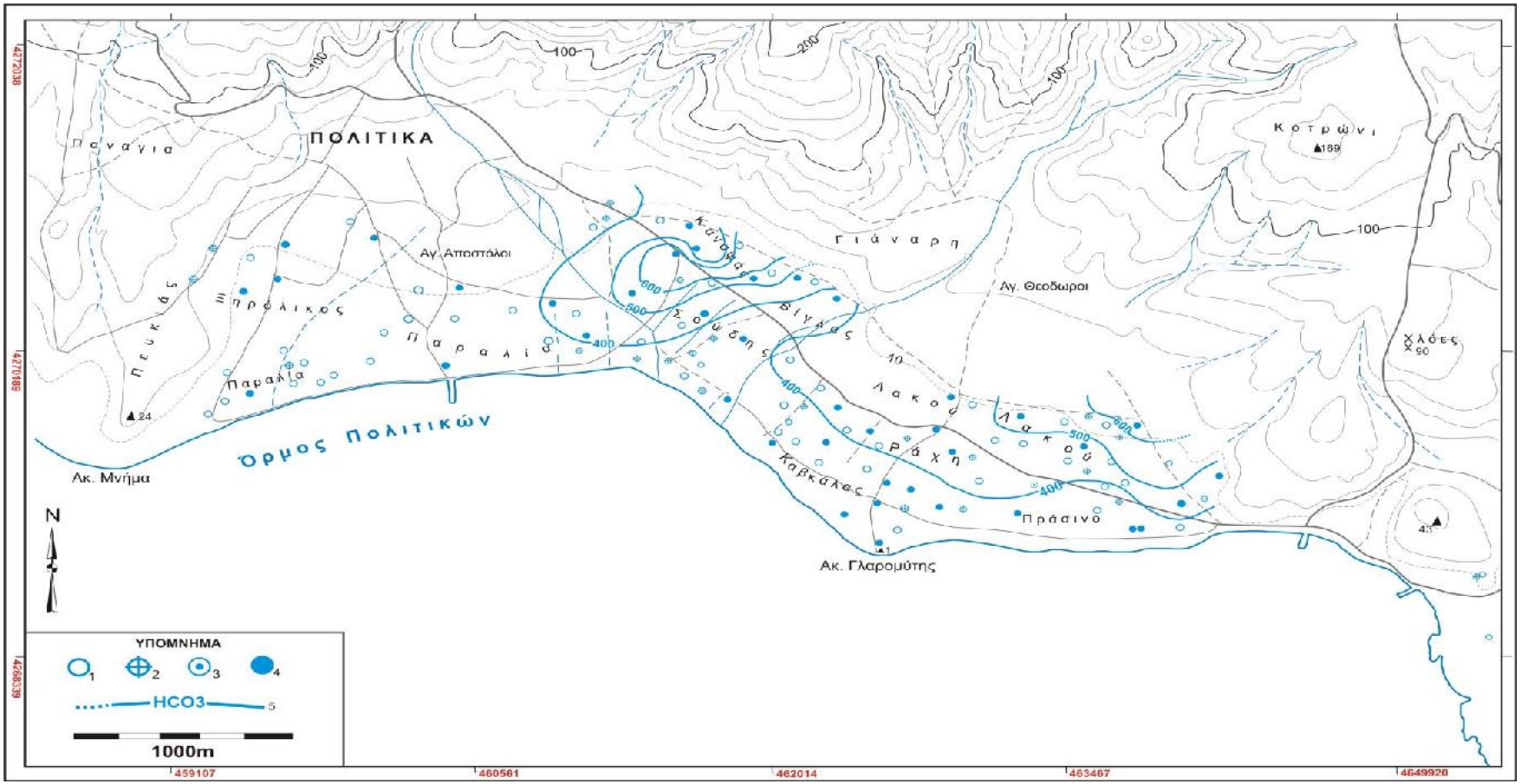



*Σχ.11.13: Υδροχημικός χάρτης κατανομή του νατρίου σε ppm στη περιοχή της λεκάνης των Πολιτικών. 1, πηγάδι. 2, γεώτρηση. 3, καμπύλη ισονατρίου. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*

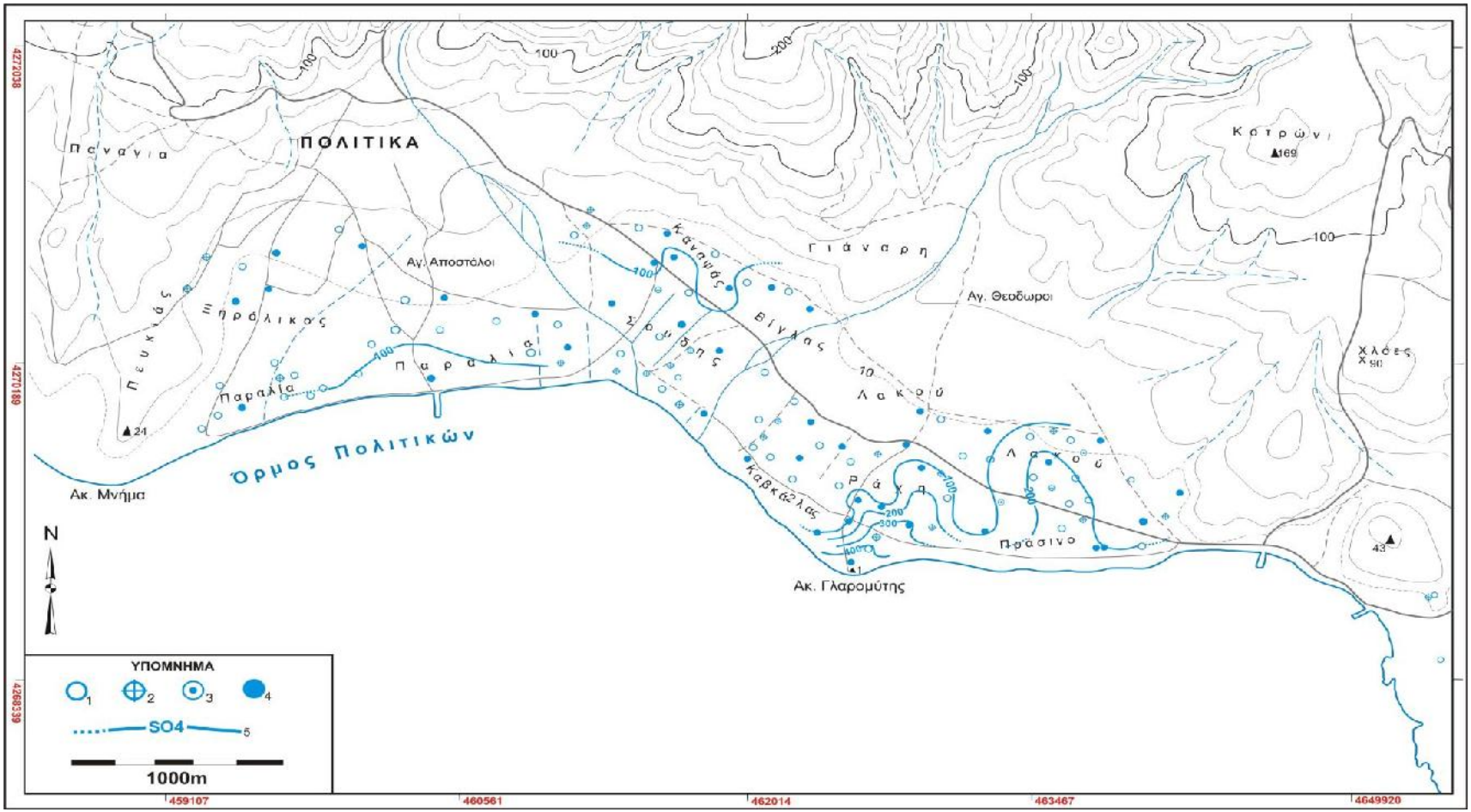
*Fig.11.13: Hydrochemical map distribution of Sodium concentration Na in ppm. From the results of first and second hydrochemical test (10/10/1998 – 5/5/1999) of Politica area.1, Sample well. 2, Sample borehole. 3, Line of equal sodium.*




*Σχ.11.14: Υδροχημικός χάρτης κατανομή του χλωρίων σε ppm στη περιοχή της λεκάνης των Πολιτικών.. 1, πηγάδι. 2, γεώτρηση. 3, καμπύλη ισοχλωρίων. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.11.14: Hydrochemical map distribution of chloride concentration Cl in ppm. From the results of first and second hydrochemical test (10/10/1998 – 5/5/1999).1, Sample well. 2, Sample borehole. 3, Line of equal chloride.*




*Σχ.11.15: Περιοχή της λεκάνης Πολιτικών. Υδροχημικός χάρτης κατανομής της οξιανθρακικήςς ρίζας σε ppm.1, Πηγάδι. 2, Γεώτρηση. 3, πηγάδι εκβαθυμένο σε γεώτρηση. 4, πηγάδι δειγματοληψίας. 5, καμπύλη ισοανθρακιών. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.11.15: Hydrochemical map distribution of carbonate ion concentration in ppm. 1, Well. 2, Borehole. 3, dual well – borehole. 4, Sampling well. 5, Line of equal carbonic value. From results of first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999) in Politica basin.*




*Σχ.11.16:Περιοχή της λεκάνης των Πολιτικών. Υδροχημικός χάρτης κατανομής της Θειικής ρίζας σε ppm.1, Πηγάδι. 2, Γεώτρηση. 3, πηγάδι εκβαθυμένο σε γεώτρηση. 4, Πηγάδι δειγματοληψίας. 5, καμπύλη ισοθειιούχων. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.11.16: Hydrochemical map distribution of sulfate concentration in ppm. 1, Well of sampling. 1, well. 2, borehole. 3, Dual well – borehole. 4, sampling well. 5, Line of equal sulfate value. From results first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999) in the area of Politica basin.*

### 11.3.5. ΧΩΡΙΚΗ ΤΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ ΔΙΑΛΥΜΕΝΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ (TDS) ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ

Το σύνολο διαλυμένων αλάτων TDS αυξάνει σταδιακά από την ενδοχώρα (καμπύλη <1000mg/l) προς την θάλασσα περιοχή στις τοποθεσίες Πράσινο και Γλαρομύτης. Το νερό κατατάσσεται σε γλυκό → μέτρια γλυκό → μέτρια αλμυρό → αλμυρό (Ταξινόμηση ανά 1000mg).
Η αύξηση της μεταλλικότητας είναι ανάλογη με την γενική διεύθυνση της υπόγειας ροής, προς την θάλασσα (Σχ.11.12).

### 11.3.6. ΧΩΡΙΚΗ ΛΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΝΑΤΡΙΟΥ (Na) ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ

Η συγκέντρωση του Na, αυξάνει σταδιακά από την ενδοχώρα - τοποθεσίες Λακού και Καναψάς - (καμπύλη <200 mg/l) μέχρι την παράκτι περιοχή (καμπύλη >300 mg/l) στις τοποθεσίες Ράχη και Πράσινο (Σχ.11.13).

### 11.3.7. ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΧΛΩΡΙΟΥ (Cl) ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ

Η συγκέντρωση του Cl, αυξάνει σταδιακά από την ενδοχώρα στις τοποθεσίες Βίγλας και Λακού (καμπύλη <200 mg/l) μέχρι την παράκτια περιοχή (καμπύλη >1600 mg/l) στις τοποθεσίες Ράχη και Πράσινο (Σχ.11.14).

### 11.3.8. ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΟΞΙΑΝΘΡΑΚΙΚΗΣ ΡΙΖΑΣ ($HCO_3$) ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ

Η συγκέντρωση της ανθρακικής ρίζας $HCO_3$, αυξάνει σταδιακά από την κατάντη θαλάσσια περιοχή (καμπύλη <400 mg/l) προς την ανάντη περιοχή (καμπύλη >600 mg/l) στις τοποθεσίες Κάναψας και Λακού.
Η αύξηση της συγκέντρωσης ανθρακικής ρίζας στο νερό των υδροφόρων ΧΑΛ1 και ΟΦ1, είναι αντιστρόφως ανάλογη με τη γενική διεύθυνση της υπόγειας ροής του νερού, προς την θάλασσα (Σχ.11.15).

### 11.3.9. ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΘΕΙΙΚΗΣ ΡΙΖΑΣ ($SO_4$) ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ

Η συγκέντρωση της θειϊκής ρίζας SO4, στην λεκάνη των Πολιτικών, αυξάνει σταδιακά από την ενδοχώρα (καμπύλη <100 mg/l) προς την παράκτια περιοχή.
Η αύξηση της συγκέντρωσης θειϊκής ρίζας στο νερό των υδροφόρων ΧΑΛ1 και ΟΦ1, είναι επίσης ανάλογη με τη γενική διεύθυνση της υπόγειας ροής του νερού, προς την θάλασσα (Σχ.11.16).

### 11.3.10. ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ Revelle (R) ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ

*Πίν.11.4: Περιοχή της λεκάνης των Πολιτικών. Τιμές του Συντελεστή Revelle (R). Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Tab.11.4: Values of sea water intrusion Revelle (R). From the results of first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999).*

| A/A | δείγμα **Υδροφόρος** | Συντελεστής R | A/A | δείγμα **Υδροφόρος** | Συντελεστής R |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ΠΟ430 **ΧΑΛ2** | 0.7 | 2 | ΠΟ433 **ΧΑΛ2** | 0.3 |
| 3 | ΠΟ437 **ΧΑΛ2** | 1.2 | 4 | ΠΟ441 **ΧΑΛ2** | 4.7 |
| 5 | ΠΟ442 **ΧΑΛ2** | 0.6 | 6 | ΠΟ446 **ΟΦ5** | 0.3 |
| 7 | ΠΟ448 **ΧΑΛ2** | 2.3 | 8 | ΠΟ450**ΟΦ5** | 3.3 |
| 9 | ΠΟ452 **ΧΑΛ2** | 0.4 | 10 | ΠΟ454 **ΧΑΛ2** | 4.1 |
| 11 | ΠΟ456 **ΧΑΛ2** | 4.5 | 12 | ΠΟ457 **ΧΑΛ2** | 4.1 |
| 13 | ΠΟ459 **ΧΑΛ2** | 0.2 | 14 | ΠΟ461 **ΧΑΛ2** | 0.2 |
| 15 | ΠΟ466 **ΧΑΛ2** | 0.2 | 16 | ΠΟ470 **ΧΑΛ2** | 0.3 |
| 17 | ΠΟ472 **ΧΑΛ2** | 2.9 | 18 | ΠΟ474 **ΧΑΛ2** | 0.3 |
| 19 | ΠΟ476 **ΟΦ5** | 0.2 | 20 | ΠΟ478 **ΧΑΛ2** | 0.4 |
| 21 | ΠΟ480 **ΧΑΛ2** | 0.8 | 22 | ΠΟ481 **ΧΑΛ2** | 0.6 |
| 23 | ΠΟ486 **ΧΑΛ2** | 0.3 | 24 | ΠΟ489 **ΧΑΛ2** | 0.2 |
| 25 | ΠΟ492 **ΧΑΛ2** | 0.7 | 26 | ΠΟ496 **ΟΦ5** | 0.6 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 27 | ΠΟ497 **ΧΑΛ2** | 0.4 | 28 | ΠΟ502 **ΧΑΛ2** | 0.1 |
| 29 | ΠΟ504 **ΧΑΛ2** | 0.1 | 30 | ΠΟ507 **ΧΑΛ2** | 0.4 |
| 31 | ΠΟ509 **ΧΑΛ2** | 0.5 | 32 | ΠΟ511 **ΧΑΛ2** | 0.4 |
| 33 | ΠΟ513 **ΧΑΛ2** | 0.5 | 34 | ΠΟ515 **ΧΑΛ2** | 0.3 |
| 35 | ΠΟ518 **ΧΑΛ2** | 0.5 | 36 | ΠΟ519 **ΟΦ5** | 0.3 |
| 37 | ΠΟ429 **ΑΣ3** | 1.2 | 38 | Πηγές **ΑΣ4** | |

Η τιμή του συντελεστή R, στο νερό του υδροφόρου ΧΑΛ1 είναι 0.1 έως 4.7 μειώνεται σταδιακά από την κατάντη περιοχή στις τοποθεσίες Ράχη – Γλαρομύτης, προς την ενδοχώρα και κατατάσσεται ανάλογα σε, *μέτρια ρυπασμένο → ελαφρά ρυπασμένο → υπόγειο νερό χωρίς θαλάσσια ρύπανση* (Σχ.11.17 και Πίν.11.4).

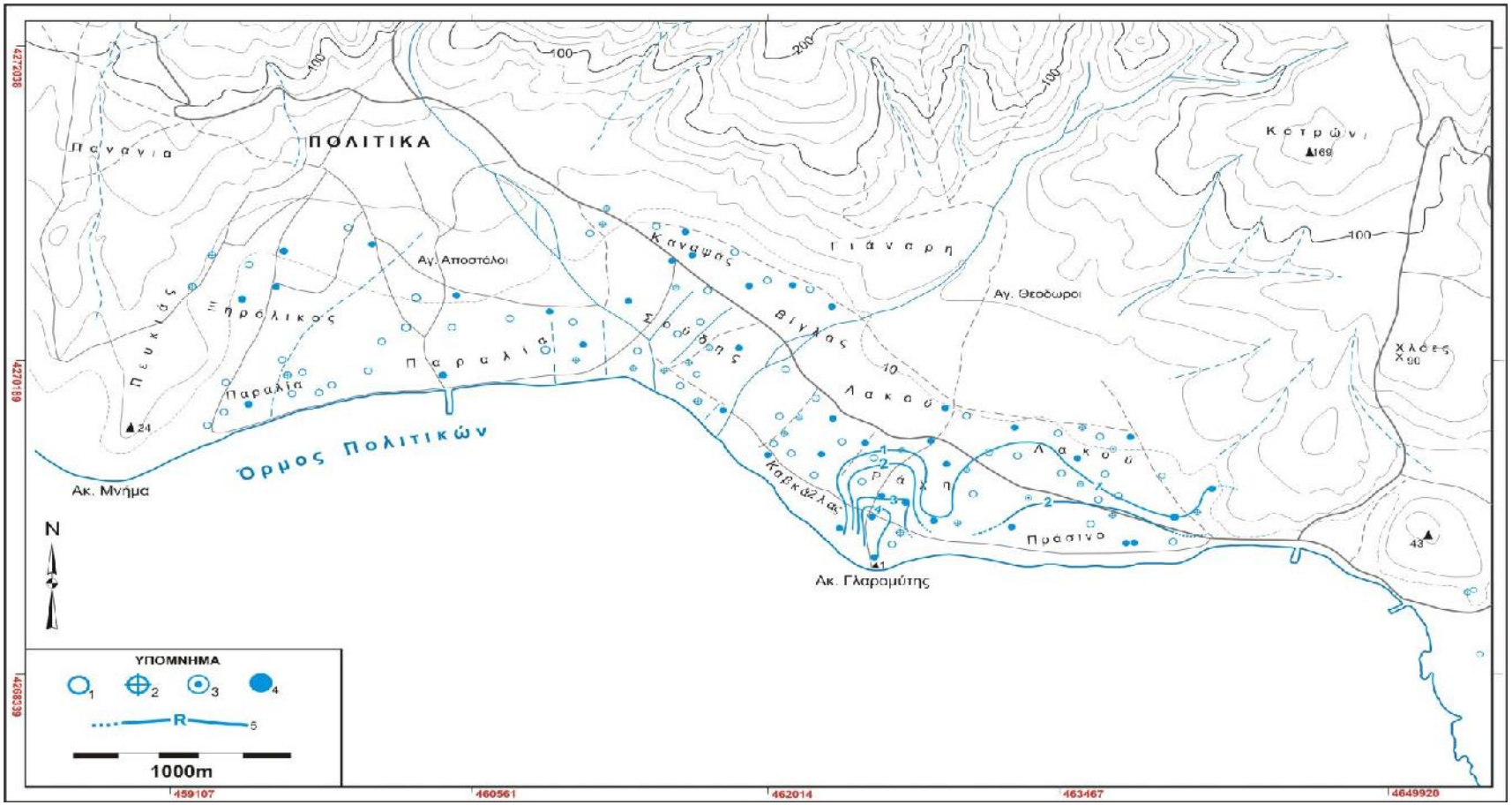
Η τιμή του συντελεστή R, στο νερό του οφιολιθικού υδροφόρου ΟΦ5 είναι 0.2 έως 3.3 μειώνεται σταδιακά από την κατάντη παράκτια περιοχή στην τοποθεσία Ράχη προς ενδοχώρα περιοχή (Λακού – Βίγλα) και το νερό κατατάσσεται ανάλογα σε *μέτρια ρυπασμένο → ελαφρά ρυπασμένο → υπόγειο νερό χωρίς θαλάσσια ρύπανση* (Σχ.11.17 και Πίν.4).

### *11.3.11. ΔΙΟΡΘΩΜΕΝΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ ΝΑΤΡΙΟΥ ($SAR_δ$) ΚΑΙ ΑΛΓΕΒΡΙΚΟ ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΩΝ των ΟΡΩΝ ΣΤΗ ΑΓΚΥΛΗ* ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ*

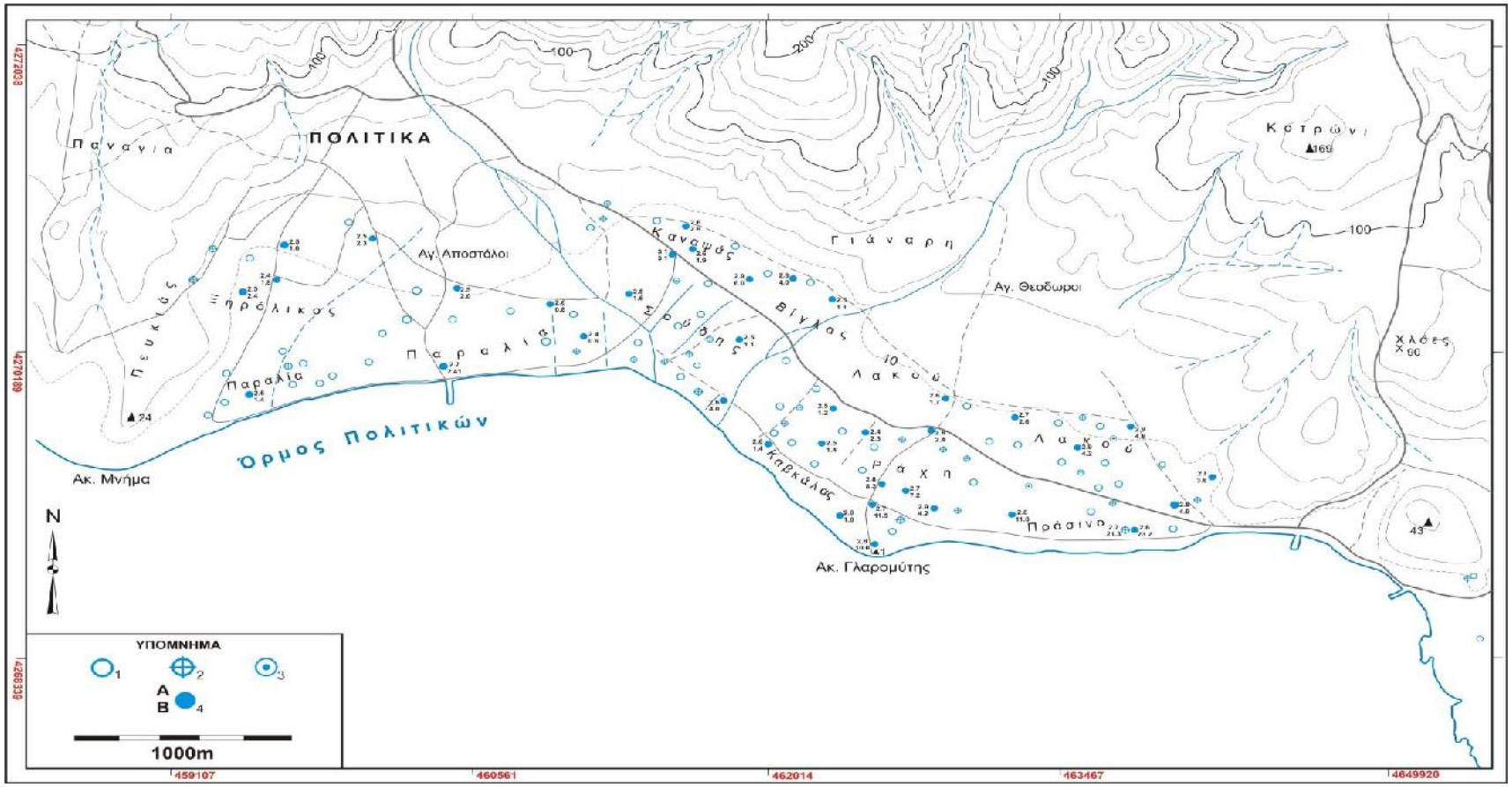
*Πίν.11.5: Περιοχή της λεκάνης των Πολιτικών. Τιμές συντελεστή ($SAR_δ$) και αλγεβρικό άθροισμα των όρων στη αγκύλη. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Tab.11.5: Values of Adjusted ($SAR_δ$) and the total value between two bracket. From the results of first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999).*

| A/A | δείγμα **Υδροφόρος** | Αγκύλη* | $SAR_δ$ | A/A | δείγμα **Υδροφόρος** | Αγκύλη* | $SAR_δ$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ΠΟ429 **ΟΦ5** | 2.7 | 3.8 | 2 | ΠΟ433**ΧΑΛ2** | 2.8 | 4.9 |
| 3 | ΠΟ430**ΧΑΛ2** | 2.8 | 4.9 | 4 | ΠΟ441**ΧΑΛ2** | 2.9 | 4.2 |
| 5 | ΠΟ437**ΧΑΛ2** | 2.9 | 4.2 | 6 | ΠΟ446 **ΟΦ5** | 2.9 | 4.2 |
| 7 | ΠΟ442**ΧΑΛ2** | 2.9 | 4.2 | 8 | ΠΟ450 **ΟΦ5** | 2.6 | 11.8 |
| 9 | ΠΟ448**ΧΑΛ2** | 2.6 | 11.8 | 10 | ΠΟ454**ΧΑΛ2** | 2.8 | 2.4 |
| 11 | ΠΟ452**ΧΑΛ2** | 2.8 | 2.4 | 12 | ΠΟ457**ΧΑΛ2** | 2.8 | 10.0 |
| 13 | ΠΟ456**ΧΑΛ2** | 2.8 | 10.0 | 14 | ΠΟ461**ΧΑΛ2** | 2.5 | 1.4 |
| 15 | ΠΟ459**ΧΑΛ2** | 2.5 | 1.4 | 16 | ΠΟ470**ΧΑΛ2** | 2.5 | 1.2 |
| 17 | ΠΟ466**ΧΑΛ2** | 2.5 | 1.2 | 18 | ΠΟ474**ΧΑΛ2** | 2.8 | 8.2 |
| 19 | ΠΟ472**ΧΑΛ2** | 2.8 | 8.2 | 20 | ΠΟ478**ΧΑΛ2** | 2.5 | 1.1 |
| 21 | ΠΟ476 **ΟΦ5** | 2.5 | 1.1 | 22 | ΠΟ481**ΧΑΛ2** | 2.9 | 6.0 |
| 23 | ΠΟ480**ΧΑΛ2** | 2.9 | 6.0 | 24 | ΠΟ489**ΧΑΛ2** | 2.8 | 1.6 |
| 25 | ΠΟ486**ΧΑΛ2** | 2.8 | 1.6 | 26 | ΠΟ496 **ΟΦ5** | 2.6 | 4.0 |
| 27 | ΠΟ492**ΧΑΛ2** | 2.6 | 4.0 | 28 | ΠΟ502**ΧΑΛ2** | 3.1 | 3.1 |
| 29 | ΠΟ497**ΧΑΛ2** | 3.1 | 3.1 | 30 | ΠΟ507**ΧΑΛ2** | 2.4 | 0.6 |
| 31 | ΠΟ504**ΧΑΛ2** | 2.4 | 0.6 | 32 | ΠΟ511**ΧΑΛ2** | 2.5 | 2.3 |
| 33 | ΠΟ509**ΧΑΛ2** | 2.5 | 2.3 | 34 | ΠΟ515**ΧΑΛ2** | 2.5 | 2.4 |
| 35 | ΠΟ513**ΧΑΛ2** | 2.5 | 2.4 | 36 | ΠΟ519 **ΟΦ5** | 2.7 | 2.41 |
| 37 | ΠΟ518**ΧΑΛ2** | 2.7 | 2.41 | 38 | Πηγές **ΑΣ4** | 1.5 | 0.51 |

Η τιμή του αλγεβρικού αθροίσματος των όρων που βρίσκονται στην αγκύλη, στο νερό του υδροφόρου ΧΑΛ2, είναι 2.4 έως 3.1, με αποτέλεσμα είναι αποτίθεται στα έδαφος και στις συσκευές ανθρακικά άλατα του ασβεστίου. Η τιμή $SAR_δ$ είναι 1.2 έως 11.8
Η τιμή του αλγεβρικού αθροίσματος των όρων που βρίσκονται στην αγκύλη, στο νερό του υδροφόρου ΑΣ4 είναι 1.5, με αποτέλεσμα να αποτίθεται στο έδαφος και στις συσκευές ανθρακικά άλατα του ασβεστίου. Η τιμή $SAR_δ$ είναι 1.5.
Η τιμή του αλγεβρικού αθροίσματος των όρων που βρίσκονται στην αγκύλη, στο νερό του υδροφόρου ΟΦ5 είναι 2.5 έως 2.9, με αποτέλεσμα να αποτίθεται στα έδαφος και στις σκευές ανθρακικά άλατα του ασβεστίου. Η τιμή $SAR_δ$ είναι 1.1 έως 11.8




*Σχ.11.17: Περιοχή λεκάνης των Πολιτικών. Υδροχημικός χάρτης διείσδυσης του θαλασσινού νερού, προτεινόμενο όριο Καλλέργης, (Συντελεστής **Revelle**). 1, πηγάδι. 2, Γεώτρηση. 3, πηγάδι εκβαθυμένο σε γεώτρηση. 4, πηγάδι δειγματοληψίας. 5, καμπύλη ίσων τιμών **R**. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.11.17: Hydrochemical map of sea water intrusion (**Revelle** ratio) intended by Kallergis. 1, Dig well. 2, Borehole. 3, Dig well + borehole. 4, Well of sample. 5, Line of equal **R** value. Results of from the first and second hydrochemical test (10/10/1998 – 5/5/1999).*




*Σχ.11.18: Περιοχή της λεκάνης των Πολιτικών. Υδροχημικός χάρτης κατανομής του συντελεστή προσρόφησης νατρίου (**SAR$_{δ}$**). Α, αλγεβρικό άθροισμα των όρων στην αγκύλη. Β, διορθωμένος συντελεστής **SAR$_{δ.}$** ).1,2,3, Πηγάδι, Γεώτρηση, πηγάδι εκβαθυμένο σε γεώτρηση. 4, Πηγάδι δειγματοληψίας. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999)*

*Fig.11.18: Hydrochemical map distribution of Adjusted Adsorption Ratio (**SAR$_{δ}$**) in Politica area. 1, 2, 3, 4, Sample well. A, Total value between two bracket. B, Adjusted adsorption ratio value. Results from the first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999).*

### *11.3.12. ΙΟΝΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ Mandel- Shiftan ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ*

*Πίν.11.6:Περιοχή της λεκάνης των Πολιτικών. Ιοντικές σχέσεις του Mandel Shiftan. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Tab.11.6: Ionic ratios of Mandel – Shiftan. From results of first and second hydrochemical analyses (10/10/1998 – 5/5/1999) in the area of Politica basin.*

| A/A | Κωδικό δείγματος | Υδροφόρος | (Ca+Mg) / (K+Na) | Na / K | $HCO_3$ / Cl | $SO_4$ / Cl |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| 1 | ΠΟ429 | **ΟΦ5** | 2 | 30 | 5.3 | 0.3 |
| 2 | ΠΟ430 | ΧΑΛ2 | 3 | 220 | 1.4 | 0.8 |
| 3 | ΠΟ433 | ΧΑΛ2 | 3 | 88 | 3.0 | 0.6 |
| 4 | ΠΟ437 | ΧΑΛ2 | 4 | 480 | **0.9** | 0.6 |
| 5 | ΠΟ441 | ΧΑΛ2 | **0.7** | **47** | **0.2** | 0.1 |
| 6 | ΠΟ442 | ΧΑΛ2 | 4 | **60** | 1.7 | **1.4** |
| 7 | ΠΟ446 | **ΟΦ5** | 5 | 275 | 3.9 | 0.2 |
| 8 | ΠΟ448 | ΧΑΛ2 | 1 | **55** | **0.4** | 0.1 |
| 9 | ΠΟ450 | **ΟΦ5** | 2 | 73 | 0.3 | 0.1 |
| 10 | ΠΟ452 | ΧΑΛ2 | 6 | **73** | 2.6 | 0.9 |
| 11 | ΠΟ454 | ΧΑΛ2 | 2 | 34 | **0.2** | 0.1 |
| 12 | ΠΟ456 | ΧΑΛ2 | 2 | 100 | **0.2** | 0.5 |
| 13 | ΠΟ457 | ΧΑΛ2 | 7 | 45 | 3.9 | 0.5 |
| 14 | ΠΟ459 | ΧΑΛ2 | 6 | **15** | 4.2 | 0.3 |
| 15 | ΠΟ461 | ΧΑΛ2 | 8 | **60** | 4.2 | **1.2** |
| 16 | ΠΟ466 | ΧΑΛ2 | 9 | 88 | 6.6 | 0.7 |
| 17 | ΠΟ470 | ΧΑΛ2 | 6 | 165 | 3.2 | 0.6 |
| 18 | ΠΟ472 | ΧΑΛ2 | 2 | **59** | **0.3** | 0.1 |
| 19 | ΠΟ474 | **ΟΦ5** | 6 | **47** | 3.1 | 0.5 |
| 20 | ΠΟ476 | **ΟΦ5** | 9 | **20** | 6.2 | 0.6 |
| 21 | ΠΟ478 | ΧΑΛ2 | 3 | **65** | 2.6 | 0.4 |
| 22 | ΠΟ480 | ΧΑΛ2 | 3 | 80 | 1.2 | 0.5 |
| 23 | ΠΟ481 | ΧΑΛ2 | 4 | **24** | 1.8 | 0.3 |
| 24 | ΠΟ486 | ΧΑΛ2 | 8 | 1409 | 3.4 | 0.5 |
| 25 | ΠΟ489 | ΧΑΛ2 | 9 | 80 | 6.6 | 0.6 |
| 26 | ΠΟ492 | ΧΑΛ2 | 3 | **16** | 1.4 | 0.2 |
| 27 | ΠΟ496 | ΧΑΛ2 | 4 | **56** | 1.7 | 0.5 |
| 28 | ΠΟ497 | ΧΑΛ2 | 6 | 72 | 2.4 | 0.7 |
| 29 | ΠΟ502 | ΧΑΛ2 | 13 | 30 | 11.4 | 0.5 |
| 30 | ΠΟ504 | ΧΑΛ2 | 13 | **23** | 7.5 | 0.5 |
| 31 | ΠΟ507 | ΧΑΛ2 | 5 | **53** | 2.7 | 0.8 |
| 32 | ΠΟ509 | ΧΑΛ2 | 4 | **18** | 1.8 | 0.2 |
| 33 | ΠΟ511 | ΧΑΛ2 | 5 | 29 | 2.8 | 0.4 |
| 34 | ΠΟ513 | ΧΑΛ2 | 4 | **51** | 1.8 | 0.4 |
| 35 | ΠΟ515 | ΧΑΛ2 | 5 | 28 | 3 | 0.4 |
| 36 | ΠΟ518 | ΧΑΛ2 | 5 | 38 | 2 | 0.6 |
| 37 | ΠΟ519 | **ΟΦ5** | 6 | 26 | 2.9 | 0.3 |

#### *11.3.12.1. Αναγνώριση Προέλευση του νερού υδροφόρου ΧΑΛ2 (Πίν11.6)*

##### 11.3.12.1.1. ( Ca + Mg) / (K + Na)

Τιμή λιγότερο της μονάδας (0.7) που χαρακτηρίζει το νερό της κατάντη περιοχής υδροφόρου, σημειώθηκε στο φρέαρ ΠΟ411 στην θαλάσσια περιοχή της τοποθεσίας Πράσινα. Όλες οι υπόλοιπες τιμές (1 - 13) υποδηλώνουν ότι ο εμπλουτισμός και κατείσδυση εκδηλώνεται από όλη την επιφάνεια του υδροφόρου στρώματος.

##### 11.3.12.1.2. (Na / K)

Τιμή ≡ 47 στο θαλασσινό νερό σημειώθηκε μόνο στο φρέαρ ΠΟ441, στην τοποθεσία Πράσινα στην θαλάσσια περιοχή.

Οι τιμές (15 - 25) που χαρακτηρίζουν την περιοχή εμπλουτισμού υδροφόρων βρίσκονται στα φρέατα ΠΟ459, ΠΟ481, ΠΟ492, ΠΟ405 και ΠΟ409 στις τοποθεσίες Ράχη, Κάναψας, Παραλία, Σούδης και Αγ. Απόστολοι. Δείχνει ότι ο εμπλουτισμός του υδροφόρου στρώματος εκδηλώνεται από όλη την επιφάνεια του.

Οι τιμές (50 - 70) που χαρακτηρίζουν την κατάντη περιοχή του υδροφόρου, βρίσκονται στο νερό των φρεάτων ΠΟ442, ΠΟ448, ΠΟ450, ΠΟ452, ΠΟ461, ΠΟ472, ΠΟ478, ΠΟ496, ΠΟ407 και ΠΟ513.

### 11.3.12.1.3. ($HCO_3$ / Cl)

Τιμές μικρότερες της μονάδας που σημειώθηκαν στα φρέατα ΠΟ437, ΠΟ441, ΠΟ448, ΠΟ50, ΠΟ454, ΠΟ456 και ΠΟ472 είναι ένδειξη νερού κατάντη περιοχής υδροφόρου, όπου η συγκέντρωση του χλωρίου αυξάνεται προς την παράκτια περιοχή.

### 11.3.12.1.4. ($SO_4$ / Cl)

τιμές μεγαλύτερες της μονάδας που σημειώθηκαν στα φρέατα ΠΟ442 και ΠΟ461 είναι ένδειξη νερού κατάντη περιοχής υδροφόρου, όπου η συγκέντρωση του χλωρίου αυξάνεται προς την παράκτια περιοχή με πιο γρήγορο ρυθμό από την συγκέντρωση της θειϊκής.

### *11.3.12.2. Αναγνώριση Προέλευση του νερού υδροφόρου ΟΦ5 (Πίν.11.6)*

### 11.3.19.2.1. ( Ca + Mg) / (K + Na)

Τιμές μεγαλύτερες της μονάδας (5 - 9) που σημειώθηκαν στο νερό των φρεάτων δείχνουν ότι, ο εμπλουτισμός και κατείσδυση εκδηλώνεται από όλη την επιφάνεια του υδροφόρου στρώματος.

### 11.3.12.2.2. (Na / K)

Τιμή ≡ 47 στο θαλασσινό νερό σημειώθηκε μόνο στο φρέαρ ΠΟ474 στην τοποθεσία Λακού.

Οι τιμές (15 - 25) που χαρακτηρίζουν την περιοχή εμπλουτισμού υδροφόρων βρίσκεται στο νερό του φρέατος ΠΟ476 στην τοποθεσία Βίγλας.

### 11.3.12.2.3. ($HCO_3$ / Cl)

Οι τιμές (2.9 – 6.2) που σημειώθηκαν στα νερά όλων φρεάτων είναι ένδειξη νερού ανάντη περιοχής υδροφόρου όπου επικρατεί η συγκέντρωση της ανθρακικής ρίζας ενώ η ρίζα του χλωρίου αυξάνεται προς την παράκτια περιοχή.

### 11.3.12.2.4. ($SO_4$ / Cl)

Οι τιμές (0.2 – 0.6) μικρότερες της μονάδας που σημειώθηκαν στο νερό των φρεάτων είναι ένδειξη νερού κατάντης περιοχής υδροφόρου όπου η συγκέντρωση του χλωρίου αυξάνεται προς την παράκτια περιοχή με πιο γρήγορο ρυθμό από την συγκέντρωση της θειϊκής.

### *11.3.13. ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ*

Το νερό του ρηχού υδροφόρου ΧΑΛ2 χαρακτηρίζεται με βάση την ολική σκληρότητα (230 - 1654 $CaCO_3$ mg/l) ως *σκληρό* έως *πολύ σκληρό* νερό. Το νερό του υδροφόρου ΟΦ5 (362 - 836 $CaCO_3$ mg/l) είναι *πολύ σκληρό* νερό.

| Περίοδος<br>ΧΑΛ2 | Διακύμανση<br>ολικής σκληρότητας mg/l | Sawyer – McCarty<br>1967 | Hem<br>1970 |
|---|---|---|---|
| 10 – 21/ 10/1998 | 276 - 906 | Σκληρό → πολύ σκληρό | Πολύ σκληρό |
| 7/3 – 5/5/1999 | 230 – 1654 | Σκληρό → πολύ σκληρό | Πολύ σκληρό |
| 22/1/2009 – 5/3/2009 | 320 - 850 | Πολύ σκληρό | Πολύ σκληρό |

| Περίοδος<br>ΟΦ5 | Διακύμανση<br>ολικής σκληρότητας mg/l | Sawyer – McCarty<br>1967 | Hem<br>1970 |
|---|---|---|---|
| 10 – 21/ 10/1998 | 508 - 836 | Πολύ σκληρό | Πολύ σκληρό |
| 7/3 – 5/5/1999 | 362 – 392 | Πολύ σκληρό | Πολύ σκληρό |
| 22/1/2008 – 5/3/2009 | 380 - 440 | Πολύ σκληρό | Πολύ σκληρό |

### *11.3.14. ΔΕΙΚΤΕΣ ΡΥΠΑΝΣΕΩΝ Na, Cl, $NO_3$ και $PO_4$ (γεωγενής & ανθρωπογενής) ΣΤΟ ΝΕΡΟ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ*

Η υψηλή συγκέντρωση νατρίου, χλωρίου, νιτρικών και φωσφορικών στο υπόγειο νερό των παράκτιων υδροφόρων (ΧΑΛ2, ΟΦ5) της περιοχής, και σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές στο ελλαδικό χώρο και στο εξωτερικό και εκείνες του νερού βροχής (Na 0.95 mg/l, Cl 1.22 mg/l, $NO_3$ 0.41 mg/l) οφείλεται στο μικρό πάχος και περατότητα τους, στην εντατική χρήση των λιπασμάτων και των γεωργικών βελτιωτών, στην υπεράντληση και στην διείσδυση του νερού της θάλασσας (Πίν.11.7 και 11.8).

*Πίν.11.7: Λεκάνη των Πολιτικών. Δείκτες μόλυνσης του υπόγειου νερό των χαλαρών ιζημάτων υδροφόρου **ΧΑΛ2** από νάτριο Na, χλώρια Cl, νιτρικά NO3 και Φωσφορικά PO4.*
*Tab.11.7: Politica basin. Indications of ground water pollution of unconsolidated sediments aquifer **ΧΑΛ2** by sodium Na, chlorides Cl, nitrate NO3 and phosphates PO4*
*A- Stamatis G., Zagana E., Thessaly basin, Central Greece, 2005.*
*B- K. Voudouris, A. Panagopoulos, J. Koumantakis, NE Korinthia, Pelopnnese, Greece, 1997.*
*C- A.M. Sharaky et al, The Western Nile Delta, Egypt, 2007.*

| Στοιχείο mg/L | ΟΚΤ/1998 | | ΜΑΙ/1999 | | ΜΑΡ/2009 | | Μέση τιμή | Χαλαροί υδροφόροι | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | min | max | min | max | min | max | | **A** | **B** | **C** |
| **Na+** | 4.7 | 646.0 | 10.4 | 529.0 | 4.6 | 90.5 | 214.2 | 34.8 | 19.0 | 734.0 |
| **$Cl^-$** | 33.7 | 1033.4 | 23.1 | 1092.0 | 180.0 | 680.0 | 507.0 | 57.3 | 15.0 | 1000 |
| **$NO_3$** | 17.3 | 228.1 | 0 | 352.2 | 15.0 | 91.5 | 117.4 | 139.4 | 0.3 | 9.4 |
| **$PO_4^{3-}$** | NDT | NDT | NDT | NDT | 3.15 | 4.22 | 3.7 | 0.14 | 0.05 | 2.4 |

*Πίν.11.8: Λεκάνη των Πολιτικών. Δείκτες μόλυνσης του υπόγειου νερού του οφιολιθικού υδροφόρου **ΟΦ5** από νάτριο Na, χλώρια Cl, νιτρικά NO3 και Φωσφορικά PO4.*
*Tab.11.8: Politica basin. Indications of ground water pollution of ophiolite aquifer **ΟΦ5** by sodium Na, chlorides Cl, nitrate NO3 and phosphates PO4*
*A- Stamatis G. Zagana E., Thessaly basin, Greece, 2005*
*B- Benoit D. et al, Ophiolite hard rock, Oman, 2003*
*Ahmad Murad, R.V. Krishnamurthy, United Arab Emirates.2002*
*C. Stamatis et al, Oropos – Kalamos basin, Attica, Greece, 2011*

| Στοιχείο mg/L | ΟΚΤ/1998 | | ΜΑΙ/1999 | | ΜΑΡ/2009 | | Μέση τιμή | Οφιολιθικοί υδροφόροι | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | min | max | min | max | min | max | | **A** | **B** | **C** |
| **Na+** | 51.7 | 234.5 | 16.4 | 50.6 | 36.0 | 58.0 | 74.5 | 3.96 | 133.4 | 105.2 |
| **$Cl^-$** | 125.9 | 682.4 | 37.2 | 83.3 | 260.0 | 480.0 | 278.8 | 15.3 | 175.8 | 239.0 |
| **$NO_3$** | 17.4 | 65.7 | 0 | 70.7 | 20.8 | 33.5 | 34.7 | 4.14 | NDT | 12.0 |
| **$PO_4^{3-}$** | NDT | NDT | NDT | NDT | 3.30 | 4.28 | 3.8 | 0.19 | NDT | 0.16 |

## 11.4. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΓΙΑ ΑΡΔΕΥΣΗ

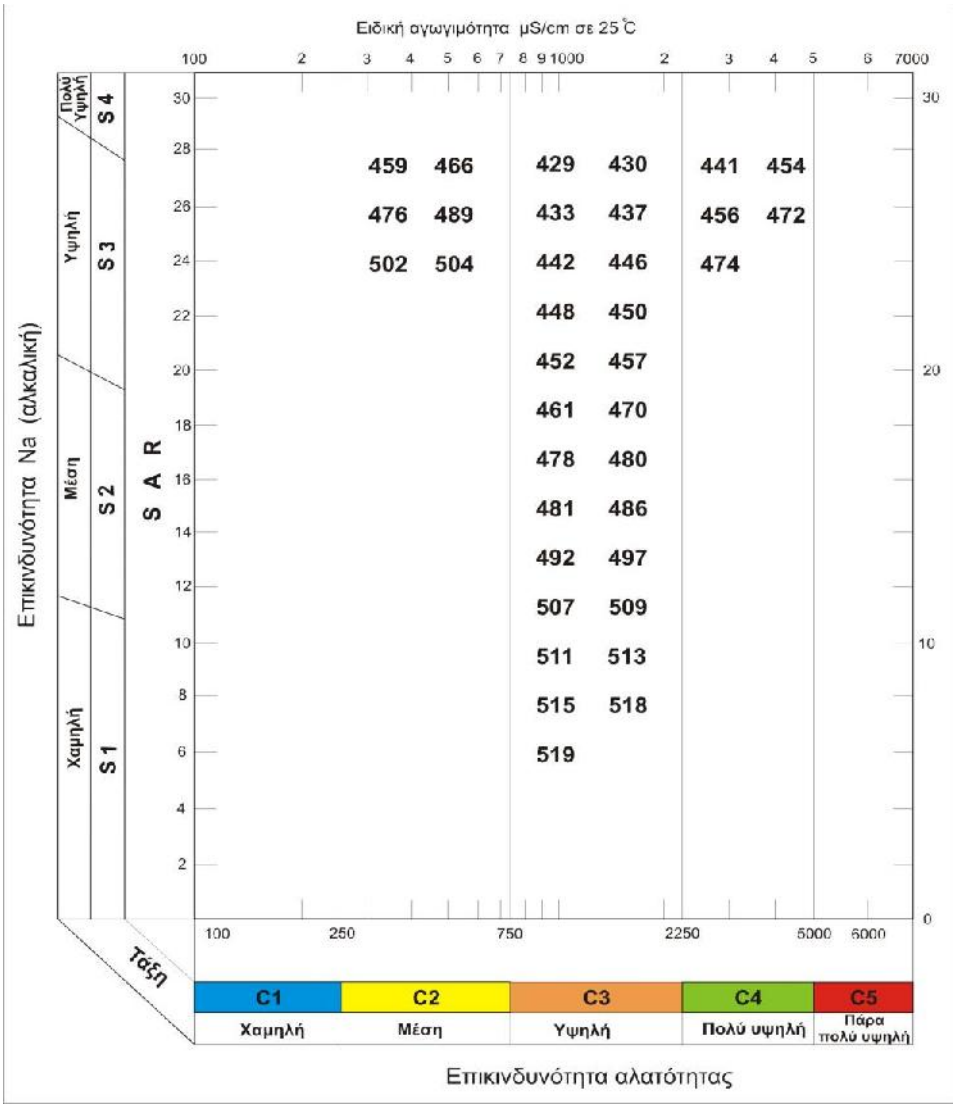
### *11.4.1. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤΑ Richards*

#### 11.4.1.1 Ταξινόμηση αλατότητας EC - τροποποιημένο διάγραμμα - Richards (Σχ.11.19)

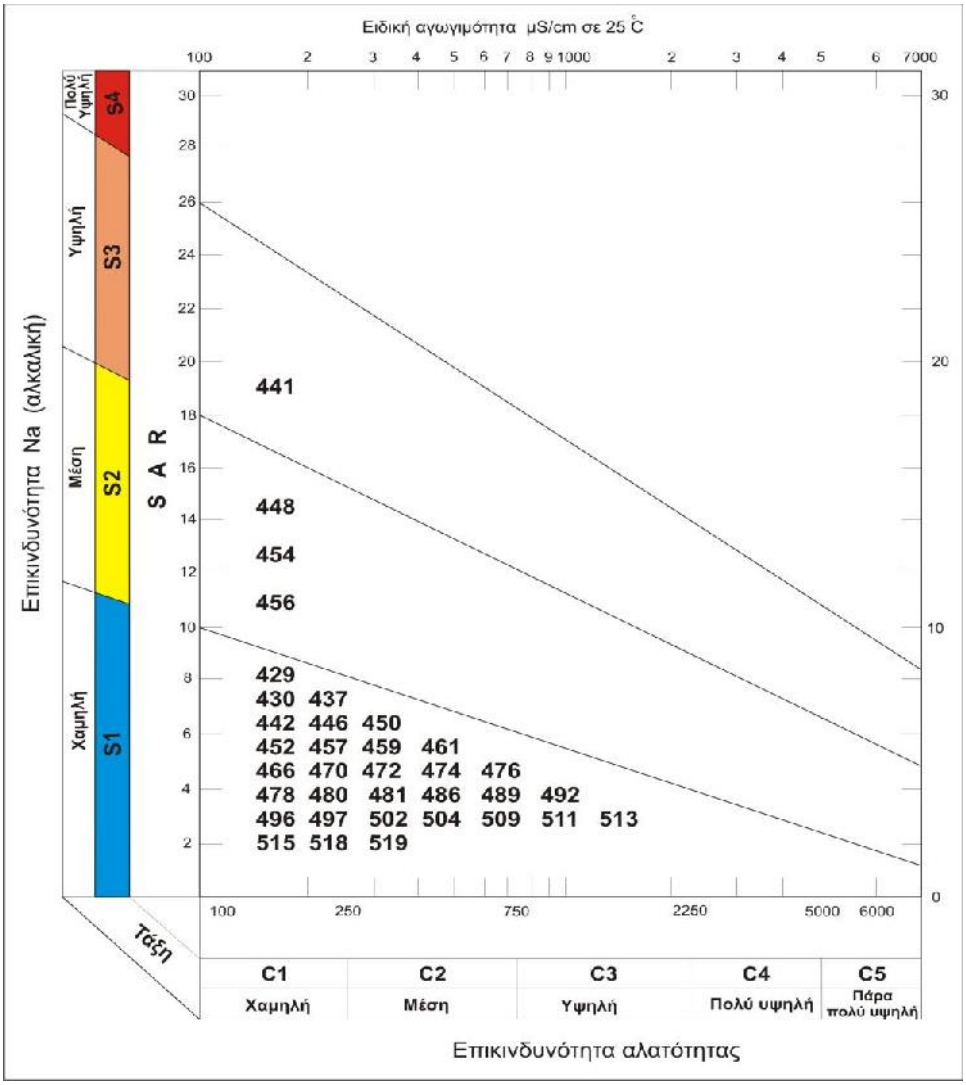
Η επικινδυνότητα αλατότητας EC (μS/cm) στην περιοχή λεκάνης των Πολιτικών (υδροφόροι ΧΑΛ2 και ΟΦ5) ταξινομείται στις κατηγορίες μέση επικινδυνότητα **C**2 → υψηλή **C**3 → πολύ υψηλή επικινδυνότητα **C**4.

#### 11.4.1.2. Ταξινόμηση αλκαλική SAR - Richards (Σχ.11.20)

Η επικινδυνότητα Na (αλκαλική) στο νερού του υδροφόρου ΧΑΛ2 ταξινομείται στις κατηγορίες σε χαμηλή **S**1 → μέση **S**2 → υψηλή **S**3 επικινδυνότητα.
Η επικινδυνότητα Na στο νερό του υδροφόρου ΟΦ5 κατατάσσεται μόνο, στην τάξης χαμηλή **S**1 επικινδυνότητα.




*Σχ.11.19: Περιοχή της λεκάνης των Πολιτικών. Διάγραμμα Richards με τροποποίηση και ταξινόμηση του νερού αρδευτικών φρεάτων αναλόγως της Ειδικής αγωγιμότητας (U.S. Salinity Laboratory). Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.11.19: Richard diagram with modification for classification of the wells and water for irrigation according to Electrical Conductivity (U.S. Salinity Laboratory). From the results of first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999).*




*Σχ.11.20: Περιοχή της λεκάνης των Πολιτικών. Διάγραμμα Richards με τροποποίηση και ταξινόμηση του νερού αρδευτικών φρεάτων αναλόγως του συντελεστή προσρόφησης νατρίου SAR (U.S. Salinity Laboratory). Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.11.20: Richard diagram with modification for classification of the wells and water for irrigation according to adjusted Sodium Absorption Ratio (U.S. Salinity Laboratory). From the results of first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999).*

### *11.4.2. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΤΑ Ayers ΓΙΑ ΤΟ ΝΕΡΟΥ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ*

Το σύνολο των διαλυμένων αλάτων (TDS 339 – 3123 mg/L) του νερού των υδροφόρων (ΟΦ5 και ΧΑΛ2) δημιουργεί αυξανόμενα και σοβαρά πρόβλημα στη γεωργική απόδοση και καρποφορία.

### *11.4.3. ΕΠΙΚΙΔΥΝΟΤΗΣ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ (ΜΗ) ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΥΔΡΟΦΟΡΩΝ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ*

*Πίν.11.9: Αποτέλεσμα τιμών δείκτης επικινδυνότης Μαγνησίου (ΜΗ) νερού υδροφόρων περιοχής Πολιτικών.*
*Tab11.9.: Result values of magnesium hazard indices (MH) of water aquifers in Politica area.*

| Κωδικός Φρέαρ meq/l | Περίοδος 10 – 21/10/1998 | | | Περίοδος 7/3 – 5/5/1999 | | | Περίοδος 22/1/2008 – 5/3/2009 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ca | Mg | **ΜΗ** | Ca | Mg | **ΜΗ** | Ca | Mg | **ΜΗ** |
| ΠΟ429 | | | | 7.04 | 7.24 | **51** | | | |
| ΠΟ430 | | | | 4.40 | 7.92 | **64** | | | |
| ΠΟ433 | | | | 4.40 | 0.72 | **14** | 6.20 | 8.60 | **58** |
| ΠΟ437 | | | | 5.60 | 15.72 | **74** | 6.20 | 6.00 | **49** |
| ΠΟ437Β | | | | | | | 2.60 | 8.56 | **77** |
| ΠΟ441 | 7.48 | 9.16 | **55** | 7.68 | 6.08 | **44** | | | |
| ΠΟ442 | | | | 5.20 | 11.28 | **69** | | | |
| ΠΟ444 | | | | | | | 5.20 | 6.80 | **57** |
| ΠΟ446 | | | | 4.16 | 6.04 | **59** | | | |
| ΠΟ448 | | | | 5.36 | 6.48 | **55** | | | |
| ΠΟ450 | 7.32 | 9.40 | **56** | | | | | | |
| ΠΟ452 | | | | 4.96 | 8.18 | **62** | | | |
| ΠΟ452Β | | | | | | | 5.39 | 7.80 | **59** |
| ΠΟ454 | | | | 7.28 | 11.76 | **62** | | | |
| ΠΟ457 | 4.00 | 5.24 | **57** | | | | | | |
| ΠΟ459 | | | | 3.12 | 4.12 | **57** | 4.00 | 5.41 | **58** |
| ΠΟ461 | | | | 4.56 | 5.20 | **53** | | | |
| ΠΟ466 | | | | 3.52 | 4.12 | **53** | | | |
| ΠΟ470 | | | | 4.16 | 5.24 | **56** | 4.80 | 4.20 | **47** |
| ΠΟ472 | 6.96 | 11.16 | **62** | | | | | | |
| ΠΟ474 | | | | 4.48 | 4.48 | **50** | 5.20 | 11.79 | **69** |
| ΠΟ476 | | | | 3.04 | 4.20 | **58** | | | |
| ΠΟ478 | | | | 3.76 | 6.48 | **63** | | | |
| ΠΟ480 | 4.16 | 10.20 | **71** | | | | | | |
| ΠΟ481 | | | | 6.48 | 2.72 | **30** | | | |
| ΠΟ486 | | | | 3.92 | 7.80 | **67** | | | |
| ΠΟ488Β | | | | | | | 3.20 | 5.40 | **63** |
| ΠΟ489 | 3.28 | 4.56 | **58** | 3.39 | 4.00 | **54** | 4.20 | 5.00 | **54** |
| ΠΟ490Γ | | | | | | | 4.20 | 4.60 | **52** |
| ΠΟ492 | 3.36 | 8.04 | **71** | | | | | | |
| ΠΟ494 | | | | | | | 3.80 | 2.60 | **41** |
| ΠΟ495 | | | | | | | 5.00 | 7.40 | **60** |
| ΠΟ496 | 5.80 | 4.36 | **43** | | | | | | |
| ΠΟ497 | | | | 5.44 | 10.52 | **66** | | | |
| ΠΟ499 | | | | | | | 3.60 | 6.00 | **63** |
| ΠΟ504 | 2.80 | 2.72 | **50** | | | | | | |
| ΠΟ507 | | | | 4.84 | 3.16 | **40** | | | |
| ΠΟ509 | | | | 5.12 | 2.24 | **30** | | | |
| ΠΟ510 | | | | | | | 6.40 | 1.80 | **22** |
| ΠΟ511 | 5.28 | 2.80 | **35** | | | | | | |
| ΠΟ513 | 5.88 | 2.80 | **30** | 6.48 | 2.60 | **29** | 6.60 | 3.00 | **31** |
| ΠΟ514 | | | | | | | 8.00 | 4.20 | **35** |
| ΠΟ515 | | | | 5.12 | 2.28 | **31** | | | |
| ΠΟ518 | | | | 4.88 | 7.28 | **60** | | | |
| ΠΟ519 | | | | 5.44 | 2.40 | **31** | 3.80 | 4.40 | **54** |
| ΠΟ566 | | | | | | | 6.19 | 3.00 | **33** |
| ΠΟ570 | | | | | | | 4.80 | 6.20 | **56** |
| ΠΟ575 | | | | | | | 3.80 | 5.00 | **57** |
| Πηγές Πολιτικών | | | | 4.08 | 0.52 | **11** | 6.60 | 1.00 | **22** |

Η τιμές του δείκτη μαγνησίου (ΜΗ) στο νερό του υδροφόρου ΧΑΛ1 κυμαίνεται από 20 έως 74, του υδροφόρου ΟΦ5 από 14 έως 77 και καρστικού υδροφόρου ΑΣ4 είναι <11. Το νερό των υδροφόρων (ΧΑΛ2 και ΟΦ5 ) είναι επιβλαβές και ακατάλληλο στην άρδευση.

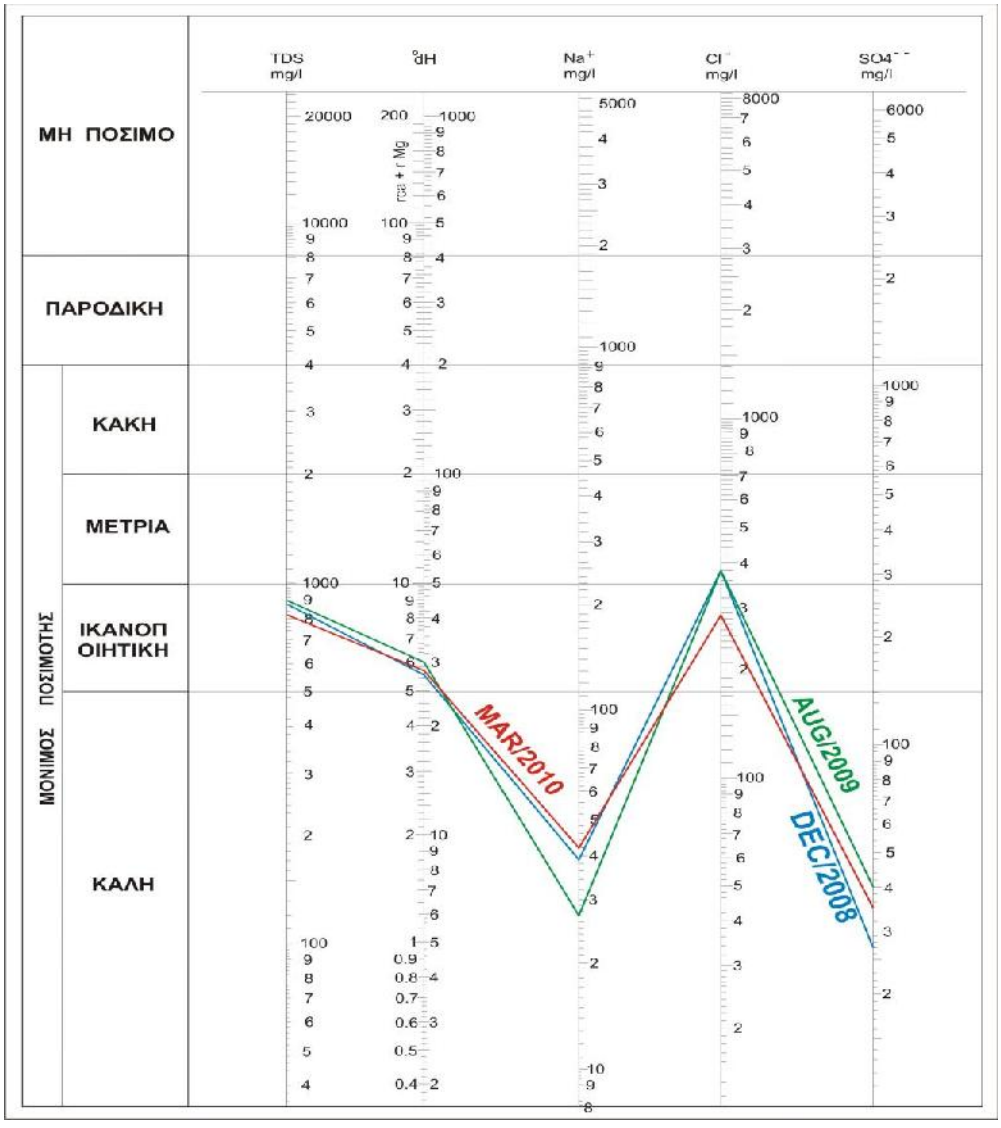
## 11.5. ΠΟΣΙΜΟΤΗΣ ΝΕΡΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ

### *11.5.1. ΠΟΣΙΜΟΤΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΙΔΙΟΤΙΚΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΤΡΙΤΩΝ*

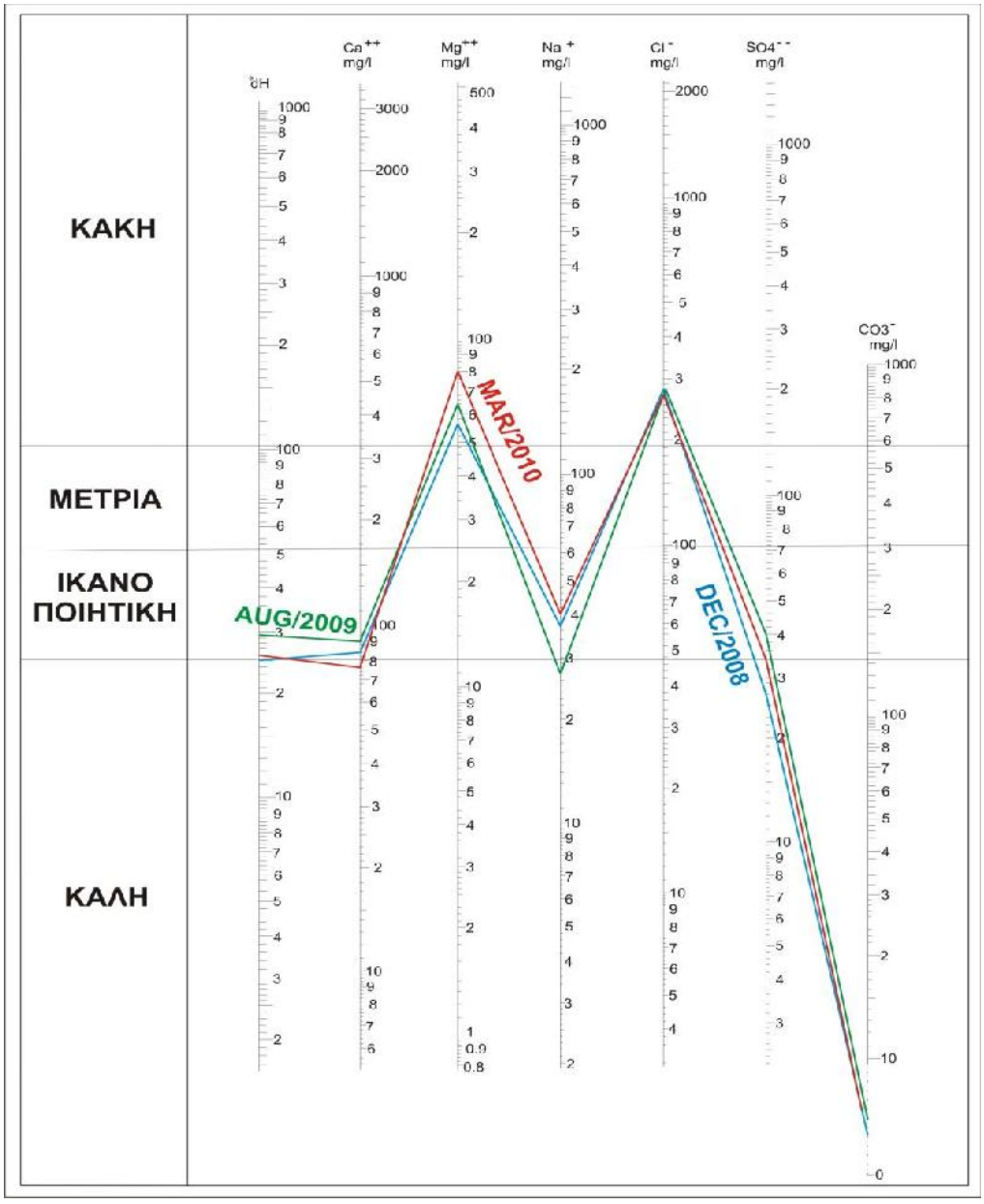
#### 11.5.1.1. Ποσιμότης κατά H. Schoeller / C. Waterlot

*Πίν.11.10: Αποτέλεσμα ανάλυσης νερού γεώτρησης ΠΟ490Γ, του Συγκροτήματος Ιδιωτικών Κατοικιών Τρίτων, περιοχής Καβκάλας – Πολιτικών .*
*Tab.11.10: Results analysis water sample from borehole ΠΟ490Γ supplying the Apartment Houses in Kabkalas – Politica area.*

| Παράμετροι mg/l | TDS | Ca | Mg | Na | Hardness °dH | Cl | SO4 | CO3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ΔΕΚ/2008 | 880 | 84 | 56 | 39 | 25 | 380 | 27 | ND |
| ΑΥΓ/2009 | 900 | 90 | 64 | 27 | 29 | 380 | 40 | ND |
| ΜΑΡ/2010 | 814 | 75 | 80 | 40 | 26 | 270 | 35 | ND |




*Σχ.11.21:Ποσιμότης νερού γεώτρησης (ΠΟ490Γ) του Συγκροτήματος Ιδιωτικών Κατοικιών Τρίτων, περιοχής Καβκάλας – Πολιτικών, κατά Schoeller. Από αποτέλεσμα ειδικής φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (12/2008, 8/2009, 3/2010).*
*Fig.11.21: Drinking of borehole (ΠΟ490Γ ) supplying the Apartments Houses of Kavkalas – Politica according to Schoeller. From the results third hydrochemical tests (MAP/2009).*




*Σχ.11.22:Ποσιμότης νερού γεώτρησης (ΠΟ490Γ ) του Συγκροτήματος Ιδιωτικών Κατοικιών Τρίτων, περιοχής Καβκάλας – Πολιτικών, κατά Waterlot. Από αποτέλεσμα ειδικής φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (12/2008, 8/2009, 3/2010).*
*Fig.11.22: Drinking of borehole (ΠΟ490Γ ) supplying the Apartments Houses of Kavkalas – Politica according to Waterlot. From the results third hydrochemical tests (MAP/2009).*

Η ποσιμότης του νερού της γεώτρησης ΠΟ490Γ είναι *ικανοποιητική έως Μέτρια* κατά Schoeller και *Κακή* κατά Waterlot.

### *11.5.1.2. Ποσιμότης κατά EU – WHO – Εμφιαλομένο νερό*

*Πίν.11.11: Ποσιμότης νερού γεώτρησης (ΠΟ490Γ) του Συγκροτήματος Ιδιωτικών Κατοικιών Τρίτων, περιοχής Καβκάλας – Πολιτικών, ). μέσα στα σταθερότυπα WHO, EU και φυσικό μεταλλικό νερό ΖΑΓΟΡΙ. Από αποτέλεσμα ειδικής φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (12/2008, 8/2009, 3/2010). Α, Αρνητικό. Ø, χωρίς ένδειξη.*
*Tab.11.11: Drinking of the borehole (ΠΟ490Γ) that supply the Apartments Houses of Kabkalas – Politica, comparing with standards of WHO, EU and the mineral water ZAGORI, mg/l. A, Negative. Ø, without indications.*

| Παράμετροι Mg/l | Ποσιμότης νερού γεώτρησης Συγκροτήματος Κατοικιών Τρίτων | | | Drinking Standards | | Εμφιαλομένο φυσικό νερό ΜΑΙ/2009 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | WHO | EU | |
| | Συλλογή ΔΕΚ/2008 | Συλλογή ΑΥΓ/2009 | Συλλογή ΜΑΡ/2010 | 1993 | 1998 | |
| **pH** | 7.6 | 8.3 | 7.7 | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | 990 | 1002 | 985 | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | 880 | 900 | 814 | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **Hardness T.** | 440 | 510 | 470 | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 84 | 90 | 75 | | | 85.3 |
| **Mg** | 56 | 64 | 80 | | | 5.6 |
| **Na** | 39 | 27 | 40 | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 1.7 | 1.9 | 2.0 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0.03 | 0.04 | | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 270 | 300 | 280 | | | 233 |
| **Cl** | 380 | 380 | 270 | **250** | **250** | 3.9 |
| **SO4** | 27 | 40 | 35 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | 21 | 25 | 29 | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | **0.1** | **0.2** | | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** ολικό (ppb) | **71** | **16** | | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | **3** | **5** | | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | **8** | **6** | | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | **0.5** | **3** | | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | | 3.0 | καθόλου | |
| | | | | | | |
| **R** | 1.4 | 1.4 | 1.0 | | | |

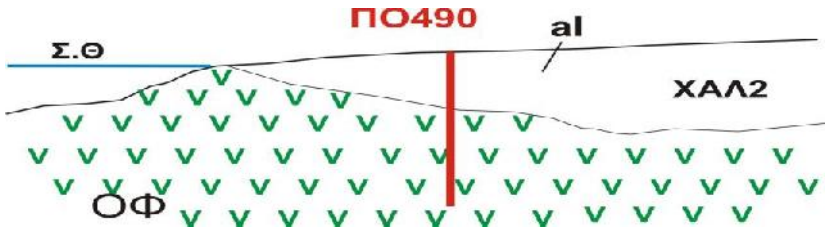
Το νερό της γεώτρησης υπερβαίνει στο σύνολο των αναλύσεων, των χημικών παραμέτρων που εξετάσθηκαν, τις αντίστοιχες του εμφιαλωμένου επιτραπέζιου φυσικού νερού ΖΑΓΟΡΙ που αναλύθηκαν του 5/2009.
Οι χημικές παράμετροι που εξετάσθηκαν έδειξαν ότι το νερό της γεώτρησης ξεπερνούν τα ανώτατα επιτρεπτά όρια ποσιμότης (σταθερότυπα) που ορίζονται για τα Cl.
Το νερό της γεώτρησης είναι γλυκό και πολύ σκληρό .

### *11.5.1.3. Αποκλίσεις των παραμετρικών τιμών ΠΟ490Γ από τις αντίστοιχες του εμφιαλομένου νερού*

**Δείγμα 5/2008**: pH 0.2, ηλεκτρική αγωγιμότητα EC 575 μS/cm, σύνολο διαλυμένων στερεών TDS 680 mg/l, σκληρότητα $CaCO_3$ 207 mg/l, μαγνήσιο Mg 50 mg/l, νάτριο Na 37 mg/l, Κάλιο K 1.1 mg/l, ανθρακικά $HCO_3$ 37 mg/l, χλώριο Cl 376 mg/l, θειϊκά $SO_4$ 20 mg/l και νιτρικά $NO_3$ 19 mg/l.
**Δείγμα 8/2009**: pH 02, ηλεκτρική αγωγιμότητα EC 587 μS/cm, σύνολο διαλυμένων στερεών TDS 700 mg/l, σκληρότητα $CaCO_3$ 277 mg/l, ασβέστιο Ca 5 mg/l, μαγνήσιο Mg 58 mg/l, νάτριο Na 25 mg/l, Κάλιο K 1.3 mg/l, ανθρακικά $HCO_3$ 67 mg/l, χλώριο Cl 376 mg/l, θειϊκά $SO_4$ 35 mg/l και νιτρικά $NO_3$ 13 mg/l.
**Δείγμα 3/2010**: pH 0.3, ηλεκτρική αγωγιμότητα EC 567 μS/cm, σύνολο διαλυμένων στερεών TDS 600 mg/l, σκληρότητα $CaCO_3$ 237 mg/l, μαγνήσιο Mg 74 mg/l, νάτριο Na 38 mg/l, Κάλιο K 1.4mg/l, ανθρακικά $HCO_3$ 47 mg/l, χλώριο Cl 266 mg/l, θειϊκά $SO_4$ 25 mg/l, και νιτρικά $NO_3$ 27 mg/l.
Ιχνοστοιχεία: Το χρώμιο Cr (ολικό) 71 – 16 ppb, νικέλιο Ni 3 – 5 ppb και μαγγάνιο Mn 1 ppb.

### *11.5.2. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ ΣΤΟ ΝΕΡΟ ΤΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ (ΠΟ490Γ) ΥΔΡΕΥΣΗΣ*

Το νερό της γεώτρησης είναι επηρεασμένο από το νερό της θάλασσας όπου απέχει μόλις ≈80μ. από τη θάλασσα. Το νερό της γεώτρησης είναι *ελαφρά ρυπασμένο* (Σχ.11.23).

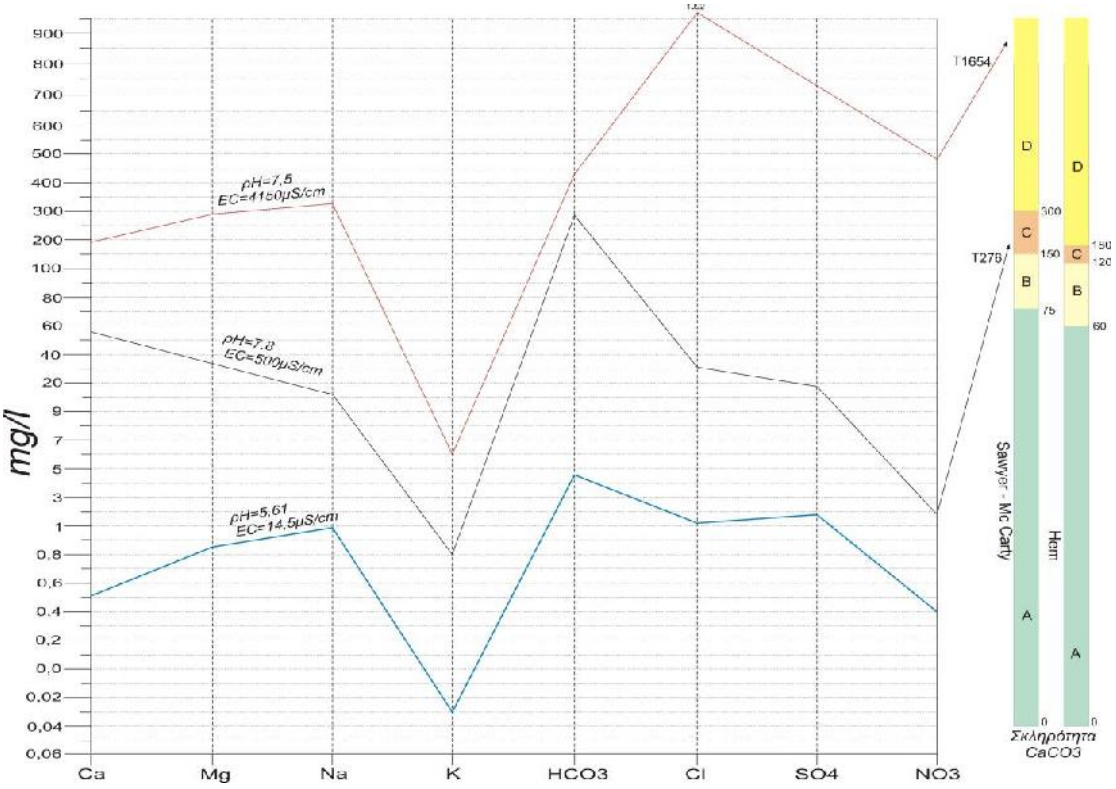



*Σχ.11.23: Σχηματική Υδρογεωλογική τομή γεώτρησης (ΠΟ490Γ) του Συγκροτήματος Ιδιωτικών Κατοικιών Τρίτων. ΟΦ5, διαρρηγμένο οφιολιθικό υδροφόρο. ΧΑΛ2, υδροφόρος χαλαρών ιζημάτων. Απέχει ≈80μ. από την θάλασσα.*
*Fig.11.23: Schematic hydrogeologic section showing the borehole that supply the Apartments Houses only ≈80m from the sea. ΟΦ5, fissured ophiolitic aquifer. ΧΑΛ2, unconsolidated sediments aquifer.*

## 11.6. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΥΠΟΓΕΙΟ ΝΕΡΟ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ

### *11.6.1. ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΑ ΤΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ΤΩΝ ΥΔΡΟΦΟΡΩΝ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ*

Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca στο νερό του χαλαρού υδροφόρου **ΧΑΛ2**, αυξάνει σε σχέση με το νερό της βροχής κατά 56 έως196 mg/l, του μαγνησίου Mg από 32 έως 282 mg/l, του νατρίου Na από 10 έως 344 mg/l, του καλίου K από 0,8 –έως 6 mg/l, των ανθρακικών $HCO_3$ από 287 έως 416 mg/l, του χλωρίου Cl από 33 –έως 1091 mg/l, των θειϊκών $SO_4$ από 16 έως 478 mg/l και των νιτρικών $NO_3$ από 2 έως 44 mg/l.
Η συγκέντρωση της σκληρότητας $CaCO_3$ mg/l στο νερό υδροφόρου ΧΑΛ2 είναι της τάξης (C, D) σκληρό και πολύ σκληρό νερό κατά τους Sawyer – Mac Carty και Hem (Σχ.11.24).




*Σχ.11.24:Υδροχημικές καμπύλες αποτυπώνουν το TDS και την σκληρότητα- ΧΑΛ2. Νερό βροχής (μπλε), δείγμα με χαμηλότερο TDS (μαύρο) και ψηλότερη TDS (κόκκινο).*
*Fig.11.24: Hydrochemical plot of TDS and hardness aquifer ΧΑΛ2. Rain water curve (blue), lower TDS sample (black)and higher TDS sample (red).*

Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca στο νερό του καρστικού υδροφόρου **ΑΣ4**, αυξάνει σε σχέση με το νερό της βροχής κατά 72 έως 82 mg/l, του μαγνησίου Mg από 5 έως 11 mg/l, του νατρίου Na από 13 έως 18 mg/l, του καλίου K από 0,1 έως 8 mg/l, των ανθρακικών $HCO_3$ από 147 έως 236 mg/l, του χλωρίου Cl από 9 έως 28 mg/l, των θειϊκών $SO_4$ από 8 έως 12 mg/l και των νιτρικών $NO_3$ 12 mg/l.
Η συγκέντρωση της σκληρότητας $CaCO_3$ mg/l στο νερό υδροφόρου ΑΣ4 είναι της τάξης (C, D) σκληρό νερό κατά τους Sawyer – Mac Carty και πολύ σκληρό Hem (Σχ.11.25).

*Σχ.00β:Υδροχημικές καμπύλες αποτυπώνουν το TDS και την σκληρότητα- ΑΣ4. Νερό βροχής (μπλε), δείγμα με χαμηλότερο TDS (μαύρο) και ψηλότερη TDS (κόκκινο).*
*Fig.00: Hydrochemical plot of TDS and hardness aquifer ΑΣ4. Rain water curve (blue), lower TDS sample (black)and higher TDS sample (red).*

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

*IIIΠίν.1: Καταγραφή των 111 υδροσημείων στην περιοχή της λεκάνης των Πολιτικών*
*IIITab.1: Records of 111 water positions in the area of Politica basin.*

| Α/Α | Τοποθεσία | Φρέαρ | Κώδιξ. | ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **G P S** | **ΕΓΣΑ `87** |
| | | | | N E h | X Y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Πράσινα | **Γ** | ΠΟ428Γ | 38 34.492 23 35.098 4 | 473734 4269885 |
| 2 | Πράσινα | **Π** | ΠΟ428Β | 38 34.527 23 35.149 5 | 463869 4269991 |
| 3 | Πράσινα | **Π** | ΠΟ429 | 38 34.244 23 36.148 9 | 465314 4269113 |
| 4 | Πράσινα | **Π** | ΠΟ430 | 38 34.565 23 35.232 5 | 464070 4270108 |
| 5 | Πράσινα | **Γ** | ΠΟ431 | | ** |
| 6 | Πράσινα | **Π** | ΠΟ432 | 38 34.620 23 35.221 8 | 464044 4270278 |
| 7 | Λακού | **Π** | ΠΟ433 | 38 34.727 23 35.092 9 | 463734 4270609 |
| 8 | Λακού | **Π+Γ** | ΠΟ434 | | ** |
| 9 | Λακού | **Π** | ΠΟ435 | 38 34.617 23 35.005 9 | 463522 4270271 |
| 10 | Λακού | **Γ** | ΠΟ436 | | ** |
| 11 | Λακού | **Π** | ΠΟ437 | 38 34.563 23 35.016 7 | 463547 4270104 |
| 12 | Λακού | **Π** | ΠΟ437Β | 38 34.563 23 35.053 7 | 463638 4270381 |
| 13 | Λακού | **Γ** | ΠΟ438 | | ** |
| 14 | Πράσινα | **Π** | ΠΟ439 | | ** |
| 15 | Πράσινα | **Π** | ΠΟ440 | 38 34.455 23 35.101 5 | 463751 4269770 |
| 16 | Πράσινα | **Π** | ΠΟ441 | 38 34.421 23 35.156 4 | 463884 4269665 |
| 17 | Πράσινα | **Π** | ΠΟ441Β | 38 34.451 23 35.245 3 | 464100 4269756 |
| 18 | Πράσινα | **Γ** | ΠΟ441Γ | 38 34.421 23 35.156 4 | 463884 4269665 |
| 19 | Πράσινα | **Π** | ΠΟ442 | 38 34.480 23 34.445 4 | 463133 4269850 |
| 20 | Πράσινα | **Π** | ΠΟ443 | 38 34.581 23 34.811 6 | 464020 4270158 |
| 21 | Πράσινα | **Π** | ΠΟ443Β | 38 34.525 23 34.772 6 | 463924 4269985 |
| 22 | Πράσινα | **Π** | ΠΟ444 | 38 34.581 23 34.591 6 | 463487 4270163 |
| 23 | Λακού | **Γ** | ΠΟ445 | | ** |
| 24 | Λακού | **Π** | ΠΟ446 | 38 34.784 34 34.742 11 | 463856 4270784 |
| 25 | Λακού | **Π** | ΠΟ447 | | ** |
| 26 | Πράσινα | **Π** | ΠΟ448 | | ** |
| 27 | Ράχη | **Γ** | ΠΟ449 | | ** |
| 28 | Ράχη | **Γ** | ΠΟ450 | | ** |
| 29 | Ράχη | **Γ** | ΠΟ451 | | ** |
| 30 | Ράχη | **Π** | ΠΟ452 | 38 34.774 23 34.451 9 | 463151 4270756 |
| 31 | Γλαρομύτης | **Π** | ΠΟ453 | | ** |
| 32 | Γλαρομύτης | **Π** | ΠΟ454 | | ** |
| 33 | Γλαρομύτης | **Γ** | ΠΟ455 | | ** |
| 34 | Γλαρομύτης | **Π** | ΠΟ456 | 38 34.496 23 34.257 2 | 462681 4270488 |
| 35 | Γλαρομύτης | **Π** | ΠΟ457 | 38 34.443 23 34.198 3 | 462534 4269739 |
| 36 | Καβκάλας | **Π** | ΠΟ458 | | ** |
| 37 | Καβκάλας | **Π** | ΠΟ459 | 38 34.672 23 34.047 5 | 462172 4270447 |
| 38 | Καβκάλας | **Π** | ΠΟ460 | 38 34.708 23 33.959 4 | 462928 4270554 |
| 39 | Καβκάλας | **Π** | ΠΟ460Β | 38 34.669 23 33.996 4 | 463017 4270433 |
| 40 | Καβκάλας | **Π** | ΠΟ461 | 38 34.788 23 33.794 3 | 462530 4280702 |
| 41 | Καβκάλας | **Π** | ΠΟ462 | 38 34.787 23 33.795 3 | 462532 6270800 |
| 42 | Καβκάλας | **Γ** | ΠΟ463 | | ** |
| 43 | Καβκάλας | **Π** | ΠΟ464 | 38 34.859 23 33.963 4 | 462940 4271019 |
| 44 | Καβκάλας | **Γ** | ΠΟ465 | | ** |
| 45 | Ράχη | **Π** | ΠΟ466 | 38 34.831 23 34.151 8 | 462426 4270936 |
| 46 | Ράχη | **Π** | ΠΟ467 | | ** |
| 47 | Καβκάλας | **Π** | ΠΟ468 | | ** |
| 48 | Ράχη | **Π** | ΠΟ469 | 38 34.738 23 34.135 5 | 462386 4270649 |
| 49 | Ράχη | **Π** | ΠΟ470 | 38 34.756 23 34.201 8 | 462546 4270704 |
| 50 | Ράχη | **Π** | ΠΟ470Β | 38 34.712 23 34.186 8 | 462509 4270568 |
| 51 | Ράχη | **Π** | ΠΟ471 | | ** |
| 52 | Ράχη | **Π** | ΠΟ472 | 38 34.564 23 34.258 6 | 462781 4270112 |
| 53 | Ράχη | **Γ** | ΠΟ473 | | ** |
| 54 | Λακού | **Π** | ΠΟ474 | 38 34.867 23 34.480 13 | 463223 4271037 |
| 55 | Λακού | **Π** | ΠΟ475 | 38 34.869 23 34.564 13 | 463426 4271048 |
| 56 | Βίγλας | **Π** | ΠΟ476 | 38 35.224 23 33.961 12 | 462934 4270912 |
| 57 | Βίγλας | **Π** | ΠΟ477 | 38 35.243 23 33.944 12 | 462893 4270970 |
| 58 | Βίγλας | **Π** | ΠΟ478 | 38 35.275 23 33.924 11 | 462846 4271069 |
| 59 | Βίγλας | **Π** | ΠΟ479 | | ** |
| 60 | Βίγλας | **Π** | ΠΟ480 | 38 35.228 23 33.780 8 | 462496 4270926 |
| 61 | Καναψάς | **Π** | ΠΟ481 | 38 35.420 23 33.623 9 | 462119 4271520 |
| 62 | Καναψάς | **Π** | ΠΟ482 | 38 35.373 23 33.751 9 | 462452 4271373 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 63 | Καναψάς | **Π** | ΠΟ483 | 38 35.430 23 33.564 10 | 461977 4271551 |
| 64 | Καναψάς | **Γ** | ΠΟ484 | | ** |
| 65 | Καναψάς | **Π** | ΠΟ485 | 38 35.314 23 33.365 11 | 461494 4271196 |
| 66 | Σούδης | **Π** | ΠΟ486 | 38 35.165 23 33.422 8 | 461629 4270736 |
| 67 | Σούδης | **Π** | ΠΟ487 | 38 35.099 23 33.691 8 | 462279 4270529 |
| 68 | Σούδης | **Γ** | ΠΟ488 | | ** |
| 69 | Σούδης | **Γ** | ΠΟ488Β | 38 34.961 23 33.676 3 | 462247 4271337 |
| 70 | Σούδης | **Π+Γ** | ΠΟ489 | 38 35.044 23 33.867 7 | 462704 4270358 |
| 71 | Σούδης | **Π** | ΠΟ490 | | ** |
| 72 | Σούδης | **Γ** | ΠΟ490Γ | 38 34.950 23 33.627 3 | 462854 4271300 |
| 73 | Σούδης | **Π** | ΠΟ491 | 38 35.044 23 33.867 2 | 462704 4270358 |
| 74 | Σούδης | **Γ** | ΠΟ492 | 38 34.860 23 33.694 2 | 462289 4271026 |
| 75 | Σούδης | **Π** | ΠΟ493 | | ** |
| 76 | Βίγλας | **Π** | ΠΟ494 | 38 35.010 23 33.935 7 | 462868 4270252 |
| 77 | Καναψάς | **Π** | ΠΟ495 | 38 35.314 23 33.365 7 | 461494 4271196 |
| 78 | Καναψάς | **Γ** | ΠΟ496 | | ** |
| 79 | Καναψάς | **Π** | ΠΟ497 | 38 35.308 23 33.589 7 | 462035 4271178 |
| 80 | Σούδης | **Γ** | ΠΟ498 | | ** |
| 81 | Σούδης | **Π** | ΠΟ499 | 38 35.020 23 33.485 3 | 461780 4270288 |
| 82 | Σούδης | **Γ** | ΠΟ500 | | ** |
| 83 | Αγ. Αποστόλοι | **Π** | ΠΟ501 | 38 35.111 23 33.091 9 | 460828 4270573 |
| 84 | Αγ. Αποστόλοι | **Π** | ΠΟ502 | 38 35.143 23 33.123 9 | 460906 4270672 |
| 85 | Παραλία | **Π** | ΠΟ503 | | ** |
| 86 | Παραλία | **Π** | ΠΟ504 | 38 35.112 23 33.310 7 | 461358 4270574 |
| 87 | Παραλία | **Γ** | ΠΟ505 | | ** |
| 88 | Παραλία | **Π** | ΠΟ506 | 38 35.185 23 32.696 8 | 460840 4270801 |
| 89 | Αγ. Αποστόλοι | **Π** | ΠΟ507 | | ** |
| 90 | Αγ. Αποστόλοι | **Π** | ΠΟ508 | | ** |
| 91 | Αγ. Αποστόλοι | **Π** | ΠΟ509 | | ** |
| 92 | Αγ. Αποστόλοι | **Π** | ΠΟ510 | 38 35.467 23 32.519 18 | 460417 4271673 |
| 93 | Ξηρόλικος | **Π** | ΠΟ511 | 38 35.258 23 32.267 10 | 459804 4271032 |
| 94 | Ξηρόλικος | **Π** | ΠΟ512 | | ** |
| 95 | Ξηρόλικος | **Π** | ΠΟ513 | 38 35.259 23 32.142 11 | 459502 4271036 |
| 96 | Παραλία | **Π** | ΠΟ514 | 38 34.871 23 32.061 9 | 459306 4271074 |
| 97 | Παραλία | **Π+Γ** | ΠΟ515 | | ** |
| 98 | Παραλία | **Π** | ΠΟ516 | 38 34.967 23 32.280 7 | 459837 4271367 |
| 99 | Παραλία | **Π** | ΠΟ517 | 38 34.921 23 32.401 4 | 460129 4271224 |
| 100 | Παραλία | **Π** | ΠΟ518 | 38 34.948 23ω32.821 4 | 461146 4271302 |
| 101 | Παραλία | **Π** | ΠΟ519 | 38 35.378 23 32.298 15 | 459881 4271401 |
| 102 | Λακού | **Π** | ΠΟ550 | 38 34.701 23 34.971 10 | 464408 4270526 |
| 103 | Παραλία | **Π** | ΠΟ559 | 38 35.074 23 33.237 5 | 461180 4270458 |
| 104 | Παραλία | **Π** | ΠΟ566 | 38 35.076 23 32.343 3 | 459985 4270470 |
| 105 | Παραλία | **Π** | ΠΟ568 | 38 34.916 23 32.273 5 | 459820 4271210 |
| 106 | Παραλία | **Π** | ΠΟ570 | 38 34.780 23 32.033 3 | 459237 4270794 |
| 107 | Παραλία | **Γ** | ΠΟ571 | 38 34.448 23 32.063 4 | 456310 4271003 |
| 108 | Παραλία | **Π** | ΠΟ572 | 38 34.880 23 32.301 4 | 459887 4271117 |
| 109 | Ξηρόλικος | **Π** | ΠΟ574 | 38 34.999 23 32.590 6 | 460588 4271462 |
| 110 | Ξηρόλικος | **Π** | ΠΟ575 | 38 35.111 23 32.664 7 | 460762 4270574 |
| 111 | Λακού | **Π+Γ** | ΠΟ602 | 38 34.664 23 34.657 8 | 463648 4270415 |

**Π** = Πηγάδι**, Γ** = Γεώτρηση**, Π+Γ** = Πηγάδι εκβαθυμένο σε γεώτρηση, **ΠΟ** = Πολιτικά
Π = Dug well, Γ = Borehole, Π+Γ, = Dual dug well + borehole, ΠΟ = Politica

*IIIΠίν.2: Περιγραφή των φρεάτων έρευνας στην περιοχή της λεκάνης των Πολιτικών (λιθολογία φρεάτων).*
*IIITab. 2: Records of dug wells in and boreholes Politica study area (lithology of wells)*

| Α/Α | Φρέαρ μέτρησης | **Βάθος** Διάμετρος φρέατος m | Λιθολογία υδροφόρου στρώματος | Α/Α | Φρέαρ μέτρησης | **Βάθος** Διάμετρος φρέατος m | Λιθολογία υδροφόρου στρώματος | Α/Α | Φρέαρ μέτρησης | **Βάθος** Διάμετρος φρέατος m | Λιθολογία υδροφόρου στρώματος |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | ΠΟ428 | **36.00** | Οφιόλιθοι | 2 | ΠΟ428Β | **4.50** | Αμμοχάλικα | 3 | ΠΟ429 | **11.00** 1.85 Δ. | Οφιόλιθοι |
| 4 | ΠΟ430 | **6.26** 1.80 Δ. | Αμμοχάλικα | 5 | ΠΟ431 | **30** | Οφιόλιθοι | 6 | ΠΟ432 | **9.50** | Αμμοχάλικα |
| 7 | ΠΟ433 | **9.50** 1.80 Δ | Αμμοχάλικα | 8 | ΠΟ434 | **13.00** **85.00** | Οφιόλιθοι | 9 | ΠΟ435 | **8.90** | Οφιόλιθοι |
| 10 | ΠΟ436 | **57.00** | Οφιόλιθοι | 11 | ΠΟ437 | **6.00** 1.80 Δ | Αμμοχάλικα | 12 | ΠΟ437Β | **7.60** | Αμμοχάλικα |
| 13 | ΠΟ438 | **57.00** | Οφιόλιθοι | 14 | ΠΟ439 | | Αμμοχάλικα | 15 | ΠΟ440 | **2.50** | Αμμοχάλικα |
| 16 | ΠΟ441 | **3.68** 1.67 Δ | Αμμοχάλικα | 17 | ΠΟ441Β | | Αμμοχάλικα | 18 | ΠΟ441Γ | **37.00** | Οφιόλιθοι |
| 19 | ΠΟ442 | **5.50** 2.00 Δ. | Αμμοχάλικα | 20 | ΠΟ443Β | **6.00** 1.80 Δ. | Αμμοχάλικα | 21 | ΠΟ444 | | Αμμοχάλικα |
| 22 | ΠΟ445 | | Οφιόλιθοι | 23 | ΠΟ446 | **18.00** 2.30Χ1.70 | Οφιόλιθοι | 24 | ΠΟ447 | | Αμμοχάλικα |
| 25 | ΠΟ448 | **5.80** 1.85 Δ. | Αμμοχάλικα | 26 | ΠΟ449 | | Οφιόλιθοι | 27 | ΠΟ450 | **35.00** | Οφιόλιθοι |
| 28 | ΠΟ451 | **30.00** | Οφιόλιθοι | 29 | ΠΟ452 | **12.00** 1.85 Δ. | Αμμοχάλικα | 30 | ΠΟ453 | | Κροκάλες |
| 31 | ΠΟ454 | **5.50** | Αμμοχάλικα | 32 | ΠΟ455 | **30.00** | Οφιόλιθοι | 33 | ΠΟ456 | **2.50** | Κροκάλες |
| 34 | ΠΟ457 | **4.00** | Αμμοχάλικα | 35 | ΠΟ458 | | Κροκάλες | 36 | ΠΟ459 | **6.00** | Αμμοχάλικα 1.84 Δ. |
| 37 | ΠΟ460 | **5.60** | Κροκάλες | 38 | ΠΟ460Β | | Κροκάλες | 39 | ΠΟ461 | **2.50** 1.80 Δ. | Κροκάλες |
| 40 | ΠΟ462 | | Κροκάλες | 41 | ΠΟ463 | **30.00** | Οφιόλιθοι | 42 | ΠΟ464 | **7.50** 1.80 Δ | Κροκάλες |
| 43 | ΠΟ465 | **3.00** | Οφιόλιθοι | 44 | ΠΟ466 | **8.00** | Αμμοχάλικα | 45 | ΠΟ467 | | Αμμοχάλικα |
| 46 | ΠΟ468 | | Κροκάλες | 47 | ΠΟ469 | **6.50** | Αμμοχάλικα | 48 | ΠΟ470 | **8.80** | Αμμοχάλικα |
| 49 | ΠΟ470Β | **7.50** | Αμμοχάλικα | 50 | ΠΟ471 | | Κροκάλες | 51 | ΠΟ472 | **7.00** | Κροκάλες |
| 52 | ΠΟ473 | **60.00** | Οφιόλιθοι | 53 | ΠΟ474 | **18.00** | Αμμοχάλικα | 54 | ΠΟ475 | **18.00** 1.70Χ1.40 | Αμμοχάλικα |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 55 | ΠΟ476 | **10.50**<br>1.80 Δ. | Οφιόλιθοι | 56 | ΠΟ477 | **8.50** | Αμμοχάλικα | 57 | ΠΟ478 | **9.50** | Αμμοχάλικα |
| 58 | ΠΟ479 | | Αμμοχάλικα | 59 | ΠΟ480 | **6.50**<br>1.30 Δ | Αμμοχάλικα | 60 | ΠΟ481 | **8.10**<br>1.70 Δ. | Αμμοχάλικα |
| 61 | ΠΟ482 | **6.40**<br>2.70 Δ. | Αμμοχάλικα | 62 | ΠΟ483 | **13.00**<br>1.20 Δ. | Αμμοχάλικα | 63 | ΠΟ484 | **60.00** | Οφιόλιθοι |
| 64 | ΠΟ485 | **12.00**<br>1.75 Δ. | Αμμοχάλικα | 65 | ΠΟ486 | **5.50**<br>1.80 Δ. | Αμμοχάλικα | 66 | ΠΟ487 | **4.00**<br>1.05 Δ. | Αμμοχάλικα |
| 67 | ΠΟ488 | **35.00** | Οφιόλιθοι | 68 | ΠΟ488Β | **35.00** | Οφιόλιθοι | 69 | ΠΟ489 | **8.50** | Αμμοχάλικα |
| 70 | ΠΟ490 | | Κροκάλες | 71 | ΠΟ490Γ | **25.00** | Οφιόλιθοι | 72 | ΠΟ491 | **2.80**<br>1.74 Δ. | Κροκάλες |
| 73 | ΠΟ492 | **3.00** | Κροκάλες | 74 | ΠΟ493 | | Κροκάλες | 75 | ΠΟ494 | **7.00**<br>1.70 Δ. | Αμμοχάλικα |
| 76 | ΠΟ495 | **6.00**<br>1.70 Δ. | Αμμοχάλικα | 77 | ΠΟ496 | **35.00** | Οφιόλιθοι | 78 | ΠΟ497 | **5.50** | Αμμοχάλικα |
| 79 | ΠΟ498 | | Αμμοχάλικα | 80 | ΠΟ499 | **3.00** | Κροκάλες | 81 | ΠΟ500 | **30.00** | Οφιόλιθοι |
| 82 | ΠΟ501 | **8.00**<br>1.80 Δ. | Αμμοχάλικα | 83 | ΠΟ502 | **8.00** | Αμμοχάλικα | 84 | ΠΟ503 | | Αμμοχάλικα |
| 85 | ΠΟ504 | **7.00**<br>1.80 Δ. | Αμμοχάλικα | 86 | ΠΟ505 | **30.00** | Οφιόλιθοι | 87 | ΠΟ506 | **9.00** | Αμμοχάλικα |
| 88 | ΠΟ507 | **10.00**<br>1.30X1.78 | Αμμοχάλικα | 89 | ΠΟ508 | | Κροκαλοπαγές | 90 | ΠΟ509 | **13.00**<br>1.80 Δ. | Κροκαλοπαγές |
| 91 | ΠΟ510 | **17.00**<br>1.75 Δ. | Οφιόλιθοι | 92 | ΠΟ511 | **7.52**<br>1.75X2.00 | Κροκαλοπαγές | 93 | ΠΟ512 | | Κροκαλοπαγές |
| 94 | ΠΟ513 | **10.00**<br>1.80 Δ. | Κροκαλοπαγές | 95 | ΠΟ514 | **6.70**<br>1.60 Δ. | Κροκαλοπαγές | 96 | ΠΟ515 | **2.80**<br>1.80 Δ. | Κροκαλοπαγές |
| 97 | ΠΟ516 | | Αμμοχάλικα | 98 | ΠΟ517 | | Αμμοχάλικα | 99 | ΠΟ518 | **5.50**<br>1.10 Δ. | Κροκαλοπαγές |
| 100 | ΠΟ519 | | Οφιόλιθοι | 101 | ΠΟ550 | **11.70** | Οφιόλιθοι | 102 | ΠΟ559 | **4.80** | Κροκαλοπαγές |
| 103 | ΠΟ566 | 6.00 | Κροκαλοπαγές | 104 | ΠΟ568 | | Κροκαλοπαγές | 105 | ΠΟ570 | | Κροκαλοπαγές |
| 106 | ΠΟ571 | **2.50** | Κροκαλοπαγές | 107 | ΠΟ572 | | Κροκαλοπαγές | 108 | ΠΟ574 | **3.40** | Κροκαλοπαγές |
| 109 | ΠΟ575 | **7.50** | Κροκαλοπαγές | 110 | ΠΟ602 | | Αμμοχάλικα | | | | |

*IIIΠίν.3: Καταγραφή στάθμης νερού στα πηγάδια και γεωτρήσεις στο υδροφόρο σύστημα στη περιοχή της λεκάνης των Πολιτικών.*

*IIITab.3:measurement, records of dug wells and boreholes (depth, bottom, height and standing water level) for the aquifers in Politica area.*

* = Πυθμένας κάτω από την στάθμη της θάλασσας, ?* = Πυθμένας πιθανόν κάτω από την στάθμη της θάλασσας
= Bottom below the sea level = Bottom probable below the sea leve

| Α/Α | Σημείο μέτρησης | Στάθμη (10/1996) – (4/1997) | | | Στάθμη (10/2007) – (3/2008) | | | Στάθμη (10/2008) – (3/2009) | | | Βάθος Φρέατος m | Υψόμετρο Φρέαρ m | Υψόμετρο Πυθμένας m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Θερινή | Χειμερινή | Άνοδος | Θερινή | Χειμερινή | Άνοδος | Θερινή | Χειμερινή | Άνοδος | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1 | ΠΟ428 | | | | 2.30 | 2.40 | 0.10 | 2.00 | 2.20 | 0.20 | 36.00 | 4.00 | 32.00* |
| 2 | ΠΟ428Β | | | | 1.80 | 2.00 | 0.20 | 1.70 | 1.90 | 0.20 | 4.50 | 4.50 | 0.00 |
| 3 | ΠΟ429 | 4.80 | 4.90 | 0.10 | 3.90 | 4.10 | 0.20 | 3.90 | 4.00 | 0.10 | 12.00 | 9.00 | 1.50* |
| 4 | ΠΟ430 | 2.40 | 2.70 | 0.30 | 1.60 | 1.80 | 0.20 | 1.10 | 1.20 | 0.10 | 6.25 | 5.00 | 1.25* |
| 5 | ΠΟ432 | | | | 3.20 | 3.50 | 0.30 | 2.90 | 3.50 | 0.60 | 9.50 | 8.00 | 1.50* |
| 6 | ΠΟ433 | 4.50 | 4.70 | 0.20 | 4.10 | 4.30 | 0.20 | 4.40 | 4.50 | 0.10 | 9.50 | 9.20 | 0.30* |
| 7 | ΠΟ435 | | | | 4.40 | 4.70 | 0.30 | 4.30 | 4.50 | 0.20 | | 9.20 | |
| 8 | ΠΟ437Β | 3.80 | 4.60 | 0.40 | 3.70 | 4.30 | 0.60 | 4.30 | 4.40 | 0.10 | 7.65 | 7.40 | 0.25* |
| 9 | ΠΟ437 | | | | 4.20 | 4.60 | 0.40 | 4.00 | 4.30 | 0.30 | 5.00 | 7.30 | 2.30 |
| 10 | ΠΟ440 | | | | 3.50 | 3.70 | 0.20 | 3.40 | 3.60 | 0.20 | 2.50 | 4.80 | 2.30 |
| 11 | ΠΟ441 | 1.80 | 2.10 | 0.30 | | | | | | | 3.70 | 4.40 | 0.70 |
| 12 | ΠΟ441Β | | | | 2.10 | 2.30 | 0.20 | 2.00 | 2.10 | 0.10 | | 3.50 | |
| 13 | ΠΟ442 | 1.80 | 2.10 | 0.30 | 1.60 | 1.80 | 0.20 | 1.20 | 1.40 | 0.20 | 6.00 | 3.60 | 1.90* |
| 14 | ΠΟ443 | 1.90 | 2.50 | 0.60 | 2.30 | 2.60 | 0.30 | 2.30 | 2.50 | 0.20 | 5.15 | 6.00 | 0.85 |
| 15 | ΠΟ443Β | | | | 2.60 | 3.00 | 0.40 | 2.50 | 2.80 | 0.30 | 6.00 | 6.00 | 0.00 |
| 16 | ΠΟ444 | | | | 1.80 | 1.90 | 0.10 | 1.60 | 1.80 | 0.20 | | 6.00 | |
| 17 | ΠΟ446 | 1.50 | 1.90 | 0.40 | 1.00 | 1.30 | 0.30 | 0.90 | 1.20 | 0.30 | 18.10 | 11.10 | 7.00* |
| 18 | ΠΟ448 | 0.70 | 1.00 | 0.30 | 0.70 | 0.90 | 0.20 | 0.60 | 0.80 | 0.20 | 5.20 | 3.40 | 1.80* |
| 19 | ΠΟ452 | 0.50 | 0.95 | 0.45 | Στεγανό | Στεγανό | | Στεγανό | Στεγανό | | 12.00 | 10.00 | 2.40* |
| 20 | ΠΟ454 | | | | 0.50 | 0.80 | 0.30 | 0.30 | 0.40 | 0.10 | 5.50 | 4.00 | 1.50* |
| 21 | ΠΟ456 | 0.80 | 0.90 | 0.10 | 0.80 | 0.80 | 0.10 | 0.70 | 0.80 | 0.10 | 2.40 | 2.00 | 0.40* |
| 22 | ΠΟ457 | | | | 0.50 | 0.80 | 0.30 | 0.60 | 0.80 | 0.20 | 4.20 | 3.20 | 1.00* |
| 23 | ΠΟ459 | 1.90 | 2.10 | 0.20 | 0.80 | 1.90 | 0.10 | 1.80 | 2.00 | 0.10 | 6.00 | 5.00 | 1.00* |
| 24 | ΠΟ460 | | | | 1.20 | 1.30 | 0.10 | 0.90 | 1.20 | 0.30 | 5.60 | 4.00 | 1.60* |
| 25 | ΠΟ460Β | | | | 1.40 | 1.70 | 0.30 | 1.20 | 1.50 | 0.30 | | 4.00 | |
| 26 | ΠΟ461 | 0.80 | 1.00 | 0.20 | 0.80 | 0.90 | 0.20 | 0.70 | 0.90 | 0.10 | 2.40 | 3.00 | 0.60 |
| 27 | ΠΟ462 | | | | 1.50 | 1.60 | 0.10 | 1.00 | 1.20 | 0.20 | | 3.00 | |
| 28 | ΠΟ464 | 1.20 | 1.80 | 0.60 | 1.40 | 1.70 | 0.30 | 1.50 | 1.70 | 0.20 | 7.50 | 4.80 | 2.70* |
| 29 | ΠΟ466 | 1.80 | 2.00 | 0.20 | 1.40 | 1.80 | 0.40 | 1.50 | 1.80 | 0.30 | 10.90 | 7.80 | 3.10* |
| 30 | ΠΟ469 | 1.60 | 2.90 | 0.30 | 1.60 | 1.80 | 0.20 | 1.60 | 1.80 | 0.20 | 6.60 | 5.80 | 0.80* |
| 31 | ΠΟ470 | | | | 1.90 | 2.20 | 0.30 | 1.80 | 2.00 | 0.20 | 8.70 | 8.20 | 0.50* |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 32 | ПО470В | | | | 2.70 | 2.90 | 0.20 | 2.30 | 2.90 | 0.60 | | 7.40 | |
| 33 | ПО472 | 1.60 | 1.90 | 0.30 | 1.40 | 1.60 | 0.20 | 1.20 | 1.40 | 0.20 | 7.10 | 7.60 | 0.50 |
| 34 | ПО474 | | | | 2.40 | 2.90 | 0.50 | 1.80 | 2.00 | 0.60 | 18.00 | 13.60 | 4.40* |
| 35 | ПО475 | 1.80 | 2.80 | 1.00 | 2.00 | 2.30 | 0.30 | 2.00 | 2.40 | 0.40 | 17.00 | 13.00 | 4.00* |
| 36 | ПО476 | 5.00 | 5.90 | 0.90 | 3.80 | 4.40 | 0.60 | 3.50 | 4.00 | 0.50 | 10.50 | 12.60 | 2.10 |
| 37 | ПО477 | | | | 5.40 | 5.70 | 0.30 | 5.10 | 5.50 | 0.40 | 8.60 | 12.00 | 3.40 |
| 38 | ПО478 | 4.30 | 5.10 | 0.80 | 4.80 | 4.50 | 0.70 | 4.10 | 4.60 | 0.50 | 9.50 | 11.00 | 1.50 |
| 39 | ПО480 | | | | 4.20 | 4.50 | 0.30 | 3.80 | 4.20 | 0.40 | 6.00 | 9.70 | 3.70 |
| 40 | ПО481 | 6.40 | 6.60 | 0.20 | 5.80 | 6.00 | 0.20 | 5.50 | 5.80 | 0.50 | 8.10 | 11.20 | 3.10 |
| 41 | ПО482 | 4.10 | 4.90 | 0.80 | 3.50 | 4.20 | 0.70 | 3.70 | 4.30 | 0.60 | 7.50 | 9.80 | 2.30 |
| 42 | ПО483 | 5.90 | 6.70 | 0.80 | 5.30 | 5.60 | 0.30 | 4.80 | 5.40 | 0.80 | 13.30 | 11.20 | 2.10* |
| 43 | ПО485 | 5.30 | 6.10 | 0.80 | 5.30 | 6.00 | 0.70 | 4.80 | 5.50 | 0.70 | 12.00 | 11.80 | 0.20* |
| 44 | ПО486 | 4.90 | 5.70 | 0.80 | 3.90 | 4.60 | 0.70 | 3.80 | 4.50 | 0.60 | 5.50 | 8.00 | 2.50 |
| 45 | ПО487 | 4.50 | 5.20 | 0.70 | 4.10 | 4.60 | 0.50 | 4.00 | 4.60 | 0.60 | 4.00 | 8.00 | 4.00 |
| 46 | ПО489 | | | | 3.20 | 3.30 | 0.10 | 3.00 | 3.30 | 0.30 | 8.50 | 7.50 | 1.00* |
| 47 | ПО491 | 0.50 | 0.90 | 0.40 | 0.60 | 0.70 | 0.10 | 0.50 | 0.60 | 0.10 | 1.80 | 1.70 | 0.10* |
| 48 | ПО492 | | | | 0.60 | 0.80 | 0.20 | 0.50 | 0.60 | 0.10 | | 1.80 | |
| 49 | ПО494 | 4.10 | 4.80 | 0.70 | 4.00 | 4.50 | 0.50 | 2.80 | 3.30 | 0.50 | 6.80 | 7.80 | 1.00 |
| 50 | ПО495 | 4.70 | 5.10 | 0.40 | 4.00 | 4.30 | 0.30 | 4.20 | 4.50 | 0.30 | 6.00 | 7.70 | 1.70 |
| 51 | ПО497 | 4.10 | 4.70 | 0.60 | 4.00 | 4.50 | 0.50 | 4.20 | 4.80 | 0.60 | 5.60 | 7.80 | 2.10 |
| 52 | ПО499 | | | | 1.50 | 1.60 | 0.10 | 1.20 | 1.40 | 0.20 | 2.90 | 3.00 | 0.10 |
| 53 | ПО501 | 4.20 | 4.80 | 0.60 | 3.60 | 4.10 | 0.50 | 3.90 | 4.30 | 0.40 | 8.00 | 9.00 | 1.00 |
| 54 | ПО502 | | | | 3.50 | 3.70 | 0.20 | 3.50 | 4.00 | 0.50 | 8.00 | 9.20 | 1.20 |
| 55 | ПО504 | 3.20 | 3.60 | 0.40 | 3.00 | 3.20 | 0.20 | 3.00 | 3.40 | 0.40 | 7.00 | 7.20 | 0.20 |
| 56 | ПО506 | | | | 2.40 | 2.50 | 0.10 | 2.00 | 2.20 | 0.20 | 8.70 | 8.90 | 0.20 |
| 57 | ПО507 | 4.40 | 5.20 | 0.80 | | | | | | | 10.00 | 10.30 | 0.30 |
| 58 | ПО509 | 4.70 | 6.50 | 1.80 | | | | | | | 13.00 | 15.40 | 2.40 |
| 59 | ПО510 | 7.60 | 8.80 | 1.20 | 6.10 | 7.60 | 1.50 | 6.00 | 7.30 | 1.30 | 17.70 | 18.30 | 0.60 |
| 60 | ПО511 | 4.70 | 6.00 | 1.30 | 4.00 | 5.20 | 1.20 | 4.40 | 5.50 | 1.10 | 7.50 | 10.00 | 2.50 |
| 61 | ПО513 | 5.80 | 6.80 | 1.00 | 3.50 | 4.40 | 0.90 | 4.50 | 5.60 | 1.20 | 12.10 | 11.70 | 0.40* |
| 62 | ПО514 | 7.05 | 7.15 | 0.10 | 6.00 | 6.40 | 0.40 | 5.10 | 5.80 | 0.70 | 6.70 | 9.50 | 2.80 |
| 63 | ПО515 | 2.80 | 2.90 | 0.10 | | | | | | | 2.80 | 4.00 | 1.60 |
| 64 | ПО516 | | | | 5.00 | 5.30 | 0.30 | 4.30 | 4.90 | 0.60 | 7.00 | 7.90 | 0.90 |
| 65 | ПО517 | | | | 2.40 | 2.50 | 0.10 | 2.10 | 2.40 | 0.30 | | 4.40 | |
| 66 | ПО518 | 1.60 | 1.80 | 0.20 | 1.40 | 1.50 | 0.10 | 1.30 | 1.50 | 0.20 | 5.50 | 3.80 | 1.70* |
| 67 | ПО519 | | | | 6.20 | 7.20 | 1.00 | 4.80 | 6.00 | 1.20 | 22.00 | 15.80 | 7.00 |
| 68 | ПО550 | | | | 7.50 | 8.30 | 0.80 | 6.70 | 8.00 | 1.30 | 11.70 | 15.00 | 4.10* |
| 69 | ПО559 | | | | 1.90 | 2.30 | 0.20 | 1.70 | 2.00 | 0.30 | 4.80 | 5.00 | 0.20 |
| 70 | ПО566 | | | | 2.90 | 3.20 | 0.30 | 2.50 | 3.00 | 0.50 | 6.00 | 5.00 | 1.00* |
| 71 | ПО568 | | | | 3.10 | 3.20 | 0.10 | 2.90 | 3.10 | 0.30 | 3.00 | 3.50 | 0.50 |
| 72 | ПО570 | | | | 1.80 | 2.00 | 0.20 | 1.60 | 1.90 | 0.30 | 4.00 | 3.20 | 1.00* |
| 73 | ПО571 | | | | 2.50 | 2.70 | 0.20 | 2.30 | 2.60 | 0.30 | 4.00 | 3.50 | 0.50* |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 74 | ПО572 | | | | 2.40 | 2.40 | 0.00 | 2.30 | 2.50 | 0.30 | | 3.60 | |
| 75 | ПО574 | | | | 4.20 | 4.40 | 0.20 | 3.70 | 4.30 | 0.60 | 3.30 | 6.00 | 2.70 |
| 76 | ПО575 | | | | 2.20 | 2.50 | 0.30 | 1.80 | 2.20 | 0.40 | 7.60 | 7.30 | 0.60* |
| 77 | ПО602 | | | | 2.60 | 3.00 | 0.40 | 3.40 | 3.90 | 0.50 | 9.50 | 10.20 | 0.70 |

***III****Πίν.4: Περιοχή της λεκάνης των Πολιτικών. Αποτελέσματα επιτόπιων φυσικοχημικών παραμέτρων των δειγμάτων που συλλέχθηκαν την διάρκεια της πρώτης δειγματοληψίας (10 -21/10/1998).*

***III****Tab.4: Physicochemical results of analysis samples conducted on the field which selected during the first hydrochemical test (10-21/10/1998) from Politica area.*

| Α/Α | Τρόπος συλλογής νερού | Κωδικός δείγματος νερού **Υδροφόρος** | Θερμοκρασία **°C** | | pH | Eh mV vollt | Salinity dS/m | EC μMhos/cm | TDS ppm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Νερού | Αέρα | | | | | |
| 1 | Αντλία | ΠΟ441**ΧΑΛ2** | 18.0 | 21.5 | 7.1 | NT | 2.3 | 3630 | 2515 |
| 2 | Αντλία | ΠΟ450**ΟΦ5** | 17.0 | 22.0 | 7.4 | NT | 1.5 | 2400 | 1640 |
| 3 | Αντλία | ΠΟ457**ΧΑΛ2** | 17.5 | 21.5 | 7.5 | NT | 0.5 | 840 | 760 |
| 4 | Αντλία | ΠΟ472**ΧΑΛ2** | 18.0 | 22.0 | 7.5 | NT | 1.4 | 2300 | 1647 |
| 5 | Αντλία | ΠΟ480**ΧΑΛ2** | 17.5 | 23.0 | 7.5 | NT | 0.9 | 1600 | 1345 |
| 6 | Αντλία | ΠΟ489**ΧΑΛ2** | 17.0 | 22.5 | 7.5 | NT | 0.4 | 770 | 665 |
| 7 | Αντλία | ΠΟ492**ΧΑΛ2** | 18.0 | 22.0 | 7.5 | NT | 0.6 | 1090 | 874 |
| 8 | Αντλία | ΠΟ496**ΟΦ5** | 17.5 | 22.5 | 7.6 | NT | 0.6 | 1030 | 870 |
| 9 | Αντλία | ΠΟ504**ΧΑΛ2** | 16.0 | 22.5 | 7.9 | NT | 0.3 | 500 | 444 |
| 10 | Αντλία | ΠΟ511**ΧΑΛ2** | 17.5 | 23.5 | 7.6 | NT | 0.4 | 760 | 673 |
| 11 | Αντλία | ΠΟ513**ΧΑΛ2** | 17.5 | 22.5 | 7.7 | NT | 0.5 | 880 | 753 |

***III****Πίν.5: Περιοχή της λεκάνης των Πολιτικών. Αποτελέσματα επιτόπιων φυσικοχημικών παραμέτρων των δειγμάτων που συλλέχθηκαν την διάρκεια της δεύτερης δειγματοληψίας (7/3/1999 – 5/5/1999).*

***III****Tab.5: Physicochemical results of analysis samples conducted on the field which selected during the second hydrochemical test (7/3/1999 – 5/5/1999) from Politica area.*

| Α/Α | Τρόπος συλλογής νερού | Κωδικός δείγματος νερού **Υδροφόρος** | Θερμοκρασία **°C** | | pH | Eh mV vollt | Salinity dS/m | EC μMhos/cm | TDS ppm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Νερού | Αέρα | | | | | |
| 1 | Δειγματολήπτης | ΠΟ429**ΑΣ3** | 21.0 | 13.5 | 7.5 | NT | 0.9 | 1540 | 1189 |
| 2 | Δειγματολήπτης | ΠΟ430**ΧΑΛ2** | 21.0 | 16.0 | 8.0 | NT | 0.9 | 1510 | 1129 |
| 3 | Δειγματολήπτης | ΠΟ433**ΧΑΛ2** | 22.0 | 13.5 | 7.6 | NT | 0.9 | 1470 | 1311 |
| 4 | Δειγματολήπτης | ΠΟ437**ΧΑΛ2** | 22.0 | 15.0 | 7.8 | NT | 1.2 | 2200 | 1734 |
| 5 | Δειγματολήπτης | ΠΟ441**ΧΑΛ2** | 14.5 | 14.5 | 7.4 | NT | 2.1 | 3280 | 2305 |
| 6 | Δειγματολήπτης | ΠΟ442**ΧΑΛ2** | 15.0 | 14.5 | 7.6 | NT | 1.0 | 1720 | 1408 |
| 7 | Δειγματολήπτης | ΠΟ446**ΟΦ5** | 18.0 | 15.0 | 7.5 | NT | 0.6 | 1020 | 911 |
| 8 | Δειγματολήπτης | ΠΟ448**ΧΑΛ2** | 15.0 | 15.0 | 7.5 | NT | 1.3 | 2120 | 1471 |
| 9 | Αντλία | ΠΟ452**ΧΑΛ2** | 17.0 | 17.0 | 7.5 | NT | 0.8 | 1360 | 1088 |
| 10 | Αντλία | ΠΟ454**ΧΑΛ2** | 15.0 | 16.5 | 7.5 | NT | 1.9 | 3000 | 1929 |
| 11 | Δειγματολήπτης | ΠΟ456**ΧΑΛ2** | 15.0 | 12.0 | 7.5 | NT | 0.8 | 4150 | 2868 |
| 12 | Δειγματολήπτης | ΠΟ459**ΧΑΛ2** | 16.0 | 15.0 | 7.8 | NT | 0.4 | 710 | 602 |
| 13 | Δειγματολήπτης | ΠΟ461**ΧΑΛ2** | 16.0 | 14.5 | 7.6 | NT | 0.5 | 920 | 798 |
| 14 | Δειγματολήπτης | ΠΟ466**ΧΑΛ2** | 16.0 | 15.0 | 7.2 | NT | 0.4 | 695 | 623 |
| 15 | Δειγματολήπτης | ΠΟ470**ΧΑΛ2** | 18.0 | 14.0 | 8.1 | NT | 0.5 | 940 | 791 |
| 16 | Δειγματολήπτης | ΠΟ474**ΟΦ5** | 16.0 | 15.0 | 7.5 | NT | 0.4 | 880 | 814 |
| 17 | Δειγματολήπτης | ΠΟ476**ΟΦ5** | 22.0 | 13.5 | 8.1 | NT | 0.4 | 870 | 596 |
| 18 | Δειγματολήπτης | ΠΟ478**ΧΑΛ2** | 22.0 | 14.5 | 7.4 | NT | 0.7 | 1150 | 949 |
| 19 | Δειγματολήπτης | ΠΟ481**ΧΑΛ2** | 22.0 | 16.0 | 7.2 | NT | 0.6 | 1000 | 836 |
| 20 | Δειγματολήπτης | ΠΟ486**ΧΑΛ2** | 18.5 | 13.5 | 7.8 | NT | 0.6 | 1000 | 922 |
| 21 | Δειγματολήπτης | ΠΟ489**ΧΑΛ2** | 22.0 | 14.5 | 7.6 | NT | 0.3 | 660 | 605 |
| 22 | Δειγματολήπτης | ΠΟ497**ΧΑΛ2** | 18.0 | 13.0 | 7.8 | NT | 0.9 | 1510 | 1288 |
| 23 | Δειγματολήπτης | ΠΟ501**ΧΑΛ2** | 18.0 | 13.5 | 7.6 | NT | 0.4 | 700 | 628 |
| 24 | Δειγματολήπτης | ΠΟ504**ΧΑΛ2** | 18.0 | 13.0 | 7.7 | NT | 0.3 | 530 | 481 |
| 25 | Δειγματολήπτης | ΠΟ507**ΧΑΛ2** | 18.0 | 15.0 | 7.3 | NT | 0.5 | 845 | 687 |
| 26 | Δειγματολήπτης | ΠΟ509**ΧΑΛ2** | 18.0 | 15.0 | 7.3 | NT | 0.4 | 800 | 664 |
| 27 | Δειγματολήπτης | ΠΟ513**ΧΑΛ2** | 20.0 | 15.5 | 7.3 | NT | 0.5 | 970 | 893 |
| 28 | Δειγματολήπτης | ΠΟ515**ΧΑΛ2** | 21.0 | 13.5 | 7.7 | NT | 0.4 | 780 | 642 |
| 29 | Δειγματολήπτης | ΠΟ518**ΧΑΛ2** | 20.0 | 13.0 | 7.5 | NT | 0.7 | 1230 | 1009 |
| 30 | Δειγματολήπτης | ΠΟ519**ΟΦ5** | 20.0 | 15.5 | 7.8 | NT | 0.4 | 800 | 672 |
| 31 | Φυσική ροή | Πηγές **ΑΣ4** | 24.0 | 15.0 | 7.9 | -46 | 0.3 | 460 | 398 |

***III****Πίν.6: Αποτελέσματα επιτόπιων φυσικοχημικών παραμέτρων των δειγμάτων που συλλέχθηκαν την διάρκεια 3ης δειγματοληψίας (22/1/2009 – 5/3/2009).*

***III****Tab.6: Physicochemical results of analysis samples conducted on the field which selected during the third hydrochemical test (22/1/2009 – 5/3/2009)..*

| Α/Α | Κωδικός δείγματος νερού **Υδροφόρος** | Τρόπος συλλογής νερού | Θερμοκρασία **°C** | | pH | Eh mV volt | Salinity dS/m | EC μS/cm | TDS mg/l |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Νερού | Αέρα | | | | | |
| 1 | ΠΟ428Β**ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 15.9 | 26.0 | 8.0 | -48 | 1.2 | 2080 | 1333 |

| 2 | ΠΟ429**ΑΣ3** | Δειγματολήπτης | 17.0 | 25.5 | 7.9 | -46 | 0.9 | 1540 | 985 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | ΠΟ432 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 17.4 | 24.5 | 7.4 | -23 | 1.2 | 1950 | 1253 |
| 4 | ΠΟ433 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 17.0 | 26.0 | 7.4 | -23 | 1.1 | 1800 | 1153 |
| 5 | ΠΟ435**ΟΦ5** | Δειγματολήπτης | 17.8 | 26.0 | 7.3 | -16 | 1.5 | 2440 | 1563 |
| 6 | ΠΟ437 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 17.5 | 27.0 | 7.7 | -41 | 1.9 | 3070 | 1156 |
| 7 | ΠΟ437Γ**ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 18.0 | 25.0 | 7.9 | -46 | 2.0 | 3150 | 1658 |
| 8 | ΠΟ440 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 16.0 | 26.0 | 8.1 | -55 | 2.6 | 4870 | 3123 |
| 9 | ΠΟ441Γ**ΟΦ5** | Δειγματολήπτης | 17.0 | 23.5 | 7.5 | -30 | 2.0 | 3260 | 2093 |
| 10 | ΠΟ442 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 16.5 | 20.5 | 7.7 | -41 | 1.6 | 2570 | 1643 |
| 11 | ΠΟ443Β**ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 16.0 | 20.0 | 7.6 | -32 | 1.3 | 2090 | 967 |
| 12 | ΠΟ444 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 17.0 | 24.0 | 8.1 | -55 | 0.9 | 1580 | 1193 |
| 13 | ΠΟ446**ΟΦ5** | Δειγματολήπτης | 17.0 | 23.0 | 7.4 | -23 | 0.8 | 1380 | 883 |
| 14 | ΠΟ448 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 17.0 | 22.0 | 7.4 | -23 | 1.6 | 2670 | 1713 |
| 15 | ΠΟ452Β**ΧΑΛ2** | Αντλία | 16.0 | 20.5 | 7.5 | -30 | 0.8 | 1348 | 1079 |
| 16 | ΠΟ454 **ΧΑΛ2** | Αντλία | 18.0 | 23.0 | 7.6 | -33 | 1.8 | 2870 | 1843 |
| 17 | ΠΟ456 **ΧΑΛ2** | Αντλία | 16.5 | 22.5 | 7.9 | -46 | 2.1 | 3280 | 2103 |
| 18 | ΠΟ457 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 18.0 | 22.5 | 7.5 | -30 | 1.7 | 2690 | 2433 |
| 19 | ΠΟ459 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 17.0 | 23.5 | 7.6 | -32 | 0.5 | 960 | 960 |
| 20 | ΠΟ460 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 17.5 | 23.0 | 7.6 | -32 | 0.5 | 870 | 499 |
| 21 | ΠΟ461 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 16.5 | 20.0 | 7.3 | -16 | 0.6 | 1058 | 917 |
| 22 | ΠΟ464 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 17.0 | 26.0 | 7.6 | -32 | 0.4 | 710 | 454 |
| 23 | ΠΟ466 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 17.5 | 25.0 | 7.6 | -32 | 0.4 | 695 | 623 |
| 24 | ΠΟ469 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 16.0 | 25.5 | 7.8 | -44 | 0.6 | 1030 | 659 |
| 25 | ΠΟ470 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 16.0 | 25.0 | 7.6 | -32 | 0.6 | 1050 | 879 |
| 26 | ΠΟ472 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 18.0 | 23.0 | 7.5 | -30 | 1.2 | 2070 | 1482 |
| 27 | ΠΟ474 **ΧΑΛ2** | Αντλία | 17.0 | 22.5 | 7.4 | -23 | 1.0 | 1650 | 1414 |
| 28 | ΠΟ476**ΟΦ5** | Δειγματολήπτης | 16.5 | 24.0 | 7.6 | -32 | 1.0 | 1760 | 1205 |
| 29 | ΠΟ477 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 16.0 | 23.0 | 7.7 | -41 | 1.0 | 1680 | 1073 |
| 30 | ΠΟ478 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 24.0 | 7.8 | -45 | 0.7 | 1270 | 813 |
| 31 | ΠΟ480 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 16.0 | 23.5 | 7.8 | -46 | 2.3 | 3580 | 2293 |
| 32 | ΠΟ481 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 16.0 | 24.0 | 7.5 | -30 | 0.7 | 1220 | 1020 |
| 33 | ΠΟ483 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 17.5 | 23.5 | 7.6 | -32 | 0.6 | 1110 | 710 |
| 34 | ΠΟ485 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 16.5 | 22.0 | 7.7 | -41 | 0.6 | 1020 | 653 |
| 35 | ΠΟ486 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 23.0 | 8.2 | -61 | 0.6 | 1020 | 653 |
| 36 | ΠΟ488Β**ΟΦ5** | Αντλία | 18.0 | 24.5 | 7.6 | -32 | 0.6 | 1020 | 1003 |
| 37 | ΠΟ490Γ**ΟΦ5** | Αντλία | 16.5 | 26.0 | 7.6 | -32 | 0.5 | 920 | 880 |
| 38 | ΠΟ489 **ΧΑΛ2** | Αντλία | 16.0 | 25.5 | 7.7 | -41 | 0.6 | 1080 | 819 |
| 39 | ΠΟ491 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 18.5 | 26.0 | 7.8 | -45 | 0.6 | 1100 | 709 |
| 40 | ΠΟ494 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 17.0 | 25.0 | 7.6 | -32 | 0.4 | 760 | 710 |
| 41 | ΠΟ495 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 17.0 | 24.5 | 7.7 | -41 | 1.0 | 1680 | 1457 |
| 42 | ΠΟ497 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 17.5 | 23.0 | 8.0 | -49 | 0.7 | 1290 | 825 |
| 43 | ΠΟ499 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 18.0 | 24.0 | 7.8 | -46 | 0.6 | 990 | 978 |
| 44 | ΠΟ501 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 17.0 | 23.0 | 7.7 | -41 | 0.4 | 710 | 454 |
| 45 | ΠΟ502 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 15.0 | 24.0 | 7.8 | -45 | 0.4 | 710 | 454 |
| 46 | ΠΟ504 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 16.0 | 24.0 | 7.6 | -31 | 0.3 | 620 | 397 |
| 47 | ΠΟ506 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 17.0 | 23.5 | 7.7 | -41 | 0.5 | 930 | 595 |
| 48 | ΠΟ510 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 17.0 | 24.0 | 7.5 | -30 | 0.5 | 850 | 779 |
| 49 | ΠΟ511 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 16.5 | 25.5 | 7.7 | -41 | 0.4 | 786 | 503 |
| 50 | ΠΟ513 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 16.0 | 23.5 | 7.7 | -41 | 1.5 | 890 | 760 |
| 51 | ΠΟ514 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 16.0 | 24.5 | 7.8 | -45 | 1.6 | 1300 | 1121 |
| 52 | ΠΟ517 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 16.5 | 24.5 | 7.8 | -45 | 0.5 | 841 | 538 |
| 53 | ΠΟ518 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 19.5 | 23.5 | 7.4 | -23 | 0.7 | 1190 | 761 |
| 54 | ΠΟ519 **ΟΦ5** | Δειγματολήπτης | 19.0 | 24.5 | 8.0 | -49 | 0.5 | 870 | 819 |
| 55 | ΠΟ550 **ΟΦ5** | Δειγματολήπτης | 17.0 | 22.5 | 7.4 | -23 | 1.6 | 2600 | 1663 |
| 56 | ΠΟ559 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 15.5 | 22.5 | 7.8 | -45 | 0.3 | 530 | 339 |
| 57 | ΠΟ566 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 16.5 | 22.0 | 8.1 | -56 | 0.5 | 930 | 839 |
| 58 | ΠΟ568 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 16.5 | 20.0 | 7.6 | -32 | 0.4 | 748 | 479 |
| 59 | ΠΟ570 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 16.5 | 20.0 | 7.7 | -41 | 0.6 | 990 | 670 |
| 60 | ΠΟ574 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 17.0 | 20.0 | 7.6 | -32 | 0.6 | 1060 | 678 |
| 61 | ΠΟ575 **ΧΑΛ2** | Δειγματολήπτης | 17.0 | 24.0 | 7.7 | -41 | 0.5 | 860 | 670 |

***III****Πίν.7: Φυσικοχημικές παράμετροι και χημικές αναλύσεις νερού βροχής από περιοχή των Πολιτικών (31/11/2008).*
***III****Tab.7: The physical and chemical analysis of the rain water collected from Politica area (31/12/2008).*

| pH | μS/cm | TDS | $Ca^{2+}$ | $Mg^{2+}$ | $Na^{+}$ | $K^{+}$ | $HCO_3^{-}$ | $Cl^{-}$ | $SO_4^{2-}$ | $NO_3$ | $NO_2$ | $NH^{+}_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5.61 | 14.5 | 9.25 | 0.53 | 0.85 | 0.95 | 0.03 | 3.50 | 1.22 | 1.76 | 0.41 | 0.01 | 0.0 |

*IIIΠίν.8: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων υπόγειου νερού από περιοχή της λεκάνης των Πολιτικών, που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια της πρώτης δειγματοληψίας (10 – 21/10/ 1998). Οι χημικές αναλύσεις έγιναν στο εργαστήριο υδροχημείας του ΙΓΜΕ,( ND, Δεν ανιχνεύτηε).*

*IIITab.8. Result chemical analysis of groundwater samples selected from Politica area during the first hydrochemical test (10-21/10/1998). The analysis conducted at the hydrochemical laboratory of IGME, ( ND, Not detected).*

| A/A | Κωδικός δείγματος & Χρήση νερού | ΧΙΛΙΟΣΤΟΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΣΤΟ ΛΙΤΡΟ (meq/L) ΜΟΡΙΑΚΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑ ΒΑΡΟΣ (ppm) | | | | | | | | | | | Σκληρότητα CaCO3 | | | Δείκτες μόλυνσης | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ca | Mg | Na | K | Σύνολο Κατιόντων | Σύνολο Ανιόντων | CO3 | HCO3 | Cl | SO4 | NO3 | Παροδική | Μόνιμη | Ολική | NO2 | NH4 |
| 1 | ΠΟ441 | 7.48 | 9.16 | 23.75 | 0.50 | 40.89 | 40.88 | ND | 6.06 | 29.15 | 4.75 | 0.29 | 303 | 529 | 832 | 0.08 | 0.02 |
| | Άρδευση/ζώα | 149.90 | 111.39 | 546.01 | 19.55 | | | | 369.78 | 1033.37 | 228.14 | 57.04 | | | | | |
| 2 | ΠΟ450 | 7.32 | 9.40 | 10.20 | 0.14 | 27.06 | 27.11 | ND | 5.76 | 19.25 | 1.82 | 0.28 | 288 | 548 | 836 | ND | 0.01 |
| | Άρδευση | 146.69 | 114.30 | 234.50 | 5.47 | | | | 351.48 | 682.42 | 87.41 | 17.36 | | | | | |
| 3 | Π457 | 4.00 | 5.24 | 1.34 | 0.03 | 10.61 | 10.50 | ND | 6.98 | 1.80 | 0.87 | 0.85 | 349 | 133 | 462 | ND | 0.01 |
| | Άρδευση | 8016 | 63.72 | 30.81 | 1.17 | | | | 425.92 | 63.81 | 41.79 | 52.70 | | | | | |
| 4 | ΠΟ472 | 6.96 | 11.16 | 8.80 | 0.15 | 27.07 | 26.92 | ND | 6.00 | 17.50 | 2.50 | 0.92 | 300 | 606 | 906 | ND | 0.02 |
| | Άρδευση | 139.48 | 135.71 | 202.31 | 5.87 | | | | 366.12 | 620.38 | 120.08 | 57.04 | | | | | |
| 5 | ΠΟ480 | 4.16 | 10.20 | 5.63 | 0.07 | 20.06 | 20.16 | ND | 8.30 | 7.00 | 3.50 | 1.34 | 415 | 303 | 718 | 0.07 | 0.02 |
| | Άρδευση | 83.37 | 124.03 | 129.43 | 2.74 | | | | 506.47 | 248.15 | 168.11 | 83.08 | | | | | |
| 6 | ΠΟ489 | 3.28 | 4.56 | 0.2 | 0.12 | 9.16 | 9.22 | ND | 6.82 | 1.65 | 0.68 | 0.07 | 341 | 51 | 392 | 0.08 | 0.01 |
| | Άρδευση | 65.45 | 55.45 | 4.70 | 4.70 | | | | 416.16 | 58.49 | 32.66 | 4.34 | | | | | |
| 7 | ΠΟ492 | 3.36 | 6.04 | 3.35 | 0.21 | 12.96 | 12.90 | ND | 6.90 | 5.10 | 0.76 | 0.14 | 345 | 125 | 470 | 0.12 | 0.01 |
| | Άρδευση | 167.33 | 74.45 | 77.02 | 8.21 | | | | 421.04 | 180.80 | 36.50 | 8.68 | | | | | |
| 8 | ΠΟ496 | 5.80 | 4.36 | 2.25 | 0.04 | 12.45 | 12.45 | ND | 6.14 | 13.55 | 1.70 | 1.06 | 307 | 201 | 508 | 0.12 | 0.02 |
| | Άρδευση | 116.23 | 53.02 | 51.73 | 1.56 | | | | 374.66 | 125.85 | 81.65 | 65.72 | | | | | |
| 9 | ΠΟ504 | 2.80 | 2.72 | 0.48 | 0.02 | 6.02 | 6.10 | ND | 4..76 | 0.95 | 0.36 | 0.03 | 238 | 38 | 276 | ND | 0.01 |
| | Άρδευση | 56.11 | 33.08 | 11.04 | 0.78 | | | | 290.46 | 33.68 | 17.29 | 1.86 | | | | | |
| 10 | ΠΟ511 | 5.28 | 2.80 | 1.44 | 0.05 | 9.17 | 9.23 | ND | 5.60 | 2.00 | 0.78 | 0.85 | 280 | 104 | 384 | ND | 0.01 |
| | Άρδευση | 105.81 | 29.18 | 33.11 | 1.96 | | | | 341.70 | 70.90 | 37.46 | 52.70 | | | | | |
| 11 | ΠΟ513 | 5.88 | 2.40 | 2.00 | 0.03 | 10.31 | 10.42 | ND | 5.76 | 2.50 | 1.10 | 1.06 | 288 | 126 | 414 | 0.09 | 0.02 |
| | Άρδευση | 117.84 | 29.18 | 45.98 | 1.17 | | | | 351.48 | 88.63 | 52.83 | 65.72 | | | | | |

*IIIΠίν.9: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού της περιοχής της λεκάνης των Πολιτικών, που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια της δεύτερης δειγματοληψίας (7/3/1999 – 5/5/1999). Οι χημικές αναλύσεις έγιναν στο εργαστήριο υδροχημείας του ΙΓΜΕ, ( ND, Δεν ανιχνεύτηε).*

*IIITab.9. Result chemical analysis of groundwater samples selected from Politica area during the second hydrochemical test (7/3//1999 – 5/5/1999). The analysis conducted at the hydrochemical laboratory of IGME, ( ND, Not detected).*

| Α/Α | Κωδικός δείγματος | ΧΙΛΙΟΣΤΟΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΣΤΟ ΛΙΤΡΟ (meq/L) ΜΟΡΙΑΚΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑ ΒΑΡΟΣ (ppm) | | | | | | | | | | | Σκληρότητα CaCO3 | | | Δείκτες μόλυνσης | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Χρήση νερού | Ca | Mg | Na | K | Σύνολο Κατιόντων | Σύνολο Ανιόντων | CO3 | HCO3 | Cl | SO4 | NO3 | Παροδική | Μόνιμη | Ολική | NO2 | NH4 |
| 1 | ΑΡ429 | 7.04 | 7.24 | 3.76 | 0.01 | 13.13 | 13.01 | ND | 8.56 | 2.45 | 1.22 | 0.78 | 428 | 158 | 586 | 0.09 | 0.03 |
| | Άρδευση | 141.08 | 88.04 | 86.48 | 0.39 | | | | 522.16 | 86.88 | 58.60 | 48.37 | | | | | |
| 2 | ΑΡ430 | 4.40 | 7.92 | 4.40 | 0.02 | 16.74 | 16.88 | ND | 7.44 | 5.30 | 4.00 | 0.36 | 220 | 396 | 616 | 0.02 | 0.01 |
| | Άρδευση | 88.18 | 96.31 | 101.20 | 0.78 | | | | 440.42 | 187.94 | 192.12 | 22.32 | | | | | |
| 3 | ΑΡ433 | 4.40 | 0.72 | 4.40 | 0.05 | 18.57 | 18.49 | ND | 11.32 | 3.80 | 2.38 | 0.99 | 220 | 486 | 706 | 0.04 | 0.01 |
| | Άρδευση | 88.18 | 118.20 | 101.20 | 1.96 | | | | 690.52 | 134.75 | 114.31 | 61.39 | | | | | |
| 4 | ΑΡ437 | 5.60 | 15.72 | 4.80 | 0.01 | 26.13 | 26.06 | ND | 7.24 | 8.40 | 4.74 | 5.66 | 280 | 786 | 1066 | 0.14 | 0.02 |
| | Άρδευση | 112.22 | 191.16 | 110.40 | 0.39 | | | | 441.64 | 297.66 | 227.66 | 352.22 | | | | | |
| 5 | ΑΡ441 | 7.68 | 6.08 | 23.00 | 0.50 | 37.26 | 27.30 | ND | 5.90 | 27.75 | 3.03 | 0.63 | 295 | 393 | 688 | 0.02 | 0.01 |
| | Άρδευ/ ζών | 153.91 | 73.93 | 529.00 | 12.55 | | | | 359.90 | 984.02 | 145.05 | 39.07 | | | | | |
| 6 | ΑΡ442 | 5.20 | 11.28 | 4.20 | 0.07 | 20.75 | 20.65 | ND | 7.28 | 4.40 | 6.37 | 2.60 | 364 | 460 | 824 | 0.01 | 0.01 |
| | Άρδευση | 104.21 | 137.16 | 96.60 | 2.74 | | | | 444.08 | 156.02 | 305.95 | 161.23 | | | | | |
| 7 | ΑΡ446 | 4.16 | 6.04 | 2.20 | 0.08 | 12.48 | 12.49 | ND | 9.08 | 2.35 | 0.60 | 0.56 | 454 | 56 | 510 | 0.01 | 0.03 |
| | Άρδευση | 83.12 | 73.46 | 50.60 | 3.13 | | | | 553.88 | 83.33 | 28.82 | 34.73 | | | | | |
| 8 | ΑΡ448 | 5.36 | 6.48 | 11.10 | 0.02 | 22.96 | 23.14 | ND | 6.32 | 14.35 | 1.83 | 0.64 | 316 | 276 | 592 | 1.01 | 0.03 |
| | Άρδευση | 107.41 | 78.80 | 255.30 | 0.78 | | | | 385.52 | 508.85 | 87.90 | 39.67 | | | | | |
| 9 | ΑΡ452 | 4.96 | 8.18 | 2.20 | 0.03 | 15.37 | 15.49 | ND | 7.56 | 2.95 | 2.64 | 2.34 | 376 | 281 | 657 | 0.01 | 0.02 |
| | Άρδευση | 99.40 | 99.47 | 50.60 | 1.17 | | | | 461.16 | 104.61 | 126.80 | 145.10 | | | | | |
| 10 | ΑΡ454 | 7.28 | 11.76 | 13.00 | 0.38 | 32.42 | 32.30 | ND | 5.84 | 24.20 | 2.05 | 0.21 | 292 | 660 | 952 | 0.12 | 0.02 |
| | Άρδευση | 145.89 | 143.00 | 299.00 | 14.86 | | | | 356.24 | 858.13 | 98.46 | 13.02 | | | | | |
| 11 | ΑΡ456 | 9.48 | 23.24 | 15.00 | 0.15 | 48.23 | 48.41 | ND | 6.90 | 30.80 | 10.00 | 0.71 | 345 | 1309 | 1654 | 0.14 | 0.01 |
| | Άρδευση | 197.19 | 282.60 | 345.00 | 5.87 | | | | 420.90 | 1092.00 | 480.30 | 44.03 | | | | | |
| 12 | ΑΡ459 | 3.12 | 4.12 | 1.08 | 0.07 | 8.29 | 8.29 | ND | 6.36 | 1.50 | 0.43 | ND | 318 | 44 | 362 | 0.02 | 0.01 |
| | Άρδευση | 62.52 | 50.10 | 24.84 | 2.74 | | | | 387.96 | 53.19 | 20.65 | | | | | | |
| 13 | ΑΡ461 | 4.56 | 5.20 | 1.20 | 0.02 | 10.98 | 11.08 | ND | 6.34 | 1.50 | 1.84 | 1.40 | 317 | 171 | 488 | 0.01 | 0.02 |
| | Άρδευση | 91.38 | 63.23 | 27.60 | 0.78 | | | | 386.74 | 53.19 | 88.56 | 86.81 | | | | | |
| 14 | ΑΡ466 | 3.52 | 4.12 | 0.88 | 0.01 | 8.53 | 8.47 | ND | 6.60 | 1.00 | 0.66 | 0.21 | 330 | 52 | 382 | 0.01 | 0.02 |
| | Άρδευση | 79.54 | 50.10 | 20.24 | 0.39 | | | | 402.60 | 35.46 | 31.70 | 13.02 | | | | | |
| 15 | ΑΡ470 | 4.16 | 5.24 | 1.65 | 0.01 | 11.06 | 11.11 | ND | 6.88 | 2.15 | 1.37 | 0.71 | 208 | 282 | 490 | 0.01 | 0.03 |
| | Άρδευση | 83.37 | 63.72 | 37.95 | 0.39 | | | | 419.68 | 76.24 | 65.80 | 44.03 | | | | | |
| 16 | ΑΡ474 | 4.48 | 4.48 | 1.40 | 0.03 | 11.53 | 11.59 | ND | 4.06 | 2.25 | 1.14 | 1.14 | 353 | 95 | 448 | 0.11 | 0.01 |
| | Άρδευση | 89.78 | 54.78 | 32.20 | 1.17 | | | | 430.66 | 79.79 | 54.75 | 70.70 | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 17 | AP476 | 3.04 | 4.20 | 0.80 | 0.04 | 8.08 | 8.19 | ND | 6.48 | 1.05 | 0.66 | ND | 152 | 210 | 362 | 0.02 | 0.02 |
| | Άρδευση | 60.92 | 51..07 | 16.40 | 1.56 | | | | 395.28 | 37.23 | 31.70 | | | | | | |
| 18 | AP478 | 3.76 | 6.48 | 3.24 | 0.05 | 13.53 | 13.41 | ND | 8.48 | 3.25 | 1.32 | 0.36 | 188 | 324 | 512 | 0.01 | 0.02 |
| | Άρδευση | 75.35 | 76.80 | 74.52 | 1.96 | | | | 517.28 | 115.25 | 63.40 | 22.32 | | | | | |
| 19 | AP481 | 6.48 | 2.72 | 2.40 | 0.10 | 11.70 | 11.82 | ND | 6.56 | 4.40 | 4.16 | 3.90 | 328 | 532 | 860 | 0.01 | 0.08 |
| | Άρδευση | 129.86 | 33.08 | 55.20 | 3.91 | | | | 400.16 | 156.02 | 199.80 | 241.84 | | | | | |
| 20 | AP486 | 3.92 | 7.80 | 1.40 | 0.01 | 13.13 | 13.01 | ND | 8.56 | 2.45 | 1.22 | 0.78 | 428 | 158 | 586 | 0.01 | 0.01 |
| | Άρδευση | 78.56 | 94.85 | 32.20 | 0.39 | | | | 522.16 | 86.88 | 58.60 | 48.37 | | | | | |
| 21 | AP489 | 3.36 | 4.00 | 0.80 | 0.01 | 8.17 | 8.26 | ND | 6.54 | 1.00 | 0.60 | 0.12 | 327 | 41 | 368 | 0.02 | 0.08 |
| | Άρδευση | 67.33 | 48.64 | 18.40 | 0.39 | | | | 398.94 | 35.46 | 28.82 | 7.44 | | | | | |
| 22 | AP497 | 5.44 | 10.52 | 2.88 | 0.04 | 18.88 | 18.72 | ND | 10.96 | 4.60 | 3.16 | ND | 272 | 526 | 798 | 0.02 | 0.02 |
| | Άρδευση | 109.02 | 127.92 | 66.24 | 1.56 | | | | 668.56 | 163.12 | 151.77 | | | | | | |
| 23 | AP501 | 3.76 | 4.04 | 0.60 | 0.02 | 8.42 | 8.35 | ND | 7.40 | 0.65 | 0.30 | ND | 188 | 202 | 390 | 0.02 | 0.01 |
| | Άρδευση | 75.35 | 40.13 | 13.80 | 0.76 | | | | 451.40 | 23.05 | 14.41 | | | | | | |
| 24 | AP504 | 3.12 | 2.88 | 0.45 | 0.02 | 6.47 | 6.47 | ND | 5.28 | 0.70 | 0.35 | 0.14 | 264 | 36 | 300 | 0.01 | 0.03 |
| | Άρδευση | 62.52 | 35.02 | 10.35 | 0.78 | | | | 322.08 | 24.82 | 16.81 | 8.68 | | | | | |
| 25 | AP507 | 4.84 | 3.16 | 1.60 | 0.02 | 9.62 | 9.71 | ND | 6.14 | 2.30 | 0.56 | 0.71 | 242 | 158 | 400 | 0.03 | 0.01 |
| | Άρδευση | 96.99 | 38.43 | 36.80 | 0.78 | | | | 374.54 | 81.56 | 26.90 | 31.26 | | | | | |
| 26 | AP509 | 5.12 | 2.24 | 1.80 | 0.10 | 9.26 | 9.35 | ND | 5.48 | 3.00 | 0.45 | 0.42 | 274 | 94 | 368 | 0.01 | 0.01 |
| | Για ζώα | 102.80 | 27.24 | 41.40 | 3.91 | | | | 334.28 | 106.38 | 21.61 | 26.04 | | | | | |
| 27 | AP513 | 6.48 | 2.60 | 2.04 | 0.04 | 11.16 | 11.25 | ND | 5.62 | 3.05 | 3.05 | 1.38 | 281 | 173 | 434 | 0.01 | 0.01 |
| | Άρδευση | 129.86 | 31.62 | 46.92 | 1.56 | | | | 342.82 | 108.15 | 146.49 | 85.57 | | | | | |
| 28 | AP515 | 5.12 | 2.28 | 1.40 | 0.05 | 8.85 | 8.76 | ND | 5.64 | 1.90 | 0.68 | 0.54 | 256 | 114 | 370 | 0.03 | 0.03 |
| | Άρδευση | 102.60 | 27.72 | 32.20 | 1.96 | | | | 344.04 | 67.37 | 32.66 | 33.49 | | | | | |
| 29 | AP518 | 4.88 | 7.28 | 2.30 | 0.06 | 14.52 | 14.55 | ND | 6.92 | 3.45 | 2.58 | 1.60 | 244 | 364 | 608 | 0.02 | 0.02 |
| | Άρδευση | 97.80 | 88.52 | 52.90 | 2.35 | | | | 422.12 | 122.34 | 123.92 | 99.22 | | | | | |
| 30 | AP519 | 5.44 | 2.40 | 1.28 | 0.05 | 9.17 | 9.20 | ND | 5.88 | 2.00 | 0.63 | 0.71 | 293 | 99 | 392 | 0.01 | 0.01 |
| | Άρδευση/ζώα | 109.02 | 29.18 | 29.44 | 1.96 | | | | 357.46 | 70.92 | 30.26 | 44.03 | | | | | |
| 31 | Πηγές | 4.08 | 0.52 | 0.60 | 0.02 | 5.22 | 5.22 | ND | 4.22 | 0.80 | 0.20 | ND | 211 | 19 | 230 | ND | ND |
| | Ύδρευση/Άρδ. | 81.76 | 6.32 | 13.80 | 0.78 | | | | 257.42 | 28.37 | 9.61 | | | | | | |

***III****Πίν.10: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού περιοχής της λεκάνης των Πολιτικών, που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια της τρίτης δειματοληψίας (22/1/2009 – 5/3/2009). Οι χημικές αναλύσεις έγιναν στο εργαστήριο υδροχημείας του Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, ΕΚΠΑ. (ND, Δεν ανιχνεύτηκε).*

***III****Tab.10,A,B: Result of chemical analysis of groundwater samples selected from Politica area during the third hydrochemical test (22/1//2008 – 5/3/2009). The analyses conducted at the laboratories of the Applied Geology Department and the Department of Economic Geology and Geochemistry, of the National and Kapodistrian University of Athens. (ND, Not detected).*

| Α/Α | Προέλευση δείγματος νερού | ΜΟΡΙΑΚΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑ ΒΑΡΟΣ mg/L | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Κατιόντα | | | | Ανιόντα | | | | Σκληρότητα | | | Δείκτες μόλυνσης | | | |
| | | Ca | Mg | Na | K | HCO3 | Cl | SO4 | NO3 | Παροδική | Μόνιμη | Ολική | NO2 | NH4 | NH3 | NH3-N |
| 1 | ΠΟ433 | 124.20 | 104.49 | 9.20 | 2.20 | 380.00 | 340.00 | 146.25 | 46.75 | 310 | 430 | 740 | 0.071 | 0.08 | 0.08 | 0.08 |
| 2 | ΠΟ437 | 124.20 | 72.90 | 32.10 | 12.00 | 360.00 | 390.00 | 141.25 | 25.00 | 310 | 300 | 610 | 0.020 | 0.03 | 0.03 | ND |
| 3 | ΠΟ443**Β** | 52.10 | 104.49 | 12.30 | 3.60 | 215.00 | 360.00 | 152.50 | 66.50 | 130 | 430 | 560 | 0.066 | ND | ND | ND |
| 4 | ΠΟ444 | 104.10 | 82.62 | 10.80 | 4.60 | 310.00 | 440.00 | 168.75 | 72.50 | 260 | 390 | 650 | 0.042 | ND | ND | ND |
| 5 | ΠΟ452 **Β** | 108.10 | 94.77 | 51.00 | 0.40 | 320.00 | 240.00 | 172.50 | 91.50 | 270 | 390 | 660 | 0.046 | ND | ND | ND |
| 6 | ΠΟ459 | 80.10 | 65.75 | 46.00 | 5.20 | 440.00 | 250.00 | 45.00 | 28.00 | 200 | 270 | 470 | 0.026 | 0.03 | 0.03 | ND |
| 7 | ΠΟ470 | 96.10 | 51.03 | 45.00 | 1.30 | 400.00 | 180.00 | 80.00 | 25.50 | 240 | 210 | 450 | 0.048 | ND | ND | ND |
| 8 | ΠΟ474 | 104.10 | 143.37 | 45.00 | 1.10 | 310.00 | 680.00 | 86.25 | 44.50 | 260 | 590 | 850 | 0.124 | ND | ND | ND |
| 9 | ΠΟ488**Β** | 64.10 | 65.61 | 58.00 | 3.40 | 270.00 | 480.00 | 38.75 | 23.50 | 160 | 220 | 380 | 0.042 | 0.03 | 0.03 | ND |
| 10 | ΠΟ490Γ | 84.10 | 55.89 | 39.00 | 1.70 | 270.00 | 380.00 | 27.00 | 20.75 | 210 | 230 | 440 | 0.052 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| 11 | ΠΟ489 | 84.10 | 60.75 | 52.00 | 3.40 | 340.00 | 210.00 | 38.75 | 30.25 | 210 | 220 | 430 | 0.036 | ND | ND | ND |
| 12 | ΠΟ494 | 76.10 | 31.59 | 23.00 | 0.80 | 330.00 | 210.00 | 22.50 | 15.75 | 190 | 130 | 320 | 0.024 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| 13 | ΠΟ495 | 100.10 | 89.91 | 11.90 | 6.00 | 440.00 | 620.00 | 146.00 | 43.00 | 250 | 370 | 620 | 0.018 | ND | ND | ND |
| 14 | ΠΟ499 | 72.10 | 72.90 | 31.00 | 1.80 | 310.00 | 400.00 | 50.00 | 40.50 | 180 | 300 | 480 | 0.028 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| 15 | ΠΟ510 | 128.20 | 21.87 | 53.00 | 4.55 | 290.00 | 220.00 | 37.50 | 24.25 | 320 | 90 | 410 | 0.058 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| 16 | ΠΟ513 | 80.10 | 36.45 | 59.50 | 2.65 | 230.00 | 210.00 | 106.25 | 34.75 | 200 | 150 | 350 | 0.060 | ND | ND | ND |
| 17 | ΠΟ514 | 160.10 | 51.03 | 90.50 | 2.35 | 430.00 | 250.00 | 106.25 | 30.50 | 400 | 210 | 610 | 0.060 | ND | ND | ND |
| 18 | ΠΟ519 | 76.10 | 53.46 | 36.00 | 3.55 | 310.00 | 260.00 | 46.25 | 33.50 | 190 | 220 | 410 | 0.052 | 0.13 | 0.13 | 0.10 |
| 19 | ΠΟ566 | 124.10 | 36.45 | 45.00 | 5.50 | 280.00 | 260.00 | 52.50 | 35.75 | 310 | 150 | 460 | 0.050 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| 20 | ΠΟ570 | 96.10 | 75.33 | 73.50 | 1.90 | 360.00 | 220.00 | 95.00 | 30.25 | 270 | 310 | 580 | 0.058 | 0.05 | 0.05 | 0.03 |
| 21 | ΠΟ575 | 76.10 | 60.75 | 4.60 | 2.60 | 220.00 | 230.00 | 48.75 | 27.50 | 190 | 250 | 440 | 0.042 | ND | ND | ND |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ΠΟ437 | 3.25 | 3.70 | 5 | ΠΟ488Β | 3.47 | 3.30 | 9 | ΠΟ510 | 3.22 | 3.10 |
| 2 | ΠΟ444 | 4.22 | 3.90 | 6 | ΠΟ490Γ | 4.28 | 4.20 | 10 | ΠΟ519 | 3.90 | 4.00 |
| 3 | ΠΟ452 | 3.15 | 3.20 | 7 | ΠΟ495 | 4.22 | 3.90 | 11 | ΠΟ566 | 3.50 | 3.40 |
| 4 | ΠΟ459 | 3.94 | 4.00 | 8 | ΠΟ499 | 3.47 | 3.50 | 12 | ΠΟ575 | 4.06 | 3.80 |
| | | ΜΑΡ/2008 | ΣΕΠ/2009 | | | ΜΑΡ/2008 | ΣΕΠ/2009 | | | ΜΑΡ/2008 | ΣΕΠ/2009 |

**$PO_4^{3-}$ mg/L**

*IIIΠίν.11: Περιοχή της λεκάνης των Πολιτικών. Αποτελέσματα ανάλυσης ιχνοστοιχείων από δείγματα νερού που συλλέχθηκαν κατά της δεύτερης δειγματοληψίας (7/3/1999 – 5/5/1999). Οι χημικές αναλύσεις έγιναν στο εργαστήριο υδροχημείας του ΙΓΜΕ. Α, Κάτω από όριο ανίχνευσης*
*IIITab.11: Results analyses (XRD, AAS) trace metals of samples selected during the second hydrochemical test (7/3/1999 – 5/5/1999) from Politica area. Analyses conducted by laboratory of hydrochemistry IGME. A, Below tracing range*

| Α/Α | Υδροφόρος | Κωδικός δείγματος νερού | Ιχνοστοιχεία (μg/L) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Cd** | **Cu** | **Fe** | **Mn** | **Pb** | **Zn** |
| 1 | ΧΑΛ2 | ΠΟ441 | 0.08 | 0.4 | 5.5 | 0.8 | 0.3 | 4.5 |
| 2 | ΧΑΛ2 | ΠΟ474 | 0.05 | 0.5 | 15.5 | ND | 0.2 | 3.5 |
| 3 | ΧΑΛ2 | ΠΟ504 | 0.02 | ND | 5.5 | 0.6 | 0.2 | 2.8 |
| 4 | ΧΑΛ2 | ΠΟ513 | 0.04 | 0.3 | 8.5 | 0.8 | 0.2 | 3.5 |
| 5 | ΧΑΛ2 | ΠΟ515 | 0.02 | 0.5 | 4.5 | 0.6 | 0.3 | 4.5 |
| **Min** | | | **0.02** | **0.0** | **4.5** | **0.0** | **0.2** | **2.8** |
| **Max** | | | **0.08** | **0.05** | **15.5** | **0.8** | **0.3** | **4.5** |
| **Mean** | | | **0.04** | **0.04** | **6.9** | **0.7** | **0.2** | **3.8** |

*IIIΠίν.12: Περιοχή της λεκάνης των Πολιτικών. Αποτελέσματα ανάλυσης ιχνοστοιχείων (XRD, AAS) από δείγματα νερού που συλλέχθηκαν κατά της τρίτης δειγματοληψίας (22/1/2009 – 5/3/2009). Οι χημικές αναλύσεις έγιναν στο εργαστήριο του Τομέα Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας. ΕΚΠΑ. ND, Κάτω από όριο ανίχνευσης.*
*IIITab.12: Results analyses (XRD, AAS) trace metals of samples selected form area of Politica basin during the third hydrochemical test (22/1/2008 – 5/3/2009). ND, Below tracing range*

| Α/Α | Υδροφόρος | Κωδικός δείγματος νερού | Ιχνοστοιχεία (μg/L) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Cd** | **Fe** | **Ni** | **Mn** | **Cr (total)** |
| 1 | ΧΑΛ2 | ΠΟ437 | 0.06 | 3.5 | 0.09 | 0.6 | 0.9 |
| 2 | ΧΑΛ2 | ΠΟ444 | 0.08 | 2.0 | 0.08 | 0.6 | 0.5 |
| 3 | ΧΑΛ2 | ΠΟ452 | 0.05 | 30.0 | 0.09 | 0.8 | 0.8 |
| 4 | ΧΑΛ2 | ΠΟ459 | 0.08 | 3.5 | 0.06 | 0.8 | 0.5 |
| 5 | ΧΑΛ2 | ΠΟ494 | 0.08 | 4.5 | 0.09 | ND | 0.5 |
| 6 | ΧΑΛ2 | ΠΟ499 | 0.06 | 3.5 | 0.05 | ND | ND |
| 7 | Οφ5 | ΠΟ510 | 0.09 | 5.5 | 0.09 | 1.5 | 0.8 |
| 8 | ΧΑΛ2 | ΠΟ513 | 0.09 | 3.5 | 0.05 | 0.7 | 0.5 |
| 9 | ΧΑΛ2 | ΠΟ514 | 0.05 | 2.5 | 0.05 | 0.5 | 0.5 |
| 10 | ΟΦ5 | ΠΟ519 | 0.02 | 2.5 | 0.09 | ND | 0.8 |
| 11 | ΧΑΛ2 | ΠΟ566 | 0.09 | 3.5 | 0.05 | 1.5 | 0.5 |
| 12 | ΧΑΛ2 | ΠΟ570 | 0.02 | ND | ND | 2.5 | ND |
| 13 | ΧΑΛ2 | ΠΟ575 | 0.02 | 3.5 | ND | 0.03 | ND |
| 14 | ΟΦ5 | ΠΟ490Γ | 1 ppb | 18 ppb | 3 ppb | 0.5 ppb | 71 ppb |
| **Min** | | | **1ppb** | **0.02** | **0.003** | **0.04** | **0.07** |
| **Max** | | | **0.09** | **30.0** | **0.09** | **2.5** | **0.8** |
| **Mean** | | | **0.06** | **0.7** | **0.07** | **0.9** | **0.6** |

*IIIΠίν.13: Περιοχή της λεκάνης των Πολιτικών. Αποτελέσματα ανάλυσης ιχνοστοιχείων (XRD, AAS) από δείγματα νερού που συλλέχθηκαν κατά της ειδικής δειγματοληψίας (ΣΕΠ/2009). Οι χημικές αναλύσεις έγιναν στο εργαστήριο του Τομέα Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας. ΕΚΠΑ. ND, Κάτω από όριο ανίχνευσης.*
*IIITab.13:Results analyses (XRD, AAS) trace metals of samples selected from Politica area during special hydrochemical test (ΣΕΠ/2009). Analyses conducted by the Department of Economic Geology and Geochemistry, University of Athens. ND, Below tracing range.*

| Α/Α | Υδροφόρος | Κωδικός δείγματος νερού | Ιχνοστοιχεία (μg/L) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Cd** | **Fe** | **Ni** | **Mn** | **Cr (total)** |
| 1 | ΧΑΛ2 | ΠΟ437 | 0.05 | 5.5 | 0.07 | 0.5 | 1.3 |
| 2 | ΧΑΛ2 | ΠΟ444 | 0.08 | 5.6 | 0.05 | 0.8 | 0.9 |
| 3 | ΧΑΛ2 | ΠΟ452 | 0.05 | 15.5 | 0.08 | 0.6 | 1.2 |
| 4 | ΧΑΛ2 | ΠΟ459 | 0.08 | 4.5 | 0.03 | 0.8 | 0.8 |
| 5 | ΧΑΛ2 | ΠΟ494 | 0.08 | 6.5 | 0.02 | 0.5 | 0.8 |
| 6 | ΧΑΛ2 | ΠΟ499 | 0.08 | 7.5 | 0.02 | 0.8 | ND |
| 7 | ΟΦ5 | ΠΟ510 | 0.08 | 7.5 | 0.03 | 0.3 | 1.4 |
| 8 | ΧΑΛ2 | ΠΟ513 | 0.08 | 8.8 | 0.05 | 0.3 | 0.9 |
| 9 | ΧΑΛ2 | ΠΟ514 | 0.04 | 9.5 | 0.02 | 0.8 | 0.8 |
| 10 | ΟΦ5 | ΠΟ519 | 0.04 | 4.5 | ND | 0.4 | 1.2 |
| 11 | ΧΑΛ2 | ΠΟ566 | 0.08 | 5.5 | ND | 0.8 | 0.5 |
| 12 | ΧΑΛ2 | ΠΟ570 | 0.04 | 0.05 | ND | ND | ND |
| 13 | ΧΑΛ2 | ΠΟ575 | 0.04 | 6.5 | ND | ND | ND |
| 14 | ΟΦ5 | ΠΟ490 | 3 ppb | 6 ppb | 5 ppb | 3 ppb | 8 ppb |
| **Min** | | | **3ppb** | **6ppb** | **0.0** | **0.0** | **0.0** |
| **Max** | | | **0.08** | **15.5** | **0.08** | **0.8** | **1.4** |

| Mean | 0.06 | 6.7 | 0.04 | 0.6 | 1.0 |
|---|---|---|---|---|---|

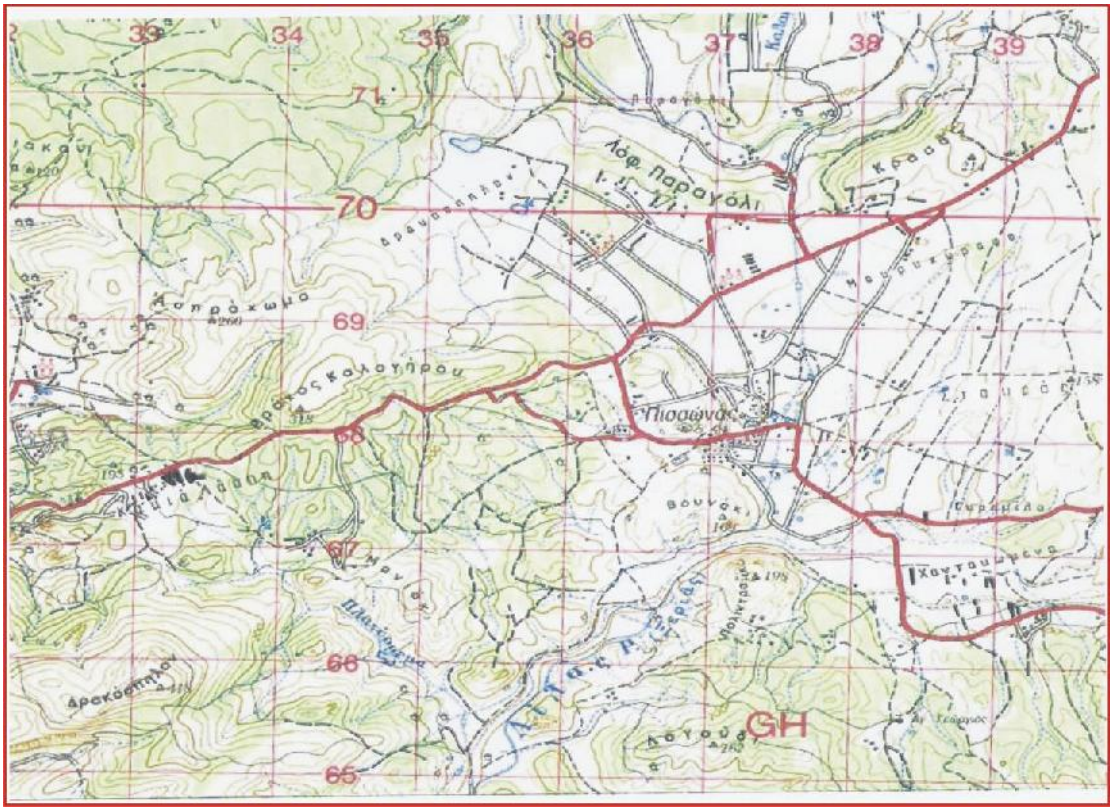
***III****Πίν.14: Περιοχής λεκάνης των Πολιτικών. Υδροχημικές φάσεις του νερού. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικών αναλύσεων (10/10/1998 – 5/5/1999).*
***III****Tab.14: Hydrochemical phases of groundwater in Politica basin from the first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999).*

| A/A | Κωδικός δείγματος | (Ca + Mg)% ($HCO_3$+$CO_3$)% | (Na + K)% (Cl + $SO_4$)% | Φάσεις Κατιόντων Φάσεις Ανιόντων |
|---|---|---|---|---|
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| 1 | ΧΚ429 | 78.6 | 21.4 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΑΣ3** | 36.4 | 59.4 | Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 2 | ΧΚ430 | 73.6 | 26.4 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΧΑΛ2** | 42.8 | 55.1 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 3 | ΧΚ433 | 76.0 | 42.0 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΧΑΛ2** | 61.2 | 33.4 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 4 | ΠΟ441 | 37.0 | 63.0 | Νατριοασβεστούχα |
| | **ΧΑΛ2** | 15.8 | 82.5 | Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 5 | ΧΚ441Γ | 40.7 | 59.3 | Νατριοασβεστούχα |
| | **ΧΑΛ2** | 14.8 | 82.9 | Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 6 | ΧΚ442 | 79.4 | 20.6 | Ασβετονατιούχα |
| | **ΧΑΛ2** | 45.3 | 52.2 | Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 7 | ΧΚ446 | 81.7 | 18.3 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΟΦ5** | 72.1 | 23.4 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 8 | ΧΚ448 | 51.2 | 38.8 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΧΑΛ2** | 27.3 | 69.9 | Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 9 | ΧΨ450 | 61.8 | 38.2 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΟΦ5** | 21.2 | 77.7 | Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 10 | ΨΚ452 | 85.5 | 14.5 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΧΑΛ2** | 48.8 | 36.1 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 11 | ΧΚ454 | 58.7 | 41.3 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΧΑΛ2** | 18.0 | 81.3 | Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 12 | ΧΚ456 | 68.6 | 31.4 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΧΑΛ2** | 14.3 | 84.3 | Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 13 | ΨΚ457 | 87.1 | 12.9 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΧΑΛ2** | 66.5 | 25.4 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 14 | ΧΚ459 | 86.3 | 13.7 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΧΑΛ2** | 76.7 | 23.3 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 15 | ΧΚ461 | 88.9 | 11.1 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΧΑΛ2** | 57.2 | 30.1 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 16 | ΧΚ466 | 89.6 | 10.4 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΧΑΛ2** | 77.9 | 19.6 | Ουξανθρακική-χλωριοθειική |
| 17 | ΧΨ470 | 85.0 | 15.0 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΧΑΛ2** | 61.9 | 31.7 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 18 | ΧΚ472 | 66.9 | 33.1 | Ασβεστινατριούχα |
| | **ΧΑΛ2** | 22.3 | 74.3 | Χλωριοθεική-οξυανθρακική |
| 19 | ΧΨ474 | 84.3 | 15.7 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΟΦ5** | 61.0 | 29.3 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 20 | ΧΚ476 | 89.6 | 10.4 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΟΦ5** | 79.1 | 20.9 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 21 | ΧΠ478 | 75.7 | 24.3 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΧΑΛ2** | 63.2 | 34.1 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 22 | ΧΠ480 | 71.6 | 28.4 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΧΑΛ2** | 14.0 | 52.1 | Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 23 | ΧΠ481 | 79.0 | 21.0 | Ασβεστονατριούχ |
| | **ΧΑΛ2** | 57.0 | 40.0 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 24 | ΧΠ486 | 89.3 | 10.7 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΧΑΛ2** | 65.8 | 28.2 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 25 | ΧΠ489 | 90.0 | 10.0 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΧΑΛ2** | 79.0 | 28.0 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 26 | ΧΠ492 | 72.5 | 27.5 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΧΑΛ2** | 53.5 | 45.4 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 27 | ΧΠ496 | 81.6 | 18.4 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΟΦ5** | 49.3 | 42.2 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 28 | ΧΠ497 | 84.5 | 15.5 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΧΑΛ2** | 58.5 | 41.5 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 29 | ΧΠ502 | 92.6 | 7.4 | Ασβεστομαγνησιούχα |
| | **ΧΑΛ2** | 88.2 | 11.4 | Οξυναθρακική-χλωριοθειική |
| 30 | ΧΠ504 | 92.0 | 8.0 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΧΑΛ2** | 81.6 | 16.2 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 31 | ΧΠ507 | 83.2 | 16.8 | Ασβεστονατριούχα |
| | **ΧΑΛ2** | 63.2 | 29.5 | Οξυανθραική-χλωριοθειική |
| 32 | ΧΠ509 | 79.5 | 20.5 | Ασβεστονατριούχα |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **ΧΑΛ2** | 58.6 | 36.9 | Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 33 | ΧΠ511<br>**ΧΑΛ2** | 83.8<br>70.6 | 16.2<br>30.1 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 34 | ΧΠ513<br>**ΧΑΛ2** | 81.0<br>50.0 | 19.0<br>38.0 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 35 | ΧΠ515<br>**ΧΑΛ2** | 83.6<br>63.9 | 16.4<br>29.5 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 36 | ΧΠ518<br>**ΧΑΛ2** | 83.7<br>47.6 | 16.8<br>41.4 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 37 | ΧΠ519<br>**ΟΦ5** | 85.6<br>63.7 | 14.5<br>28.6 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |

## 12- ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ & ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ ΤΗΣ ΥΠΟΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΙΣΣΩΝΑ
## Hydrogeology & Hydrochemistry of Pissonas area

Η τέταρτη υποπεριοχή έρευνας βρίσκεται στο νότιο ανατολικό τμήμα της υδρογεωλογικής λεκάνης, και ανατολικά της λεκάνης της Ν. Αρτάκης, περιλαμβάνει σχεδόν ολόκληρη την έκταση της Τοπικής Κοινότητας Πισσώνα (Σχ.2.1 και Σχ.12.1).



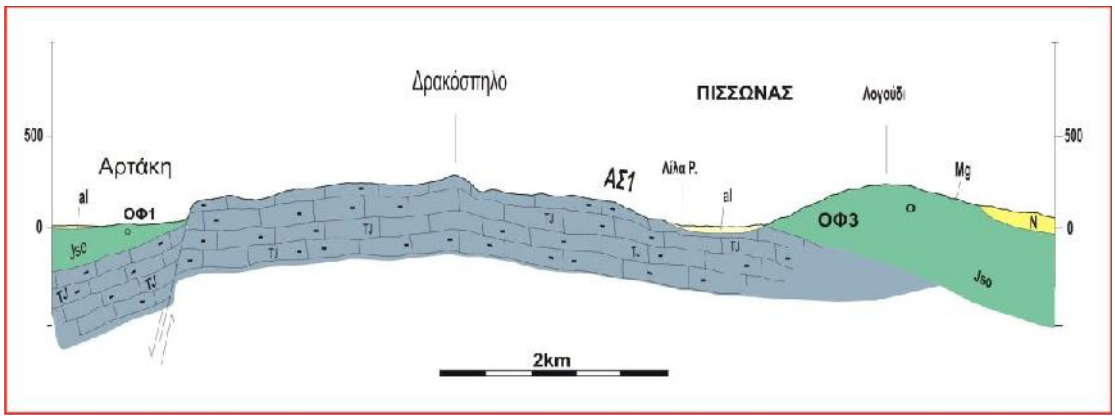

*Σχ.12.1: Τοπογραφικός χάρτης ευρύτερης περιοχής της λεκάνης Πισσώνα (ΓΥΣ 1:50.000, Φύλλο Ψαχνά).*
*Fig.12.1: Topographic map of the entire area Pissonas basin (HMGS, 1: 50.000, Psachna sheet)*

Τα υψηλότερα σημεία της λεκάνης Πισσώνα από την βορειοανατολική και ανατολική πλευρά είναι το ύψωμα Βράχος Καλογήρου (313μ.), Βουνάκι (169μ.), Πολιντράμικο (198μ.), και Λογούδι (262μ.). Στην δυτική βορειοδυτική πλευρά είναι ο Σταυρός (133μ, 155μ.), από όπου ξεκινάει απότομη κλιτύς μέχρι την περιοχή Στενή – Δίρφυος τη υψηλότερή κορυφή του νησιού (1743μ).
Η τοποθεσία της Χαντακωμένας και οι όχθες του Ποταμού Λίλα (Ξεριά) που διασχίζει τη περιοχή αποτελούν τα χαμηλότερα σημεία της λεκάνης αυτής. Παρ όλο ότι είναι λοφόδης, περιορισμένη σε έκταση και με μικρό σε πάχος φυτική γη, παρουσιάζεται εκεί έντονη γεωργική δραστηριότητα, εξαντλώντας ένα δίκτυο από ρηχά πηγάδια και γεωτρήσεις.
Το σύνολο της απορροής στη λεκάνη αποστραγγίζεται από τα τους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου του Ποταμού Λίλα, προς νότια μέχρι τις εκβολές του στο Νότιο Ευβοϊκό Κόλπο.

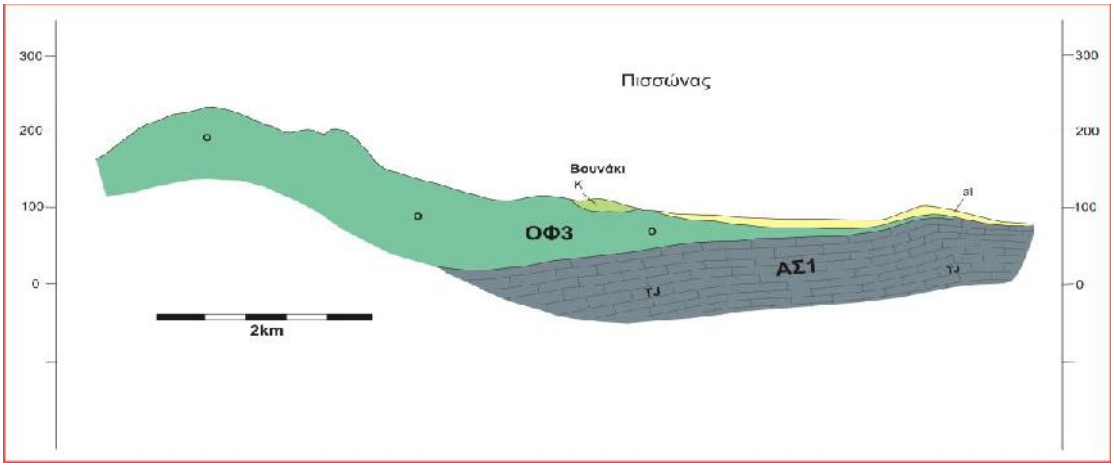
### 12.1. ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Το γεωλογικό υπόβαθρο της λεκάνης Πιισσώνα αποτελεί την ανατολική προέκταση της περιοχής της Ν. Αρτάκης. Η στρωματογραφική στήλη συνίσταται:(Γεωλογικός χάρτης, Σχ.12.2 και 12.3)
1) *Ασβεστόλιθους* **TJ** του αν. Τριαδικού – Μέσο Ιουρασικού, μέσου – παχυστρωματώδεις, που είναι έντονα καρστικοί, κατά κανόνα ανοιχτόχρωμοι. Φιλοξενούν σημαντική υδροφορία, **ΑΣ1**.

2) Σχηματισμούς της *σχιστοκερατολιθικής διάπλασης*, **Jso** οι οποίοι αποτελούνται από κοκκινωπούς κερατόλιθους, πρασινοκάστανους αργιλικούς σχιστόλιθους, μεγάλες ασβεστολιθικές ενστρώσεις **k** και οφιολιθικά πετρώματα **ο** (σερπεντίνες, περιδοτίτες και διαβάσεις) που φιλοξενούν τοπικώς μέτρια υδροφορία, **ΟΦ3**.
Κοιτάσματα λευκόλιθου, **Mg** απαντούν μέσα τους περιδοτίτες και σερπεντίνες της διάπλασης με μορφή τυπικών φλεβών και κυρίως δικτύου φλεβών, στο Λογούδι, ήταν αντικείμενο εκμετάλλευση μέχρι στάδιο εξάντλησης του.
3) *Ασβεστόλιθους* **Ks**, επικλυσιγενείς, αδιαίρετους, στο ανώτερο στρώμα παχυστρωματώδεις έως άστρωτοι, τεφροί, καρστικοί, στη βάση είναι μαργαϊκοί, κιτρινωποί, λέπτο – έως μεσοστρωματώδεις και κονδυλώδεις καρστικοί. Το πάχος του κυμαίνεται από 4 έως 30m χωρίς υδρογεωλογικό ενδιαφέρον.
4) *Λιμναίες αποθέσεις* **N**, αποτελούνται από εναλλασσόμενα στρώματα κροκαλπαγών, μαργών, ψαμμιτών και μαργαϊκων ασβεστόλιθων.
4) *Προσχώσεις*, **al**, αλλουβιακές αποθέσεις από χαλαρά αργιλοαμμώδη υλικά, ερυθρογή με κροκαλολατύπες, και το πάχος από μερικά εκατοστά μέχρι 4m.




*Σχ.12.2: Γεωλογική τομή (ΠΣ1-ΠΣ1`) Δ – Α, κατά μήκος λεκάνης Ν. Αρτάκης – Λεκάνης Πισσώνα. Παριστάνονται τα κοιτάσματα λευκόλιθου Mg στους οφιόλιθους Λογούδι και η ανάπτυξη του υδροφόρου ΑΣ1.*
*Fig.12.2: Geologic section W-E, across N. Artaki and Pissonas basins, showing the magnesites deposits Mg, into the peridotites and serpentines of schist – chert formations jso, the development of aquifer ΑΣ1.*




*Σχ.12.3: Γεωλογική τομή (ΠΣ2-ΠΣ2`) Δ – Α, κατά μήκος της περιοχής Λεκάνης Πισσώνα. Διακρύνεται η ανάπτυξη του υδροφόρου **ΟΦ3** στους οφιόλιθους και του υδροφόρου **ΑΣ1** στους ασβεστόλιθους της περιοχής*
*Fig.12.3: Geologic section W-A, across Pissonas basin showing the development of aquifers **ΟΦ3** into ophiolites and **ΑΣ1** into limestones of the area.*

## 12.2. ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΠΙΣΣΩΝΑ

Από το σύνολο των φρεάτων (πηγάδια και γεωτρήσεις) που υπάρχουν στην περιοχής αυτή έγινε επιλογή και καταγραφή δεκατεσσάρων σημείων. Η υδροφορία στην περιοχή του Πισσώνα αναπτύσσεται σε δυο διαφορετικούς λιθολογικούς σχηματισμούς. Στο νότιο τμήμα της περιοχής αναπτύσσεται τους ιουρασικούς ασβεστόλιθους (**ΑΣ1**) ενώ στο βόρειο κεντρικό τμήμα αναπτύσσεται η υδροφορία μέσα τους οφιόλιθους (**ΟΦ3**) της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης (Χάρτης απογραφής Σχ.8.4, Σχ. 12.2 και 12.3).

### *12.2.1. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΥΔΡΟΦΟΡΩΝ*

#### *12.2.1.1. Οφιολιθικός υδροφόρος ΟΦ3*

Η υδροφορία αναπτύσσεται στο ανώτερο διαρρηγμένο οφιολιθικό τμήμα. Το πάχος του υδροφόρου στρώματος, από παρατηρήσεις στα φρέατα της περιοχής φτάνει μέχρι 32m στα βαθύτερα πηγάδια.
Ο εμπλουτισμός του υδροφόρου εξασφαλίζεται από την άμεση κατείσδυση νερού βροχής και από στην κατείσδυση του νερού κατά μήκος της κοίτης του Ποταμού Λίλας.
Πρόκειται για ελεύθερο υδροφόρο, ο οποίος δεν επικοινωνεί με το υδροφόρο στρώμα ΟΦ1 της λεκάνης Ν. Αρτάκης. Εμφανίζει γυμνή επιφάνεια στην πλειονότητα του, αλλά σε μερικά σημεία βρίσκεται καλυμμένο από λεπτά στρώματα ασβεστολιθικών και χαλαρών σχηματισμών τα οποία δεν εμποδίζουν την διαδικασία διήθησης του νερού στον υδροφόρο στρώμα (Σχ.12.2 και 12.3)..

#### *12.2.1.2. Καρστικός υδροφόρος ΑΣ1*

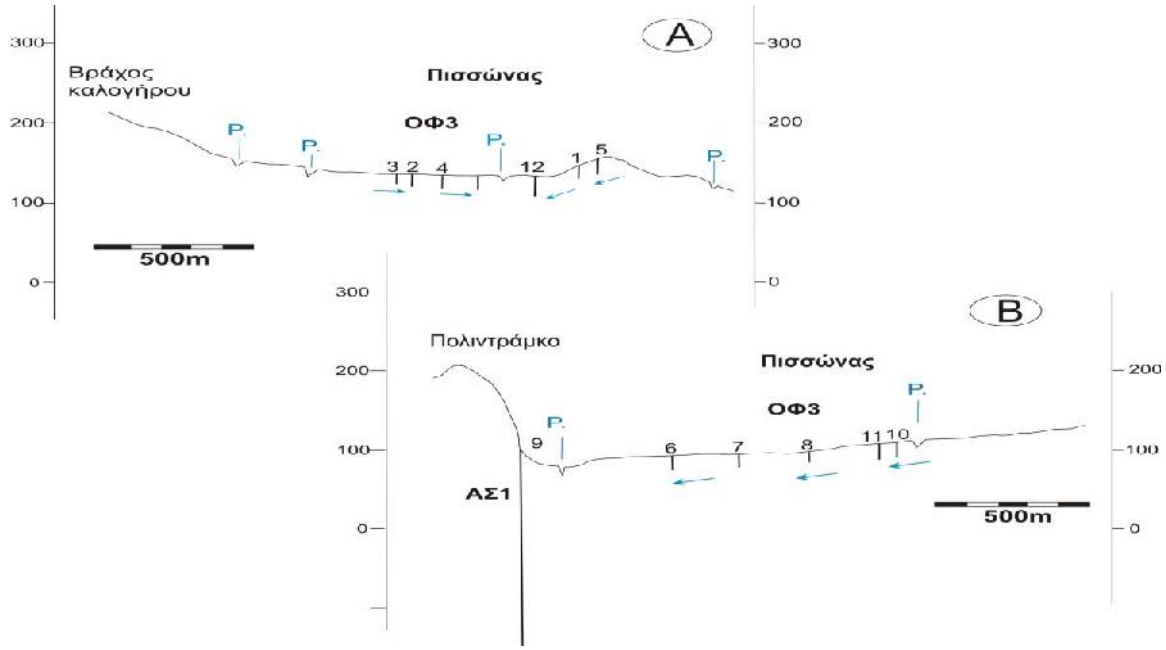
Αναπτύσσονται στους ανθρακικούς σχηματισμούς στη περιοχή μεταξύ Ν. Αρτάκης – Πισσώνα, όμως το τμήμα του στρώματος στην περιοχή Αρτάκης είναι στεγανό και δεν φιλοξενεί υδροφορία. .
Ο υδροφόρος ορίζοντας εμπλουτίζεται από το νερό της βροχής που κατεισδύει και από το νερό που κατεισδύει κατά μήκος της κοίτη του Ποταμού Λίλα. Το βάθος των γεωτρήσεων στο υδροφόρο κυμαίνεται από 120m έως 263m (Σχ.12.2 και 12.3).

### *12.2.2. ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ*

Αναλύοντας και μελετώντας τους πίνακες και τους χάρτες δυναμικότητας υδροφόρου ορίζοντα της περιοχής (Πίν.12.1, Σχ.12.2 – 12.3 - 12.4 και ΠαράτημαIV, Πίν.2) προκύπτει μια σειρά από στοιχεία για την υδροφορία της περιοχής του υδροφόρου των διαρρηγμένων οφιολιθικών **ΟΦ3**, τα οποία αναλυτικά αναφέρονται κατωτέρω:
Στη περιοχή της ζώνης μεταξύ φρεάτων ΠΙΣ1, ΠΙΣ2, ΠΙΣ3, ΠΙΣ4, ΠΙΣ5, και ΠΙΣ12 (Σχ.12.4, Α) παρατηρείται μια γενική κίνηση του υπόγειου νερού από τα ανατολικά και δυτικά πρανή προς το κέντρο (όταν το πηγάδι ΠΙΣ3 στέρεψε ενώ τα πηγάδια στο κέντρο παρουσιάζουν υδροφορία).
Στην περιοχή της ζώνης μεταξύ φρεάτων ΠΙΣ6, 7, 8, 9, 10 και 11, (Σχ.12.4, Β) παρατηρείται μια γενική κίνηση του νερού από ΒΒΔ προς ΝΝΔ, δηλαδή από το υδροφόρο ΟΦ3 προς το υδροφόρο ΑΣ1.
Η μέση στάθμη νερού στα πηγάδια του υδροφόρου ΟΦ3 βρίσκεται σε απόλυτο υψόμετρο μεταξύ 97m και 100m. Η μέση άνοδος ή διακύμανση στάθμης είναι μεταξύ 1.75m και 1.60m (Πίν.12.1).

*Πίν.12.1: Δυναμικότητα του διαρρηγμένου οφιολιθικού υδροφόρου **ΟΦ3** περιοχής Πισσώνα.*
*Tab.12.1: Hydrodynamic of the fissured ophiolitic aquifer ΟΦ3 in Pissonas basin.*

| Πιεζομετρική στάθμη υδροφόρου **ΟΦ3** σε m | | | |
|---|---|---|---|
| Χαμηλότερη | Υψηλή | Μέση | Περίοδος |
| 80.20 (ΠΙΣ6) | 120.30 (ΠΙΣ2) | 100.25 | (10/2007) – (3/2008) |
| 75.90 (ΠΙΣ6) | 119.40 (ΠΙΣ2) | 97.65 | (10/2008) – (3/2009) |
| | | | |
| Άνοδος Στάθμης m | | | |
| 0.40 (ΠΙΣ8) | 2.80 (ΠΙΣ1) | 1.60 | (10/2007) – (3/2008) |
| 0.60 (ΠΙΣ8) | 2.90 (ΠΙΣ6) | 1.75 | (10/2008) – (3/2009) |




*Σχ.12.4: Α, Υδρογεωλογική Ζώνη ΝΔ-ΒΑ μεταξύ φρεάτων,ΠΙΣ3,2,4,12,5 και υδροφόρο **ΟΦ3**. Β, Υδρογεωλογική ζώνη ΒΒΑ-ΝΝΔ μεταξύ φρεάτων ΠΙΣ9, 6, 7, 8, 11, 10, υδροφόρων **ΑΣ1, ΟΦ3** και διεύθυνση ροής στη περιοχή της λεκάνης Πισσώνα.*
*Fig.12.4: A, Hydrogeologic section SW-NE across dug wells ΠΙΣ3, 2, 4, 12, 5, of aquifer **ΟΦ3**. B, Hydrogeologic section NNE-SSW across dug wells and boreholes ΠΙΣ9, 6, 7, 8, 11, 10, of the aquifers **ΑΣ1, ΟΦ3** presents groundwater flow directions of Pissonas basin.*

### *12.2.3. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ*

Στο βόρειο τμήμα, η φορά των γραμμών ροής ακολουθεί σε δυο αντίθετες κατευθύνσεις, προς τα ανατολικά και προς δυτικά. Στο νότιο τμήμα, η φορά των γραμμών ροής εμφανίζεται προς τα δυτικά.
Η μεγαλύτερη υδροφορία εντοπίζεται στα φρέατα κοντά της περιοχής όπου καταλήγουν οι αντίθετες διευθύνσεις ροής.
Παρατηρείται ροή νερού από υδροφόρο ΟΦ3 προς υδροφόρο ΑΣ1.

### *12.2.4. ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ*

Δίαιτα του υδροφόρου **ΟΦ3**
17.400$m^2$ X 2.15m X 25% = 9353$m^3$ (10/2007 – 3/2008)
17.400$m^2$ X 1.10m X 25% = 4785$m^3$ (10/2008 – 3/2009)

## 12.3. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΙΣΣΩΝΑ

### *12.3.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΝΕΡΟΥ*

*Πίν.12.2 : Στατιστικά συμπεράσματα των υδροχημικών παραμέτρων της ποιότητας νερού υδροφόρου ΟΦ3 στην λεκάνη του Πισσώνος σε σύγκριση με το νερό της βροχής.*
*Tab.12.2: Univariate statistic summary of the hydrochemical parameters obtained from the groundwater of the ophiolitic aquifer ΟΦ3 in comparison with the rain water in Pissonas baisin.*

| A/A | Παραμέτροι Μονάδα | | Summer 1998 | | | Winter 1999 | | | Winter 2009 | | | Νερό Υδροφόρου | Νερό Βροχής |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Κα. | Μέση | Αν. | Κα. | Μέση | Αν. | Κα. | Μέση | Αν. | | |
| 1 | Θ | °C | 16.5 | 17.8 | 19.0 | 16.5 | 17.8 | 19.0 | 16.5 | 17.3 | 18.0 | 17.6 | |
| 2 | pH | | 7.7 | 7.9 | 8.1 | 7.7 | 7.9 | 8.1 | 7.3 | 7.7 | 8.1 | 7.8 | 5.6 |
| 3 | Eh | mV | | | | | | | -16 | -36 | -56 | -36 | |
| 4 | Salinity | dS/m | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 0.5 | 0.9 | 1.2 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | |
| 5 | EC | μS/cm | 880 | 1120 | 1440 | 825 | 1438 | 2050 | 900 | 1440 | 1980 | 1333 | 21.4 |
| 6 | TDS | mg/l | 708 | 1012 | 1316 | 685 | 1208 | 1730 | 747 | 1251 | 1754 | 1157 | 13.7 |
| | ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΟΙ | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Ca | mg/l | 12.8 | 46.2 | 79.6 | 28.8 | 54.5 | 80.2 | | 92.0 | | 64.2 | 1.2 |
| 8 | Mg | mg/l | 99.7 | 123.6 | 147.4 | 61.8 | 144.0 | 226.2 | | 70.0 | | 112.5 | 0.5 |
| 9 | Na | mg/l | 20.7 | 65.4 | 110.0 | 21.9 | 59.3 | 96.6 | | 24.0 | | 49.6 | 2.5 |
| 10 | K | mg/l | 0.8 | 1.2 | 1.6 | 0.02 | 4.9 | 9.8 | | 0.5 | | 2.2 | 0.01 |
| 11 | CO3 | mg/l | | | | | | | | | | | |
| 12 | HCO3 | mg/l | 350.1 | 500.2 | 650.3 | 344.0 | 661.9 | 979.7 | | 315.0 | | 492.4 | 3.1 |
| 13 | Cl | mg/l | 31.9 | 77.1 | 122.3 | 53.2 | 121.5 | 189.7 | | 250.0 | | 149.5 | 3.2 |
| 14 | SO4 | mg/l | 19.2 | 69.2 | 119.1 | 24.0 | 44.7 | 65.3 | | 73.8 | | 62.6 | 1.1 |
| 15 | NO3 | mg/l | 55.8 | 201.2 | 347.3 | 96.7 | 180.5 | 264.2 | | 111.5 | | 164.4 | 0.02 |
| 16 | CaCO3* | mg/l | 442 | 599 | 756 | 434 | 753 | 1072 | | 550 | | 634 | |
| | ΙΟΝΤΑ | | | | | | | | | | | | |
| 17 | NO2 | mg/l | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.06 | 0.11 | | 0.06 | | 0.05 | 0 |
| 18 | NH3 | mg/l | | | | | | | | 0.03 | | 0.03 | |
| 19 | NH4 | mg/l | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | | 0.03 | | 0.02 | 0 |
| 20 | PO4 | mg/l | | | | | | | 3.1 | 3.5 | 3.9 | 3.5 | 2009 |
| * Ολική σκληρότητα | | | ΔΕΙΚΤΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ | | | | | | | | | ΟΦ3 | |

### *12.3.2. Μεταλλικότητα υδροφόρου ΟΦ3*

Το ανώτερο σύνολο ανιόντων ή κατιόντων είναι 24.7 meq/l (1730 mg/L) στο νερό πηγαδιού ΠΙΣ10 και χαμηλότερο 9.6 meq/l (686 mg/L) στο πηγάδι ΠΙΣ5 (Σχ.12.5).
Ασβέστιο Ca, 12.8 – 92.0 mg/l
Μαγνήσιο Mg, 61.8 – 226.2 mg/l
Νάτριο Na, 21.9 – 110.4 mg/l
Κάλιο K, 0.3 – 9.8 mg/l
Αλκαλικά $HCO_3$, 315.0 – 979.7 mg/l
Χλώριο Cl, 63.8 – 350.0 mg/l
Θειϊκά $SO_4$, 19.2 – 119.1 mg/l
Νιτρικά $NO_3$, 55.8 – 264.2 mg/l. Νιτρώδη $NO_2$, 0.0 – 0.22 mg/l. Αμμωνία $NH_4$, 0.0 – 0.01mg/l και $NH_3$, 0.0 – 0.01 mg/l.
Φωσφορικά $PO_4$, 2.00 – 4.40 mg/l.
**Θερμοκρασία νερού**:16.5 – 19.0 ºC. **pH**: 7.7 – 8.1, και ο δυναμικό οξειδαναγωγής, **Eh** σε αρνητικές τιμές (μεταξύ - 43 και -57).

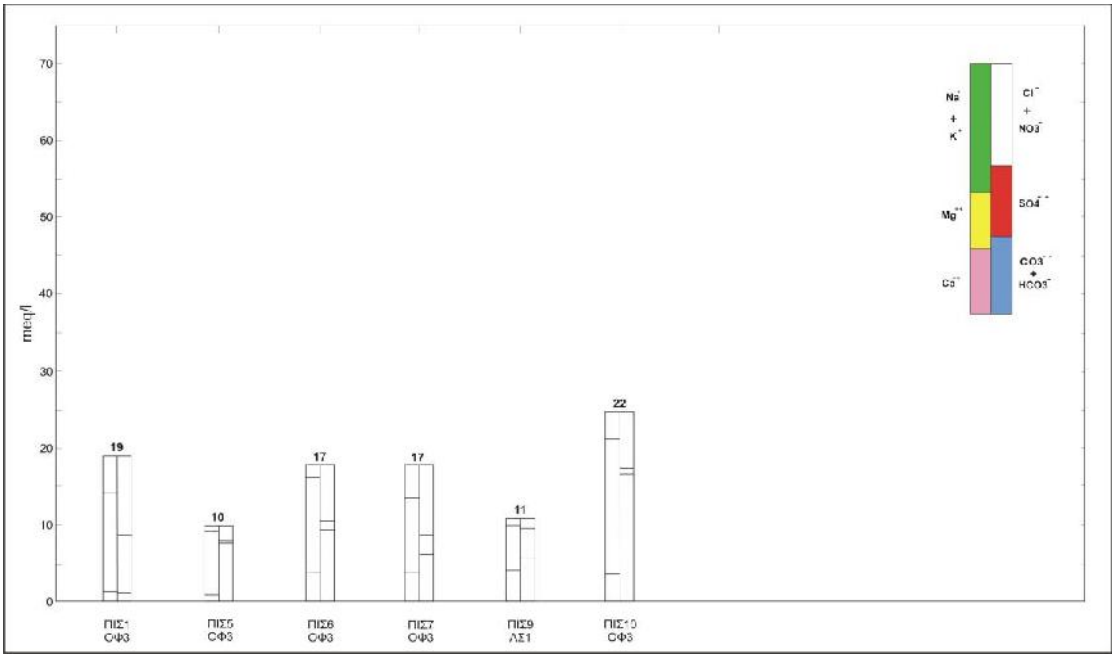
Ιχνοστοιχεία: Κάδμιο **Cd**, <0.03 μg/l. Χρώμιο **Cr (ολικό)**, <2.5 μg/l. Χαλκός **Cu**, <1.2 μg/l. Σίδηρος **Fe**, <20.0 μg/l. Μαγγάνιο **Mn**, <0.14 μg/l. Νικέλιο **Ni**, <0.9 μg/l. Μόλυβδος **Pb**, <0.07 μg/l. Ψευδάργυρος **Zn**, <0.5 μg/l
Υδροχημικές (κατηγορίες) φάσεις νερού
Κατιόντων: Ασβεστονατριούχα.
Ανιόντων: Οξυανθρακική – χλωριοθειϊκή.
Σκληρότητα Hem (mg/L): Το νερό του υδροφόρου ΟΦ3 (434 – 11072 mg/L) είναι πολύ σκληρό.

### *12.3.3. Μεταλλικότητα υδροφόρου ΑΣ1*

Το ανώτερο σύνολο ανιόντων ή κατιόντων είναι 13.5 meq/l (1043 mg/L) στο νερό πηγαδιού ΠΙΣ6Γ και χαμηλότερο 10.7 meq/l (783 mg/L) στο πηγάδι ΠΙΣ9 (Σχ.12.5).
Ασβέστιο Ca, 80.2 – 112.1 mg/l
Μαγνήσιο Mg, 57.9 – 75.3 mg/l
Νάτριο Na, 26.0 – 39.0 mg/l
Κάλιο K, 0.3 – 1.9 mg/l
Αλκαλικά $HCO_3$, 33790 – 400.0 mg/l
Χλώριο Cl, 53.2 – 250.0 mg/l
Θειϊκά $SO_4$, 45.0 – 98.8 mg/l
Νιτρικά $NO_3$, 45.5 – 98.8 mg/l. Νιτρώδη $NO_2$, 0.0 – 0.22 mg/l. Αμμωνία $NH_4$, 0.0 – 0.03 mg/l, και $NH_3$ 0.0 – 0.01 mg/l.
Φωσφορικά $PO_4$, 2.00 – 3.90 mg/l.
Θερμοκρασία νερού: 18.0 – 18.5 ºC. **pH**: 7.3 – 7.4, και το δυναμικό οξειδαναγωγής, **Eh** σε αρνητικές τιμές (μεταξύ 8 -23).
Υδροχημικές (κατηγορίες) φάσεις νερού
Κατιόντων: Ασβεστονατριούχα.
Ανιόντων: Οξυανθρακική – χλωριοθειϊκή και Χλωριοθειϊκή – οξυανθρακική.

### *12.3.4. ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΝΕΡΟΥ*

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων της δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και ανάλυση νερού παρουσιάζονται σε ραβδοδιαγράμματα (Vertical bar Graph) του συνόλου κατιόντων Ca, Mg, Na, K και συνόλου ανιόντων $HCO_3$, $CO_3$, Cl, $SO_4$, $NO_3$ σε meq/L (Σχ.12.5).

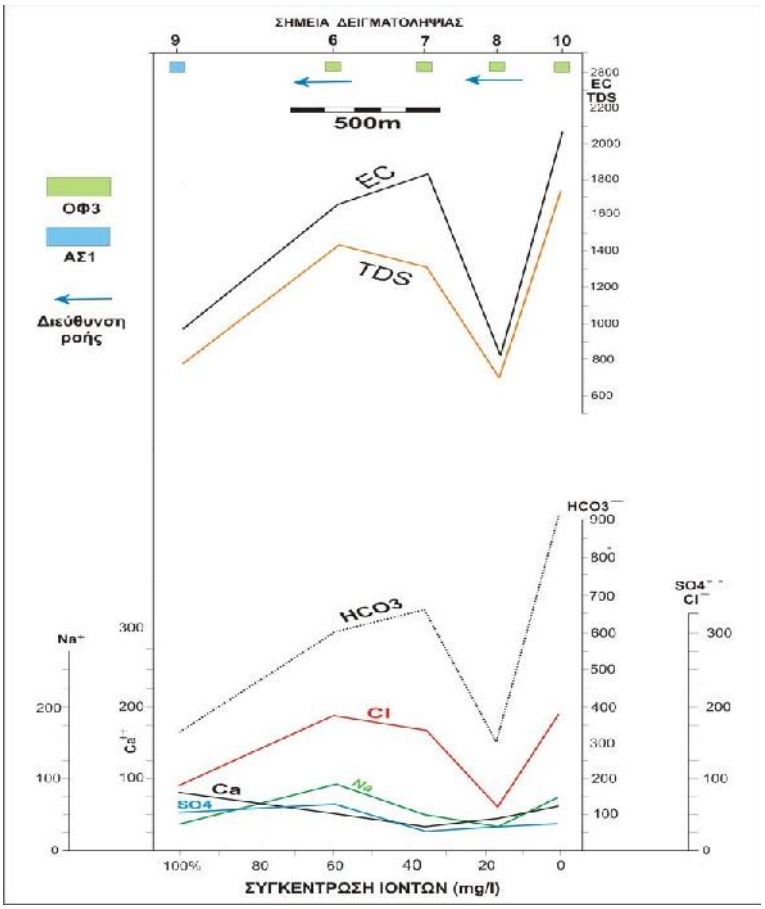


*Σχ.12.5: Γραφική παρουσίαση αποτελεσμάτων δεύτερης φάσης ανάλυσης της περιοχής λεκάνης Πισσώνα σε ραβδοδιαγράμματα.*
*Fig.12.5: Graphical plotting results (major ions) by bar chart for samples collected during the second hydrochemical test from Pissonas basin.*

### 12.3.5. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ – ΥΔΟΡΧΗΜΙΚΗ ΖΩΝΗ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΙΣΣΩΝΑ

#### 12.3.5.1. Τομή -7

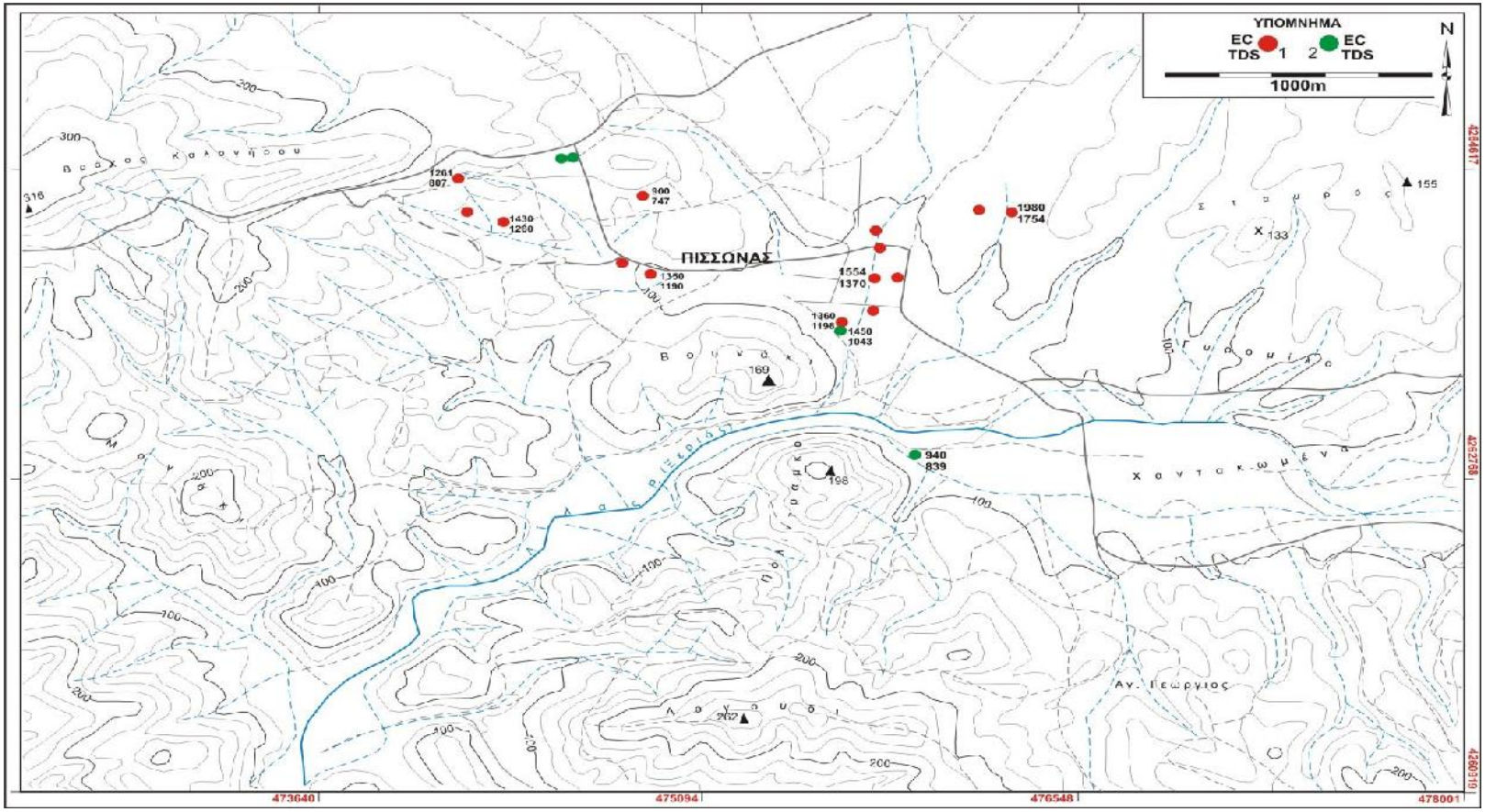
Η υδρογεωλογική / υδροχημική ζώνη έχει μήκος ≈1241m, πλάτος ≈ 500m και γενική διεύθυνση ΒΒΔ – ΝΝΑ. Η τομή περνάει από τα φρέατα ΠΙΣ6, ΠΙΣ7, ΠΙΣ8, ΠΙΣ9 ΚΑΙ ΠΙΣ10 (χάρτης απογραφής, Σχ.8.5 - 12.5 και 12.6).




*Σχ.12.6: Τομή ΒΒΔ-ΝΝΑ. Υδροχημική ζώνη στη περιοχή της λεκάνης Πισσώνα, EC, TDS, Ca, Na, $HCO_3$, Cl, $SO_4$. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/1998 – 5/1999).*
*Fig.12.6: Hydrochemical section NNW – SSE presenting EC, TDS, Ca, Na, $HCO_3$, Cl, $SO_4$, results of first and second hydrochemical test (10/10/1998 – 5/5/1999).*

#### 12.3.5.2. Αξιολόγηση της τομής -7 (υδροφόροι ΟΦ3 & ΑΣ1)

Στην τοποθεσία Βουνάκι βρίσκεται 85% του συνόλου διαλυμένων αλάτων TDS (783 – 1730 mg/l), στην Πολιντράμκο 20% (≈1277mg/l).
Η διεύθυνση υπόγειας ροής δείχνει κινήσεις νερού από το διαρρηγμένο οφιολιθικό υδροφόρο ΟΦ3 προς το καρστικό υδροφόρο ΑΣ1.
Στην τοποθεσία Βουνάκι ή συγκέντρωσης του ασβεστίου Ca κυμαίνεται από 51 έως 57 mg/l, νατρίου Na από 51 έως 69 mg/l, των ανθρακικών $HCO_3$ από 606 έως 980 mg/l, χλωρίου Cl από 167 έως 190 mg/l και των θειϊκών από $SO_4$ 27 έως 62 mg/l .
Στην τοποθεσία Παλιντράμκο η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca κυμαίνεται από 80 έως 108 mg/l, νατρίου Na από 27 έως 58mg/l, των ανθρακικών $HCO_3$ 3από 56 έως 400 mg/l, του χλωρίου από Cl 53 έως 155mg/l και των θειϊκών από $SO_4$ 45 έως 65mg/l.




*Σχ.12.7: Περιοχή της λεκάνης Πισσώνα. Υδροχημικός χάρτης κατανομής της ηλεκτρικής αγωγιμότητας EC και του συνόλου Διαλυμένων Στερεών TDS σε ppm.1,2 πηγάδι και γεώτρηση. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.12.7: Total Dissolved Solids concentration TDS in ppm and electrical conductivity EC. (10/10/1998 – 5/5/1999) 1, sample well. 2, sample borehole*

### *12.3.6. ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ ΔΙΑΛΥΜΕΝΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ (TDS) ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΙΣΣΩΝΑ*

Το μέσο σύνολο διαλυμένων αλάτων (MTDS) στο νερό του υδροφόρου ΟΦ3 είναι 1765 mg/l και η εποχική διαφορά (Variation) μεταξύ χειμωνιάτικης και καλοκαιρινής τιμής (RTDS) είναι 14 - 251mg/l (Σχ.12.7)l. Το νερό είναι *γλυκό → μέτρια γλυκό → μέτρια αλμυρό* (Ταξινόμηση ανά 1000 mg/L).

*Πίν.12.3: Μέσο σύνολο διαλυμένων αλάτων MTDS και εύρος μεταξύ ακραίων τιμών RTDS.*
*Tab.12.3: Mean total dissolved solids (MTDS) seasonal variation (RTDS) between low and high values.*

| Κωδικός δείγματος νερού | Υδροφόρος | **TDS** mg/l 1998 | **TDS** κύμανση mg/l | **TDS** mg/l 1999 | **TDS** κύμανση mg/ | **TDS** mg/l 2009 | Μέσο **TDS** mg/l |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ΠΙΣ1 | **ΟΦ3** | 1316 | **39** | 1277 | **87** | 1190 | **1261** |
| ΠΙΣ2 | **ΟΦ3** | | | | | 807 | |
| ΠΙΣ3 | **ΟΦ3** | | | | | | |
| ΠΙΣ4 | **ΟΦ3** | | | | | 1260 | |
| ΠΙΣ5 | **ΟΦ3** | 708 | **23** | 685 | **62** | 747 | **713** |
| ΠΙΣ6 | **ΟΦ3** | 1186 | **251** | 1437 | **239** | 1198 | **3821** |
| ΠΙΣ6Γ | **ΑΣ1** | | | | | 1043 | |
| ΠΙΣ7 | **ΟΦ3** | 1186 | **132** | 1318 | **52** | 1370 | **1291** |
| ΠΙΣ9 | **ΑΣ1** | 722 | **61** | 783 | **56** | 839 | **781** |
| ΠΙΣ10 | **ΟΦ3** | | | 1730 | **14** | 1754 | **1742** |

### *12.3.7. ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ Revelle (R) ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΙΣΣΩΝΑ*

*Πίν.12.4: Τιμές του Συντελεστή Revelle (R). Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (10/1998 – 5/1999 – 5/3/2009).*
*Tab.12,4: Values of sea water intrusion Revelle (R) from the results of first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999).*

| A/A | Δείγμα **Υδροφόρος** | R | A/A | Δείγμα **Υδροφόρος** | R |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ΠΙΣ1**ΟΦ3** | 0.32 | 2 | ΠΙΣ5**ΟΦ3** | 0.12 |
| 3 | ΠΙΣ6**ΟΦ3** | 0.19 | 4 | ΠΙΣ7**ΟΦ3** | 0.54 |
| 5 | ΠΙΣ8**ΧΑΛ** | | 6 | ΠΙΣ9**ΑΣ1** | 0.45 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ΠΙΣ1**ΟΦ3** | 0.44 | 2 | ΠΙΣ5**ΟΦ3** | 0.32 |
| 3 | ΠΙΣ6**ΟΦ3** | 0.52 | 4 | ΠΙΣ7**ΟΦ3** | 0.44 |
| 5 | ΠΙΣ9**ΑΣ1** | 0.26 | 6 | ΠΙΣ10**ΟΦ3** | 0.33 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ΠΙΣ7**ΟΦ3** | 0.68 | 2 | ΠΙΣ7**ΟΦ3** | 0.79 |
| 3 | ΠΙΣ9**ΑΣ1** | 0.39 | | | |

Υδροφόρος ΟΦ3: Η τιμή του συντελεστή R, στο νερό του υδροφόρου κυμαίνεται από 0.12 έως 0.78 και το υπόγειο νερό είναι *χωρίς θαλάσσια ρύπανση (12.4)*.
Υδροφόρος ΑΣ1: Η τιμή του συντελεστή R, στο νερό του υδροφόρου κυμαίνεται από 0.26 έως 0.45 και το υπόγειο νερό είναι *χωρίς θαλάσσια ρύπανση (12.4)*.

### 12.3.8. ΔΙΟΡΘΩΜΕΝΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ ΝΑΤΡΙΟΥ ($SAR_δ$) ΚΑΙ ΑΛΓΕΒΡΙΚΟ ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΩΝ ΟΡΩΝ ΣΤΗ ΑΓΚΥΛΗ* - ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΙΣΣΩΝΑ

*Πίν.12.5: Τιμές συντελεστή ($SAR_δ$) και αλγεβρικό άθροισμα των όρων στη αγύλη. Από αποτέλεσμα πρώτης, δεύτερης και τρίτης φάσης δειγματοληψίας και χημικών αναλύσεων (10/1998 – 5/1999 – 5/3/2009).*
*Tab.12.5: Values of Adjusted ($SAR_δ$) and the total value between two bracket from the results of first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999).*

| A/A | Δείγμα **Υδροφόρος** | Αγκύλη* | $SAR_δ$ | A/A | Δείγμα **Υδροφόρος** | Αγκύλη* | $SAR_δ$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ΠΙΣ1**ΟΦ3** | 2.91 | 2.00 | 2 | ΠΙΣ5**ΟΦ3** | 2.63 | 0.54 |
| 3 | ΠΙΣ6**ΟΦ3** | 2.54 | 1.33 | 4 | ΠΙΣ7**ΟΦ3** | 2.72 | 0.56 |
| 5 | ΠΙΣ8**ΧΑΛ** | | | 6 | ΠΙΣ9**ΑΣ1** | 2.43 | 0.81 |
| 1 | ΠΙΣ1**ΟΦ3** | 2.58 | 3.84 | 2 | ΠΙΣ5**ΟΦ3** | 2.53 | 0.55 |
| 3 | ΠΙΣ6**ΟΦ3** | 3.00 | 0.97 | 4 | ΠΙΣ7**ΟΦ3** | 3.00 | 0.78 |
| 6 | ΠΙΣ9**ΑΣ1** | 2.53 | 0.64 | 6 | ΠΙΣ10**ΟΦ3** | 3.23 | 0.92 |
| 1 | ΠΙΣ6**ΟΦ3** | 2.65 | 0.77 | 2 | ΠΙΣ7**ΟΦ3** | 2.52 | 0.51 |
| 3 | ΠΙΣ9**ΑΣ1** | 2.72 | 0.60 | 4 | | | |

#### 12.3.8.1. Υδροφόρος ΟΦ3

Η τιμή του αλγεβρικού αθροίσματος των όρων που βρίσκονται στην αγκύλη, στο νερό του υδροφόρου είναι μεταξύ 2.5 – 3.2 με αποτέλεσμα να αποτίθεται στο έδαφος και στις συσκευές ανθρακικά άλατα του ασβεστίου. Η τιμή $SAR_δ$ είναι μεταξύ 2.1 – 27.2

#### 12.3.8.2. Υδροφόρος ΑΣ1

Η τιμή του αλγεβρικού αθροίσματος των όρων που βρίσκονται στην αγκύλη, στο νερό του υδροφόρου είναι μεταξύ 2.4 – 2.7 με αποτέλεσμα να αποτίθεται στο έδαφος και στις συσκευές ανθρακικά άλατα του ασβεστίου. Η τιμή $SAR_δ$ είναι μεταξύ 0.6 – 0.8 (Πίν.12.5).

### 12.3.9. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΦΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΙΣΣΩΝΑ

Η σύνθεση του νερού των υδροφόρων (ΧΑΛ, ΟΦ3, ΑΣ1) στην λεκάνη Πισσώνα είναι ασβεστονατριούχα, οξυανθρακική – χλωριοθειϊκή. Εξαίρεση, αποτελεί στο φρέαρ ΠΙΣ7 που σημείωσε αλλαγή στην υδροχημική φάση του νερού του (2009) σε ασβεστονατριούχα, χλωριοθειϊκή – οξυανθρακική, μάλλον από την επίδραση της έντονής χρήσης λιπασμάτων (Παράρτημα IV, Πίν.00).

### 12.3.10. ΙΟΝΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ (Mandel - Shiftan) ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΙΣΣΩΝΑ

*Πίν.12.6: Περιοχή Ν. Αρτάκη. Ιοντικές σχέσεις του Mandel – Shiftan. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικών αναλύσεων (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*Fig.12.6: Ionic ratios of Mandel – Shiftan from results of first and second hydrochemical analyses (10/10/1998 – 5/5/1999).*

| A/A | Υδροφόρος | Κωδικός δείγματος | (Ca+Mg) / (K+Na) | Na / K | $HCO_3$ / Cl | $SO_4$ / Cl |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| 1 | ΟΦ3 | ΠΙΣ1 | 3.0 | 240 | 3.1 | 0.2 |
| 2 | ΟΦ3 | ΠΙΣ5 | 3.4 | 210 | 2.3 | 0.3 |
| 3 | ΟΦ3 | ΠΙΣ6 | 9.6 | 45 | 8.5 | 0.4 |
| 4 | ΟΦ3 | ΠΙΣ7 | 8.4 | 48 | 3.1 | 0.3 |
| 5 | ΑΣ1 | ΠΙΣ9 | 10.4 | 35 | 5.2 | 0.4 |
| 6 | ΟΦ3 | ΠΙΣ1 | 4.5 | 186 | 2.0 | 0.3 |
| 7 | ΟΦ3 | ΠΙΣ5 | 6.8 | 57 | 1.0 | 0.3 |
| 8 | ΟΦ3 | ΠΙΣ6 | 5.1 | 95 | 1.9 | 0.8 |
| 9 | ΟΦ3 | ΠΙΣ7 | 5.3 | 2 | 2.3 | 0.1 |
| 10 | ΑΣ1 | ΠΙΣ9 | 10.8 | 104 | 0.7 | 0.2 |
| 11 | ΟΦ3 | ΠΙΣ10 | 6.4 | 47 | 2.2 | 0.4 |
| 12 | ΑΣ | ΠΙΣ6Γ | 7.8 | 60 | 3.9 | 0.9 |
| 13 | ΟΦ3 | ΠΙΣ7 | 9.5 | **23** | 1.5 | 0.2 |
| 14 | ΑΣ1 | ΠΙΣ9 | 6.5 | 100 | 3.0 | 0.1 |

### *12.3.10.1. Αναγνώριση Προέλευση του νερού υδροφόρου ΟΦ3 (Πίν.12.6)*

#### 12.3.10.1.1. ( Ca + Mg) / (K + Na)

Όλες οι τιμές (1 – 11) που σημειώθηκαν στα δείγματα νερού από τους υδροφόρους της λεκάνης Πισσώνα, είναι μεγαλύτερο της μονάδας, πράγμα που νοηθεί, ότι ο εμπλουτισμός και κατείσδυση εκδηλώνεται από όλη την επιφάνεια του υδροφόρου στρώματος.

#### 12.3.10.1.2. (Na / K)

Τιμή ≡ 47 στο θαλασσινό νερό σημειώθηκε μόνο στο δείγμα νερού του φρέατος ΠΙΣ10.

Οι τιμές (15 - 25) που χαρακτηρίζει την περιοχή εμπλουτισμού υδροφόρων βρίσκονται στο νερό του φρέατος ΠΙΣ7 δείχνει ότι, ο εμπλουτισμός του υδροφόρου στρώματος εκδηλώνεται από την επιφάνεια του.

Οι τιμές (50 - 70) που χαρακτηρίζουν την κατάντη περιοχή του υδροφόρου, βρίσκονται στο νερό των φρεάτων ΠΙΣ5 και ΠΙΣ6Γ.

#### 12.3.10.1.3. ($HCO_3$ / Cl)

Γενικά, όλες οι τιμές που σημειώθηκαν στα δείγματα νερού των υδροφόρων στρωμάτων περιοχής της λεκάνης Πεισσώνα είναι μεγαλύτερο της μονάδας, πράγμα που βεβαιώνει ότι η ανθρακική ρίζα είναι επικρατέστερο ανιόν στις περιοχές τροφοδοσίας της ανάντης περιοχής υδροφόρου στρώματος.

#### 12.3.10.1.4. ($SO_4$ / Cl)

Όλες οι τιμές που σημειώθηκαν στα δείγματα νερού φρεάτων των υδροφόρων στρωμάτων στην περιοχή της λεκάνης αυτής, είναι λιγότερο της μονάδας (νερού κατάντης περιοχής υδροφόρου) όπου η συγκέντρωση του χλωρίου είναι το επικρατέστερο χωρίς να υπάρχει ένδειξη διείσδυσης του θαλασσινού νερού στην περιοχή. Η επικράτηση του χλωρίου στα δείγματα μπορεί να είναι εξαιτίας έντονης χρήσης λιπασμάτων.

### *12.3.11. ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΥΔΡΟΦΟΡΩΝ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΙΣΣΩΝΑ*

Το υπόγειο νερό του οφιολιθικού υδροφόρου ΟΦ3 και του καρστικού υδροφόρου ΑΣ1 στην περιοχή του Πισσώνα χαρακτηρίζεται από τα αποτελέσματα της ολικής σκληρότητας ( 438 – 510 $CaCO_3$ mg/l) ως *πολύ σκληρό νερό* (Πίν.12.7).

*Πίν.12.7: Ολική σκληρότητα CaCO3 mg/l στο νερό του οφιολιθικού υδροφόρου ΟΦ3.*
*Tab.12.7: Pissonas basin. Total hardness CaCO3 mg/l in ground water of ophiolite aquifer ΟΦ3.*

| Περίοδος | Διακύμανση ολικής σκληρότητας mg/l | Sawyer – McCarty 1967 | Hem 1970 |
|---|---|---|---|
| 10 – 21/ 10/1998 | 438 – 756 | Πολύ σκληρό | Πολύ σκληρό |
| 7/3 – 5/5/1999 | 434 – 1072 | Πολύ σκληρό | Πολύ σκληρό |
| 22/1/2008 – 5/3/2009 | 510 - 580 | Πολύ σκληρό | Πολύ σκληρό |

### *12.3.12. ΔΕΙΚΤΤΕΣ ΡΥΠΑΝΣΕΩΝ Na, Cl, $NO_3$ και $PO_4$ (γεωγενής & ανθρωπογενής) ΣΤΟ ΥΠΟΓΕΙΟ ΝΕΡΟ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΙΣΣΩΝΑ*

Η υψηλή συγκέντρωση νιτρικών των φωσφορικών, νιτρικών και χλωρίων στο υπόγειο νερό του υδροφόρου ΟΦ3 σε σχέση με τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις στο νερό βροχής και σε σύγκριση με άλλες περιοχές (εντός και εκτός Ελλάδας) οφείλεται στη διαπερατότητα και στην εντατική χρήση των λιπασμάτων (Πίν.12.8).

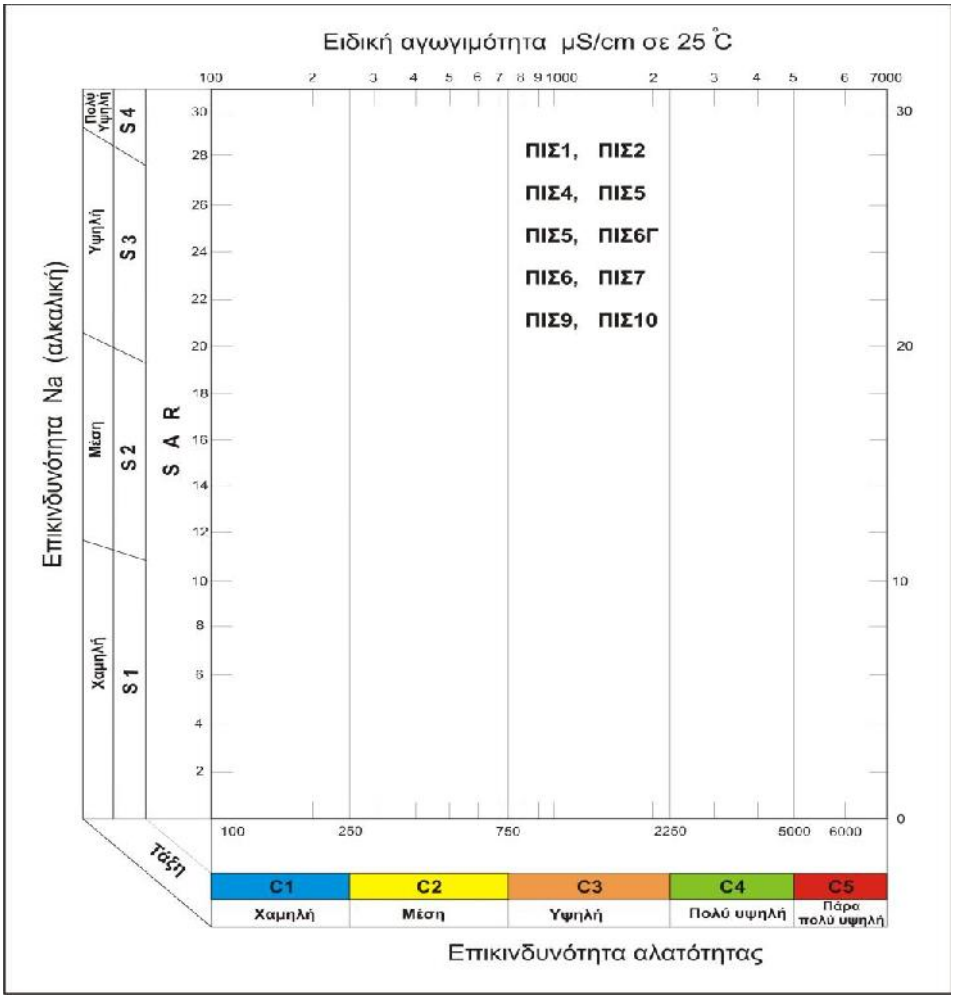
*Πίν.12.8: Λεκάνη Πισσώνα. Δείκτες μόλυνσης του υπόγειου νερό του υδροφόρου ΟΦ3 από νιτρικά και Φωσφορικά*
*Tab.12.8: Pissonas basin. Indications ground water pollution of aquifer ΟΦ3 by nitrate NO3 and phosphates PO4*
*A- G. Stamatis, K. Voudouris, Marine and human activity, Southern Korinthos, 1997-1998.*
*B- G. Stamatis et al, Oropos-Kalamos basin, 2011.*
*C- P. Champidi, G. Stamatis, E. Zagana, Groundwater Quality, Assessment, Erasimos basin, E. Attica, 2011*

| Στοιχείο mg/L | ΟΚΤ/1998 | | ΜΑΙ/1999 | | ΜΑΡ/2009 | | Μέση τιμή | Οφιολιθικοί υδροφόροι | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | min | max | min | max | min | max | | **A** | **B** | **C** |
| **$NO_3$** | 55.8 | 347.3 | 96.7 | 198.4 | 98.8 | 111.5 | 151.4 | 94.3 | 12.0 | 76.39 |
| **$PO_4^{3-}$** | NDT | NDT | 3.9 | 4.15 | 3.1 | 4.4 | 3.9 | 0.27 | 0.16 | 0.32 |

| Στοιχείο mg/L | 10 – 21/ 10/1998 | | | 7/3 – 5/5/1999 | | | 22/1/2008 – 5/3/2009 | | | Μέση τιμή |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | min | max | deviation | min | max | deviation | min | max | deviation | |
| **$Na^+$** | 20.7 | 110.4 | 89.4 | 21.9 | 96.6 | 74.7 | 24.0 | 39.0 | 15.00 | **52.1** |
| **$Cl^-$** | 65.6 | 122.3 | 56.7 | 53.2 | 189.7 | 136.5 | 155.0 | 250.0 | 95.0 | **139.3** |
| **$HCO3^-$** | 350.0 | 650.0 | 300.0 | 344.0 | 979.7 | 635.7 | 315.0 | 400.0 | 85.0 | **506.5** |
| **$SO_4^{2-}$** | 19.2 | 119.0 | 992. | 24.0 | 61.5 | 37.5 | 45.0 | 98.8 | 53.8 | **61.3** |

## 12.4. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΙΣΣΩΝΑ ΓΙΑ ΑΡΔΕΥΣΗ

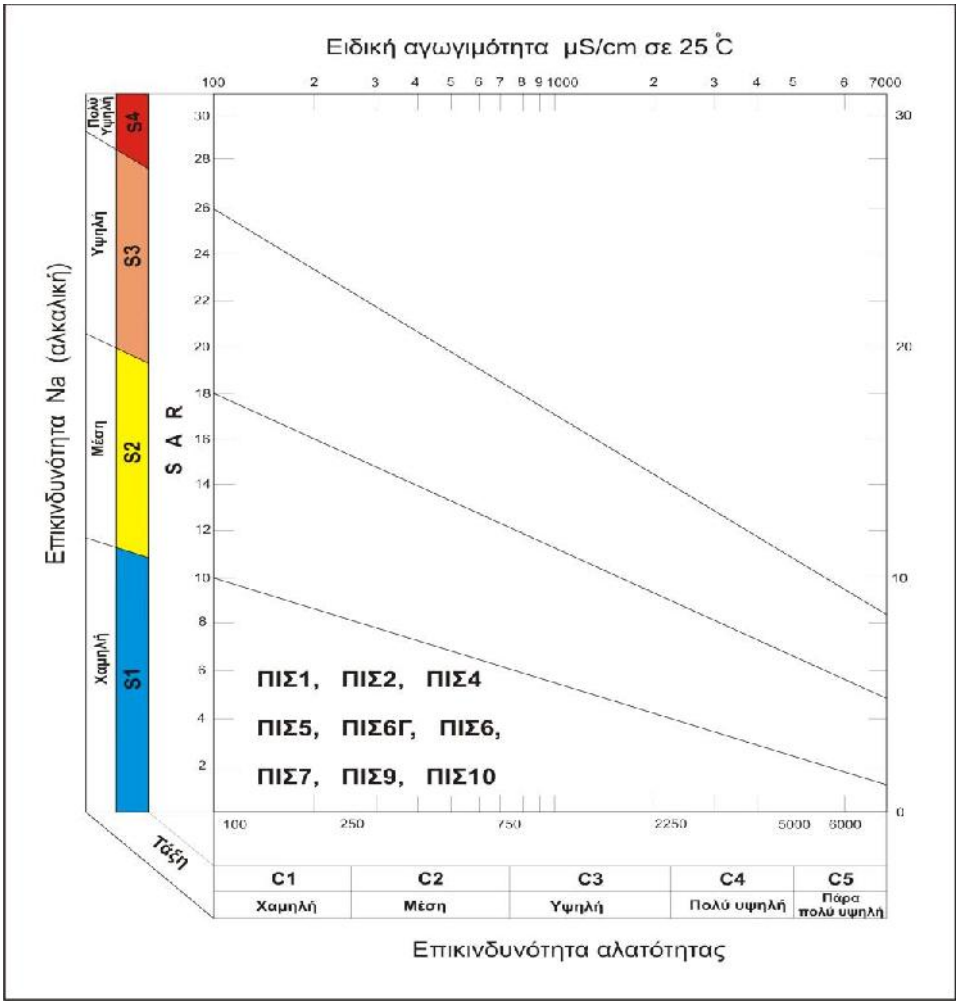
### *12.4.1. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤΑ RichardS*




*Σχ.12.8: Περιοχή λεκάνης της Πισσώνα. Διάγραμμα Richards με τροποποίηση και ταξινόμηση του νερού αρδευτικών φρεάτων αναλόγως της Ειδικής αγωγιμότητας (U.S. Salinity Laboratory). Από αποτέλεσμα της τρίτης φάσης δειγματοληψίας και χημικών αναλύσεων (22/1/2009 – 5/3/2009).*
*Fig.12.8: Richard diagram with modification for classification of the wells and water for irrigation according to Electrical Conductivity (U.S. Salinity Laboratory). From the results of first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999)*

### *12.4.1.2. Ταξινόμηση αλατότητας - τροποποιημένο διάγραμμα Richards (Σχ.12.8)*

Η επικινδυνότητα αλατότητας EC (μS/cm) στο νερό των υδροφόρων ΟΦ3 και ΑΣ1 στην λεκάνης της περιοχής Πισσώνα, κατατάσσεται στην τάξη υψηλής **C**3 επικυνδυνότητας.




*Σχ.12.9: Περιοχή λεκάνης της Πισσώνα. Διάγραμμα Richards με τροποποίηση και ταξινόμηση του νερού αρδευτικών φρεάτων αναλόγως του συντελεστή προσρόφησης νατρίου SAR (U.S. Salinity Laboratory). Από αποτέλεσμα τρίτης φάσης δειγματοληψίας και χημικών αναλύσεων (22/1/2009 – 5/3/2009).*
*Fig.12.9: Richard diagram with modification for classification of the wells and water for irrigation according to adjusted Sodium Absorption Ratio (U.S. Salinity Laboratory). From the results of first and second hydrochemical tests (10/10/1998 – 5/5/1999)*

### *12.4.1.2 Ταξινόμηση νερού για άρδευση κατά Richards, SAR (Σχ.12.9)*

Η επικινδυνότητα Na (αλκαλική) στο νερό των υδροφόρων ΟΦ3 και ΑΣ1 στη λεκάνη του Πισσώνα ταξινομείται στην τάξη χαμηλής **S**1 επικινδυνότητας.

### *12.4.2. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΤΑ Ayer ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΙΣΣΩΝΑ*

Το σύνολο των διαλυμένων αλάτων (TDS 685 – 1754 mg/L) του νερού των υδροφόρων (ΟΦ3 και ΑΣ1) δημιουργεί αυξανόμενα σοβαρά προβλήματα στη γεωργική απόδοση και καρποφορία.

### *12.4.3. ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΣ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ (ΜΗ) ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΥΔΡΟΦΟΡΩΝ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΙΣΣΩΝΑ*

*Πίν.12.9: Τιμών δείκτης επικινδυνότης Μαγνησίου (ΜΗ) νερού υδροφόρων ΑΣ1 και ΟΦ1.*
*Tab.12.9: Values of magnesium hazard indices (MH) of water aquifers ΑΣ1 and ΟΦ1.*

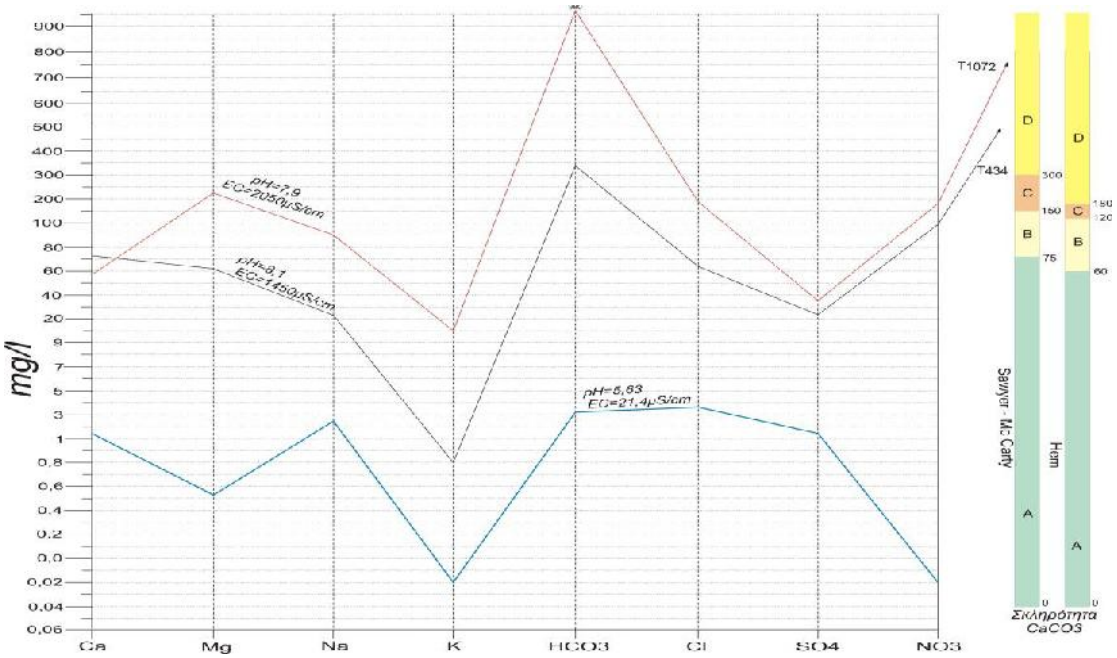
| Κωδικός Φρέαρ meq/l | Περίοδος 10 – 21/10/1998 | | | Περίοδος 7/3 – 5/5/1999 | | | Περίοδος 22/1/2008 – 5/3/2009 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ca | Mg | **MH** | Ca | Mg | **MH** | Ca | Mg | **MH** |
| ΠΙΣ1 | 2.16 | 12.12 | 85 | 1.44 | 12.76 | 90 | | | |
| ΠΙΣ5 | 0.64 | 8.20 | 93 | 3.60 | 5.08 | 59 | | | |
| ΠΙΣ6 | | | | | | | 5.60 | 6.20 | 53 |
| ΠΙΣ6 | 3.96 | 11.00 | 74 | 2.56 | 12.15 | 81 | | | |
| ΠΙΣ7 | 3.92 | 11.20 | 73 | 1.50 | 15.48 | 91 | 4.60 | 5.78 | 56 |
| ΠΙΣ9 | 4.00 | 4.76 | 54 | 4.00 | 5.48 | 58 | 5.90 | 4.80 | 45 |
| ΠΙΣ10 | | | | 2.64 | 18.50 | 88 | | | |

Η τιμές του δείκτη ΜΗ στο νερό του υδροφόρου ΟΦ3 είναι μεταξύ 53 -93 στην περίοδο 1998 – 2009, και του υδροφόρου ΑΣ1 <45 την περίοδο 10-15/2009 (Πίν.12.9). Το νερό της περιοχής επιβλαβές στην άρδευση.

## 11.5. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΥΠΟΓΕΙΟ ΝΕΡΟ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΙΣΣΩΝΑ

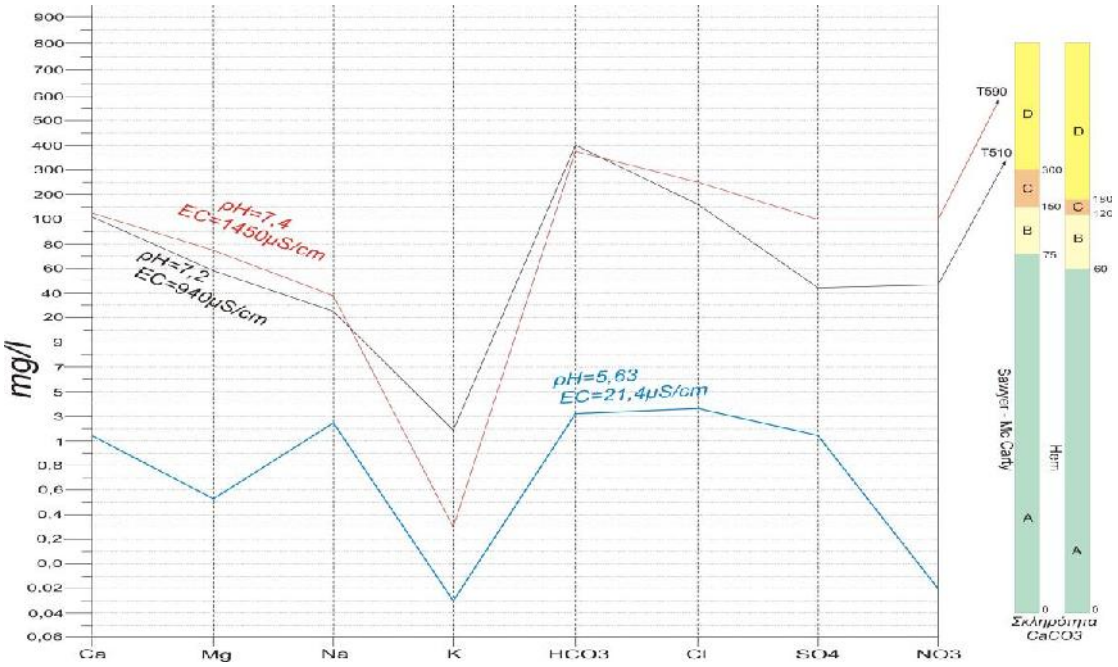
### *12.5. ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ΤΩΝ ΥΔΡΟΦΟΡΩΝ ΟΦ3 και ΑΣ1*

Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca στο νερό του υδροφόρο **ΟΦ3**, αυξάνει κατά 56 – 71 mg/l, του μαγνησίου Mg 61 – 225 mg/l, του νατρίου Na 19 – 66 mg/l, του καλίου K 0.8 – 9.8 mg/l, των ανθρακικών $HCO_3$ 341 – 977 mg/l, του χλωρίου Cl 61 – 187 mg/l, των θειϊκών $SO_4$ κατά 23 – 33 mg/l και των νιτρικών $NO_3$ 97 – 165 mg/l.
Η συγκέντρωση της σκληρότητας $CaCO_3$ mg/l στο νερό υδροφόρου ΟΦ3 είναι της τάξης (D) πολύ σκληρό νερό κατά τους Sawyer – Mac Carty και Hem (Σχ.12.10).




*Σχ.12.10:Υδροχημικές καμπύλες αποτυπώνουν το TDS και την σκληρότητα- ΟΦ3. Νερό βροχής (μπλε), δείγμα με χαμηλότερο TDS (μαύρο) και ψηλότερη TDS (κόκκινο).*
*Fig.12.10: Hydrochemical plot of TDS and hardness. Rain water curve (blue), lower TDS sample (black) and higher TDS sample (red).*

Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca στο νερό του υδροφόρου **ΑΣ1**, αυξάνει κατά 107 – 111 mg/l, του μαγνησίου Mg 57 – 74 mg/l, του νατρίου Na 23 – 36 mg/l, του καλίου K 0.3 – 1.9 mg/l, των ανθρακικών $HCO_3$ 367 – 397 mg/l, του χλωρίου Cl 132 – 247 mg/l, των θειϊκών $SO_4$ 44 – 97 mg/l και των νιτρικών $NO_3$ κατά 45 – 98 mg/l.
Η συγκέντρωση της σκληρότητας $CaCO_3$ mg/l στο νερό υδροφόρου ΑΣ1 είναι της τάξης (D) πολύ σκληρό νερό κατά τους Sawyer – Mac Carty και Hem (Σχ.12.11).




*Σχ.12.11:Υδροχημικές καμπύλες αποτυπώνουν το TDS και την σκληρότητα- ΑΣ1. Νερό βροχής (μπλε), δείγμα με χαμηλότερο TDS (μαύρο) και ψηλότερη TDS (κόκκινο).*
*Fig.12.11: Hydrochemical plot of TDS and hardness. Rain water curve (blue), lower TDS sample (black) and higher TDS sample (red).*

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

*IVΠίν.1: Απογραφή των υδροσημείων στην περιοχή της λεκάνης του Πισσώνα*
*IVTab.1: Records of 14 water positions in the area of Pissonas basin.*

| Α/Α | Φρέαρ | Λιθολογία Υδροφόρου στρώματος | Βάθος Φρέατος m | Κωδικός σημείου | ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | **G P S** | **ΕΓΣΑ `87** |
| | | | | | N E h | X Y |
| 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| **1** | **Π** | Οφιόλιοθς | | ΠΙΣ1 | 38 31.666 23 42.702 116 | 475353 4264829 |
| **2** | **Π** | Οφιόλιοθς | **13.50** | ΠΙΣ2 | 38 31.813 23 42.427 123 | 476489 4265284 |
| **3** | **Π** | Οφιόλιοθς | **23.50** | ΠΙΣ3 | 38 31.731 23 42.495 123 | 474853 4265031 |
| **4** | **Π** | Οφιόλιοθς | **12.80** | ΠΙΣ4 | 38 31.693 23 42.543 120 | 474969 4264913 |
| **5** | **Π** | Οφιόλιοθς | **13.50** | ΠΙΣ5 | 38 31.577 23 42.825 118 | 475650 4264554 |
| **6** | **Π** | Οφιόλιοθς | **12.00** | ΠΙΣ6 | 38 31.418 23 43.368 84 | 475995 4264062 |
| **7** | **Γ** | Ασβεστόλιθος | **263.00** | ΠΙΣ6Γ | 38 31.418 23 43.369 84 | 475997 4264062 |
| **8** | **Π** | Οφιόλιοθς | **9.00** | ΠΙΣ7 | 38 31.532 23 43.425 84 | 476134 4264413 |
| **9** | **Π** | Οφιόλιοθς | **9.00** | ΠΙΣ8 | 38 31.677 23 43.434 84 | 4761357 4264860 |
| **10** | **Γ** | Ασβεστόλιθος | **120.00** | ΠΙΣ9 | 38 30.984 23 43.545 97 | 476423 4263955 |
| **11** | **Π** | Οφιόλιοθς | **32.00** | ΠΙΣ10 | 38 31.756 23 43.771 90 | 476974 4265101 |
| **12** | **Π** | Οφιόλιοθς | **30.00** | ΠΙΣ11 | | ** |
| **13** | **Γ** | Οφιόλιοθς | **120.00** | ΠΙΣ12 | | ** |
| **14** | **Γ** | Οφιόλιοθς | | ΠΙΣ13 | | ** |

**Π** = Πηγάδι Well , **Γ** = Γεώτρηση Borehole, **ΠΙΣ** = Πισσώνας Pissonas
** = Καταγραφή έγινε μόνο πάνω στο τοπογραφικό χάρτη (1: 20.000, ΓΥΣ)
= Traced only on topographic map (1: 20.000, *HMGS)*

*IVΠίν.2: Καταγραφής στάθμης νερού στα πηγάδια και γεωτρήσεις στον υδροφόρο σύστημα στη περιοχή της λεκάνης Πισσώνα.*
*IVTab.2: measurements and records of dug wells and boreholes depth, bottom, height and standing water level for aquifers ΟΦ3 and ΑΣ1 of Pissonas area.*

| Α/Α | Κωδικός σημείου | Στάθμη (10/2007) – (3/2008) | | | Στάθμη (10/2008) – (3/2009) | | | Βάθος φρέατος m | Υψόμετρο | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Θερινή | Χειμερινή | Άνοδος | Θερινή | Χειμερινή | Άνοδος | | Φρέαρ m | Πυθμένας m |
| 1 | 2 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1 | ΠΙΣ1 | 112.40 | 115.20 | 2.80 | 110.8 | 113.00 | 2.20 | 23.00 | 116.00 | 93.00 |
| 2 | ΠΙΣ2 | 119.50 | 120.30 | 0.80 | 118.20 | 119.40 | 1.20 | 13.50 | 123.00 | 109.50 |
| 3 | ΠΙΣ3 | Στεγανό | Στεγανό | | Στεγανό | Στεγανό | | 23.50 | 123.00 | 99.50 |
| 4 | ΠΙΣ4 | 110.80 | 111.40 | 0.60 | 109.50 | 110.30 | 0.80 | 12.80 | 120.00 | 107.20 |
| 5 | ΠΙΣ5 | 113.90 | 115.60 | 1.70 | 109.00 | 111.50 | 2.50 | 13.50 | 118.00 | 104.50 |
| 6 | ΠΙΣ6 | 80.20 | 82.30 | 2.10 | 75.90 | 78.80 | 2.90 | 12.00 | 84.00 | 72.00 |
| 7 | ΠΙΣ6Γ | | | | | | | 263.00 | 84.00 | 152.00** |
| 8 | ΠΙΣ7 | 81.00 | 82.90 | 1.90 | 79.00 | 81.70 | 2.70 | 9.00 | 84.00 | 75.00 |
| 9 | ΠΙΣ8 | 83.50 | 83.90 | 0.40 | 83.00 | 83.60 | 0.60 | 8.00 | 84.00 | 76.00 |
| 10 | ΠΙΣ9Γ | | | | | | | 120.00 | 97.00 | 23.00** |
| 11 | ΠΙΣ10 | 91.20 | 92.30 | 1.10 | 86.80 | 88.00 | 1.20 | 32.00 | 90.00 | 58.00 |

* = Πυθμένας κάτω από την στάθμη της θάλασσας. Bottom below the sea level

*IVΠίν.3: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων υπόγειου νερού της περιοχής Πισσώνα που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια της πρώτης δειγματοληψίας (10 – 21/10/ 1998). Οι χημικές αναλύσεις έγιναν στο εργαστήριο υδροχημείας του ΙΓΜΕ, ( ND, Δεν ανιχνεύτηκε).*
*IVTab.3. Result chemical analysis of groundwater samples selected from Pissona area during the first hydrochemical test (10-21/10/1998). The analysis conducted by the Hydrochemical laboratory of Institute of Geology & Mineral Exploration – IGME, , ( ND, Not Detected).*

| A/A | κωδικός δείγματος & Χρήση νερού | ΧΙΛΙΟΣΤΟΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΣΤΟ ΛΙΤΡΟ (meq/L) ΜΟΡΙΑΚΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑ ΒΑΡΟΣ (ppm) | | | | | | | | | | | Σκληρότητα CaCO3 | | | Δείκτες μόλυνσης | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ca | Mg | Na | K | Σύνολο Κατιόντων | Σύνολο Ανιόντων | CO3 | HCO3 | Cl | SO4 | NO3 | Παροδική | Μόνιμη | Ολική | NO2 | NH4 |
| 1 | ΠΙΣ1 | 2.16 | 12.12 | 4.80 | 0.02 | 19.09 | 19.09 | ND | 10.66 | 3.45 | 0.63 | 3.40 | 533 | 181 | 714 | 0.02 | 0.01 |
| | Άρδευση | 43.29 | 147.38 | 110.40 | 0.78 | | | | 650.26 | 122.34 | 30.26 | 210.83 | | | | | |
| 2 | ΠΙΣ5 | 0.64 | 8.20 | 0.90 | 0.02 | 9.76 | 9.86 | ND | 7.66 | 0.90 | 0.40 | 0.90 | 383 | 59 | 442 | 0.01 | 0.01 |
| | Άρδευση | 12.83 | 99.71 | 20.70 | 0.78 | | | | 467.42 | 31.91 | 19.21 | 55.81 | | | | | |
| 3 | ΠΙΣ6 | 3.96 | 11.00 | 1.40 | 0.04 | 16.40 | 16.39 | ND | 9.62 | 1.85 | 0.66 | 4.26 | 481 | 267 | 748 | 0.02 | 0.01 |
| | Άρδευση | 79.36 | 133.76 | 32.20 | 1.56 | | | | 586.82 | 65.60 | 31.70 | 264.16 | | | | | |
| 4 | ΠΙΣ7 | 3.92 | 11.20 | 1.90 | 0.02 | 17.04 | 16.92 | ND | 5.74 | 3.10 | 2.48 | 5.60 | 287 | 469 | 756 | 0.02 | 0.02 |
| | Άρδευση | 78.56 | 136.19 | 43.70 | 0.78 | | | | 350.14 | 109.93 | 119.11 | 347.26 | | | | | |
| 5 | ΠΙΣ9 | 4.00 | 4.76 | 1.40 | 0.03 | 10.19 | 10.28 | ND | 5.45 | 2.50 | 1.10 | 1.14 | 277 | 171 | 438 | ND | ND |
| | Άρδευση | 80.16 | 57.88 | 32.20 | 1.17 | | | | 337.94 | 88.65 | 52.83 | 70.70 | | | | | |

*IVΠίν.4: Αποτελέσματα επιτόπιων φυσικοχημικών παραμέτρων δειγμάτων νερού της λεκάνης Πισσώνα που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια της πρώτης δειγματοληψίας (10 -21/10/1998), (NT, Δεν εξετάστηκε))*
*IVTab.4: Physicochemical results of analysis samples conducted on the field, selected during the first hydrochemical test (10-21/10/1998) from Pissonas area, ( NT, Not tested).*

| A/A | Κωδικός δείγματος νερού | Τρόπος συλλογής νερού | Θερμοκρασία **ºC** | | **pH** | **Eh** mV volt | **Salinity** dS/m | **EC** μMhos/cm | **TDS** ppm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Νερού | Αέρα | | | | | |
| 1 | ΠΙΣ1 | Δειγματολήπτης | 18.0 | 14.0 | 8.1 | NT | 0.8 | 1370 | 1316 |
| 2 | ΠΙΣ5 | Δειγματολήπτης | 18.0 | 15.0 | 8.0 | NT | 0.8 | 1440 | 1208 |
| 3 | ΠΙΣ6 | Δειγματολήπτης | 16.5 | 16.0 | 7.7 | NT | 0.8 | 1310 | 1195 |
| 4 | ΠΙΣ7 | Δειγματολήπτης | 19.0 | 10.0 | 7.7 | NT | 0.8 | 1400 | 1186 |
| 5 | ΠΙΣ9 | Αντλία | 18.5 | 13.0 | 7.9 | NT | 0.5 | 880 | 722 |

*IVΠίν.5: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού της περιοχής Πισσώνα που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια της δεύτερης δειγματοληψιας (7/3/1999 – 5/5/1999). Οι χημικές αναλύσεις έγιναν στο εργαστήριο υδροχημεία του ΙΓΜΕ. , ( ND, Δεν ανιχνεύτηκε).*
*IVTab.5: Result chemical analysis of groundwater samples selected from Pissonas area during the second hydrochemical test (7/3//1999 – 5/5/1999). The analysis conducted at the hydrochemical laboratory by the Institute of Geological & Mineral Exploration - IGME. ( ND, Not Detected).*

| Α/Α | Κωδικός δείγματος<br>Χρήση νερού | ΧΙΛΙΟΣΤΟΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΣΤΟ ΛΙΤΡΟ (meq/L)<br>ΜΟΡΙΑΚΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑ ΒΑΡΟΣ (ppm) | | | | | | | | | | | Σκληρότητα CaCO3 | | | Δείκτες μόλυνσης | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ca | Mg | Na | K | Σύνολο Κατιόντων | Σύνολο Ανιόντων | CO3 | HCO3 | Cl | SO4 | NO3 | Παροδική | Μόνιμη | Ολική | NO2 | NH4 |
| 1 | ΠΙΣ1 | 1.44 | 12.76 | 4.20 | 0.02 | 18.42 | 18.37 | ND | 9.90 | 4.34 | 1.28 | 2.84 | 495 | 215 | 710 | 0.02 | 0.01 |
| | Άρδευση | 28.86 | 155.16 | 96.60 | 0.78 | | | | 603.90 | 154.25 | 61.48 | 176.11 | | | | | |
| 2 | ΠΙΣ5 | 3.60 | 5.08 | 0.95 | 0.02 | 9.65 | 9.50 | ND | 5.64 | 1.80 | 0.50 | 1.56 | 282 | 152 | 434 | 0.12 | 0.01 |
| | Άρδευση | 72.14 | 61.77 | 21.85 | 0.78 | | | | 344.04 | 63.83 | 24.02 | 96.74 | | | | | |
| 3 | ΠΙΣ6 | 2.56 | 15.12 | 2.85 | 0.02 | 20.55 | 20.68 | ND | 9.94 | 5.20 | 1.28 | 4.26 | 497 | 387 | 884 | 0.01 | 0.02 |
| | Άρδευση | 51.30 | 183.86 | 85.55 | 0.78 | | | | 60600 | 184.39 | 61.48 | 264.16 | | | | | |
| 4 | ΠΙΣ7 | 1.50 | 15.48 | 2.20 | 0.03 | 19.23 | 19.19 | ND | 10.74 | 4.70 | 0.57 | 3.20 | 537 | 312 | 849 | 0.01 | 0.02 |
| | Άρδευση | 30.06 | 188.24 | 50.60 | 1.17 | | | | 655.14 | 166.66 | 27.38 | 198.43 | | | | | |
| 5 | ΠΙΣ9 | 4.00 | 5.48 | 1.20 | 0.02 | 10.70 | 10.83 | ND | 5.84 | 1.50 | 1.36 | 2.13 | 292 | 182 | 474 | ND | ND |
| | Άρδευση | 80.16 | 66.64 | 27.60 | 0.78 | | | | 356.24 | 53.19 | 65.32 | 132.08 | | | | | |
| 6 | ΠΙΣ10 | 2.64 | 18.50 | 3.00 | 0.25 | 24.69 | 24.77 | ND | 16.06 | 5.35 | 0.70 | 2.66 | 803 | 269 | 1072 | 0.11 | 0.02 |
| | Άρδευση | 56.91 | 226.18 | 69.00 | 9.76 | | | | 979.66 | 189.71 | 33.62 | 164.95 | | | | | |

*IVΠίν.6: Αποτελέσματα επιτόπιων φυσικοχημικών παραμέτρων των δειγμάτων της λεκάνης Πισσώνα που συλλέχθηκαν την διάρκεια της δεύτερης δειγματοληψίας (7/3/1999 – 5/5/1999), (NT, Δεν εξετάστηκε)*
*IVTab.6: Physicochemical results of analysis samples conducted on the field which selected during the second hydrochemical test (7/3/1999 – 5/5/1999) from Pissonas area, ( ND, Not tested).*

| Α/Α | Κωδικός δείγματος νερού | Τρόπος συλλογής νερού | Θερμοκρασία °C | | **pH** | **Eh** mV volt | **Salinity** dS/m | **EC** μMhos/cm | **TDS** ppm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Νερού | Αέρα | | | | | |
| 1 | ΠΙΣ1 | Δειγματολήπτης | 18.0 | 14.0 | 8.1 | NT | 0.8 | 1450 | 1277 |
| 2 | ΠΙΣ5 | Δειγματολήπτης | 18.0 | 15.0 | 8.0 | NT | 0.5 | 825 | 685 |
| 3 | ΠΙΣ6 | Δειγματολήπτης | 16.5 | 16.0 | 7.7 | NT | 1.0 | 1670 | 1437 |
| 4 | ΠΙΣ7 | Δειγματολήπτης | 19.0 | 10.0 | 7.7 | NT | 1.1 | 1825 | 1318 |
| 5 | ΠΙΣ9 | Αντλία | 18.5 | 12.0 | 7.8 | NT | 0.5 | 965 | 783 |
| 6 | ΠΙΣ10 | Δειγματολήπτης | 17.0 | 18.0 | 7.9 | NT | 1.2 | 2050 | 1730 |

*IVΠίν.7: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού της λεκάνης Πισσώνα, που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια της τρίτης δειγματοληψίας (22/1/2009 – 5/3/2009). Η χημική ανάλυση έγινε στο εργαστήριο υδροχημείας του Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, ΕΚΠΑ.*
*IVTab.7: Result of chemical analysis of groundwater samples selected from Pissonas area during the third hydrochemical test (22/1//2008 – 5/3/2009). The analysis conducted by the laboratories of Applied Geology Department and the Department of Economic Geology and Geochemistry - National and Kapodistrian University of Athens.*

| A/A | Κωδικός δείγματος νερού | ΜΟΡΙΑΚΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑ ΒΑΡΟΣ mg/L | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Κατιόντα | | | | Ανιόντα | | | | Σκληρότητα | | | Δείκτες μόλυνσης | | | |
| | | Ca | Mg | Na | K | HCO3 | Cl | SO4 | NO3 | Παροδική | Μόνιμη | Ολική | NO2 | NH4 | NH3 | NH3-N |
| 1 | ΠΙΣ6 | 112.10 | 75.33 | 39.00 | 0.30 | 370.00 | 250.00 | 98.75 | 98.75 | 280 | 210 | 590 | 0.22 | ND | ND | NT |
| 2 | ΠΙΣ7 | 92.00 | 70.20 | 24.00 | 0.50 | 315.00 | 250.00 | 73.75 | 111.50 | 270 | 280 | 550 | 0.056 | 0.03 | 0.03 | NT |
| 3 | ΠΙΣ9 | 108.00 | 58.32 | 26.00 | 1.90 | 400.00 | 155.00 | 45.00 | 45.50 | 270 | 250 | 510 | 0.018 | 0.01 | 0.01 | NT |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | ΠΙΣ5 | 3.90 | 3.10 |
| 2 | ΠΙΣ6 | 4.15 | 4.40 |
| 3 | ΠΙΣ9 | 2.80 | 2.00 |
| | | ΜΑΡ/2008 | ΣΕΠ/2009 |

**$PO_4^{3-}$** mg/L

*IVΠίν.8: Αποτελέσματα επιτόπιων φυσικοχημικών παραμέτρων δειγμάτων της λεκάνης Πισσώνα που συλλέχθηκαν την διάρκεια 3ης δειγματοληψίας (22/1/2009 – 5/3/2009).*
*IVTab.8: Physicochemical results of analysis samples conducted on the field during the third hydrochemical test (22/1/2008 – 5/3/2009) from Pissonas area.*

| A/A | Κωδικός δείγματος νερού | Τρόπος συλλογής νερού | Θερμοκρασία **ºC** | | pH | Eh mV volt | Salinity dS/m | EC μS/cm | TDS ppm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Νερού | Αέρα | | | | | |
| 1 | ΠΙΣ1 | Δειγματολήπτης | 18.0 | 17.5 | 7.7 | -42 | 0.8 | 1350 | 1190 |
| 2 | ΠΙΣ2 | Δειγματολήπτης | 17.5 | 14.5 | 7.8 | -45 | 0.7 | 1261 | 807 |
| 3 | ΠΙΣ3 | Δειγματολήπτης | 17.0 | 15.0 | 7.7 | -42 | 1.2 | 1430 | NT |
| 4 | ΠΙΣ4 | Δειγματολήπτης | 17.5 | 15.0 | 7.9 | -46 | 0.8 | 1430 | 1260 |
| 5 | ΠΙΣ5 | Δειγματολήπτης | 16.0 | 18.0 | 8.1 | -56 | 0.5 | 900 | 747 |
| 6 | ΠΙΣ6Γ | Αντλία | 17.5 | 18.5 | 7.4 | -23 | 0.8 | 1450 | 1043 |
| | ΠΙΣ6 | Δειγματολήπτης | 18.0 | 18.5 | 7.5 | -32 | 0.8 | 1360 | 1198 |
| 7 | ΠΙΣ7 | Δειγματολήπτης | 17.0 | 17.5 | 7.5 | -30 | 0.9 | 1554 | 1370 |
| 8 | ΠΙΣ8 | Δειγματολήπτης | 16.5 | 16.5 | 7.4 | -23 | 0.9 | 1230 | NT |
| | ΠΙΣ9 | Αντλία | 18.0 | 18.0 | 7.2 | -11 | 0.5 | 940 | 839 |
| 9 | ΠΙΣ10 | Δειγματολήπτης | 17.0 | 19.0 | 7.3 | -16 | 1.2 | 1980 | 1754 |

*IV*Πίν.9: *Φυσικοχημικές παράμετροι και χημικές αναλύσεις νερού βροχής από την περιοχή Πισσώνας (27/3/2009 )*
*IV*Tab.9: *The physical and chemical analysis of the rain water collected from Pissonas area (27/3/2009).*

| pH | μS/cm | TDS | $Ca^{2+}$ | $Mg^{2+}$ | $Na^{+}$ | $K^{+}$ | $HCO_3^{-}$ | $Cl^{-}$ | $SO_4^{2-}$ | $NO_3$ | $NO_2$ | $NH^{+}_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5.63 | 21.4 | 13.72 | 1.22 | 0.53 | 2.48 | 0.01 | 3.12 | 3.21 | 1.13 | 0.02 | 0.0 | 0.0 |

*IV*Πίν.10: *Αποτελέσματα ανάλυσης ιχνοστοιχείων (XRD, AAS) από δείγματα νερού που συλλέχθηκαν κατά της πρώτης δειγματοληψίας. Οι χημικές αναλύσεις έγιναν στο εργαστήριο υδροχημείας του ΙΓΜΕ. ND, Κάτω από το όριο ανίχνευσης.*
*IV*Tab.10: *Results analyses (XRD, AAS) trace metals of samples selected during the second hydrochemical test (7/3/1999–5/5/1999). Analyses conducted by laboratory of hydrochemistry IGME. ND, Below tracing range.*

| A/A | Υδροφόρος | Κωδικός δείγματος νερού | Ιχνοστοιχεία (μg/L) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Cd** | **Cu** | **Fe** | **Mn** | **Pb** | **Zn** |
| 1 | ΟΦ3 | ΠΙΣ6Γ | 0.03 | 1.2 | 17.0 | 0.02 | 0.02 | 0.2 |
| 2 | ΟΦ3 | ΠΙΣ7 | 0.05 | 0.5 | 12.0 | 0.05 | 0.05 | 0.4 |
| 3 | ΟΦ3 | ΠΙΣ6 | 0.05 | 0.5 | 14.0 | 0.05 | 0.09 | 0.5 |
| 4 | ΟΦ3 | ΠΙΣ5 | 0.04 | 1.2 | 16.0 | 0.14 | 0.1 | 0.5 |
| 5 | ΑΣ1 | ΠΙΣ9 | ND | 0.2 | 6.0 | ND | ND | ND |
| **Min** | | | **0.03** | **0.02** | **6.0** | **0.02** | **0.02** | **0.02** |
| **Max** | | | **0.05** | **1.2** | **17.0** | **0.14** | **0.1** | **0.5** |
| **Mean** | | | **0.04** | **0.9** | **13.0** | **0.07** | **0.07** | **0.4** |

*IV*Πίν.11: *Αποτελέσματα ανάλυσης ιχνοστοιχείων (XRD, AAS) από δείγματα νερού που συλλέχθηκαν κατά της τρίτης δειγματοληψίας. Οι χημικές αναλύσεις έγιναν στο Τομέα Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας. ΕΚΠΑ. ND, Κάτω από όριο ανίχνευσης.*
*IV*Tab.11: *Results analyses (XRD, AAS) trace metals of samples selected during the third hydrochemical test (22/1/2008 – 5/3/2009). Analyses conducted by laboratory of Economic Geology & Geochemistry – University of Athens. ND, Below tracing range*

| A/A | Υδροφόρος | Κωδικός δείγματος νερού | Ιχνοστοιχεία (μg/L) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Cd** | **Fe** | **Ni** | **Mn** | **Cr(total)** |
| 1 | ΟΦ3 | ΠΙΣ6 | 0.03 | 16 | 0.5 | 0.05 | 1.5 |
| 2 | ΟΦ3 | ΠΙΣ7 | 0.02 | 18 | 0.6 | 0.05 | 1.5 |
| 3 | ΑΣ1 | ΠΙΣ9 | ND | 10 | ND | ND | ND |
| **Mean** | | | **0.03** | **14.7** | **0.6** | **0.05** | **1.5** |

*IV*Πίν.12: *Αποτελέσματα ανάλυσης ιχνοστοιχείων (XRD, AAS) από δείγματα νερού που συλλέχθηκαν κατά της ειδικής δειγματοληψίας. Οι χημική αναλύσεις έγιναν στο Τομέα Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας. ΕΚΠΑ ND, Κάτω από όριο ανίχνευσης.*
*IV*Tab. 12: *Results analyses (XRD, AAS) trace metals of samples selected during special hydrochemical test (ΣΕΠ/2009). Analyses conducted by the Department of Economic Geology and Geochemistry - University of Athens. ND, Below tracing range.*

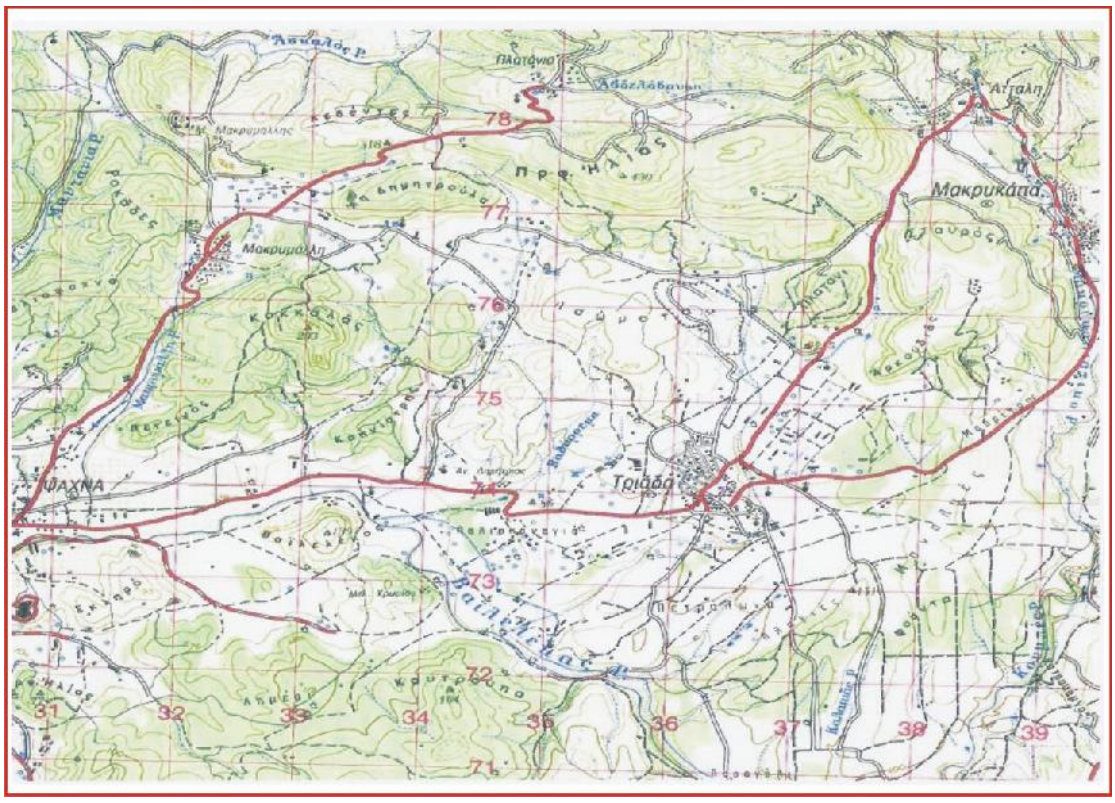
| A/A | Υδροφόρος | Κωδικός δείγματος νερού | Ιχνοστοιχεία (μg/L) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Cd** | **Fe** | **Ni** | **Mn** | **Cr(total)** |
| 1 | ΟΦ3 | ΠΙΣ6 | 0.04 | 20 | 0.8 | 0.05 | 2.5 |
| 2 | ΟΦ3 | ΠΙΣ7 | 0.06 | 16 | 0.9 | 0.08 | 2.0 |
| 3 | ΑΣ1 | ΠΙΣ9 | ND | 8 | ND | ND | ND |
| **Mean** | | | **0.05** | **14.7** | **0.9** | **0.07** | **2.3** |

*IVΠίν.13: Υδροχημικές φάσεις του νερού από αποτέλεσματα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικών αναλύσεων (10/10/1998 – 5/5/1999).*
*IVTab.13: Hydrochemical phases of water from the first, second and third hydrochemical tests (10/1998 – 5/1999 – 5/3/2009).*

| A/A<br>**Χρόνος** | δείγμα<br>**Υδροφόρος** | (Ca + Mg)%<br>($HCO_3$+$CO_3$)% | (Na + K)%<br>(Cl + $SO_4$)% | Φάσεις Κατιόντων<br>Φάσεις Ανιόντων |
|---|---|---|---|---|
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| 1<br>**1998** | ΠΙΣ1<br>**ΟΦ3** | 78.6<br>36.4 | 21.4<br>59.4 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 2<br>**1999** | ΠΙΣ1<br>**ΟΦ3** | 73.6<br>42.8 | 26.4<br>55.1 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 3<br>**1998** | ΠΙΣ5<br>**ΟΦ3** | 76.0<br>61.2 | 42.0<br>33.4 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 4<br>**1999** | ΠΙΣ5<br>**ΟΦ3** | 37.0<br>15.8 | 63.0<br>82.5 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χώριοθειική |
| 5<br>**1998** | ΠΙΣ6<br>**ΟΦ3** | 40.7<br>14.8 | 59.3<br>82.9 | Αβεστονατιούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 6<br>**1999** | ΠΙΣ6<br>**ΟΦ3** | 79.4<br>45.3 | 20.6<br>52.2 | Ασβετονατιούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 7<br>**2009** | ΠΙΣ6<br>**ΟΦ3** | 81.7<br>72.1 | 18.3<br>23.4 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 8<br>**1998** | ΠΙΣ7<br>**ΟΦ3** | 51.2<br>27.3 | 38.8<br>69.9 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 9<br>**1999** | ΠΙΣ7<br>**ΟΦ3** | 61.8<br>21.2 | 38.2<br>77.7 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 10<br>**2009** | ΠΙΣ7<br>**ΟΦ3** | 85.5<br>48.8 | 14.5<br>36.1 | Ασβεστονατριούχα<br>Χλωριοθειική-οξυανθρακική |
| 11<br>**1998** | ΠΙΣ9<br>**ΑΣ1** | 58.7<br>18.0 | 41.3<br>81.3 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 12<br>**1999** | ΠΙΣ9<br>**ΑΣ1** | 68.6<br>14.3 | 31.4<br>84.3 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλοωριοθειική |
| 13<br>**2009** | ΠΙΣ9<br>**ΑΣ1** | 87.1<br>66.5 | 12.9<br>25.4 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 14<br>**1999** | ΠΙΣ10<br>**ΟΦ3** | 86.3<br>76.7 | 13.7<br>23.3 | Ασβεστονατριούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |

## 13- ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ & ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ ΤΗΣ ΥΠΟΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΡΙΑΔΑΣ
## Hydrogeology & Hydrochemistry of Triada area

Η πέμπτη υποπεριοχή έρευνα βρίσκεται στο νότιο κεντρικό τμήμα της υδρογεωλογικής λεκάνης, και περιλαμβάνει σχεδόν ολόκληρή την έκταση της Τοπικής Κοινότητας Τριάδας και το ανατολικό τμήμα της Δημοτικής Κοινότητας Ψαχνών (Σχ.2.1 και 13.1).

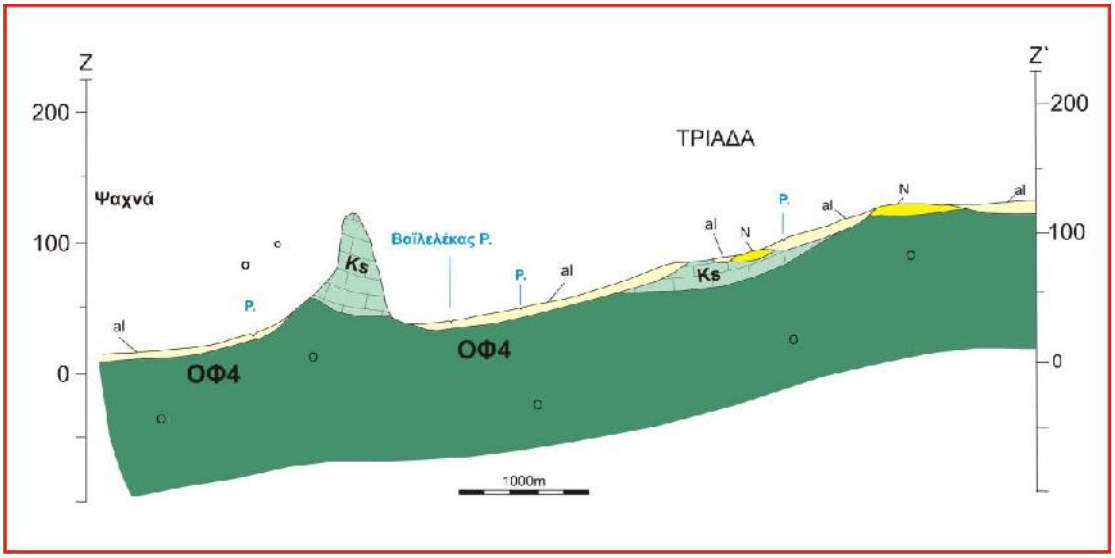



*Σχ.13.1: Τοπογραφικός χάρτης ευρύτερης περιοχής της Τριάδας (ΓΥΣ,1:50.000)*
*Fig.13.1: Topographic map of the entire area of Tiada (HMGS, 1: 50.000, Psachna sheet)*

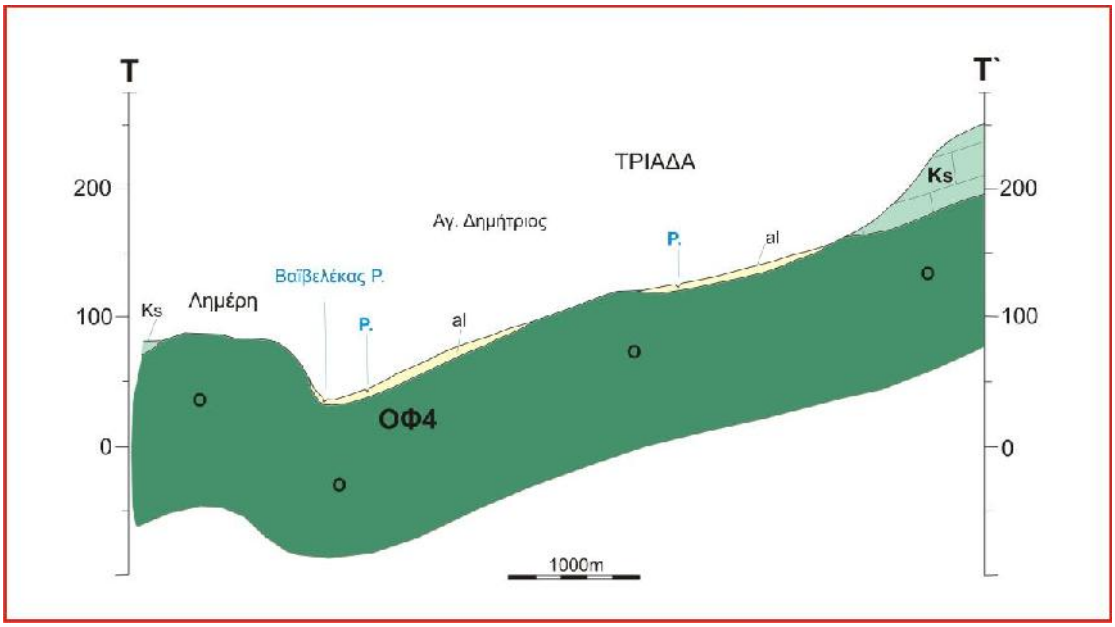
Η περιοχή της λεκάνης Τριάδας χαρακτηρίζεται ορεινή και περιβάλλεται από τα παρακάτω υψώματα: Κουτούπα (164μ.), Χρωμίου – Βαϊλελέκας (189μ.), Κοκκαλάς (203μ.) – Καπνίστρης, Δημητρούλα – Πρφ. Ηλίας (430μ.) στην δυτική πλευρά και Πλατάνι – Σταυρός (250μ.) – Δημητρούλα και Αρκουδιάς στην ανατολική πλευρά.
Η υπολεκάνη Τριάδας αποστραγγίζεται από τα υδρορεύματα του χειμάρρου Βαϊλελέκας που είναι βασικός κλάδος (τρίτη τάξη) του ποταμού Μεσσάπιου (έκτη τάξη) όπου εκβάλλει στο Β. Ευβοϊκό Κόλπο.
Η υπολεκάνη αυτή περικλείει το μεγαλύτερο γεωργικό κάμπο της Εύβοιας, καλυπτώμενο από λεπτό στρώμα φυτικής γης, πάχος από ολίγα εκατοστά μέχρι 6m. Στην περιοχή βρίσκεται ένα δίκτυο από αρδευτικά ρηχά πηγάδια.

### *13.1. ΓΕΩΛΟΓΙΑ*

Η Στρωματογραφική στήλη της περιοχής Τριάδας περιγράφεται από κάτω προς πάνω ως (Γεωλογικός χάρτης, Σχ.13,2, και Σχ.13.3 ):
1) Σχηματισμούς της *σχιστοκερατολιθικής διάπλασης*, αποτελείται από κοκκινωπούς κερατόλιθους, πρασινοκάστανους αργιλικούς σχιστόλιθους, ψαμμίτες μεγάλες ασβεστολιθικές ενστρώσεις, και οφιολιθικά πετρώματα **ο** (σερπεντίνες, περιδοτίτες και διαβάσεις) **ΟΦ4**.




*Σχ.13.2: Γεωλογική τομή (ΤΡ1-ΤΡ1`) ΒΔ – ΝΑ, στη περιοχή Αγ. Δημήτριος, στο νότιο τμήμα της λεκάνης Τριάδας. Διακρίνεται η ανάπτυξη της υδροφορίας στο δυτικό μέρος του οφιολιθικού υδροφόρου στρώματος* ***ΟΦ4***
*Fig.13.2: Geologic section NW-SE across the southern part of Triada basin showing the development of fissured ophiolitic aquifer* ***ΟΦ4***




*Σχ.13.3: Γεωλογική τομή (ΤΡ2-ΤΡ2`) ΝΔ – ΒΑ, , στη περιοχή Αγ. Δημήτριος, στο νότιο τμήμα της λεκάνης Τριάδας. Διακρίνεται η ανάπτυξη της υδροφορίας στο δυτικό μέρος του οφιολιθικού υδροφόρου στρώματος* ***ΟΦ4.***
*Fig.13.3: Geologic section SW-NE across the southern part of Triada basin showing the development of fissured ophiolitic aquifer* ***ΟΦ4***

3) *Ασβεστόλιθους* **Ks**, επικλυσιγενείς, στο ανώτερο στρώμα παχυστρωματώδεις έως άστρωτοι, τεφροί, καρστικοί, στη βάση είναι μαργαϊκοί, κιτρινωποί ή κοκκινωποί, λέπτο – έως μεσοστρωματώδεις και κονδυλώδεις καρστικοί, και το πάχος περίπου μέχρι 25m.
4) Λιμνάιες, νεογενές αποθέσεις **N**, αποτελούνται από εναλλασσόμενα στρώματα, κροκαλοπαγών, μαργών, ψαμμιτών, αργίλων και μαργαικών ασβεστόλιθων.
4) *Προσχώσεις*, **al**, αλλουβιακές αποθέσεις από χαλαρά αργιλοαμμώδη υλικά, ερυθρογή με κροκαλολατύπες, και το πάχος από μερικά εκατοστά μέχρι 6m.

## 13.2. ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΡΙΑΔΑΣ

### *13.2.1. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ*

Από το σύνολο των φρεάτων (πηγάδια και γεωτρήσεις) που υπάρχουν στην περιοχή αυτή έγινε επιλογή και καταγραφή 30 σημείων (Χάρτης απογραφής, Σχ.8.5 και Παράρτημα V,Πίν.1).
Η υδροφορία στη λεκάνη της Τριάδας, αναπτύσσεται στο σκληρό και διαρρηγμένο οφιολιθικό στρώμα, το οποίο σχηματίζεται από περιδοτιτές, διαβάσεις και σερπεντίνες (Σχ.13.2 και 13.3).
Το πάχος του υδροφόρου ΟΦ4, από μετρήσεις βάθους φρεάτων της περιοχής, κυμαίνεται μεταξύ 13 και 38m στις τοποθεσίες Πύργος, Αγ. Δημήτριος Παλαιοπαναγιά, ενώ στις υδρογεωτρήσεις φτάνει τα 60m (Παράρτημα V, Πίν.2).
Ο εμπλουτισμός του υδροφόρου ΟΦ4 εξασφαλίζεται από την κατείσδυση νερού βροχής στη λεκάνη, πραγματοποιείται επίσης στις κοίτες των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου (χειμάρρου Βαϊλελέκα).
Είναι ελεύθερος υδροφόρος ορίζοντας, γυμνής επιφάνειας στην πλειονότητα του, όμως σε μερικά σημεία είναι καλυμμένος από μικρό και μακροπερατούς σχηματισμούς, η λιθολογία των οποίων δεν εμποδίζει την διαδικασία διήθησης του νερού στον υδροφόρο στρώμα.

### *13.2.2. ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ*

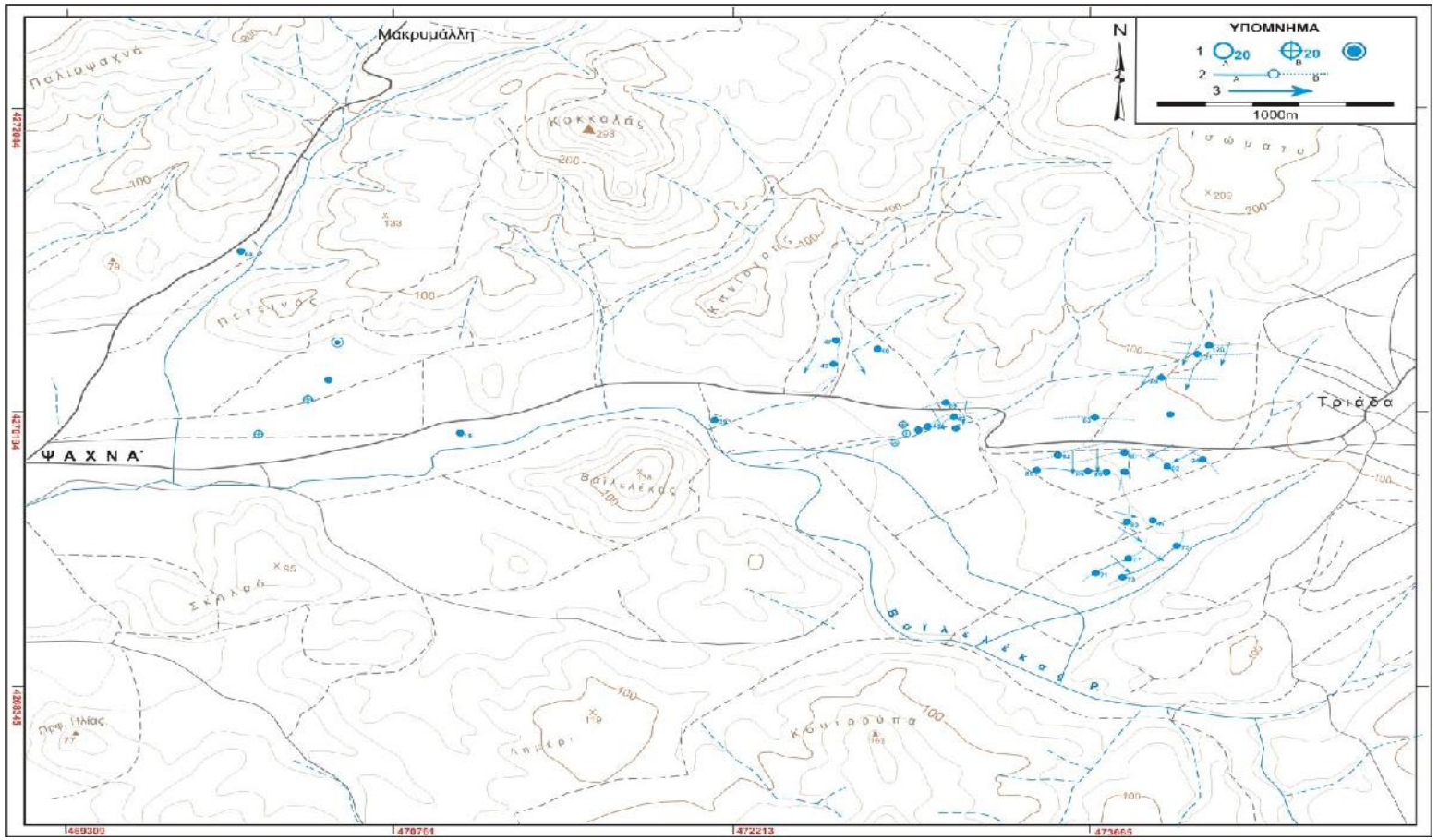
Αναλύοντας και μελετώντας τους πίνακες και τον χάρτη των πιεζομετρικών καμπυλών (Σχ.13.2 -13.3 – 13.4 και Πίν.13.1 – VΠίν.2 και VΠίν.3) για την υδροφορία της περιοχής του υδροφόρου των διαρρηγμένων οφιόλιθων ΟΦ4 της Τριάδας προκύπτει ότι:
1- Η πιεζομετρία υψηλής και χαμηλής στάθμης (θερινής, Χειμερινής) 10/ 2007 - 3/ 2008, έχει όμοια μορφή και δείχνει βαθμιαία ελάττωση των τιμών των πιεζομετρικών καμπυλών προς το νότιο.
2- Παρατηρείται γενική κίνηση του υπόγειου νερού προς το κέντρο της λεκάνης δηλαδή προς την κοίτη του χειμάρρου Βαϊλελέκα και κλάδους του.
3- Δεν διαμορφώνεται στη περιοχή υπόγειος άξονας αποστράγγισης.
4- Στα πηγάδια κοντά της κοίτης υδατορευμάτων (Βαίλελέκας) εμπλουτίζεται ο υδροφόρος, με αποτέλεσμα η στάθμη τους να σημειώνει γρήγορη και σταθερή άνοδο.

*Πίν.13.1: Λεκάνης της Τριάδας. Υδροδυναμικό του διαρρηγμένο οφιολιτικού υδροφόρου ΟΦ4.*
*Tab.13.1: Hydrodynamic of the fissured ophiolitic aquifer ΟΦ4 in Triada basin.*

| Πιεζομετρική στάθμη υδροφόρου **ΟΦ4** σε m | | | |
|---|---|---|---|
| Χαμηλότερη | Υψηλή | Μέση | Περίοδος |
| 15.70 (TP2) | 121.20 (TP14) | 68.45 | 2007 - 2008 |
| 13.50 (TP2) | 116.10 (TP2) | 64.80 | 2008 - 2009 |
| Άνοδος Στάθμης σε m | | | |
| 0.80 (TP5) | 4.40 (TP3) | 2.50 | 2007 - 2008 |
| 0.60 (TP6) | 5.00 (TP2) | 2.90 | 2008 - 2009 |

### *13.2.3. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ*

Η γενική φορά των γραμμών ροής στη νότια λεκάνη της Τριάδας είναι προς τα νοτιοδυτικά, προς τη κοίτη του χειμάρρου Βαϊλελέκα. Δεν διακρίνεται υπόγειος άξονας ροής στην περιοχή.
Η μεγαλύτερη υδροφορία εντοπίζεται τα πηγάδια που βρίσκονται στην περιοχή που καταλήγουν οι γραμμές ροή, δηλαδή πλησίον του χειμάρρου Βαϊλελέκα.
Η μέση ελεύθερη στάθμη και η μέση άνοδος στάθμη νερού στο υδροφόρο ΟΦ4 είναι 66.60 και 2.70 αντίστοιχα.




*Σχ.13.4: Περιοχή λεκάνης νότιας Τριάδας. Πιεζομετρικός χάρτης υδροφόρου ΟΦ4 ( Χειμώνας,2009). 1Α, Στάθμη πηγαδιού. 1Β, Στάθμη γεώτρησης. 2Α, πιεζομετρική καμπύλη. 2Β, Πιθανή πιεζομερτική καμπύλη. 3 διεύθυνση ροής.*
*Fig.13.4: Piezometric surface map of the fissured ophiolitic aquifer ΟΦ4 of Triada basin (winter, 2009). 1A, value of head level in well. 1B, value head level in borehole. 2A, Line of equal hydraulic head -m. 2B, Probable hydraulic head. 3, Groundwater flow Direction.*

### *13.2.4. ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ*

Δίαιτα υδροφόρο **ΟΦ4** της λεκάνης Τριάδας:
18.800m$^2$ X 2.50m X 25% = 11.750m$^3$ (10/2007 – 3/2008)
18.800m$^2$ X 2.90m X 25% = 13.630m$^3$ (10/2008 – 3/2009)

## 13.3. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΡΙΑΔΑΣ

### *13.3.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΝΕΡΟΥ*

*Πίν.13.2: Στατιστικά συμπεράσματα των υδροχημικών παραμέτρων της ποιότητας νερού υδροφόρου ΟΦ4 στην λεκάνη Τριάδας σε σύγκριση με το νερό της βροχής.*
*Tab.13.2: Univariate statistic summary of the hydrochemical parameters obtained from the groundwater of the ophiolitic aquifer ΟΦ4 and the rain water in Triada baisin.*

| A/A | Παραμέτροι | Μονάδα | Summer 1998-99 | | | Winter 2009 | | | Winter 2009 | | | Νερό Υδροφόρου | Νερό Βροχής |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Κα. | Μέση | Αν. | Κα. | Μέση | Αν. | Κα. | Μέση | Αν. | | |
| 1 | Θ | °C | | | | 17.3 | 18.2 | 19.0 | 16.0 | 17.8 | 19.5 | 18.0 | |
| 2 | pH | | | | | 7.0 | 7.6 | 8.2 | 7.2 | 7.7 | 8.1 | 7.7 | 5.6 |
| 3 | Eh | mV | | | | -9 | -29 | -48 | -8 | -33 | -57 | -31 | |
| 4 | Salinity | dS/m | | | | 0.54 | 0.81 | 1.08 | 0.5 | 0.9 | 1.2 | 0.9 | |
| 5 | EC | μS/cm | | | | 892 | 1356 | 1820 | 955 | 1488 | 2020 | 1422 | 18.1 |
| 6 | TDS | mg/l | | | | 571 | 866 | 1160 | 611 | 937 | 1262 | 902 | 11.6 |
| | ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΟΙ | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Ca | mg/l | | | | 32.0 | 66.1 | 100.1 | 42.5 | 76.3 | 110.0 | 71.2 | 0.4 |
| 8 | Mg | mg/l | | | | 98.5 | 116.1 | 133.7 | 110.8 | 125.7 | 140.5 | 120.9 | 1.1 |
| 9 | Na | mg/l | | | | 24.0 | 31.5 | 39.0 | 25.0 | 32.5 | 40.0 | 32.0 | 1.3 |
| 10 | K | mg/l | | | | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 0.0 |
| 11 | CO3 | mg/l | | | | | | | | | | | |
| 12 | HCO3 | mg/l | | | | 375.0 | 448.5 | 522.0 | 400.0 | 555.0 | 710.0 | 501.8 | 3.3 |
| 13 | Cl | mg/l | | | | 130.0 | 150.0 | 170.0 | 110.0 | 142.5 | 175.0 | 146.3 | 2.4 |
| 14 | SO4 | mg/l | | | | 42.5 | 95.7 | 148.8 | 55.5 | 73.8 | 90.0 | 84.8 | 1.1 |
| 15 | NO3 | mg/l | | | | 23.8 | 57.6 | 91.3 | 50.0 | 70.0 | 90.0 | 63.8 | 0.1 |
| 16 | CaCO3* | mg/l | | | | 490 | 625 | 760 | 500 | 645 | 790 | 635 | |
| | ΙΟΝΤΑ | | | | | | | | | | | | |
| 17 | NO2 | mg/l | | | | 0.04 | 0.06 | 0.07 | 0.03 | 0.06 | 0.08 | 0.06 | 0.0 |
| 18 | NH3 | mg/l | | | | 0.03 | 0.06 | 0.08 | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | |
| 19 | NH4 | mg/l | | | | 0.08 | 0.09 | 0.10 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0.0 |
| 20 | PO4 | mg/l | | | | 3.1 | 3.2 | 3.4 | 3.9 | 3.9 | 4.9 | 3.6 | 2009 |
| * Ολική σκληρότητα | | | | | | ΔΕΙΚΤΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ | | | | | | ΟΦ4 | |

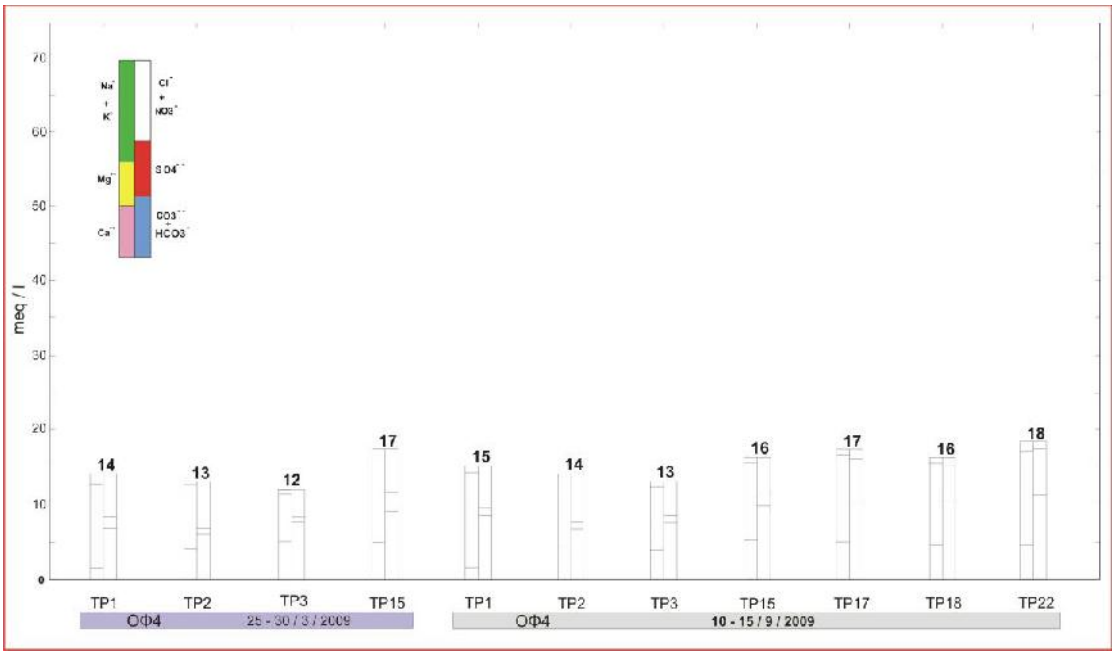
### *13.3.2. ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΤΗΤΑ*

Το ανώτερο σύνολο ανιόντων / κατιόντων 18.04 meq/l (2020mg/L) βρίσκεται στο νερό πηγαδιού ΤΡ22 και χαμηλότερο 12.72 meq/l (850mg/L) στο πηγάδι ΤΡ3 (Σχ.13.5).
Ασβέστιο Ca, 32.00 – 110.0 mg/l
Μαγνήσιο Mg, 99.00 – 140.50 mg/l
Νάτριο Na, 24.0 – 40.00 mg/l
Κάλιο K, 0.30 – 0.45 mg/l
Αλκαλικά $HCO_3$, 375.00 – 710.00 mg/l
Χλώριο Cl, 110.00 – 175.00 mg/l

Θειϊκά $SO_4$, 55.50 – 148.00 mg/l
Νιτρικά $NO_3$, 23.00 – 91.50 mg/l. Νιτρώδη $NO_2$, 0.025 – 0.080 mg/l. Αμμωνία $NH_4$, 0.015 – 0.075 mg/l. $NH_3$, 0.012 – 0.075 mg/l.
Φωσφορικά, $PO_4$, 3.42 – 4.90 mg/l.
**Θερμοκρασία νερού**:17.0 – 22.5 ºC. **pH**: 7.0 – 8.2, και το δυναμικό οξειδαναγωγής, **Eh** σε αρνητικές τιμές (μεταξύ -9 και -61).
**Ιχνοστοιχεία**: Κάδμιο **Cd**, <0.06 μg/l. Χρώμιο **Cr (ολικό)**, <28.0μg/l. Σίδηρος **Fe**, <22.0 μg/l. Μαγγάνιο **Mn**, <0.9 μg/l. Νικέλιο **Ni**, <3.5 μg/l.
Υδροχημικές (κατηγορίες) φάσεις νερού
Κατιόντων: Ασβεστονατριούχα.
Ανιόντων: Οξυανθρακική – χλωριοθειϊκή.

### *13.3.3. ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΡΙΑΔΑΣ*

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων της δεύτερης φάσης δειγματοληψίας παρουσιάζονται σε ραβδοδιαγράμματα (Vertical bar Graph) του συνόλου κατιόντων Ca, Mg, Na, K και συνόλου ανιόντων $HCO_3$, $CO_3$, Cl, $SO_4$, $NO_3$ σε meq/L (Σχ.13.5).




*Σχ.13.5:Γραφική παρουσίαση αποτελεσμάτων πρώτης και δεύτερης ανάλυσης αναλύσεων δειγμάτων της λεκάνης Τριάδας σε ραβδοδιαγράμματα.*
*Fig.13.5: Graphical plotting results (major ions) by bar chart for samples collected during the first and second hydrochemical test in Triada area.*

### *13.3.4. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ – ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΗ ΖΩΝΗ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΡΙΑΔΑΣ*

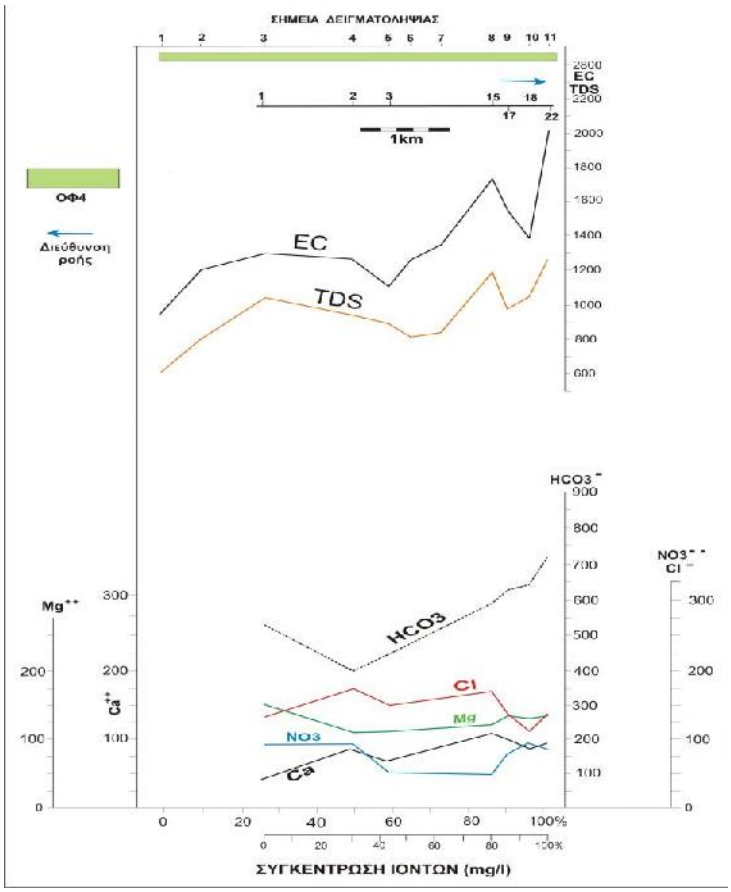
#### *13.3.4.1. Τομή – 8*

Η υδροχημική ζώνη έχει μήκος ≈3188m, πλάτος ≈767m και γενική διεύθυνση ΒΔ – ΝΑ. Περνάει από τα φρέατα 1 (ΤΡ9), 2 (ΤΡΓ1), 3 (ΤΡ1), 4 (ΤΡ2), 5 (ΤΡ3), 6 (ΤΡ4), 7 (ΤΡ8), 8 (ΤΡ15), 9 (ΤΡ17), 10 (ΤΡ18), 11 (ΤΡ22) (χάρτης απογραφής, Σχ.8.5 και Σχ.13.6).

#### *13.3.4.2. Αξιολόγηση της Ζώνης- 8 (Υδροφόρος ΟΦ4):*

Στην τοποθεσία Πύργος – Αγ. Δημήτριος βρίσκεται 70% του συνόλου διαλυμένων αλάτων TDS (875 – 897 mg/l) και στην Χατζιχάμο – Παλαιοπαναγιά 30% (571 – 1160 mg/l). Η αύξηση στην μεταλλικότητα στην τοποθεσία Χατζιχάμο είναι ανάλογη με την διεύθυνση της υπόγειας ροής.

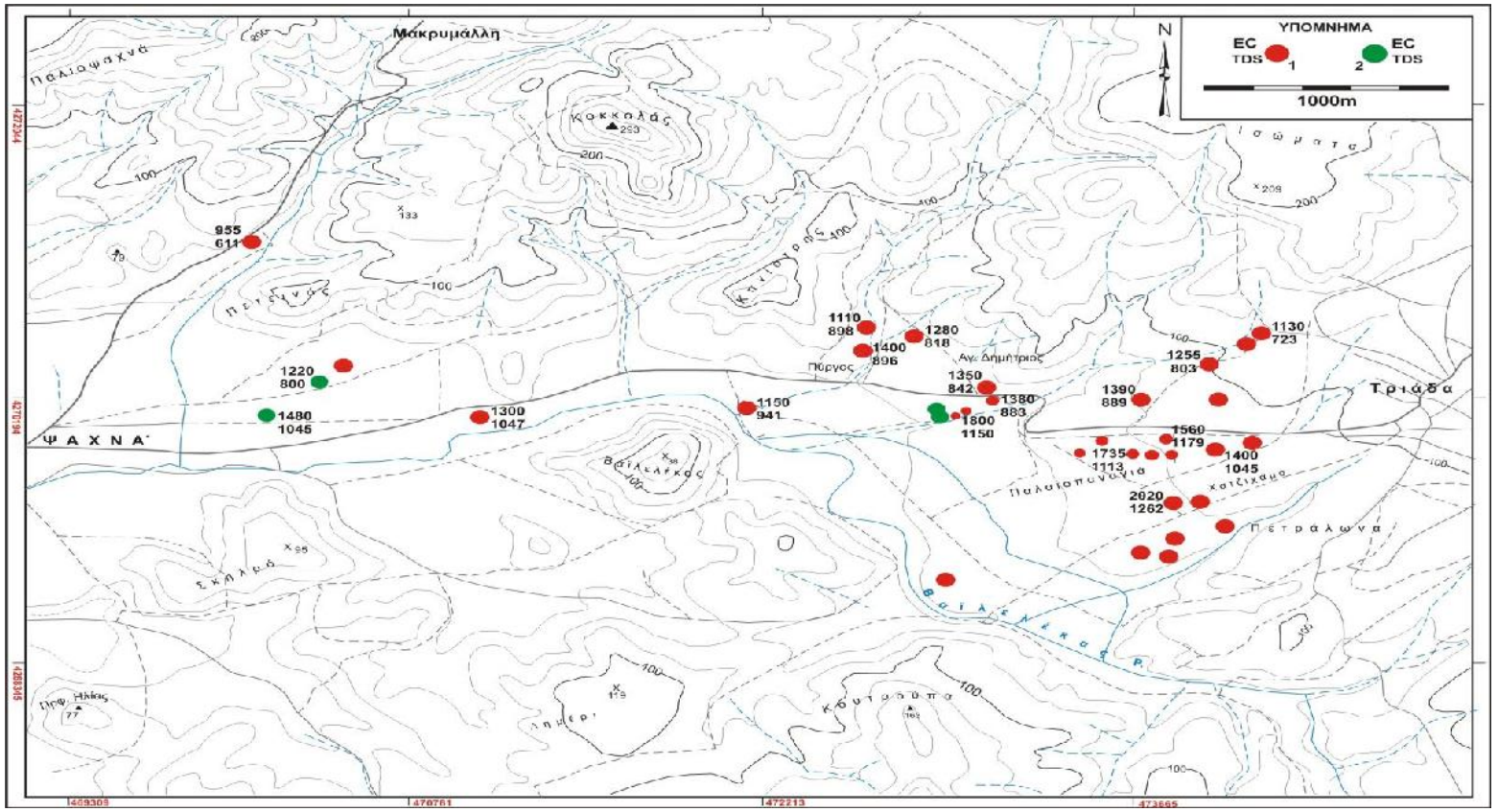
Στην τοποθεσία Βαϊλελέκα οι συγκέντρωσης του ασβεστίου κυμαίνεται μεταξύ Ca 32 – 80 mg/l, νατρίου Na μεταξύ 24 – 29 mg/l, των ανθρακικών $HCO_3$ μεταξύ 375 - 400 mg/l, χλωρίου Cl μεταξύ 120 – 175 mg/l και των θειϊκών $SO_4$ μεταξύ 51 – 85 mg/l . Στην τοποθεσία Πύργος η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca κυμαίνεται μεταξύ 64 – 70 mg/l, νατρίου Na μεταξύ 25 – 30 mg/l, των ανθρακικών $HCO_3$ μεταξύ 445 - 450 mg/l, χλωρίου μεταξύ Cl 130 – 155 mg/l και των θειϊκών $SO_4$ μεταξύ 43 – 56 mg/l. Στην τοποθεσία Χατζιχάμο η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca κυμαίνεται μεταξύ 90 – 110 mg/l, νατρίου Na μεταξύ 25 – 40 mg/l, των ανθρακικών $HCO_3$ μεταξύ 522 - 710 mg/l, χλωρίου Cl μεταξύ 110 – 170 mg/l και των θειϊκών $SO_4$ μεταξύ 23 – 90 mg/l.




*Σχ.13.6: Τομή ΒΔ-ΝΑ. Υδροχημική ζώνη στη περιοχή της δυτική και νότιας - λεκάνης Τριάδας, EC, TDS, Ca, Mg, $HCO_3$, Cl, $NO_3$. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (22/1- 15/ 9/2009).*
*Fig.13.6: Hydro - geo – chemical section across dug wells in western and southern Triada basin showing EC, TDS, Ca, Mg, $HCO_3$, Cl and $NO_3$ from first and second test (22/1- 15/ 9/2009).*

### *13.3.5. ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ ΔΙΑΛΥΜΕΝΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ (TDS) ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΡΙΑΔΑΣ*

Το μέσο σύνολο διαλυμένων αλάτων (MTDS) στο νερό περιοχή της λεκάνης Τριάδας 916mg/l και η εποχική διαφορά (Variation) μεταξύ χειμωνιάτικης και καλοκαιρινής τιμή (RTDS) στο νερό κυμαίνεται από 3 έως 194mg/l. Γενικά, το σύνολο διαλυμένων αλάτων κυμαίνεται από 571 έως 1262mg/l και χαρακτηρίζεται ως *γλυκό* έως *μέτρια γλυκό* (Ταξινόμηση ανά 1000mg/L), (Σχ.13.7 και Πίν.13.3).




*Σχ.13.7: Υδροχημικός χάρτης κατανομής Ειδικής αγωγιμότητας EC και του Συνόλου Διαλυμένων Στερεών TDS σε mg/L στη περιοχή της λεκάνης Τριάδας. 1, πηγάδι. 2, γεώτρηση. . Από αποτέλεσμα της πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικών αναλύσεων (22/1- 15/ 9/2009).*
*Fig.13.7: Hydrochemical map distribution of Electrical conductivity EC and the Total Dissolved Solids concentration TDS in mg/l, from the results of first and second hydrochemical tests (22/1- 15/ 9/2009). 1 Sample well. 2, borehole*

*Πίν.13.3: Μέσο σύνολο διαλυμένων αλάτων MTDS και εύρος μεταξύ ακραίων τιμών RTDS.*
*Tab.13.3: Mean total dissolved solids (MTDS) seasonal variation (RTDS) between low and high values.*

| Α/Α | Υδροφόρος | Κωδικός Δείγματος νερού | **TDS** mg/l ΧΕΙ/2009 | **TDS** διαφορά mg/l | **TDS** mg/l ΚΑΛ/2009 | Μέσο **TDS** mg/l |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | **ΟΦ4** | ΤΡ1 | 879 | 168 | 1047 | 963 |
| 2 | **ΟΦ4** | ΤΡΓ1 | | | 800 | |
| 3 | **ΟΦ4** | ΤΡ2 | 875 | 66 | 941 | 908 |
| 4 | **ΟΦ4** | ΤΡΓ2 | | | 1045 | |
| 5 | **ΟΦ4** | ΤΡ3 | 883 | 15 | 898 | 891 |
| 6 | **ΟΦ4** | ΤΡ4 | 806 | 12 | 818 | 812 |
| 7 | **ΟΦ4** | ΤΡ5 | 857 | 38 | 896 | 876 |
| 8 | **ΟΦ4** | ΤΡ6 | 1120 | 30 | 1150 | 1135 |
| 9 | **ΟΦ4** | ΤΡ7 | 825 | 57 | 883 | 854 |
| 10 | **ΟΦ4** | ΤΡ8 | 832 | 10 | 842 | 837 |
| 11 | **ΟΦ4** | ΤΡ9 | **571** | 40 | 611 | 591 |
| 12 | **ΟΦ4** | ΤΡ11 | 870 | 19 | 889 | 879 |
| 13 | **ΟΦ4** | ΤΡ12 | 800 | **3** | 803 | 801 |
| 14 | **ΟΦ4** | ΤΡ13 | 710 | 13 | 723 | 717 |
| 15 | **ΟΦ4** | ΤΡ15 | 1128 | 15 | 1113 | 1121 |
| 16 | **ΟΦ4** | ΤΡ17 | 985 | **194** | 1179 | 1082 |
| 17 | **ΟΦ4** | ΤΡ18 | 883 | 162 | 1045 | 964 |
| 18 | **ΟΦ4** | ΤΡ22 | 1160 | 102 | **1262** | 1211 |

### *13.3.6. ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ Revelle (R) ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΡΙΑΔΑΣ*

*Πίν.13.4: Τιμές του Συντελεστή Revelle (R). Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (22/1- 15/ 9/2009).*
*Tab.13.4: Values of sea water intrusion Revelle (R). From the results of first and second hydrochemical tests Tab. 15: Values of sea water intrusion Revelle (R), from the results of first and second hydrochemical tests (22/1- 15/ 9/2009).*

| Α/Α | Κωδικός δείγματος | Συντελεστής R | Α/Α | Κωδικός δείγματος | Συντελεστής R |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ΤΡ1 | 0.56 | 2 | ΤΡ1 | 0.39 |
| 3 | ΤΡ2 | 0.78 | 4 | ΤΡ2 | 0.75 |
| 5 | ΤΡ3 | 0.60 | 6 | ΤΡ3 | 0.50 |
| 7 | ΤΡ15 | 0.56 | 8 | ΤΡ15 | 0.47 |
| 9 | ΤΡ17 | 0.37 | 10 | ΤΡ18 | 0.30 |
| 11 | ΤΡ22 | 0.33 | | | |

Η τιμή του συντελεστή R, στα δείγματα νερού του υδροφόρου ΟΦ4 κυμαίνεται μεταξύ 0.3 – 0.8 και εμφανίζεται σε ακανόνιστη γεωγραφική κατανομή στη περιοχή του υδροφόρου (Πίν.13.4). Το νερό του υδροφόρου ορίζοντα χαρακτηρίζεται ως *χωρίς θαλάσσια ρύπανση*.

### *13.3.7. ΔΙΟΡΘΩΜΕΝΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ ΝΑΤΡΙΟΥ ($SAR_δ$) ΚΑΙ ΑΛΓΕΒΡΙΚΟ ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΩΝ ΟΡΩΝ ΣΤΗ ΑΓΚΥΛΗ* - ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΡΙΑΔΑΣ*

*Πίν.13.5: Περιοχή της λεκάνης Τριάδας. Τιμές συντελεστή ($SAR_δ$) και αλγεβρικό άθροισμα των όρων στη αγκύλη. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (22/1- 15/ 9/2009).*
*Tab.13.5: Values of Adjusted ($SAR_δ$) and the total between two brackets. From the results of first and second hydrochemical tests (22/1- 15/ 9/2009)*

| Α/Α | Κωδικός δείγματος | Αγκύλη* | $SAR_δ$ | Α/Α | Κωδικός δείγματος | Αγκύλη* | $SAR_δ$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ΤΡ1 | 2.7 | 1.50 | 2 | ΤΡ1 | 2.9 | 1.81 |
| 3 | ΤΡ2 | 2.7 | 1.75 | 4 | ΤΡ2 | 2.8 | 1.38 |
| 5 | ΤΡ3 | 2.7 | 1.46 | 6 | ΤΡ3 | 2.8 | 1.20 |
| 7 | ΤΡ15 | 2.9 | 2.00 | 8 | ΤΡ15 | 2.9 | 1.37 |
| 9 | ΤΡ17 | 3.0 | 1.14 | 10 | ΤΡ18 | 3.0 | 1.41 |
| 11 | ΤΡ22 | 3.0 | 1.84 | | | | |

Η τιμή του αλγεβρικού αθροίσματος των όρων που βρίσκονται στην αγκύλη, στα δείγματα νερού του υδροφόρου ΟΦ4, είναι μεταξύ 2.7 και 3.0 με αποτέλεσμα να αποτίθεται στο έδαφος και στις συσκευές τα ανθρακικά άλατα του ασβεστίου (Πίν.13.5). Οι τιμές του $SAR_{\delta}$ είναι μεταξύ 1.14 και 3.0

### *13.3.8. ΙΟΝΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ (Mandel / Shiftan) ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΡΙΑΔΑΣ*

*Πίν.13.6 :Περιοχή της λεκάνης Τριάδας. Ιοντικές σχέσεις του Mandel Shiftan. Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικών αναλύσεων (22/1- 15/ 9/2009).*
*Fig.13.6: Ionic ratios of Mandel – Shiftan, from results of first and second hydrochemical analyses (22/1- 15/ 9/2009).*

| A/A | Κωδικό δείγματος | Υδροφόρος | (Ca+Mg) / (K+Na) | Na / K | $HCO_3$ / Cl | $SO_4$ / Cl |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | TP1 | ΟΦ4 | 9.0 | 139 | 1.8 | 0.5 |
| 2 | TP1 | ΟΦ4 | 8.2 | 83 | 2.6 | 0.5 |
| 3 | TP2 | ΟΦ4 | 12.4 | 105 | 1.3 | 0.2 |
| 4 | TP2 | ΟΦ4 | 10.1 | **63** | 1.3 | 0.3 |
| 5 | TP3 | ΟΦ4 | 9.0 | 131 | 1.7 | 0.2 |
| 6 | TP3 | ΟΦ4 | 11.4 | **55** | 2.0 | 0.3 |
| 7 | TP15 | ΟΦ4 | 8.8 | 170 | 1.8 | 0.6 |
| 8 | TP15 | ΟΦ4 | 11.7 | 131 | 2.2 | 0.4 |
| 9 | TP17 | ΟΦ4 | 14.7 | 109 | 2.7 | 0.5 |
| 10 | TP18 | ΟΦ4 | 11.6 | 131 | 3.3 | 0.5 |
| 11 | TP22 | ΟΦ4 | 9.3 | 174 | 3.1 | 0.3 |

#### *13.3.8.1. Αναγνώριση προέλευση νερού υδροφόρου ΟΦ4 (Πίν.13.6)*

##### 13.3.8.1.1. ( Ca + Mg) / (K + Na)

Όλες οι τιμές που σημειώθηκαν από τα αποτελέσματα αναλύσεων δειγμάτων νερού του υδροφόρου ΟΦ4 ήταν μεγαλύτερες της μονάδας πράγμα που ενισχύει την άποψη ότι, ο εμπλουτισμός του υδροφόρου και κατείσδυση εκδηλώνεται σε όλη την επιφάνεια του υδροφόρου στρώματος.

##### 13.3.8.1.2. (Na / K)

Οι τιμές (50 - 70) που μπορεί να εκφράζουν το νερό της κατάντη περιοχής του υδροφόρου, βρίσκονται στο δείγματα νερού από τα φρέατα TP2 και TP3 σε τοποθεσίες πλησίον του ρέματος της περιοχής.

##### 13.3.8.1.3. ($HCO_3$ / Cl)

Όλες οι τιμές που σημειώθηκαν είναι μεγαλύτερες της μονάδας (1.3 – 3.3), όταν η ανθρακική ρίζα είναι ο ανιόν που επικρατεί στα δείγματα υπόγειου νερού της ανάντη περιοχής υδροφόρου εκφράζει υδροφόρο της ενδοχώρας και όχι παράκτιο.

##### 13.3.8.1.4. ($SO_4$ / Cl)

Όλες οι τιμές που σημειώθηκαν είναι μικρότερες της μονάδας όμως δεν δίνει ένδειξη νερού κατάντη περιοχής υδροφόρου αν και το χλωρίου είναι το επικρατέστερο. Το φαινόμενο οφείλεται στην μείωση συγκέντρωσης της θειϊκής ρίζας στα λιθολογικά συστατικά του υδροφόρου στρώματος με αποτέλεσμα την μείωση της αναλογίας της προς το χλώριο.

### *13.3.9. ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΡΙΑΔΑΣ*

Το υπόγειο νερό του υδροφόρου ΟΦ4 στην περιοχή της Τριάδας χαρακτηρίζεται από τα αποτελέσματα της ολικής σκληρότητας ( 490 – 790 CaCO3 mg/l) ως *πολύ σκληρό νερό*.

*Πίν.13.7: Λεκάνη Τριάδας. Ολική σκληρότητα CaCO3 mg/l στο νερό του οφιολιθικού υδροφόρου ΟΦ4.*
*Tab.13.7: Triada basin. Total hardness CaCO3 mg/l in ground water of ophiolite aquifer ΟΦ4.*

| Περίοδος | Διακύμανση ολικής σκληρότητας mg/l | Sawyer – McCarty 1967 | Hem 1970 |
|---|---|---|---|
| 23 – 30/3/2009 | 490 - 760 | Πολύ σκληρό | Πολύ σκληρό |
| 10 – 15/9/2009 | 500 - 790 | Πολύ σκληρό | Πολύ σκληρό |

### *13.3.10. ΔΕΙΚΤΕΣ ΡΥΠΑΝΣΕΩΣ Na, Cl, $NO_3$ και $PO_4$ (γεωγενής & ανθρωπογενής) ΣΤΟ ΥΠΟΓΕΙΟ ΝΕΡΟ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΡΙΑΔΑΣ*

Η γεωγραφική κατανομή της μεταλλικότητας των ιόντων αυτών στο νερό του υδροφόρου ΟΦ4 στην λεκάνη της Τριάδας δεν είναι ανάλογή με την διεύθυνση της υπόγειας ροής στο υδροφόρο.
Η μέση τιμή συγκέντρωσης νατρίου Na 32.1mg/L, Cl 146.0 mg/L, ανθρακικών $HCO_3$ 502.0 mg/L και θειϊκών $SO_4$ 84.0 mg/L.

*Πίν.13.8: Λεκάνη Τριάδας. Ρύπανση του νερού του υδροφόρου ΟΦ4 από νιτρικά $NO_3$ και Φωσφορικά $PO_4$.*
*Tab.13.8: Triada basin. Ground water ψονταμινατιο of aquifer ΟΦ4 by nitrate $NO_3$ and phosphates $PO_4$*
*A- G. Stamatis, K. Voudouris, Marine and human activity, Southern Korinthos, 1997-1998.*
*B- G. Stamatis et al, Oropos-Kalamos basin, 2011.*
*C- P. Champidi, G. Stamatis, E. Zagana, Groundwater Quality, Assessment, Erasimos basin, E. Attica, 2011*

| Στοιχείο mg/L | 25 – 30 /2009 | | | 10 – 15 /2009 | | | Μέση τιμή |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | min | max | deviation | min | max | deviation | |
| **$Na^+$** | 24.0 | 39.0 | 15.0 | 25.0 | 40.0 | 15.0 | **32.0** |
| **$Cl^-$** | 130.0 | 170.0 | 40.0 | 110.0 | 175.0 | 65.0 | **146.3** |
| **$HCO3^-$** | 375.0 | 522.0 | 147.0 | 400.0 | 710.0 | 310.0 | **502.0** |
| **$SO_4^{2-}$** | 42.0 | 148.0 | 106.0 | 55.0 | 90.0 | 35.0 | **84.0** |

| Στοιχείο mg/L | 25-30/3/2009 | | 10-15/9/2009 | | Μέση τιμή | Οφιολιθικοί υδροφόροι | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | min | max | min | max | | **A** | **B** | **C** |
| **$NO_3$** | 23.8 | 91.3 | 50.0 | 90.0 | 63.8 | 94.3 | 12.0 | 76.39 |
| **$PO_4^{3-}$** | 3.42 | 4.15 | 3.85 | 4.90 | 4.08 | 0.27 | 0.16 | 0.32 |

Η υψηλή συγκέντρωση νατρίου, χλωρίου, νιτρικών και φωσφορικών στο υπόγειο νερό του οφιολιθικού υδροφόρου $ΟΦ_4$ σε σχέση με τις αντίστοιχες του νερού βροχής και των άλλων περιοχών (A, B, C), Na 1.3 mg/l, Cl 2.4 mg/l, $NO_3$ 0.1 mg/l οφείλεται στην διαπερατότητα και στην εντατική χρήση λιπασμάτων.

## 13.4. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΡΙΑΔΑΣ ΓΙΑ ΑΡΔΕΥΣΗ

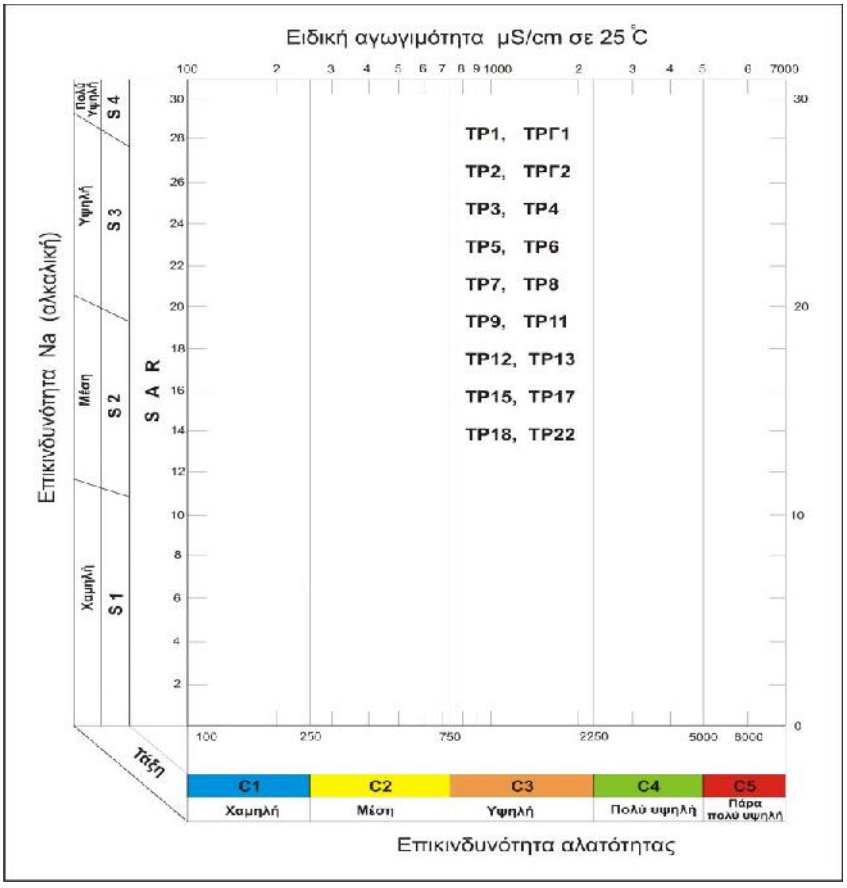
### *13.4.1. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣ ΚΑΤΑ Richards*

#### *13.4.1.1. Ταξινόμηση αλατότητας για άρδευση κατά Richards (Σχ.13.8)*

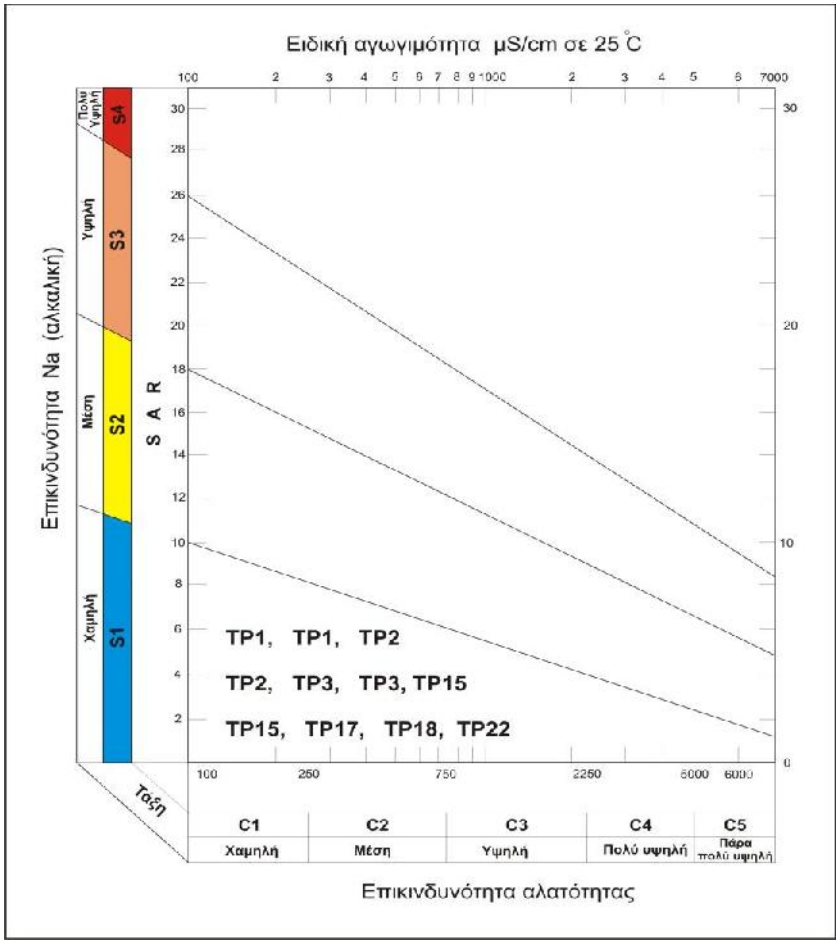
Η επικινδυνότητα αλατότητας EC (μS/cm) στο υπόγειο νερό του οφιολιθικού υδροφόρου ΟΦ4, κατατάσσεται σε → υψηλή **C**3 τάξη επικυνδυνότητα αλατότητας.

#### *13.4.1.2. Ταξινόμηση νερού για άρδευση κατά Richards, SAR (Σχ.13.9)*

Η επικινδυνότητα Na (αλκαλική) στο νερό του υδροφόρου ΟΦ4 κατατάσσεται σε → χαμηλή **S**1 τάξη αλκαλική επικυνδυνότητα.




*Σχ.13.8: Περιοχή Τριάδας: Διάγραμμα Richards με τροποποίηση και ταξινόμηση του νερού αρδευτικών φρεάτων αναλόγως της Ειδικής αγωγιμότητας (U.S. Salinity Laboratory). Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικών αναλύσεων (ΜΑΡ/2009, ΣΕΠ/2009).*
*Fig.13.8: Richard diagram with modification for classification of the wells and water for irrigation according to Electrical Conductivity (U.S. Salinity Laboratory), from the results of first and second hydrochemical tests (MAR/2009, SEP/2009)*




*Σχ.13.9: Περιοχή Τριάδας: Διάγραμμα Richards με τροποποίηση και ταξινόμηση του νερού αρδευτικών φρεάτων αναλόγως του συντελεστή προσρόφησης νατρίου SAR (U.S. Salinity Laboratory). Από αποτέλεσμα πρώτης και δεύτερης φάσης δειγματοληψίας και χημικών αναλύσεων (ΜΑΡ/2009 – ΣΕΠ/2009).*
*Fig.13.9: Richard diagram with modification for classification of the wells and water for irrigation according to adjusted Sodium Absorption Ratio (U.S. Salinity Laboratory), From the results of first and second hydrochemical tests (MAR/2009 – SEP/2009)*

### 13.4.2. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΤΑ Ayers ΓΙΑ ΤΟ ΝΕΡΟ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΡΙΑΔΑΣ

Η αλατότητα (TDS 571 – 1262 mg/l) του νερού υδροφόρου ΟΦ4 έχει αυξανόμενα προβλήματα και επίδραση στην γεωργική καρποφορία .

### 13.4.3. ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΣ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ (ΜΗ) ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΥΔΡΟΦΟΡΟΥ ΟΦ4

*Πίν.13.9: Αποτέλεσμα τιμών δείκτης επικινδυνότης Μαγνησίου (ΜΗ) νερού υδροφόρου ΟΦ4.*
*Tab.13.9: Result values of magnesium hazard indices (MH) of water aquifer ΟΦ4.*

| Κωδικός Φρέαρ meq/l | Περίοδος 25 – 30/3/2009 | | | Περίοδος 10 – 15/ 2009 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ca | Mg | **MH** | Ca | Mg | **MH** |
| TP1 | 1.60 | 11.00 | 87 | 2.12 | 11.56 | 65 |
| TP2 | 3.99 | 8.10 | 67 | 3.74 | 9.17 | 71 |
| TP3 | 3.20 | 8.20 | 72 | 3.49 | 9.11 | 72 |
| TP15 | 4.99 | 10.19 | 67 | 5.45 | 9.95 | 65 |
| TP17 | | | | 4.99 | 11.15 | 69 |
| TP18 | | | | 4.49 | 11.69 | 72 |
| TP22 | | | | 4.77 | 11.52 | 71 |

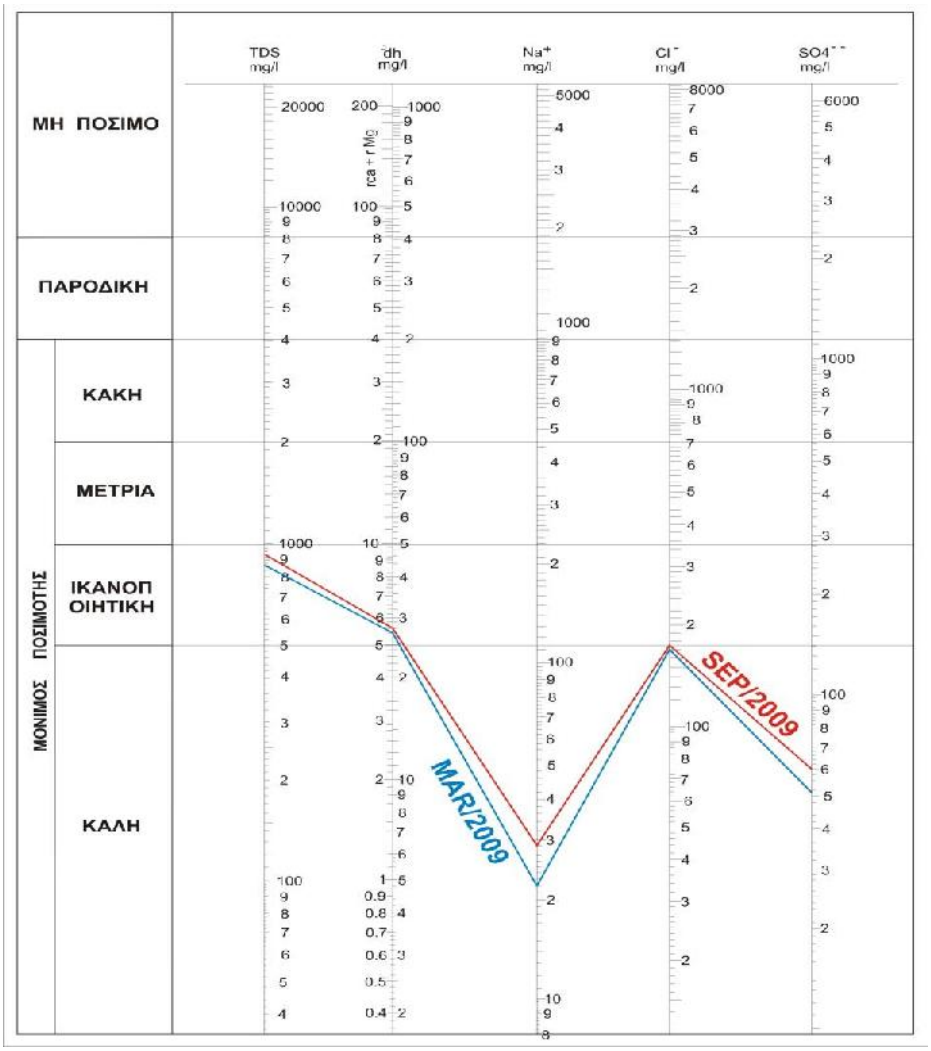
Η τιμές του δείκτη ΜΗ (65 -87) στο νερό του υδροφόρου ΟΦ4 υπερβαίνουν το όριο καταλληλότητας (Πίν.13.9). Είναι επιβλαβές στην άρδευση.

## 13.5. ΠΟΣΙΜΟΤΗΣ ΝΕΡΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΡΙΑΔΑΣ

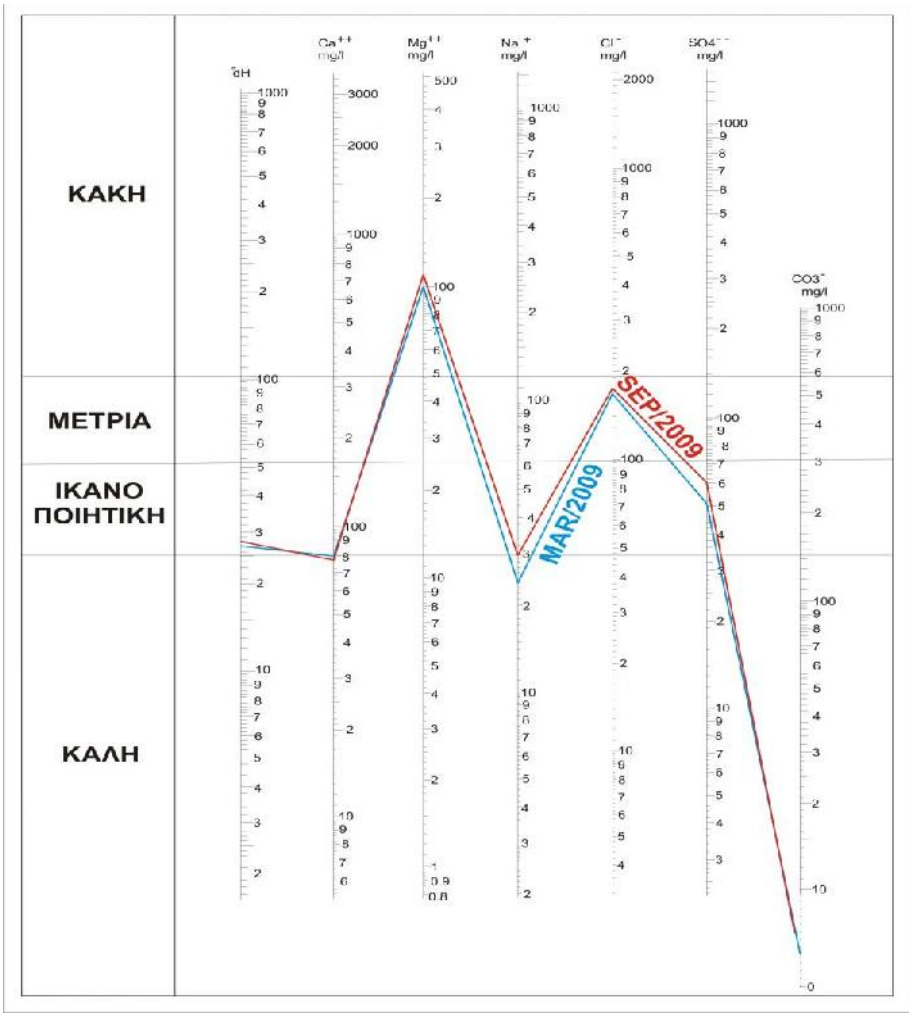
### *13.5.1. ΠΟΣΙΜΟΤΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΦΡΕΑΤΟΣ ΤΡ2 ΚΑΤΑ H. Schoeller - C. Waterlot*

*Πίν.13.10: Αποτέλεσμα ανάλυσης νερού πηγαδιού ΤΡ2, στην φάρμα της κυρίας Φώτου στη περιοχή Πύργος - Τριάδας .*
*Tab.13.10: Results chemical analysis water sample from Dug well TP2 in the farm of Mrs. Photou in Pyrgos – Triada area.*

| Παράμετροι mg/l | TDS | Ca | Mg | Na | Hardness °dH | Cl | SO4 | CO3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ΜΑΡ/2008 | 975 | 80 | 99 | 24 | 27 | 170 | 51 | 0 |
| ΣΕΒ/2009 | 941 | 75 | 112 | 29 | 28 | 175 | 60 | 0 |




*Σχ.13.10: Ποσιμότης νερού πηγαδιού (ΤΡ2 ), στην κατοικία της κυρίας Φώτου στη περιοχή Πύργος - Τριάδας κατά Schoeller. Από αποτέλεσμα δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (ΜΑΡ/2009, ΣΕΠ/2009).*
*Fig.13.10: Drinking quality of dug well (AP2) of Mrs. Photou according to Schoeller, from the results third hydrochemical tests (MAR/2009, SEP/2009).*




*Σχ.13.11: Ποσιμότης νερού πηγαδιού (ΤΡ2 ), στην κατοικία της κυρίας Φώτου στη περιοχή Πύργος - Τριάδας κατά Waterlot. Από αποτέλεσμα δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (ΜΑΡ/2009, ΣΕΠ/2009).*
*Fig.13.11: Drinking quality of dug well (AP2) of Mrs. Photou according to Waterlot from the results third hydrochemical tests (MAR/2009, SEP/2009).*

Η μόνιμος ποσιμότης του νερού φρέατος (ΤΡ2) είναι *ικανοποιητική* κατά Schoeller και *κακή* κατά Waterlot (Σχ.13.10 – 13.11 και Πίν.13.10).

### *13.5.2. ΠΟΣΙΜΟΤΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΦΡΕΑΤΟΣ ΤΡ2 ΚΑΤΑ EU – WHO – ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΟ ΝΕΡΟ*

*Πίν.13.10.: Ποσιμότης νερού πηγαδιού (ΤΡ2) στη κατοικία της κυρίας Φώτου στη περιοχή Πύργος - Τριάδας), μέσα στα σταθερότυπα WHO, EU και φυσικό μεταλλικό νερό ΖΑΓΟΡΙ. Από αποτέλεσμα δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης (3/2009, 9/2009, 3/2010). Α, Αρνητικό. Ø, χωρίς ένδειξη.*
*Tab.13.10.: Drinking quality of dug well (TP2), Mrs. Photou comparing with standards of WHO, EU and the mineral water ZAGORI, mg/l. A, negative. Ø, without indications*

| Παράμετροι Mg/l | Ποσιμότης νερού πηγαδιού ΤΡ2 Στη Κατοικία κα. Φώτου / Πύργος | | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό ΜΑΙ/2009 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | WHO | EU | |
| | Συλλογή ΜΑΡ/2009 | Συλλογή ΣΕΠ/2009 | Συλλογή ΦΕΒΠ/2010 | 1993 | 1998 | |
| **pH** | 8.2 | 8.0 | 8.0 | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | 960 | 875 | 1307 | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | 1150 | 941 | 850 | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | 490 | 500 | | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 80 | 75 | | | | 85.3 |
| **Mg** | 99 | 112 | | | | 5.6 |
| **Na** | 24 | 29 | | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0.5 | 0.6 | | | | 0.6 |
| **NH4** | 0.03 | 0.03 | | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 375 | 400 | | | | 233 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Cl** | 170 | 175 | | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 51 | 60 | | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | 76 | 90 | | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.05 | 0.08 | | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | A | | | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | **13** | **12** | | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | | | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | **5** | | | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | A | | | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | | 3.0 | καθόλου | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **R** | 0.5 | 0.4 | | | | |

Οι χημικές παράμετροι που εξετάσθηκαν έδειξαν ότι τα νερά του πηγαδιού (ΤΡ2) ξεπερνούν τα ανώτατα επιτρεπτά όρια ποσιμότητας (σταθερότυπα) που ορίζονται από τους διεθνές οργανισμούς.

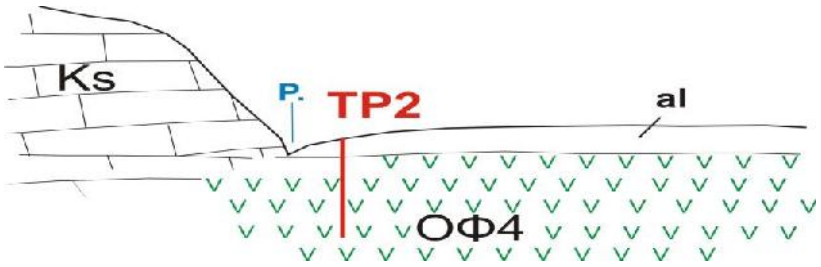
Το νερό του πηγαδιού (ΤΡ2) υπερβαίνει στο σύνολο των αναλύσεων των χημικών παραμέτρων που εξετάσθηκαν, τις αντίστοιχες του εμφιαλωμένου επιτραπέζιου φυσικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ) που αναλύθηκαν του 5/2009.
Από το σύνολο διαλυμένων στερεών (TDS1150 – 941 - 850) νερό του πηγαδιού είναι μέτρια γλυκό (ανά 1000mg/L).
Από την σκληρότητα ($CaCO_3$ 490 – 500mg/L) το νερό του πηγαδιού είναι πολύ σκληρό κατά Hem.

### 13.5.2.1. Αποκλίσεις παραμετρικών τιμών φρέατος ΤΡ2 από τις αντίστοιχες του εμφιαλωμένου νερού (ΖΑΓΟΡΙ)

**Δείγμα 5/2009**: pH 0.8, ηλεκτρική αγωγιμότητα EC 545 μS/cm, σύνολο διαλυμένων στερεών TDS 950 mg/l, σκληρότητα $CaCO_3$ mg/l 257, μαγνήσιο Mg 93 mg/l, νάτριο Na 22mg/l, ανθρακικά $HCO_3$ 142 mg/l, χλώριο Cl 166.1 mg/l και θειϊκά $SO_4$ 4 1mg/l.
**Δείγμα 9/2009**: pH 0.6, ηλεκτρική αγωγιμότητα EC 460μS/cm, σύνολο διαλυμένων στερεών TDS 741 mg/l, σκληρότητα $CaCO_3$ mg/l 267, μαγνήσιο Mg 106 mg/l, νάτριο Na 27 mg/l, ανθρακικά $HCO_3$ 167 mg/l, χλώριο Cl 171 mg/l και θειϊκά $SO_4$ 50 mg/l.
Ιχνοστοιχεία: Το χρώμιο $Cr^{6+}$ (εξασθενές, ολικό) 112 – 13 ppb και το σίδερο $Fe^{2+}$ 5 pp.

### 13.5.2.2 Επίδραση της θάλασσας στο νερό του φρέατος ΤΡ2

Η τιμή του συντελεστή Revelle – R στο νερό του πηγαδιού ύδρευσης είναι λιγότερο της μονάδας, και χαρακτηρίζεται ως χωρίς θαλάσσια ρύπανση (Σχ.13.12).

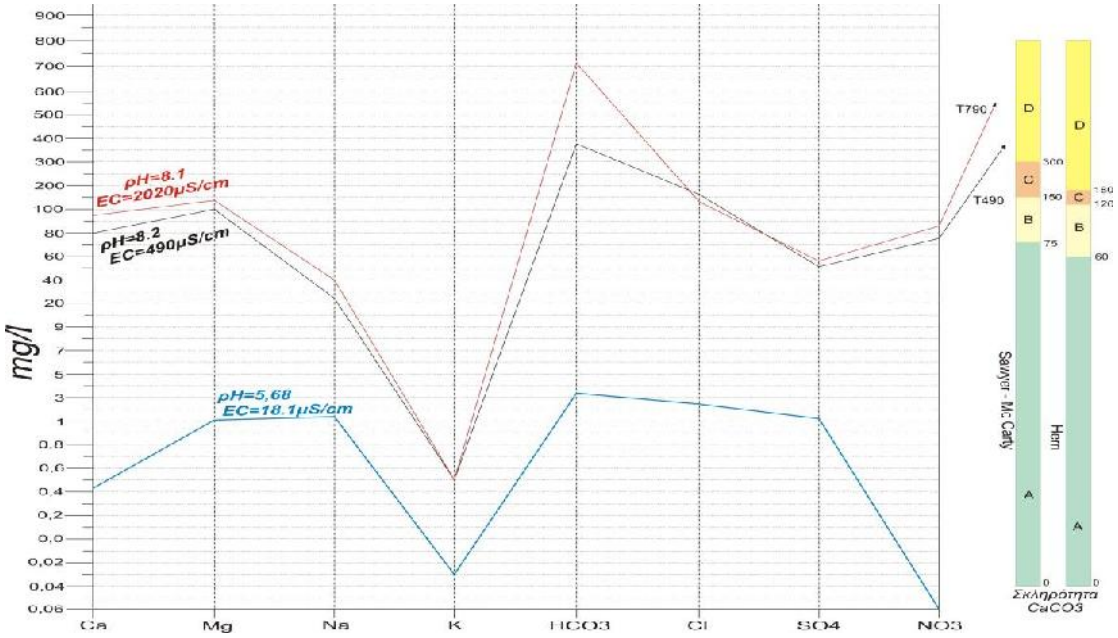



*Σχ.13.12: Ποσιμότης νερού Πηγαδιού ΤΡ2 στην περιοχή Πύργος - Τριάδας. Ks, καρστικός ασβεστόλιοθς. ΟΦ4, διαρρηγμένο οφιολιθικό υδροφόρο. Απέχει ≈40μ. από το ρέμα .*

## 13.6. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΥΠΟΓΕΙΟ ΝΕΡΟ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΡΙΑΔΑΣ

### *13.6.1. ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ΤΟΥ ΟΦΙΟΛΙΘΙΚΟΥ ΥΔΡΟΦΟΡΟΥ ΟΦ4*

Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca στο νερό του υδροφόρο ΟΦ4 σε σχέση με το νερό της βροχής, αυξάνει κατά 89 – 95 mg/l, του μαγνησίου Mg κατά 98 – 139 mg/l, του νατρίου Na κατά 23 – 39 mg/l, του καλίου K κατά 0.5 mg/l, των ανθρακικών $HCO_3$ κατά 372 – 707 mg/l, του χλωρίου Cl κατά 132 – 168 mg/l, των θειϊκών $SO_4$ κατά 51 – 55 mg/l και των νιτρικών $NO_3$ κατά 76 – 85 mg/l.
Η συγκέντρωση της σκληρότητας $CaCO_3$mg/l στο νερό υδροφόρου **ΟΦ4** είναι της τάξης (D) πολύ σκληρό νερό κατά τους Sawyer – Mac Carty και Hem (Σχ.13.13).




*Σχ.13.13:Υδροχημικές καμπύλες αποτυπώνουν το TDS και την σκληρότητα - ΟΦ4. Νερό βροχής (μπλε), δείγμα με χαμηλότερο TDS (μαύρο) και ψηλότερο TDS (κόκκινο).*
*Fig.13.13: Hydrochemical plot of TDS and hardness. Rain water curve (blue), lower TDS sample (black) and the higher TDS sample (red).*

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

*VΠίν.1: Απογραφή των υδροσημείων στη νότια περιοχή της λεκάνης της Τριάδας.*
*VTab. 1: Records of 30 water positions in the area of southern Triada basin.*

| Α/Α | Τοποθεσία | Φρέαρ | Κωδικός | ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **G P S** | **ΕΓΣΑ `87** |
| | | | | N E h | X Y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Βαϊλελέκας | **Π** | ΤΡ1 | 38 34.767 23 40.043 29 | 470875 4270953 |
| 2 | Πύργος | **Π** | ΤΡ2 | 38 34.848 23 40.800 33 | 472706 4270946 |
| 3 | Πύργος | **Π** | ΤΡ3 | 38 35.152 23 41.172 47 | 472637 4270651 |
| 4 | Πύργος | **Π** | ΤΡ4 | 38 35.096 23 41.268 46 | 472869 4270477 |
| 5 | Πύργος | **Π** | ΤΡ5 | 38 35.004 23 41.137 46 | 472551 4270195 |
| 6 | Αγ. Δημήτριος | **Π** | ΤΡ6 | 38 34.817 23 41.316 48 | 462986 4270850 |
| 7 | Αγ. Δημήτριος | **Π** | ΤΡ7 | 38 34.914 23 41.579 49 | 473623 4271147 |
| 8 | Αγ. Δημήτριος | **Π** | ΤΡ8 | 38 34.913 23 41.578 75 | 473521 4271147 |
| 9 | Πετεινός | **Π** | ΤΡ9 | 38 35.484 23 39.498 68 | 470526 4271682 |
| 10 | Πετεινός | **Π** | ΤΡ10 | | ** |
| 11 | Παλαιοπαναγιά | **Π** | ΤΡ11 | 38 34.824 23 41.912 88 | 474428 4270867 |
| 12 | Τριάδα | **Π** | ΤΡ12 | 38 34.916 23 42.013 93 | 473706 4271153 |
| 13 | Τριάδα | **Π** | ΤΡ13 | 38 35.106 23 42.209 123 | 474178 4270504 |
| 14 | Τριάδα | **Π** | ΤΡ14 | 38 35.143 23 42.195 122 | 474143 4270504 |
| 15 | Παλαιοπαναγιά | **Π** | ΤΡ15 | 38 34.677 23 41.952 95 | 474524 4270413 |
| 16 | Παλαιοπαναγιά | **Π** | ΤΡ16 | 38 34.680 23 41.981 95 | 474594 4270422 |
| 17 | Παλαιοπαναγιά | **Π** | ΤΡ17 | 38 34.757 23 41.996 98 | 474631 4270660 |
| 18 | Χατζιχάμο | **Π** | ΤΡ18 | 38 34.664 23 42.117 98 | 473955 4270375 |
| 19 | Χατζιχάμο | **Π** | ΤΡ19 | 38 34.710 23 42.194 98 | 474141 4270516 |
| 20 | Παλαιοπαναγιά | **Π** | ΤΡ20 | 38 34.774 23 41.825 98 | 474217 4270713 |
| 21 | Πετράλωνα | **Π** | ΤΡ21 | 38 34.739 23 41.695 79 | 473902 4270606 |
| 22 | Παλαιοπαναγιά | **Π** | ΤΡ22 | 38 34.718 23 41.577 79 | 473617 4270543 |
| 23 | Πετράλωνα | **Π** | ΤΡ23 | 38 34.521 23 41.610 80 | 473695 4269935 |
| 24 | Πετράλωνα | **Π** | ΤΡ24 | 38 34.425 23 41.541 78 | 473527 4269640 |
| 25 | Πετράλωνα | **Π** | ΤΡ25 | 38 34.418 23 41.457 79 | 473323 4269619 |
| 26 | Πετράλωνα | **Π** | ΤΡ26 | 38 34.579 23 41.623 73 | 473727 4270114 |
| 27 | Ψαχνά | **Γ** | ΤΡΓ1 | 38 34.912 23 39.663 18 | 470923 4271150 |
| 28 | Αγ. Δημήτριος | **Γ** | ΤΡΓ2 | 38 34.826 23 41.239 47 | 472800 4270878 |
| 29 | Ψαχνά | **Γ** | ΤΡΓ3 | | ** |
| 30 | Χατζιχάμο | **Π** | ΤΡ27 | | ** |

**Π** = Πηγάδι , Dug well. **Γ** = Γεώτρηση, Borehole. **ΤΡ** = Τριάδα, Triada.
** = Καταγραφή έγινε πάνω στο τοπογραφικό χάρτη (1: 20.000, ΓΥΣ)
= Tracing drown only on topographic map (1: 20.000, HMGS)

*VΠίν.2: Περιγραφή των φρεάτων έρευνας στο νότιο και δυτικό τμήμα της Τριάδας (λιθολογία φρεάτων).*
*VTab.2: Records of dug wells in Triada study area (lithology of wells)*

| Α/Α | Κωδικός | Τοποθεσία | **Βάθος** m | Λιθολογία υδροφόρου στρώματος |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | ΤΡ1 | Βαϊλελέκας | **19.50** | Οφιόλιθος |
| 2 | ΤΡ2 | Πύργος | **26.00** | Οφιόλιθος |
| 3 | ΤΡ3 | Πύργος | **18.00** | Οφιόλιθος |
| 4 | ΤΡ4 | Πύργος | | Οφιόλιθος |
| 5 | ΤΡ5 | Πύργος | | Οφιόλιθος |
| 6 | ΤΡ6 | Αγ. Δημήτριος | **14.00** | Οφιόλιθος |
| 7 | ΤΡ7 | Αγ. Δημήτριος | **28.00** | Οφιόλιθος |
| 8 | ΤΡ8 | Αγ. Δημήτριος | | Οφιόλιθος |
| 9 | ΤΡ9 | Πετεινός | **17.00** | Οφιόλιθος |
| 10 | ΤΡ10 | Πετεινός | **16.00** | Οφιόλιθος |
| 11 | ΤΡ11 | Παλαιοπαναγιά | **18.00** | Οφιόλιθος |
| 12 | ΤΡ12 | Τριάδα | | Οφιόλιθος |
| 13 | ΤΡ13 | Τριάδα | | Οφιόλιθος |
| 14 | ΤΡ14 | Τριάδα | **20.00** | Οφιόλιθος |
| 15 | ΤΡ15 | Παλαιοπαναγιά | **20.00** | Οφιόλιθος |
| 16 | ΤΡ16 | Παλαιοπαναγιά | **28.00** | Οφιόλιθος |
| 17 | ΤΡ17 | Παλαιοπαναγιά | | Οφιόλιθος |
| 18 | ΤΡ18 | Χατζιχάμο | **20.00** | Οφιόλιθος |
| 19 | ΤΡ19 | Χατζιχάμο | **20.00** | Οφιόλιθος |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 20 | ΤΡ20 | Παλαιοπαναγιά | **13.00** | Οφιόλιθος |
| 21 | ΤΡ21 | Πετράλωνα | | Οφιόλιθος |
| 22 | ΤΡ22 | Παλαιοπαναγιά | | Οφιόλιθος |
| 23 | ΤΡ23 | Πετράλωνα | | Οφιόλιθος |
| 24 | ΤΡ24 | Πετράλωνα | **60.00** | Οφιόλιθος |
| 25 | ΤΡ25 | Πετράλωνα | **60.00** | Οφιόλιθος |
| 26 | ΤΡ26 | Πετράλωνα | | Οφιόλιθος |
| 27 | ΤΡΓ1 | Ψαχνά | **60.00** | Οφιόλιθος |
| 28 | ΤΡΓ2 | Αγ. Δημήτριος | **30.00** | Οφιόλιθος |
| 29 | ΤΡΓ3 | Ψαχνά | **60.00** | Οφιόλιθος |
| 30 | ΤΡ27 | Χατζιχάμο | | Οφιόλιθος |

*VΠίν.3: Καταγραφής στάθμης νερού στα φρέατα του υδροφόρων στο νότιο και δυτικό τμήμα της λεκάνης Τριάδας.*
*VTab.3: Piezometry records of the dug wells (depth, bottom, height and standing level) for the aquifer ΟΦ4 in Traida area .*

| Α/Α | Λιθολογία υδροφόρου | Φρέαρ | Στάθμη (10/2007) – (3/2008) | | | Στάθμη (10/2008) – (3/2009) | | | Βάθος φρέατος m | Υψόμετρο | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Θερινή | Χειμερινή | Άνοδος | Θερινή | Χειμερινή | Άνοδος | | Φρέαρ m | Πυθμένας m |
| 1 | 2 | 3 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | Οφιόλιθος | TP1 | 15.70 | 19.00 | 3.30 | 13.50 | 17.50 | 4.00 | 19.50 | 29.00 | 9.50 |
| 2 | Οφιόλιθος | TP2 | 24.90 | 29.30 | 4.40 | 22.80 | 27.80 | 5.00 | 26.00 | 33.00 | 7.00 |
| 3 | Οφιόλιθος | TP3 | 43.20 | 47.30 | 4.10 | 41.50 | 45.00 | 3.50 | 18.00 | 47.00 | 29.00 |
| 4 | Οφιόλιθος | TP4 | 36.50 | 40.80 | 4.30 | 35.00 | 39.00 | 4.00 | | 46.00 | |
| 5 | Οφιόλιθος | TP5 | 45.40 | 46.80 | 1.40 | 42.80 | 44.00 | 1.20 | | 46.00 | |
| 6 | Οφιόλιθος | TP6 | 47.40 | 48.20 | 0.80 | 46.20 | 46.80 | 0.60 | 14.00 | 48.00 | 34.00 |
| 7 | Οφιόλιθος | TP7 | 46.30 | 47.30 | 1.00 | 44.20 | 45.00 | 0.80 | 28.00 | 49.00 | 21.00 |
| 8 | Οφιόλιθος | TP8 | 67.40 | 68.60 | 1.20 | 65.20 | 66.80 | 1.60 | 22.00 | 75.00 | 53.00 |
| 9 | Οφιόλιθος | TP9 | 62.60 | 64.30 | 1.70 | 59.60 | 62.50 | 2.90 | 17.00 | 68.00 | 51.00 |
| 10 | Οφιόλιθος | TP11 | 80.90 | 82.90 | 2.00 | 78.80 | 81.50 | 2.70 | 16.00 | 88.00 | 72.00 |
| 11 | Οφιόλιθος | TP12 | 87.60 | 89.20 | 1.60 | 84.60 | 86.00 | 1.40 | 18.00 | 93.00 | 75.00 |
| 12 | Οφιόλιθος | TP13 | 118.20 | 120.30 | 1.90 | 115.40 | 117.50 | 2.10 | | 123.00 | |
| 13 | Οφιόλιθος | TP14 | 119.50 | 121.20 | 1.70 | 116.10 | 118.00 | 1.90 | | 122.00 | |
| 14 | Οφιόλιθος | TP15 | 87.90 | 88.80 | 2.90 | 83.30 | 86.50 | 3.20 | 20.00 | 95.00 | 75.00 |
| 15 | Οφιόλιθος | TP16 | 86.50 | 88.90 | 2.40 | 83.80 | 86.80 | 3.00 | 20.00 | 95.00 | 75.00 |
| 16 | Οφιόλιθος | TP17 | 87.90 | 90.10 | 2.20 | 85.60 | 88.50 | 2.90 | 21.00 | 98.00 | 77.00 |
| 17 | Οφιόλιθος | TP18 | 90.00 | 92.40 | 2..40 | 85.70 | 89.00 | 3.30 | 28.00 | 98.00 | 70.00 |
| 18 | Οφιόλιθος | TP19 | 91.10 | 93.90 | 2.80 | 87.50 | 91.00 | 3.50 | | 98.00 | |
| 19 | Οφιόλιθος | TP20 | 91.10 | 93.70 | 2.60 | 87.20 | 90.50 | 3.30 | 20.00 | 98.00 | 78.00 |
| 20 | Οφιόλιθος | TP21 | 71.20 | 73.40 | 3.20 | 67.30 | 71.50 | 4.20 | 20.00 | 79.00 | 59.00 |
| 21 | Οφιόλιθος | TP22 | 77.60 | 80.30 | 2.70 | 75.40 | 78.60 | 3.20 | 13.00 | 79.00 | 66.00 |
| 22 | Οφιόλιθος | TP23 | 74.60 | 76.90 | 2.30 | 71.80 | 74.80 | 3.00 | | 80.00 | |
| 23 | Οφιόλιθος | TP24 | 75.60 | 72.70 | 2.10 | 77.50 | 70.80 | 3.30 | | 78.00 | |
| 24 | Οφιόλιθος | TP25 | 68.30 | 70.60 | 2.30 | 65.10 | 68.00 | 2.90 | | 79.00 | |
| 25 | Οφιόλιθος | TP26 | 62.90 | 65.00 | 2.10 | 59.80 | 62.50 | 2.70 | | 73.00 | |

*VΠίν.4: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού της περιοχής Τριάδας, που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια της τρίτης δειγματοληψίας (25 - 30/3/2009). οι χημικές αναλύσεις έγιναν στο Τομέα Εφαρμοσμένης Γεωλογίας και Τομέα Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας, ΕΚΠΑ.*
*VTab.4. Result chemical analysis of groundwater samples selected from Triada area during the third hydrochemical test (25 - 30/3/2009). The analysis conducted by the laboratories of Department and the Department of Economic & Geochemistry, University of Athens.*

| A/A | Κωδικός δείγματος νερού | ΜΟΡΙΑΚΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑ ΒΑΡΟΣ (mg/L) / ΧΙΛΙΟΣΤΟΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΣΤΟ ΛΙΤΡΟ (meq/L) | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Κατιόντα | | | | Ανιόντα | | | | Σκληρότητα | | | Δείκτες μόλυνσης | | | |
| | | Ca | Mg | Na | K | HCO3 | Cl | SO4 | NO3 | Παροδική | Μόνιμη | Ολική | NO2 | NH4 | NH3 | $PO_4^{3}$ |
| 1 | TP1 | 32.00 | 133.65 | 32.00 | 0.50 | 400.00 | 130.00 | 77.50 | 91.25 | 80 | 550 | 630 | 0.038 | 0.075 | 0.075 | ND |
| | | 1.60 | 11.00 | 1.39 | 0.01 | 6.56 | 3.67 | 1.64 | 1.48 | | | | | | | |
| 2 | TP2 | 80.10 | 98.50 | 24.00 | 0.50 | 375.00 | 170.00 | 51.25 | 75.75 | 200 | 290 | 490 | 0.052 | 0.025 | 0.025 | 3.42 |
| | | 3.99 | 8.10 | 1.05 | 0.01 | 6.15 | 4.80 | 1.07 | 1.22 | | | | | | | |
| 3 | TP3 | 64.10 | 99.63 | 30.00 | 0.30 | 445.00 | 155.00 | 42.50 | 46.50 | 160 | 410 | 570 | 0.072 | 0.025 | 0.025 | ND |
| | | 3.20 | 8.20 | 1.31 | 0.01 | 7.29 | 4.37 | 0.88 | 0.75 | | | | | | | |
| 4 | TP15 | 100.10 | 123.93 | 39.00 | 0.30 | 522.00 | 170.00 | 148.75 | 23.80 | 250 | 510 | 760 | 0.036 | 0.10 | 0.052 | 4.15 |
| | | 4.99 | 10.19 | 1.70 | 0.01 | 8.56 | 4.80 | 3.08 | 0.37 | | | | | | | |

*VΠίν.5: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού της περιοχής Τριάδας, που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια της τέταρτης δειγματοληψίας (10 - 15/9/2009). Οι χημικές αναλύσεις έγιναν στο εργαστήριο υδροχημείας του Τομέα Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, ΕΚΠΑ.*
*VTab.5. Result chemical analysis of groundwater samples selected from Triada area during the fourth hydrochemical test (10 - 15/9/2009). The analysis conducted by the laboratories of Department and the Department of Economic & Geochemistry, University of Athens.*

| A/A | Κωδικός δείγματος νερού | ΜΟΡΙΑΚΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑ ΒΑΡΟΣ (mg/L) / ΧΙΛΙΟΣΤΟΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΣΤΟ ΛΙΤΡΟ (Meq/L) | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Κατιόντα | | | | Ανιόντα | | | | Σκληρότητα | | | Δείκτες μόλυνσης | | | |
| | | Ca | Mg | Na | K | HCO3 | Cl | SO4 | NO3 | Παροδική | Μόνιμη | Ολική | NO2 | NH4 | NH3 | $PO_4^{3-}$ |
| 1 | TP1 | 42.50 | 140.50 | 38.00 | 0.55 | 530.00 | 120.00 | 85.00 | 90.00 | 100 | 560 | 660 | 0.040 | 0.030 | 0.030 | ND |
| | | 2.12 | 11.56 | 1.65 | 0.02 | 8.69 | 3.39 | 1.77 | 1.45 | | | | | | | |
| 2 | TP2 | 75.00 | 111.50 | 29.00 | 0.55 | 400.00 | 175.00 | 60.00 | 90.00 | 150 | 350 | 500 | 0.075 | 0.030 | 0.030 | 4.30 |
| | | 3.74 | 9.17 | 1.26 | 0.02 | 6.56 | 4.94 | 1.25 | 1.45 | | | | | | | |
| 3 | TP3 | 70.00 | 110.75 | 25.00 | 0.60 | 450.00 | 130.00 | 55.50 | 56.50 | 140 | 440 | 580 | 0.080 | 0.040 | 0.035 | ND |
| | | 3.49 | 9.11 | 1.09 | 0.02 | 7.38 | 3.67 | 1.16 | 0.91 | | | | | | | |
| 4 | TP15 | 110.00 | 120.90 | 30.00 | 0.35 | 592.00 | 160.00 | 80.00 | 50.00 | 400 | 370 | 770 | 0.060 | 0.038 | 0.038 | 4.60 |
| | | 5.45 | 9.95 | 1.31 | 0.01 | 9.70 | 4.52 | 1.67 | 0.81 | | | | | | | |
| 5 | TP17 | 100.00 | 135.50 | 25.00 | 0.40 | 623.00 | 135.00 | 90.00 | 80.00 | 450 | 330 | 780 | 0.040 | 0.023 | 0.023 | 3.85 |
| | | 4.99 | 11.15 | 1.09 | 0.01 | 10.20 | 3.81 | 1.88 | 1.29 | | | | | | | |
| 6 | TP18 | 90.00 | 130.00 | 30.00 | 0.30 | 630.00 | 110.00 | 75.00 | 90.00 | 320 | 280 | 600 | 0.025 | 0.015 | 0.015 | 3.90 |
| | | 4.49 | 10.69 | 1.31 | 0.01 | 10.32 | 3.10 | 1.56 | 1.45 | | | | | | | |
| 7 | TP22 | 95.50 | 140.00 | 40.00 | 0.45 | 710.00 | 135.00 | 55.50 | 85.00 | 450 | 340 | 790 | 0.038 | 0.035 | 0.012 | 4.90 |
| | | 4.77 | 11.52 | 1.74 | 0.01 | 11.72 | 3.81 | 1.16 | 1.37 | | | | | | | |

*VΠίν.6: Φυσικοχημικές παράμετροι και χημικές αναλύσεις νερού βροχής από την περιοχή της Τριάδας (27/3/2009 )*
*VTab.6: The physical and chemical analysis of the rain water collected from Triada area (27/3/2009).*

| pH | μS/cm | TDS | $Ca^{2+}$ | $Mg^{2+}$ | $Na^{+}$ | $K^{+}$ | $HCO_3^{-}$ | $Cl^{-}$ | $SO_4^{2-}$ | $NO^{-}_3$ | $NO_2^{-}$ | $NH^{+}_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5.68 | 18.1 | 11.59 | 0.43 | 1.09 | 1.26 | 0.03 | 3.30 | 2.38 | 1.14 | 0.06 | 0.0 | 0.0 |

*VΠίν.7: Αποτελέσματα επιτόπιων φυσικοχημικών αναλύσεων δειγμάτων της περιοχής Τριάδας που συλλέχθηκαν την διάρκεια της τρίτης διεγματοληψίας (22/1/2009 – 5/3/2009).*
(*) = Υπολογίζεται από πρόγραμμα Lenntech Conductivity convertor
*VTab.7: Physicochemical results of analysis samples conducted on the field during the third hydrochemical test (22/1/2009 – 5/3/2009) in Triada area.*

| A/A | Κωδικός δείγματος νερού | Τρόπος συλλογής νερού | Θερμοκρασία °C | | pH | Eh mV volt | Salinity dS/m | EC μS/cm | TDS mg/L |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Νερού | Αέρα | | | | | |
| 1 | TP1 | Δειγματολήπτης | 17.5 | 18.0 | 7.2 | -9 | 0.62 | 1300 | 897 |
| 2 | TP2 | Αντλία | 18.8 | 19.0 | 8.2 | -19 | 0.54 | 960 | 875 |
| 3 | TP3 | Δειγματολήπτης | 18.0 | 19.5 | 7.4 | -23 | 0.59 | 1050 | 883 |
| 4 | TP4 | Δειγματολήπτης | 18.0 | 16.5 | 7.2. | -9 | 0.72 | 1260 | *806 |
| 5 | TP5 | Δειγματολήπτης | 18.0 | 17.5 | 7.1 | -8 | 0.77 | 1340 | *857 |
| 6 | TP6 | Δειγματολήπτης | 19.0 | 16.5 | 7.8 | -48 | 0.77 | 1750 | *1120 |
| 7 | TP8 | Δειγματολήπτης | 18.5 | 15.5 | 7.1 | -9 | 0.75 | 1300 | *832 |
| 8 | TP7 | Δειγματολήπτης | 17.5 | 15.0 | 7.0 | -8 | 0.74 | 1290 | *825 |
| 9 | TP9 | Δειγματολήπτης | 17.5 | 14.0 | 7.8 | -45 | 0.50 | 892 | *571 |
| 10 | TP10 | Αντλία | 19.0 | 17.0 | 7.1 | -18 | 0.76 | 1020 | *800 |
| 11 | TP11 | Δειγματολήπτης | 17.0 | 13.0 | 7.7 | -41 | 0.78 | 1360 | *870 |
| 12 | TP12 | Αντλία | 17.1 | 14.0 | 7.6 | -32 | 0.72 | 1250 | *800 |
| 13 | TP13 | Δειγματολήπτης | 18.7 | 16.0 | 7.9 | -46 | 0.63 | 1110 | *710 |
| 14 | TP15 | Αντλία | 17.3 | 17.9 | 7.9 | -46 | 0.97 | 1730 | 1126 |
| 15 | TP17 | Δειγματολήπτης | 17.0 | 16.5 | 7.6 | -32 | 0.90 | 1540 | *985 |
| 16 | TP18 | Δειγματολήπτης | 17.7 | 16.0 | 7.7 | -41 | 0.80 | 1380 | *883 |
| 17 | TP22 | Δειγματολήπτης | 18.7 | 17.0 | 7.4 | -23 | 1.08 | 1820 | *1160 |

*VΠίν.8: Αποτελέσματα επιτόπιων φυσικοχημικών παραμέτρων των δειγμάτων της περιοχής Τριάδας που συλλέχθηκαν την διάρκεια της τέταρτης δειγματοληψία (10 - 15/9/2009).*
(*) = Υπολογίζεται από πρόγραμμα Lenntech Conductivity convertor
*VTab.8: Physicochemical results of analysis samples conducted on the field during the fourth hydrochemical test (10 - 15/9/2009) in Triada area.*

| A/A | Κωδικός δείγματος νερού | Τρόπος συλλογής νερού | Θερμοκρασία °C | | pH | Eh mV volt | Salinity dS/m | EC μS/cm | TDS mg/L |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Νερού | Αέρα | | | | | |
| 1 | TP1 | Δειγματολήπτης | 19.5 | 34.0 | 7.5 | -33 | 0.74 | 1295 | 1047 |
| 2 | TPΓ1 | Αντλία | 21.0 | 33.0 | 7.7 | -41 | 0.75 | 1220 | 800 |
| 3 | TP2 | Αντλία | 22.0 | 34.0 | 7.4 | -23 | 0.65 | 1150 | 941 |
| 4 | TPΓ2 | Αντλία | 22.5 | 31.0 | 7.8 | -48 | 0.80 | 1480 | 1045 |
| 5 | TP3 | Δειγματολήπτης | 19.0 | 30.0 | 7.5 | -33 | 0.63 | 1110 | 898 |
| 6 | TP4 | Δειγματολήπτης | 18.5 | 31.5 | 7.1 | -8 | 0.73 | 1280 | *818 |
| 7 | TP5 | Δειγματολήπτης | 19.9 | 29.5 | 7.2 | -9 | 0.81 | 1400 | *896 |
| 8 | TP6 | Δειγματολήπτης | 16.0 | 30.5 | 7.7 | -41 | 1.06 | 1800 | *1150 |
| 9 | TP7 | Δειγματολήπτης | 20.0 | 30.0 | 7.5 | -33 | 0.80 | 1380 | *883 |
| 10 | TP8 | Δειγματολήπτης | 20.0 | 30.2 | 7.7 | -42 | 0.75 | 1350 | *842 |
| 11 | TP9 | Δειγματολήπτης | 19.0 | 31.0 | 7.5 | -30 | 0.54 | 955 | *611 |
| 12 | TP10 | Αντλία | 19.5 | 15.5 | 7.7 | -33 | 0.61 | 1115 | *880 |
| 13 | TP11 | Δειγματολήπτης | 20.0 | 32.0 | 7.8 | -48 | 0.80 | 1390 | *889 |
| 14 | TP12 | Αντλία | 21.0 | 29.0 | 7.7 | -42 | 0.72 | 1255 | *803 |
| 15 | TP13 | Δειγματολήπτης | 19.5 | 31.0 | 7.9 | -46 | 0.64 | 1130 | *723 |
| 16 | TP15 | Αντλία | 22.5 | 29.5 | 8.1 | -55 | 1.02 | 1735 | 1113 |
| 17 | TP17 | Δειγματολήπτης | 18.5 | 29.0 | 8.0 | -49 | 0.91 | 1560 | 1179 |
| 18 | TP18 | Δειγματολήπτης | 19.5 | 30.0 | 7.7 | -41 | 0.81 | 1400 | 1045 |
| 19 | TP22 | Δειγματολήπτης | 19.0 | 29.0 | 8.1 | -57 | 1.20 | 2020 | 1262 |

*VΠίν.9: Αποτελέσματα ανάλυσης ιχνοστοιχείων (XRD, AAS) από δείγματα της περιοχής Τριάδας που συλλέχθηκαν κατά της τρίτης δειγματοληψίας. Οι χημικές αναλύσεις έγιναν στο Τομέα Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας. ΕΚΠΑ. ND, Κάτω από το όριο ανίχνευσης.*
*VTab.9: Results analyses (XRD, AAS) trace metals of samples selected during special hydrochemical test (ΣΕΠ/2009). Analyses conducted by the Department of Economic Geology and Geochemistry, University of Athens. ND, Below of tracing range.*

| A/A | Υδροφόρος | Κωδικός δείγματος νερού | Ιχνοστοιχεία (μg/L) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Cd** | **Fe** | **Ni** | **Mn** | **Cr(total)** |
| 1 | ΟΦ4 | TP1 | 0.06 | 16.5 | ND | 0.05 | 0.5 |
| 2 | ΟΦ4 | TP2 | 0.05 | 10.5 | 0.8 | 0.9 | 13.0 |
| 3 | ΟΦ4 | TP3 | 0.05 | 10.0 | 3.5 | 0.09 | 10.0 |
| 4 | ΟΦ4 | TP15 | 0.05 | 15.5 | 0.5 | 0.05 | 15.0 |
| **Mean** | | | **0.05** | **13.1** | **1.6** | **0.3** | **9.6** |

*VΠίν.10: Αποτελέσματα ανάλυσης ιχνοστοιχείων (XRD, AAS) από δείγματα νερού της περιοχής Τριάδας που συλλέχθηκαν κατά διάρκεια της τέταρτης δειγματοληψίας. Οι χημικές αναλύσεις έγιναν στο Τομέα Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας. ΕΚΠΑ. ND, Κάτω από όριο ανίχνευσης.*
*VTab.10: Results analyses (XRD, AAS) trace metals of samples selected during special hydrochemical test (ΣΕΠ/2009). Analyses conducted by the Department of Economic Geology and Geochemistry, University of Athens. A, Below tracing range.*

| A/A | Υδροφόρος | Στοιχεία δείγματος νερού | Ιχνοστοιχεία (μg/L) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Cd** | **Fe** | **Ni** | **Mn** | **Cr(total)** |
| 1 | ΟΦ4 | TP2 | 0.05 | 16.0 | 1.5 | 0.05 | 9.0 |
| 2 | ΟΦ4 | TP15 | 0.04 | 22.0 | 1.2 | 0.09 | 12.0 |
| 3 | ΟΦ4 | TP18 | 0.02 | 20.0 | ND | 0.05 | 8.0 |
| 4 | ΟΦ4 | TP22 | 0.05 | 15.0 | 0.5 | 0.05 | 28.0 |
| **Mean** | | | **0.04** | **18.3** | **1.02** | **0.06** | **14.3** |

*VΠίν.11: Περιοχή της λεκάνης Τριάδας. Υδροχημικές φάσεις του νερού. Από αποτέλεσμα τρίτης και τέταρτης φάσης δειγματοληψίας και χημικών αναλύσεων (22/1- 15/ 9/2009).*
*VTab.11: Results of hydrochemical phase of water from the third and fourth hydrochemical tests (22/1- 15/ 9/2009).*

| A/A | Κωδικός δείγματος | (Ca + Mg)% ($HCO_3$+$CO_3$)% | (Na + K)% (Cl + $SO_4$)% | Φάσεις Κατιόντων Φάσεις Ανιόντων |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | **TP1** | 90.0<br>55.3 | 10.0<br>44.7 | Ασβεστομαγνησιούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθεϊική |
| 2 | **TP1** | 90.9<br>62.7 | 9.1<br>37.3 | Ασβεστομαγνησιούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθεϊική |
| 3 | **TP2** | 92.6<br>51.2 | 7.4<br>48.8 | Ασβεστομαγνησιούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 4 | **TP2** | 91.0<br>51.5 | 9.0<br>48.5 | Ασβεστομαγνησιούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθεϊική |
| 5 | **TP3** | 89.6<br>58.1 | 10.4<br>41.9 | Ασβεστομαγνησιούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθεϊική |
| 6 | **TP3** | 91.9<br>60.4 | 8.9<br>39.6 | Ασβεστομαγνησιούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθεϊική |
| 7 | **TP15** | 89.9<br>52.6 | 10.1<br>47.4 | Ασβεστομαγνησιούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 8 | **TP15** | 93.6<br>61.0 | 6.4<br>39.0 | Ασβεστομαγνησιούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθεϊική |
| 9 | **TP17** | 93.6<br>64.2 | 6.4<br>35.8 | Ασβεστομαγνησιούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθεϊική |
| 10 | **TP18** | 92.0<br>68.9 | 8.0<br>31.1 | Ασβεστομαγνησιούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθειική |
| 11 | **TP22** | 90.3<br>70.2 | 9.7<br>29.1 | Ασβεστομαγνησιούχα<br>Οξυανθρακική-χλωριοθεϊική |

# *ΜΕΡΟΣ IV*

**14- ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΠΗΓΩΝ ΚΑΙ ΦΡΕΑΤΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΜΕΣΣΑΠΙΑΣ**

**15- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ / CONCLUSION**

**16- ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

**17- ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI**

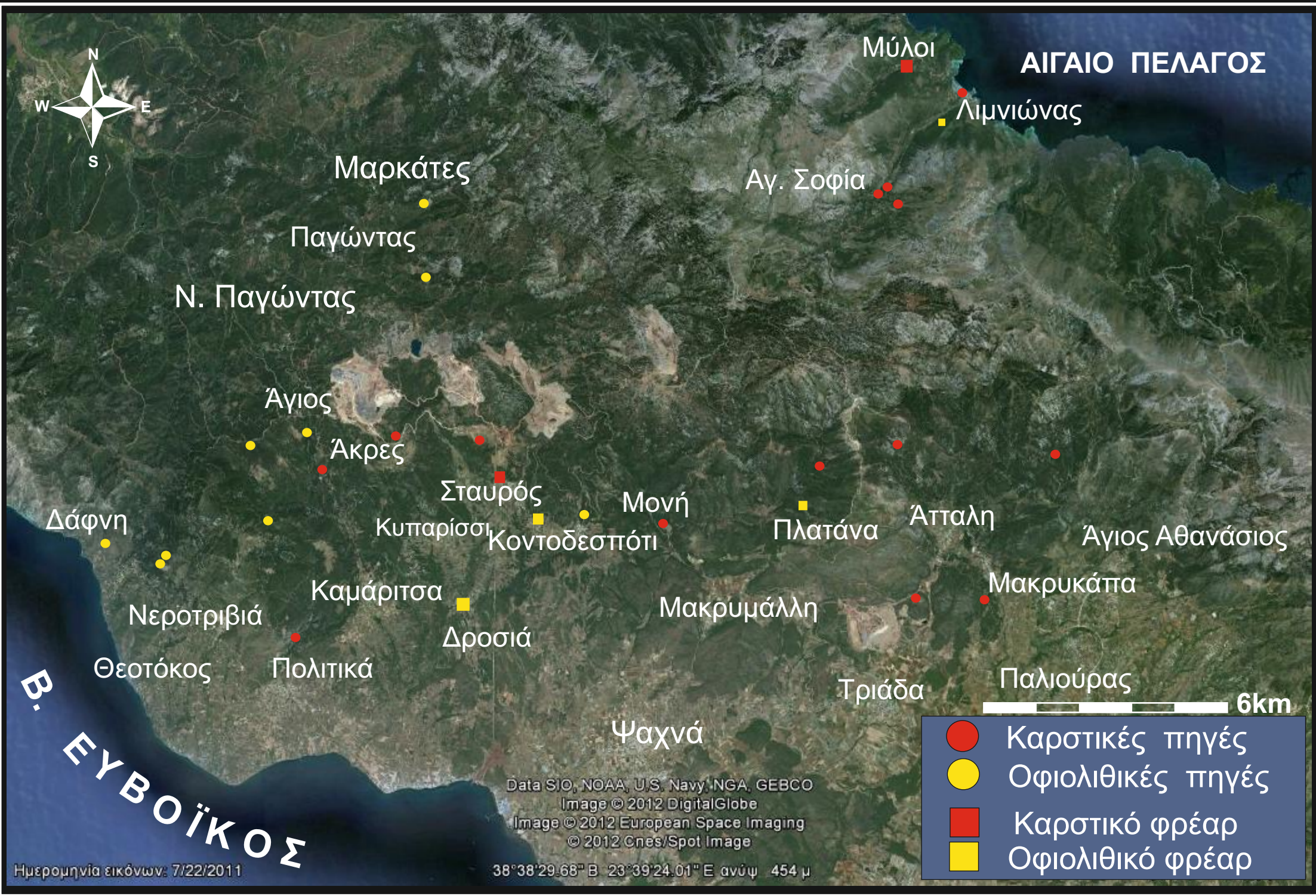
## 14 -ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΠΗΓΩΝ ΚΑΙ ΦΡΕΑΤΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΜΕΣΣΑΠΙΑΣ
## Characteristic of the main Springs & Wells for water supply

Το κεφάλαιο αυτό μελετά τις πηγές που ανήκουν στον Δήμο Διρφύων - Μεσσαπίων και χρησιμοποιούνται για ύδρευση στη Δημοτική Ενότητα Μεσσαπίων (Εικόνα Google: Κατανομή των πηγών και φρεάτων ύδρευσης).
Η Δημοτική Ενότητα Μεσσαπίων απαρτίζεται από 13 Τοπικές Κοινότητες (Οικισμοί) με έδρα τα Ψαχνά:
Η Δημοτική Κοινότητα ***Ψαχνών*** (η Μακρυμάλλη, η Μονή Αγίου Ιωάννη Καλυβίτη, η Μονή Μακρυμάλλη, η Μονή Παναγίας Γοργοεπησκόπου, τα Ψαχνά).
Τοπική Κοινότητα ***Αγίας Σοφίας*** (η Αγία Σοφία, ο Λιμνιώνας, οι Μύλοι, τα Πηγάδια).
Τοπική Κοινότητα ***Άτταλη*** (η Άτταλη, τα Πλατάνια).
Τοπική Κοινότητα ***Καμάριτσης*** (η Καμάρτισα, ο Άγιος).
Τοπική Κοινότητα ***Καστέλλας*** (η Καστέλλα, η Φτελιά παραλίας Καστέλλας, οι χλόες).
Τοπική Κοινότητα ***Κοντοδεσποτίου*** (το Κοντοδεσπότι).
Τοπική Κοινότητα ***Κυπαρισσίου*** (το Κυπαρίσσι, οι Άκρες, η Δροσιά).
Τοπική Κοινότητα ***Μακρυκάπας*** (η Μακρυκάπα).
Τοπική Κοινότητα ***Νεροτριβιάς*** (η Νεροτριβιά, η Δάφνη η Θεοτόκος, το Κακοπέτρο, ο Θηλυκόντας).
Τοπική Κοινότητα ***Παγώντα*** (ο Παγώντας, αι Μαρκάτες, ο Νέος Παγώντας).
Τοπική Κοινότητα ***Πολιτικών*** (τα Πολιτικά, η Παραλία Πολιτικών).
Τοπική Κοινότητα ***Σταυρού*** (ο Σταυρός).
Τοπική Κοινότητα ***Τριάδας*** (η Τριάδα).

Ερευνήθηκαν 23 πηγές που εκφορτίζουν υδροφόρα στρώματα τόσο των οφιολιθικών όσο και των καρστικών σχηματισμών (Πίνακας Απογραφής των πηγών Μεσσαπίας, Εικόνα Google και κατανομή των πηγών και φρεάτων ύδρευσης Μεσσαπίας).
Πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία νερού σε δυο περιόδους. Η μετρήσεις των φυσικοχημικών παραμέτρων πραγματοποιήθηκαν επιτόπου, και οι γενικές αναλύσεις των χημικών παραμέτρων και η ανίχνευση των ιχνοστοιχείων έγιναν στο εργαστήριο (Πίνακας: Αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων νερού των πηγών). Επίσης, αναλύσεις έγιναν και σε τρία υδρευτικά φρέατα Μεσσαπίας.

ΠΗΓΕΣ ΚΑΙ ΦΡΕΑΤΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΜΕΣΣΑΠΙΩΝ

SPRINGS AND WELLS THAT WATER SUPPLY MESSAPIA MUNICIPAL UNIT



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΓΡΑΦΗΣ ΤΩΝ ΠΗΓΩΝ

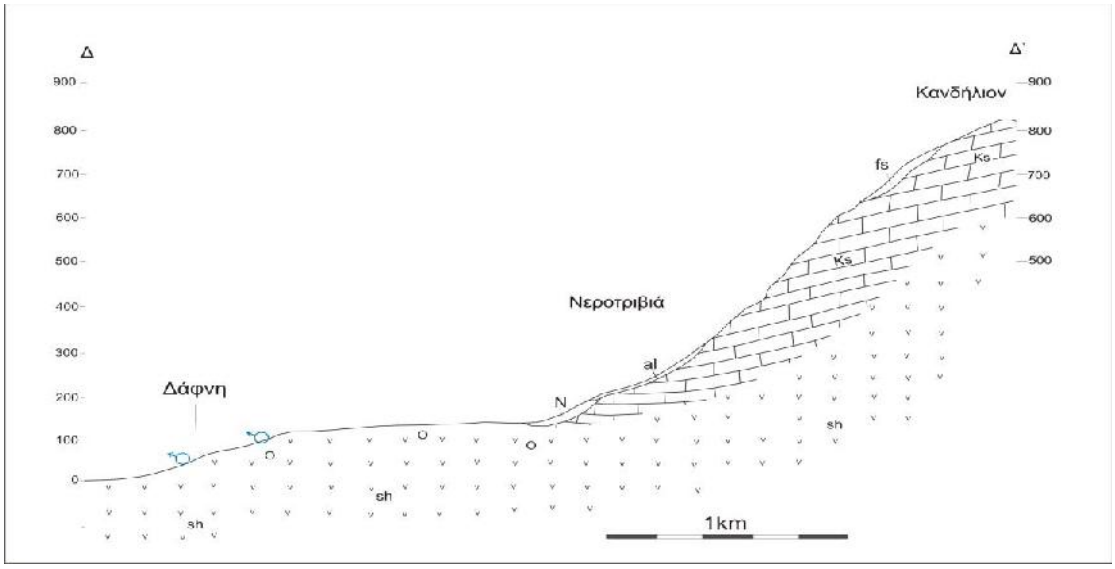
## RECORDS OF SPRINGS IN THE STUDY AREA

| Α/Α | Κωδικός Πηγής | Δ / Τ Κοινότητα Τοποθεσία | Ονομασία | Συντεταγμένες | Κατεύθυνση ροής | Τύπος | Μορφή | Συνθήκες λειτουργίας | Χρήση νερού | Τρόπος υδρομάστευσης | Σχηματισμός υδροφορέας | Παροχή |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1 | **S1** 25/3/2009 | Νεροτριβιά Δάφνη | Λεύκης | E 38 37.934, N 23 30.530, h 159m (E 457568 - N 4276828) | Νοτιοδυτικά | Επαφής | Καθορισμένη | Μόνιμη | Ανεκμετάλλευτη | Αγωγός | Οφιόλιθος | 0.3m³/h |
| 2 | **S2** 25/3/2009 | Νεροτριβιά Δάφνη | Ελαίων | E 38 37.839, N 23 30.625, h 153m (E 457796 - N 42766532) | Ν.Νοτιοδυτικά | Επαφής | Καθορισμένη | Μόνιμη | Ύδρευση | Τσιμεντένιο λεκάνη συλλέκτης, τούνελ, αγωγός | Οφιόλιθος | 2.3m³/h |
| 3 | **S3** 26/3/2009 | Νεροτριβιά Δάφνη | Δάφνη | E 38 37.920, N 23 30.492, h 153m (E 457796 - N 42766532) | Νοτιοδυτικά | Επαφής | Καθορισμένη | Μόνιμη | Ύδρευση και κτηνοτροφία | ,, | Οφιόλιθος | 3.5m³/h |
| 4 | **S4** 27/3/2009 | Αγία Σοφία | Τραξοριό | E 38 41.209, N 23 34.407, h 287m (E 457796 - N 42766532) | Νοτιοδυτικά | Επαφής | Καθορισμένη | Μόνιμη | Ύδρευση | ,, | Ασβεστόλιθος | 0.3m³/h |
| 5 | **S5** 27/3/2009 | Αγία Σοφία | Στρούγγια | E 38 41.401, N 23 34.513, h 287m (E 476400 - N 4282503) | Νοτιοδυτικά | Επαφής | Καθορισμένη | Μόνιμη | Ύδρευση | ,, | Ασβεστόλιθος | 3.0m³/h |
| 6 | **S6** 27/3/2009 | Αγία Σοφία Παραλία Λιμνιώνα | | E 38 42.802, N 23 45.042, h10m (E 478170 - N 4285584) | Ανατολικά | Επαφής | Καθορισμένη | Μόνιμη | Ύδρευση | Τσιμεντένιο λεκάνη, συλλέκτης, αγωγός | Ασβεστόλιθος | 1.3m³/h |
| 7 | **S7** 27/3/2009 | Ψαχνά, Μονή Μακρυμάλλη | Μακρυμάλλη | E 38 37.454, N 23 30.530, h167m (E 457568 - N 4276826) | Νοτιοανατολικά | Υπερπλήρωσης | Μέτωπο | Εποχειακή | Ύδρευση | ,, | Ασβεστόλιθος | 63m³/h |
| 8 | **S8** 29/3/2009 | Άπταλη Πλατάνια | Πλατάνα | E 38 37.934, N 23 30.530, h 430m (E 474014 - N 4275399) | Νοτιοδυτικά | Επαφής | Καθορισμένη | Μόνιμη | Ύδρευση Άρδευση | Τσιμεντένιο λεκάνη συλλέκτης, τούνελ, αγωγός | Ασβεστόλιθος | 6m³/h |
| 9 | **S9** 29/3/2009 | Τριάδα | Τριάδα | E 38 35.818, N 23 34.594, h 221m (E 476567 - N 4272691) | Νοτιοδυτικά | Επαφής | Καθορισμένη | Μόνιμη | Ύδρευση | ,, | Ασβεστόλιθος | 144m³/h |
| 10 | **S10** 6/4/2009 | Άπταλη | Άπταλη | E 38 38.126, N 23 34.309, h 279m (E 475888 - N 4276109) | Ανατολικά | Επαφής | Καθορισμένη | Μόνιμη | Ύδρευση, Άρδευση Κτηνοτροφία | ,, | Ασβεστόλιθος | 144m³/h |
| 11 | **S11** 6/4/2009 | Μακρυκάπα | Δάφνη | E 38 37.468, N 23 45.558, h 276m (E 479389 - N 4275303) | Ανατολικά | Επαφής | Καθορισμένη | Μόνιμη | Ύδρευση Άρδευση | ,, | Ασβεστόλιθος | 108m³/h |
| 12 | **S12** 6/4/2009 | Αγία Σοφία Αγία Σοφία | Δραξουριό | E 38 41.064, N 23 43.837, h 562m (E 477180 - N 4281462) | Ανατολικά | Επαφής | Καθορισμένη | Μόνιμη | Ύδρευση, Κτηνοτροφία | Λεκάνη συλλέκτης, αγωγός | Ασβεστόλιθος | 1.2m³/h |
| 13 | **S13** 7/4/2009 | Πολιτικά Άγ. Παντελεήμων. | | E 38 36.484, N 23 33.022, h 280m (E 460675 - N 4273573) | Νοτιοδυτικά | Επαφής | Καθορισμένη Μέτωπο | Μόνιμη | Ύδρευση, Άρδευση Κτηνοτροφία | Λεκάνη συλλέκτης, τούνελ, αγωγός | Ασβεστόλιθος | |
| 14 | **S14** 8/4/2009 | Καμάριτση Καμαρίτσα | | E 38 38.402, N 23 33.542, h 423m (E 461949 - N 4277013) | Νοτιοανατολικά | Επαφής | Καθορισμένη Μέτωπο | Μόνιμη | Ύδρευση, Άρδευση Κτηνοτροφία | Λεκάνη συλλέκτης, τούνελ, αγωγός | Ασβεστόλιθος | 360m³/h 144m³/h |
| 15 | **S15** 8/4/2009 | Νεροτριβιά Νεροτριβιά | | E 38 38.050, N 23 32.449, h 492m (E 460390 - N 4275936) | Βορειοανατολικά | Επαφής | Καθορισμένη | Μόνιμη | Ύδρευση | Λεκάνη συλλέκτης, αγωγός | Οφιόλιθος | 108m³/h |
| 16 | **S16** 8/4/2009 | Νεροτριβιά Νεροτριβιά | | E 38 38.782, N 23 32.552, h 582m (E 460529 - N 4278192) | Ανατολικά | Επαφής | Μέτωπο | Μόνιμη | Ύδρευση, Άρδευση Κτηνοτροφία | Λεκάνη συλλέκτης, τούνελ, αγωγός | Οφιόλιθος | 3m³/h |
| 17 | **S17** 14/4/2009 | Παγώντας Κούμαρος | Χοντρόβρυσι | E 38 40.812, N 23 35.491, h 447m (E 464749 - N 4281963) | Νοτιοδυτικά | Επαφής | Καθορισμένη | Μόνιμη | Ύδρευση, Κτηνοτροφία | ,, | Οφιόλιθος | 4.8m³/h |
| 18 | **S18A** 14/4/2009 | Παγώντας Μαρκάτες | Λυπίτσα | E 38 41.790, N 23 36.041, h 451m (E 465119 - N 4283743) | Βορειοανατολικά | Επαφής | Καθορισμένη | Μόνιμη | Ύδρευση, Κτηνοτροφία | ,, | Οφιόλιθος | 1.8m³/h |
| 19 | **S19** 14/4/2009 | Καμάριτση Αγ. Αθανάσιος | Παλαιά σπίτια | E 38 38.818, N 23 32.982, h 474m (E 461569 - N 4278297) | Βορειοανατολικά | Επαφής | Καθορισμένη | Μόνιμη | Ύδρευση | ,, | Οφιόλιθος | 2.2m³/h |
| 20 | **S20** 15/4/2009 | Κυπαρισσίο Άκρες | Άκρες | E 38 38.821, N 23 34.919, h 500m (E 464317 - N 4278294) | Νότια | Επαφής | Καθορισμένη | Μόνιμη | Ύδρευση | ,, | Ασβεστόλιθος | 4m³/h? |
| 21 | **S21** 15/4/2009 | Κοντοδεσπότι | | E 38 37.870, N 23 37.855, h 360m (E 468506 - N 4276578) | Νοτιοδυτικά | Επαφής | Καθορισμένη | Μόνιμη | Ύδρευση | ,, | Οφιόλιθος | 10.8m³/h |
| 22 | **S22** 15/4/2009 | Σταυρός | | E 38 38.410, N 23 36.254, h 286m (E 465605 - N 4277021) | Νοτιοδυτικά | Υπερπλήρωσης | Καθορισμένη | Μόνιμη | Ύδρευση, Άρδευση Κτηνοτροφία | Λεκάνη, Αντλία, Αγωγός | Ασβεστόλιθος | 8m³/h? |
| 23 | **S23** 23/4/2009 | Μακρυκάπα | Βαφή | E 38 36.584, N 23 44.982, h 214m (E 477864 - N 4273816) | Νοτιοανατολικά | Επαφής | Καθορισμένη | Μόνιμη | Ύδρευση, Άρδευση Κτηνοτροφία | Λεκάνη συλλέκτης, τούνελ, Αγωγός | Ασβεστόλιθος | 14.4m³/h |

## 14.1. ΠΗΓΗ S1 (Λεύκης) ΤΗΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΝΕΡΟΤΡΙΒΙΑΣ - ΔΑΦΝΗΣ

### *14.1.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Geological background)*

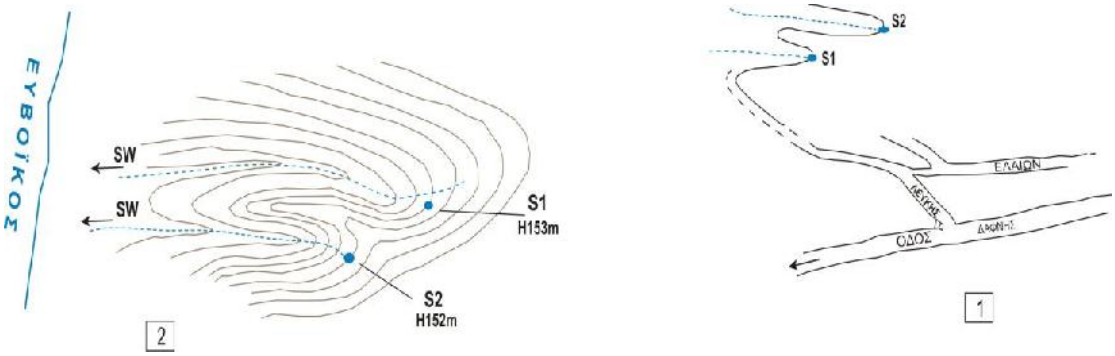
Η περιοχή σχεδόν καταλαμβάνεται από την μάζα της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης αποτελείται από κερατόλιθους αργιλικούς σχιστόλιθους, ψαμμίτες με ασβεστολιθικές ενστρώσεις και οφιόλιθους στα ανώτερα μέλη της (Γεωλογικοί σχηματισμοί περιοχής έρευνας και Σχ.14.1). Η υδρογεωλογική λεκάνη είναι λοφώδης, εκτείνεται ως στη δυτική πλαγιά του όρους Κανδηλίου ή Μακιστρού. Το μέσο υψόμετρο της περιοχής είναι 100μ., αποστραγγίζεται από υδρογραφικό δίκτυο τρίτης τάξης. Χαρακτηριστικό της περιοχής είναι η επιφανειακή απορροή.




*Σχ.14.1: Γεωλογική τομή (Δ-Δ`) ΝΔ – ΒΑ και πηγές στη περιοχή της Νεροτριβιάς – Δάφνης.*
*Fig.: Cross section SW-NE of Nerotribia – Dafni area shows the springs regime*

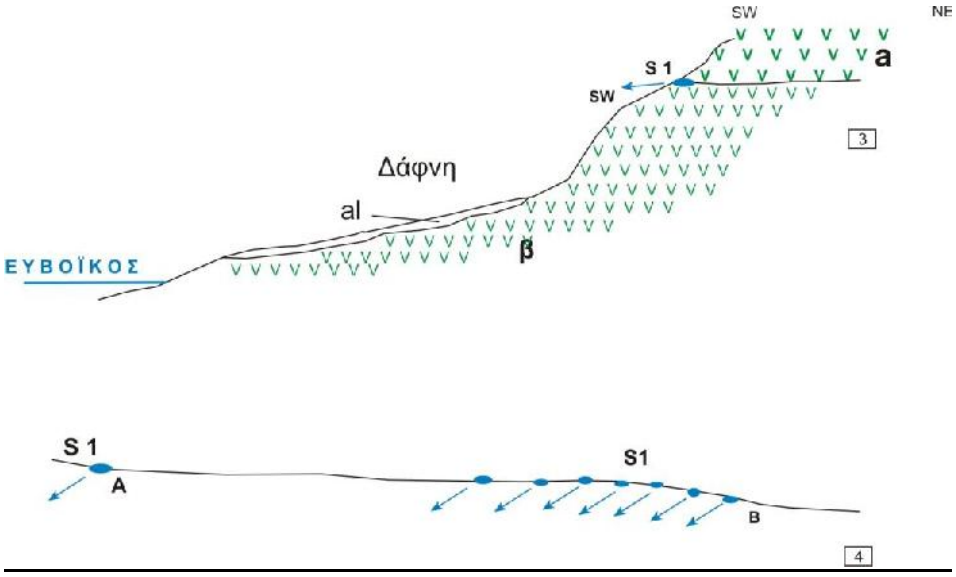
### *14.1.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Hydrogeological background)*

Ο υδροφόρος ορίζοντας της πηγής σχηματίζεται στο διαρρηγμένο οφιολιθικό στρώμα από σερπεντίνες και περιδοτίτες, με ορατό πάχος στο σημείο εκροής περίπου 30m
Ο υδροφόρος αναμένεται να εμφανίζει περατότητα, καθώς στο υδροφόρο στρώμα εντοπίστηκαν διαρρήξεις και έντονος κατακερματισμός (Πίνακας απογραφής των πηγών).



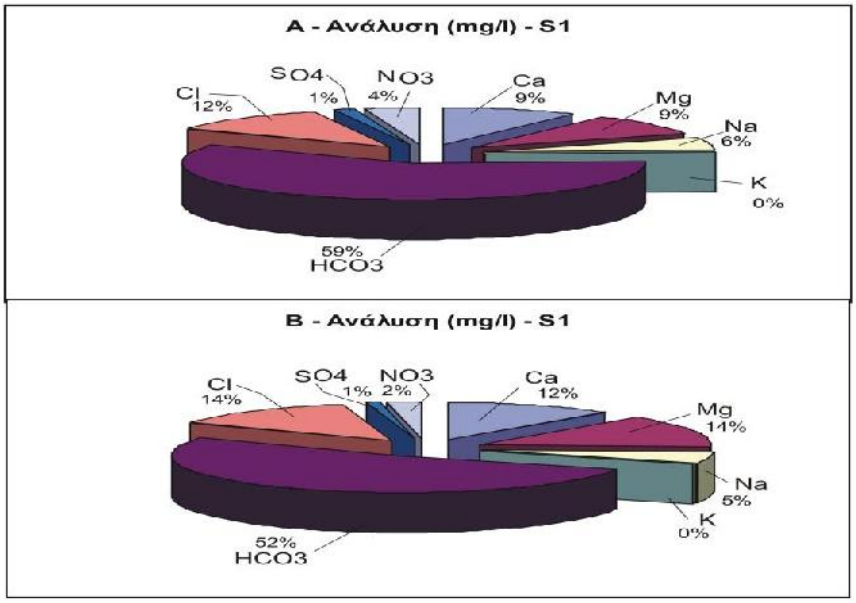

Ως αδιαπέρατο υπόβαθρο λειτουργεί ο υγιής σχηματισμός της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης (Σχ. 14.2 και Φωτ.14.1).
Για το λόγο αυτό η πηγή εκδηλώνεται στη επαφή του διαπερατού διαρρηγμένου οφιολιθικού σχηματισμού με το αδιαπέρατο τμήμα της διάπλασης.

Η ανάβλυση εμφανίζεται σε μορφή ζώνης μήκος περίπου 12m αριστερά της κύριας ανάβλυσης S1A όπου σημειώνονται μικρό εκροές στα σημεία S1B,B,B (Σχ.14.2).
Η κατεύθυνση ροής της πηγής νοτιοδυτικά συμπίπτει με την διεύθυνση του ρέματος πρώτης τάξης.




*Σχ.14.2: Περιοχή Νεροτριβιάς – Δάφνης. 1, Χάρτης εντοπισμός των πηγών* ***S1*** *και S2. 2, Η κατεύθυνση εκροής και η διεύθυνση του ρέματος ΝΔ προς το Ευβοϊκό σε υψόμετρο 152μ. 3, Σκαριφηματική τομή: a, Διαπερατό υδροφόρο στρώμα και β, αδιαπέρατο στρώμα της βάσης της διάπλασης. 4, Το μέτωπο ανάβλυσης (10μ) μεταξύ της κύριας πηγής S1A και ζώνης πηγών S1B.*
*Fig.14.2 : Nerotrivia – Dafni area. 1, location map of Springs* ***S1*** *and S2. 2,. SW direction of spring outlet and stream flow direction discharge to Evoikos Gulf, after spring altitude 152m.3, Schematic section: a, permeable ophiolite aquifer layer and β, impermeable schist – chert base layer. 4, Spout front (10m) line between the main spring S1A and zone of springs S1B.*

### *14.1.3. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ (Hydrochemistry)*




*Σχ14.3: Πηγή* ***S1****. Κυκλικά διαγράμματα παρουσιάζουν κύρια ιόντα, αποτελέσματα της πρώτης και δεύτερης φάσης αναλύσεων*
*Fig.14.3: Spring* ***S1****. Circular diagrams for major ions show results of the first and second phase of analyses*

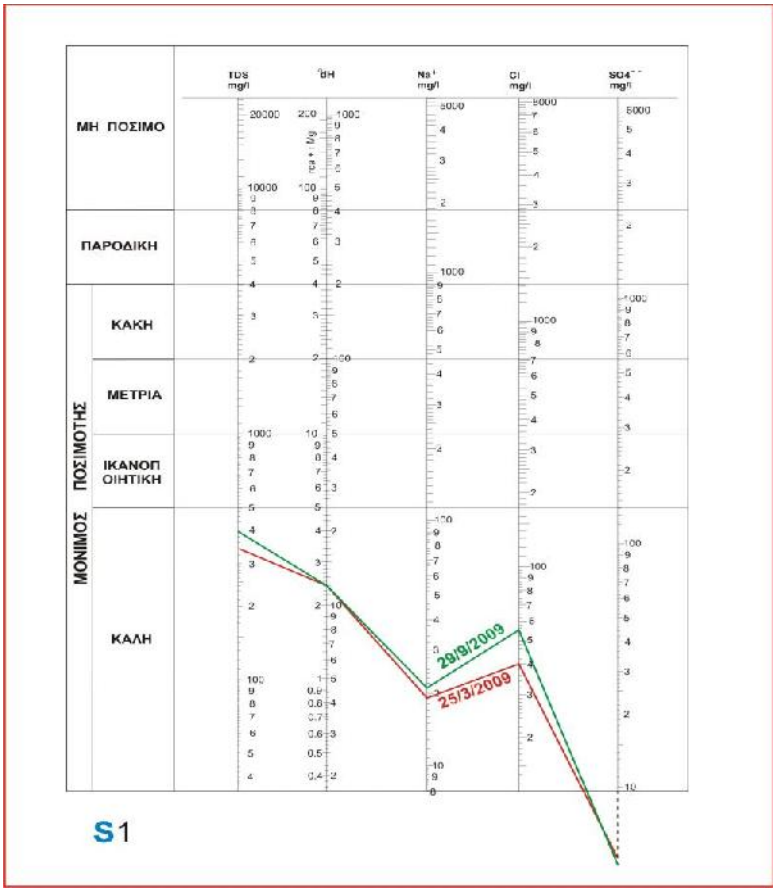
*Φώτ.14.1: Πηγή **S1**. Περιοχή Νεροτριβιάς – Δάφνης. Επιτόπιες μετρήσεις. Οφ, Διαρρηγμένο οφιολιθικό υδροφόρο. Sh, αδιαπέρατο σχιστοκερατολιθκό βάσης. SL, γραμμή επαφής.*
*Photo.14.1: Nerotrivia – Dafni area. Spring **S1**. Field measurements. Οφ.,fissure ophiollite aquifer, sh, impermeable schist – chert layer. SL, contact line.*

*Πίν.14.1: Ποσιμότης νερού της πηγής **S1** σε σύγκριση με τα σταθερότυπα WHO, EU και φυσικό μεταλλικό νερό (ΖΑΓΟΡΙ). Α, Αρνητικό. Ø, χωρίς ένδειξη.*
*Tab.14.1: Potable of Spring **S1** comparing with mineral water (ΖΑΓΟΡΙ) and the international Standards WHO, EU. A, Negative. Ø, No indications.*

| Παράμετροι mg/l | Πηγή **S1** Οφιολικός υδροφόρος | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό **ΜΑΙ/2009** mg/l |
|---|---|---|---|---|---|
| | Συλλογή **25-3-2009** | Συλλογή **29-9-2009** | WHO 1993 mg/l | EU **1998** mg/l | |
| **pH** | **8.4** | **7.9** | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | **430** | **445** | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | **339** | **407** | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | 205 | 220 | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 32 | 49 | | | 85.3 |
| **Mg** | **30** | **56** | | | 5.6 |
| **Na** | **19** | **22** | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0.1 | 0.2 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0.03 | 0.02 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 200 | 211 | | | 233 |
| **Cl** | **40** | **55** | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 5 | 4 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | **13** | **10** | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.02 | 0.03 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | A | A | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | **28** | **11** | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | A | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | **28** | **11** | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | A | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | 3.0 | καθόλου | |

Δεν παρατηρείται σημαντική μεταβολή στο χημισμό κατά την διάρκεια των δυο περιόδων μετρήσεων – χειμώνα και καλοκαίρι (Πίνακας αποτελέσματα χημικών αναλύσεων νερού πηγών και Σχ.14.3). Παρουσιάζεται ελαφρά άνοδος στην ηλεκτρική αγωγιμότητα EC και σύνολο αλάτων TDS κατά 14 μS/cm και 69 mg/l αντίστοιχα.
Η μέση θερμοκρασία αέρα των δυο περιόδων 22 ºC. Η θερμοκρασία νερού ανεβαίνει κατά ένα βαθμό το καλοκαίρι. Η τιμή pH είναι μεταξύ 8.4 και 7.9 και το δυναμικό οξειδοαναγωγής μεταξύ -75 και -44 mvolt, δίνοντας αλκαλικό χαρακτήρα στο νερό της πηγής. Οι τιμές της αλατότητας (Salinity) είναι μικρότερες της μονάδας επομένως αποκλείοντας τις πιθανότητες ανάμιξη με την θάλασσα όπως αναμένεται.

Τα κατιόντα στη Α περιόδου ανάλυσης αποτελούν 25% από τα κύρια ιόντα και τα ανιόντα 75%, όμως στη Β περίοδος τα κατιόντα αυξάνουν σε 32% και τα ανιόντα μειώνονται σε 68% (Σχ.14.3).
Η συγκέντρωση ασβέστιο $Ca^{2+}$, ανεβαίνει από 9% σε 12% (17mg/l), το μαγνήσιο Mg σημειώνει αύξηση από 9% σε 14% (25mg/l), το Na όμως μειώνεται από 6% σε 5% (αυξάνεται η συγκέντρωση 2 mg/l), το κάλιο K είναι λιγότερα της μονάς % και σταθερή συγκέντρωση (0.1 - 0.2 mg/l), η δισανθρακική ρίζα $HCO_3$ έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση 59% πέφτει σε 52% (ανεβαίνει κατά 11 mg/l), το χλώριο Cl αυξάνει από 12% σε 14 (15 mg/l), τα θειϊκά $SO_4$, μικρότερη συγκέντρωση 1% (μειώνεται κατά 1mg/l) και τα νιτρικά $NO_3$, από 4% μειώνονται σε 2% (3 mg/l).
Το σύνολο των διαλυμένων στερεών, TDS χειμώνα και καλοκαιριού είναι 339mg/l και 407mg/l αντίστοιχα οπότε το νερό χαρακτηρίζεται γλυκό (κατά ταξινόμηση του Τομέα μας).
Από τη ολική σκληρότητα ($CaCO_3$) το νερό της πηγής S1 είναι πολύ σκληρό κατά Hem.
Οι συγκεντρώσεις των δεικτών $NH_4$ και $NO_2$ (0.03 και 0.02 mg/l) είναι ελάχιστοι και το νερό είναι απαλλαγμένο από ρυπάνσεις.
Ιχνοστοιχεία: Το χρώμιο Cr (ολικό) ανιχνεύτηκε δυο φορές σε μικρές συγκεντρώσεις 28ppb και 11ppb. Ο σίδηρος $Fe_2$ επίσης δυο φορές ανιχνεύτηκε σε μικρές συγκεντρώσεις 28 ppb και 11ppb.
Η ποσιμότητα του νερού της πηγής S1 είναι καλή κατά Schoeller και βρίσκεται εντός ορίων που θέτουν τα διεθνής στάνταρντ ποιότητας, αλλά απέχει από τις συγκεντρώσεις του μεταλλικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ). Συγκεκριμένα οι τιμές του μεταλλικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ) βρίσκονται χαμηλότερα από το νερό της πηγής σε όλες τις παραμέτρους (Πίν.14.1 & Σχ.14.4).




*Σχ.14.4: .Ποστμότης του νερού της πηγής S1 κατά Schoeller.*
*Fig.14.4: Drinkable of spring S1 water according to Schoeller*

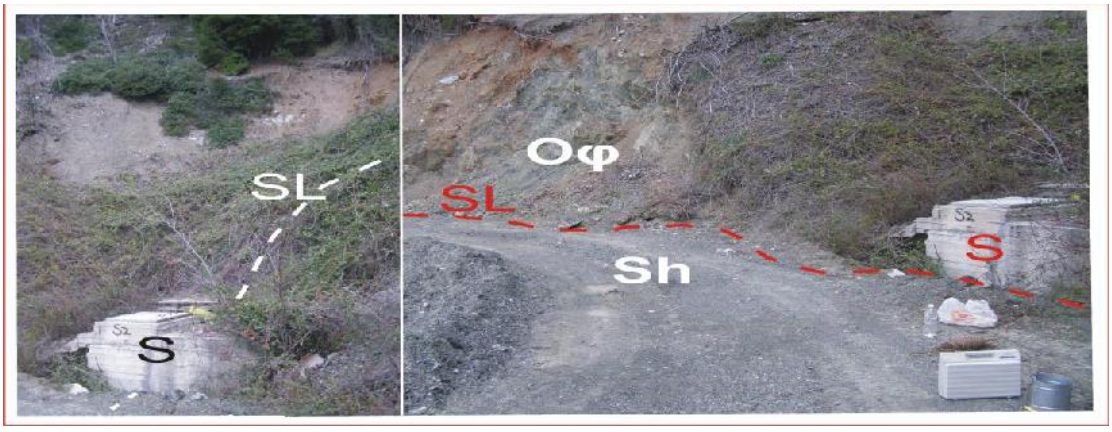
## 14.2. ΠΗΓΗ S2 (Ελαίων) ΤΗΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΝΕΡΟΤΡΙΒΙΑΣ - ΔΑΦΝΗΣ

### *14.2.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Geological background)*

Η περιοχή ολόκληρη, καταλαμβάνεται από τους σχηματισμούς της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης. Αποτελείται από κερατόλιθους αργιλικούς σχιστόλιθους, ψαμμίτες με ασβεστολιθικές ενστρώσεις και οφιόλιθους στα ανώτερα μέλη της (Σχ.14.1 και Σχ.14.2).

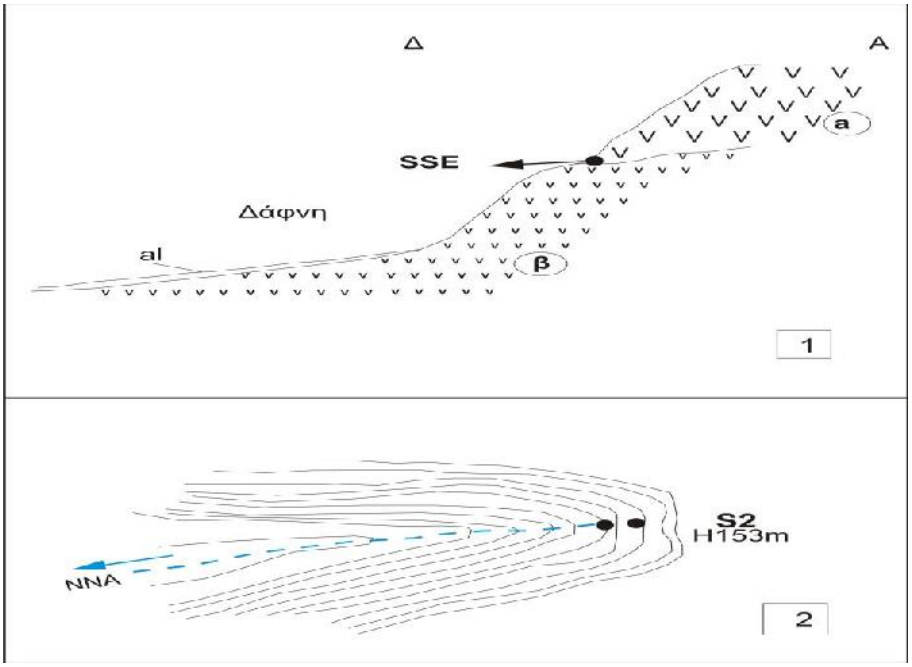
### *14.2.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Hydrogeological background)*

Ο υδροφόρος σχηματίζεται από διαρρηγμένο στρώμα σερπεντίνων και περιδοτιτών, με ορατό πάχος στο σημείο εκροής περίπου 25m.
Η κατεύθυνση ροής είναι ίδια διεύθυνση του ρέματος ΝΝΑ, και η ανάβλυση της πηγής βρίσκεται στο σημείο αρχής ρέματος πρώτης τάξης (Σχ.14.5).
Όλο το νερό πηγής έχει υδρομαστευτεί και διοχετεύεται στο δίκτυο υδρεύσεως (Φώτ.14.2).
Η πηγή εκδηλώνεται στην επαφή του αδιαπέρατου της βάσης και διαρρηγμένου διαπερατού οφιολιθικού. Η ανάβλυση εκδηλώνεται από δυο κοντινά σημεία μέσα στην υδρομάστευση.
Εμπλουτισμός του υδροφόρου της πηγής εξασφαλίζεται από άμεση κατείσδυση του νερού βροχοπτώσεων την υδρογεωλογική λεκάνη που αποτελείται αμιγώς από οφιόλιθους. Η εκφόρτωση της μάζας αυτής γίνεται από τις μελετώμενες πηγές (S1 & S2) και από άλλες 2 – 3 μικρές πηγές.



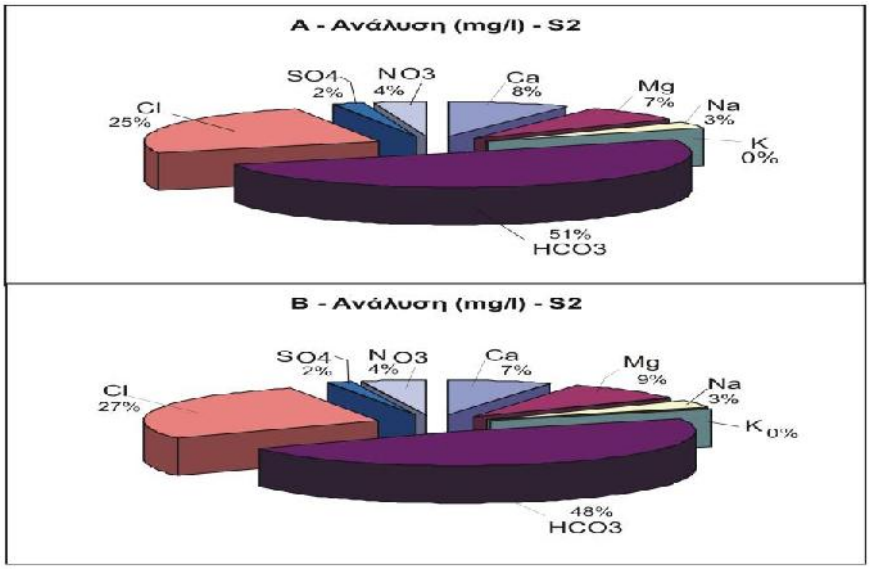

*Φώτ.14.2: Επιτόπιες μετρήσεις. Πηγή **S2** στην περιοχή της Νεροτριβιάς – Δάφνης. Οφ, διαρρηγμένο οφιολιθικό υδροφόρο στρώμα. sh, αδιαπέρατο σχιστοκερατολιθικό. SL, γραμμή επαφής, S, θάλαμος συλλέκτης.*
*Photo.14.2: Nerotrivia – Dafni area. Field measurements in Spring **S2**.Οφ, fissured ophiolite aquifer. Sh, impermeable schist – chert layer. SL, spring contact line. S, collection chamber.*

Η κατεύθυνση ροής της πηγής συμπίπτει με την διεύθυνση του ρέματος πρώτης τάξης (ΝΝΔ) και βρίσκεται σχεδόν στην αρχή του ρέματος (Πίνακας απογραφής των πηγών και Σχ.14,5).




*Σχ.14.5: Περιοχή Νεροτριβιά – Δάφνης. 1, Σκαριφηματική τομή Ε–W της πηγής* ***S2****. α, το διαπερατό οφιολιθικό στρώμα και β, το αδιαπέρατο σχιστοκερατολιθικό της βάσης, η διεύθυνση εκροής (NNA) της πηγής. 2, Το υψόμετρο 153μ. της πηγής και διεύθυνση του ρέματος NNA προς το Ευβοϊκό.*
*Fig.14.5: Nerotrivia – Dafni area.1, Schematic section of Spring* ***S2****. α, permeable ophiolite aquifer layer and β, impermeable schist – chert base layer, and direction SSE of spring outlet, 2, Spring altitude 153m and Stream flow direction SSE discharge to the Evoikos Gulf.*

### *14.2.3. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ (Hydrochemistry)*



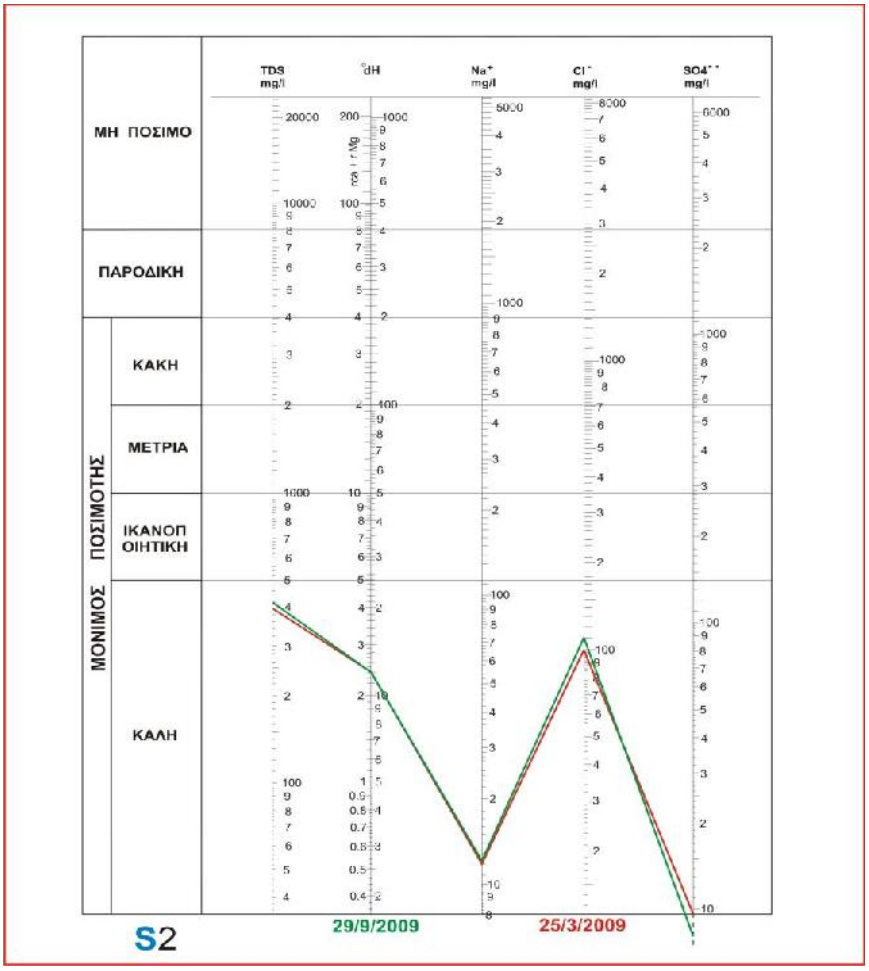

*Σχ.14.6: Πηγή* ***S2****. Κυκλικά διαγράμματα παρουσιάζουν κύρια ιόντα, αποτελέσματα της πρώτης και δεύτερης φάσης αναλύσεων.*
*Fig.14.6: Spring* ***S2****. Circular diagrams for major ions show results of A and B phase of analyses*

*Πίν.14.2: Ποσιμότης νερού της πηγής **S2** σε σύγκριση με τα σταθερότυπα των WHO, EU και φυσικού μεταλλικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ). Α, Αρνητικό. Ø, χωρίς ένδειξη.*
*Tab.14.2: Potable of Spring **S2** comparing with mineral water (ΖΑΓΟΡΙ) and the international Standards WHO, EU. A, Negative. Ø, No indications.*

| Παράμετροι mg/l | Πηγή **S2** | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό **ΜΑΙ/2009** mg/l |
|---|---|---|---|---|---|
| | Οφιολικός υδροφόρος | | WHO **1993** mg/l | EU **1998** mg/l | |
| | Συλλογή **25-3-2009** | Συλλογή **29-9-2009** | | | |
| **pH** | **8.3** | **7.8** | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | **460** | **530** | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | **404** | **408** | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | 205 | 220 | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 34 | 29 | | | 85.3 |
| **Mg** | **29** | **35** | | | 5.6 |
| **Na** | **12** | **14** | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0.1 | 0.2 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0.03 | 0.04 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 205 | 190 | | | 233 |
| **Cl** | **100** | **110** | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 9 | 7 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | **15** | **18** | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.03 | 0.03 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | A | A | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | **22** | **18** | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | A | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | **4** | **12** | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | **2** | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | 3.0 | καθόλου | |

Δεν παρατηρείται σημαντική μεταβολή στο χημισμό κατά την διάρκεια των δυο περιόδων μετρήσεων (Πίνακας Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων νερού των πηγών). Παρουσιάζεται άνοδος στην ηλεκτρική αγωγιμότητα κατά 70 μS/cm και το TDS σε άνοδος κατά 4 mg/l μεταξύ της υγρής και της ξηρής περιόδου (Πίν.14.2).
Η μέση θερμοκρασία αέρα στις δυο περιόδους είναι 22.0 ºC. Η θερμοκρασία νερού ανεβαίνει ένα βαθμός κελσίου το καλοκαίρι. Η τιμή pH πέφτει από 8.4 σε 7.8 επίσης το δυναμικό οξειδοαναγωγής από -75 σε -42 mvolt, δίνοντας αλκαλικό χαρακτήρα στο νερό της πηγής. Οι τιμές της αλατότητας (Salinity) είναι μικρότερα της μονάδας (0.27 και 0.20) αποκλείει πιθανότητες ανάμιξη με την θάλασσα .
Τα κατιόντα στη πρώτη περίοδο ανάλυσης αποτελούν 18% από τα κύρια ιόντα και τα ανιόντα 82%, όμως στη δεύτερη περίοδο τα κατιόντα αυξάνουν σε 19% και τα ανιόντα μειώνονται σε 81% (Σχ.14.6).
Η συγκέντρωση ασβέστιο Ca πέφτει από 8% σε 7% (4 mg/l), του μαγνησίου Mg σημειώνει αύξηση από 7% σε 9% (25 mg/l), το Na σταθερή σε 3% (αυξάνει συγκέντρωση κατά 2βmg/l), του καλίου K είναι λιγότερα της μονάς % και σταθερή συγκέντρωση (0.1 - 0.2 mg/l), η δισανθρακική ρίζα $HCO_3$ έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση 51% πέφτει σε 48% (πέφτει κατά 15 mg/l), το χλώριο Cl σταθερό 2% σε (αυξάνεται η συγκέντρωση 10 mg/l), τα θειϊκά $SO_4$ σε μικρότερη συγκέντρωση 2% στις δυο μετρήσεις (μειώνεται κατά 2 mg/l) και τα νιτρικά $NO_3$ σε σταθερή 4% στις δυο μετρήσεις (αυξάνεται σε συγκέντρωση 3 mg/l).
Το σύνολο των διαλυμένων στερεών, TDS χειμώνα και καλοκαιριού είναι 404 mg/l και 408 mg/l αντίστοιχα και το νερό χαρακτηρίζεται *γλυκό* (ταξινόμηση ανά 1000 mg/l).
Από πλευράς ολικής σκληρότητα $CaCO_3$ το νερό της πηγής είναι *πολύ σκληρό* κατά Hem.
Οι συγκεντρώσεις των δεικτών $NH_4$ και $NO_2$ (0.03 και 0.02) είναι ελάχιστοι και το νερό είναι απαλλαγμένο από ρυπάνσεις.
Ιχνοστοιχεία: Το χρώμιο Cr (ολικό) ανιχνεύτηκε δυο φορές σε μικρές συγκεντρώσεις 22 ppb και 18 ppb. ο σήδερος $Fe_2$ επίσης δυο φορές ανιχνεύτηκαν σε μικρές συγκεντρώσεις 4 ppb και 12 ppb.

Η ποσιμότης του νερού της πηγής S2 είναι καλή κατά Schoeller, επίσης βρίσκεται εντός των ορίων που θέτουν τα διεθνή στάνταρντ ποιότητας, αλλά απέχει από τις συγκεντρώσεις του μεταλλικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ). Συγκεκριμένα οι τιμές του μεταλλικού νερού βρίσκονται χαμηλότερα από το νερό της πηγής σε pH κατά 1.7, EC 115 μS/cm, TDS 208 mg/l, Mg 29.4 mg/l, Na 11.8 mg/l, Cl 16.2 mg/l και $NO_3$ 16.2 mg/l (Σχ.14.7).




*Σχ.14.7: .Ποστμότης του νερού της πηγής S2 κατά Schoeller.*
*Fig.14.7 Drinkable of spring S2 water according to Schoeller*

## 14.3. ΠΗΓΗ S3 (Δάφνη) ΤΗΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΝΕΡΟΤΡΙΒΙΑΣ - ΔΑΦΝΗΣ

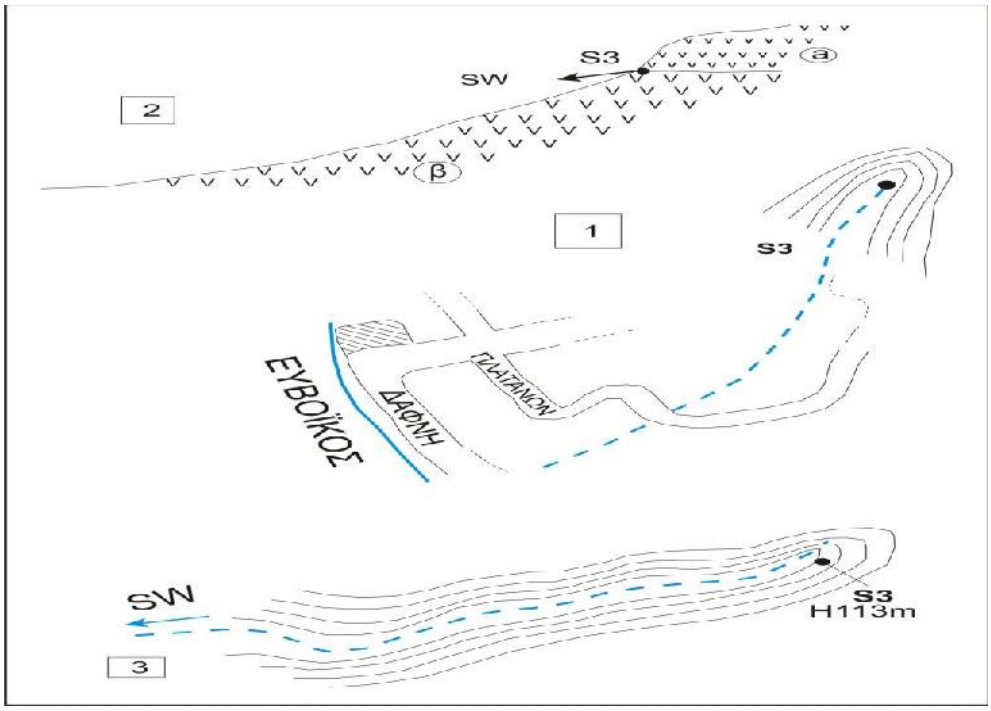
### *14.3.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Geological background)*

Η μάζα της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης στη περιοχή από αποτελείται από κερατόλιθους, αργιλικούς σχιστόλιθους, ψαμμίτες και μεγάλες ασβεστολιθικές ενστρώσεις και οφιολιθικά. Η μορφολογία είναι λοφώδης, μέσο υψόμετρο 100μ., πέφτει στη δυτική πλαγιά Κανδήλιο όρου χωρίς πεδιάδα και αποχετεύεται προς τη θάλασσα από δυο ρέματα πρώτης τάξης (Γεωλογικοί σχηματισμοί περιοχής έρευνας, Πίνακας απογραφής των πηγών και Σχ.14.8).

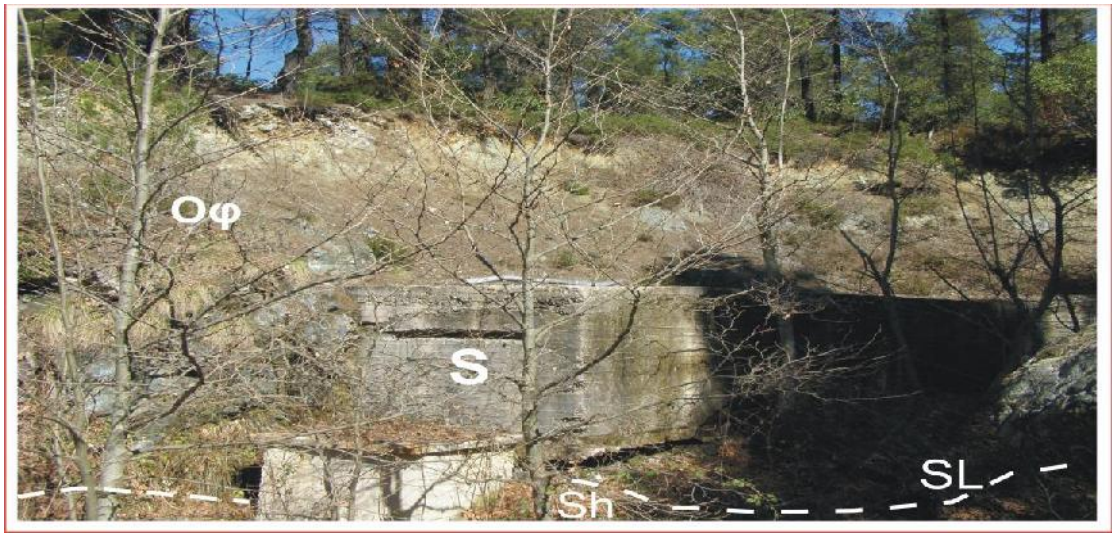
### *14.3.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Hydrogeological background)*

Ο υδροφόρος σχηματίζεται από διαρρηγμένο στρώμα σερπεντίνων και περιδοτιτών, με ορατό πάχος στο σημείο εκροής περίπου 18 - 20m.

Η κατεύθυνση ροής συμπίπτει με την διεύθυνση του ρέματος ΝΔ, και η ανάβλυση της πηγής βρίσκεται σχεδόν στο σημείο αρχής του ρέματος πρώτης τάξης (Σχ.14.8).
Όλο το νερό πηγής έχει υδρομαστευτεί στο συλλεκτήρι και διοχετεύεται στο δίκτυο υδρεύσεως. Μεγάλο τμήμα του νερού δεν εκμεταλλεύεται στους χειμερινούς μήνες (Πίνακας απογραφής των πηγών και Φώτ.14.3).
Ο υδροφόρος ορίζοντας αναμένεται να εμφανίζει μεγάλη περατότητα, καθώς στο υδροφόρο στρώμα εντοπίστηκαν διαρρήξεις και έντονος κατακερματισμός. Ως αδιαπέρατο υπόβαθρο λειτουργεί ο υγιής σχηματισμός της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης. Για το λόγο αυτό η πηγή εκδηλώνεται στη επαφή του διαπερατού διαρρηγμένου οφιολιθικού σχηματισμού με το αδιαπέρατο τμήμα της διάπλασης.
Η εκφόρτωση του υδροφόρου στρώματος σημειώνεται στους χειμερινούς μήνες επίσης και σε άλλα σημεία που δεν περιγράφονται εδώ .

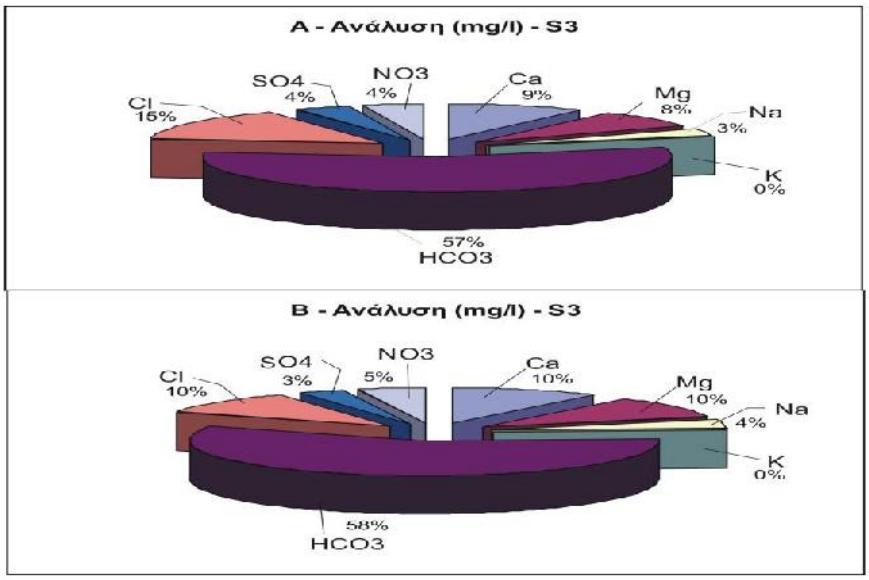



*Σχ.14.8: Περιοχή Νεροτριβιά – Δάφνης. 1, Χάρτης εντοπισμός της πηγής* ***S3.*** *2, Σκαριφηματική τομή της πηγής, το διαπερατό οφιολιθικό υδροφόρο στρώμα a, και το αδιαπέρατο β της βάσης. 3, Η διεύθυνση εκροής της πηγής και η διεύθυνση του ρέματος ΝΔ προς το Ευβοϊκό και το υψόμετρο της 153μ.*
*Fig.14.8:Nerotrivia – Dafni area. 1, location map of spring* ***S3****. 2, Schematic section of the spring: a, permeable ophiolite aquifer layer and β, impermeable schist -chert base layer. 3, SW the spring outlet direction and the stream flow direction discharge to Evoikos Gulf and spring altitude 153m.*




*Φωτ.14.3: Πηγή **S3** στην περιοχή Δάφνης. Οφ, διαρρηγμένο οφιολιθικό υδροφόρο. Sh, αδιαπέρατο σχιστοκεαρολιθικό βάσης. S, Θάλαμος συλλέκτης. SL, γραμμή επαφή πηγής.*
*Photo14.3: Dafni area. Spring **S3**. Οφ, fissured ophiolite aquifer. S, collecting chamber. SL, spring contact line.*

### *14.3.3. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ (Hydrochemistry)*



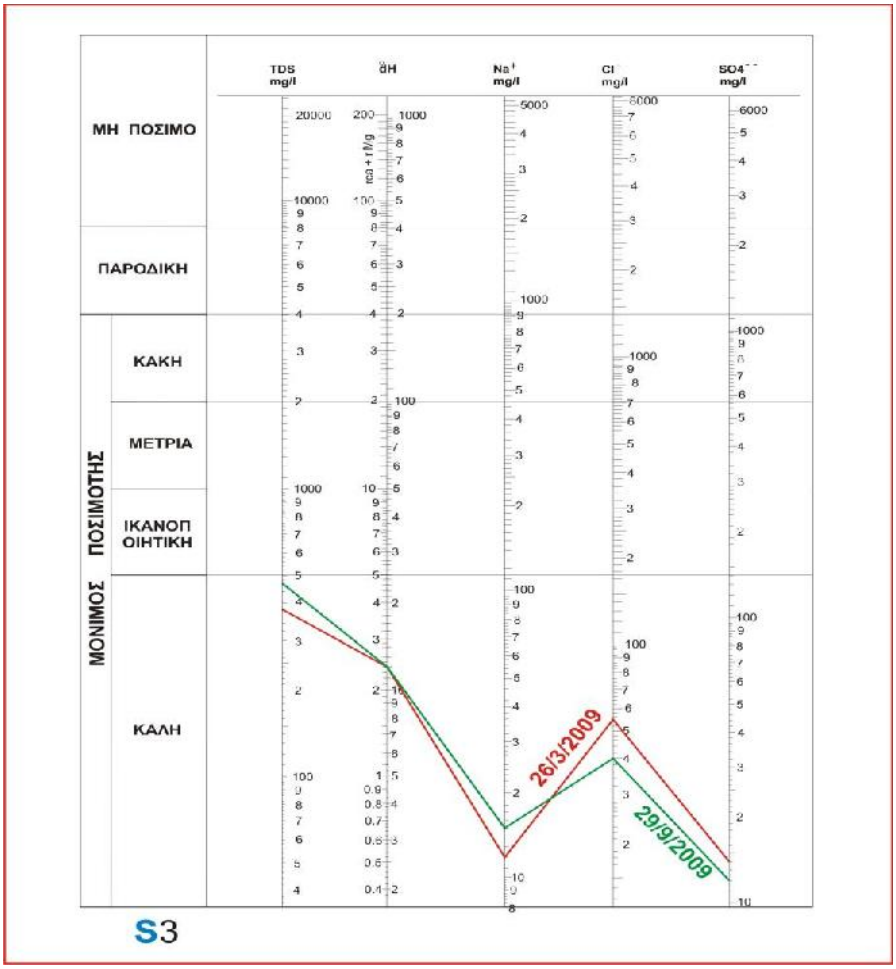

*Σχ.14.9: Πηγή **S3**. Κυκλικά διαγράμματα παρουσιάζουν κύρια ιόντα, αποτελέσματα των πρώτων & δεύτερων αναλύσεων.*
*Fig.14.9: Spring **S3**. Circular diagrams for major ions show results of A and B analyses*

*Πίν.14.3: Ποσιμότης νερού της πηγής **S**3 σε σύγκριση με τα σταθερότυπα των WHO, EU και φυσικού μεταλλικού νερού ΖΑΓΟΡΙ. Α, αρνητικό. Ø, Χωρίς ένδειξη.*
*νερό (ΖΑΓΟΡΙ). Α, Αρνητικό. Ø, χωρίς ένδειξη.*
*Tab.14.3: Potable of Spring **S**3 comparing with mineral water (ΖΑΓΟΡΙ) and the international Standards WHO, EU. A, Negative. Ø, No indications.*

| Παράμετροι mg/l | Πηγή **S3** | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό **ΜΑΙ/2009** mg/l |
|---|---|---|---|---|---|
| | Οφιολικός υδροφόρος | | WHO **1993** mg/l | EU **1998** mg/l | |
| | Συλλογή **26-3-2009** | Συλλογή **29-9-2009** | | | |
| **pH** | **8.4** | **7.8** | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | **440** | **470** | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | **354** | **383** | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | 205 | 220 | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 34 | 29 | | | 85.3 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Mg** | **29** | **38** | | | 5.6 |
| **Na** | **12** | **15** | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0.1 | 0.2 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0.06 | 0.03 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 205 | 220 | | | 233 |
| **Cl** | **100** | **80** | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 9 | 7 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | **15** | **18** | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.03 | 0.03 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | A | A | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | **22** | **18** | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | A | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | **4** | **12** | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | **2** | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | 3.0 | καθόλου | |

Δεν παρατηρείται σημαντική μεταβολή στο χημισμό κατά την διάρκεια των δυο περιόδων μετρήσεων (Πίν.14.3 και Σχ.14.9). Παρουσιάζεται άνοδος στην ηλεκτρική αγωγιμότητα EC κατά 30 μS/cm και το TDS κατά 19 mg/l μεταξύ της υγρής και της ξηρής περιόδου (Πίνακας αποτελέσματα χημικών αναλύσεων νερού των πηγών).
Η μέση θερμοκρασία αέρα στις δυο περιόδους 23.5 ºC. Η θερμοκρασία νερού ανεβαίνει 1.5 ºC το καλοκαίρι. Η τιμή pH πέφτει από 8.4 σε 7.8 επίσης το δυναμικό οξειδοαναγωγής από -76 σε -47 mvolt δίνοντας αλκαλικό χαρακτήρα στο νερό της πηγής. Οι τιμές της αλατότητας (Salinity) είναι μικρότερες της μονάδας (0.26 και 0.23) πράγμα που αποκλείει τις πιθανότητες ανάμιξη με τη θάλασσα
Τα κατιόντα στη πρώτη περιόδο ανάλυσης αποτελούν 20% από τα κύρια ιόντα και τα ανιόντα 80%, όμως στη δεύτερη περίοδο τα κατιόντα αυξάνουν σε 24% και τα ανιόντα μειώνονται σε 76%.
Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca ανεβαίνει από 9% σε 10% (4.61 mg/l), του μαγνησίου Mg σημειώνει αύξηση από 8% σε 10% (12.0 mg/l), το Na ανεβαίνει από 3% σε 4% ( κατά 3.0 mg/l), του καλίου K είναι λιγότερα της μονάς % (και σταθερή συγκέντρωση 0.1 - 0.2 mg/l), η δισανθρακική ρίζα $HCO_3$ έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση 57% ανεβαίνει σε 58% (κατά 15 mg/l), το χλώριο Cl από συγκέντρωση 15% πέφτει σε 10% (κατά 15 mg/l), τα θειϊκά $SO_4$ από συγκέντρωση 4% πέφτει σε 3%στις (κατά 1.5 mg/l) και τα νιτρικά $NO_3$ ανεβαίνουν από 4% σε 5% (κατά 3.0 mg/l).
Από το σύνολο των διαλυμένων στερεών, TDS 354 – 383 mg/l, το νερό χαρακτηρίζεται *γλυκό* (ταξινόμηση ανά 1000 mg/l).
Από πλευράς ολικής σκληρότητας $CaCO_3$ το νερό της πηγής S3 είναι πολύ σκληρό (Hem).
Οι συγκεντρώσεις των δεικτών $NH_4$ και $NO_2$ (0.03 και 0.02 mg/l) είναι ελάχιστοι και το νερό είναι απαλλαγμένο από ρύπανση.
Ιχνοστοιχεία: Το χρώμιο Cr (ολικό) ανιχνεύτηκε δυο φορές σε μικρές συγκεντρώσεις 22 ppb και 18 ppb. Το σίδερο $Fe_2$ επίσης δυο φορές ανιχνεύτηκαν μικρές συγκεντρώσεις 4 ppb και 12 ppb.
Η μόνιμος ποσιμότης του νερού πηγής S3 είναι καλή κατά Schoeller και βρίσκεται μέσα στα όρια που ορίζονται από τα διεθνής στάνταρντ (WHO & EU) ποιότητας. Όμως υπερβαίνει τις συγκεντρώσεις του φυσικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ) σε: 1 pH, EC 55 μS/cm, TDS 183 mg/l, Mg 37.4 mg/l, Na 12.8 mg/l, Cl 96.1 mg/l και $NO_3$ 16.2 mg/l (Σχ.14.10).




*Σχ.14.10: .Ποστμότης του νερού της πηγής S3 κατά Schoeller.*
*Fig.14.10: Drinkable of spring S3 water according to Schoeller*

## 14.4. ΠΗΓΗ S4 (Τραξοριό)ΤΗΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΕ ΑΓΙΑ ΣΟΦΙΑΣ

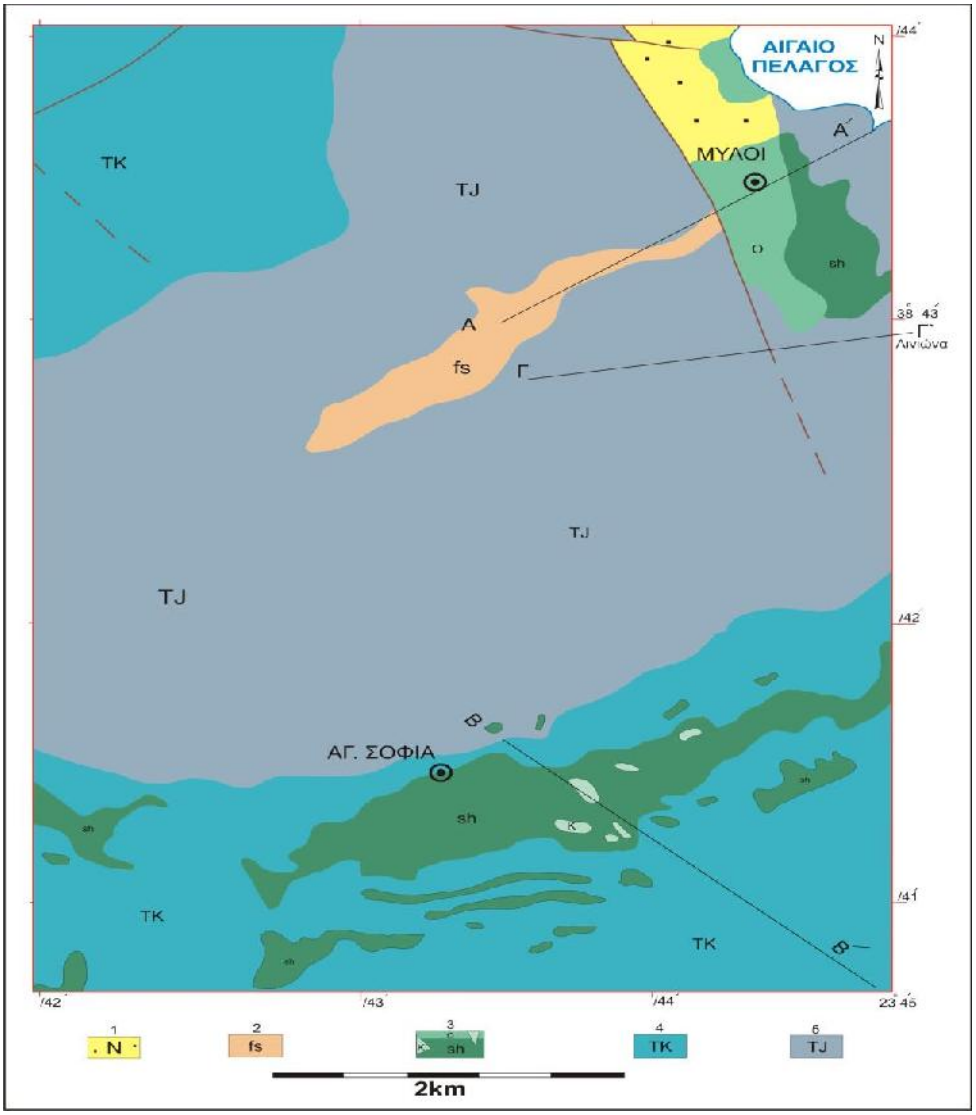
### *14.4.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Geological background)*

Η περιοχή της Αγ. Σοφίας – Μύλων είναι λοφώδη, με έντονη μορφολογία, βρίσκεται στη βορειοανατολική πλαγιά της οροσειράς Δίρφυος, με υψηλότερες κορυφές Πέτρες (1030μ), Ρούθουνας (882μ), Τούφα (544μ) Κοτρώνας (621μ) και Καλογερικό (1003) όπου αποστραγγίζεται με πυκνό σύστημα χείμαρρων διοχετεύουν βορειοδυτικά, προς το Αιγαίο Πέλαγος (Γεωλογικός χάρτης της κεντρικής Εύβοιας, χάρτης Γεωλογικών σχηματισμών περιοχής έρευνας, Σχ.14.11 και 14.12).
Η στρωματογραφική στήλη της περιοχής Αγ. Σοφίας συνίσταται από κάτω προς πάνω από:
1) Ασβεστόλιθους **TJ**, λέπτο – μεσοστρωματώδεις, με παρεμβολές δολομιτικών ασβεστόλιθων, ασθενούς καρστικοποιήσεων, με οσμή κατά την θραύση.
2) Ασβεστόλιθους, **τκ**, μέσο – παχυστρωματώδεις, καρστιοί κατά θέσεις δολομιτικοί.
3) Σχιστοκεατολιθική διάπλαση, με οφιολιθικό κάλυμμα **o** από σερπεντίνες, περιδοτίτες, κερατόλιους, αργιλικούς σχιστόλιθους **sh** μάζα, με μεγάλες ασβεστολιθικές **κ**, ενστρώσεις.
4) Φλύσχης, **fs** αδιαπέρτος, εναλλαγές σχιστών αργίλων και ψαμμιτών με ενστρώσεις ασβεστόλιθων.
5) Νεογενείς **N**, εναλλαγές θαλασσίων και λιμναίων αποθέσεων κυρίως από συνδετικά στρώματα κροκαλοπαγές, με κροκάλες (μέχρι 40 εκατ.) και συνδετικό

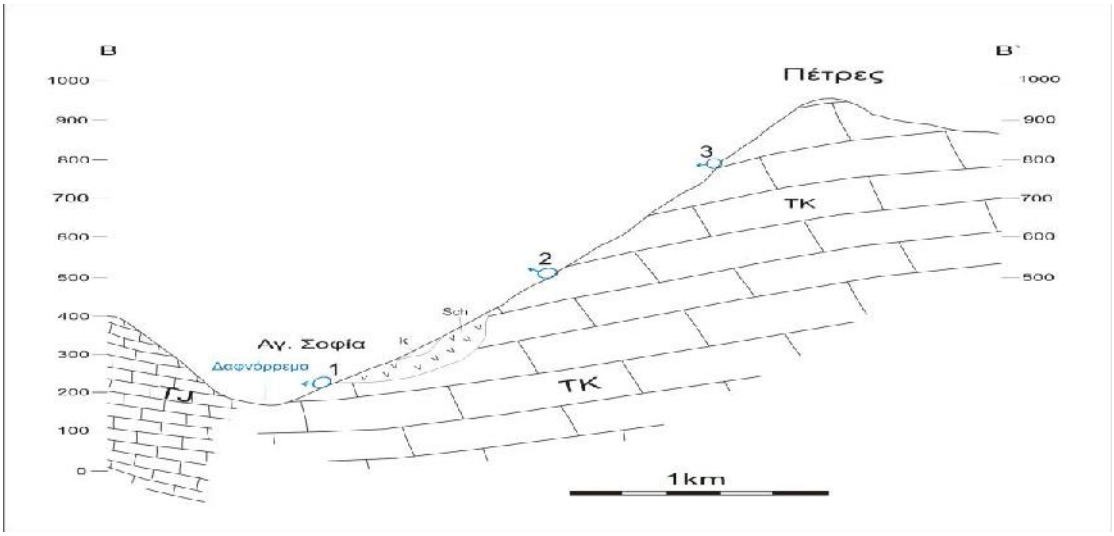
υλικό αργιλλομαργαϊκό, καθώς και ενστρώσεις μαργών, μαργαϊκών ασβεστόλιθων και ψαμμιτών.

### *14.4.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Hydrogeological background)*

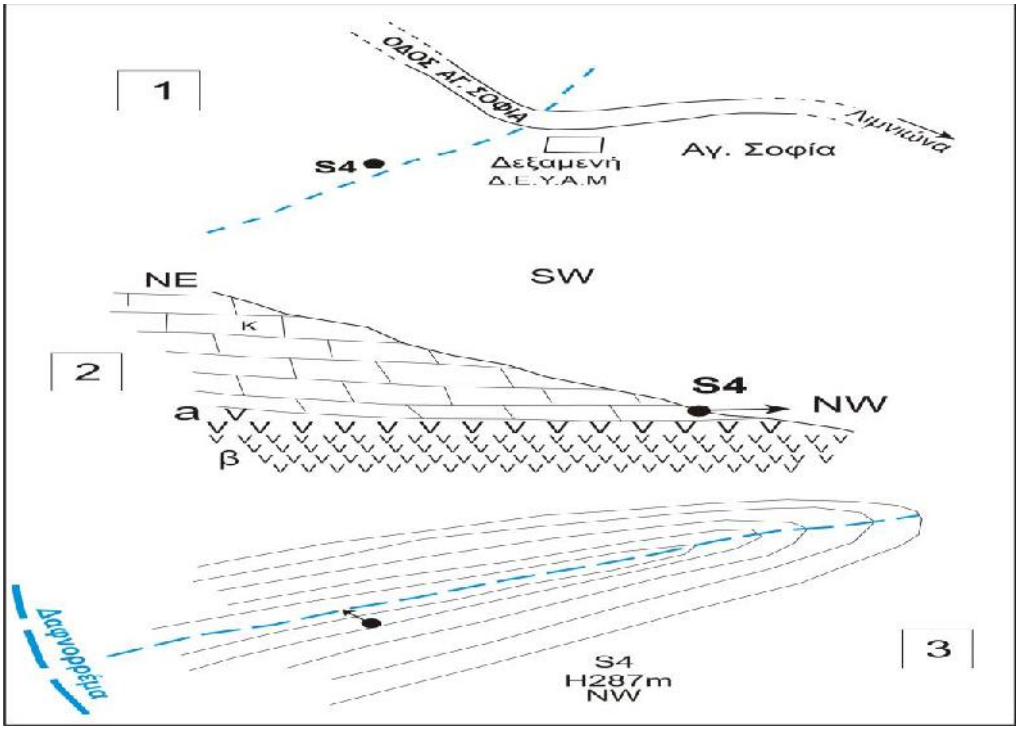
Ο υδροφόρος σχηματίζεται στην καρστική μάζα των δολομιτικών – ασβεστολιθικών σχηματισμών, ΤΚ (Σχ.14.13). Το ορατό πάχος του υδροφόρου στο σημείο εκροής στον ασβεστολιθικό τμήμα είναι περίπου 10m. Η πηγή είναι τύπου φραγμού εκδηλώνεται όταν το υδροφόρο στρώματος Κ, διακόπτεται από την παρουσία στεγανή μάζα της σχιστοκερατολιθικής διαπλασης sh.
Η κατεύθυνση ροής της πηγής είναι ΒΔ κάθετη στη διεύθυνση του ρέματος πρώτης τάξης (Πίνακας απογραφής των πηγών και χάρτης κατανομή των πηγών).




*Σχ.14.11: Γεωλογικός χάρτης της περιοχής Αγ. Σοφίας - Μύλων - Fig.14.11: Geological map of Ag. Sofia – Mylon area*
*(Από Γεωλογικός χάρτης Φύλλο Ψαχνών – Πηλίο, ΙΓΜΕ, Γ. Κατσικάτσος και άλλοι)*

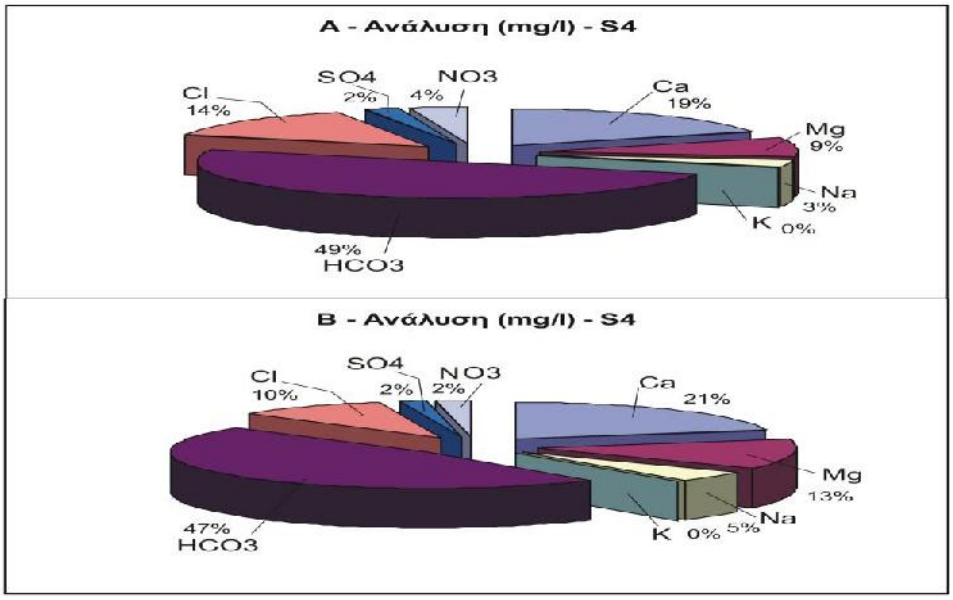



*Σχ.14.12: Γεωλογική τομή (Β-Β`) ΒΔ-ΝΑ στην περιοχή Αγ. Σοφίας. 1 ,2 ,3 η ανάβλυση πηγών φραγμού..*
*Fig.14.12: Cross section (B-B`) NW-SE of Ag. Sofia area. 1, 2, 3 Stauquellen springs.*




*Σχ.14.13: 1, Χάρτης εντοπισμός της πηγής **S4** στο χωριό Αγ. Σοφία. 2, Σκαριφηματική τομή ΒΑ – ΝΔ δείχνει μηχανισμός λειτουργίας, και η κατεύθυνση εκροή ΒΔ 3, Η εκροή του νερού της πηγής σε υψόμετρο 287μ, στο ρέμα πρώτης τάξης.*
*Fig.14.13: Ag Sofia area. 1, Location map of spring **S4** at.. 2,Schematic section NE-SW showing mechanism running the spring. The outlet direction NW. D 3,The outlet altitude 287m discharges to 1class stream.*

### *14.4.3. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ (Hydrochemistry)*



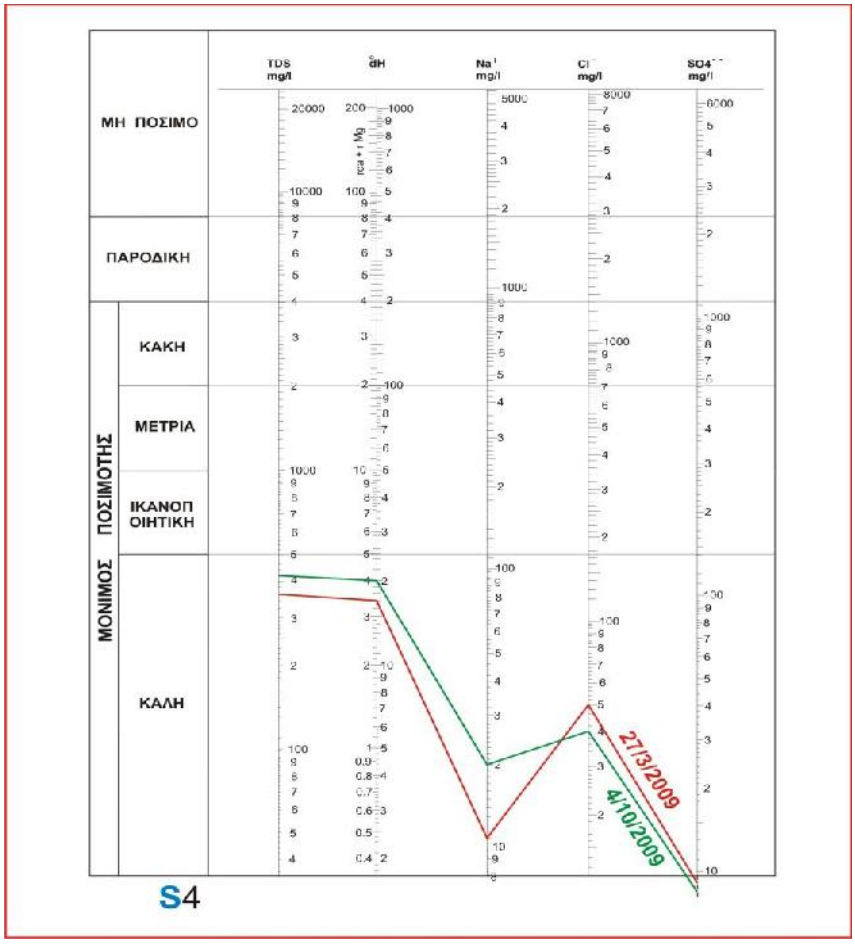

*Σχ.14.14: Πηγή **S4**. Κυκλικά διαγράμματα παρουσιάζουν κύρια ιόντα, αποτελέσματα των Α ,Β αναλύσεων.*
*Fig.14.14: Spring **S4**. Circular diagrams for major ions show results of A and B analyses*

*Πίν.14.4: Ποσιμότης νερού της πηγής **S4** σε σύγκριση με στα σταθερότυπα των WHO, EU και φυσικού μεταλλικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ). Α, αρνητικό. Ø, Χωρίς ένδειξη.*
*Tab.14.4: Potable of Spring **S4** comparing with mineral water (ΖΑΓΟΡΙ) and the international Standards WHO, EU. A, Negative. Ø, No indications.*

| Παράμετροι mg/l | Πηγή **S4** | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό **MAI/2009** mg/l |
|---|---|---|---|---|---|
| | Οφιολικός υδροφόρος | | WHO **1993** mg/l | EU **1998** mg/l | |
| | Συλλογή **27-3-2009** | Συλλογή **4-10-2009** | | | |
| **pH** | **7.7** | **8.0** | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | 380 | **476** | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | **361** | **421** | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | **310** | **360** | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 68 | **89** | | | 85.3 |
| **Mg** | **31** | **56** | | | 5.6 |
| **Na** | **11** | **20** | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0.3 | 0.2 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0.0 | 0.01 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 180 | 200 | | | 233 |
| **Cl** | **50** | **40** | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 8 | 7 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | **12** | **9** | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.03 | 0.03 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | A | A | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | **8** | **11** | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | A | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | **8** | **13** | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | **1** | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | 3.0 | καθόλου | |

Παρατηρείται μικρή μεταβολή στο χημισμό κατά την διάρκεια των δυο περιόδων μετρήσεων (Πίν.13.4 και Σχ.14.14). Παρουσιάζεται άνοδος στην ηλεκτρική αγωγιμότητα EC κατά 96 μS/cm και το TDS κατά 61 mg/l μεταξύ της υγρής και της ξηρής περιόδου (Αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων νερού των πηγών).
Η μέση θερμοκρασία αέρα στις δυο περιόδους 20.5 ºC. Η θερμοκρασία νερού ανεβαίνει 1ºC το καλοκαίρι. Η τιμή ρΗ ανεβαίνει από 7.7 σε 8.0, επίσης το δυναμικό οξειδοαναγωγής από -41 σε -48 mvolt δίνοντας αλκαλικό χαρακτήρα στο νερό της

πηγής. Οι τιμές της αλατότητας (Salinity) είναι μικρότερες της μονάδας (0.22 και 0.26) αποκλείει τις πιθανότητες ανάμιξη με την θάλασσα.
Τα κατιόντα στη πρώτη περιόδου ανάλυσης αποτελούν 31% από το σύνολο ιόντων και τα ανιόντα 69%, όμως στη δεύτερη περίοδο τα κατιόντα αυξάνουν σε 39% και τα ανιόντα μειώνονται σε 61%.
Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca ανεβαίνει από 19% σε 21% (21.0 mg/l), του μαγνήσιο Mg σημειώνει αύξηση από 9% σε 13% (25.0 mg/l), του Νατρίου ανεβαίνει από 3% σε 5% (κατά 9.0 mg/l), του καλίου K είναι λιγότερο της μονάς % (και σταθερή συγκέντρωση 0.3 - 0.2 mg/l), η δισανθρακική ρίζα $HCO_3$ έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση 49% πέφτει σε 47% (κατά 20 mg/l), επίσης η συγκέντρωση του χλωρίου Cl πέφτει από 14% σε 10% (κατά 10 mg/l), των θειϊκών $SO_4$ σε συγκεντρώσεις 2% στις δυο μετρήσεις (πέφτει 1.0 mg/l στη B μέτρηση) και στα νιτρικά $NO_3$ η συγκέντρωση πέφτει από 4% σε 2% (κατά 3.0 mg/l).
Από πλευράς συνόλου διαλυμένων στερεών, (TDS 361mg/l - 421 mg/l) το νερό χαρακτηρίζεται ως γλυκό (ταξινόμηση ανά mg/l).
Από πλευράς ολικής σκληρότητας $CaCO_3$ το νερό (310 – 360 mg/l) της πηγής S4 είναι πολύ σκληρό (Hem).
Οι συγκεντρώσεις των δεικτών $NH_4$ και $NO_2$ (0.0 και 0.01 mg/l) παίρνουν μικρότερες τιμές οπότε το νερό είναι απαλλαγμένο από ρύπανση.
Ιχνοστοιχεία: Το χρώμιο Cr (ολικό) ανιχνεύτηκε δυο φορές σε μικρές συγκεντρώσεις 8ppb και 11ppb. Ο σίδηρος $Fe_2$ επίσης δυο φορές ανιχνεύτηκε μικρές συγκεντρώσεις 8 ppb και 13ppb. Το μαγγάνιο Mn είχε ανιχνευθεί σε 1 ppb στη πρώτη ανάλυση μόνο.
Η μόνιμος ποσιμότης του νερού πηγής S4 είναι καλή κατά Schoeller και βρίσκεται εντός των ορίων που θέτουν τα διεθνής στάνταρντ (WHO & EU) ποιότητας. Οι συγκεντρώσεις του νερού πηγής υπερβαίνουν τις συγκεντρώσεις του φυσικού νερού ΖΑΓΟΡΙ στις αντίστοιχες παραμέτρους: 0.6 pH, EC 61 μS/cm, TDS 161 – 221 mg/l, Ca 3.3 mg/l, Mg 25.4 – 50.5 mg/l, Na 8.8 – 17.8 mg/l, Cl 46.1 – 36.1 mg/l, $NO_3$ 10.2 – 7.2 mg/l και σκληρότητα $CaCO_3$ 127 mg/l (Σχ.14.15).

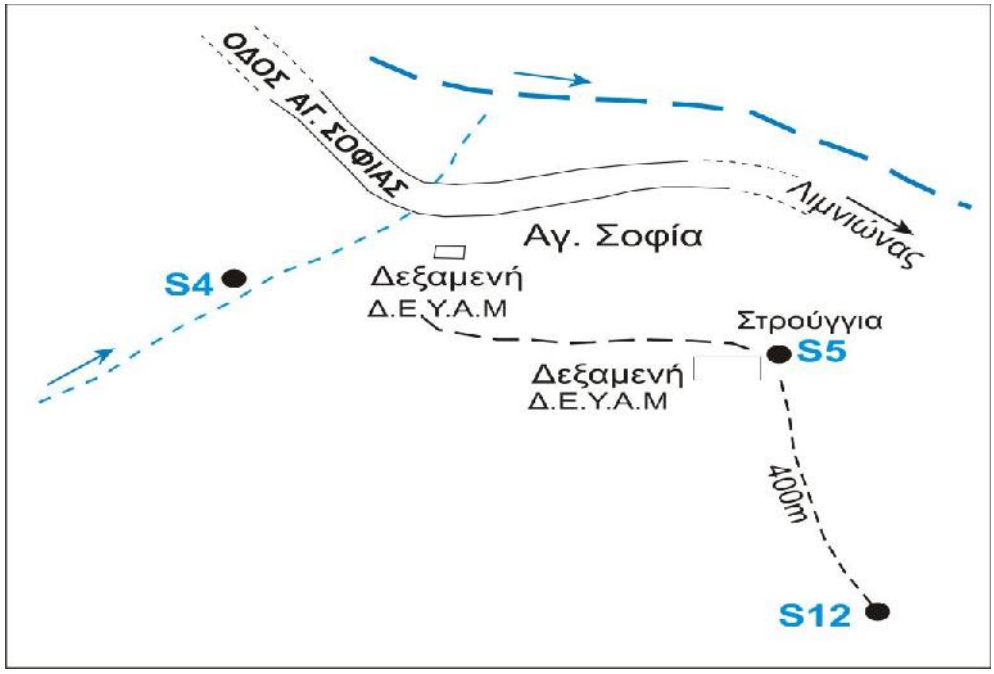



*Σχ.14.15: .Ποστμότης του νερού της πηγής S4 κατά Schoeller.*
*Fig.14.15: Drinkable of spring S4 water according to Schoeller*

## 14.5. ΠΗΓΗ S5 (Στρούγγια) ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΓΙΑ ΣΟΦΙΑΣ

### *14.5.1. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Geological background)*

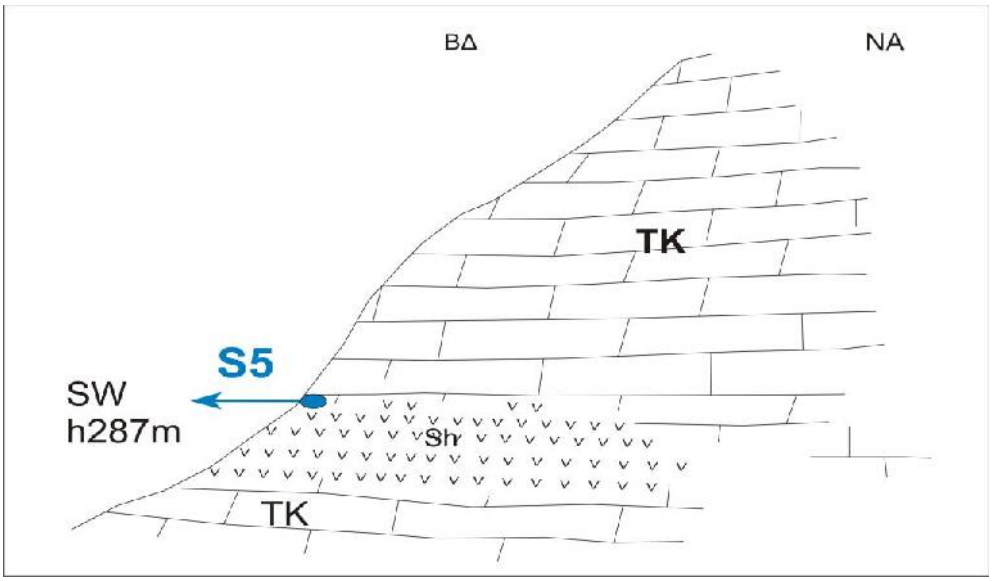
Ακριβώς όπως περιγράφεται στη γεωλογία της πηγής S4, η περιοχή καλύπτεται από καρστικούς δολομιτικούς – ασβεστολιθικούς ΤΚ και μικρές ενστρώσεις από την αδιαπέρατη σχιστοκερατολιθική διάπλαση sh μέσα στην μάζα των ασβεστόλιθων ΤΚ (Γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής έρευνας, και Σχ.14.16).




*Σχ.14.16: Χάρτης εντοπισμός των πηγών **S5** και **S12** στη περιοχή Αγ. Σοφίας – Μεσσαπίων.*
*Fig.14.16: Ag Sofia - Mesapia area. Location map of Springs **S5** and **S12***

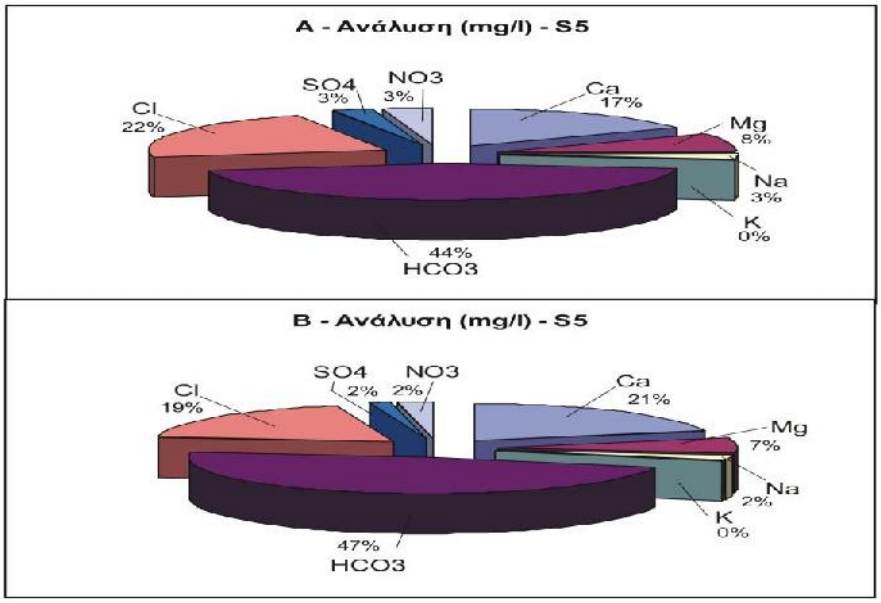
### *14.5.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Hydrogeological background)*

Ο υδροφόρος σχηματίζεται στους αρστικούς, δολομιτικούς - ασβεστολιθους ΤΚ, και η πηγή S5 εκδηλώνεται με μορφή φραγμού στην επαφή των ασβεστόλιθων με τις αδιαπέρατες ενστρώσεις της σχιστοκερατολιθικό της διάπλασης sh στη ασβεστολιθική μάζα ΤΚ (Σχ.14.17).
Η εκροή σημειώνεται σε ύψος 287m με κατεύθυνση ΝΔ (Πίνακας απογραφής των πηγών).




*Σχ.14.17: Σκαριφηματική τομή ΒΔ – ΝΑ και μηχανισμός λειτουργία πηγής Στρούγγια **S5,** υψόμετρο 287μ, διεύθυνση εκροής ΝΔ στη περιοχή της Αγ. Σοφίας. ΤΚ, καρστικό ασβεστολιθικό. k, Sh, αδιαπέρατο σχιστοκερατολιθικό της διάπλασης.*
*Fig.14.17: Agia Sofia area. Schematic section (NW-SE) showing the mechanism running spring Stroogia **S5**, height 287m. spring outlet flow direction SW. TK, karstic limestone. Sh, impermeable schist – chert base layer.*

### *14.5.3. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ (Hdrochemistry)*




*Σχ.14.14: Πηγή **S**5. Κυκλικά διαγράμματα παρουσιάζουν κύρια ιόντα, αποτελέσματα των πρώτων και δεύτερων αναλύσεων.*
*Fig.14.14: Spring **S**5. Circular diagrams for major ions showing results from A and B phase of analysis.*

*Πίν.14.5: Ποσιμότης νερού της πηγής **S**5 σε σύγκριση με τα σταθερότυπα των WHO, EU και φυσικού μεταλλικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ). Α, αρνητικό. Ø, Χωρίς ένδειξη.*
*Tab.14.5: Potable of Spring **S**5 comparing with mineral water (ΖΑΓΟΡΙ) and the international Standards WHO, EU. A, Negative. Ø, No indications.*

| Παράμετροι mg/l | Πηγή **S5** | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό MAI/2009 mg/l |
|---|---|---|---|---|---|
| | Καρστικός υδροφόρος | | WHO 1993 mg/l | EU 1998 mg/l | |
| | Συλλογή 27-3-2009 | Συλλογή 5-10-2009 | | | |
| **pH** | 7.7 | 7.9 | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | 410 | 430 | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | 401 | 423 | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | 310 | 330 | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 68 | 88 | | | 85,3 |
| **Mg** | 32 | 28 | | | 5.6 |
| **Na** | 11 | 10 | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0.3 | 0.2 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0.03 | 0.03 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 180 | 200 | | | 233 |
| **Cl** | 90 | 81 | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 13 | 7 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | 12 | 10 | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.03 | 0.02 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | A | A | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | **8** | **7** | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | A | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | **8** | **12** | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | **1** | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | 3.0 | καθόλου | |

Παρατηρείται μικρή μεταβολή στο χημισμό κατά την διάρκεια των δυο περιόδων μετρήσεων (Πίν.14.5 & Σχ.14.18). Παρουσιάζεται άνοδος στην ηλεκτρική αγωγιμότητα EC κατά 20 μS/cm και το TDS κατά 22 mg/l (Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων νερού των πηγών).
Η μέση θερμοκρασία αέρα στις δυο περιόδους 16.5 ºC. Η θερμοκρασία νερού ανεβαίνει 1.5 ºC το καλοκαίρι. Η τιμή pH ανεβαίνει από 7.7 σε 7.9, επίσης το

δυναμικό οξειδοαναγωγής από -41 σε -48 mvolt δίνοντας αλκαλικό χαρακτήρα στο νερό της πηγής. Οι τιμές της αλατότητας (Salinity) είναι μικρότερες της μονάδας (0.24 και 0.26) αποκλείει τις πιθανότητες ανάμιξη με θάλασσα

Τα κατιόντα στη πρώτη περιόδου ανάλυσης αποτελούν 28% από το σύνολο ιόντων και τα ανιόντα 72%, στη δεύτερη περίοδο τα κατιόντα αυξάνουν σε 30% και τα ανιόντα μειώνονται σε 70%.

Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca ανεβαίνει από 17% σε 21% (20.0 mg/l), του μαγνησίου Mg σημειώνει πτώση από % σε 7% (4.0 mg/l), του νατρίου Na πέφτει από 3% σε 2% (κατά 1.0 mg/l), του καλίου K είναι λιγότερο της μονάς % (και σταθερή συγκέντρωση 0.3 - 0.2 mg/l), της δισανθρακικής ρίζας $HCO_3$ σε μεγαλύτερη συγκέντρωση 44% ανεβαίνει σε 47% (20 mg/l), η συγκέντρωση του χλωρίου Cl πέφτει από 22% σε 19% (κατά 9 mg/l), των θειϊκών $SO_4$ σε συγκέντρωση 3% πέφτει σε 2 (κατά 9.0 mg/l) και στα νιτρικά $NO_3$ η συγκέντρωση πέφτει από 3% σε 2% (κατά 2.0 mg/l).

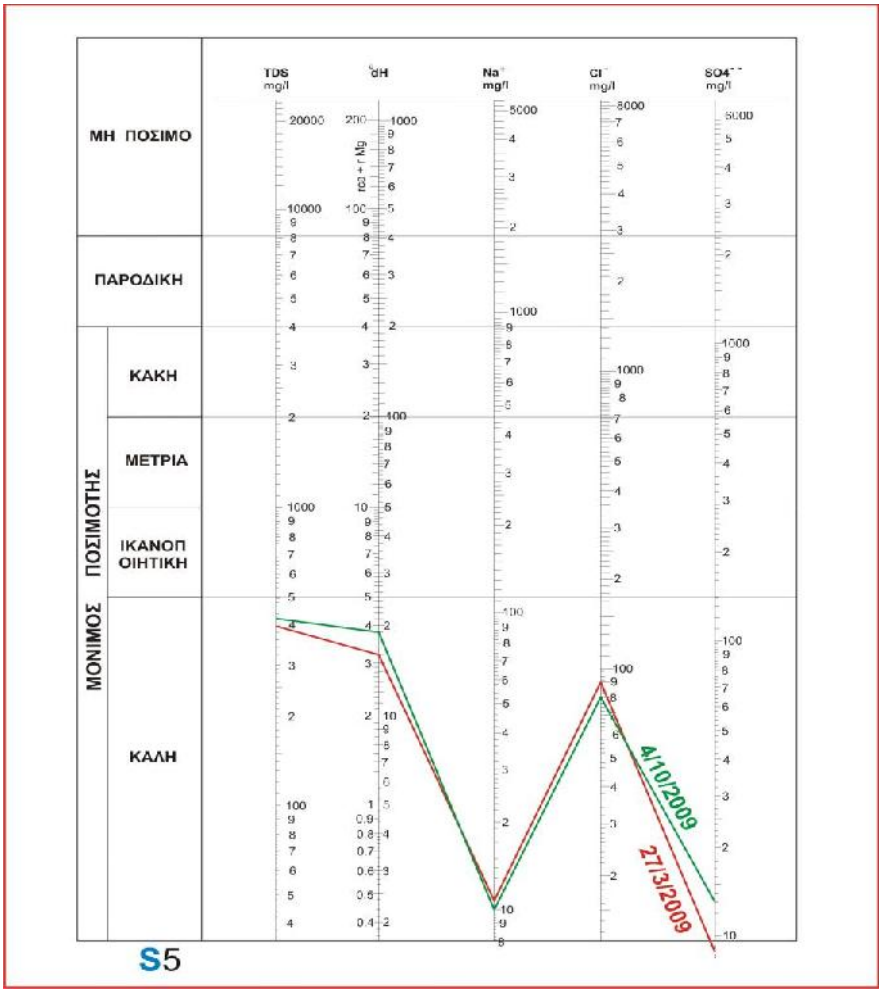
Από πλευράς συνόλου διαλυμένων στερεών (TDS 361 - 421 mg/l), το νερό χαρακτηρίζεται ως γλυκό ( ταξινόμηση ανά 1000 mg/l).

Από πέυράς ολικής σκληρότητας $CaCO_3$ (310 – 360) το νερό της πηγής S5 είναι πολύ σκληρό (Hem).

Οι συγκεντρώσεις των δεικτών μολύνσεων αμμωνίας και νιτρωδών $NH_4$ και $NO_2$ (0.03 και 0.03 mg/l) είναι ελάχιστοι και το νερό είναι απαλλαγμένο από μόλυνσης.

Ιχνοστοιχεία: Το χρώμιο Cr (ολικό) ανιχνεύτηκε δυο φορές σε μικρές συγκεντρώσεις 8 ppb και 12 ppb. Ο σίδηρος $Fe_2$ επίσης ανιχνεύτηκε στη πρώτη ανάλυση σε 8 ppb και το μαγγάνιο Mn σε 1 ppb.

Η μόνιμος ποσιμότης του νερού πηγής S5 είναι καλή κατά Schoeller και είναι μέσα στους όρους που θέτουν τα διεθνής στάνταρντ (WHO & EU) ποιότητας. Οι συγκεντρώσεις του νερού πηγής υπερβαίνουν τις συγκεντρώσεις των παραμέτρων του φυσικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ) σε: 0.5 pH, EC 15 μS/cm, TDS 201 – 223 mg/l, Ca 3.7 mg/l, Mg 22.4 – 26.4 mg/l, Na 8.8 – 7.8 mg/l, Cl 86.1 – 77.1 mg/l, $NO_3$ 10.2 – 8.2 mg/l και σκληρότητα $CaCO_3$ 77 – 97 mg/l (Σχ.14.19).




*Σχ.14.19: .Ποστμότης του νερού της πηγής S5 κατά Schoeller.*
*Fig.14.19: Drinkable of spring S5 water according to Schoeller*

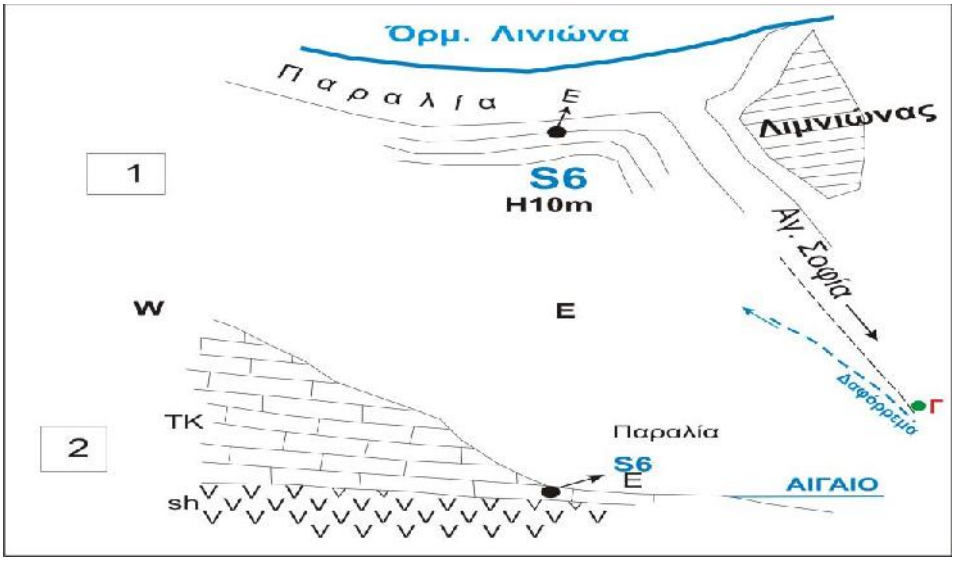
## 14.6. ΠΗΓΗ S6 (Spring S6) ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΛΙΜΝΙΩΝΑ

### *14.6.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΙΕΑ (Geological background)*

Η μορφολογία έντονα λοφώδης χωρίς καμία πεδιάδα, με υψηλότερες κορυφές Κοτρώνας (621μ.), Καπρισίτσα, Πέτρες (1030μ) και χείμαρροί της πρώτης και δεύτερης τάξης κλάδα, αποχετεύουν στο Αιγαίο.
Στην περιοχή επικρατούν οι καρστικοί παχυστρωματώδεις δολομίτες και ασβεστόλιοθοι ΤΚ, του κιμμερίδιου μαζί με φακοειδές ενστρώσεις σχηματισμών της διάπλασης sh, δημιουργούν την βόρεια πτέρυγα του αντικλίνου της κεντρικής Εύβοιας (Γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής έρευνας, Σχ.14.20).

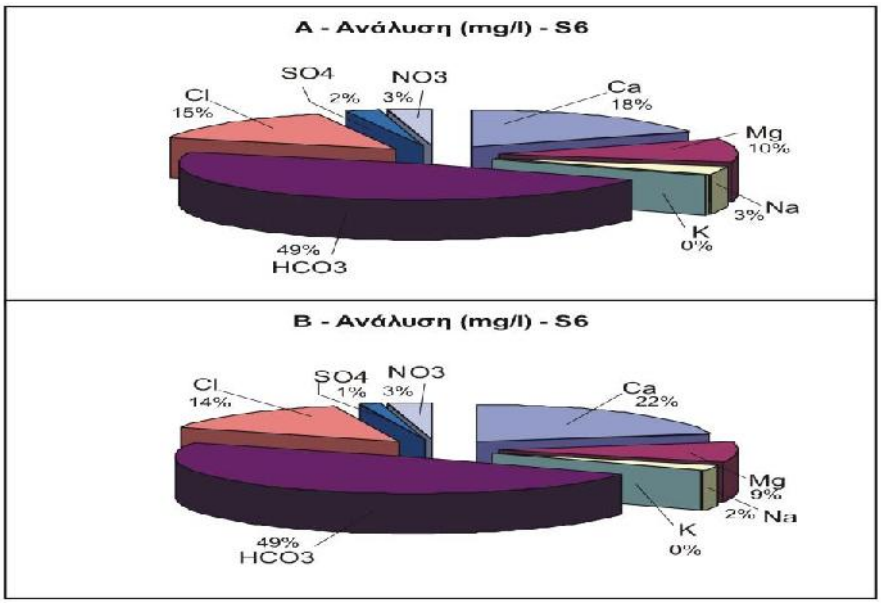
### *14.6.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Hydrogeological background)*

Η υδροφορία της περιοχής σχηματίζεται στο καρστικό ασβεστολιθικό στρώμα ΤΚ, και η πηγή εκδηλώνεται στην επαφή με το αδιαπέρατο (φραγμό) σχηματισμό της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης sh, του υδροφόρου (Σχ.14.20).
Η εκροή του νερού της πηγής εκδηλώνεται με κατεύθυνση ροής ανατολικά, σε υψόμετρο 10μ, προς το Ευβοϊκό (Πίνακας απογραφής των πηγών).




*Σχ.14.20.: 1, Χάρτης εντοπισμός της πηγής **S6** και Δημοτική Γεώτρηση **Γ** (ΔΕΥΑΜ) στην περιοχή της Λιμνιώνας. Κατεύθυνση εκροής Α.Υψόμετρο 10μ. εκβάλλει στο Αιγαίο. 2, Σκαριφηματική τομή της πηγής.*
*Fig.14.20: Limnionas area. 1, Location map of spring **S6** and Municipality borehole **Γ**.Spring outlet flow direction E discharging the sea 2, Schematic section showing the spring mechanism, height 10m.TK, karstic aquifer. Sh, impermeable schist – chert formation layer*

### *14.6.3. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ (Hdrochemistry)*




*Σχ.14.21: Πηγή **6**S. Κυκλικά διαγράμματα παρουσιάζουν κύρια ιόντα, αποτελέσματα των Α ,Β αναλύσεων.*
*Fig.14.21: Spring **S**6. Circular diagrams for major ions showing results from A and B analyses.*

*Πίν.14.21: Ποσιμότης νερού της πηγής **S**6 μέσα στα σταθερότυπα των WHO, EU και φυσικού μεταλλικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ). . Α, αρνητικό. Ø, Χωρίς ένδειξη.*
*Tab.14.21: Potable of Spring **S**6 comparing with mineral water (ΖΑΓΟΡΙ) and the international Standards WHO, EU. A, Negative. Ø, No indications.*

| Παράμετροι mg/l | Πηγή **S6** | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό **ΜΑΙ/2009** mg/l |
|---|---|---|---|---|---|
| | Καρστικός υδροφόρος | | WHO **1993** mg/l | EU **1998** mg/l | |
| | Συλλογή **27-3-2009** | Συλλογή **4-10-2009** | | | |
| **pH** | 8.0 | 7.8 | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | 410 | 420 | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | 375 | 413 | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | 330 | 350 | καθόλου | καθόλου | 233 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Ca** | 69 | 90 | | | 85.3 |
| **Mg** | 38 | 35 | | | 5.6 |
| **Na** | 13 | 10 | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0.3 | 0.1 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0.0 | 0.0 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 180 | 200 | | | 233 |
| **Cl** | 55 | 59 | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 8 | 6 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | 12 | 13 | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.03 | 0.02 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | A | A | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | A | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | A | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | **8** | A | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | A | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | 3.0 | καθόλου | |

Παρατηρείται μικρή μεταβολή στο χημισμό κατά την διάρκεια των δυο περιόδων μετρήσεων (Πίν.14.6 και Σχ.14.21). Παρουσιάζεται άνοδος στην ηλεκτρική αγωγιμότητα EC κατά 10 μS/cm και το TDS κατά 38 mg/l. (Πίνακας αποτελέσματα χημικών αναλύσεων νερού των πηγών).

Η μέση θερμοκρασία αέρα στις δυο περιόδους 16.0 ºC. Η θερμοκρασία νερού ανεβαίνει 1.0 ºC το καλοκαίρι. Η τιμή pH πέφτει από 8.0 σε 7.8 το δυναμικό οξειδοαναγωγής Eh από -48 σε -42 mvolt είναι και παραμένει αλκαλικό στο νερό της πηγής. Οι τιμές της αλατότητας (Salinity) είναι μικρότερες της μονάδας (0.24 και 0.26) επομένως αποκλείεται η ανάμιξη του νερού της πηγής με θάλασσα.

Τα κατιόντα στη πρώτη περιόδο ανάλυσης αποτελούν 31% από το σύνολο ιόντων και τα ανιόντα αποτελούν 69%, στη δεύτερη περίοδο τα κατιόντα αυξάνουν σε 33% και τα ανιόντα μειώνονται σε 67%.

Η συγκέντρωση ασβεστίου Ca ανεβαίνει από 18% σε 22% (11.0 mg/l), του μαγνησίου Mg σημειώνει πτώση από 10% σε 9% (3.0 mg/l), του νατρίου Na πέφτει από 3% σε 2% (κατά 3.0 mg/l), του καλίου K είναι λιγότερο της μονάς % ( σταθερή συγκέντρωση 0.3 - 0.1 mg/l), η δισανθρακική ρίζα $HCO_3$ έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση 49% στις δυο μετρήσεις (180.0 – 200.0 mg/l), η συγκέντρωση του χλώριου Cl πέφτει από 15% σε 14% (4.0 mg/l), τα θειϊκά $SO_4$ σε συγκέντρωση 2% πέφτει σε %1 (2.0 mg/l) και στα νιτρικά $NO_3$ η συγκέντρωση είναι 3% στις δυο μετρήσεις (ανεβαίνει κατά 1.0 mg/l).

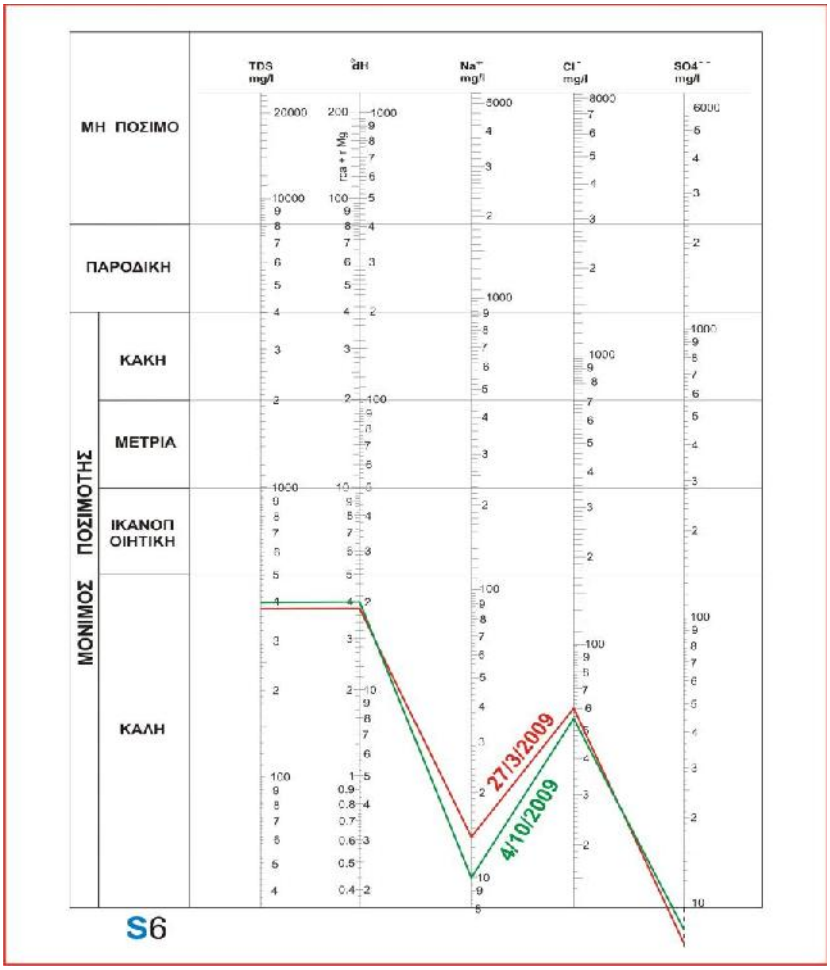
Από πλευράς συνόλου διαλυμένων στερεών (TDS 375 - 413 mg/l), το νερό χαρακτηρίζεται ως γλυκό (ταξινόμηση ανά 1000 mg/l).

Από πλεύρας ολικής σκληρότητας $CaCO_3$ (330 – 350 mg/l) το νερό της πηγής S6 είναι πολύ σκληρό (Hem).

Οι συγκεντρώσεις των δεικτών μολύνσεων αμμωνίας και νιτρωδών $NH_4$ και $NO_2$ (0.02 και 0.03 mg/l) είναι ελάχιστοι και το νερό είναι απαλλαγμένο από ρύπανση.

Ιχνοστοιχεία: Ο σίδηρος $Fe_2$ ανιχνεύτηκε σε συγκέντρωση 8 ppb στη πρώτη ανάλυση.

Η μόνιμος ποσιμότης του νερού πηγής S6 είναι καλή κατά Schoeller και βρίσκεται μέσα τα πλαίσια όρων που θέτουν τα διεθνής στάνταρντ (WHO & EU) ποιότητας. Οι συγκεντρώσεις του νερού πηγής υπερβαίνουν τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις του φυσικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ) σε παραμέτρους : 0.6pH, EC 5 μS/cm, TDS 175 – 213 mg/l, Ca 3.7 mg/l, Mg 33.0 – 29.4 mg/l, Na 10.8 – 7.8 mg/l, Cl 55.1 – 53.1 mg/l, $NO_3$ 10.2 – 11.2 mg/l και σκληρότητα $CaCO_3$ 97 – 117 mg/l (14.22).




*Σχ.14.22: .Ποστμότης του νερού της πηγής S6 κατά Schoeller.*
*Fig.14.22: Drinkable of spring S6 water according to Schoeller*

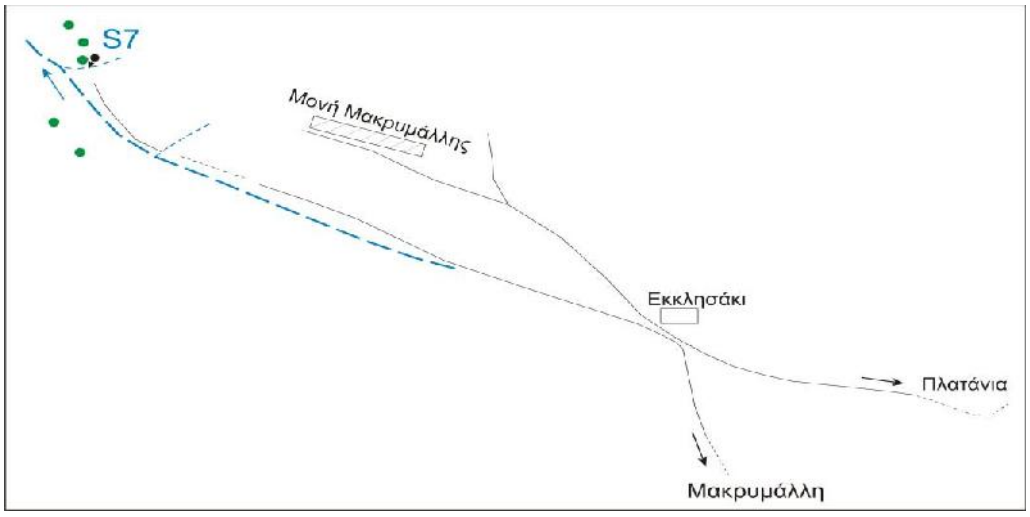
## 14.7. ΠΗΓΗ S7 (Μακρυμάλλη) ΤΗΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΜΟΝΗ ΜΑΚΡΥΜΑΛΛΗΣ

### *14.7.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Geological background)*

Η μορφολογία είναι πολύ έντονα λοφώδης με κορυφές όπως Ροκάδες και Καστρί, και διαθέτει πυκνό υδρογραφικό δίκτυο με κύριο χείμαρρο Μαντάνια οποίος είναι κλάδους του Μεσσάπιου ποταμό.
Οι οφιόλιθοι **o** της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης και οι ασβεστόλιθοι **ks**, της κενομάνιας επίλυσης είναι οι επικρατέστατοι σχηματισμός στη γύρω περιοχή.
Οι ασβεστόλιθοι είναι περισσότερα μαργαϊκοί, καρστικοί με κροκαλοπαγές στην βάσης της επίκλυσης (Χάρτης: Γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής έρευνας, Σχ.14.23).

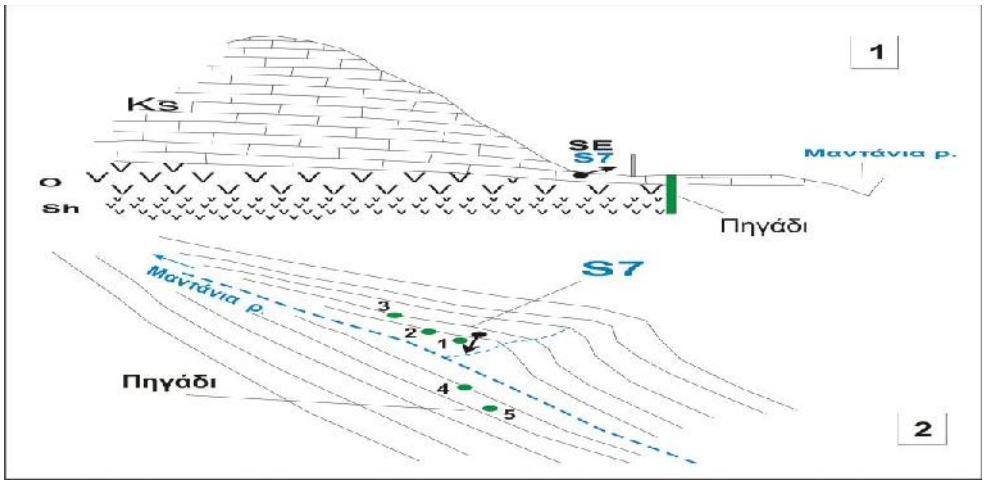
### *14.7.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Hydrogeological background)*

Η υδροφορία αναπτύσσεται στο καρστικό ασβεστολιθικό στρώμα της επίκλυσης ks. Είναι υδροφόρος ορίζοντας περιορισμένης έκτασης, και πάχος δεν υπερβαίνει τα 40 – 50μ. Η εκδήλωση της πηγής S7 σημειώνεται στην επαφή του καρστικού υδροφόρου στρώματος με το αδιαπέρτατο υποκείμενο τμήμα της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης (Πίνακας απογραφής των πηγών).

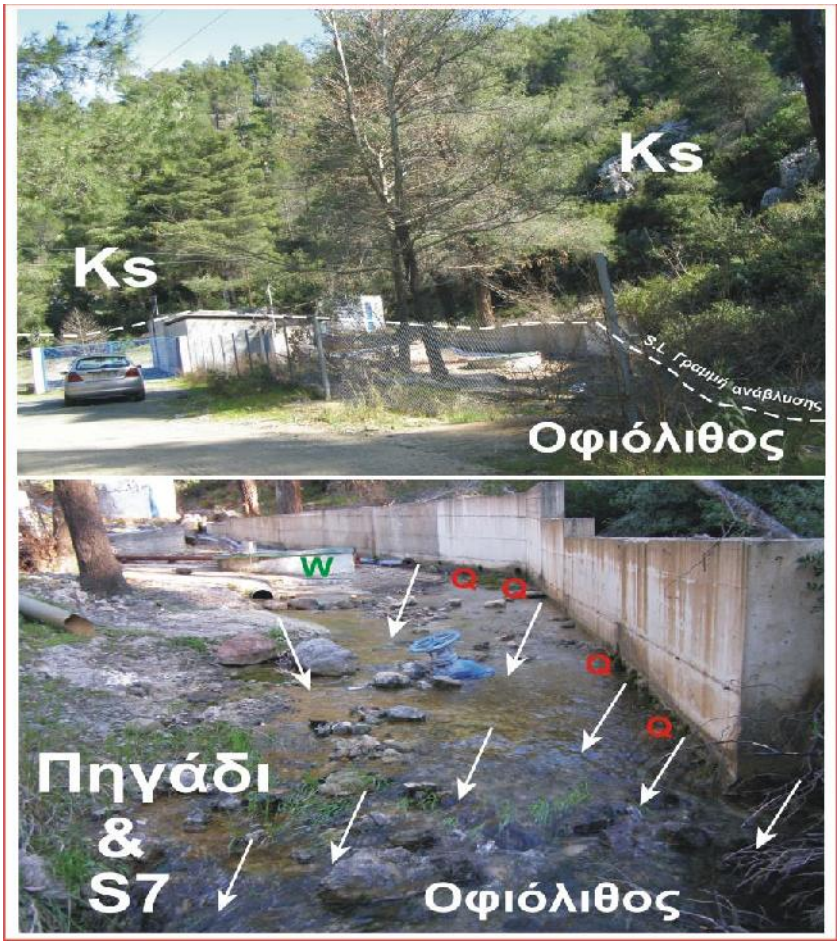



*Σχ.14.23: Χάρτης εντοπισμός της πηγής **S7, Πηγάδι** υδρομάστευσης στην περιοχή Μακρυμάλλη Μεσσαπίων και γεωτρήσεις περιοχής.*
*Fig.14.23: Makrimalli – Messapia area. Location map showing spring **S7,** abstraction **dug well** and boreholes in the surrounding*

Η κατεύθυνση εκροής της πηγής ΝΑ, προς ρέμα Μαντάνιας πρώτης τάξης, κλάδος του Ποταμού Μεσσαπίου. (14.24 και Φωτ.14.4).
Η παροχή της πηγής διακυμαίνεται και αλλάζει απότομα ανάλογα με την ένταση των βροχοπτώσεων και εμπλουτισμού εξαιτίας, της μεγάλης διαπερατότητα της μικρής αποθηκευτικότητας που παρουσιάζει το ασβεστολιθικό υδροφόρο στρώμα. Την ξηρή περίοδο και αμέσως μετά το τέλος των βροχών, σταματάει η εκροή της πηγής (14.24).

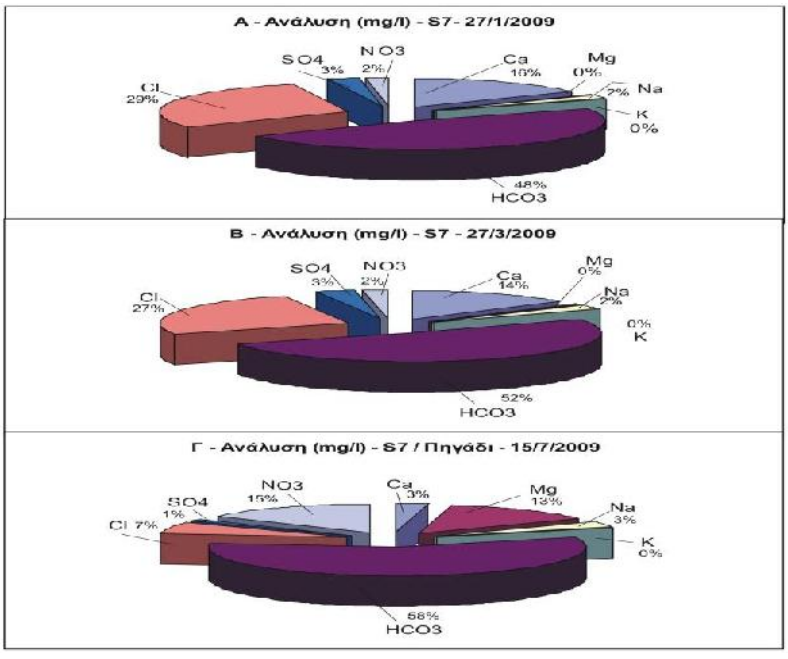



*Σχ.20.24: 1, Σκαριφηματική τομή της πηγής **S7** στην περιοχή της Μακρυμάλλης, διεύθυνση εκροή ΝΔ σε ρέμα πρώτης τάξης. Πηγάδι υδρομάστευση. 2, Πηγή **S**7, **πηγάδι** υδρομάστευσης (1) και πηγάδια στη περιοχή (2,3,4,5),.*
*Fig. 20.24: Makrimalli area. 1, Schematic section showing the spring **S7**, outlet direction SW discharging to stream 1st order. Abstraction **dig well**. 2, Spring **S**7, dig **well** (1) and **boreholes** (2,3,4,5) in the area.*




*Φωτ.14.4: Πηγή **S7** και **πηγάδι** υδρομάστευση **W.** Ks, καρστικός υδροφόρος. SL, γραμμή επαφής – ανάβλυσης. Αδιαπέρατο οφιόλιθος της βάσης. Q, σημεία ανάβλυση και διεύθυνση εκροής*
*Photo14.4: Spring **S7,** and abstraction dig well **W.** Ks, karstic aquifer. SL, Spring – line, Ophiolite impermeable underlying layer. Q, Spout halls and outlet flow direction.*

### *14.7.3. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ (Hydrochemistry)*



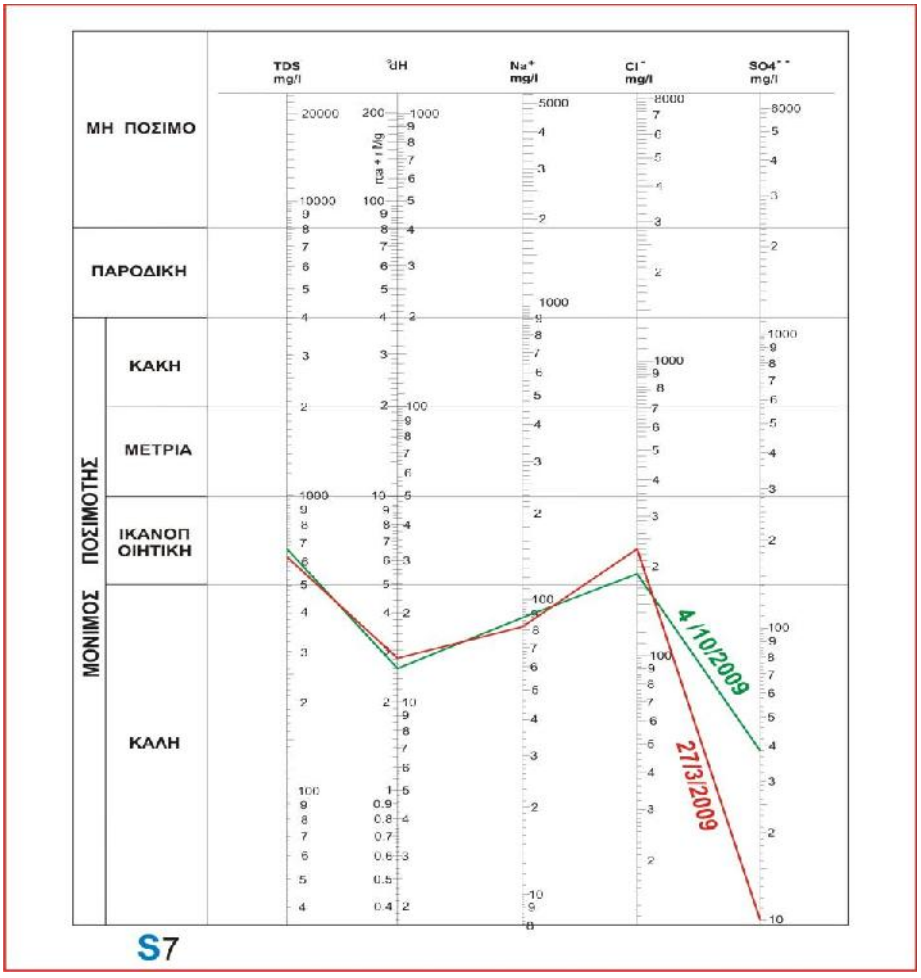
*Σχ.14.25: Πηγή **S7** και **Πηγάδι** υδρομάστευση. Κυκλικά διαγράμματα παρουσιάζουν κύρια ιόντα, αποτελέσματα αναλύσεων, Α (27-1-2009), Β (27-3-2009) και Γ (15-7-2009)*
*Fig.17.25: Spring **S7** and abstraction **well**. Circular diagrams for major ions showing results from A, B and Γ analyses.*

*Πίν.14.7: Ποσιμότης νερού της πηγής **S**7 και **Π**ηγαδιού υδρομάστευσης μέσα στα σταθερότυπα των WHO, EU και φυσικού μεταλλικού νερού ΖΑΓΟΡΙ. Α, αρνητικό. Ø, Χωρίς ένδειξη.*
*Tab.14.7: Potable of Spring **S**7 and abstraction **well** comparing with mineral water ΖΑΓΟΡΙ and the international Standards WHO, EU. A, Negative. Ø, No indications.*

| Παράμετροι Mg/l | Ποσιμότης νερού πηγής **S7** **Πηγάδι** υδρομάστευσης | | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό **ΜΑΙ/2009** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | WHO | EU | |
| | Συλλογή- Α **27/1/2009** | Συλλογή- Β **27/3/2009** | Συλλογή- Γ **15.7/2010** | **1993** | **1998** | |
| **pH** | 7.5 | 7.5 | 7.7 | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | 640 | 660 | 684 | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | 620 | 637 | 660 | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | 260 | 290 | 330 | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 98 | 86 | 66 | | | 85.3 |
| **Mg** | 1 | 2 | 38 | | | 5.6 |
| **Na** | 12 | 14 | 21 | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0 | 0.1 | 0.2 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0.0 | 0.01 | 0.03 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 300 | 320 | 330 | | | 233 |
| **Cl** | 180 | 155 | 128 | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 18 | 20 | 23 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | 11 | 16 | 26 | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | A | A | A | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | **12** | **14** | **18** | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | A | A | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | **2** | **10** | **12** | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | **1** | A | **3** | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | | 3.0 | καθόλου | |

Παρατηρείται μικρή μεταβολή στο χημισμό κατά την διάρκεια των δυο περιόδων μετρήσεων (Πίν.14.7 και Σχ.14.25). Παρουσιάζεται άνοδος στην ηλεκτρική αγωγιμότητα EC κατά 20 μS/cm και το TDS κατά 17 mg/l.
Η μέση θερμοκρασία αέρα στις δυο περιόδους 22.0 ºC. Η θερμοκρασία νερού πηγής είναι μεταξύ 15.0 ºC και 14.5 ºC. Η τιμή pH στις δυο μετρήσεις χειμώνα 7.5 , επίσης το δυναμικό οξειδοαναγωγής σταθερό σε -33 και -32 mvolt δίνοντας αλκαλικό χαρακτήρα στο νερό της πηγής. Οι τιμές της αλατότητας (Salinity) είναι μικρότερες της μονάδας (0.50 και 0.39) επομένως αποκλείουν τις πιθανότητες ανάμιξη νερό πηγής με το νερό της θάλασσας.
Τα κατιόντα στη πρώτη περίοδο ανάλυσης αποτελούν 18% από το σύνολο ιόντων και τα ανιόντα 82%, στη δεύτερη περίοδο τα κατιόντα μειώνονται σε 16% και τα ανιόντα ανεβαίνουν σε 84% (Πίνακας αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων νερού των πηγών).
Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca πέφτει από 16% σε 14% (12.0 mg/l) στην Β ανάλυση, τυο μαγνησίου Mg σε λιγότερο μονάδα % στις Α και Β ανάλυση (1.0 mg/l), του νατρίου Na σε σταθερή συγκέντρωση 2% (ανεβαίνει κατά 12.0 mg/l), του καλίου K είναι λιγότερα της μονάς % (και σταθερή συγκέντρωση 0.0 - 0.1 mg/l), της δισανθρακικής ρίζας $HCO_3$ σε μεγαλύτερη συγκέντρωση 48% ανεβαίνει σε 52% (10 mg/l), η συγκέντρωση του χλωρίου Cl στη Α ανάλυση πέφτει από 29% σε 27% στη Β ανάλυση (κατά 25 mg/l), των θειϊών $SO_4$ σε σταθερή συγκέντρωση 3% (ανεβαίνει κατά 2.0 mg/l) και η συγκέντρωση των νιτρικών $NO_3$ σταθερή σε 2% στις δυο αναλύσεις ( ανεβαίνει κατά 2.0 mg/l).
Από πλευράς συνόλυο διαλυμένων στερεών (TDS 620 - 637 mg/l), το νερό της πηγής χαρακτηρίζεται ως γλυκό (ταξινόμηση ανά 1000 mg/l).
Από πλευράς ολικής σκληρότητας $CaCO_3$ το νερό (310 - 360mg/l) της πηγής **S**7 είναι πολύ σκληρό (Hem).

Οι συγκεντρώσεις των δεικτών μολύνσεων αμμωνίας και νιτρωδών $NH_4$ και $NO_2$ (0.03 και 0.02 mg/l) είναι ελάχιστοι και το νερό είναι απαλλαγμένο από ρύπανση.
Ιχνοστοιχεία: Το χρώμιο Cr (ολικό) ανιχνεύτηκε τρεις φορές (Α, Β και Γ ανάλυση) σε μικρές συγκεντρώσεις 12 ppb και 14 ppb και 14 ppb. Ο σίδηρος $Fe_2$ επίσης ανιχνεύτηκε τρεις φορές της ανάλυσης σε 2 ppb, 10 ppb και 12 ppb, και το μαγγάνιο Mn σε 1 ppb και 3 ppb.
Η μόνιμος ποσιμότης του νερού πηγής S7 είναι ικανοποιητική κατά Schoeller όμως δεν απέχει από τους όρους που θέτουν τα διεθνής στάνταρντ (WHO & EU) της ποιότητας.
Οι συγκεντρώσεις του νερού πηγής S7 υπερβαίνουν τις συγκεντρώσεις των αντίστοιχων παραμέτρων του φυσικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ) σε: 0.1pH, EC 225 - 245μS/cm, TDS 420 – 437 mg/l, Ca 12.7 – 0.7 mg/l, Na 9.8 – 11.8 mg/l, ανθρακική ρίζα $HCO_3$ 77.0 – 87 mg/l, Cl 186.1 – 151.1 mg/l, $NO_3$ 8.2 – 14.2 mg/l και σκληρότητα $CaCO_3$ 27 – 57 mg/l (Πίν.7 και Σχ.14.26).



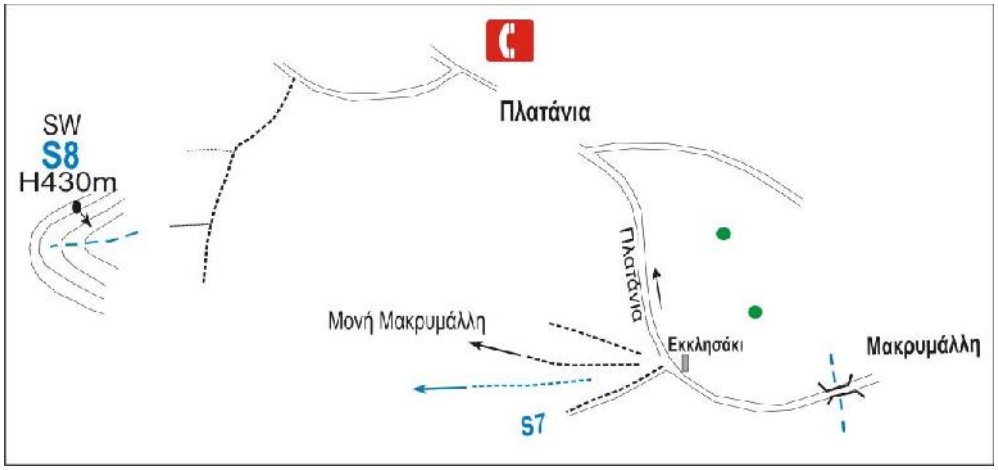

*Σχ.14.26: .Ποστμότης του νερού της πηγής S7 κατά Schoeller.*
*Fig.14.26: Drinkable of spring S7 water according to Schoeller*

## 14.8. ΠΗΓΗ S8 (Πλατάνα) ΤΗΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΆΤΤΑΛΗ - ΠΛΑΤΑΝΙΑ

### *14.8.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Geological background)*

Η περιοχή είναι έντονα λοφώδης, αποχετεύεται από τον χείμαρρο Άσκαλος - Δάφνη τρίτης τάξης και τα κλάδοι του, οποίος βρίσκεται στα πόδια των υψωμάτων Πρφ.Ηλίας (430μ.), Στρογγυλή (637μ) και Καμπιά (611μ.).

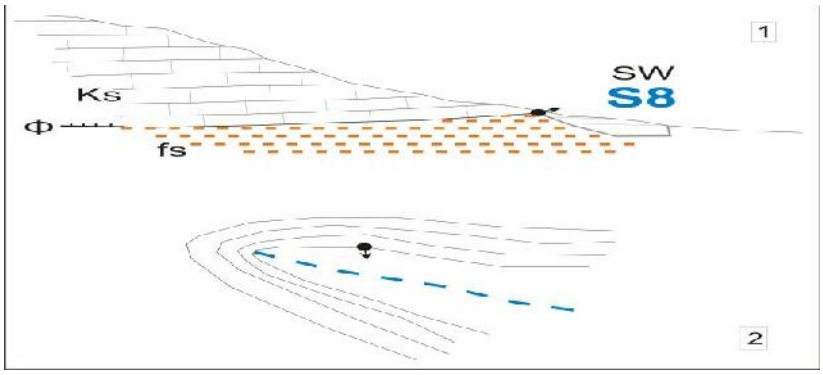
Χαρακτηριστικό της γεωλογίας της περιοχής Πλατάνιας είναι οι ασβεστόλιθοι της κενομάνιας επίκλυσης, ks και ο φλύσχης fs του Παλαιοκαίνου οποίος αποτελείται από ψαμμίτες λεπτο-μεσόκοκκοι σε τράπεζες 5-10 εκατ. εναλλάσσονται με αργιλικούς σχιστόλιθους και κλαστικούς ασβεστόλιθους. Η περιοχή υποστεί τεκτονισμός εφίππευσης με αποτέλεσμα ότι οι ασβεστόλιθοι της κενομάνιας επίκλυσης να βρίσκονται πάνω στο φλύσχη (Γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής έρευνας, Σχ.14.27).




*Σχ.14.27: χάρτης εντοπισμός της πηγής **S8** στην περιοχή Πλατάνια – Μεσσαπίων. Διεύθυνση εκροής ΝΔ το ρέμα πρώτης τάξης.*
*Fig.14.27: Platania – Messapia area. Location map of spring S8. Outlet flow direction SW discharge to stream 1st order. Height 5430m.*

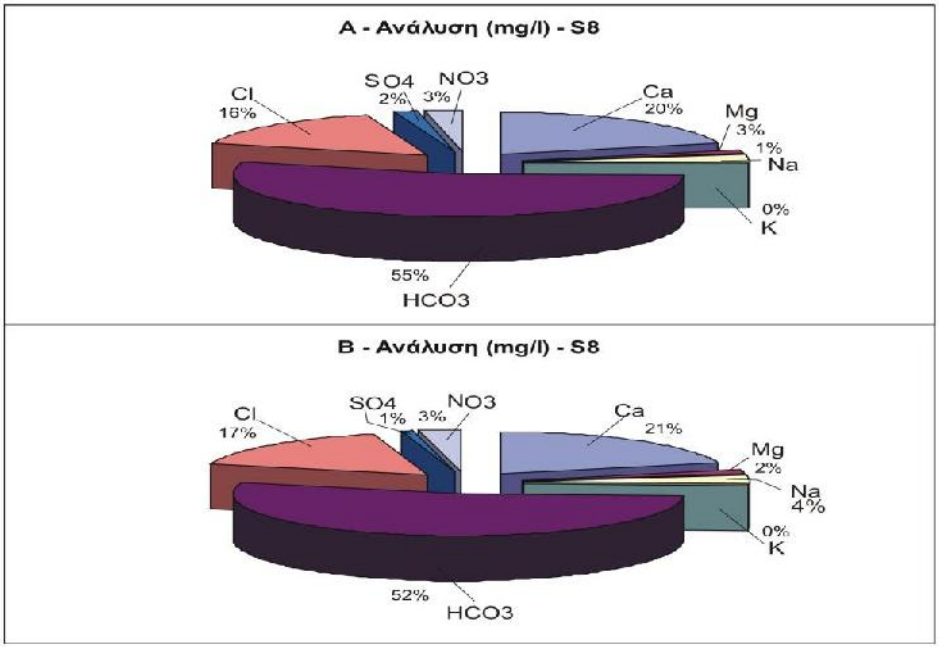
### *14.8.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Hdrogeological background)*

Η υδροφορία σχηματίζεται στο καρστικό ασβεστολιθικό, ks στρώμα της επίκλυσης, Είναι υδροφόρος ορίζοντας περιορισμένης διαστάσεις και πάχος περίπου15μ.
Το αδιαπέρατο στρώμα της βάσης υδροφόρου της πηγής σχηματίζει ο φλύσχης **fs** και αργιλικοί σχιστόλιθοι στη βάση του ασβεστόλιθοι (Φωτ.14.5).
Η εκροή της πηγής S8 σημειώνεται στην επαφή του καρστικού ασβεστολιθικού υδροφόρου στρώματος με το αδιαπέρατο στρώμα του φλύσχη. και με το αργιλικό σχιστόλιθο. Βέβαια αναμένεται μικρή μέχρι περιορισμένη παροχή νερού (14.28)
Η ανάβλυση εκδηλώνεται με κατεύθυνση ΝΔ, προς ρέμα πρώτης τάξης παρακλάδος του χειμάρρου της περιοχής.




*Σχ.14.28: 1, Σκαριφηματική τομή της πηγής **S8** και μηχανισμός λειτουργία στη περιοχή Πλατάνια. 2, κατεύθυνση ροή της πηγής ΝΔ στο ρέμα πρώτης τάξης. Ks, καρστικό ασβεστολιθικό υδροφόρο. fs φλύσχης της βάσης. φ, εφίππευση.*
*Fig.14.28: Platania – Messapia area. 1, Schematic section showing the spring **S8** mechanism running the spring. 2, Outlet flow direction SW discharging to stream –first class. Ks karstic aquifer. fs, underlying flysch layer. φ, upthrust*

### *14.8.3. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ (Hydrochemistry)*




*Σχ.14.29: Πηγή **S8**. Κυκλικά διαγράμματα παρουσιάζουν κύρια ιόντα, αποτελέσματα των Α ,Β αναλύσεων.*
*Fig.14.29: Spring **S8**. Circular diagrams for major ions showing results from A and B analyses.*

*Πίν.14.8: Ποσιμότης νερού της πηγής **S8** μέσα στα σταθερότυπα των WHO, EU και φυσικού μεταλλικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ). Α, αρνητικό. Ø, Χωρίς ένδειξη.*
*Tab.14.8: Potable of Spring **S8** comparing with mineral water (ΖΑΓΟΡΙ) and the international Standards WHO, EU. A, Negative. Ø, No indications*

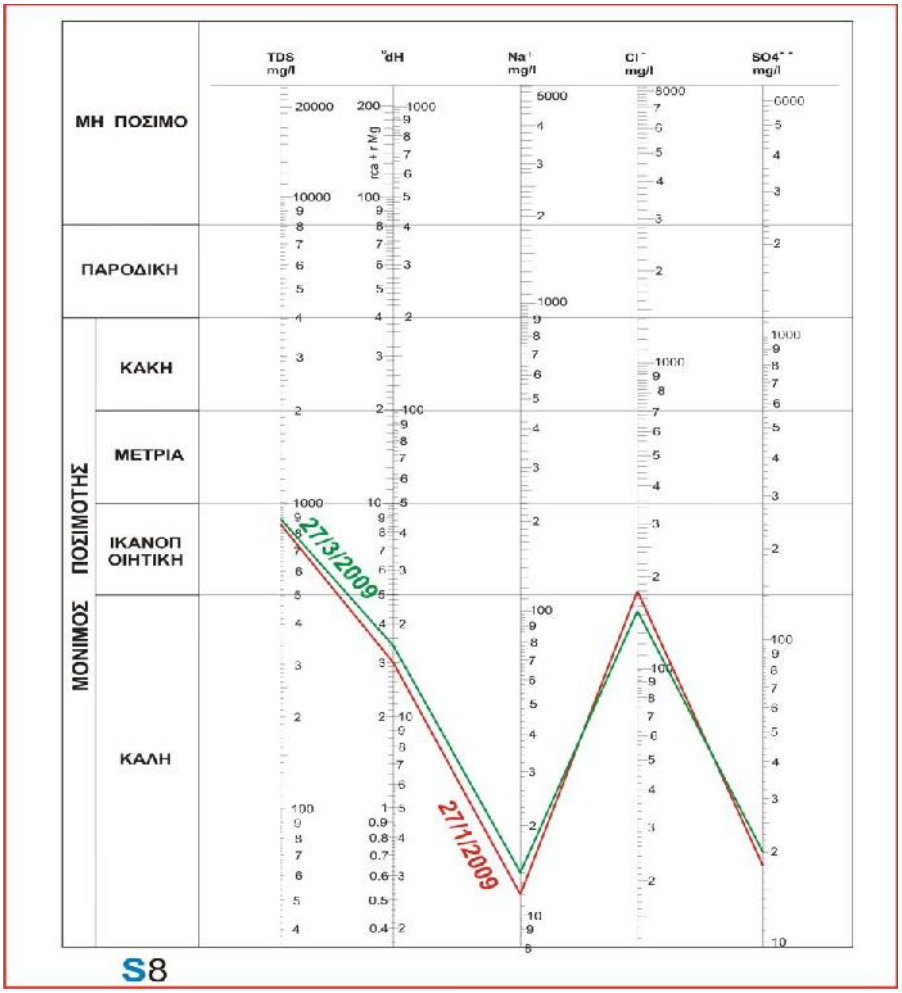
| Παράμετροι mg/l | Πηγή **S8** | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό MAI/2009 mg/l |
|---|---|---|---|---|---|
| | Καρστικός υδροφόρος | | WHO 1993 mg/l | EU 1998 mg/l | |
| | Συλλογή 29-3-2009 | Συλλογή 10-9-2009 | | | |
| **pH** | 7.4 | 7.7 | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | 640 | 660 | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | 605 | 656 | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | 345 | 360 | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 124 | 135 | | | 85.3 |
| **Mg** | 9 | 10 | | | 5.6 |
| **Na** | 20 | 24 | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0.2 | 0.1 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0.03 | 0.02 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 330 | 350 | | | 233 |
| **Cl** | 95 | 110 | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 10 | 6 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | 17 | 20 | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.02 | 0.03 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | A | A | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | **7** | **11** | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | A | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | **3** | **15** | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | **1** | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | 3.0 | καθόλου | |

.

Παρατηρείται μικρή μεταβολή στο χημισμό κατά την διάρκεια των δυο περιόδων μετρήσεων (Πίν.14.8 και Σχ.14.29). Παρουσιάζεται άνοδος στην ηλεκτρική αγωγιμότητα EC κατά 20 μS/cm και το TDS κατά 51 mg/l μεταξύ της υγρής και της ξηρής περιόδου.

Η μέση θερμοκρασία αέρα στις δυο περιόδους 23.5 ºC. Η θερμοκρασία νερού ανεβαίνει 0.5 ºC το καλοκαίρι. Η τιμή ρΗ ανεβαίνει από 7.4 σε 7.7, επίσης το δυναμικό οξειδοαναγωγής από -23 σε -24 mvolt δίνοντας αλκαλικό χαρακτήρα στο νερό της πηγής. Οι τιμές της αλατότητας (Salinity) είναι μικρότερες της μονάδας (0.39 και 0.43) αποκλείουν τις πιθανότητες ανάμιξη το νερό της πηγής με θάλασσα
Τα κατιόντα στη πρώτη περίοδο ανάλυσης αποτελούν 24% από το σύνολο ιόντων και τα ανιόντα 76%, στη δεύτερη περίοδο τα κατιόντα αυξάνουν σε 27% και τα ανιόντα μειώνονται σε 73%.
Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca ανεβαίνει από 20% σε 21% (11.0 mg/l), του μαγνησίου Mg πέφτει από 3% σε 2% (ανεβαίνει συγκέντρωση κατά 1.0 mg/l), του νατρίου Na ανεβαίνει από 1% σε 4% (κατά 4.0 mg/l), του καλίου K είναι λιγότερ της μονάς % (και σταθερή συγκέντρωση 0.2 - 0.1 mg/l), η δισανθρακική ρίζα $HCO_3$ σε μεγαλύτερη συγκέντρωση 55% πέφτει σε 52% (ανεβαίνει συγκέντρωση 20 mg/l), η συγκέντρωση χλώριο Cl ανεβαίνει από 16% σε 17% (κατά 15 mg/l), τα θειϊκά $SO_4$ από συγκέντρωση 2% πέφτει σε 1% (κατά 4.0 mg/l) και η συγκέντρωση στα νιτρικά $NO_3$ είναι σταθερό σε 3% στις δυο μετρήσεις (ανεβαίνει κατά 3.0 mg/l).
Από από πλευράς συνόλου διαλυμένων στερεών (TDS 605 660 mg/l) το νερό χαρακτηρίζεται ως γλυκό (ταξινόμηση ανά 1000 mg/l).
Από πλευράς ολικής σκληρότητας $CaCO_3$ (345 – 360 mg/l) το νερό της πηγής S8 είναι πολύ σκληρό (Hem).
Οι συγκεντρώσεις των δεικτών μολύνσεων αμμωνίας και νιτρωδών $NH_4$ και $NO_2$ (0.03 και 0.03 mg/l) είναι ελάχιστοι και το νερό είναι απαλλαγμένο από ρύπανση.
Ιχνοστοιχεία: Το χρώμιο Cr (ολικό) ανιχνεύτηκε δυο φορές σε μικρές συγκεντρώσεις 7 ppb και 11 ppb. Ο σίδηρος $Fe_2$ επίσης ανιχνεύτηκε στη Α και Β ανάλυση σε 3 ppb και 15 ppb και το μαγγάνιο Mn σε 1 ppb.
Η μόνιμος ποσιμότης του νερού πηγής S8 είναι ικανοποιητική κατά Schoeller και βρίσκεται εντός ορίων που θέτουν τα διεθνής στάνταρντ (WHO & EU) ποιότητας. Οι συγκεντρώσεις του νερού πηγής υπερβαίνουν τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις παραμέτρων του φυσικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ) σε: 0.3 ρΗ, EC 225 – 245 μS/cm, TDS 405 – 456 mg/l, Ca 38.7 – 49.7 mg/l, Mg 3.4 – 4.4 mg/l, Na 17.8 – 21.8 mg/l, $HCO_3$ 97 – 117 mg/l, Cl 91.1 – 96.1 mg/l, $NO_3$ 15.2 – 19.2 mg/l και σκληρότητα $CaCO_3$ 345 – 360 mg/l (Σχ.14.30).

*Φωτ.14.5: Περιοχή Πλατάνια. Θάλαμος - συλλέκτης Πηγή **S8**. Ks, καρστικός υδροφόρος. fs, φλύσχης. S, Θάλαμος συλλέκτης.*
*Photo14.5: Platania area. Spring **S8** collection chamber*




*Σχ.14.30: .Ποστμότης του νερού της πηγής S8 κατά Schoeller.*
*Fig.14.30: Drinkable of spring S8 water according to Schoeller*

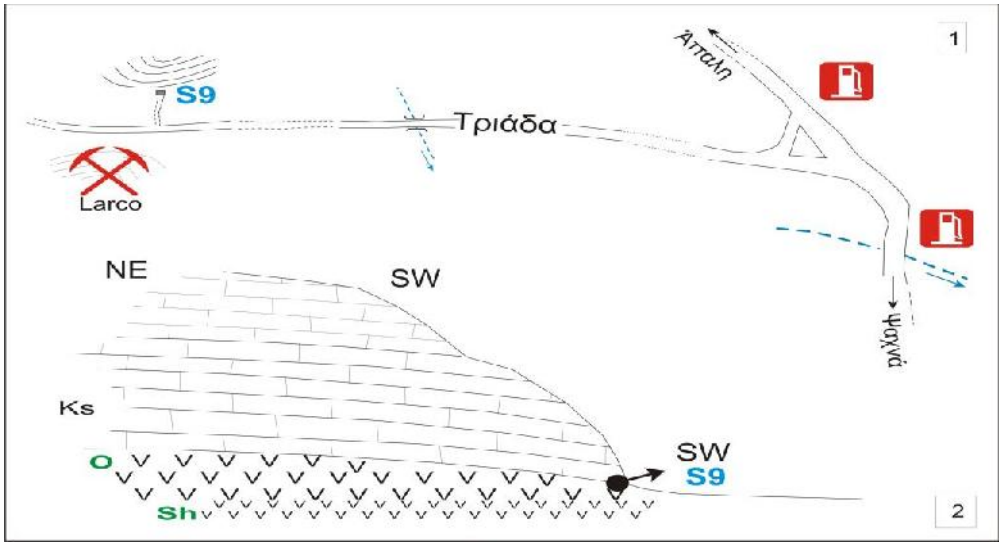
## 14.9. ΠΗΓΗ S9 (Τριάδα) ΤΗΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΤΡΙΑΔΑΣ

### *14.9.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Geological background)*

Η μορφολογία στο δυτικό, βορειοδυτικά και βορειοανατολικά της περιοχής έντονα λοφώδης. Τα υψηλότερα όρη στη περιοχή αποτελούν τα υψώματα Πρφ. Ηλίας (430μ.), Δημητρούλα και Πλατάνι, αποχετεύεται μέσω ενός χειμάρρου τρίτης τάξης κάδους του Ποταμού Μεσσαπίου (Σχ.14.31).
Η γεωλογία περιοχής της πηγής περιλαμβάνει οφιόλιθους της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης sh, που καλύπτουν σημαντικό μέρος της λεκάνης, τα σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα FeNi που υποστούν εκμετάλλευση (Larco), τους ασβεστόλιθους ks της επίκλυσης και το φλύσχη fs (Γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής έρευνας).

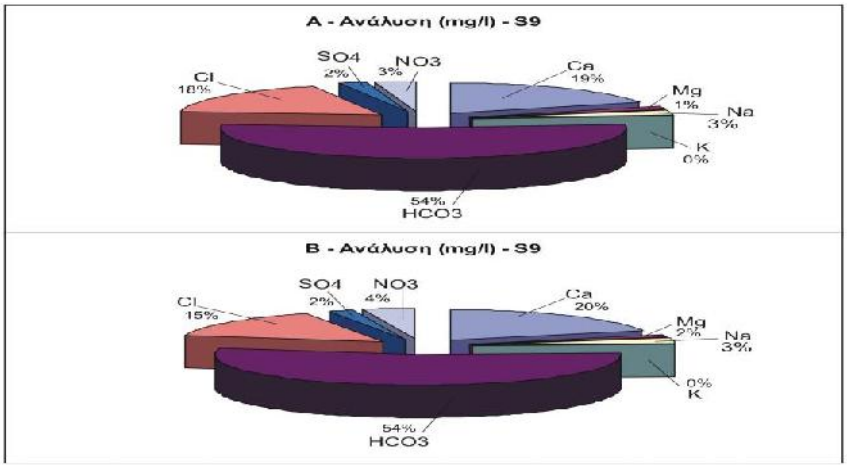
### *14.9.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Hydrogeological background)*

Η υδροφορία αναπτύσσεται στο καρστικό ασβεστολιθικό ks στρώμα της κενομάνιας επίκλυσης. Οι σχηματισμοί της βάσης υδροφόρου αποτελούν οι οφιόλιθοι και ο φλύσχης (14.31).
Η πηγή S9 εκδηλώνεται στην επαφή του καρστικού υδροφόρου με το αδιαπέρατο τμήμα της διάπλασης. Η εκροή της πηγής σημειώνεται με κατεύθυνση ΝΔ σε ένα ρέμα πρώτης τάξης (Φωτ.14.6).

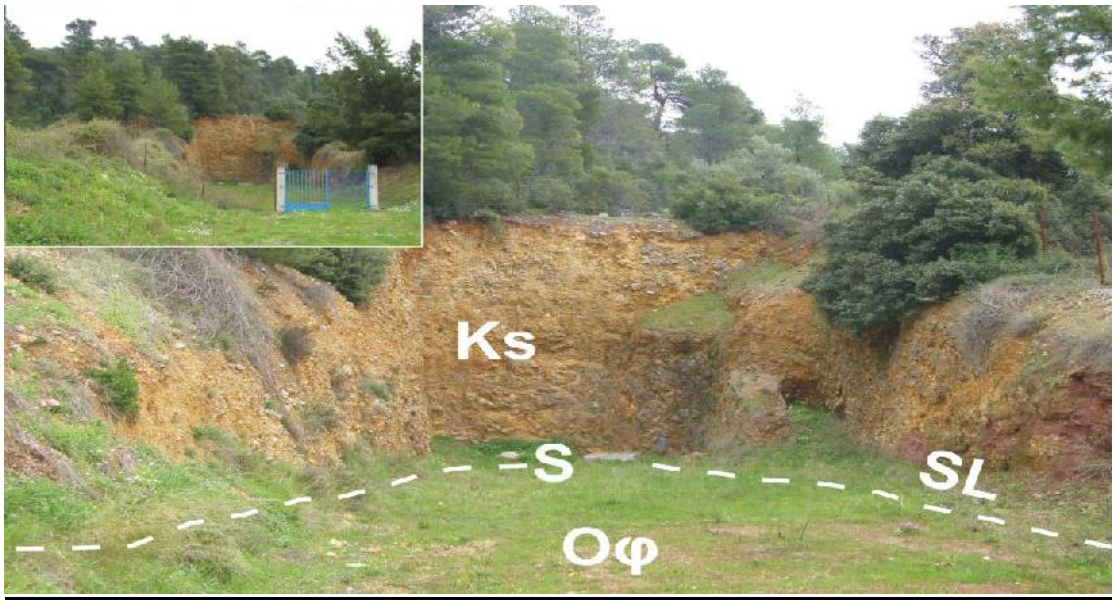



*Σχ.14.31: 1, Χάρτης εντοπισμός της πηγής **S9** στην περιοχή Τριάδας. 2, Σκαριφηματική τομή και μηχανισμός λειτουργία της πηγής. ks, καρστικό ασβεστολιθικό υδροφόρο. Ο, διαρρηγμένο οφιολιθικό. sh, αδιαπέρατο σχιστοκερατολιθικό της. Διεύθυνση εκροής ΝΔ.*
*Fig.14.31: 1, Triada area. location map of Spring **S9**. 2, Schematic section showing the Spring mechanism. Ks, karstic aquifer. O, permeable upper ophiolite. Sh, impermeable underlying layer and outlet flow direction SW.*

### *14.9.3. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ (Hydrochemical)*




*Σχ.14.32.: Πηγή **S9**. Κυκλικά διαγράμματα παρουσιάζουν κύρια ιόντα, αποτελέσματα των Α ,Β αναλύσεων.*
*Fig.14.32: Spring **S9**. Circular diagrams for major ions showing results from A and B analyses.*



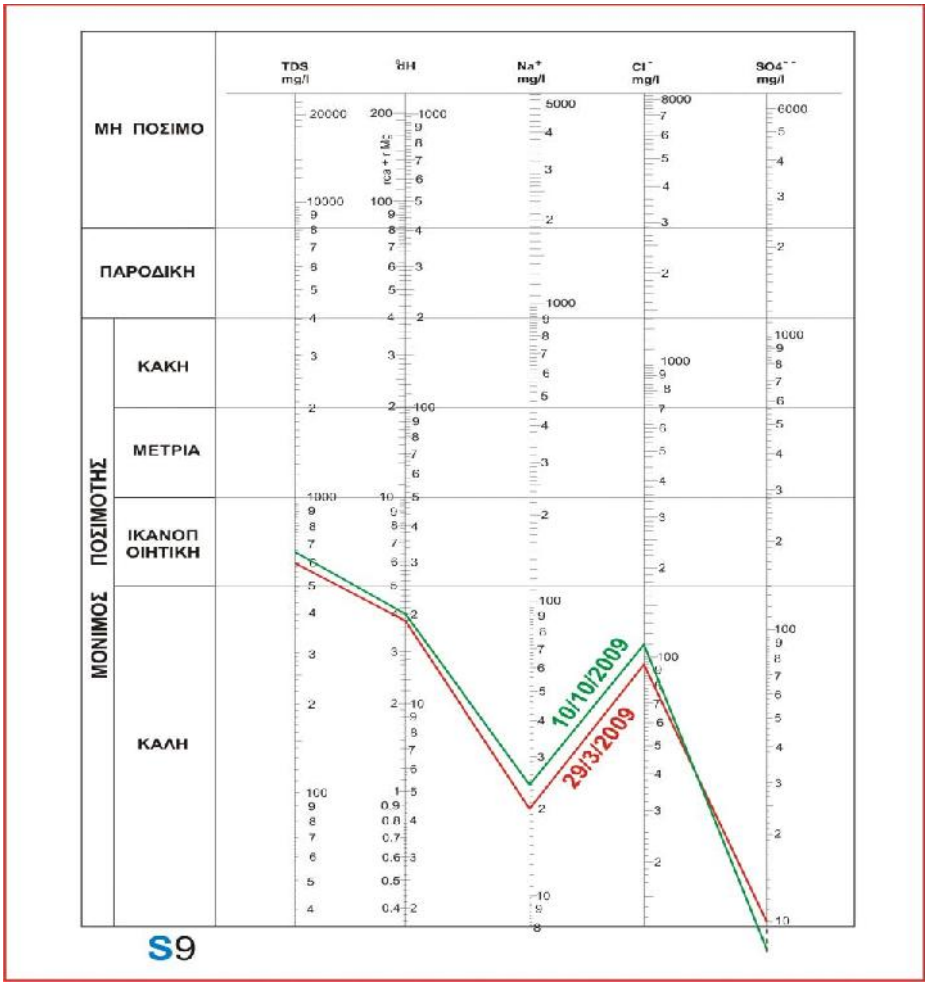

*Φωτ.14.6: Πηγή **S9** στην περιοχή Τριάδας. Ks, καρστικός υδροφόρος. S, Θάλαμος συλλέκτης. SL, γραμμή πηγής. Αδιαπέρατο οφιολιθό στρώμα της βάσης.*
*Photo14.6: Spring **S9** inTraiada area. Ks, karstic aquifer. S, spring collection chamber. SL, spring line. Οφ, impermeable underlying ophiolite layer.*

*Πίν.14.9: Ποσιμότης νερού της πηγής **S9** μέσα στα σταθερότυπα των WHO, EU και φυσικού μεταλλικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ). Α, αρνητικό. Ø, Χωρίς ένδειξη.*
*Tab.14.9: Potable of Spring **S9** comparing with mineral water (ΖΑΓΟΡΙ) and the international Standards WHO, EU. A, Negative. Ø, No indications..*

| Παράμετροι mg/l | Πηγή **S9** | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό MAI/2009 mg/l |
|---|---|---|---|---|---|
| | Καρστικό υδροφόρος | | WHO 1993 mg/l | EU 1998 mg/l | |
| | Συλλογή **29-3-2009** | Συλλογή **6-10-2009** | | | |
| **pH** | 7.7 | 8.0 | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | 690 | 755 | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | 672 | 714 | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | 360 | 400 | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 128 | 140 | | | 85.3 |
| **Mg** | 10 | 11 | | | 5.6 |
| **Na** | 17 | 19 | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0.1 | 0.2 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0 | 0 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 360 | 390 | | | 233 |
| **Cl** | 120 | 110 | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 14 | 14 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | 23 | 30 | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.03 | 0.03 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | A | A | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | **42** | **28** | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | A | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | **2** | **15** | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | A | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | 3.0 | καθόλου | |

Παρατηρείται μικρή μεταβολή στο χημισμό κατά την διάρκεια των δυο περιόδων μετρήσεων (Πίν.14.9 και Σχ.14.32). Παρουσιάζεται άνοδος στην ηλεκτρική αγωγιμότητα EC κατά 65 μS/cm και το TDS κατά 42 mg/l μεταξύ της υγρής και της ξηρής περιόδου (Πίνακας αποτελέσματα χημικών αναλύσεων νερού των πηγών).
Η μέση θερμοκρασία αέρα στις δυο περιόδους 15.5 ºC. Η θερμοκρασία νερού ανεβαίνει 0.5 ºC το καλοκαίρι. Η τιμή pH ανεβαίνει από 7.4 σε 7.7 και το δυναμικό οξειδοαναγωγής Eh, από -24 σε -28 mvolt είναι και παραμένει αλκαλικό χαρακτήρα

στο νερό της πηγής. Οι τιμές της αλατότητας (Salinity) είναι μικρότερες της μονάδας (0.42 και 0.46) επομένως αποκλείεται ανάμιξη του νερού της πηγής με θάλασσα.
Τα κατιόντα στη πρώτη περίοδο ανάλυσης αποτελούν 23% από το σύνολο ιόντων και τα ανιόντα 77%, στη δεύτερη περίοδο τα κατιόντα αυξάνουν σε 25% και τα ανιόντα μειώνονται σε 75%.
Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca ανεβαίνει από 19% σε 20% (12.0 mg/l), του μαγνησίου Mg επίσης από 1% σε 2% (1.0 mg/l), του νατρίου Na σε σταθερή συγκέντρωση από 3% στις δυο μετρήσεις (ανεβαίνει κατά 2.0mg/l), του καλίου K είναι λιγότερο της μονάς % (και σταθερή συγκέντρωση (0.1 - 0.2 mg/l), η δισανθρακική ρίζα $HCO_3$ σε μεγαλύτερη συγκέντρωση και σταθερή σε 54% (ανεβαίνει 30 mg/l), η συγκέντρωση χλώριο Cl πέφτει από 18% σε 15% (κατά 10 mg/l), τα θειϊκά $SO_4$ σε σταθερή συγκέντρωση 2% στις δυο μετρήσεις ( 14.0 mg/l) και στα νιτρικά $NO_3$ η συγκέντρωση ανεβαίνει από 3% σε 4% (κατά 7.0 mg/l).
Από από πλευράς συνόλου διαλυμένων στερεών (TDS 672 - 714 mg/l), το νερό χαρακτηρίζεται ως γλυκό (ταξινόμηση ανά 1000 mg/l).
Από από πλετράς ολικής σκληρότητας $CaCO_3$ το νερό (360 – 400 mg/l) της πηγής S9 είναι πολύ σκληρό (Hem).




*Σχ.14.33: .Ποστμότης του νερού της πηγής S9 κατά Schoeller.*
*Fig.14.33: Drinkable of spring S9 water according to Schoeller*

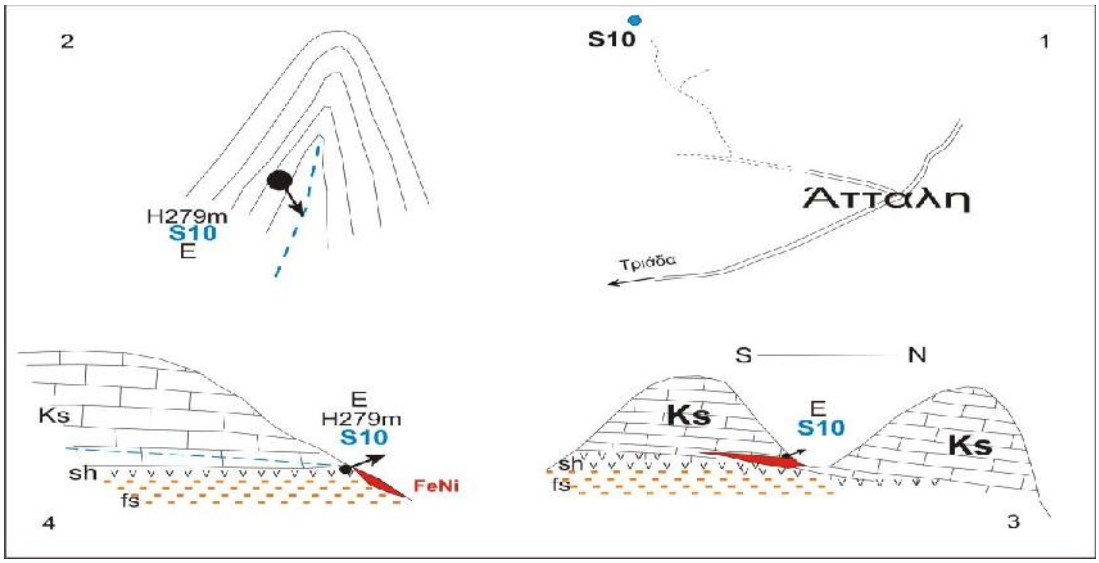
Οι συγκεντρώσεις των δεικτών μολύνσεων αμμωνίας και νιτρωδών $NH_4$ και $NO_2$ (0.0 και 0.04 mg/l) είναι ελάχιστοι και το νερό είναι απαλλαγμένο από ρύπανση.

Ιχνοστοιχεία: Το χρώμιο Cr (ολικό) ανιχνεύτηκε δυο φορές σε μικρές συγκεντρώσεις 42 ppb και 28 ppb. Ο σίδηρος $Fe_2$ επίσης ανιχνεύτηκε στη Α και Β ανάλυση σε 2 ppb και 15 ppb.
Η μόνιμος ποσιμότητης του νερού πηγής S9 είναι ικανοποιητική κατά Schoeller και βρίσκονται εντός ορίων που ορίζουν τα διεθνής στάνταρντ (WHO & EU) ποιότητας. Οι συγκεντρώσεις του νερού πηγής υπερβαίνουν τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις παραμέτρων του φυσικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ) σε: 0.3 pH, EC 275 – 315 μS/cm, TDS 472 – 514 mg/l, Ca 42.7 – 54.7 mg/l, Mg 4.4 – 5.4 mg/l, Na 14.8 – 16.8mg/l, $HCO_3$ 127 – 157 mg/l, Cl 116.1 – 106.1 mg/l, $SO_4$ 3.8 – 3.8 mg/l, $NO_3$ 21.2 – 28.2 mg/l, και σκληρότητα $CaCO_3$ 127 – 167 mg/l (14.33).

### 14.10. ΠΗΓΗ S10 ( Άτταλη) ΤΗΝ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΑΤΤΑΛΗΣ

#### *14.10.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Geological background)*

Η περιοχή παρουσιάζει έντονο μορφολογικό ορεινό σχήμα με απότομες πλαγιές όπως το ύψωμα Ζαγός (729μ.), Στρογγυλή (639μ.). το υδρογραφικό δίκτυο πρώτης και δεύτερης τάξης αποχετεύει προς το Μεσσάπιο ποταμό.
Χαρακτηριστικό της περιοχής Άτταλης είναι η εξάπλωση του φλύσχη fs, και ασβεστόλιθοι ks της κενομάνιας επίκλυσης. Όλη η περιοχή υφίσταται έντονο τεκτονισμό εφίππευσης έτσι ώστε μεγάλο τμήμα της στρωματογραφικής της στήλη αποτελούμενο από ασβεστόλιθους της επίκλυσης και μέλη της διάπλασης με φακοειδές κοιτάσματα FeNi να βρίσκονται πάνω στο φλύσχη (Γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής έρευνας).




*Σχ.14.34: 1, Χάρτης εντοπισμός πηγής **S10** στη περιοχή Άτταλης. 2, Κατεύθυνση εκροής Α στο ρέμα πρώτης τάξης. 3, 4, Σκαριφηματική τομή Β – Ν και μηχανισμός λειτουργία της πηγής.*
*Fig.14.34: Attali area. 1, Location map of spring S10. 2, Outlet flow direction E discharge to 1st order stream. 3, 4, Schematic sections showing the spring mechanism. Ks, karstic aquifer. Sh, impermeable underlying schist – chert formation with fs, flysch layer. FeNi, iron nickel ore deopsit*

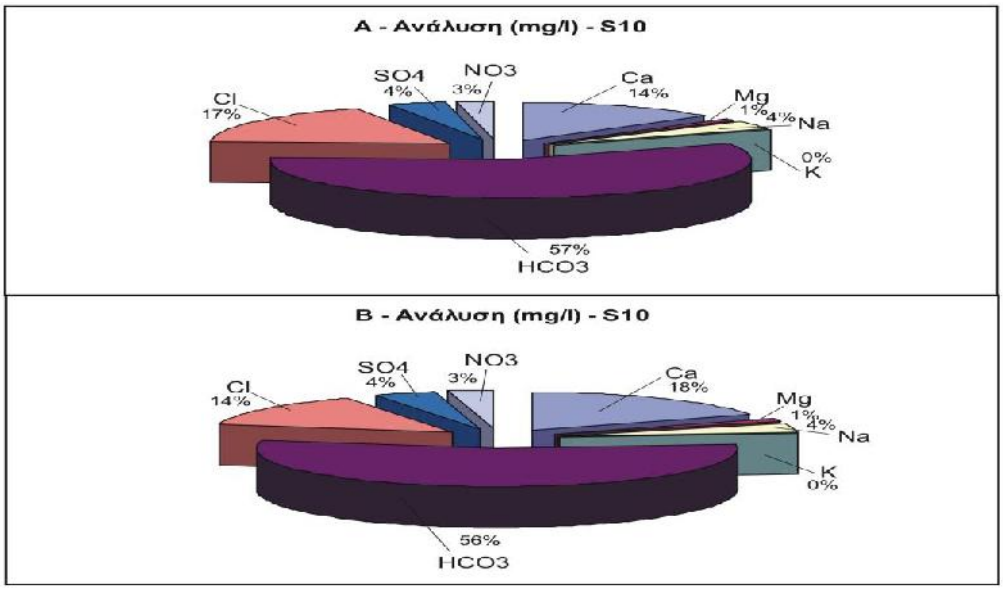
#### *14.10.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Hyrogeological background)*

Η υδροφορία αναπτύσσεται στο καρστικό ασβεστολιθικό ks στρώμα της επίκλυσης, και ο σχηματισμος της βάσης του υδροφόρου στρώματος αποτελείται από το φλύσχη. Η εκροή της πηγής S10 εκδηλώνεται στην επαφή του καρστικού υδροφόρου ορίζοντα, με το αδιαπέρατο στρώμα του φλύσχη το οποίο αποτελείται από παχυστρωματώδεις αργιλικοί σχιστόλιθοι σε μεγάλο πάχος, και οι ασβεστόλιθοι του υδροφόρου στη βάση όπου είναι μαργαϊκοι (Σχ.14.34 και Φωτ.14.7).

Η εκροή σημειώνεται προς ρέμα πρώτης τάξης κλάδους του Μεσσάπιου Ποταμού με κατεύθυνση ροής προς ανατολή Α (Πίνακας απογραφής των πηγών).

*Φωτ.14.7: Πηγή **S10** στην περιοχή Άτταλης. S, Λεκάνη συλλέκτης Ks, καρστικός υδροφόρος. Sh, σχιστοκερατολιθικό αδιαπέρατο στρώμα της βάσης, FeNi, σιδηρονικελιούχο κοίτασμα. SL, γραμμή επαφής της πηγής.*
*Photo14.7: Attali area. Spring **S10.** S, Spring collection chamber. Ks, karstic aquifer. Sh, impermeable schist – chert underlying layer. FeNi, iron – nickel ore deposit. SL, spring contact line.*

### *14.10.3. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ (Hydrochemistry)*




*Σχ.14.35: Πηγή **S10**. Κυκλικά διαγράμματα παρουσιάζουν κύρια ιόντα, αποτελέσματα των Α ,Β αναλύσεων.*
*Fig.14.35: Spring **S10**. Circular diagrams for major ions showing results from A and B analyses.*

*Πίν.14.10: Ποσιμότης νερού της πηγής **S10** μέσα στα σταθερότυπα των WHO, EU και φυσικού μεταλλικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ). Α, αρνητικό. Ø, Χωρίς ένδειξη.*
*Tab.14.10: Potable of Spring **S10** comparing with mineral water (ΖΑΓΟΡΙ) and the international Standards WHO, EU. A, Negative. Ø, No indications..*

| Παράμετροι mg/l | Πηγή **S10** | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό **ΜΑΙ/2009** mg/l |
|---|---|---|---|---|---|
| | Καρστικός υδροφόρος | | WHO **1993** mg/l | EU **1998** mg/l | |
| | Συλλογή **6-4-2009** | Συλλογή **6-10-2009** | | | |
| **pH** | 8.0 | 7.9 | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | 540 | 630 | 2500 | 2500 | 415 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **TDS** | 517 | 610 | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | 195 | 230 | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 70 | 110 | | | 85.3 |
| **Mg** | 5 | 7 | | | 5.6 |
| **Na** | 19 | 22 | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0.0 | 0.1 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0.03 | 0.04 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 330 | 340 | | | 233 |
| **Cl** | 90 | 86 | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 20 | 25 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | 13 | 19 | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.02 | 0.03 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | A | A | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | **24** | **28** | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | A | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | **4** | **20** | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | A | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | 3.0 | καθόλου | |

Παρατηρείται μεγάλη μεταβολή στο χημισμό κατά την διάρκεια των δυο περιόδων μετρήσεων (Πίν.14.10 και Σχ.35). Παρουσιάζεται άνοδος στην ηλεκτρική αγωγιμότητα EC κατά 90 μS/cm και το TDS κατά 93 mg/l μεταξύ της υγρής και ξηρής περιόδου (Πίνακας αποτελέσματα χημικών αναλύσεων νερού των πηγών).

Η μέση θερμοκρασία αέρα στις δυο περιόδους 22.0 ºC. Η θερμοκρασία του νερού ανεβαίνει 0.5ºC το καλοκαίρι. Η τιμή pH πέφτει από 8.0 σε 7.9, επίσης το δυναμικό οξειδοαναγωγής Eh, από -47 σε -45 mvolt είναι και παραμένει αλκαλικό στο νερό της πηγής. Οι τιμές της αλατότητας (Salinity) είναι μικρότερες της μονάδας (0.33 και 0.45) αποκλείουν τις πιθανότητες ανάμιξη το νερό της πηγής με θάλασσα

Τα κατιόντα στη πρώτη περίοδο ανάλυσης αποτελούν 19% από το σύνολο ιόντων και τα ανιόντα 81%, στη δεύτερη περίοδο τα κατιόντα αυξάνουν σε 33% και τα ανιόντα μειώνονται σε 77%.

Η συγκέντρωσητου ασβεστίου Ca ανεβαίνει από 14% σε 18% (40.0mg/l), του μαγνησίου Mg σε σταθερή συγκέντρωση 1% στις δυο μετρήσεις (ανεβαίνει 2.0 mg/l), του νατρλιου Na επίσης σταθερό ανεβαίνει σε 4% (ανεβαίνει κατά 3.0 mg/l), του καλίου K είναι λιγότερο της μονάς % (και σταθερή συγκέντρωση 0.0 - 0.1 mg/l), η δισανθρακική ρίζα $HCO_3$ έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση 57% πέφτει σε 56% (ανεβαίνει κατά 40 mg/l), επίσης η συγκέντρωση του χλωρίου Cl πέφτει από 17% σε 14% (κατά 5.0 mg/l), των θειϊκών $SO_4$ σε σταθερές συγκεντρώσεις 4% στις δυο μετρήσεις (ανεβαίνει 5.0 mg/l στη B μέτρηση) και στα νιτρικά $NO_3$ σε σταθερή συγκέντρωση πέφτει 3% (ανεβαίνει κατά 6.0 mg/l).

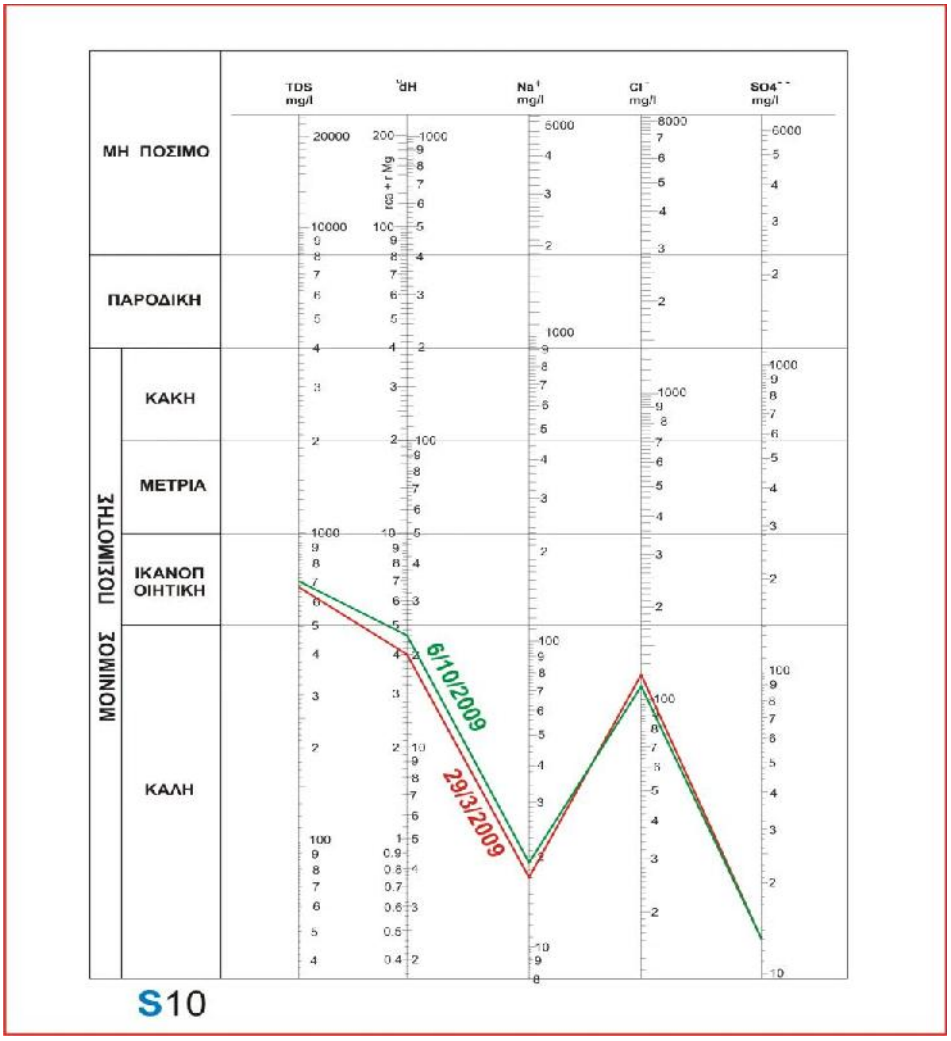
Από πλευράς συνόλου διαλυμένων στερεών (TDS 517 - 610 mg/l) το νερό χαρακτηρίζεται ως γλυκό (ταξινόμηση ανά 1000 mg/l).

Από πλευράς ολικής σκληρότητας $CaCO_3$ (195 - 230mg/l) το νερό της πηγής S10 είναι πολύ σκληρό (Hem).

Οι συγκεντρώσεις των δεικτών $NH_4$ και $NO_2$ (0.03 και 0.04 mg/l) είναι ελάχιστοι και το νερό είναι απαλλαγμένο από ρύπανση.

Ιχνοστοιχεία: Το χρώμιο Cr (ολικό) ανιχνεύτηκε δυο φορές σε μικρές συγκεντρώσεις 24 ppb και 128 ppb. Ο σίδηρος $Fe_2$ επίσης δυο φορές ανιχνεύτηκε σε μικρές συγκεντρώσεις 4 ppb και 20 ppb.

Η μόνιμος ποσιμότης του νερού πηγής S10 είναι ικανοποιητική κατά Schoeller και δεν απέχει από τους που θέτουν τα διεθνής στάνταρντ (WHO & EU) ποιότητας. Οι συγκεντρώσεις του νερού πηγής υπερβαίνουν τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις παραμέτρων του φυσικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ) σε: 0.7 pH, EC 125 – 215 μS/cm, TDS 317 – 210 mg/l, Ca 25.4 mg/l, Mg 1.4 mg/l, Na 16.8 – 19.8 mg/l, $HCO_3$ 97.0 – 104.0 mg/l, Cl 86.1 – 82.1 mg/l, $SO_4$ 9.8 – 14.8 mg/l, και $NO_3$ 11.2 – 17.2 mg/l (Σχ.36).

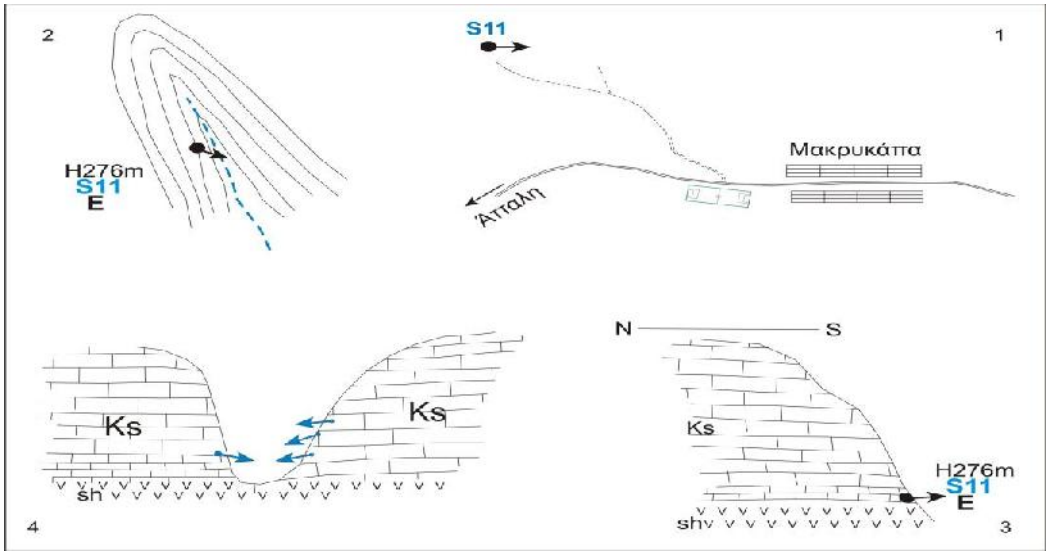



*Σχ.14.36: .Ποστμότης του νερού της πηγής S10 κατά Schoeller.*
*Fig.14.36: Drinkable of spring S10 water according to Schoeller*

## 14.11. ΠΗΓΗ S11 (Νύφη) ΤΗΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΑΓΙΑΣ ΣΟΦΙΑΣ

### *14.11.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Geological background)*

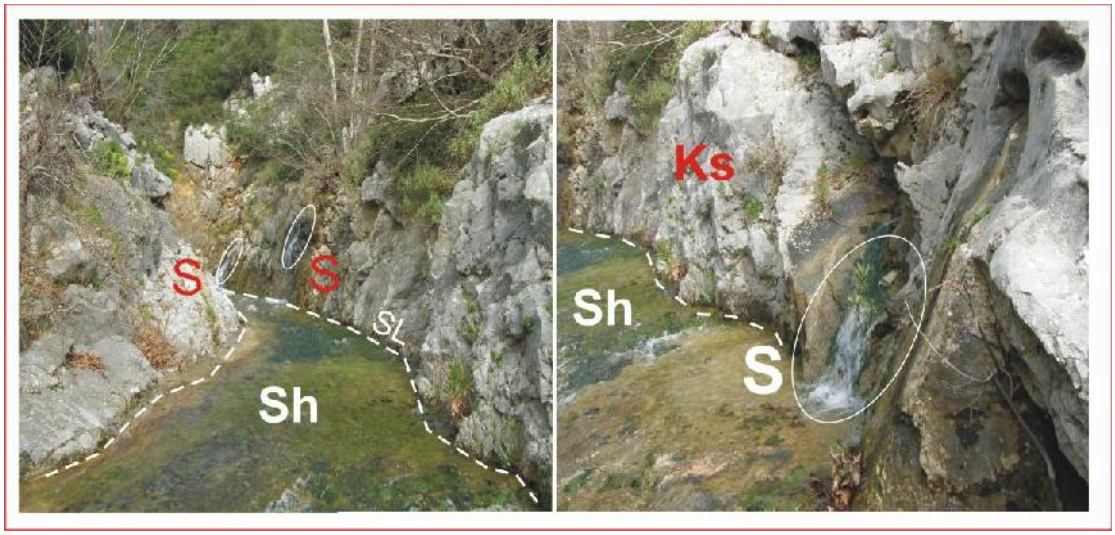
Η μορφολογία της περιοχής είναι πολύ ορεινή, με υψηλότερα βουνά και απότομες πλαγιές όπως η κορυφή Βοϊδοθούν (423μ.) και Πίστουρα (621μ.), και αποχετεύεται από δυο ρέματα δεύτερης τάξης (Σχ.14.37).
Η γεωλογία της περιοχής της πηγής S11 την αποτελούν οι σχηματισμοί του φλύσχη fs οι ασβεστόλιθοι της επίκλυσης Ks, και οι εφιππευμένοι σχηματισμοί από ανωκρητιδικούς ασβεστόλιθους Ks, σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα και μέλη της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης πάνω στο φλύσχη (Γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής έρευνας).




*Σχ.14.37: 1, Χάρτης εντοπισμός πηγής **S11** στην περιοχή της Μακρυκάπα. 2, Η κατεύθυνση Α εκροής. 3, 4, Σκαριφηματική τομή Β – Ν, και μηχανισμός λειτουργία της πηγής.*
*Fig.14.37: Makrukapa area. .1, Location map of spring **S11**. 2, outlet flow direction E. 3, Schematic section showing the mechanism running the spring. 276m, height. Ks, karstic aquifer. Sh, impermeable underlying schist – chert formation with fs, flysch layer*

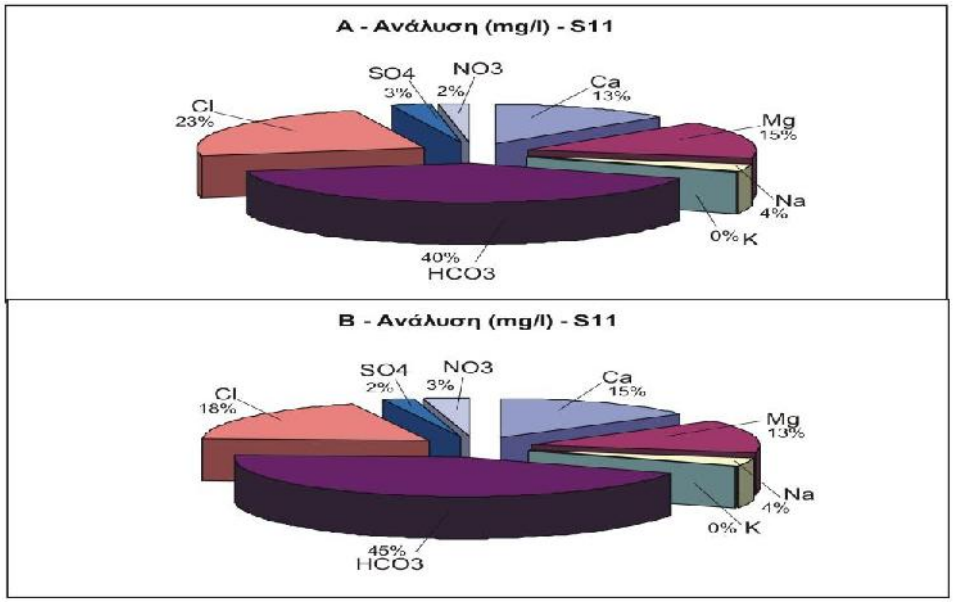
### *14.11.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Hydrogeological background)*

Η υδροφορία της πηγής S11 (Νίφη) σχηματίζεται στο καρστικό ασβεστολιθικό στρώμα της επίκλυσης ks (Φωτ.14.8). Οι σχηματισμοί της βάσης του υδροφόρου ορίζοντα είναι οι αδιαπέρατοι μέλη της σχιστοερατολιθικής διάπλασης sh από φλύση και υγιή οφιόλιθο .
Η πηγή εκδηλώνεται στην επαφή του καρστικού υδροφόρου στρώματος με τους υποκείμενους αδιαπέρατους σηματισμούς της βάσης και από αργιλικό ασβεστόλιθο. (Πίνακας απογραφής των πηγών, Σχ.14.37).
Η εκροή εκδηλώνεται με κατεύθυνση ανατολικά προς ρέμα πρώτης τάξης κλάδους του Ποταμού Πεσσαπίου. από την κύρια πηγή με μόνιμη ροή. Επίσης εκδηλώνεται στην υγρή περίοδο, εκροή νερού μορφής μετώπου πηγών στη απέναντι όχθη του ρέματος (Φώτ.14.8).




*Φωτ.14.8: Πηγές Νίφη την περιοχή Μαρυκάπας.S, πηγές, ks, καρστικός υδροφόρος. Sh, αδιαπερατο σχιστοκερατολικό στρώμα της βάσης. SL,γραμμή επαφής και ανάβλυσης.*
*Photo14.8: Makrukapa area. S, springs (Nifi). ks, karstic aquifer. sh,impermeable underlying schist – chert layer. SL, spring line*

### *14.11.3. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ (Hydrochemistry)*



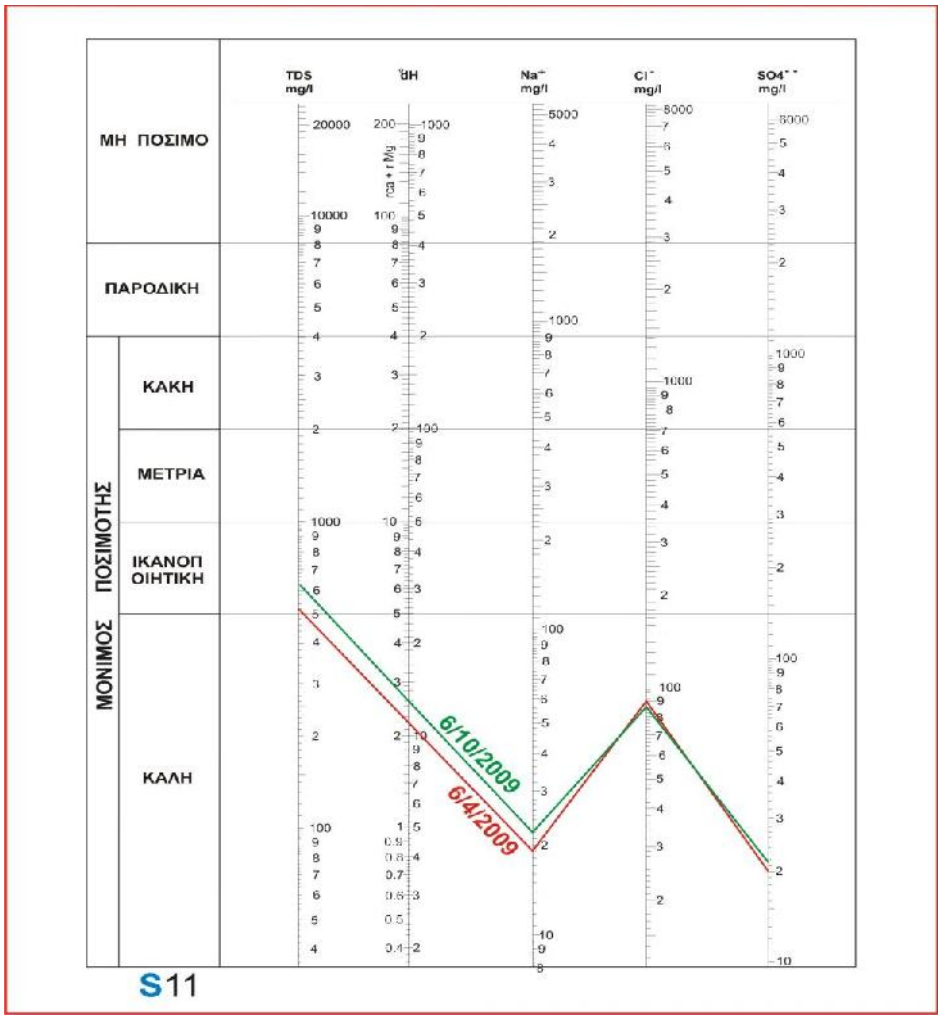

*Σχ.14.38: Πηγή **S11**. Κυκλικά διαγράμματα παρουσιάζουν κύρια ιόντα, αποτελέσματα των Α ,Β αναλύσεων.*
*Fig.14.38: Spring **S11**. Circular diagrams for major ions showing results from A and B analyses.*

*Πίν.14.11: Ποσιμότης νερού της πηγής **S11** μέσα στα σταθερότυπα των WHO, EU και φυσικού μεταλλικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ). Α, αρνητικό. Ø, Χωρίς ένδειξη.*
*Tab.14.11: Potable of Spring **S11** comparing with mineral water (ΖΑΓΟΡΙ) and the international Standards WHO, EU. A, Negative. Ø, No indications..*

| Παράμετροι mg/l | Πηγή **S11** | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό **ΜΑΙ/2009** mg/l |
|---|---|---|---|---|---|
| | Καρστικό υδροφόρος | | WHO **1993** mg/l | EU **1998** mg/l | |
| | Συλλογή **6-4-2009** | Συλλογή **6-10-2009** | | | |
| **pH** | 7.7 | 7.8 | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | 620 | 675 | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | 594 | 655 | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | 550 | 580 | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 72 | 95 | | | 85.3 |
| **Mg** | 89 | 87 | | | 5.6 |
| **Na** | 21 | 25 | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0.2 | 0.3 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0.03 | 0.02 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 240 | 280 | | | 233 |
| **Cl** | 140 | 120 | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 18 | 15 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | 13 | 22 | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.01 | 0.01 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | **1** | A | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | A | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | A | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | **10** | **14** | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | A | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | 3.0 | καθόλου | |

Παρατηρείται μικρή μεταβολή στο χημισμό κατά την διάρκεια των δυο περιόδων μετρήσεων (Πίν.14.11και Σχ.14.38). Παρουσιάζεται άνοδος στην ηλεκτρική αγωγιμότητα EC κατά 55 μS/cm και το TDS κατά 61 mg/l, μεταξύ της υγρής και ξηρής περιόδου.
Η μέση θερμοκρασία αέρα στις δυο περιόδους 23.5 °C. Η θερμοκρασία νερού σταθερή χειμώνα και καλοκαίρι σε 15.0 °C. Η τιμή pH ανεβαίνει από 7.7 σε 7.8,

επίσης το δυναμικό οξειδοαναγωγής από -41 σε -42 mvolt δίνοντας αλκαλικό χαρακτήρα στο νερό της πηγής. Οι τιμές της αλατότητας (Salinity) είναι μικρότερες της μονάδας (0.38 και 0.43) αποκλείουν τις πιθανότητες ανάμιξη με την θάλασσα.
Τα κατιόντα στη πρώτη και στην δεύτερη περιόδο ανάλυσης αποτελούν 32% από το σύνολο ιόντων και τα ανιόντα 68%.
Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca ανεβαίνει από 13% σε 15% (23.0 mg/l), του μαγνησίου Mg σημειώνει πτώση από 15% σε 13% (2.0 mg/l), του νατρίου Na σε σταθερή συγκέντρωση 4% (ανεβαίνει κατά 4.0 mg/l), του καλίου K είναι λιγότερο της μονάς % (συγκέντρωση 0.2 mg/l), της δισανθρακικής ρίζα $HCO_3$ έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση 40% ανεβαίνει σε 45% (κατά 50 mg/l), επίσης η συγκέντρωση του χλωρίου Cl πέφτει από 23% σε 18% (κατά 20 mg/l), στα θειϊκά $SO_4$ η συγκεντρώσεις πέφτει από 2% σε 2% (κατά 3.0 mg/l) όμως στα νιτρικά $NO_3$ η συγκέντρωση ανεβαίνει από 2% σε 2% (κατά 9.0 mg/l).
Από πλευράς συνόλου διαλυμένων στερεών (TDS 594 - 655mg/l, το νερό χαρακτηρίζεται ως γλυκό (ταξινόμηση ανά 1000 mg/l).
Από πλευράς ολικής σκληρότητας $CaCO_3$ το νερό (550 - 580mg/l) της πηγής S11 είναι πολύ σκληρό (Hem).
Οι συγκεντρώσεις των δεικτών $NH_4$ και $NO_2$ (0.03 και 0.01 mg/l) είναι ελάχιστοι και το νερό είναι απαλλαγμένο από ρύπανση.
Ιχνοστοιχεία: Το σίδερο $Fe_2$ δυο φορές ανιχνεύτηκε σε μικρές συγκεντρώσεις 10 ppb και 14 ppb. Το Κάδμιο Cd ανιχνεύτηκε σε 1 ppb στη πρώτη ανάλυση.




*Σχ.14.00: .Ποστμότης του νερού της πηγής S11κατά Schoeller.*
*Fig.14.00: Drinkable of spring S11 water according to Schoeller*

Η μόνιμος ποσιμότης του νερού πηγής S11 είναι ικανοποιητική κατά Schoeller και βρίσκεται εντός των ορίων που θέτουν τα διεθνής στάνταρντ (WHO & EU) ποιότητας. Οι συγκεντρώσεις του νερού της πηγής υπερβαίνουν τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις παραμέτρων του φυσικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ) σε: 0.4 ρΗ, EC 205 – 265 μS/cm, TDS 394 – 425 mg/l, Ca 9.7 mg/l, Mg 83.4 – 81.4 mg/l, Na 18.8 – 22.8 mg/l, $HCO_3$ 7.0 – 47.0 mg/l, Cl 136.1 – 116.1mg/l, $SO_4$ 7.8 – 4.8 mg/l, $NO_3$ 11.2 – 20.2 mg/l και σκληρότητα $CaCO_3$ 317.0 - 347 mg/l (14.39).

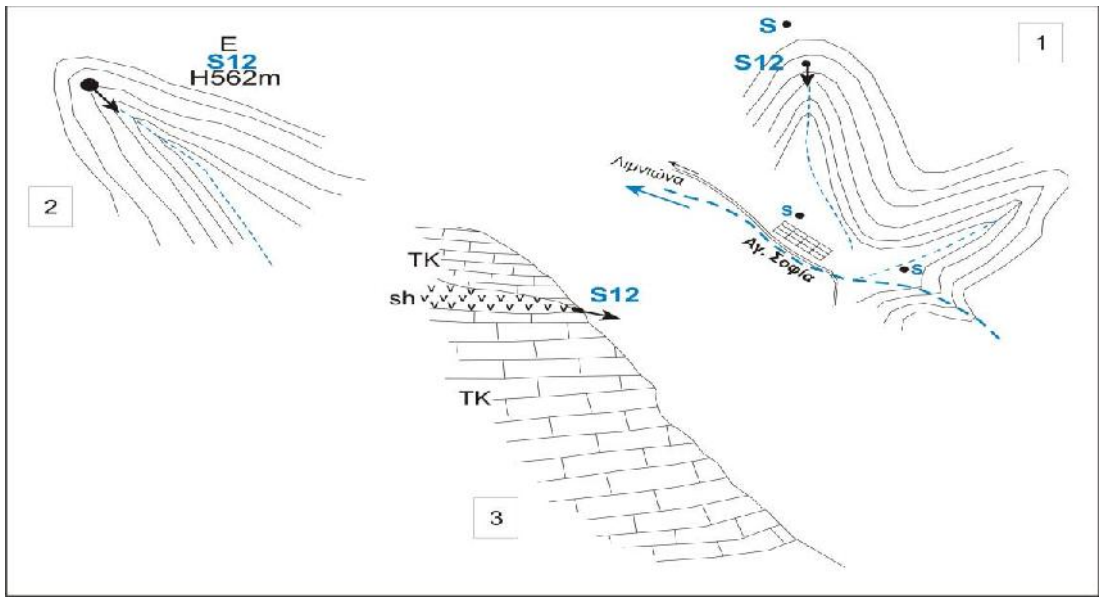
## 14.12. ΠΗΓΗ S12 (Δραξουριό) ΤΗΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΑΓΙΑΣ ΣΟΦΙΑΣ

### *14.12.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Geological background)*

Στην περιοχή επικρατούν οι παχυστρωματώδεις ασβεστόλιοθοι ΤΚ, του κιμμερίδιου με μικρές ενστρώσεις σχηματισμών της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης sh και οφιόλιθους. Η περιοχή γνώρισε τεκτονισμό των πτυχώσεων δημιουργώντας το αντίκλινο με τα υψηλά βουνά και απότομες πλαγιές, όπως Πέτρες (1030μ.). Η περιοχή της πηγής S12 (Δραξουριό) είναι έντονα λοφώδης χωρίς πεδιάδες, αποχετεύεται από ρέματα πρώτης τάξης κλάδου του Χειμάρρου Δανορρέματος προς τον Αιγαίο Κόλπο (Γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής έρευνας, και Σχ.14.40).

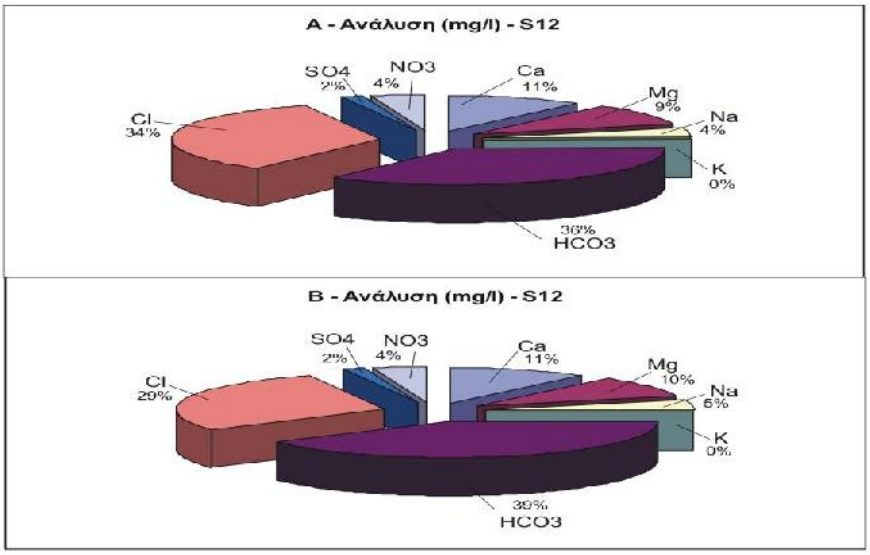
### *14.12.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Hydrogeological background)*

Η υδροφορία σχηματίζεται στο στρώμα του καρστικού ασβεστολιθικού ΤΚ. Οι σχηματισμοί της διάπλασης είναι αδιαπέρατοι ενστρώσεις στην μάζα του καρστικού ασβεστολθικού σχηματίσουν (κρεμαστός) υδροφόρο μικρές διαστάσεις (Σχ.14.40).
Η εκδήλωση της πηγής S12 σημειώνεται στην επαφή του κρεμαστού καρστιού υδροφόρου ορίζοντα με το αδιαπέρατο υγιές των σχιστοκερατολιθικών ενστρώσεων. sh της διάπλασης (Πίνακας απογραφής των πηγών).
Η εκροή σημειώνεται σε ρέμα πρώτης τάξης, και κατεύθυνση ροής ανατολή. Παρατηρείται ότι ο υδροφόρος εκφορτώνεται από ένα άλλο σημείο εκτός από αυτόν.




*Σχ.14.40: 1, χάρτης εντοπισμός της πηγής **S12** και **S5** στην περιοχή της Αγ. Σοφίας.2, κατεύθυνση εκροής νερού πηγής Α, υψόμετρο 562μ.σε ρέμα πρώτης τάξης. 3, Σκαριφηματική τομή και μηχανισμός λειτουργία πηγής. ΤΚ ,καρστικός κρεμαστός υδροφόρος. Sh, αδιαπέρατοι ενστρώσεις σχηματισμοί της διάπλαση.*
*Fig.14.40: Ag. Sofia area. 1, Location map of spring **S12** and spring **S5**. 2,outlet flow direction E height 562m discharge to stream 1st order. 3, Tk. Limestone and perched aquifer. Sh, impermeable intercalations of schist – chert formation*

### *14.12.3. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ (Hydrochemistry)*



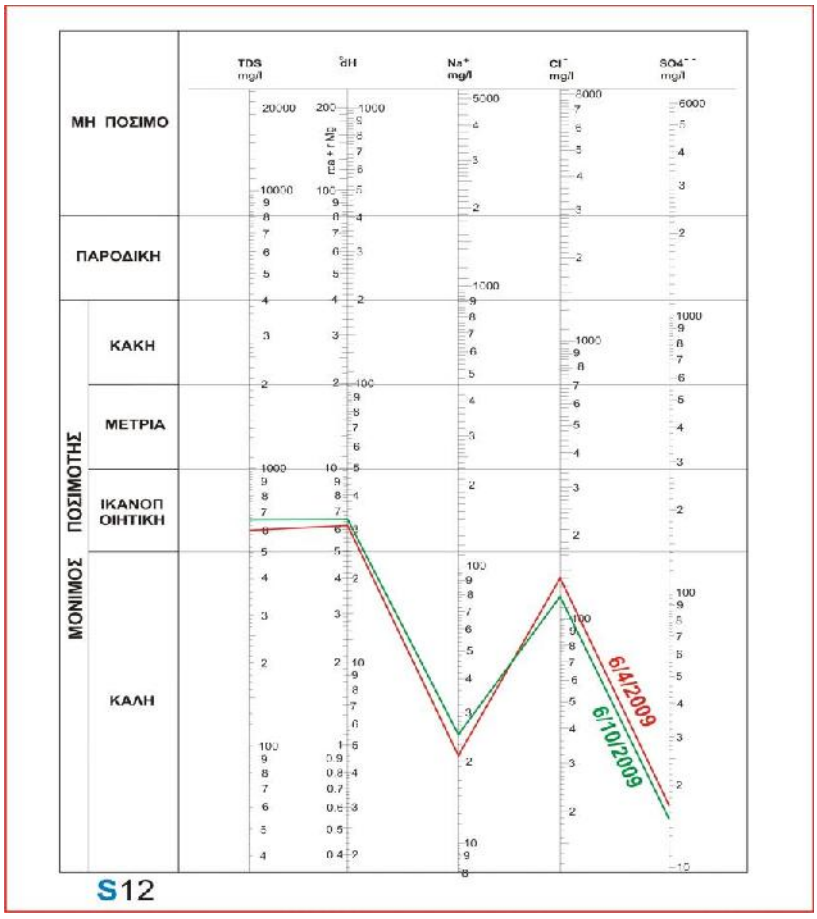

*Σχ.14.41: Πηγή **S12**. Κυκλικά διαγράμματα παρουσιάζουν κύρια ιόντα, αποτελέσματα των Α ,Β αναλύσεων.*
*Fig.14.41: Spring **S12**. Circular diagrams for major ions showing results from A and B analyses.*

*Πίν.14.12: Ποσιμότης νερού της πηγής **S12** μέσα στα σταθερότυπα των WHO, EU και φυσικού μεταλλικού νερού ΖΑΓΟΡΙ. Α, αρνητικό. Ø, Χωρίς ένδειξη.*
*Tab.14.12 : Potable of Spring **S12** comparing with mineral water ΖΑΓΟΡΙ and the international Standards WHO, EU. A, Negative. Ø, No indications..*

| Παράμετροι mg/l | Πηγή **S12** Καρστικός υδροφόρος | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό **ΜΑΙ/2009** mg/l |
|---|---|---|---|---|---|
| | Συλλογή **7-4-2009** | Συλλογή **4-10-2009** | WHO **1993** mg/l | EU 1998 mg/l | |
| **pH** | 7.7 | 7.8 | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | 340 | 420 | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | 309 | 400 | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | 220 | 250 | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 36 | 45 | | | 85.3 |
| **Mg** | 32 | 40 | | | 5.6 |
| **Na** | 14 | 20 | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0.1 | 0.2 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0 | 0 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 120 | 170 | | | 233 |
| **Cl** | 115 | 120 | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 6 | 7 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | 14 | 18 | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.1 | 0.2 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | A | A | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | A | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | A | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | **3** | A | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | **1** | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | 3.0 | καθόλου | |

Δεν παρατηρείται σημαντική μεταβολή στο χημισμό κατά την διάρκεια των δυο περιόδων (Πίν.14.41). Παρουσιάζεται άνοδος στην ηλεκτρική αγωγιμότητα EC κατά 80 μS/cm και το TDS κατά 91 mg/l, μεταξύ της υγρής και της ξηρής περιόδου.
Η μέση θερμοκρασία αέρα στις δυο περιόδους 23.0 °C. Η θερμοκρασία νερού ανεβαίνει 0.5 °C το καλοκαίρι. Η τιμή **pH** σταθερή στις δυο μετρήσεις Α και Β σε 7.8 επίσης το δυναμικό οξειδοαναγωγής σε -49 σε -50 mvolt δίνοντας αλκαλικό

χαρακτήρα στο νερό της πηγής. Οι τιμές της αλατότητας (Salinity) είναι μικρότερες της μονάδας (0.02 και 0.11) αποκλείονται τις πιθανότητες ανάμιξη με την θάλασσα.
Τα κατιόντα στη πρώτη περίοδο ανάλυσης αποτελούν 24% από τα κύρια ιόντα και τα ανιόντα 76%, στη δεύτερη περίοδο τα κατιόντα αυξάνουν σε 26% και τα ανιόντα μειώνονται σε 74%.
Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca είναι σταθερή στις δυο περιόδους αναλύσεις A και B σε 11% (ανεβαίνει κατά 9.0 mg/l), του μαγνησίου Mg σημειώνει αύξηση από 9% σε 10% (12.0 mg/l), του νατρίου Na ανεβαίνει από 4% σε 5%( κατά 6.0 mg/l), του καλίου K είναι λιγότερα της μονάς % (και σταθερή συγκέντρωση 0.1 - 0.2 mg/l), της δισανθρακικής ρίζας $HCO_3$ έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση 36% ανεβαίνει σε 39% (κατά 50.0 mg/l), του χλωρίου Cl από συγκέντρωση 34% πέφτει σε 29% (ανεβαίνει κατά 5.0 mg/l), των θειϊκών $SO_4$ σε σταθερή συγκέντρωση 2% στις A και B ανάλυση (ανεβαίνει κατά 1.0mg/l) και των νιτρικών $NO_3$ επίσης σε σταθερή συγκέντρωση 4% (κατά 4.0 mg/l).
Από πλευράς συνόλου των διαλυμένων στερεών (TDS 309 - 400 mg/l) το νερό χαρακτηρίζεται γλυκό (ταξινόμηση ανά 1000 mg/l).
Από πλευράς ολικής σκληρότητας $CaCO_3$ (220 – 250mg/l) το νερό της πηγής S12 είναι πολύ σκληρό (Hem).
Οι συγκεντρώσεις των δεικτών $NH_4$ και $NO_2$ (0.0 και 0.02 mg/l) είναι ελάχιστοι και το νερό είναι απαλλαγμένο από ρύπανση.
Ιχνοστοιχεία: Ο σίδηρος $Fe_2$ ανιχνεύτηκαν στη A ανάλυση σε συγκεντρώσεις 3 ppb και το μαγγάνιο Mn σε 1 ppb.




*Σχ.14.42: .Ποστμότης του νερού της πηγής S12 κατά Schoeller.*
*Fig.14.42: Drinkable of spring S12 water according to Schoeller*

Η μόνιμος ποσιμότης του νερού πηγής S12 είναι ικανοποιητική κατά Schoeller και βρίσκεται μέσα τους όρους που θέτουν τα διεθνής στάνταρντ (WHO & EU) ποιότητας. Όμως υπερβαίνει τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις παραμέτρων του φυσικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ) σε: 0.4 ρH, EC 5 μS/cm, TDS 109 – 200 mg/l, Mg 26.4 – 34.4 mg/l, Na 21.8 – 18.9 mg/l, Cl 111.1 – 116.1 mg/l και $NO_3$ 12.2 – 16.2 mg/l (Σχ.14.42).

## 14.13. ΠΗΓΗ S13 (Πηγές Πολιτικών) ΤΗΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΑΓ. ΠΑΝΤΕΛΕΗΜΩΝ

### *14.13.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Geological background)*

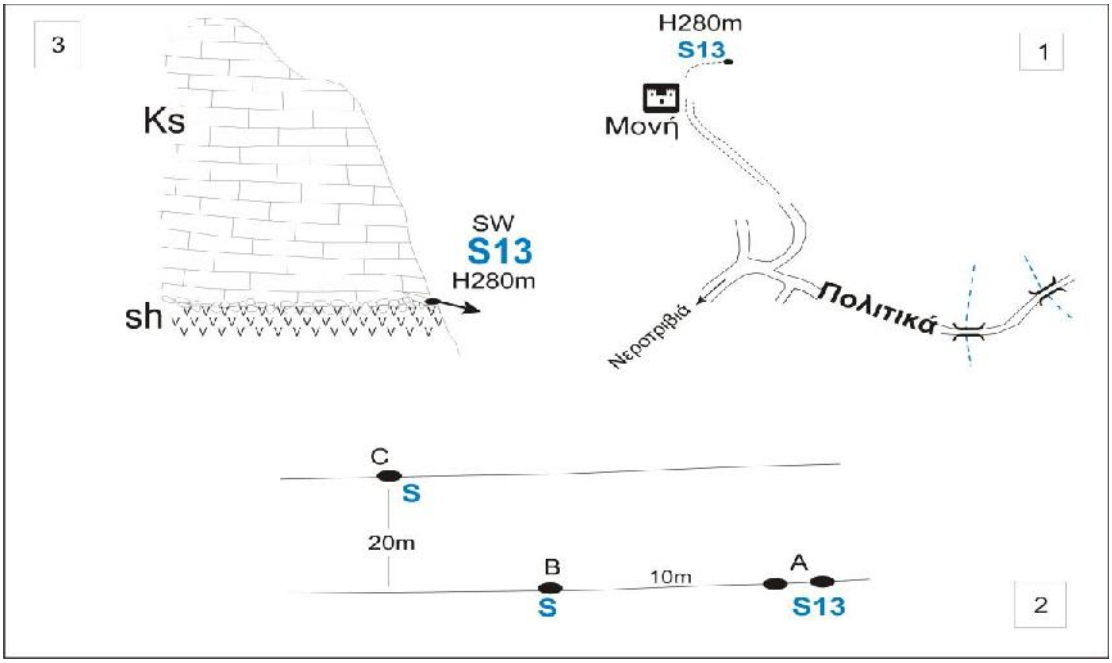
Η περιοχή είναι λοφώδης με υψηλά βουνά και απότομες πλαγιές όπως οι κορυφές της οροσειράς Κανδήλιου ( Αετός,802μ και Κατσούλα, 334μ). Αποχετεύεται από υδρογραφικό δίκτυο του χειμάρρου Μορτερή τετάρτης τάξης που εκβάλλει στο Ευβοϊκό Κόλπο (Φωτ.14.9 -10 – 11 και Σχ.14.43 και Σχ.14.43).
Η περιοχή της πηγών S13 σχηματίζεται κυρίως από ασβεστόλιθους του ανωτέρου Κρητιδικού Ks, παχυστρωματώδεις έως άστρωτοι καρστικοί, μαργαϊκοι και φορές κονδυλώδεις στη βάση της επίκλυση. Απαντούν με αφθονία οι οφιόλιθοι της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης sh, οι οποίοι αποτελούνται από σερπεντίνες, περιδοτίτες και διαβάσεις και μικρές εμφανίσεις σιδηρονικελιούχων κοιτασμάτων (Γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής έρευνας, και Σχ.14.43).
Η περιοχή εμφανίζει τεκτονισμός πτυχώσεων, ρηγμάτωσης και επίκλυσης (ασβεστόλιθων Ks) με κροκαλοπαγές στη βάση των ασβεστόλιθων ks.

*Φωτ.14.9: Πηγή S13 περιοχή Πολιτικών. 1,2,3,4, διαβρωμένοι, καρστικοί ασβεστόλιθοι ks αποτελούν το υδροφόρο ΑΣ4 της πηγής. 5, δειγματοληψία και μετρήσεις.*
*Photo14.9: Spring S13 of Politika area. 1,2,3,4, karstic limestone ks, constitute the aquifer ΑΣ4 of the spring. Sampling and field works.*

### *14.13.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Hydrogeological background)*

Ο υδροφόρος της περιοχής της πηγής S13 αναπτύσσεται στο καρστικό ασβεστολιθικό στρώμα ks, της επίκλυσης ακόμη και στους κροκαλοπαγές που

υπόκεινται. (Φωτ.14.10 και 14.11). Οι σχηματισμοί του υποβάθρου αποτελούν τα μέλη της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης sh (Σχ.14.43).
Η εκφόρτωση του καρστικού υδροφόρου ορίζοντα ΑΣ4 σημειώνεται σε ένα μέτωπο στην επαφή με το αδιπέρατο σχηματισμό του υποβάθρου. Η εκροή της πηγής εκδηλώνεται σε μορφή ομάδας πηγών (ανάλογα με την μορφολογία της βάσης επίκλυσης) απέχουν ολίγα μέτρα μεταξύ τους.
Η κατεύθυνση ροής των πηγών είναι νότιο και νοτιοδυτικά προς το χειμάρρου Μορτερή.
Συντεταγμένες (Εκροή Β): **N** 38 36.440, **E** 23 32.959 [**E** 461490, **N** 4273434]
Συντεταγμένες (Εκροή C): **N** 38 36.402, E 23 32.876 [**E** 461288, **N** 4273317]
.




*Σχ.14.43: 1, 2, Χάρτης εντοπισμός πηγών **S13** (A, B, C) Αγ. Παντελεήμων στην περιοχή Πολιτικών. 3, Σκαριφηματική τομή των πηγών.ks, καρστικός υδροφόρος. Sh, αδιαπέρατος σχιστοκερατολιθικό στρώμα της βάσης. Κατεύθυνση εκροής ΝΔ. Υψόμετρο 280μ.*
*Fig.14.43: Politika – Ag. Pandellimon area. 1, 2, Location map of group springs **S13** (A,B,C ). 3, Schematic section showing mechanism running the spring. Ks, karstic aquifer. Sh, impermeable schist – chert underlying layer. Outlet flow direction SW. Height 280m.*

*Φωτ.14.10: Μηχανισμός λειτουργία της πηγής **S13**. ks, καρστικός υδροφόρος. Sh, αδιαπέρατοι σχιστοκερατόλιθοι της βάσης. F, ρήγμα. SL, γραμμή επαφής της πηγής.*
*Photo14.10: Mechanism running the spring **S13**. Ks, karstic aquifer. Sh, impermeable schist – chert. F, fault. SL, spring (contact line) line.*

### *14.13.3. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ (Hydrochemistry)*

*Πίν.14.13/Α: Αποτελέσματα ανάλυση δειγμάτων νερού από πηγή **S13** στη περιοχή των Πολιτικών . Α, α, Επιτόπου ανάλυση. Β, β, Γενική εργαστηριακή χημική ανάλυση. Γ, γ, Ανάλυση ιχνοστοιχείων. Α, Κάτω από όριο ανίχνευσης.*
*Tab.14.13/A: Analyses results water samples from spring **S13** - Politika area. a, Field analyses. B, General laboratory chemical analyses. γ, Trace elements. A, Below tracing range*

(A)

| Τοπική ανάλυση νερού (10 / 4 / 1999) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Θερμοκρασία ºC** | | **pH** | **Eh** | **Sal** | **Αγωγιμότητα** | **TDS** |
| Νερού | Αέρα | | **mV** | | μS/cm | mg |
| 16 | 20 | 7.9 | -46 | 0.25 | 460 | 398 |

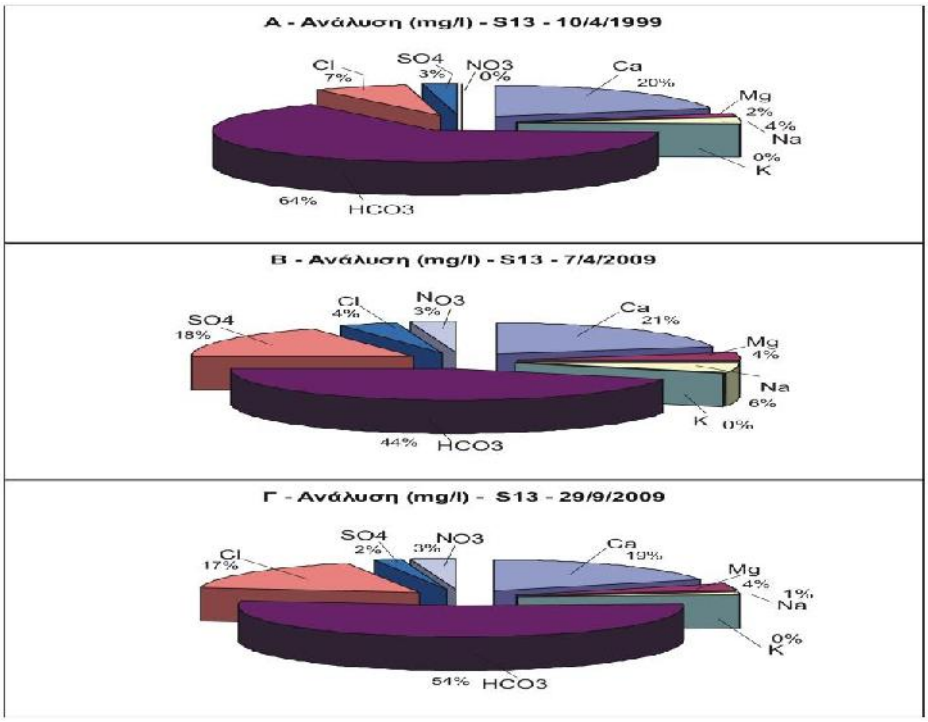
(B)

| Α – Γενική χημική ανάλυση νερού - **mg/L** (Συλλογή δειγμάτων 10 / 4 / 1999) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ca** | **Mg** | **Na** | **K** | **HCO3** | **Cl** | **SO4** | **NO3** | **Σκληρότητα** | | **NO2** |
| | | | | | | | | Ολική | Παροδική | |
| 81.78 | 6.33 | 13.80 | 0.78 | 257.00 | 28.37 | 9.61 | 0 | 230 | 211 | 0.01 |

(Γ)

| **Ιχνοστοιχεία (ppb)** | **Cd** | **Cu** | **Fe** | **Mn** | **Pb** | **Zn** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 / 4 / 1999 | A | A | A | A | A | A |

*Φωτ.14.11: Ομάδα Πηγών S13 στην περιοχή Πολιτικών και σημεία εκροής. Ks, καρστκός υδροφόρος. FeNi, σιδηρονικελιούχο κοίτασμα.*
*Photo14.11: Group springs S13 Politika area and the outlet points. Ks, karstic aquifer. FeNi, iron – nickel ore deposit.*




*Σχ.14.44.: Πηγή **S13**. Κυκλικά διαγράμματα παρουσιάζουν κύρια ιόντα, αποτελέσματα των Α ,Β αναλύσεων.*
*Fig.14.44: Spring **S13**. Circular diagrams for major ions showing results from A and B analyses.*

*Πίν.14.13/Β: Ποσιμότης νερού της πηγής **S13** μέσα στα σταθερότυπα των WHO, EU και φυσικού μεταλλικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ). Α, αρνητικό. Ø, Χωρίς ένδειξη.*
*Tab. 14.13/B: Potable of Spring **S13** comparing with mineral water (ΖΑΓΟΡΙ) and the international Standards WHO, EU. A, Negative. Ø, No indications..*

| Παράμετροι mg/l | Πηγή **S13** | | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό **MAI/2009** mg/l |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Καρστικός υδροφόρος | | | WHO **1993** mg/l | EU **1998** mg/l | |
| | Συλλογή **10-4-1999** | Συλλογή **7-10-2009** | Συλλογή **29-9-2009** | | | |
| **pH** | 7.9 | 8.1 | 8.0 | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | 460 | 350 | 495 | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | 398 | 339 | 474 | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | 230 | 230 | 290 | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 82 | 72 | 88 | | | 85.3 |
| **Mg** | 7 | 12 | 17 | | | 5.6 |
| **Na** | 14 | 19 | 7 | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0.7 | 0.1 | 0.7 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0.0 | 0.02 | 0.0 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 257 | 150 | 250 | | | 233 |
| **Cl** | 28 | 60 | 80 | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 10 | 14 | 9 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | 0 | 12 | 10 | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | A | A | | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | A | A | | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | A | | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | A | **10** | **28** | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | A | A | | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | A | | | 3.0 | καθόλου | |

Παρατηρείται μικρή μεταβολή στο χημισμό κατά την διάρκεια των τριών περιόδων μετρήσεων μεταξύ της υγρής και της ξηρής περιόδου (Πίν.14.13 και Σχ.14.44). Παρουσιάζεται άνοδος στην ηλεκτρική αγωγιμότητα EC στις θερινές περιόδους κατά 35 μS/cm και το TDS κατά 76 mg/l (Πίνακας αποτελέσματα χημικών αναλύσεων νερού των πηγών).

Η μέση θερμοκρασία αέρα στις τρεις περιόδους 22.0 °C. Η θερμοκρασία νερού έμεινε σταθερή σε 16.0 °C . Η τιμή pH (μέση 8.0) επίσης είναι σταθερή, το δυναμικό οξειδοαναγωγής σε πολύ κοντινές τιμές -41, -56, -55 mvolt δίνοντας αλκαλικό χαρακτήρα στο νερό της πηγής. Οι τιμές της αλατότητας (Salinity) είναι μικρότερες της μονάδας (0.25, 0.21 και 0.26) αποκλείονται τις πιθανότητες ανάμιξη με την θάλασσα

Τα κατιόντα στη πρώτη περίοδο ανάλυσης αποτελούν 26% από το σύνολο ιόντων και τα ανιόντα 74%, στη δεύτερη περίοδο αυξάνουν σε 31% και τα ανιόντα μειώνονται σε 69%.

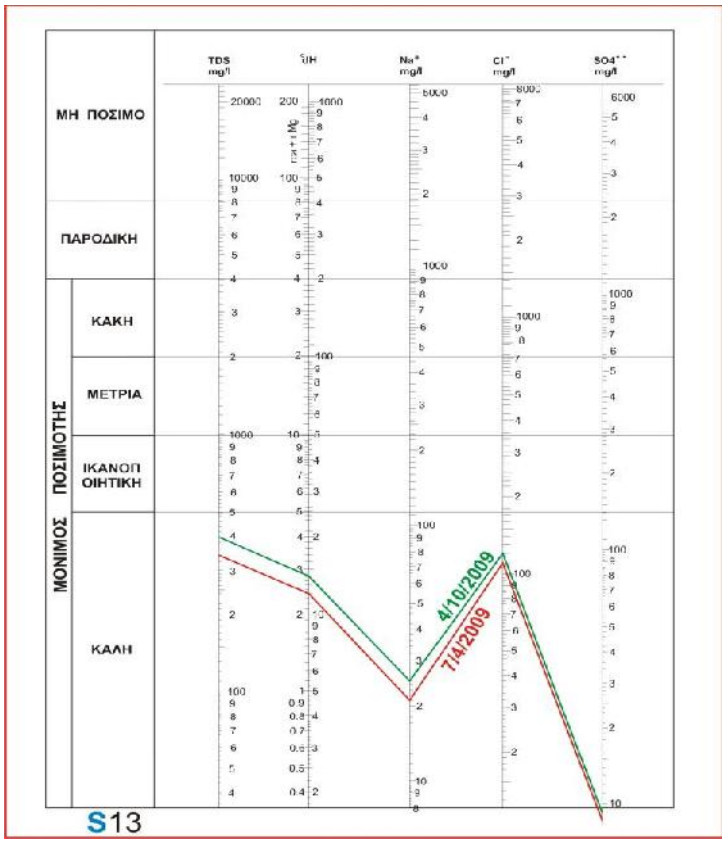
Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca είναι μεταξύ 20%, 21% και 19% (παρουσίασε πτώση κατά 10 mg/l και άνοδο 6.0 mg/l), του μαγνησίου Mg σε συγκεντρώσεις μεταξύ 2%, 4% και 4% (παρουσίασε άνοδο κατά 5.0 mg/l και 10 mg/l), του νατρίου Na μεταξύ 4%, 6% και 1% (παρουσίασε άνοδο κατά 4.0 mg/l και πτώση 7 mg/l), του καλίου K είναι μικρότερο της μονάς % (κυμαίνεται σε συγκέντρωση μεταξύ 0.1 - 0.7 mg/l), της δισανθρακικής ρίζας $HCO_3$ μεταξύ 64%, 44% και 54% (πέφτει κατά 96.0% και 17% (ανεβαίνει κατά 32.0 mg/l και 52.0 mg/l), των θειϊκών $SO_4$ σε συγκεντρώσεις μεατξύ 2%, 4% και 2% (παρουσίασε άνοδος 4.0 mg/l και πτώση 1.0 mg/l) και των νιτρικών $NO_3$ μεταξύ 0% και 3%, 1999 (ανεβαίνει κατά 12mg/l στη Α ανάλυση και 10.0 mg/l στην Β ανάλυση 2009).

Από πλευράς συνόλου διαλυμένων στερεών (TDS 398 – 339 - 474) το νερό χαρακτηρίζεται ως γλυκό (ταξινόμηση ανά 1000 mg/l).

Από πλευράς ολικής σκληρότητας $CaCO_3$ (230mg/l – 1999, 230mg/l και 360mg/l - 2009) το νερό της πηγής S13 είναι πολύ σκληρό (Hem).

Οι συγκεντρώσεις των δεικτών $NH_4$ και $NO_2$ (0.0 0.03 και 0.01 mg/l 1999/2009) είναι ελάχιστοι και το νερό είναι απαλλαγμένο από ρύπανση.

Ιχνοστοιχεία: Ο σίδηρος $Fe_2$ επίσης δυο φορές ανιχνεύτηκε σε μικρές συγκεντρώσεις 10 ppb και 28 ppb -2009 (Σχ.14.45).



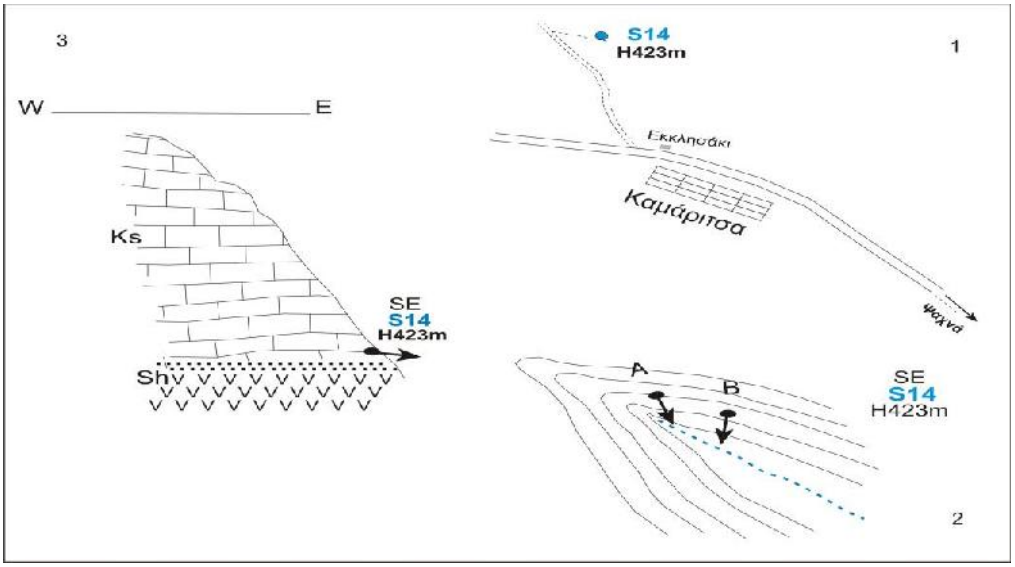

*Σχ.14.45: .Ποστμότης του νερού της πηγής S13 κατά Schoeller.*
*Fig.14.45: Drinkable of spring S13 water according to Schoeller*

Η μόνιμος ποσιμότης του νερού πηγής S13 είναι καλή κατά Schoeller και βρίσκεται μέσα τους όρους που θέτουν τα διεθνής στάνταρντ (WHO & EU) ποιότητας. Οι συγκεντρώσεις του νερού πηγής υπερβαίνουν τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις παραμέτρων του φυσικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ) σε: 0.5 – 0.7 pH, EC 49 – 80 μS/cm, TDS 139 – 247 mg/l, Ca 2.7 mg/l στη Β ανάλυση, 2009, Mg 1.4 – 11.4 mg/l, Na 4.8 – 16.8 mg/l, Cl 24.9 – 76.1 mg/l, $SO_4$ 3.8 mg/l στην Α ανάλυση 2009 και σκληρότητα $CaCO_3$ 57 mg/l στη Β ανάλυση 2009.

## 14.14. ΠΗΓΗ S14 (Καμάριτσα) ΤΗΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΚΑΜΑΡΙΤΣΗ

### *14.14.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Geological background)*

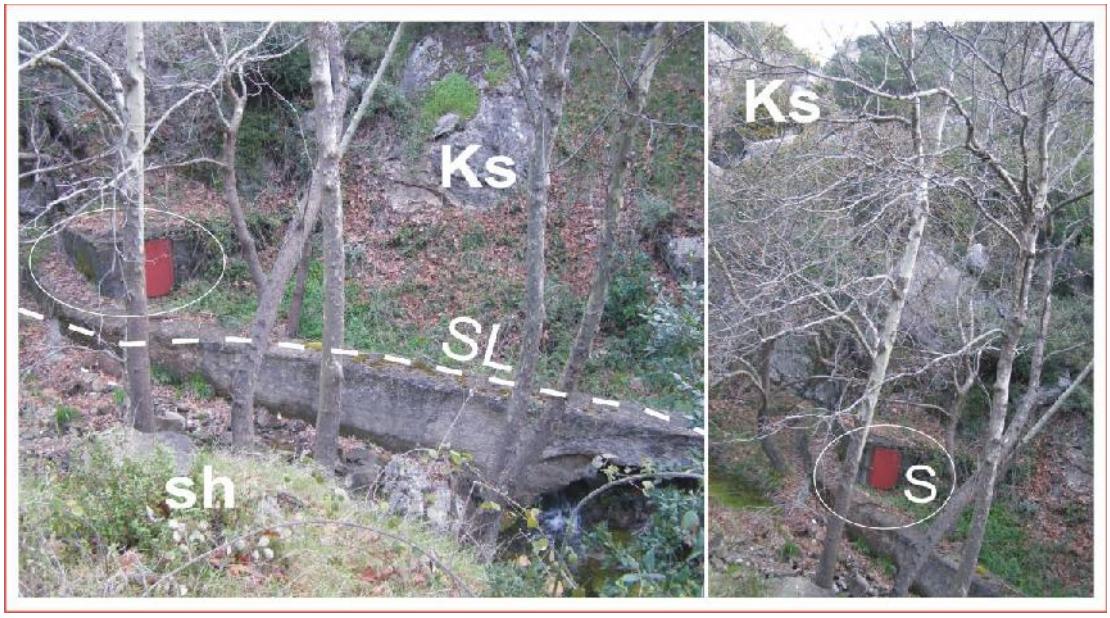
Η μορφολογία της περιοχής είναι ορεινή με απότομες πλαγιές, βρίσκεται στο μήκος της υδροκριτικής γραμμής που χωρίζει μεταξύ δυο υδρογραφικά δίκτυα, του Μορτερή και Πεθαμένου χειμάρρων (Γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής έρευνας).
Η περιοχή της πηγής Καμαρίτσας σχηματίζεται από λιμναίες αποθέσεις, (κροκαλοπαγών και ψαμμιτών) ασβεστόλιθους ks, ανωτέρου Κρητιδικού και σχηματισμούς της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης sh (Σχ.14.46).




*Σχ.14.46: 1, Χάρτης εντοπισμός πηγής **S14** στην περιοχή της Καμαρτίσας. 2, κατεύθυνση εκροή του νερού ΝΑ στο ρέμα πρώτης τάξης, υψόμετρο 423μ. 3, Σκαριφηματική τομή και μηχανισμός λειτουργία πηγής. Ks, καρστικό υδροφόρο. Sh, αδιαπέρατο σχιστοκερατολικό της βάσης και κροκαλοπαγές της επίκλυσης.*
*Fig.14.46: Kamaritsa area.1, Location map of the spring S14. 2, outlet flow direction SE discharging to stream 1st order, height 423. 3, Schematic section showing mechanism running the spring. ks, karstic aquifer. Sh, impermeable schist - chert and the transgressive conglomerates underlying layer.*

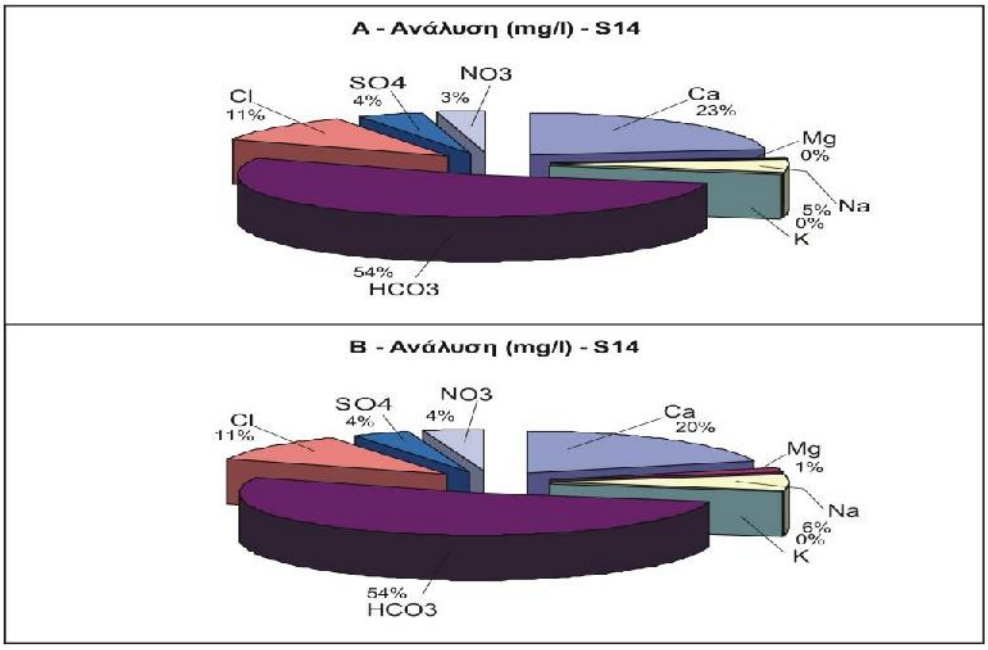
### *14.14.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (hydroeological background)*

Η υδροφορία της περιοχής αναπτύσσεται κυρίως στους καρστικούς ασβεστόλιθους ks, και σους κροκαλοπαγές της βάσης επίκλυσης (Πίνακας απογραφής των πηγών).
Η εκροή του νερού πηγής S14 εκδηλώνεται σε ένα μέτωπο 12μ στην επαφή του καρστικού ασβεστολιθικού υδροφόρου ορίζοντα με το αδιαπέρατο υπόβαθρο που αργιλικοί σχιστόλιθοι που είναι μέλη της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης (Σχ.14.46).
Η κατεύθυνση ροή του είναι νοτιοανατολικά προς ρέμα πρώτης τάξης, κλάδος του Πεθαμένου ποταμού (Φωτ.14.12).




*Φωτ.14.12: Πηγή* ***S14*** *στην περιοχή Καμάριτσα. ks, καρστικός υδροφόρος. Sh, αδιαπέρατο σχιστοκερατολιθικό στρώμα της βάσης, SL, γραμμή επαφή, S, λεκάνη συλλέκτης.*
*Photo14.12: Spring* ***S14*** *Kamaritsa area. Ks, karstic aquifer. Sh, impermeable schist – chert underlying layer. SL, contact (spring) line. S, spring collection chamber.*

### *14.14.3. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ (Hydrochemistry)*



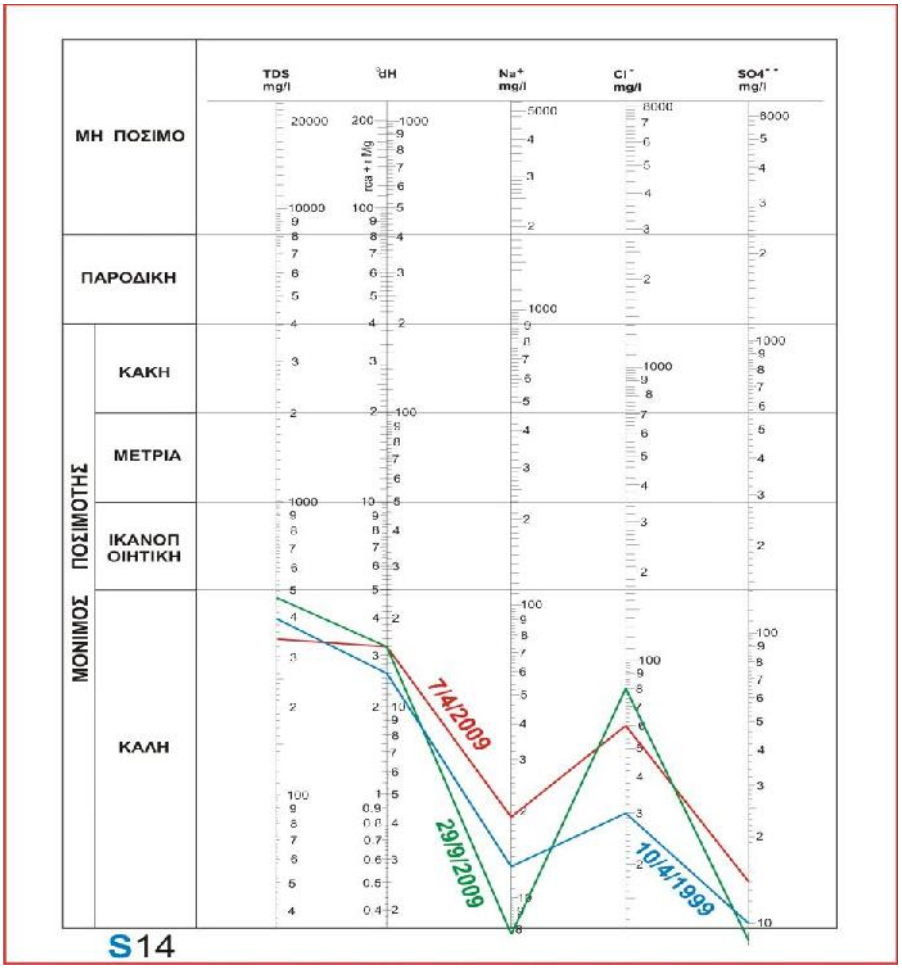

*Σχ.14.47: Πηγή* ***S14****. Κυκλικά διαγράμματα παρουσιάζουν κύρια ιόντα, αποτελέσματα των Α ,Β αναλύσεων.*
*Fig.14.47: Spring* ***S14****. Circular diagrams for major ions showing results from A and B analyses.*

*Πίν.14.14: Ποσιμότης νερού της πηγής **S14** μέσα στα σταθερότυπα των WHO, EU και φυσικού μεταλλικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ). Α, αρνητικό. Ø, Χωρίς ένδειξη.*
*Tab.14.14: Potable of Spring **S14** comparing with mineral water (ΖΑΓΟΡΙ) and the international Standards WHO, EU. A, Negative. Ø, No indications..*

| Παράμετροι mg/l | Πηγή **S14** Καρστικός υδροφόρος | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό **ΜΑΙ/2009** mg/l |
|---|---|---|---|---|---|
| | Συλλογή **8-4-2009** | Συλλογή **5-10-2009** | WHO **1993** mg/l | EU **1998** mg/l | |
| **pH** | 7.5 | 7.8 | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | 560 | 584 | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | 467 | 563 | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | 270 | 330 | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 106 | 115 | | | 85.3 |
| **Mg** | 1 | 7 | | | 5.6 |
| **Na** | 24 | 34 | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0.1 | 0.1 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0.03 | 0.04 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 250 | 300 | | | 233 |
| **Cl** | 50 | 61 | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 20 | 22 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | 16 | 23 | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.02 | 0.01 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | A | A | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | **17** | **19** | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | A | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | **4** | **10** | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | A | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | 3.0 | καθόλου | |

Δεν παρατηρείται σημαντική μεταβολή στο χημισμό κατά την διάρκεια των δυο περιόδων μετρήσεων μεταξύ της υγρής και της ξηρής περιόδου (Πίν.14.14). Παρουσιάζεται άνοδος στην ηλεκτρική αγωγιμότητα EC κατά 24 μS/cm και το TDS κατά 96 mg/l (Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων νερού πηγών, Σχ.14.47).
Η μέση θερμοκρασία αέρα στις δυο περιόδους 24.0 ºC. Η θερμοκρασία νερού είναι σταθερή χειμώνα και καλοκαίρι. Η τιμή pH ανεβαίνει ελαφρά από 7.5 σε 7.8 επίσης το δυναμικό οξειδοαναγωγής Eh, από -34 σε -41 mvolt δίνοντας αλκαλικό χαρακτήρα στο νερό της πηγής. Οι τιμές της αλατότητας (Salinity) είναι μικρότερες της μονάδας (0.34 και 0.38) αποκλείουν τις πιθανότητες ανάμιξη με την θάλασσα
Τα κατιόντα στη πρώτης περίοδο ανάλυσης αποτελούν 28% από τα κύρια ιόντα και τα ανιόντα 72%, όμως στη δεύτερη περίοδο τα κατιόντα πέφτουν σε 27% και τα ανιόντα μειώνονται σε 74%.
Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca πέφτει από 23% σε 20% (ανεβαίνει 9.40 mg/l), του μαγνησίου Mg από 0% συγκέντρωση σε 1% (ανεβαίνει κατά 6.1 mg/l), του νατρίου Na ανεβαίνει από 5% σε 6% ( κατά 10.5 mg/l), του καλίου K είναι λιγότερα της μονάς % (και σταθερή συγκέντρωση 0.1 - 0.2 mg/l), της δισανθρακικής ρίζας $HCO_3$ έχει μεγαλύτερη και σταθερή συγκέντρωση 57% (ανεβαίνει κατά 50.0 mg/l), του χλωρίου Cl επίσης σε σταθερή συγκέντρωση 11% στις δυο αναλύσεις A και B (ανεβαίνει κατά 10.0 mg/l), των θειϊκών $SO_4$ σταθερή συγκέντρωση 4% (ανεβαίνει κατά 2.0 mg/l) και στων νιτρικων $NO_3$ ανεβαίνει από 3% σε 4% (ανεβαίνει κατά 7.1 mg/l).
Από πλευράς συνόλου των διαλυμένων στερεών (TDS 467 - 653 mg/l) το νερό χαρακτηρίζεται *γλυκό* (ταξινόμηση ανά 1000 mg/l).
Από πλευράς ολικής σκληρότητας $CaCO_3$ το νερό της πηγής S14 είναι πολύ σκληρό (Hem).
Οι συγκεντρώσεις των δεικτών $NH_4$ και $NO_2$ (0.03 και 0.04 mg/l) είναι ελάχιστοι και το νερό είναι απαλλαγμένο από ρύπανση.
Ιχνοστοιχεία: Το χρώμιο Cr (ολικό) ανιχνεύτηκε δυο φορές σε μικρές συγκεντρώσεις 17 ppb και 19 ppb. Ο σίδηρος $Fe_2$ επίσης δυο φορές ανιχνεύτηκαν μικρές συγκεντρώσεις 4 ppb και 10 ppb.

Η μόνιμος ποσιμότης του νερού της πηγής S14 είναι καλή κατά Schoeller και βρίσκεται ενός ορίων που θέτουν τα διεθνής στάνταρντ (WHO & EU) ποιότητας. Όμως υπερβαίνει τις συγκεντρώσεις παραμέτρων του φυσικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ) σε: 0.1 – 0.4 ρH, EC 145 – 169 μS/cm, TDS 269 – 363 mg/l, Ca 20.0 – 30.2 mg/l, Mg 1.7 mg/l, Na 22.8 – 32.3 mg/l, Cl 46.1 - 57.1 mg/l, $NO_3$ 13.8 – 20.9 mg/l και σκληρότητα $CaCO_3$ 37.0 - 97 mg/l (Σχ.14.48).

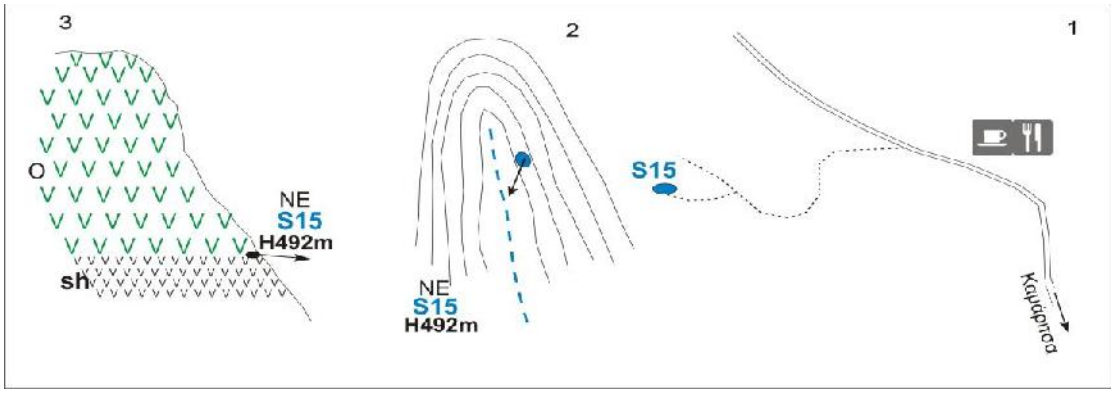



*Σχ.14.48: .Ποστμότης του νερού της πηγής S14 κατά Schoeller.*
*Fig.14.48: Drinkable of spring S14 water according to Schoeller*

## 14.15. ΠΗΓΗ S15 (Νεροτριβιά) ΤΗΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΝΕΡΟΤΡΙΒΙΑΣ

### *14.15.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Geological background)*

Η περιοχή της Νεροτριβιάς είναι έντονα λοφώδης σχηματίζεται από βουνά γυμνής επιφάνειας και απότομες κλητής όπως του υψώματος Αετός (802μ) στην οροσειρά Κανδήλιον. Η περιοχή αποχετεύεται από τους κλάδους του χειμάρρου Μορτερή.
Η περιοχή γνώρισε τον τεκτονισμό των πτυχώσεων και τον αντίκλινο που δημιούργησε την οροσειρά και την μορφολογία της (Σχ.14.49).
Η περιοχή της πηγής S15 αποτελείται κυρίως από τους οφιόλιθους της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης, και από ασβεστόλιθους ks του ανωκρητιδικού και εμφανίσεις σιδηρονικελιούχων κοιτασμάτων (Γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής έρευνας).

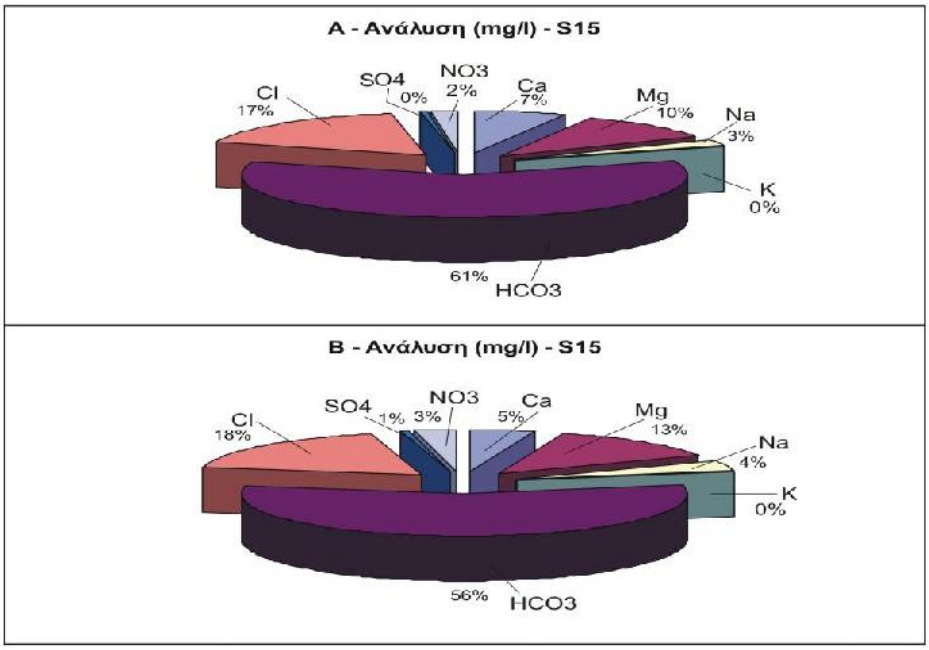



*Σχ.14.49: 1, Χάρτης εντοπισμός της πηγής **S15** στη περιοχή της Νεροτριβιάς. 2, Κατεύθυνση εκροής νερού πηγής ΒΑ. 3, Σκαριφηματική τομή της πηγής.*
*Fig.14.49: Nerotrivia area. 1, Location map of spring **S15**. 2, Outlet flow direction NE discharge to stream 1st order. 3, Schematic section showing the mechanism running spring. Height 492m. o, Ophiolite fissured aquifer. sh, impermeable underlying schist - chert layer.*

### *14.15.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Hydrogeological background)*

Η υδροφορία της πηγής S15 σχηματίζεται στο διαρρηγμένο οφιολιθικό στρώμα (σερπεντίνες και περιδοτίτες) και ανώτερο τμήμα της διάπλασης.
Η πηγή εκδηλώνεται στην επαφή του διαρρηγμένου οφιολιθικού υδροφόρου ορίζοντα με το αδιαπέρατο τμήμα της διάπλασης που υπόκειται (Σχ.14..49).
Η εκροή σημειώνεται με κατεύθυνση ροής νοτιοανατολικά προς ένα χείμαρρο κλάδος πρώτης τάξης όπου αρχίζει ο χείμαρρος Μορτερής.

### *14.15.3. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ (Hydrochemistry)*




*Σχ.14.50: Πηγή **S15**. Κυκλικά διαγράμματα παρουσιάζουν κύρια ιόντα, αποτελέσματα των Α ,Β αναλύσεων.*
*Fig.14.50: Spring **S15**. Circular diagrams for major ions showing results from A and B analyses.*

*Πίν.14.15: Περιοχή Νεροτριβιά–Καμάριτσα. Ποσιμότης νερού της πηγής **S15** μέσα στα σταθερότυπα των WHO, EU και φυσικού μεταλλικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ). Α, αρνητικό. Ø, Χωρίς ένδειξη.*
*Tab.14.15: Potable of Spring **S15** comparing with mineral water (ΖΑΓΟΡΙ) and the international Standards WHO, EU. A, Negative. Ø, No indications.*

| Παράμετροι mg/l | Πηγή S**15** Οφιολιθικός υδροφόρος | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό **ΜΑΙ/2009** mg/l |
|---|---|---|---|---|---|
| | Συλλογή **8-4-2009** | Συλλογή **5-10-2009** | WHO **1993** mg/l | EU **1998** mg/l | |
| **pH** | 8.0 | 8.2 | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | 570 | 582 | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | 543 | 546 | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | 320 | 310 | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 36 | 26 | | | 85.3 |
| **Mg** | 56 | 71 | | | 5.6 |
| **Na** | 14 | 21 | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0.3 | 0.3 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0 | 0.02 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 330 | 340 | | | 233 |
| **Cl** | 95 | 100 | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 1 | 4 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | 11 | 16 | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.01 | 0.01 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | A | A | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | **11** | **17** | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | A | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | **10** | **12** | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | A | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | 3.0 | καθόλου | |

Παρατηρείται μικρή μεταβολή στο χημισμό κατά την διάρκεια των δυο περιόδων μετρήσεων μεταξύ της υγρής και της ξηρής περιόδου (Πίν.14.15 & Σχ.14.50). Παρουσιάζεται άνοδος στην ηλεκτρική αγωγιμότητα EC κατά 12 μS/cm και το TDS κατά 3 mg/l.

Η μέση θερμοκρασία αέρα στις δυο περιόδους 18.5 ºC. Η θερμοκρασία νερού ανεβαίνει 0.5ºC το καλοκαίρι. Η τιμή ρΗ ανεβαίνει από 8.0 σε 8.2 το δυναμικό οξειδοαναγωγής Eh πέφτει ελαφρά από -49 σε -46 mvolt παραμένει ο αλκαλικός χαρακτήρας στο νερό της πηγής. Οι τιμές της αλατότητας (Salinity) είναι μικρότερες της μονάδας (0.34 και 0.36) επομένως αποκλείεται ανάμιξη το νερό της πηγής με την θάλασσα.

Τα κατιόντα στη Α περιόδου ανάλυσης αποτελούν 20% από το σύνολο ιόντων και τα ανιόντα 80%, στη Β περίοδος ανάλυση τα κατιόντα αυξάνουν σε 22% και τα ανιόντα μειώνονται σε 78%.

Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca πέφτει από 7% σε 5% (10.3 mg/l), του μαγνησίου Mg σημειώνει αύξηση από 10% σε 13% (14.6 mg/l), του νατρίου Na ανεβαίνει από 3% σε 4% (κατά 6.5 mg/l), του καλίου K είναι λιγότερο της μονάδας % (σταθερή συγκέντρωση 0.3 mg/l), της δισανθρακικής ρίζας $HCO_3$ έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση 61% πέφτει σε 56% (πέφτει κατά 20 mg/l), και η συγκέντρωση του χλωρίου Cl ανεβαίνει από 17% σε 18% (κατά 5.0 mg/l), των θειϊκών $SO_4$ σε συγκεντρώσεις 0% στην Α ανάλυση ανεβαίνει σε 1% στη Β ανάλυση (κατά 2.5 mg/l) και των νιτρικών $NO_3$ η συγκέντρωση ανεβαίνει από 2% σε 3% (κατά 5.1 mg/l).

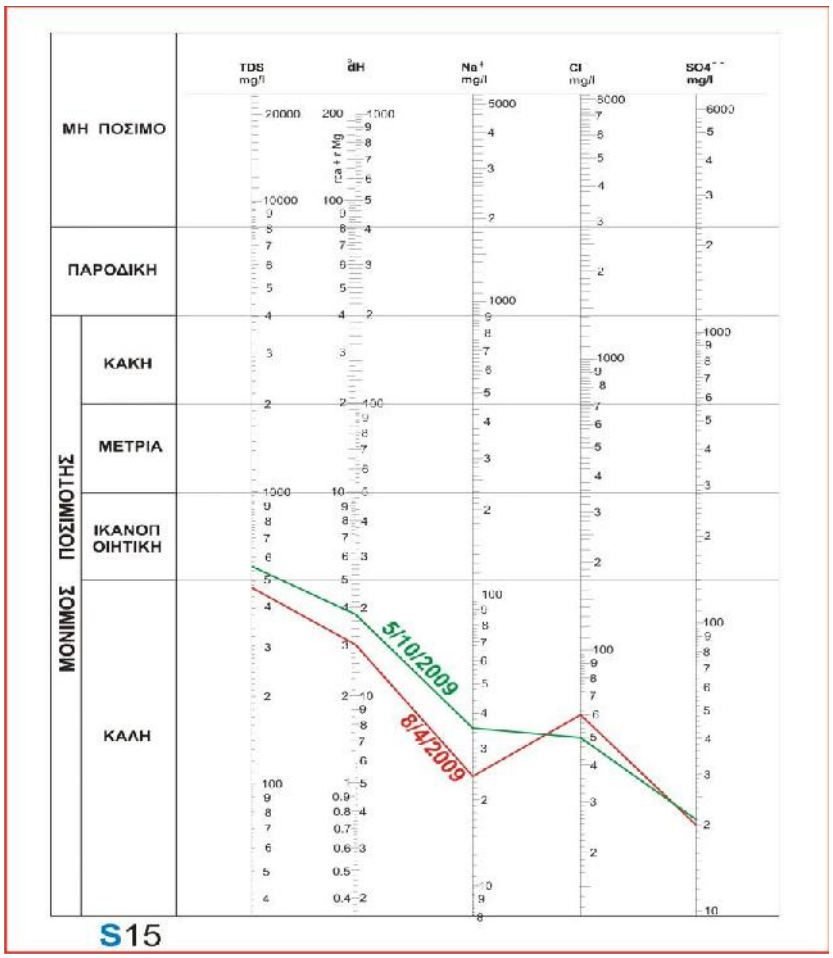
Από πεύρας συνόλου διαλυμένων στερεών (TDS 543 – 645 mg/l) το νερό χαρακτηρίζεται ως γλυκό (ταξινόμηση ανά 1000 mg/l).

Από πεύρας ολικής σκληρότητας $CaCO_3$ το νερό (570 – 582 mg/l) της πηγής S15 είναι πολύ σκληρό (Hem).

Οι συγκεντρώσεις των δεικτών $NH_4$ και $NO_2$ (0.0 και 0.02 mg/l) είναι ελάχιστοι και το νερό είναι απαλλαγμένο από ρύπανση.

Ιχνοστοιχεία: Το χρώμιο Cr (ολικό) ανιχνεύτηκε δυο φορές σε μικρές συγκεντρώσεις 11 ppb και 17 ppb. Ο σίδηρος $Fe_2$, επίσης δυο φορές ανιχνεύτηκε σε μικρές συγκεντρώσεις 10 ppb και 12 ppb.

Η μόνιμος ποσιμότης του νερού πηγής S15 είναι ικανοποιητική κατά Schoeller και βρίσκεται εντός των όρων που θέτουν τα διεθνής στάνταρντ (WHO & EU) ποιότητας. Οι συγκεντρώσεις του νερού πηγής S15 υπερβαίνουν τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις παραμέτρων του φυσικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ) σε: 0.6 – 0.8 pH, EC 155 – 167 μS/cm, TDS 343 – 346 mg/l, Mg 50. – 54.9 mg/l, Na 11.8 – 18.3 mg/l, $HCO_3$100.0 – 77.0, Cl 91.1 – 96.1 mg/l, $NO_3$ 8.8 – 13.7 mg/l και σκληρότητα $CaCO_3$ 87 – 77 mg/l (Σχ.14.51).




*Σχ.14.51: .Ποστμότης του νερού της πηγής S15 κατά Schoeller.*
*Fig.14.51: Drinkable of spring S15 water according to Schoeller*

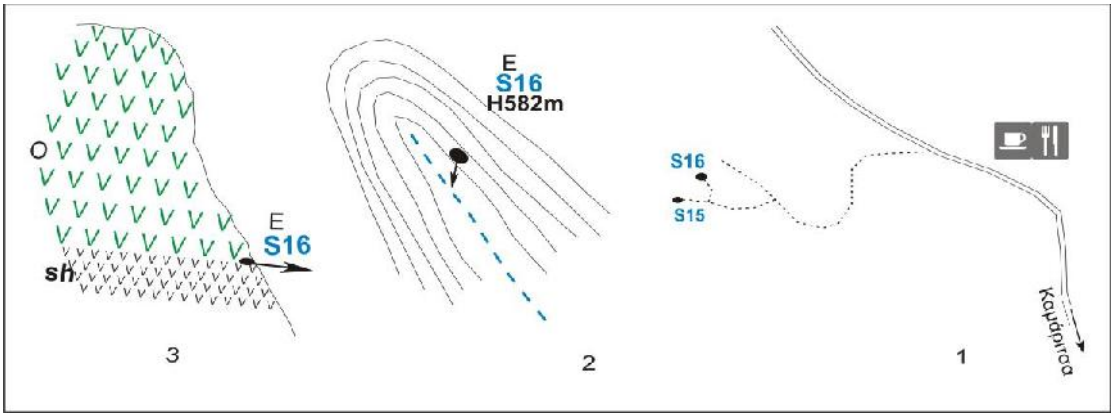
## 14.16. ΠΗΓΗ S16 (Spring 16) ΤΗΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΝΕΡΟΤΡΙΒΙΑΣ

### *14.16.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Geological background)*

Η γεωλογία περιοχής της πηγής S16 είναι σχεδόν όπως περιγράφεται στην πηγή S15 (Φωτ.14.13 και Σχ.14.52)

### *14.16.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Hydrogeologica backgroundl)*

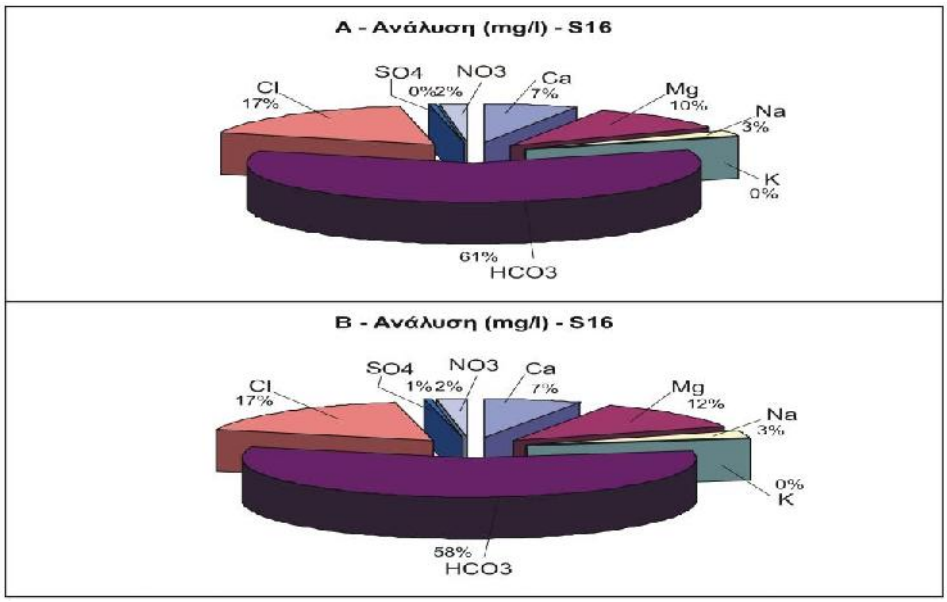
Η υδρογεωλογία όπως περιγράφεται στην πηγή S15, και πιθανόν να ανήκουν στον ίδιο υδροφόρο στρώμα (Σχ.14.52).




*Σχ.14.52: 1, Χάρτης εντοπισμός της πηγής **S16** στη περιοχή της Νεροτριβιάς. 2, Κατεύθυνση εκροής νερού πηγής Ανατολικά. 3, Σκαριφηματική τομή της πηγής. Ο, διαρρηγμένο οφιολιθικό υδροφόρ. Sh, αδιαπερτο σχιστοκερατολιθικό στρώμα βάσης*
*Fig.14.52: Nerotrivia area. 1, Location map of spring **S16.** 2, Outlet flow direction E discharge to stream 1st order. 3, Schematic section showing mechanism running spring **S16.** Height 582m. O, Fissured ophiolite aquifer. Sh, impermeable schist – chert underlying layer.*

*Φωτ.14.13: Πηγή **S16** στην περιοχή της Νεροτριβιάς. Διαρρηγμένο οφιολιθικό. Sh, σχιστοκερατολιθικό S, λεκάνη συλλέκτης SL, γραμμή (πηγής) επαφής.*
*Photo 14.14: Nerotrivia area. Spring **S16.** Οφιόλιθος, fissured ophiolite. Sh, schist – chert. SL, Contact (spring) line. S, spring collection chamber.*

### *14.16.3. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ (Hydrochemistry)*



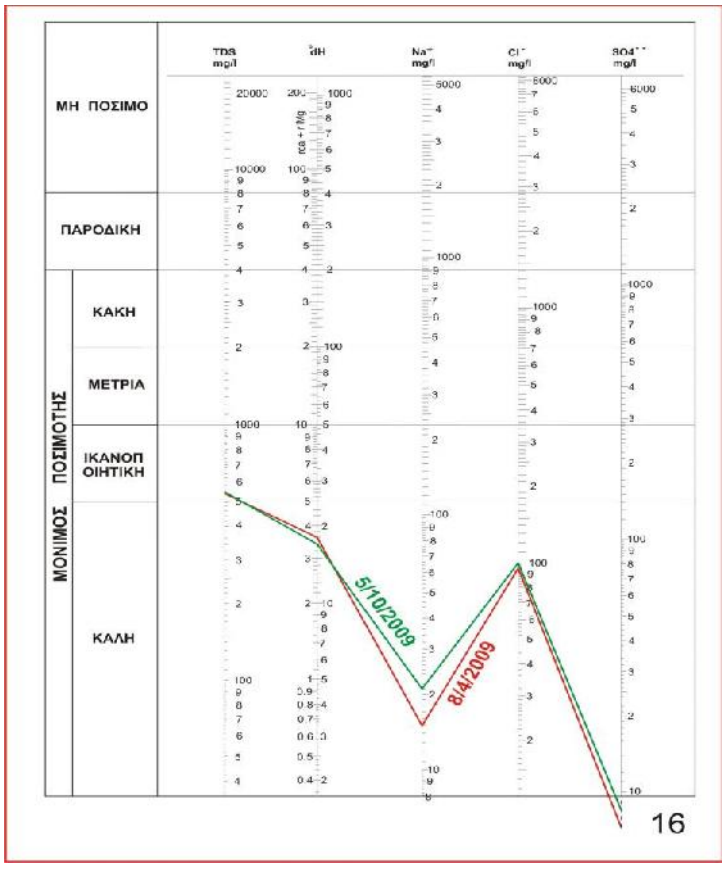

*Σχ.14.53: Πηγή **S16**. Κυκλικά διαγράμματα παρουσιάζουν κύρια ιόντα, αποτελέσματα των Α ,Β αναλύσεων.*
*Fig.14.53: Spring **S16**. Circular diagrams for major ions showing results from A and B analyses.*

*Πίν.14.16: Ποσιμότης νερού της πηγής **S16** μέσα στα σταθερότυπα των WHO, EU και φυσικού μεταλλικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ). Α, αρνητικό. Ø, Χωρίς ένδειξη.*
*Tab.14.16:. Potable of Spring **S16** comparing with mineral water (ΖΑΓΟΡΙ) and the international Standards WHO, EU. A, Negative. Ø, No indications.*

| Παράμετροι mg/l | Πηγή S**16** | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό **MAI/2009** mg/l |
|---|---|---|---|---|---|
| | Οφιολιθικός υδροφόρος | | WHO 1993 mg/l | EU 1998 mg/l | |
| | Συλλογή **8-4-2009** | Συλλογή **5-10-2009** | | | |
| **pH** | 8.1 | 8.2 | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | 560 | 595 | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | 543 | 584 | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | 320 | 350 | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 36 | 40 | | | 85.3 |
| **Mg** | 56 | 70 | | | 5.6 |
| **Na** | 14 | 18 | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0.3 | 0.3 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0.03 | 0.04 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 330 | 338 | | | 233 |
| **Cl** | 95 | 101 | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 1 | 4 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | 11 | 13 | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.01 | 0.02 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | A | A | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | **11** | **16** | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | A | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | **10** | **15** | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | A | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | 3.0 | καθόλου | |

Δεν παρατηρείται σημαντική μεταβολή στο χημισμό κατά την διάρκεια των δυο περιόδων μετρήσεων της υγρής και της ξηρής (Πίν.14.16 και Σχ.14.53). Παρουσιάζεται άνοδος στην ηλεκτρική αγωγιμότητα EC κατά 35 μS/cm και το TDS κατά 41mg/l (Πίνακας αποτελέσματα χημικών αναλύσεων νερού των πηγών).
Η μέση θερμοκρασία αέρα στις δυο περιόδους 23.5 ºC. Η θερμοκρασία νερού ανεβαίνει 1.0 ºC το καλοκαίρι. Η τιμή pH ανεβαίνει από 8.1 σε 8.2 επίσης το δυναμικό οξειδοαναγωγής Eh από -48 σε -45 mvolt δίνοντας αλκαλικό χαρακτήρα

στο νερό της πηγής. Οι τιμές της αλατότητας (Salinity) είναι μικρότερες της μονάδας (0.34 και 0.37) αποκλείεται η ανάμιξη του νερού της πηγής με την θάλασσα.
Τα κατιόντα στη πρώτη περίοδο ανάλυσης αποτελούν 20% από τα κύρια ιόντα και τα ανιόντα 80%, όμως στη δεύτερη περίοδο τα κατιόντα αυξάνουν σε 22% και τα ανιόντα μειώνονται σε 78%.
Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca είναι σταθερή 7% στις δυο αναλύσεις A και B (ανεβαίνει κατά 4.0 mg/l), του μαγνησίου Mg σημειώνει αύξηση από 10% σε 12% (13.1 mg/l), του νατρίου Na επίσης σταθερό 3% ( ανεβαίνει κατά 4.0 mg/l), του καλίου K είναι λιγότερο της μονάδας % (σταθερή συγκέντρωση 0.3 mg/l), της δισανθρακικής ρίζας $HCO_3$ έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση 61% πέφτει σε 58% (ανεβαίνει κατά 5.0 mg/l), του χλωρίου Cl σε σταθερή συγκέντρωση 17% στις δυο μετρήσεις (ανεβαίνει κατά 6.0 mg/l), των θειϊωνά $SO_4$ ανεβαίνει σε συγκέντρωση 0% σε 1% (κατά 2.4 mg/l) και των νιτρικών $NO_3$ είναι σταθερή σε 2% (ανεβαίνει κατά 3.0).
Από πλευράς συνόλου των διαλυμένων στερεών (TDS 534 - 584mg/l) το νερό χαρακτηρίζεται γλυκό (ταξινόμηση ανά 1000 mg/l).
Από πλευράς ολικής σκληρότητας $CaCO_3$ (320 – 350mg/l) το νερό της πηγής S16 είναι πολύ σκληρό (Hem).
Οι συγκεντρώσεις των δεικτών $NH_4$ και $NO_2$ (0.01 και 0.04 mg/l) είναι ελάχιστοι και το νερό είναι απαλλαγμένο από ρύπανση.
Ιχνοστοιχεία: Το χρώμιο Cr (ολικό) ανιχνεύτηκε δυο φορές σε μικρές συγκεντρώσεις 11 ppb και 16 ppb. Ο σίδηρος $Fe_2$, επίσης δυο φορές ανιχνεύτηκαν μικρές συγκεντρώσεις 10 ppb και 15 ppb.




*Σχ.14.54: .Ποστμότης του νερού της πηγής S16 κατά Schoeller.*
*Fig.14.54: Drinkable of spring S16 water according to Schoeller*

Η μόνιμος ποσιμότης του νερού πηγής S16 είναι ικανοποιητική κατά Schoeller και βρίσκεται εντός όρων που θέτουν τα διεθνής στάνταρντ (WHO & EU) ποιότητας. Όμως υπερβαίνει τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις παραμέτρων του φυσικού νερού

(ΖΑΓΟΡΙ) σε: 07 – 0.8 pH, EC 145 – 180 μS/cm, TDS 1343 – 384 mg/l, Mg 51.3 – 64.4 mg/l, Na 11.8 – 15.8 mg/l, $HCO_3$ 87.0 – 117 mg/l, Cl 91.1 – 97.1, $NO_3$ 8.0 – 11.2 mg/l και σκληρότητα 100.0 – 103.0 mg/l (Σχ.14.54).

## 14.17. ΠΗΓΗ S17 (Χοντρόβρυσι) ΤΗΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΚΟΥΜΑΡΟΥ ΠΑΓΟΝΤΑ

### *14.17.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Geological background)*

.

Η μορφολογία της περιοχής Παγόντα είναι έντονα λοφώδης, χωρίς πεδιάδες, βρίσκεται στις κλιτύες της οροσειράς Δίρφυος. Σε υψόμετρο 615 - 639μ περιλαμβάνει δολίνες και λίμνη η οποία τροφοδοτείται με βρόχινο νερό από ρέματα κλάδους δεύτερης και τρίτης τάξης. Η περιοχή βρίσκεται στη υδροκριτική γραμμή που χωρίζει μεταξύ των υδρογραφικών δικτύων που εκβάλουν στο Β. Ευβοϊκό και στο Αιγαίο Πέλαγος (Ποταμός Κηρεύς) (Φώτ.14.14 και Σχ.14.55).

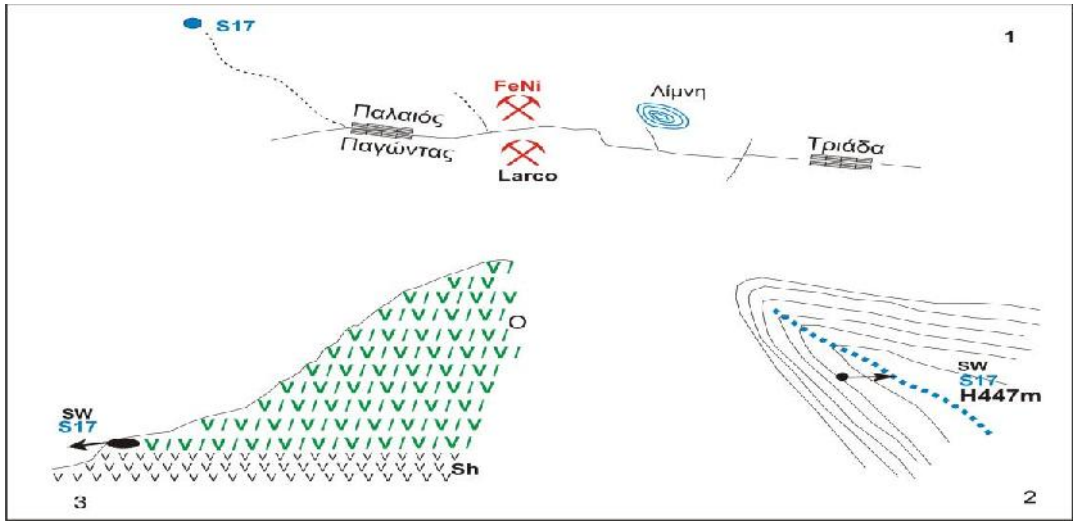
Η περιοχή Παγώντα – Ψηλοδένδρου, γενικά καλύπτεται από τους ασβεστόλιθους ks, του ανωτέρου Κρητιδικού κατά 15%, οφιόλιθους 8% και από την σχιστοκερατολιθική διάπλαση sh, κατά 80% περίπου. Στη περιοχή υπάρχουν τα σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα, οι εγκαταστάσεις και λατομείου της Εταιρίας Iarco ΑΕ και εξόρυξη του μεταλλεύματος (Γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής έρευνας).

### *14.17.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Hydrogeological background)*

Η υδροφορία της περιοχής αναπτύσσεται στο διαρρηγμένο οφιολιθικό στρώμα το οποίο αποτελείται από σερπεντίνες και περιδοτίτες.

Η εκροή της πηγής S17 εκδηλώνεται την επαφή του διαρρηγμένου οφιολιθικού υδροφόρου ορίζοντα με το αδιαπέρατο, υγιή οφιολιθικό που υπόκειται το οποίο είναι τμήμα της σιχτοκερατολιθικής διάπλασης που αποτελούν το υπόβαθρο του υδροφόρου ορίζοντα (Πίνακας απογραφής των πηγών).

Η εκροή νερού της πηγής σημειώνεται με κατεύθυνση νοτιοδυτικά στο χείμαρρο πρώτης τάξης (Σχ.14.55).

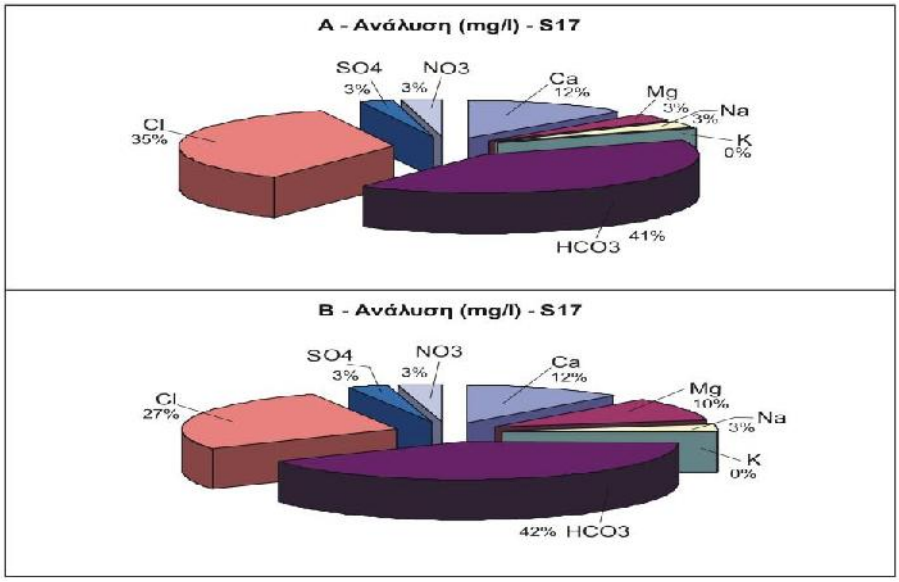



*Σχ.14.55: 1, Χάρτης εντοπισμός της πηγής **S17** στη περιοχή του Π. Παγώντα. 2, Κατεύθυνση εκροής νερού πηγής νοτιοδυτικά. 3, Σκαριφηματική τομή της πηγής. O, διαρρηγμένο οφιολιθικό υδροφόρο. Sh, αδιαπέρατο σχιστοκερατολιθικό στρώμα βάσης*

*Fig.14.55: Palio Pagogonda area. 1, Location map of spring **S17**. 2, Outlet flow direction SW discharging to 1st order stream. Height 447m. 3, Schematic section showing the mechanism running the spring. O, fissured ophiolite aquifer. Sh, impermeable schist – chert underlying layer*

*Φωτ.14.14: Υδρομάστευση – λεκάνη συλλέκτης Πηγής Χοντρόβρυσι **S17** στην περιοχή Π. Παγώντα.*
*Photo14.14: Palio Pagonda area. Modification – collecting chamber of spring (Khondrovrisi) **S17***

### *14.17.3. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ (Hydrochemistry)*



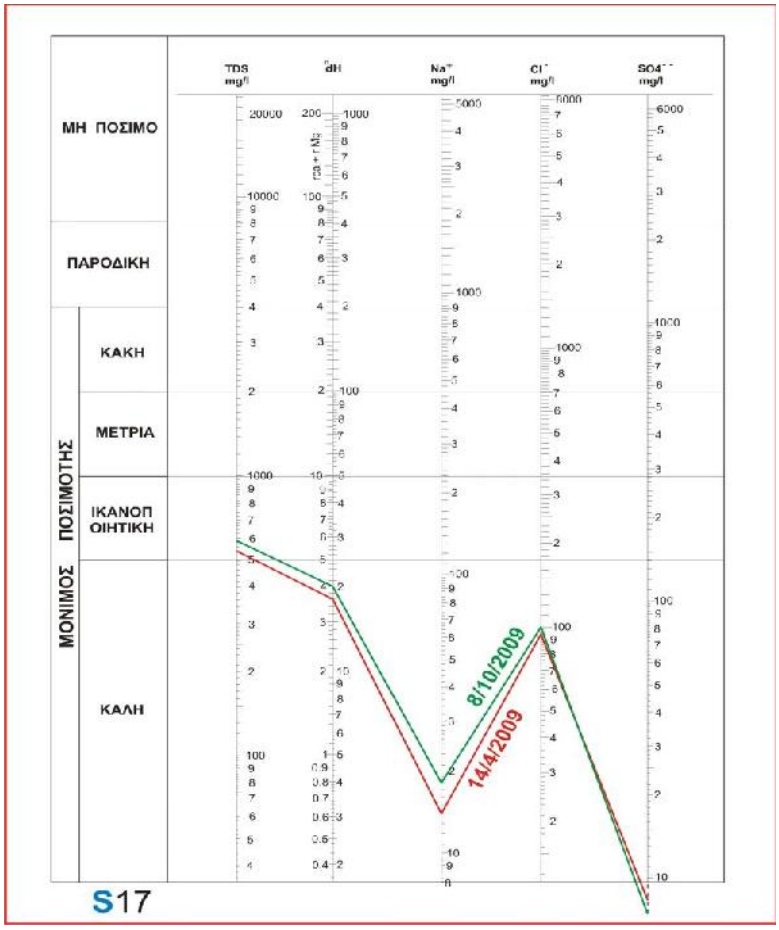

*Σχ.14.56: Πηγή **S17**. Κυκλικά διαγράμματα παρουσιάζουν κύρια ιόντα, αποτελέσματα των Α ,Β αναλύσεων.*
*Fig.14.56: Spring **S17**. Circular diagrams for major ions showing results from A and B analyses.*

*Πίν.14.17: Ποσιμότης νερού της πηγής **S17** μέσα στα σταθερότυπα των WHO, EU και φυσικού μεταλλικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ). Α, αρνητικό. Ø, Χωρίς ένδειξη.*
*Tab.14.17: Potable of Spring **S17** comparing with mineral water (ΖΑΓΟΡΙ) and the international Standards WHO, EU. A, Negative. Ø, No indications.*

| Παράμετροι mg/l | Πηγή S17 | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό **ΜΑΙ/2009** mg/l |
|---|---|---|---|---|---|
| | Οφιολιθικός υδροφόρος | | WHO **1993** mg/l | EU **1998** mg/l | |
| | Συλλογή **14-4-2009** | Συλλογή **8-10-2009** | | | |
| **pH** | 8.3 | 8.0 | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | 410 | 487 | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | 399 | 460 | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | 190 | 200 | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 52 | 56 | | | 85.3 |
| **Mg** | 15 | 45 | | | 5.6 |
| **Na** | 13 | 15 | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0.5 | 0.4 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0.03 | 0.03 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 175 | 190 | | | 233 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Cl** | 120 | 125 | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 11 | 14 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | 13 | 14 | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.05 | 0.08 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | A | A | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | A | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | A | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | **2** | **18** | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | A | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | 3.0 | καθόλου | |

Παρατηρείται μικρή μεταβολή στο χημισμό κατά την διάρκεια των δυο περιόδων μετρήσεων (Πίν.14.17 Σχ.14.56). Παρουσιάζεται άνοδος στην ηλεκτρική αγωγιμότητα EC κατά 77 μS/cm και το TDS κατά 61 mg/l, μεταξύ της υγρής και της ξηρής περιόδου (Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων νερού των πηγών).
Η μέση θερμοκρασία αέρα στις δυο περιόδους 25.0 °C. Η θερμοκρασία νερού ανεβαίνει 0.5ºC το καλοκαίρι. Η τιμή pH πέφτει από 8.3 σε 7.8 επίσης το δυναμικό οξειδοαναγωγής Eh από -67 σε -44 mvolt και νερό της πηγής είναι παραμένει αλκαλικό. Οι τιμές της αλατότητας (Salinity) είναι μικρότερες της μονάδας (0.24 και 0.34) αποκλείεται η ανάμιξη του νερού της πηγής με την θάλασσα.
Τα κατιόντα στη πρώτη περίοδο ανάλυσης αποτελούν 18% από το σύνολο ιόντων και τα ανιόντα 82%, στη δεύτερη περίοδο τα κατιόντα αυξάνουν σε 25% και τα ανιόντα μειώνονται σε 75%.



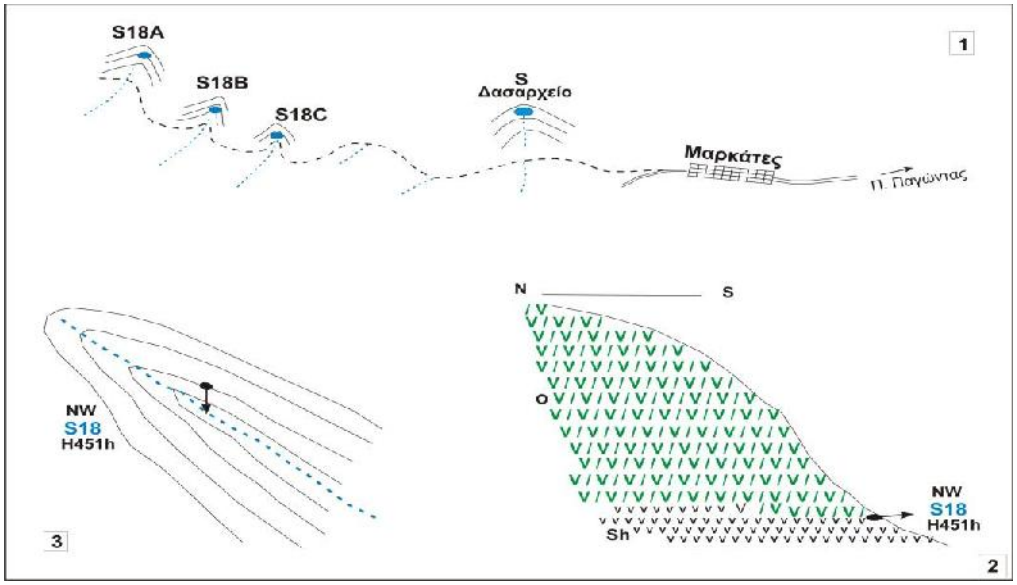

*Σχ.14.57: .Ποστμότης του νερού της πηγής S17 κατά Schoeller.*
*Fig.14.57: Drinkable of spring S17 water according to Schoeller*

Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca σταθερή σε 12% στις δυο μετρήσεις Α και Β ανάλυση (ανεβαίνει κατά 2.9 mg/l), του μαγνησίου Mg σημειώνει αύξηση από 3% σε 10% (31.0 mg/l), του νατρίου Na σταθερό σε 3% (ανεβαίνει κατά 3.0 mg/l), του καλίου K είναι λιγότερο της μονάδας % (και σταθερή συγκέντρωση 0.4 - 0.5 mg/l), της δισανθρακικής ρίζας $HCO_3$ σε μεγαλύτερη συγκέντρωση 41% ανεβαίνει σε 42% (κατά 15.0 mg/l), του χλωριίου Cl πέφτει από 35% σε 27% (κατά 25.0 mg/l), των θειϊκων $SO_4$ σε σταθερή συγκέντρωση 3% (κατά 9.0 mg/l) και επίσης των νιτρικών $NO_3$ σε σταθερή συγκέντρωση 3% (ανεβαίνει κατά 2.0 mg/l).
Από πλευράς συνόλου διαλυμένων στερεών (TDS 399 - 460 mg/l) το νερό χαρακτηρίζεται ως γλυκό (ταξινόμηση ανά 1000 ).
Από πλευράς ολικής σκληρότητας $CaCO_3$ το νερό (190 – 200 mg/l) της πηγής S17 είναι πολύ σκληρό (Hem).
Οι συγκεντρώσεις των δεικτών μολύνσεων αμμωνίας και νιτρωδών $NH_4$ και $NO_2$ (0.05 και 0.08 mg/l) είναι ελάχιστοι και το νερό είναι απαλλαγμένο από ρύπανση.
Ιχνοστοιχεία: Ο σίδηρος $Fe_2$ ανιχνεύτηκε στη Α και Β ανάλυση σε 2 ppb και 18 ppb.
Η μόνιμος ποσιμότης του νερού πηγής S17 είναι καλή κατά Schoeller και βρίσκεται εντός των όρων που θέτουν τα διεθνής στάνταρντ (WHO & EU) ποιότητας. Οι συγκεντρώσεις παραμέτρων του νερού πηγής υπερβαίνουν τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις του φυσικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ) σε: 0.9 – 0.6 pH, EC 72 μS/cm, TDS 199 – 260 mg/l, Mg 8.5 – 38.5 mg/l, Cl 116.1 – 121.1 mg/l, και $NO_3$ 10.7 – 14.1 mg/l (Σχ.14.57).

## 14.18. ΠΗΓΗ S18 (Λυπίτσα) ΤΗΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΜΑΡΚΑΤΩΝ ΠΑΓΟΝΤΑ

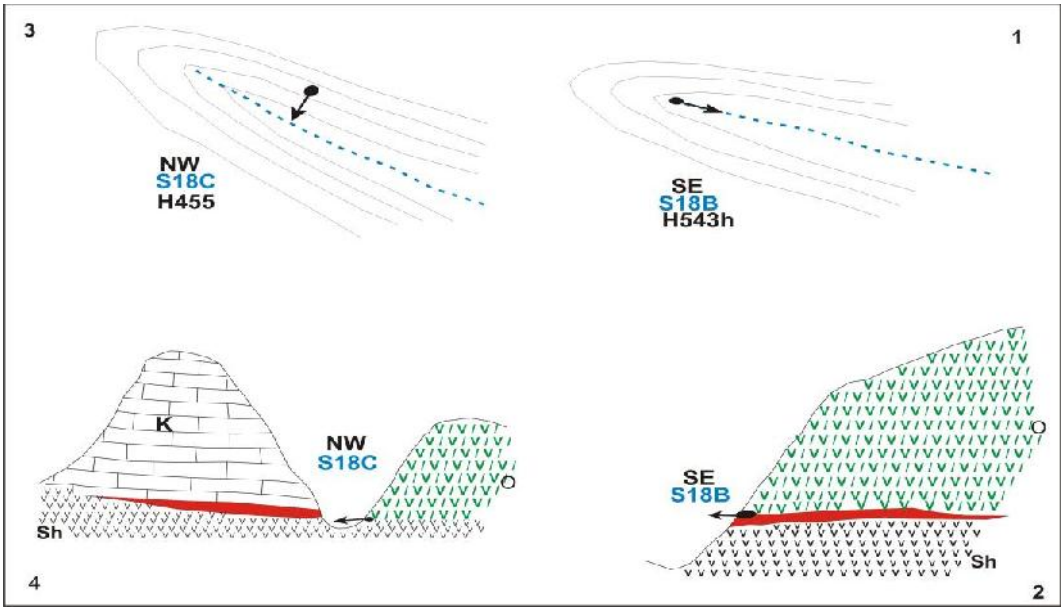
### *14.18.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Geological background)*

Η περιοχή Μαρκάτων σχηματίζεται από τη σχιστοκερατολιθική διάπλαση, sh η οποία αποτελείται από κερατόλιθους, αργιλικούς σχιστόλιθοους και ψαμμίτες, με κατά θέσεις καρστικούς ασβεστολιθιούς ενστρώσεις K, σε μικρό πάχος, και εμφανίσεις σιδηρονικελιούχων κοιτασμάτων, FeNi και οφιόλιθους ο (Γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής έρευνας).
Η μορφολογία της περιοχής είναι έντονα ορεινής, αποχετεύεζεται από χείμαρρους, πρώτης, δεύτερης και τρίτης τάξης, κλάδους του Κηρεύς Ποταμού που εκβάλλει στο Αιγαίο Κόλπο (Σχ.14.58).




*Σχ.14.58: 1, Χάρτης εντοπισμός των πηγών **S18A, S18B, S18C** και **S** Δασαρχείο, στη περιοχή των Μαρκάτων. 2, Κατεύθυνση εκροής νερού πηγής **S18A** βορειοδυτικά. Υψόμετρο 451μ. 3, Σκαριφηματική τομή της πηγής S18A. Ο, διαρρηγμένο υδροφόρο. Sh, αδιαπέρατο σχιστοκερατολιθικό της βάσης.*

*Fig. 14.58: Markatai area. 1, Location map of group springs **S18A, S18B, S18C** and **S**- Forest Local Authority., 2, Outlet flow direction NW discharge to stream 1st order. Height 451m. 3, Schematic section showing mechanism running the spring S18. o, fissured ophiolite aquifer. Sh, impermeable schist – chert underlying layer*




*Σχ.14.59: 1. Κατεύθυνση εκροή πηγής **S18B** ΝΑ στο ρέμα πρώτης τάξης. Υψόμετρο 543μ. 2, Σκαριφηματική τομή της πηγής. Ο, διαρρηγμένο οφιολιθικό υδροφόρο. Sh, σχιστοκερατολιθικό. FeNi, σιδηρονικελιούχο κοίτασμα. 3, Κατεύθυνση εκροής πηγής **S18C** ΒΔ στο ρέμα πρώτης τάξης, υψόμετρο 455μ. 4, Σκαριφηματική τομή της πηγής.*
*Fig.14.59: 1, Outlet flow direction SE of spring **S18B** discharging to stream 1st order. Height 543m. 2, Schematic section showing mechanism running the spring. 3, Outlet flow direction NW of spring **S18C** discharging to stream 1st order. Height 455m . 2, Schematic section showing mechanism running the spring. O, fissured ophiolite aquifer. Sh, impermeable schist- chert underlying layer. FeNi, iron – nickle ore deposit*

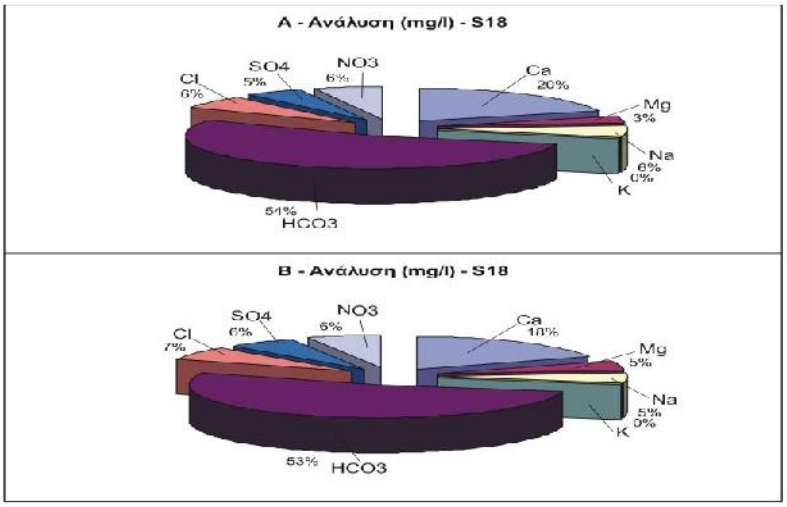
### *14.18.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Hydrogeological background)*

Συντεταγμένες **(S18A)**: **N** 38 41.790, **E** 23 36.041, **h** 451m [**E** 465119 – **N** 4283743]
Παροχή: 1.8 $m^3$/h.
Συντεταγμένες **(S18B)**: **N** 38 41.865, **E** 23 36.997, **h** 453m [**E** 465980 – **N** 4283971]
Διεύθυνση ροής: SE (νοτιοανατολικά)
Παροχή: 1.8 $m^3$/h.
Συντεταγμένες **(S18C)**: **N** 38 41.944, **E** 23 36.133, **h** 451m [**E** 465343 – **N** 4284217]
Παροχή: 3.6 $m^3$/h: NW (βορειοδυτικά)

Η υδροφορία στην περιοχή της πηγής S18 σχηματίζεται στο διαρρηγμένο οφιολιθικό ο, ανώτερο στρώμα της διάπλασης. Το υπόβαθρο αποτελούν οι κατώτεροι σχηματισμοί της διάπλασης (Πίνακας απογραφής των πηγών, (Σχ.14.58 και Σχ.14.59).
Η εκφόρτωση του υδροφόρου ορίζοντα σημειώνεται στην επαφή με το αδιαπέρατο τμήμα στην βάση της διάπλασης sh, όπου και επικρατούν οι αργιλικοί σχιστόλιθοι.
Η εκροή του νερού Πηγής S18 εκδηλώνεται σε τέσσερα σημειώνεται (S, S18A, S18B και S18C) με κατεύθυνση ροής βορειοδυτικά προς σε ένα ρέμα πρώτης τάξη (Φωτ.14.15).

*Φωτ.14.15: Υδρομάστευση Πηγής Λυπίτσα **S18** στην περιοχή των Μαρκάτων. SL, γραμμή επαφής, S, λεκάνη συλλέκτης.*
*Photo 14.15: Markatai area. Modification of spring (lipitsa) **S18**. S, spring collection chamber. Οφλιόλιθος, ophiolite. Sh, schist- chert. SL, spring contact line*

### *14.18.3. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ (Hydrochemistry)*



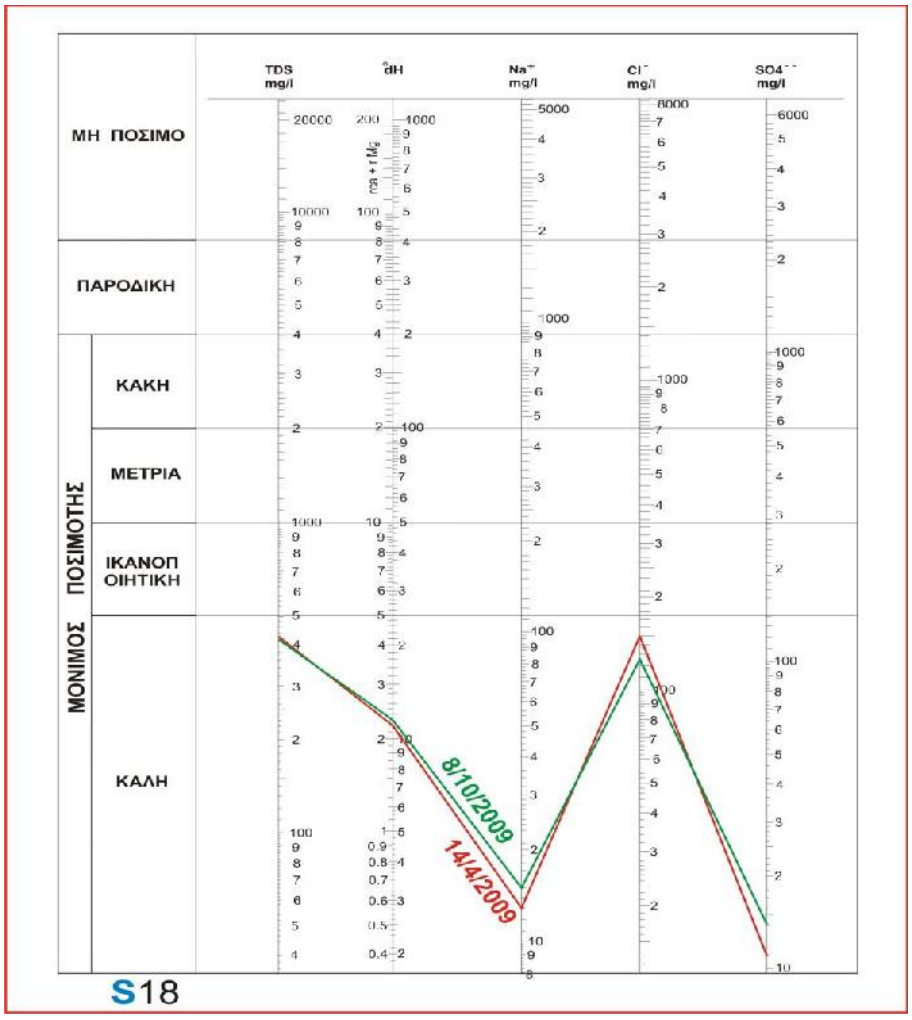

*Σχ.14.60: Πηγή **S18**. Κυκλικά διαγράμματα παρουσιάζουν κύρια ιόντα, αποτελέσματα των Α ,Β αναλύσεων.*
*Fig.14.60: Spring **S18**. Circular diagrams for major ions showing results from A and B analyses.*

*Πίν.14.18: Ποσιμότης νερού της πηγής **S18** μέσα στα σταθερότυπα των WHO, EU και φυσικού μεταλλικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ). Α, αρνητικό. Ø, Χωρίς ένδειξη.*
*Tab.14.18: Potable of Spring **S18** comparing with mineral water (ΖΑΓΟΡΙ) and the international Standards WHO, EU. A, Negative. Ø, No indications.*

| Παράμετροι mg/l | Πηγή S18 | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό **ΜΑΙ/2009** mg/l |
|---|---|---|---|---|---|
| | Οφιολιθικός υδροφόρος | | WHO **1993** mg/l | EU **1998** mg/l | |
| | Συλλογή **14-4-2009** | Συλλογή **8-10-2009** | | | |
| **pH** | 7.8 | 7.9 | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | 290 | 328 | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | 241 | 285 | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | 150 | 180 | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 48 | 52 | | | 85.3 |
| **Mg** | 7 | 17 | | | 5.6 |
| **Na** | 14 | 15 | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0.3 | 0.4 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0.03 | 0.03 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 130 | 150 | | | 233 |
| **Cl** | 15 | 19 | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 12 | 17 | 500 | 250 | 10.2 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **NO3** | 14 | 18 | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.05 | 0.05 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | A | A | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | A | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu (**ppb) | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | A | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | **10** | **22** | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn (**ppb) | A | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | 3.0 | καθόλου | |

Παρατηρείται μικρή μεταβολή στο χημισμό κατά την διάρκεια των δυο περιόδων μετρήσεων – υγρής και ξηρής (Πίν.14.18 και Σχ.14.60). Παρουσιάζεται άνοδος στην ηλεκτρική αγωγιμότητα EC κατά 38μS/cm και το TDS κατά 44mg/l.
Η μέση θερμοκρασία αέρα στις δυο περιόδους 24.0 ºC. Η θερμοκρασία νερού ανεβαίνει 0.5 ºC το καλοκαίρι. Η τιμή ρΗ ανεβαίνει από 7.8 σε 7.9, επίσης το δυναμικό οξειδοαναγωγής Eh από -48 σε -49 mvolt δίνοντας αλκαλικό χαρακτήρα στο νερό της πηγής. Οι τιμές της αλατότητας (Salinity) είναι μικρότερες της μονάδας (0.24 και 0.26) αποκλείεται η πιθανότητα ανάμιξης του νερού πηγής S18 με την θάλασσα (Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων νερού των πηγών).
Τα κατιόντα στη πρώτη περίοδο ανάλυσης αποτελούν 29% από το σύνολο ιόντων και τα ανιόντα 71%, στη δεύτερη περίοδο τα κατιόντα πέφτουν λίγο σε 28% και τα ανιόντα αυξάνούν σε 72%.
Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca πέφτει από 20% σε 18% (3.9 mg/l), του μαγνησίου Mg ανεβαίνει από 3% σε 5% (6.7 mg/l), του νατρίου $Na^+$ πέφτει από 6% σε 5% (ανεβαίνει κατά 0.8 mg/l), του καλίου K είναι λιγότερα της μονάδας % στις δυο αναλύσεις A και B (και σταθερή συγκέντρωση 0.0 - 0.4 mg/l), της δισανθρακικής ρίζας $HCO_3$ σε μεγαλύτερη συγκέντρωση 54% πέφτει σε 53% (ανεβαίνει κατά 30.0 mg/l), η συγκέντρωση του χλωρίου Cl ανεβαίνει από 6% σε 7% (ανεβαίνει κατά 3.5 mg/l), των θειϊκών $SO_4$ σε συγκέντρωση 5% ανεβαίνει σε 6% (ανεβαίνει κατά 5.4 mg/l) και των νιτρικών $NO_3$ η συγκέντρωση είναι σταθερή σε 6% (ανεβαίνει κατά 3.9 mg/l).
Από πλευράς συνόλου διαλυμένων στερεών (TDS 241 - 285 mg/l) το νερό της πηγής S18 χαρακτηρίζεται γλυκό (ταξινόμηση ανά 1000).
Από πλευράς ολικής σκληρότητςα $CaCO_3$ το νερό (150 – 180 mg/l) της πηγής είναι σκληρό (Hem).
Οι συγκεντρώσεις των δεικτών μολύνσεων αμμωνίας και νιτρωδών $NH_4$ και $NO_2$ (0.05 και 0.05 mg/l) είναι ελάχιστοι και το νερό είναι απαλλαγμένο από ρύπανση.
Ιχνοστοιχεία: ο σίδηρος $Fe_2$, ανιχνεύτηκε στη A και B ανάλυση σε μικρές συγκεντρώσεις 10 ppb και 22 ppb.
Η μόνιμος ποσιμότης του νερού πηγής S18 είναι πολλή καλή κατά Schoeller και βρίσκονται εντός ορών που θέτουν τα διεθνής στάνταρντ (WHO & EU) ποιότητας. Οι συγκεντρώσεις του νερού πηγής υπερβαίνουν τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις παραμέτρων του φυσικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ) σε: 0.4ρΗ, TDS 41 – 85 mg/l, Mg 1.7 – 8.4 mg/l, Na 11.8 – 12.6 mg/l, Cl 11.1 – 14.6 mg/l, $SO_4$ 1.6 – 7.0 mg/l, και $NO_3$ 12.3 – 16.2 mg/l (Σχ.14.61).




*Σχ.14.61: .Ποστμότης του νερού της πηγής S18 κατά Schoeller.*
*Fig.14.61: Drinkable of spring S18 water according to Schoeller*

## 14.19. ΠΗΓΗ S19 (Παλαιά σπίτια) ΤΗΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΑΓ. ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΚΑΜΑΡΙΤΣΗΣ

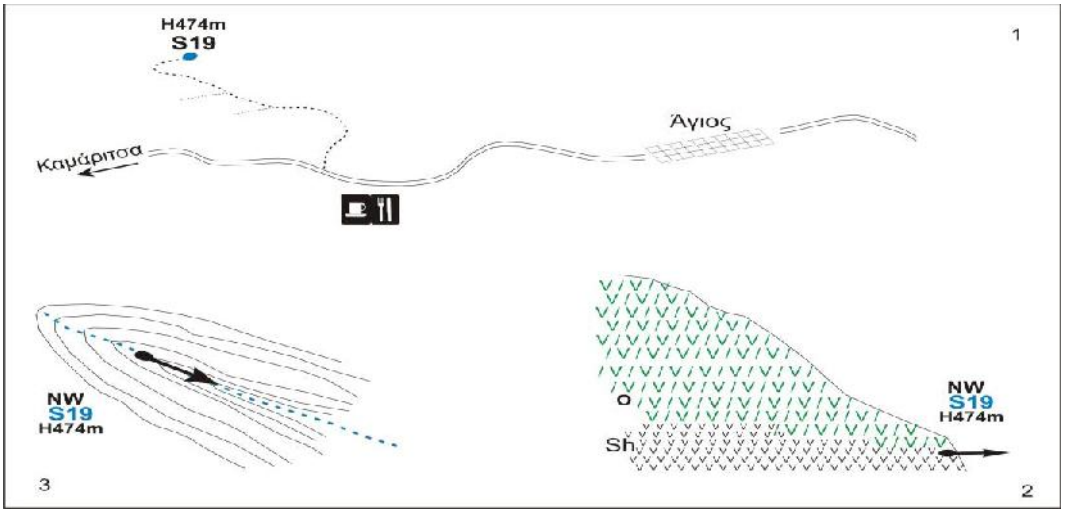
### *14.19.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ Geological background)*

Η μορφολογία της περιοχής Αγ. Αθανάσιου είναι ορεινή και στερείται πεδιάδες, βρίσκεται στην πλαγιά της οροσειράς Κανδήλιου περιλαμβάνει τις κορυφές Έλατη (853μ) και Αετός (802μ.), αποστραγγίζεται από ρέματα χείμαρρων πρώτης και δεύτερης τάξης κλάδοι που ανήκουν σε υδρογραφικά δίκτυα του Μορτερή και του Πεθαμένου Ποταμού (Σχ.14.62).
Την περιοχή της πηγής S19 συνίσταται κυρίως από την σχιστοκερατολιθικής διάπλασης με τους οφιόλιθους ο, και από ασβεστόλιθους ks, του ανωτέρου Κρητιδικού (Γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής έρευνας .

### *14.19.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Hydrogeological background)*

Η υδροφορία αναπτύσσεται στο διαρρηγμένο οφιολιθικό στρώμα ο. Οι σχηματισμοί της βάσης υδροφόρου στρώματος είναι οι αργιλοί σχιστόλιθοι ερατόλιθοι, μέλη της διάπλασης sh (Πίνακας απογραφής των πηγών).
Η εκροή της πηγής S19 εκδηλώνεται στη επαφή του διαρρηγμένο οφιολιθικού υδροφόρου ορίζοντα με το αδιαπέρατο τμήμα της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης. Η

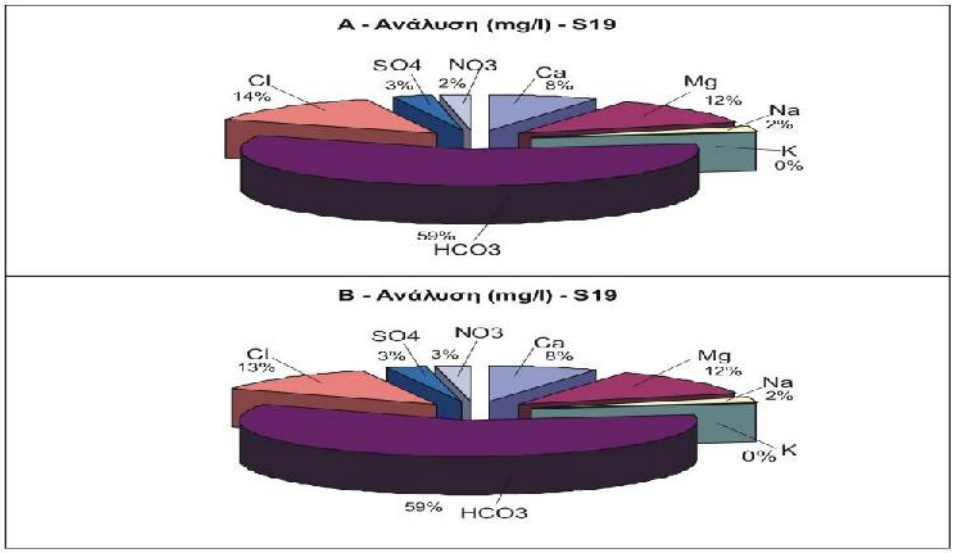
κατεύθυνση ροής της πηγής είναι βορειοδυτικά στο ρέμα πρώτης τάξης του ποταμού Πεθαμένου (Φώτ.14.16 και Σχ.14.62).




*Σχ.14.62: 1, Χάρτης εντοπισμός της πηγής **S19** στη περιοχή Καμάριτσα. 2, Σκαριφηματική τομή της πηγής. 3, Κατεύθυνση εκροής νερού πηγής βορειοδυτικά στο ρέμα πρώτης τάξης, υψόμετρο 473μ. ο, διαρρηγμένο οφιολιθικό υδροφόρο. Sh, αδιαπέρατο σχιστοκερατολιθικό της βάσης.*
*Fig.14.62: Kamaritsa area. 1, Location map of spring S19. 2, Schematic section showing mechanism running the spring. 3.Outlet flow direction NW discharge to stream 1st order. Height 474m. O, fissured ophiolite aquifer. Sh, impermeable schist – chert underlying layer.*

*Φωτ.14.16: Πηγή (Παλαιά σπίτια) **S19** στην περιοχή Άγιου. sh, σιχστοκερατολιθικό. SL, γραμμή επαφής της πηγής.*
*Photo14.16: Agios area. Spring **S19** (Palaia spitia). Οφ., ophiolite. Sh, schist – chert. SL, Spring –contact– line.*

### *14.19.3. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ (Hydrochemistry)*



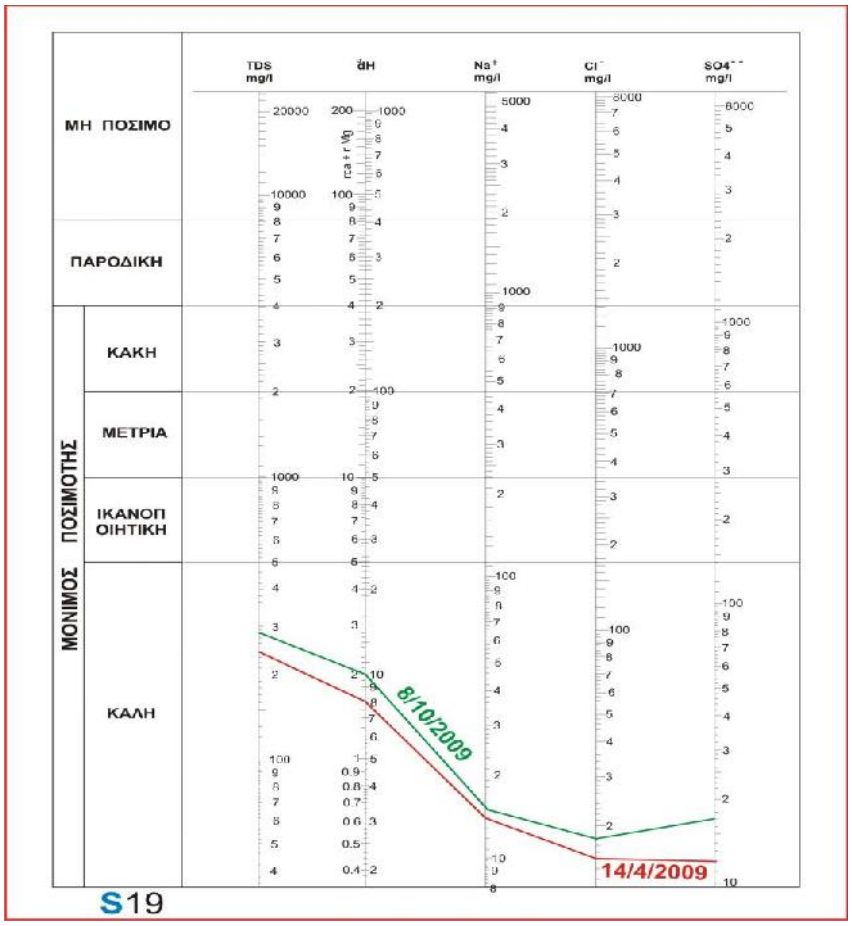

*Σχ.14.63: Πηγή **S19**. Κυκλικά διαγράμματα παρουσιάζουν κύρια ιόντα, αποτελέσματα των Α ,Β αναλύσεων.*
*Fig.14.63: Spring **S19**. Circular diagrams for major ions showing results from A and B analyses.*

*Πίν.14.19: Ποσιμότης νερού της πηγής **S19** μέσα στα σταθερότυπα των WHO, EU και φυσικού μεταλλικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ). Α, αρνητικό. Ø, Χωρίς ένδειξη.*
*Tab.14.19: Potable of Spring **S19** comparing with mineral water ΖΑΓΟΡΙ and the international Standards WHO, EU. A, Negative. Ø, No indications.*

| Παράμετροι mg/l | Πηγή S**19** | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό **ΜΑΙ/2009** mg/l |
|---|---|---|---|---|---|
| | Οφιολιθικός υδροφόρος | | WHO **1993** mg/l | EU **1998** mg/l | |
| | Συλλογή **14-4-2009** | Συλλογή **5-10-2009** | | | |
| **pH** | 8.0 | 8.2 | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | 690 | 699 | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | 658 | 682 | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | 450 | 520 | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 48 | 52 | | | 85.3 |
| **Mg** | 77 | 81 | | | 5.6 |
| **Na** | 16 | 16 | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0.3 | 0.3 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0.03 | 0.03 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 390 | 410 | | | 233 |
| **Cl** | 90 | 86 | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 19 | 18 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | 14 | 18 | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.02 | 0.02 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | 1 | A | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | A | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | A | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | **2** | **11** | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | **2** | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | 3.0 | καθόλου | |

Παρατηρείται μικρή μεταβολή στο χημισμό κατά την διάρκεια των δυο περιόδων μετρήσεων – υγρής και ξηρής (Πίν.14.19 και Σχ.14.63). Παρουσιάζεται άνοδος στην ηλεκτρική αγωγιμότητα EC κατά 9 μS/cm και το TDS κατά 24 mg/l.
Η μέση θερμοκρασία αέρα στις δυο περιόδους 23.5 ºC. Η θερμοκρασία νερού ανεβαίνει 0.5ºC το καλοκαίρι. Η τιμή ρΗ ανεβαίνει από 8.0 σε 8.2 επίσης το δυναμικό

οξειδοαναγωγής Eh από -49 σε -50 mvolt δίνοντας αλκαλικό χαρακτήρα στο νερό της πηγής. Οι τιμές της αλατότητας (Salinity) είναι μικρότερες της μονάδας (0.42 και 0.47) αποκλείεται τις πιθανότητες η ανάμιξη νερού πηγής S19 με την θάλασσα.
Τα κατιόντα στη πρώτη περίοδο ανάλυσης αποτελούν 22% από το σύνολο ιόντων και τα ανιόντα 78%, επίσης στη δευτερη περίοδο αποτελούν το 22% και τα ανιόντα 78% (Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων νερού των πηγών).
Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca είναι σταθερή σε 8% στις δυο αναλύσεις Α και Β (ανεβαίνει κατά 2.1 mg/l), του μαγνησίου Mg επίσης σταθερό σε 12% (ανεβαίνει 2.7 mg/l), και του νατρίου Na σταθερό σε συγκέντρωση 2% (πέφτει κατά 0.3 mg/l), του καλίου K είναι λιγότερο της μονάς % στις Α και Β ανάλυση (0.3 - 0.4 mg/l), της δισανθρακικής ρίζας $HCO_3$ έχει μεγαλύτερη και σταθερή συγκέντρωση 59% στις αναλύσεις Α και Β (ανεβαίνει κατά 20 mg/l), η συγκέντρωση του χλωρίου Cl πέφτει από 14% σε 13% (κατά 4.5 mg/l), ωνα θειϊκών $SO_4$ σε σταθερή συγκέντρωση 3% στις δυο μετρήσεις (πέφτει κατά 0.8 mg/l στη Β μέτρηση) και των νιτρικά $NO_3$ ανβαίνει από 2% σε 3% (κατά 5.5 mg/l) .
Από πλευράς συνόλου διαλυμένων στερεών (TDS 658 - 682 mg/l) το νερό της πηγής χαρακτηρίζεται ως γλυκό (ταξινόμηση ανά1000 mg/l).
Από πλευράς ολικής σκληρότητας $CaCO_3$ το νερό (450 – 520 mg/l) της πηγής S19 είναι πολύ σκληρό (Hem).
Οι συγκεντρώσεις των δεικτών $NH_4$ και $NO_2$ (0.01 και 0.02 mg/l) είναι ελάχιστοι και το νερό είναι απαλλαγμένο από ρύπανση.
Ιχνοστοιχεία: Το σίδερο $Fe_2$ δυο φορές ανιχνεύτηκε σε μικρές συγκεντρώσεις 2 ppb και 11 ppb. Το μαγγάνιο Mn ανιχνεύτηκε σε 2 ppb στη Α ανάλυση και το κάδμιο Cd σε 1 ppb.




*Σχ.14.64: .Ποστμότης του νερού της πηγής S19 κατά Schoeller.*
*Fig.14.64: Drinkable of spring S19 water according to Schoeller*

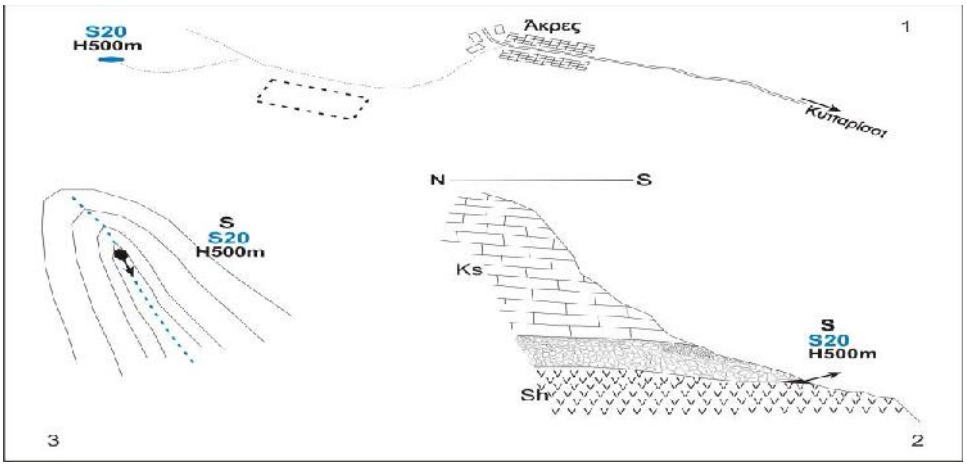
Η μόνιμος ποσιμότης του νερού πηγής S19 είναι ικανοποιητική κατά Schoeller και δεν απέχει από τους όρους που θέτουν τα διεθνής στάνταρντ (WHO & EU) ποιότητας. Οι συγκεντρώσεις του νερού πηγής υπερβαίνουν τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις του φυσικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ) σε: 0.6pH, - 0.8, EC 275 – 284 μS/cm, TDS 458 – 482 mg/l, Mg 72.2 – 74.9 mg/l, Na 13.8 – 13.5 mg/l, Cl 86.1 – 81.6 mg/l, $SO_4$ 18.6 - 17.8 mg/l, $NO_3$ 11.7 – 16.2mg/l και σκληρότητα $CaCO_3$ 217 – 287 mg/l (Σχ14.64).

## 14.20. ΠΗΓΗ S20 ( ΆΚΡΕΣ) ΤΗΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΑΚΡΩΝ ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΟΥ

### *14.20.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Geological background)*

Η μορφολογία είναι έντονη λοφώδη χωρίς πεδιάδα, επεκτείνεται στην περιοχή υδροκριτικής γραμμής που χωρίζει μεταξύ, κλάδων πρώτης τάξης του Πεθαμένου Ποταμού, και κλάδων που κατευθύνονται βόρεια προς την δολίνα Ψηλόδενδρο.
Η περιοχή Άκρων σχηματίζεται από λιμναίες αποθέσεις κυρίως κροκαλοπαγές που καλύπτουν μεγαλύτερη επιφάνεια, σχηματισμούς του φλύσχη fs και από τους ασβεστόλιθους του ανωτέρου Κρητιδικού ks, της βάσης επίκλυσης με κροκαλοπαγές στην βάση (Γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής έρευνας και Σχ.14.65).

.



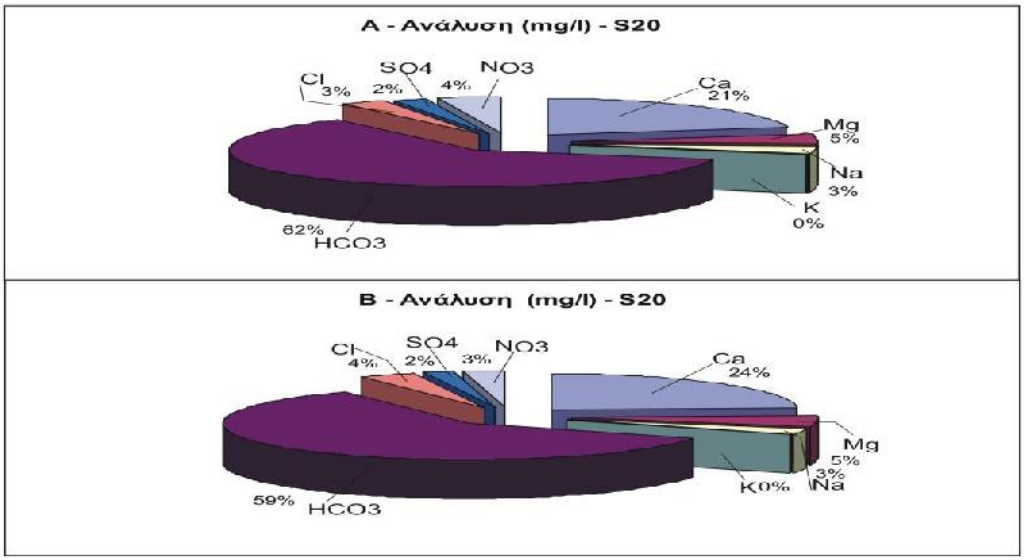

*Σχ.14.65: 1, Χάρτης εντοπισμός της πηγής **S20** στη περιοχή Καμάριτσας. 2, Σκαριφηματική τομή της πηγής. 500μ. Ks, καρστικός υδροφόρος. Sh, αδιαπέρατος σχιστοκερατολικό με κροκαλοπαγές της επίκλυσης. 3, Κατεύθυνση εκροής νερού πηγής προς νότια. υψόμετρο*
*Fig.14.65: Kamaritsa area.1, location map of spring **S20**. 2, Schematic section showing mechanism running the spring. Ks, karstic aquifer. Sh. Underlying Impermeable schist – chert with transgressive conglomerate 3, Outlet flow direction S, Height 500m discharging to stream 1st order.*

### *14.20.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Hydrogeological background)*

Η υδροφορία σχηματίζεται στο καρστικό ασβεστολιθικό ks στρώμα του ανωτέρου Κρητιδικού, ορατό πάχος 15 – 20μ περίπου. Το υπόβαθρο του υδροφόρου είναι οι σχηματισμοί της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης sh. (Σχ.14.65 και Φωτι.14.17).
Η εκροή της πηγής S20 εκδηλώνεται στην επαφή του καρστικού υδροφόρου στρώματος και των κροκαλοπαγών με τον αδιαπέρατο σχηματισμό της βάσης από κερατόλιθους και αργιλικούς σχιστόλιθους της διάπλασης sh. Η εκροή του νερού της πηγής σημειώνεται με κατεύθυνση προς νότια σε ρέμα πρώτης τάξης (Πίνακας απογραφής των πηγών).

*Φωτ.14.17: Πηγής **S20** στην περιοχή των Άκρων. S, λεκάνη συλλέκτης. ks, καρστικός ασβεστόλιθος. sh, σχιστοκερατολιθικό. K, κροκαλοπαγές. SL, γραμμή (επαφή) πηγής.*
*Photo14.17: Spring **S20** at Akrai area.S, spring collection chamber. Ks, karstic aquifer. Sh, schist – chert. K,transgressive conglomerate. SL, spring line.*

### *14.20.3. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ (Hydrochemistry)*



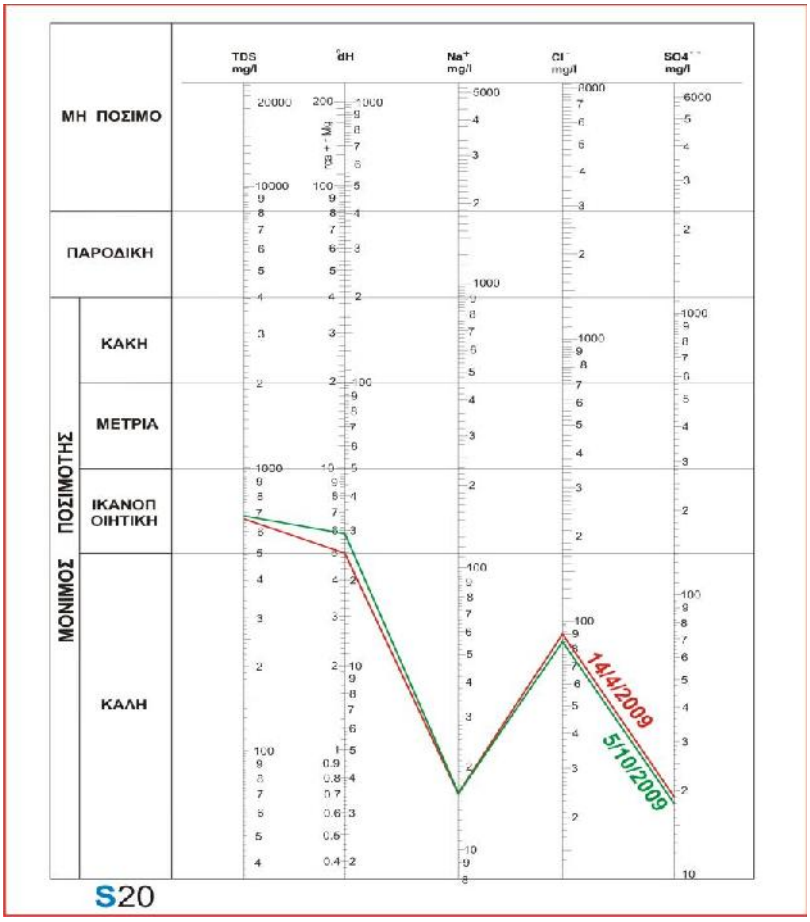

*Σχ.14.66: Πηγή **S20**. Κυκλικά διαγράμματα παρουσιάζουν κύρια ιόντα, αποτελέσματα των Α ,Β αναλύσεων.*
*Fig.14.66: Spring **S20**. Circular diagrams for major ions showing results from A and B analyses.*

*Πίν.14.20: Ποσιμότης νερού της πηγής **S20** μέσα στα σταθερότυπα των WHO, EU και φυσικού μεταλλικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ).*
*Tab.14.20: Potable of Spring **S20** comparing with mineral water ΖΑΓΟΡΙ and the international Standards WHO, EU. A, Negative. Ø, No indications.*

| Παράμετροι mg/l | Πηγή **S20** Καρστικός υδροφόρος | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό **MAI/2009** mg/l |
|---|---|---|---|---|---|
| | Συλλογή **15-4-2009** | Συλλογή **9-10-2009** | WHO **1993** mg/l | EU **1998** mg/l | |
| **pH** | 7.7 | 7.8 | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | 410 | 450 | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | 375 | 399 | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | 270 | 290 | καθόλου | καθόλου | 233 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Ca** | 80 | 96 | | | 85.3 |
| **Mg** | 17 | 19 | | | 5.6 |
| **Na** | 13 | 12 | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0.2 | 0.3 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0.0 | 0.02 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 230 | 240 | | | 233 |
| **Cl** | 12 | 14 | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 8 | 7 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | 15 | 11 | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.02 | 0.02 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | A | A | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | A | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | A | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | **5** | **17** | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | **3** | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | 3.0 | καθόλου | |

Παρατηρείται μικρή μεταβολή στο χημισμό κατά την διάρκεια των δυο περιόδων μετρήσεων – υγρής και ξηρής (Πίν.14.20 και Σχ.14.66). Παρουσιάζεται άνοδος στην ηλεκτρική αγωγιμότητα EC κατά 40 μS/cm και το TDS κατά 24 mg/l.
Η μέση θερμοκρασία αέρα στις δυο περιόδους 23.5 ºC. Η θερμοκρασία νερού σταθερή 15.0 ºC το καλοκαίρι. Η τιμή ρΗ ανεβαίνει από 7.7 σε 7.8, επίσης το δυναμικό οξειδοαναγωγής Eh από -41 σε -44 mvolt δίνοντας αλκαλικό χαρακτήρα στο νερό της πηγής. Οι τιμές της αλατότητας (Salinity) είναι μικρότερεw της μονάδας (0.27 και 0.30) αποκλείει τις πιθανότητες ανάμιξη με το νερό με την θάλασσα.
Τα κατιόντα στη πρώτη περίοδο ανάλυσης αποτελούν 29% από το σύνολο ιόντων και τα ανιόντα 71%, στη δεύτερη περίοδο τα κατιόντα αυξάνουν σε 32% και τα ανιόντα μειώνονται σε 68% (Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων νερού των πηγών).
Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca ανεβαίνει από 21% σε 24% (13.4 mg/l), του μαγνησίου Mg σταθερό σε 5% στις δυο αναλύσεις Α και Β (ανεβαίνει κατά 2.0 mg/l), του νατρίου Na επίσης σε σταθερή συγκέντρωση 3% (πέφτει κατά 1.0 mg/l), του καλίου K είναι λιγότερο της μονάς % (και σταθερή συγκέντρωση 0.2 - 0.3 mg/l), της δισανθρακικής ρίζας $HCO_3$ σε μεγαλύτερη συγκέντρωση 62% πέφτει σε 59% (ανεβαίνει κατά 10 mg/l), η συγκέντρωση του χλωρίου Cl ανεβαινει από 3% σε 4% (κατά 2.0 mg/l), στα θειϊκά $SO_4$ συγκέντρωση είναι σταθερή 2% (ανεβαίνει κατά 0.3 mg/l) και στα νιτρικά $NO_3$ η συγκέντρωση πέφτει από 4% σε 3% (πέφτει κατά 4.5 mg/l).
Από πλευράς συνόλου διαλυμένων στερεών (TDS 375 - 381 mg/l) το νερό της πηγής χαρακτηρίζεται ως γλυκό (ταξινόμηση ανά 1000 mg/l).
Από πλευράς ολικής σκληρότητας $CaCO_3$ το νερό (270 – 290 mg/l) της πηγής S20 είναι πολύ σκληρό (Hem).
Οι συγκεντρώσεις των δεικτών μολύνσεων αμμωνίας και νιτρωδών $NH_4$ και $NO_2$ (0.0 και 0.02 mg/l) είναι ελάχιστοι και το νερό είναι απαλλαγμένο από ρύπανση.
Ιχνοστοιχεία: Το σίδερο $Fe_2$ ανιχνεύτηκε στη Α και στην Β ανάλυση σε 5 ppb και 17 ppb και το μαγγάνιο Mn σε 3 ppb.
Η μόνιμος ποσιμότης του νερού πηγής S20 είναι πολλή καλή κατά Schoeller και δεν απέχει από τους όρους που θέτουν τα διεθνής στάνταρντ (WHO & EU) ποιότητας. Οι συγκεντρώσεις του νερού πηγής υπερβαίνουν τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις παραμέτρων του φυσικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ) σε: 0.3 – 0.4ρΗ, EC 34 μS/cm, TDS 175 – 199 mg/l, Ca 10.7 mg/l, Mg 11.4 – 13.4 mg/l, Na 10.8 – 9.8 mg/l, $HCO_3$ 7.0 mg/l, Cl 8.1 – 10.1 mg/l, $NO_3$ 13.2 – 9.2 mg/l και σκληρότητα $CaCO_3$ 37 – 57 mg/l (Σχ.14.67).




*Σχ.14.67: .Ποστμότης του νερού της πηγής S20 κατά Schoeller.*
*Fig.14.67: Drinkable of spring S20 water according to Schoeller*

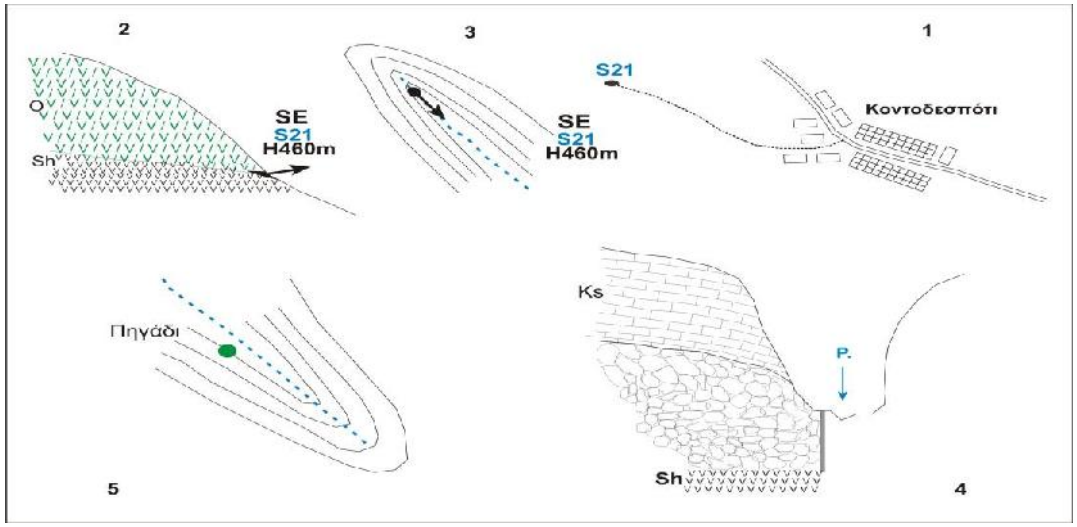
## 14.21. ΠΗΓΗ S21 (Κοντοδεπότι) ΤΗΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΚΟΝΤΟΔΕΔΠΟΤΙΟΥ

### *14.21.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Geological background)*

Η μορφολογία Της περιοχής Κοντοδεσποτίου είναι λοφώδης με υψηλότερες κορυφές Σινάνα (368μ.) και Γαϊδουρόρρεμα (272μ), (320μ.), αποχετεύεται από δίκτυο κλάδων ρεμάτων πρώτης τάξης ανήκουν στο Πεθαμένου και στο Μεσσάπιο Ποταμό.
Η περιοχή σχηματίζεται από λιμναίες αποθέσεις - κροκαλοπάγων και αργίλων, ασβεστόλιθους ks του ανωτέρου κρητιδικού με παχύ στρώμα κροκαλοπαγών στη βάση της επίκλυσης, μικρή εμφάνιση σιδηρονικελιούχου κοιτάσματος και οφιόλιθους ο της σιχστοκερατολιθικής διάπλασης sh (Γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής έρευνας και Σχ.14.68).

### *14.21.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Hydrogeological background)*

Η υδροφορία της περιοχής Κοντοδεσποτίου σχηματίζεται στο διαρρηγμένο οφιολιθικό στρώμα ο, της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης (Φωτ.14.18).
Η εκροή της πηγής S21 εκδηλώνεται στην επαφή του διαρρηγμένου οφιολθικού υδροφόρου ορίζοντα με το αδιαπέρατο υγιή σχηματισμό της βάσης του υδροφόρου που αποτελείται από αργιλικούς σχιστόλιθους και κερατόλιθους μέλη της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης sh (Πίνακας απογραφή των πηγών).
Η εκροή σημειώνεται σε ένα ρέμα πρώτης τάξης με κατεύθυνση νοτιοανατολικά (Σχ.14.68).

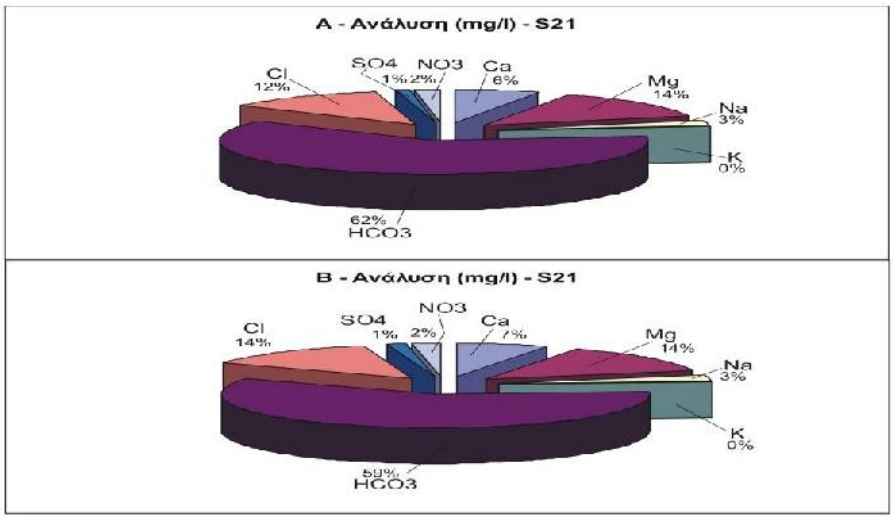



*Σχ.14.68: 1, Χάρτης εντοπισμός της πηγής* ***S21*** *στη περιοχή Κοντοδεσπότι. 2, Σκαριφηματική τομή της πηγής.ο, διαρρηγμένο οφιολιθικό υδροφόρο sh, αδιαπέρατο σχιστοκερατολιθικό της βάσης. 3, Κατεύθυνση εκροής νοτιοανατολικά στο ρέμα πρώτης τάξης , υψόμετρο 450μ.. 4, 5, Εντοπισμός δημοτικού πηγαδιού(ΔΕΥΑΜ) και Σκαριφηματική τομή.*

*Fig.14.68: Kondodespoti area. 1, Location map of spring S21. 2, Schematic section showing mechanism running the spring. O, fissured ophiolite aquifer. Sh, impermeable schist – chert underlying layer. 3, outlet flow direction SE discharging to stream 1st order. Height 460m. 4,5, Location map (Municipality company)of dig well in the area.*

*Φωτ.14.18: Πηγής* ***S21*** *στην περιοχή του Κοντοδεσπότιου.Sh, σχστοκερατολιθικό της βάσης.SL, γραμμή επαφή*
*Photo14.18: Kondodespoti area: Spring S21. Οφ, Ophiolite. Sh, schist chert. SL contact line.*

### *14.21.3. ΥΔΡΟΧΗΕΜΙΑ (Hydrochemistry)*



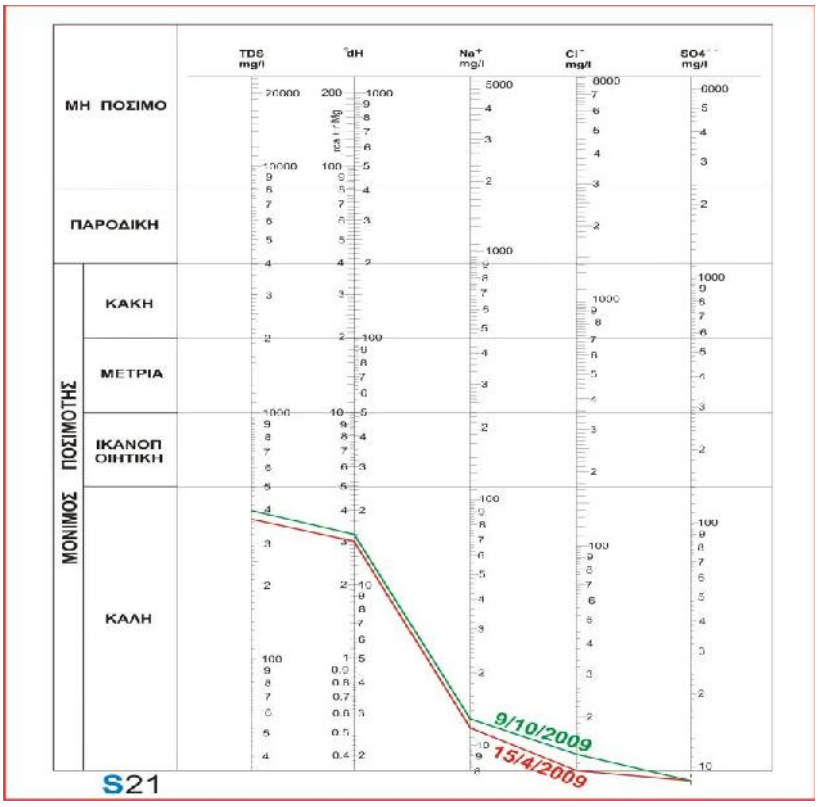

*Σχ.14.69: Πηγή **S21**. Κυκλικά διαγράμματα παρουσιάζουν κύρια ιόντα, αποτελέσματα των Α ,Β αναλύσεων.*
*Fig.14.69: Spring **S21**. Circular diagrams for major ions showing results from A and B analyses.*

*Πίν.14.21: Ποσιμότης νερού της πηγής **S21** μέσα στα σταθερότυπα των WHO, EU και φυσικού μεταλλικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ). Α, Αρνητικό. Χωρίς ένδειξη.*
*Tab.14.21: Potable of Spring **S21** comparing with mineral water (ΖΑΓΟΡΙ) and the international Standards WHO, EU. A, Negative. Ø, No indications.*

| Παράμετροι mg/l | Πηγή S21 | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό **MAI/2009** mg/l |
|---|---|---|---|---|---|
| | Οφιολιθικός υδροφόρος | | WHO **1993** mg/l | EU **1998** mg/l | |
| | Συλλογή **15-4-2009** | Συλλογή **9-10-2009** | | | |
| **pH** | 7.7 | 7.9 | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | 970 | 1010 | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | 818 | 881 | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | 600 | 680 | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 52 | 60 | | | 85.3 |
| **Mg** | 114 | 120 | | | 5.6 |
| **Na** | 21 | 28 | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0.2 | 0.2 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0.03 | 0.03 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 505 | 520 | | | 233 |
| **Cl** | 100 | 120 | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 10 | 12 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | 16 | 19 | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.02 | 0.03 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | A | A | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | **41** | **38** | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | A | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | A | **11** | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | A | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | 3.0 | καθόλου | |

Παρατηρείται μικρή μεταβολή στο χημισμό κατά την διάρκεια των δυο περιόδων μετρήσεων – της υγρής και της ξηρής (Πίν.14.21 και Σχ.14.69). Παρουσιάζεται άνοδος στην ηλεκτρική αγωγιμότητα EC κατά 40 μS/cm και το TDS κατά 63 mg/l.
Η μέση θερμοκρασία αέρα στις δυο περιόδους 23.0 ºC. Η θερμοκρασία νερού ανεβαίνει 0.5ºC το καλοκαίρι. Η τιμή pH ανεβαίνει από 7.7 σε 7.9, επίσης το δυναμικό οξειδοαναγωγής Eh από -41 σε -48 mvolt δίνοντας αλκαλικό χαρακτήρα στο νερό της πηγής. Οι τιμές της αλατότητας (Salinity) είναι μικρότερες της μονάδας (0.61 και 0.63) αποκλείει τις πιθανότητες ανάμιξη με την θάλασσα

Τα κατιόντα στη πρώτη περίοδο ανάλυσης αποτελούν 23% από το σύνολο ιόντων και τα ανιόντα 77%, στη δεύτερη περίοδο τα κατιόντα αυξάνουν σε 24% και τα ανιόντα μειώνονται σε 76% (Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων νερού των πηγών).
Η συγκέντρωση του ασβέστίου Ca ανεβαίνει από 6% σε 7% (ανεβαίνει 18.1 mg/l), του μαγνησίου Mg σε σταθερή συγκέντρωση 14% (ανεβαίνει κατά 6.3 mg/l), του νατρίου Na επίσης σε σταθερή 3% (κατά 7.0 mg/l), του καλίου K είναι λιγότερα της μονάδας % (και σταθερή συγκέντρωση 0.2 - 0.3 mg/l), της δισανθρακικής ρίζας $HCO_3$ έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση 62% πέφτει σε 59% (ανεβαίνει κατά 15 mg/l), επίσης η συγκέντρωση του χλωρίου Cl ανεβαίνει από 12% σε 14% (κατά 20 mg/l), των θειϊκών $SO_4$ σε σταθερή συγκέντρωση 1% στις δυο μετρήσεις (ανεβαίνει 2.5 mg/l στη Β μέτρηση) και των νιτρικών $NO_3$ επίσης σε συγκέντρωση 2% (ανεβαίνει κατά 3.9 mg/l).
Από πλευράς συνόλου διαλυμένων στερεών (TDS 361 - 421 mg/l) το νερό της πηγής χαρακτηρίζεται ως γλυκό (ταξινόμηση ανά mg/l).
Από πλευράς ολικής σκληρότητας $CaCO_3$ το νερό (818 – 881 mg/l) της πηγής S21 είναι πολύ σκληρό (Hem).
Οι συγκεντρώσεις των δεικτών $NH_4$ και $NO_2$ (0.02 και 0.03 mg/l) είναι ελάχιστοι και το νερό είναι απαλλαγμένο από ρύπανση.
Ιχνοστοιχεία: Το χρώμιο Cr (ολικό) ανιχνεύτηκε δυο φορές σε μικρές συγκεντρώσεις 41ppb και 38ppb. Ο σίδηρος $Fe_2$ επίσης μια φορά ανιχνεύτηκε σε συγκεντρώσεις 11 ppb.
Η μόνιμος ποσιμότης του νερού πηγής S21 είναι καλή κατά Schoeller και δεν απέχει από τους όρους που θέτουν τα διεθνής στάνταρντ (WHO & EU) ποιότητας. Οι συγκεντρώσεις του νερού πηγής υπερβαίνουν τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις παραμέτρων του φυσικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ) σε: 0.3 – 0.7 pH, EC 455 – 795 μS/cm, TDS 618 – 681 mg/l, Mg 108.4 – 114.4 mg/l, Na 18.8 – 23.8 mg/l, Cl 96.1 – 116.1 mg/l, $SO_4$ 1.8 mg/l, $NO_3$ 14.2 – 17.2 mg/l και σκληρότητα $CaCO_3$ 367 – 247 mg/l (Σχ.14.70).




*Σχ.14.70: .Ποστμότης του νερού της πηγής S21 κατά Schoeller.*
*Fig.14.70: Drinkable of spring S21 water according to Schoeller*

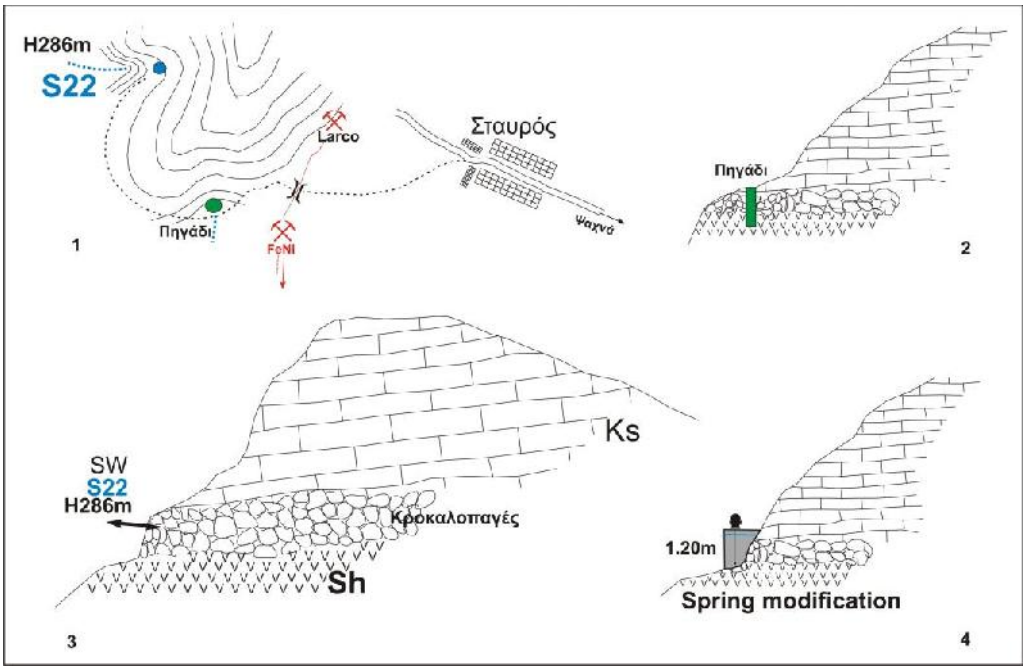
## 14.22. ΠΗΓΗ S22 (Σταυρός) ΤΗΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΣΤΑΥΡΟΥ

### *14.22.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Geological background)*

Η μορφολογία της περιοχής Σταυρού είναι λοφώδης με υψηλότερο λόφο Άγναντεο (459μ.), και στερείται πεδιάδες, διαυλακώνεται από ρέματα κλάδων πρώτης και δεύτερης τάξης, ανήκουν στα υδρογραφικά δίκτυα του Πεθαμένου και Μεσσάπιου ποτάμου οι οποίοι εκβάλουν στον Ευβοϊκό Κόλπο (Σχ.14.71).
Η περιοχή τροφοδοσίας της πηγής S22 σχηματίζεται από νεογενείς λιμναίες αποθέσεις, κροκαλοπαγών και ψαμμιτών, από ασβεστόλιθους, ks του ανωτέρου κρητιδικού, παχυστρωματώδεις, μαργαϊκοι, που καλύπτουν μεγαλύτερη έκταση και από οφιόλιθους της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης, sh (Γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής έρευνας).

### *14.22.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Hydrogeological background)*

Η υδροφορία της περιοχής εντοπίζεται στο καρστικό ασβεστολιθικό σχηματισμό ks και στο κροκαλοπαγές στην βάση του ασβεστολιθικού στρώματος.
Η εκροή της πηγής S22 εκδηλώνεται στην επαφή του καρστικού ασβεστολιθικού στρώματος υδροφόρου και το κροκαλπαγικό με τους αδιαπέρατους σχηματισμούς του υποβάθρου που αποτελούνται από υγιής οφιολιθικό στρώμα και τα μέλη της σιχστοκερατολιθικής σιάπλασης. Ο υδροφόρος ορίζοντας εκφορτώνεται από την πηγή S22 με κατεύθυνση ροή νερού, νοτιοδυτικά προς ένα ρέμα δευτέρας τάξης, και ένα ανήκει στο Δημοτική Αρχή (Φώτ.14.19, Φώτ.14.20 και Σχ.14.71).
***Πηγάδι (ΔΕΥΑΜ) Σταυρός***
Συντεταγμένες: **N** 38 38.283, **E** 23 36.506, **h** 286m [**E** 466212 **– N** 4276628]
Βάθος m: 286.00 - 23.00 = (263.00m). 15 / 4 / 2009
Στάθμη m A: 286.00 - 6.00 = (280.00m).
Στάθμη m B: 286.00 – 8.20 = (277.80m).
Πτώση στάθμης: 2.20m.



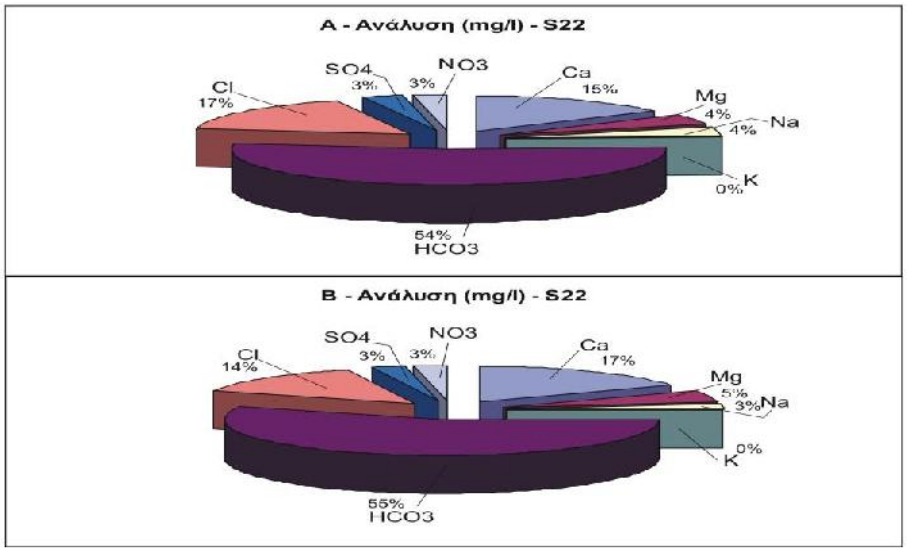

*Σχ.14.71: 1, Χάρτης εντοπισμός της **πηγής S22** και **δημοτικού πηγαδιού** (ΔΕΥΑΜ) στη περιοχή Σταυρού.2, Σκαριφηματική τομή του πηγαδιού 3, Σκαριφηματική τομή της πηγής και κατεύθυνση εκροής νερού πηγής προς νοτιοδυτικά. 4, Υδρομάστευση σε λεκάνη συλλέκτης. Ks, sh*
*Fig.14.71:Stavros area. 1, Location map of spring **S22** and Municipality **dig Well**. 2, schematic section of the **dig well**. outlet flow direction SW. Height286m. 3, Schematic section showing mechanism running the spring. 4, Spring modification. ks, karstic aquifer. Sh, impermeable schist –chert and transgressive conglomerate.*

.

*Φωτ.14.19: Πηγής **S22** στην περιοχή Σταυρού και S, θάλαμος άντλησης. Ks, καρστικός υδροφόρος*
*Photo 14.19: Stavros area. Spring **S22**. Ks, karstic aquifer. S, spring collection chamber*

*Φωτ.14.20: Δημοτική γεώτρησης (ΔΕΥΑΜ) στην περιοχή Σταυρού. ks,*
*Photo 14.20: Stavros area. Muicipality borehole. Ks, karstic aquifer.*

### *14.22.3. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ (Hydrochemistry)*



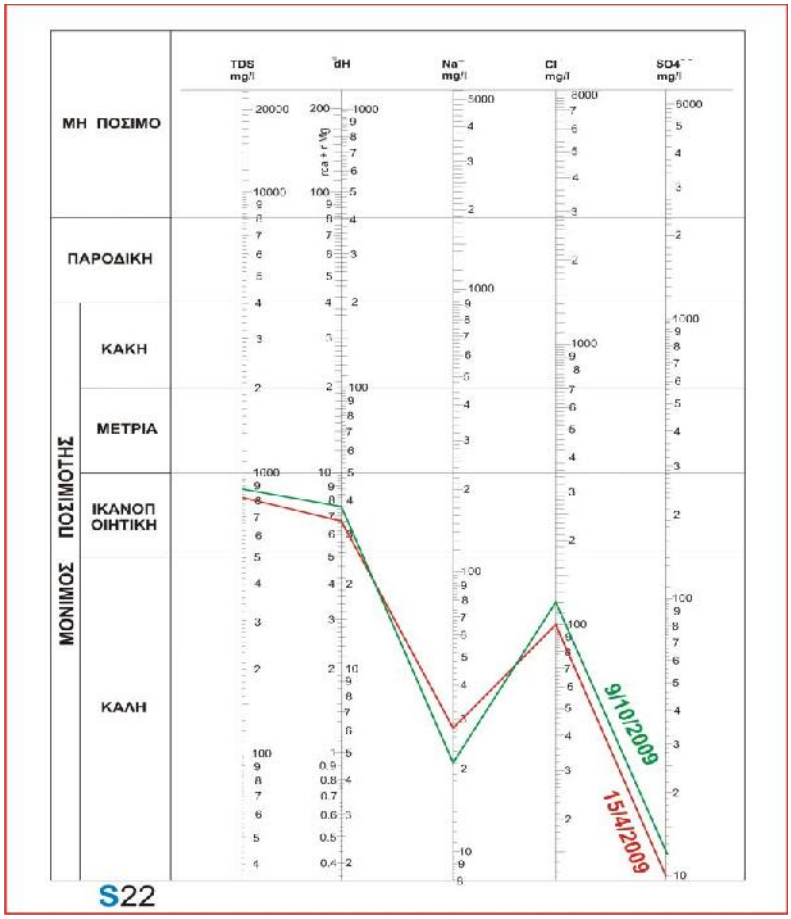

*Σχ.14.72: Πηγή **S22**. Κυκλικά διαγράμματα παρουσιάζουν κύρια ιόντα, αποτελέσματα των Α ,Β αναλύσεων.*
*Fig.14.72: Spring **S22**. Circular diagrams for major ions showing results from A and B analyses.*

*Πίν.14.22: Ποσιμότης νερού της πηγής **S22** μέσα στα σταθερότυπα των WHO, EU και φυσικού μεταλλικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ). Α, Αρνητικό. Ø Χωρίς ένδειξη.*
*Tab. 14.22: Potable of Spring **S22** comparing with mineral water (ΖΑΓΟΡΙ) and the international Standards WHO, EU. A, Negative. Ø, No indications.*

| Παράμετροι mg/l | Πηγή **S22** | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό **ΜΑΙ/2009** mg/l |
|---|---|---|---|---|---|
| | Καρστικός υδροφόρος | | WHO **1993** mg/l | EU **1998** mg/l | |
| | Συλλογή **15-4-2009** | Συλλογή **9-10-2009** | | | |
| **pH** | 7.3 | 7.9 | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | 640 | 652 | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | 623 | 623 | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | 350 | 380 | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 96 | 109 | | | 85.3 |
| **Mg** | 28 | 30 | | | 5.6 |
| **Na** | 26 | 18 | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0.0 | 0.1 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0.03 | 0.02 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 335 | 350 | | | 233 |
| **Cl** | 105 | 88 | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 18 | 15 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | 16 | 17 | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.02 | 0.02 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | A | A | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | A | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | A | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | **2** | **8** | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | A | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | 3.0 | καθόλου | |

Παρατηρείται μικρή μεταβολή στο χημισμό κατά την διάρκεια των δυο περιόδων μετρήσεων – της υγρής και ξηρής περιόδου (Πίν.14.22 και Σχ.14.72). Παρουσιάζεται άνοδος στην ηλεκτρική αγωγιμότητα EC κατά 12 μS/cm και το TDS κατά 1 mg/l.
Η μέση θερμοκρασία αέρα στις δυο περιόδους 24.0 ºC. Η θερμοκρασία νερού ανεβαίνει σταθερή στις μετρήσεις σε Α και Β 15.5 ºC. Η τιμή ρΗ ανεβαίνει από 7.7 σε 7.9, το δυναμικό οξειδοαναγωγής Eh ανεβαίνει από -20 σε -41 mvolt δίνοντας αλκαλικό χαρακτήρα στο νερό της πηγής. Οι τιμές της αλατότητας (Salinity) είναι μικρότερες της μονάδας (0.39 και 0.44) αποκλείει τις πιθανότητες ανάμιξη με την θάλασσα (Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων νερού των πηγών).
Τα κατιόντα στη πρώτη περίοδο ανάλυσης αποτελούν 23% από το σύνολο ιόντων και τα ανιόντα 77%, και στη δεύτερη περίοδο τα κατιόντα αυξάνουν σε 25% και τα ανιόντα μειώνονται σε 75%.
Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca ανεβαίνει από 15% σε 17% (12.3 mg/l), του μαγνησίου Mg σημειώνει αύξηση από 4% σε 5% (1.8 mg/l), το νατρίου Na πέφτει από 4% σε 3% (κατά 8.0 mg/l), του καλίου K είναι λιγότερο της μονάς % (και σταθερή συγκέντρωση 0.0 - 0.1 mg/l), της δισανθρακικής ρίζας $HCO_3$ έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση 54% ανεβαίνει σε 55% (κατά 15.0 mg/l), και η συγκέντρωση του χλωρίου Cl πέφτει από 17% σε 14% (κατά 19.2 mg/l), των θειϊκων $SO_4$ σε σταθερή συγκέντρωση 3% στις δυο μετρήσεις (πέφτει 2.5 mg/l στη Β μέτρηση) και στα νιτρικά $NO_3$ η συγκέντρωση σταθερή σε 3% (κατά 0.8 mg/l).
Από πλευράς συνόλου διαλυμένων στερεών (TDS 623 - 624 mg/l) το νερό της πηγής χαρακτηρίζεται ως γλυκό (ταξινόμηση ανά 1000 mg/l).
Από πλευράς ολικής σκληρότητας $CaCO_3$ το νερό (350 – 62 4mg/l) της πηγής S22 είναι πολύ σκληρό (Hem).
Οι συγκεντρώσεις των δεικτών $NH_4$ και $NO_2$ (0.02 και 0.03 mg/l) είναι ελάχιστες και το νερό είναι απαλλαγμένο από ρύπανση.
Ιχνοστοιχεία: Ο σίδηρος $Fe_2$ δυο φορές ανιχνεύτηκε σε μικρές συγκεντρώσεις 2 ppb και 8 ppb.
Η μόνιμος ποσιμότης του νερού πηγής S22 είναι ικανοποιητική κατά Schoeller και δεν απέχει από τους όρους που θέτουν τα διεθνής στάνταρντ (WHO & EU)

ποιότητας. Οι συγκεντρώσεις του νερού πηγής υπερβαίνουν τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις παραμέτρων του φυσικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ) σε: 0.3 pH, EC 45 – 65 μS/cm, TDS 423 – 424 mg/l, Ca 10.8 – 23.1 mg/l, Mg 21.1 – 23.9 mg/l, Na 28.8 – 15.8 mg/l, $HCO_3$ 102.0 – 117.0 mg/l, Cl 101.1 – 81.1 mg/l, $SO_4$ 7.3 – 4.8 mg/l, $NO_3$14.0 – 13.2 mg/l και σκληρότητα $CaCO_3$ 117 - 247 mg/l (Σχ.14.73).




*Σχ.14.73: .Ποστμότης του νερού της πηγής S22 κατά Schoeller.*
*Fig.14.73: Drinkable of spring S22 water according to Schoeller*

## 14.23. ΠΗΓΗ S23 (Βαφή) ΤΗΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΜΑΚΡΥΚΑΠΑΣ

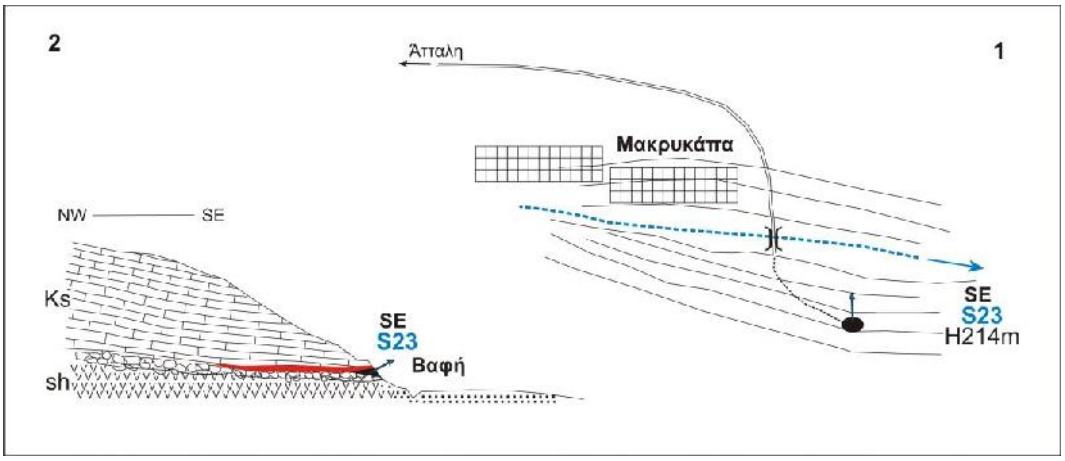
### *14.23.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Geological background)*

Η μορφολογία της περιοχής Μακρυκάπας είναι λοφώδης, με υψηλότερες κορυφές Σταυρός (300μ.). Στερείται τελείως πεδιάδων και αποχετεύεται από κλάδους υδρογραφικό δίκτυο δεύτερης τάξης που ανήκουν στο Μεσσάπιο Ποταμό (Σχ.14.74).
Η περιοχή της πηγής S23 Μακρυκάπας σχηματίζεται από νεογενείς λιμναίες αποθέσεις, ψαμμιτών και κροκαλοπαγών, από αδιαίρετο φλύσχη, fs αργιλικών ασβεστόλιθων και από επικλυσιγενείς ασβεστόλιθους ks, ανωτέρου κρητιδικού (Γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής έρευνας).

### *14.23.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Hydrogeological background)*

Η υδροφορία περιοχής της πηγής S23 εντοπίζεται στο καρστικό ασβεστολιθικό υδροφόρο στρώμα ks. Οι σχηματισμοί στην βάση του υδροφόρου στρώματος είναι οι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι, οι κροκαλοπαγές της επίκλυσης και εμφανίσεις σιδηρονικελιούχων (Πίνακας απογραφής των πηγών).

Η εκροή του νερού της πηγής S23 εκδηλώνεται στην επαφή του καρστικού ασβεστολιθικού, ks υδροφόρου με το αδιαπέρατο και υγιή ανώτερο τμήμα της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης (Σχ.14.74).

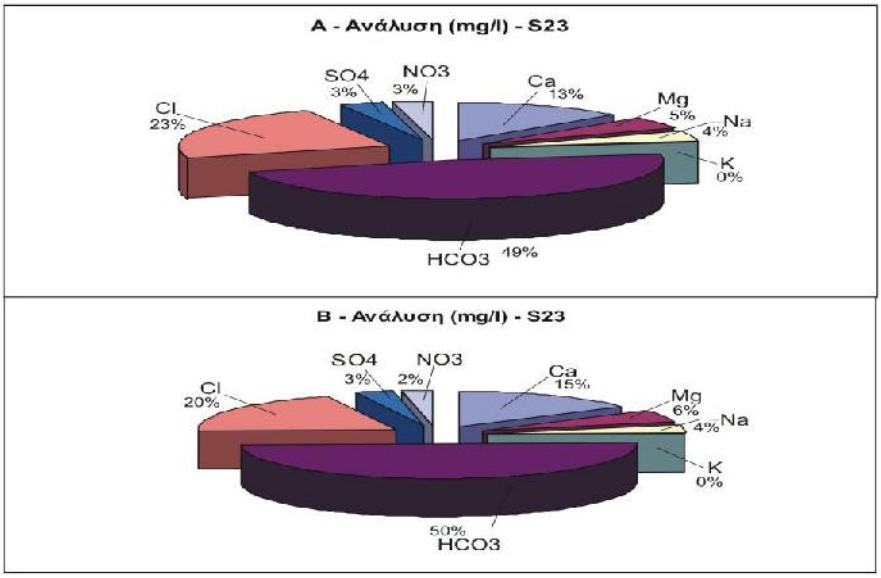



*Σχ.14.74: 1, Χάρτης εντοπισμός της πηγής* ***S23 – Βαφή*** *στη περιοχή Μακρυκάπας. 2, Σκαριφηματική τομή της πηγής και κατεύθυνση εκροής νερού προς νοτιοανατολικά. ks, καρστικός υδροφόρος. Sh, αδιαπεράτο σχιστοκερατολιθικό στρώμα βάσης και κροκαλοπαγές, σιδηρονικελιούχο κοίτασμα.*
*Fig.14.74. 1, Makrukapa area. Location map of spring* ***Vafi S23****.Height 214m. Outlet flow direction SE, discharge to stream 2rd order. 2, Schematic section showing mechanism running the spring. Ks, karstic aquifer. Sh, underlying impermeable schist – chert with transgressive conglomerate and iron – nickel ore deposit.*

Η εκροή του νερού της πηγής σημειώνεται με κατεύθυνση ροή νοτιοανατολικά προς ρέμα δευτέρας τάξης ανήκει στο Μεσσάπιο Ποταμό. Το κόκκινο χρώμα που χαρακτηρίζει το νερό της πηγής, έδωσε τον όνομα «Βαφή» από τους κατοίκους του χωριού. (Φωτ.14.21).

*Φωτ.14.21: Πηγής* ***Βαφή S23*** *στην περιοχή Μακρυκάπας. Ks, καρστικός υδροφόρος. S, θάλαμος συλλέκτης. FeNi, σιδηρονικελιούχο κοίτασμα.SL, γραμμή επαφή πηγής.*
*Photo14.21: Makrukapa area. Spring* ***Vafi S23****. Ks, karstic aquifer. S, spring collection chamber. FeNi, iron nickel ore deposit. SL, spring contact line*

### *14.23.3. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ (Hydrochemistry)*



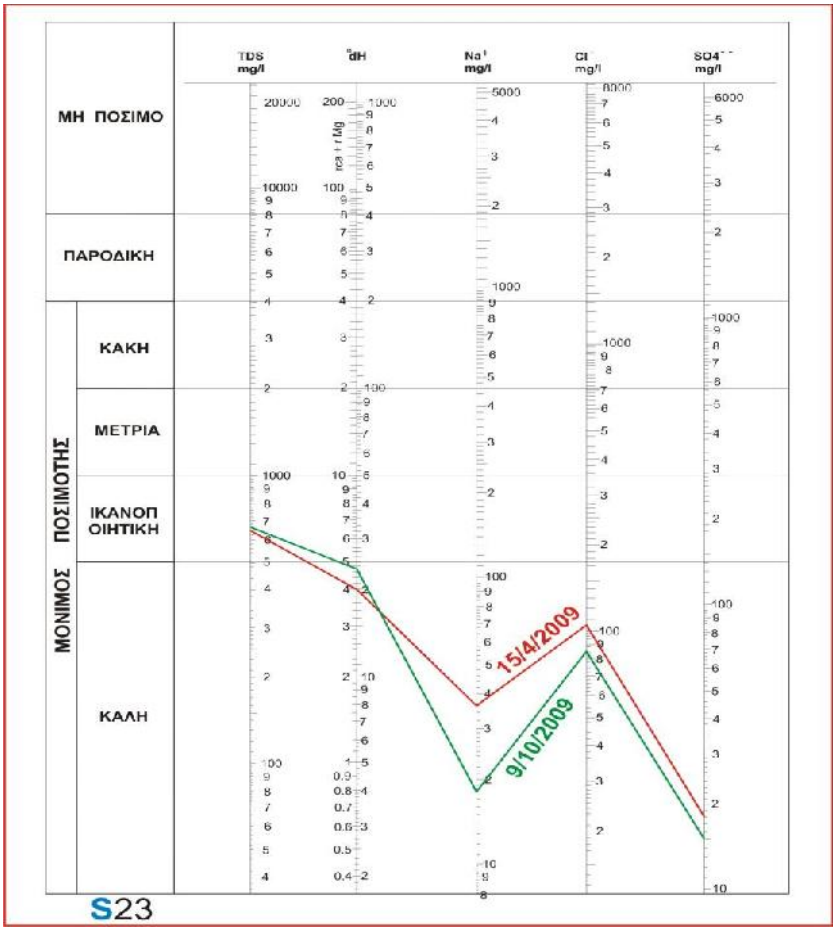

*Σχ.14:.75 Πηγή **S23**. Κυκλικά διαγράμματα παρουσιάζουν κύρια ιόντα, αποτελέσματα των Α ,Β αναλύσεων.*
*Fig.14.75: Spring **S23**. Circular diagrams for major ions showing results from A and B analyses.*

*Πίν.14.23: Ποσιμότης νερού της πηγής **S23** μέσα στα σταθερότυπα των WHO, EU και φυσικού μεταλλικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ). Α, Αρνητικό. Ø, Χωρίς ένδειξη.*
*Tab. 14.23: Potable of Spring **S23** comparing with mineral water (ΖΑΓΟΡΙ) and the international Standards WHO, EU. A, Negative. Ø, No indications.*

| Παράμετροι mg/l | Πηγή S23 | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό **MAI/2009** mg/l |
|---|---|---|---|---|---|
| | Καρστικός υδροφόρος | | WHO **1993** mg/l | EU **1998** mg/l | |
| | Συλλογή **23-4-2009** | Συλλογή **6-10-2009** | | | |
| **pH** | 7.7 | 8.0 | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | 610 | 630 | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | 581 | 601 | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | 310 | 350 | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 76 | 91 | | | 85.3 |
| **Mg** | 29 | 34 | | | 5.6 |
| **Na** | 24 | 22 | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0.1 | 0.2 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0.04 | 0.04 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 280 | 320 | | | 233 |
| **Cl** | 135 | 110 | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 19 | 20 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | 16 | 15 | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.03 | 0.02 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | 1 | A | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | **40** | **38** | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | A | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | **3** | **20** | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | A | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | 3.0 | καθόλου | |

Παρατηρείται μικρή μεταβολή στο χημισμό κατά την διάρκεια των δυο περιόδων μετρήσεων – της υγρής και της ξηρής (Πίν.14.23 και Σχ.14.75). Παρουσιάζεται άνοδος στην ηλεκτρική αγωγιμότητα EC κατά 20 μS/cm και το TDS κατά 21 mg/l. (Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων νερού πηγών).
Η μέση θερμοκρασία αέρα στις δυο περιόδους 24.0 ºC. Η θερμοκρασία νερού ανεβαίνει 0.5 ºC το καλοκαίρι. Η τιμή pH ανεβαίνει από 7.7 σε 8.0 επίσης το

δυναμικό οξειδοαναγωγής Eh από -41 σε -48 mvolt δίνοντας αλκαλικό χαρακτήρα στο νερό της πηγής. Οι τιμές της αλατότητας (Salinity) είναι μικρότερες της μονάδας (0.38 και 0.47) αποκλείει τις πιθανότητες ανάμιξη νερού πηγής με την θάλασσα.
Τα κατιόντα στη πρώτη περίοδο ανάλυσης αποτελούν 22% από το σύνολο ιόντων και τα ανιόντα 78%, και στη δεύτερη περίοδο τα κατιόντα αυξάνουν σε 25% και τα ανιόντα μειώνονται σε 75%.
Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca ανεβαίνει από 13% σε 15% (24.7 mg/l), του μαγνήσιο Mg επίσης ανεβαίνει από 5% σε 6% (4.8 mg/l), το νατρίου Na σε σταθερή συγκέντρωση 4% (πέφτει κατά 9.2 mg/l), του καλίου K είναι λιγότερο της μονάδας % (συγκέντρωση 0.0 - 0.2 mg/l), της δισανθρακικής ρίζας $HCO_3$ έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση 49% ανεβαίνει σε 50% (κατά 20 mg/l), επίσης η συγκέντρωση του χλωρίου Cl πέφτει από 23% σε 20% (κατά 15.0 mg/l), των θειϊκών $SO_4$ σε συγκεντρώσεις 3% σταθερή στις δυο μετρήσεις A και B (πέφτει 1.0mg/l στη B μέτρηση) και των νιτρικών $NO_3$ επίσης πέφτει από 3% σε 2% (κατά 0.7 mg/l).
Από πλευράς συνόλου διαλυμένων στερεών (TDS 581 - 601 mg/l) το νερό της πηγής χαρακτηρίζεται ως γλυκό (ταξινόμηση ανά 1000 mg/l).
Από πλευράς ολικής σκληρότητας $CaCO_3$ το νερό (310 – 360 mg/l) της πηγής S23 είναι πολύ σκληρό (Hem).
Οι συγκεντρώσεις των δεικτών $NH_4$ και $NO_2$ (0.03 και 0.04 mg/l) είναι ελάχιστοι και το νερό είναι απαλλαγμένο από ρύπανση.
Ιχνοστοιχεία: Το χρώμιο Cr (ολικό) ανιχνεύτηκε δυο φορές σε μικρές συγκεντρώσεις 48 ppb και 38 ppb. Ο σίδηρος $Fe_2$ επίσης δυο φορές ανιχνεύτηκε μικρές συγκεντρώσεις 3ppb και 20 ppb.

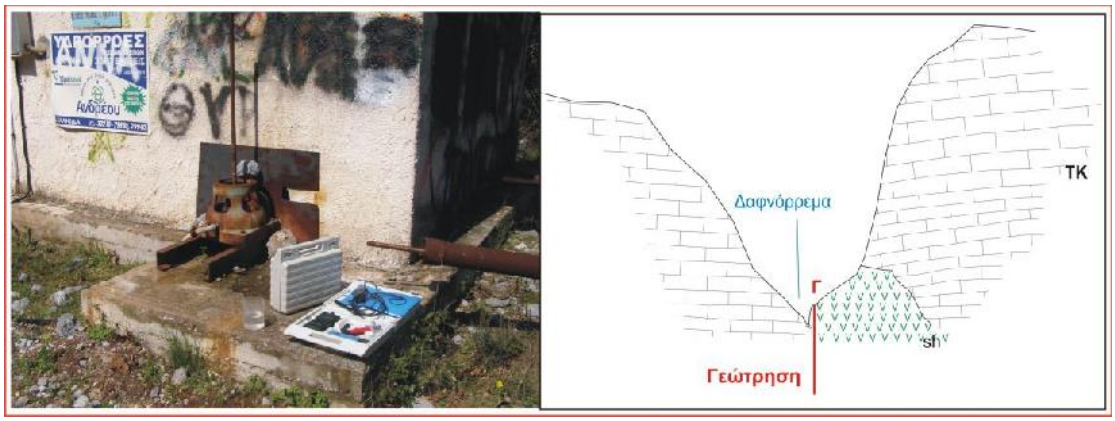



*Σχ.14.76: .Ποστμότης του νερού της πηγής S23 κατά Schoeller.*
*Fig.14.76: Drinkable of spring S23 water according to Schoeller*

Η μόνιμος ποσιμότης του νερού πηγής S3 είναι ικανοποιητική κατά Schoeller και δεν απέχει από τους όρους που θέτουν τα διεθνής στάνταρντ (WHO & EU) ποιότητας. Οι συγκεντρώσεις του νερού πηγής υπερβαίνουν τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις παραμέτρων του φυσικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ) σε: 0.3 - 0.6 pH, EC 195 – 210 μS/cm, TDS 381 – 401 mg/l, Ca 5.5 mg/l, Mg 23.6 – 28.4 mg/l, Na 21.8 – 18.9 mg/l, $HCO_3$ 47.0 – 97.0 mg/l, Cl 131.1 – 116.1 mg/l, $SO_4$ 9.8 – 8.8 mg/l, $NO_3$ 14.5 – 13.2 mg/l και σκληρότητα $CaCO_3$ 77 – 117 mg/l (Σχ.14.76).

## 14.24. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ ΤΩΝ ΦΡΕΑΤΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

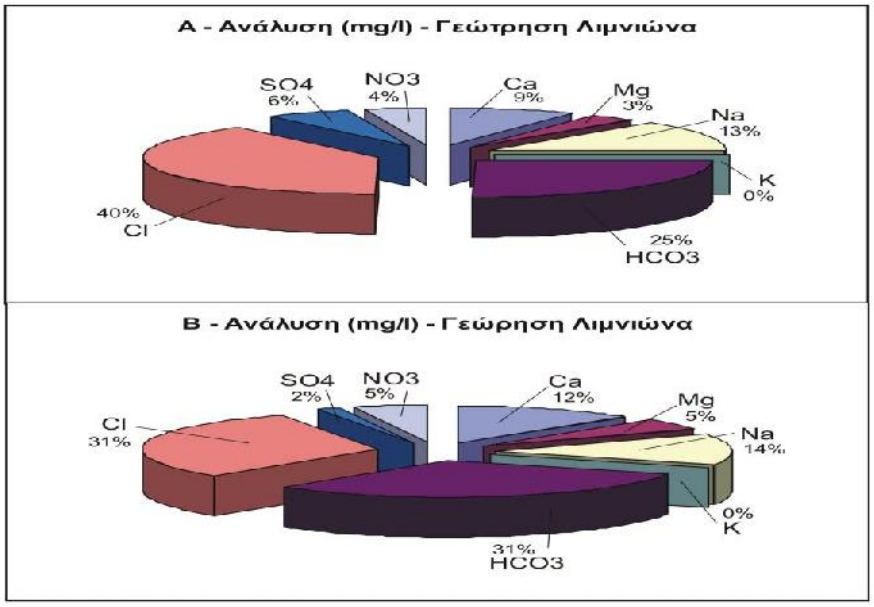
### *14.24.1. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ ΛΙΜΝΙΩΝΑ*




*Φώτ.14.22: Δημοτική γεώτρηση (ΔΕΥΑΜ) στη περιοχή Λιμνιώνας και Σκαριφηματική τομή.*
*Photo14.22:Limnionas **borehole** (Messapia Municipality) and schematic section in the area*

*Πίν.14.24: Ποσιμότης νερού της Δημοτικής **Γεώτρησης Λιμνιώνα** μέσα στα σταθερότυπα των WHO, EU και φυσικού μεταλλικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ). Α, αρνητικό. Ø, Χωρίς ένδειξη.*
*Tab.14.24: Potable of Limnionas **Borehole** comparing with mineral water (ZAΓOPI) and the international Standards WHO, EU. A, Negative. Ø, No indications.*

| Παράμετροι mg/l | Γεώτρηση Λιμνιώνας | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό **ΜΑΙ/2009** mg/l |
|---|---|---|---|---|---|
| | Οφιολικός υδροφόρος | | WHO **1993** mg/l | EU **1998** mg/l | |
| | Συλλογή **27-3-2000** | Συλλογή **4-10-2009** | | | |
| **pH** | 8.1 | 7.9 | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | 860 | 890 | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | 656 | 680 | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | 230 | 250 | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 56 | 76 | | | 85.3 |
| **Mg** | 22 | 30 | | | 5.6 |
| **Na** | 87 | 83 | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0.8 | 0.5 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0.03 | 0.03 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 165 | 190 | | | 233 |
| **Cl** | 26 | 15 | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 37 | 10 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | 27 | 30 | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.03 | 0.03 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | **2** | **4** | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | **22** | **18** | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | A | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | **18** | **20** | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | A | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | 3.0 | καθόλου | |

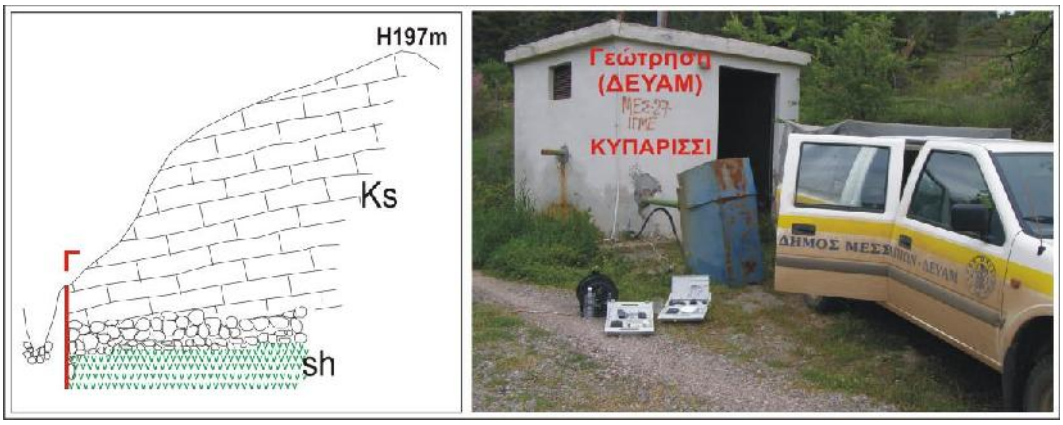



*Σχ.14.77:* ***Γεώτρηση*** *Λιμνιώνα. Κυκλικά διαγράμματα παρουσιάζουν κύρια ιόντα, αποτελέσματα των Α ,Β αναλύσεων.*
*Fig.14.77:* ***Limnionas borehole****. Circular diagrams for major ions showing results from A and B analyses.*

Παρατηρείται μικρή μεταβολή στο χημισμό κατά την διάρκεια των δυο περιόδων μετρήσεων – της υγρής και της ξηρής (Πίν.14.24, Σχ.14.77 και Φώτ.14.22). Παρουσιάζεται άνοδος στην ηλεκτρική αγωγιμότητα EC κατά 30 μS/cm και στο TDS κατά 24 mg/l (Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων νερού φρεάτων).
Η μέση θερμοκρασία αέρα στις δυο περιόδους 22.5 ºC. Η θερμοκρασία νερού ανεβαίνει 1ºC το καλοκαίρι. Η τιμή pH πέφτει από 8.1 σε 7.9 και το δυναμικό οξειδοαναγωγής από -54 σε -43 mvolt δίνοντας αλκαλικό χαρακτήρα στο νερό της Γεώτρησης Λιμνιώνα . Οι τιμές της αλατότητας (Salinity) είναι μικρότερες της μονάδας (0.56 και 0.61) δεν αποκλείει τις πιθανότητες ανάμιξη με την θάλασσα.
Τα κατιόντα στη πρώτη περίοδο ανάλυσης αποτελούν 25% από το σύνολο ιόντων και τα ανιόντα 75%, στη δεύτερη περίοδο τα κατιόντα αυξάνουν σε 31% και τα ανιόντα μειώνονται σε 69%.
Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca ανεβαίνει από 9% σε 12% (40.0 mg/l), του μαγνησίου Mg επίσης ανεβαίνει από 3% σε 5% (8.1 mg/l), του νατρίου Na ανεβαίνει από 13% σε 14% (η συγκέντρωση πέφτει 4.0 mg/l), του καλίου K είναι λιγότερα της μονάδας % (η συγκέντρωση 0.8 - 0.5 mg/l), της δισανθρακικής ρίζας $HCO_3$ σε μεγαλύτερη συγκέντρωση 25% ανεβαίνει σε 31% (25 mg/l), η συγκέντρωση του χλωρίου Cl πέφτει από 40% σε 31% (κατά 15mg/l), των θειϊκών $SO_4$ σε συγκέντρωση 6% πέφτει σε 2 (κατά 12.4 mg/l) και των νιτρικά $NO_3$ η συγκέντρωση ανεβαίνει από 4% σε 5% (κατά 2.8 mg/l).
Από πλευράς συνόλου διαλυμένων στερεών (TDS 656 - 680 mg/l) το νερό της Γεώτρησης χαρακτηρίζεται ως γλυκό (ταξινόμηση ανά 1000 mg/l).
Από πλευράς ολικής σκληρότητας $CaCO_3$ το νερό (230 – 250 mg/l) της Γεώτρησης Λιμνιώνα είναι πολύ σκληρό (Hem).
Οι συγκεντρώσεις των δεικτών μολύνσεων αμμωνίας και νιτρωδών $NH_4$ και $NO_2$ (0.03 και 0.03 mg/l) είναι ελάχιστοι και το νερό είναι απαλλαγμένο από ρύπανση.
Ιχνοστοιχεία: Το χρώμιο Cr (ολικό) ανιχνεύτηκε δυο φορές σε μικρές συγκεντρώσεις 22ppb και 18ppb επίσης σίδερο το Fe ανιχνεύτηκε στη Α και Β ανάλυση 18 ppb και 20 ppb και το κάδμιο Cd σε 2 ppb και 4 ppb.
Η μόνιμος ποσιμότης του νερού της Γεώτρησης Λιμνιώνα είναι ικανοποιητική κατά Schoeller και δεν απέχει από τους όρους που θέτουν τα διεθνής στάνταρντ (WHO & EU) ποιότητας. Οι συγκεντρώσεις του νερού Γεώτρησης υπερβαίνουν τις αντίστοιχές συγκεντρώσεις παραμέτρων του φυσικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ) σε: 0.7pH, EC 445 – 475

μS/cm, TDS 456 – 480 mg/l, Mg 16.4 – 24.4 mg/l, Na 84.8 – 80.8 mg/l, Cl 22.1 – 11.1 mg/l, Κάλιο K , $NO_3$ 25.2 – 28.2 mg/l και η σκληρότητα $CaCO_3$ 27.0 mg/l (Σχ.14.80).

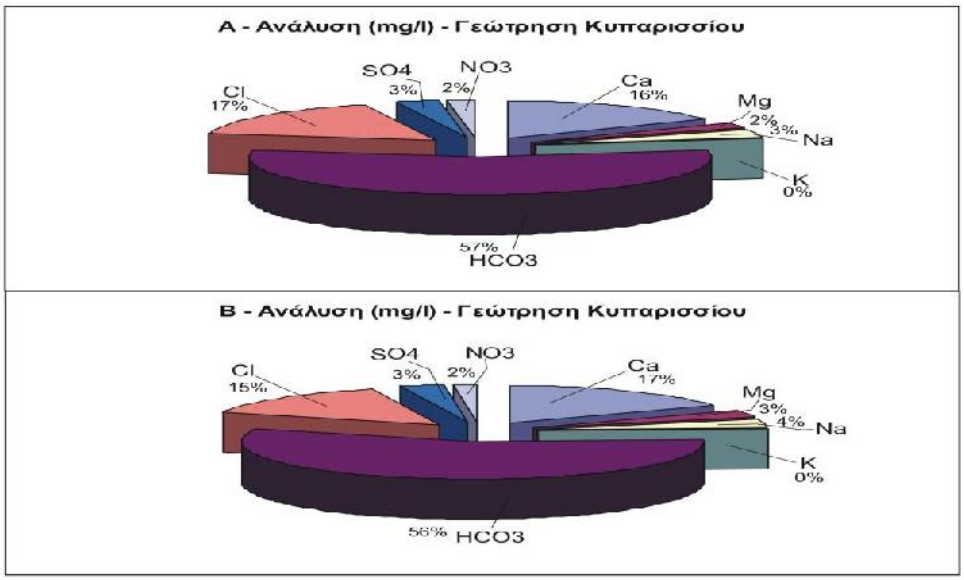
### *14.24.2. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΟΥ*




*Φωτ.14.23: Δημοτική **Γεώτρηση Γ** στη περιοχή Κυπαρισσίου και σκαριφηματική τομή.Ks, καρστικός υδροφόρος. Sh, σχηστοκερατολιθικό και κροκαλοπαγές της επίκλυσης.*
*Photo14.23: Kyparission municipality **borehole**.Schematic section. Ks, karstic aquifer. Sh, schist – chert and transgressive conglomerate.*

*Πίν.14.25: Ποσιμότης νερού της **Γεώτρησης Κυπαρισσίου** μέσα στα σταθερότυπα των WHO, EU και φυσικού μεταλλικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ). Α, Αρνητικό. Ø, Χωρίς ένδειξη.*
*Tab.14.25: Potable of **kyparission borehole** comparing with mineral water (ΖΑΓΟΡΙ) and the international Standards WHO, EU. A, Negative. Ø, No indications.*

| Παράμετροι mg/l | Γεώτρηση Κυπαρισσίου Οφιολοθικός υδροφόρος | | Drinking Standards | | Εμφιαλωμένο φυσικό νερό **MAI/2009** mg/l |
|---|---|---|---|---|---|
| | Συλλογή **23-4-009** | Συλλογή **6-10-2009** | WHO **1993** mg/l | EU **1998** mg/l | |
| **pH** | 7.5 | 7.8 | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | 680 | 730 | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | 648 | 684 | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | 325 | 350 | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 106 | 116 | | | 85.3 |
| **Mg** | 15 | 20 | | | 5.6 |
| **Na** | 22 | 25 | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0.1 | 0.2 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0.04 | 0.03 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 365 | 380 | | | 233 |
| **Cl** | 110 | 100 | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 19 | 20 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | 16 | 15 | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.02 | 0.02 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | **1** | **2** | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | A | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | A | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | **55** | **45** | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | A | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | 3.0 | καθόλου | |




*Σχ.14.78:* ***Γεώτρηση Κυπαρισσού****. Κυκλικά διαγράμματα παρουσιάζουν κύρια ιόντα, αποτελέσματα των Α , Β αναλύσεων.*
*Fig.14.78:* ***Kyparission borehole****. Circular diagrams for major ions showing results from A and B analyses.*

Παρατηρείται μικρή μεταβολή στο χημισμό κατά την διάρκεια των δυο περιόδων μετρήσεων – της υγρής και της ξηρής (Πίν.14.25, Σχ.14.78 και Φωτ.14.23). Παρουσιάζεται άνοδος στην ηλεκτρική αγωγιμότητα EC κατά 50 μS/cm και το TDS κατά 36 mg/l (Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων φρεάτων).
Η μέση θερμοκρασία αέρα στις δυο περιόδους 24.0 ºC. Η θερμοκρασία νερού ανεβαίνει σταθερή σε 16.0 ºC το καλοκαίρι. Η τιμή ρΗ ανεβαίνει από 7.5 σε 7.8, επίσης το δυναμικό οξειδοαναγωγής από -33 σε -43 mvolt δίνοντας αλκαλικό χαρακτήρα στο νερό της πηγής. Οι τιμές της αλατότητας (Salinity) είναι μικρότερες της μονάδας (0.22 και 0.26) αποκλείει τις πιθανότητες ανάμιξη του νερού με την θάλασσα.
Τα κατιόντα στη πρώτη περίοδο ανάλυσης αποτελούν 21% από το σύνολο ιόντων και τα ανιόντα 79%, και στη δεύτερη περίοδο τα κατιόντα αυξάνουν σε 24% και τα ανιόντα μειώνονται σε 76%.
Η συγκέντρωση του ασβεστίου Ca ανεβαίνει από 16% σε 17% (9.9.0 mg/l), το μαγνησίου Mg σημειώνει αύξηση από 2% σε 3% (5.5 mg/l), τουνατρίου Na επίσης ανεβαίνει από 3% σε 4% (κατά 2.8 mg/l), του καλίου K είναι λιγότερα της μονάδας % (συγκέντρωση 0.1 - 0.2 mg/l), της δισανθρακικής ρίζας $HCO_3$ έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση 57% πέφτει σε 56% (ανεβαίνει κατά 15.0 mg/l), επίσης η συγκέντρωση του χλωρίου Cl πέφτει από 17% σε 15% (κατά 10 mg/l), των θειϊκών $SO_4$ σε συγκεντρώσεις 2% σταθερή στις δυο μετρήσεις Α και Β (πέφτει1.1 mg/l στη Β μέτρηση) και των νιτρικων $NO_3$ η συγκέντρωση 4% στις δυο μετρήσεις (πέφτει κατά 0.8mg/l).
Από πλευράς συνόλου διαλυμένων στερεών (TDS 648 - 684 mg/l) το νερό της Γεώτρησης χαρακτηρίζεται ως γλυκό (ταξινόμηση ανά 1000 mg/l).
Από πλευράς ολικής σκληρότητας $CaCO_3$ (325 – 350 mg/l) το νερό της Γεώτρησης Κυπαρισσίου είναι πολύ σκληρό (Hem).
Οι συγκεντρώσεις των δεικτών $NH_4$ και $NO_2$ (0.02 και 0.04 mg/l) είναι ελάχιστοι και το νερό της Γεώτρησης είναι απαλλαγμένο από ρύπανση.
Ιχνοστοιχεία: Το χρώμιο Cr (ολικό) ανιχνεύτηκε δυο φορές σε μικρές συγκεντρώσεις 55 ppb και 45 ppb. Το κάδμιο Cd επίσης δυο φορές ανιχνεύτηκε μικρές συγκεντρώσεις 1 ppb και 2 ppb.
Η μόνιμος ποσιμότης του νερού της Γεώτρησης Κυπαρισσίου είναι ικανοποιητική κατά Schoeller και δεν απέχει από τους όρους που θέτουν τα διεθνή στάνταρντ (WHO & EU) ποιότητας. Οι συγκεντρώσεις του νερού Γεώτρησης Κυπαρισσίου

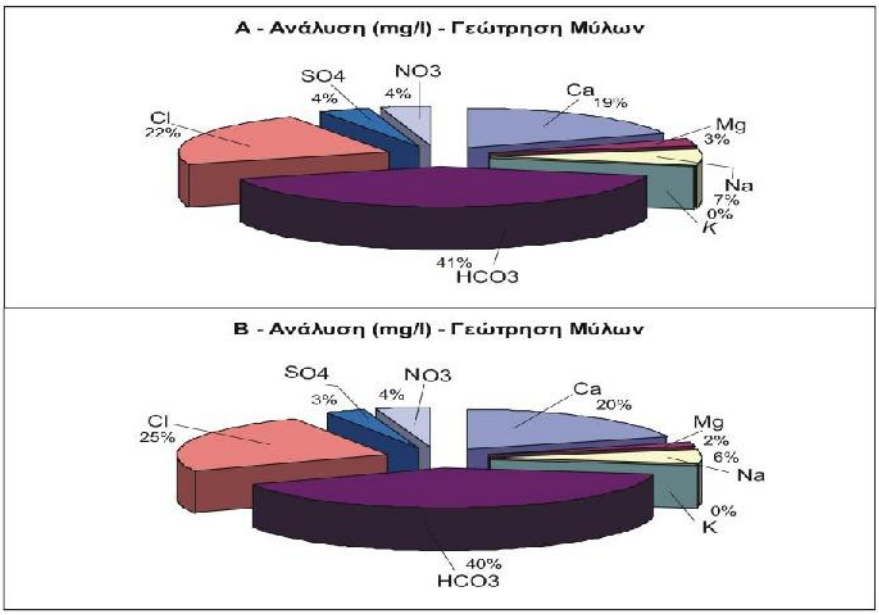
υπερβαίνουν τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις παραμέτρων του φυσικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ) σε: 0.1 - 0.4 pH, EC 265 – 315 μS/cm, TDS 248 – 284 mg/l, Ca 20.8 - 30.7 mg/l, Mg 9.0 – 13.9 mg/l, Na 19.8 – 22.6 mg/l, $HCO_3$ 132.0 – 147.0, Cl 96.1 – 116.1 mg/l, $SO_4$ 9.8 – 7.7 mg/l, $NO_3$ 10.5 – 9.7 mg/l και σκληρότητα $CaCO_3$ 92 – 117 mg/l (ΣΧ.14.80).

### *14.24.3. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ ΜΥΛΩΝ*

*Φωτ.14.24:* ***Δημοτική γεώτρηση*** *και Σκαριφηματική τομή (ΔΕΥΑΜ) στην περιοχή Μύλων. TJ, ασβεστόλιθος και κροκαλοπαγές επίκλυσης*
*Photo 14.24: Mylon area. Schematic section of* ***Municipality borehole.*** *TJ, limestone and trangressive conglomerate.*

*Πίν.14.26: Ποσιμότης νερού της Δημοτικής* ***Γεώτρησης Μύλων*** *μέσα στα σταθερότυπα των WHO, EU και φυσικού μεταλλικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ). Α, Αρνητικό. Ø, Χωρίς ένδειξη.*
*Tab.14.26: Potable of* ***Mylon borehole*** *comparing with mineral water (ΖΑΓΟΡΙ) and the international Standards WHO, EU. A, Negative. Ø, No indications.*

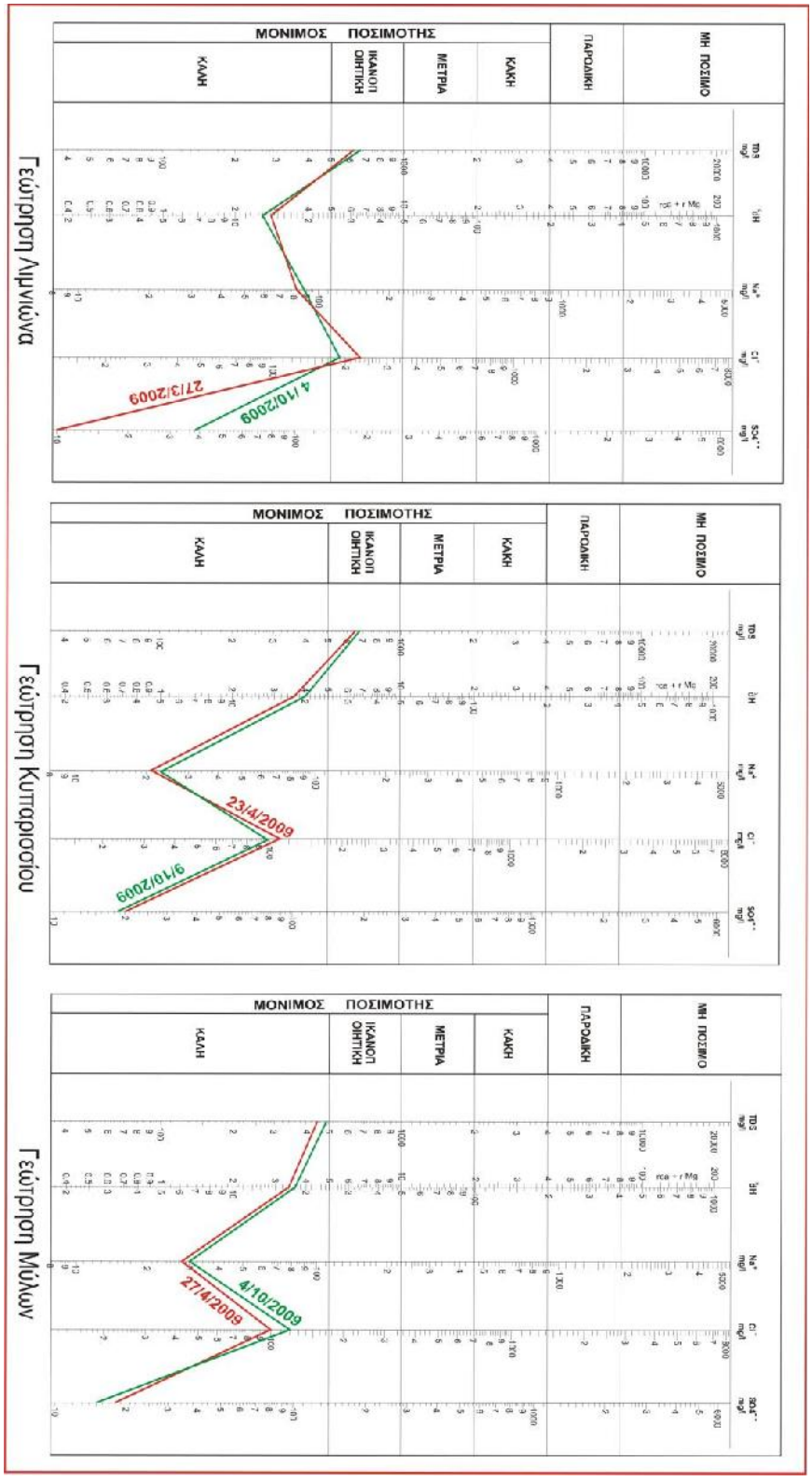
| Παράμετροι mg/l | Γεώτρηση Μύλων | | Drinking Standards | | Εμφιαωμένο φυσικό νερό **ΜΑΙ/2009** mg/l |
|---|---|---|---|---|---|
| | Καρστοκροκαλοπαγικός υδροφόρος | | WHO **1993** mg/l | EU **1998** mg/l | |
| | Συλλογή **27-4-2009** | Συλλογή **4-10-2009** | | | |
| **pH** | 7.7 | 7.8 | καθόλου | καθόλου | 7.4 |
| **EC (μS/cm)** | 489 | 510 | 2500 | 2500 | 415 |
| **TDS** | 448 | 488 | καθόλου | καθόλου | 200 |
| **T. Hardness** | 300 | 310 | καθόλου | καθόλου | 233 |
| **Ca** | 86 | 96 | | | 85.3 |
| **Mg** | 12 | 10 | | | 5.6 |
| **Na** | 20 | 28 | 200 | 200 | 2.2 |
| **K** | 0.4 | 0.7 | | | 0.6 |
| **NH4** | 0.04 | 0.04 | καθόλου | 0.50 | 0.0 |
| **HCO3/ CO3** | 185 | 200 | | | 233 |
| **Cl** | 100 | 110 | 250 | 250 | 3.9 |
| **SO4** | 17 | 19 | 500 | 250 | 10.2 |
| **NO3** | 17 | 19 | 50 | 50 | 1.8 |
| **NO2** | 0.02 | 0.02 | 50 | 0.50 | 0.0 |
| **Cd** (ppb) | A | A | 0.003 | 0.005 | Ø |
| **Cr** (ppb) | A | **38** | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Cu** (ppb) | | | 2.0 | 2.0 | |
| **Pb** (ppb) | | | καθόλου | 0.01 | Ø |
| **Ni** (ppb) | A | A | 0.02 | 0.02 | |
| **Fe** (ppb) | A | **5** | καθόλου | 0.2 | |
| **Mn** (ppb) | **2** | A | 0.05 | 0.05 | Ø |
| **Zn** (ppb) | | | 3.0 | καθόλου | |




*Σχ.14.79:* ***Γεώτρηση Μύλων****. Κυκλικά διαγράμματα παρουσιάζουν κύρια ιόντα, αποτελέσματα των Α , Β αναλύσεων.*
*Fig.14.79:* ***Mylon borehole****. Circular diagrams for major ions showing results from A and B analyses.*

Παρατηρείται μικρή μεταβολή στο χημισμό κατά την διάρκεια των δυο περιόδων μετρήσεων – χειμώνα και καλοκαίρι (Πίν.14.26, Σχ.14.79 και Φώτ.14.24). Παρουσιάζεται άνοδος στην ηλεκτρική αγωγιμότητα EC κατά 21μS/cm και το TDS κατά 40 mg/l (Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων νερού των φρεάτων).
Η μέση θερμοκρασία αέρα στις δυο περιόδους 23.0 ºC. Η μέση θερμοκρασία νερού 16ºC χειμώνα και καλοκαίρι. Η τιμή pH ανεβαίνει από 7.7 σε 7.8 επίσης το δυναμικό οξειδοαναγωγής από -41 σε -46 mvolt δίνοντας αλκαλικό χαρακτήρα στο νερό της Γεώτρησης Μύλων. Οι τιμές της αλατότητας (Salinity) είναι μικρότερες της μονάδας (0.29 και 0.56) αποκλείει τις πιθανότητες ανάμιξη του νερού με την θάλασσα.
Τα κατιόντα στη πρώτη περίοδο ανάλυσης αποτελούν 31% από το σύνολο ιόντων και τα ανιόντα 69%, όμως στη δεύτερη περίοδο τα κατιόντα αυξάνουν σε 39% και τα ανιόντα μειώνονται σε 61%.
Η συγκέντρωση ασβέστιο Ca ανεβαίνει από 19% σε 20% (8.9 mg/l), το μαγνήσιο Mg πέφτει από 3% σε 2% (1.6 mg/l), το Na επίσης πέφτει από 7% σε 6% (κατά 1.2 mg/l), το κάλιο K είναι λιγότερο της μονάς % (συγκέντρωση 0.4 - 0.7 mg/l), η δισανθρακική ρίζα $HCO_3$ έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση 491% πέφτει σε 40% (κατά 15.0 mg/l), η συγκέντρωση χλώριο Cl ανεβαίνει από 22% σε 25% (κατά 20.0 mg/l), τα θειϊκά $SO_4$ σε σταθερή συγκεντρώσεις 4% στις δυο μετρήσεις Α και Β (πέφτει 3.0 mg/l στη Β μέτρηση) και στα νιτρικά $NO_3$ επίσης η συγκέντρωση σταθερή σε 4% (ανεβαίνει κατά 2.2 mg/l).
Από το σύνολο διαλυμένων στερεών (TDS 448 - 488 mg/l) το νερό χαρακτηρίζεται ως γλυκό (ταξινόμηση ανά 1000 mg/l).
Από τη ολική σκληρότητα $CaCO_3$ το νερό (300 – 310 mg/l) της γεώτρησης Μύλων είναι πολύ σκληρό (Hem).
Οι συγκεντρώσεις των δεικτών $NH_4$ και $NO_2$ (0.02 και 0.02 mg/l) είναι χαμηλοί και το νερό είναι απαλλαγμένο από ρύπανση.
Ιχνοστοιχεία: Το χρώμιο Cr, (ολικό) ανιχνεύτηκε σε μια φορά σε συγκέντρωση 38ppb. Το σίδερο $Fe_2$ επίσης μια φορά ανιχνεύτηκε σε συγκέντρωση 15 ppb και το μαγγάνιο Mn είχε ανιχνευθεί σε 2 ppb στη Α ανάλυση μόνο.
Η μόνιμος ποσιμότης του νερού της Γεώτρησης Μύλων είναι καλή κατά Schoeller και δεν απέχει από τους όρους που θέτουν τα διεθνής στάνταρντ (WHO & EU) ποιότητας. Οι συγκεντρώσεις του νερού Γεώτρησης υπερβαίνουν τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις παραμέτρων του φυσικού νερού (ΖΑΓΟΡΙ) σε: 0.5 - 0.6 pH, EC 74 –

95 μS/cm, TDS 248 – 288 mg/l, Ca 0.8 – 9.8 mg/l, Mg 5.0 – 4.4 mg/l, Na 28.0 – 25.8 mg/l, το κάλιο K 0.1, Cl 96.1 – 116.1 mg/l, $SO_4$7.8 – 4.8 mg/l, $NO_3$ 15.8 – 17.7 mg/l και σκληρότητα $CaCO_3$ 67 – 77 mg/l (Σχ.14.80).

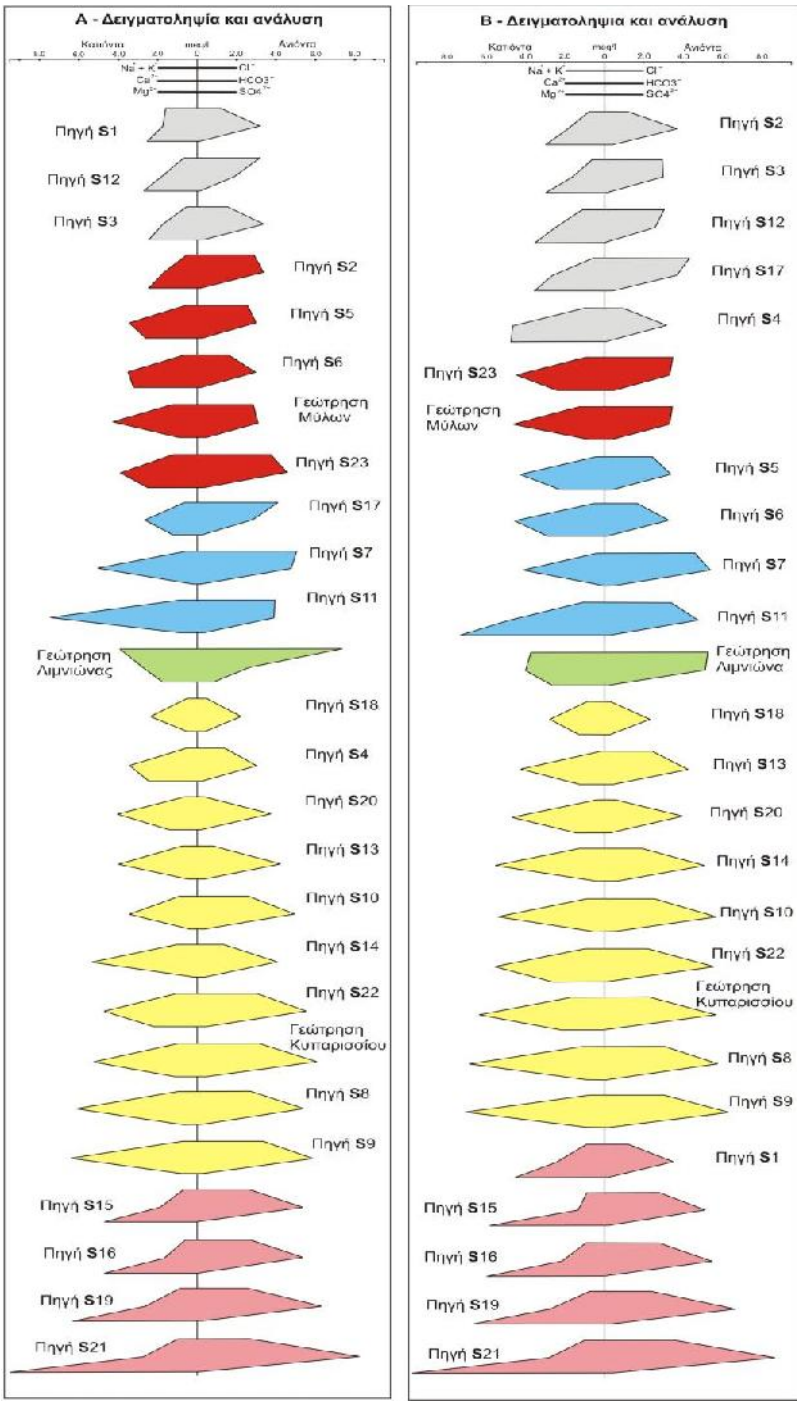



*Σχ.14.80: Ποσιμότης νερού των γεωτρήσεων κατά Schoeller - Fig.14.80: Drinkable of borehole water according to H. Schoeller*

## 14.25. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

### *14.25.1. ΠΟΛΥΓΩΝΙΚΕΣ ΟΜΑΔΕΣ*

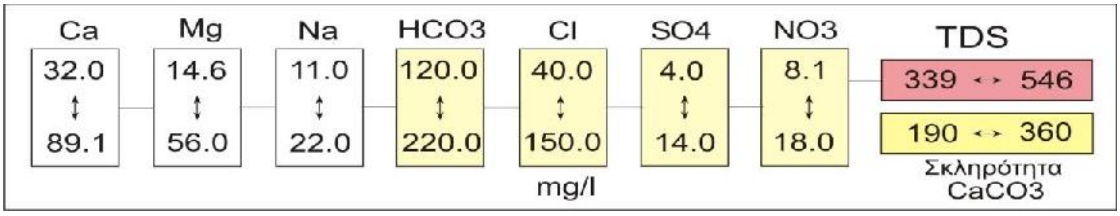
Η κατωτέρω κατάταξη των δειγμάτων από πηγές, πηγάδια και γεωτρήσεις βασίζεται στην ανάλυση σε ομάδες (cluster analysis) των πολυγωνικών διαγραμμάτων του Stiff (Σχ.58) από τα αποτελέσματα χημικών αναλύσεων των κυρίων ιόντων σε meq/l (Ca, Mg, Na, K, $HCO_3$, Cl και $SO_4$) που πραγματοποιήθηκαν σε δείγματα από δυο διαφορετικές περιόδους Α (Χειμώνας - 2009) και Β (Καλοκαίρι - 2009).



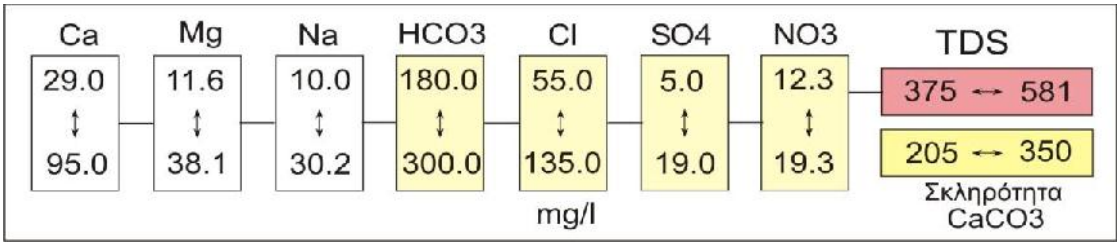

*Σχ.25.1: Διάγραμμα-Stiff για όλα τα δείγματα στο χειμώνα/ 2009 (Α) και το καλοκαίρι/2009(Β) δειγματοληψία: τα χρώματα είναι αναλόγως των ομάδων ( γρι = ομάδα 1, κόκκινο = ομάδα 2, μπλε = ομάδα 3, πράσινο = ομάδα 4, κίτρινο = ομάδα 5 και ροζ = ομάδα 6).*
*Fig.25.1: Stiff-diagrams for all samples from winter /2009 (A) and summer /2009 (B )sampling; colors according to clusters (gray = group 1, red = group = 2, blue = group 3, green = group 4, yellow = group 5, pink = group 6).*

Στη παράγραφο αυτή χρησιμοποιούμε την ανάλυση σε ομάδες για την διερεύνηση της ύπαρξης ομαδοποιήσεων των σημείων πηγών και φρεάτων από τα αποτελέσματα αναλύσεων (Σχ.25.1 και 25.2).
Με την ανάλυση σε ομάδες επιδιώκεται να διερευνηθεί κατά πόσο οι πηγές και γεωτρήσεις από τις χημικές αναλύσεις μπορούν να ομαδοποιηθούν σε ομοιογενείς ομάδες. Η ανωτέρω ταξινόμηση των πηγών – γεωτρήσεων σε 6 cluster - ομάδες κατά πολυγωνικών διαγραμμάτων Stiff αποσκοπεί στην αποκάλυψη φυσικών ομαδοποιήσεων των πηγών και γεωτρήσεων που προκύπτουν από τις χημικές αναλύσεις δειγμάτων:

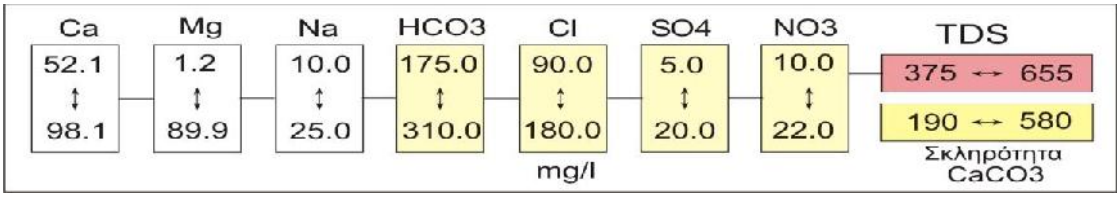
**Group – ομάδα (1)**
Μέλη (6): Πηγή **S1**, πηγή **S2**, πηγή **S3**, πηγή **S4**, πηγή **S12** και πηγή **S17**
Μεικτό Καρστικό – οφιολιθικό γλυκό και πολύ σκληρό νερό.



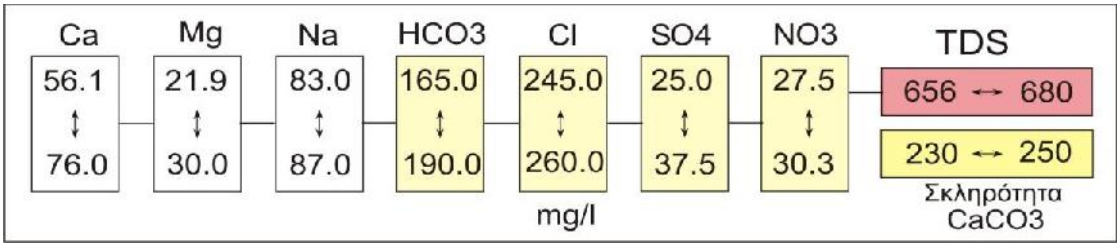

**Group – ομάδα (2)**
Μέλη (5): Πηγή **S2**, πηγή **S5**, πηγή **S6**, πηγή **S23** και **Γεώτρηση Μύλων**
Μεικτό Καρστικό – οφιολιθικό γλυκό και πολύ σκληρό νερό.



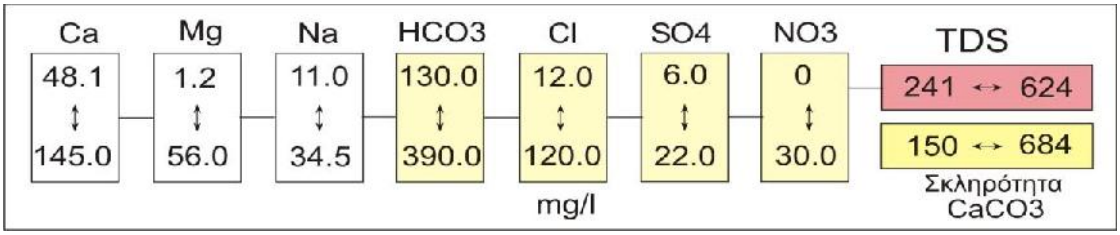

**Group – ομάδα (3)**
Μέλη (5): Πηγή **S5**, πηγή **S6**, πηγή **S7**, πηγή **S11** και πηγή **S17**
Μεικτό Καρστικό – οφιολιθικό γλυκό και πολύ σκληρό νερό.



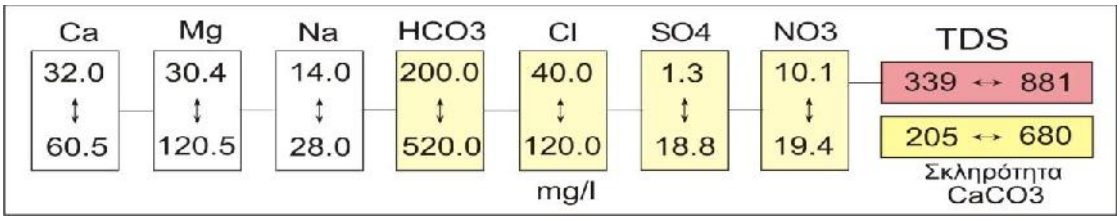

**Group – ομάδα (4)**
Μέλη (1): **Γεώτρηση Λιμνιώνα**
οφιολιθικό γλυκό και πολύ σκληρό νερό.



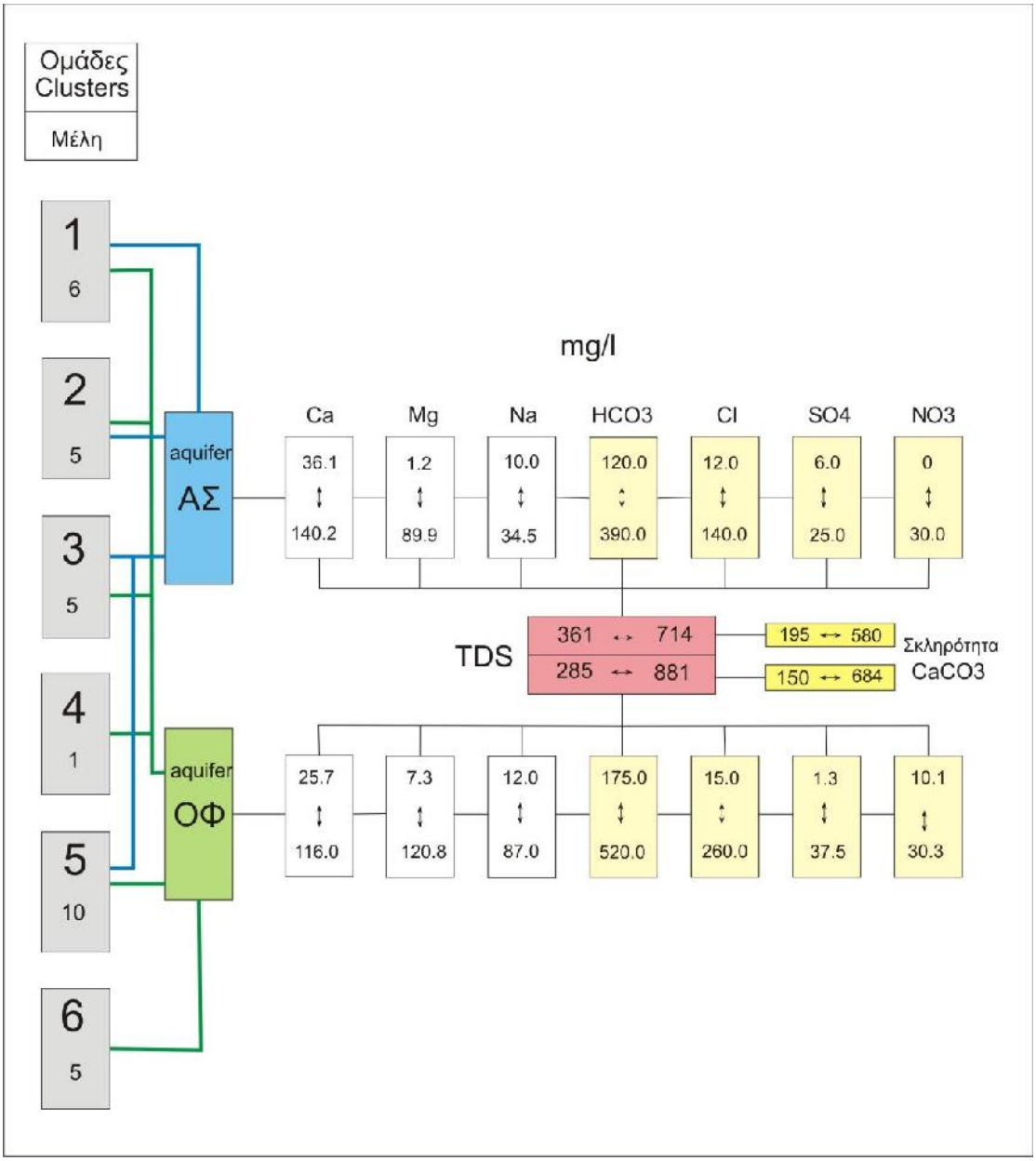

**Group – ομάδα (5)**
Μέλη (10): Πηγή **S4**, Πηγή **S8**, πηγή **S9**, πηγή **S10**, πηγή **S13**, πηγή **S14**, Πηγή **S18**, πηγή **S20**, πηγή **S22** και **Γεώτρηση Κυπαρισσίου.**
Μεικτό Καρστικό – οφιολιθικό γλυκό και πολύ σκληρό νερό.




**Group – ομάδα (6)**
Μέλη (5): Πηγή **S1**, πηγή **S15**, πηγή **S16**, πηγή **S19** και πηγή **S21**
Οφιολιθικό γλυκό και πολύ σκληρό νερό.




Η ποσιμότης του νερού cluster ομάδων δεν απέχει από τα διεθνής στάνταρντ (WHO & EU) ποιότητας. Οι συγκεντρώσεις του νερού τους υπερβαίνουν τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις του φυσικού νερού ΖΑΓΟΡΙ σε: TDS, Mg, Ca, Na, Cl, $HCO_3$ , $SO_4$, $NO_3$ και $CaCO_3$.




*Σχ.25.2: Δεντρόγραμμα μοντέλο ανάλυση σε ομάδες των πηγών δείχνει ομαδοποιήση των 26 πηγών και γεωτρήσεων σε καστικά (ΑΣ) και οφιολιθικά (ΟΦ) υδροφόρα (2009).*
*Fig.25.2: Tree diagram (Dendrogram) model of cluster analysis showing the grouping of 26 springs and boreholes in karstic (ΑΣ) aquifers as well as ophiolites (ΟΦ) aquifers (2009).*

### *14.25.2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ*

Όλοι είναι ελεύθερη υδροφόροι, και η υδροφορία αναπτύσσεται σε συμπαγούς σχηματισμούς ώστε και σε χαλαρά ιζήματα, όπως διαρρηγμένους οφιόλιθους, διαρρηγμένους σχιστοκερατόλιθους της διάπλασης, ασβεστόλιθους και κροκαλοπαγή.
Είναι πηγές επαφής, μόνιμη ροής εκτός μια του Μακρομάλλη που είναι εποχιακής.
Έχουν μορφή καθορισμένη ή μετώπου.
Οι αναβλύσεις των πηγών εκδηλώνονται σε ρέματα πρώτης ή δεύτερης τάξης υδρογραφικού δικτύου προς το Β. Ευβοϊκό και το Αιγαίο.
Μεγαλύτερες παροχές παρατηρήθηκαν στις καρστικές πηγές Μακρυμάλλη (εποχιακή) και πηγές των Πολιτικών (μόνιμες). Μικρότερες παροχές παρατηρήθηκαν σε πηγές υδροφόρων που αναπτύσσονται σε σχιστοκερατόλιθους ή σε ενστρώσεις

σχηματισμών σχιστοκερατολιθικής διάπλασης εντός των ανωιουρασικών ασβεστόλιθων.
Κάθε πηγή βρίσκεται ως ανεξάρτητη υδρογεωλογική ενότητα και εάν π.χ. σχιστοκερατολιθική διάπλαση είναι ενιαίο υδροφόρο στρώμα αλλά δεν υπάρχει επικοινωνία νερού μεταξύ υδροφόρων των πηγών.
**Η θερμοκρασία** του νερού πηγών είναι 14.0 16.0 ºC, όταν η θερμοκρασία αέρα 12.0 – 38.0 ºC, όλων εποχών. Είναι υψηλότερη κατά 2 - 4 ºC βαθμίδες από τη θερμοκρασία του αέρα.
**Αλκαλικά νερά**, το **pH** του νερού πηγών 7.3 – 8.0, και το οξειδαναγωγής **Eh**, έχει πάντα αρνητικές τομές.
Η ηλεκτρική αγωγιμότητα **EC**, στα οφιολιθικά υδροφόρα 290 – 970 μS/cm, στα καρστικά υδροφόρα 320 - 690 μS/cm και κροκαλοπαγικά 490 μS/cm.
**Salinity**, **Sal**, αλατότητα έχει τιμές μικρότερα της μονάδας, ένδειξη μη ανάμιξης με θαλασσινό νερό.
**Ιόντα:**
Συγκεντρώσεις **Ca**. Σε οφιόλιθους και σχιστοκερατόλιθους υδροφόρους 30 – 116 mg/l, σε καρστ υδροφόρους 36 - 140 mg/l, σε κροκαλοπαγές υδροφόρο 86 - 95 mg/l.
Συγκεντρώσεις **Mg**. Σε οφιόλιθους και σχιστοκερατόλιθους υδροφόρους 7 – 121 mg/l, σε καρστ υδροφόρους 1 - 90 mg/l, σε κροκαλοπαγές υδροφόρο 10 - 12 mg/l.
Συγκεντρώσεις **Na**. Σε οφιόλιθους και σχιστοκερατόλιθους υδροφόρους 15 – 87 mg/l, σε καρστ υδροφόρους 8 - 35 mg/l, σε κροκαλοπαγές υδροφόρο 38 - 30 mg/l.
Συγκεντρώσεις **K**. Σε όλους υδροφόρους 0 – 0.8 mg/l.
Συγκεντρώσεις **HCO3**: Σε οφιόλιθους και σχιστοκερατόλιθους υδροφόρους 130 – 520 mg/l, σε καρστ υδροφόρους 120 - 390 mg/l, σε κροκαλοπαγές υδροφόρο 185 - 200 mg/l.
Συγκεντρώσεις **Cl**. Σε οφιόλιθους και σχιστοκερατόλιθους υδροφόρους 15 – 260 mg/l, σε καρστ υδροφόρους 5 - 25 mg/l, σε κροκαλοπαγές υδροφόρο 100 - 120 mg/l.
Συγκεντρώσεις **SO4**. Σε οφιόλιθους και σχιστοκερατόλιθους υδροφόρους 0.9 – 38 mg/l, σε καρστ υδροφόρους 36 - 140 mg/l, σε κροκαλοπαγές υδροφόρο 15 - 18 mg/l.
Συγκεντρώσεις **NO3**. Σε οφιόλιθους και σχιστοκερατόλιθους υδροφόρους 10 – 30 mg/l, σε καρστ υδροφόρους 0 - 30 mg/l, σε κροκαλοπαγές υδροφόρο 17 - 20 mg/l.
Συγκεντρώσεις **σκληρότητα ολική**. Σε οφιόλιθους και σχιστοκερατόλιθους υδροφόρους 150 – 680 mg/l, σε καρστ υδροφόρους 195 - 480 mg/l, σε κροκαλοπαγές υδροφόρο 300 - 310 mg/l.
**Ιχνοστοιχεία:**
Το χρώμιο (ολικό) **Cr**. Εντοπίζεται σε μερικά δείγματα τα οποία ανήκουν σε οφιολιθικά υδροφόρα σε συγκεντρώσεις 11 – 41ppb, σε σχιστοκερατολιθικά υδροφόρα 8 – 11ppb, και σε καρστικά υδροφόρα 7 – 42 ppb.
Το Μαγγάνιο **Mn**. Εντοπίζεται σε11 δείγματα σε ασήμαντες συγκεντρώσεις 1 – 3 ppb.
Το Κάδμιο **Cd**. Εντοπίζεται σε ασήμαντες (4 δείγματα) συγκεντρώσεις >2ppb.
Τα **Fe/Ni**. Λογικό να εντοπίζεται ο σίδηρος σε συγκεντρώσεις 2 – 55ppb σε όλα τα δείγματα, όπου ο σίδηρος διαλύεται πιο εύκολα από τα κοιτάσματα όμως το νικέλιο δεν διαλύεται και δεν εντοπίζεται σε αξιοσημείωτες ποσότητες στα δείγματα.
Χαλκός, **Cu** και Μόλυβδος, **Pb**. Εξετάσθηκαν σε 40 δείγματα και έδωσαν αρνητικό αποτέλεσμα.
Από παρατηρήσεις περιβαλλοντολογιλκές συμπεραίνεται ότι οι παρουσία ιχνοστοιχείων δεν οφείλεται σε ανθρωπογενής παράγοντες, αλλά με τη διαλυτότητα συστατικώ των πετρώματος.

Οι Χημικοί παράμετροι που εξετάστηκαν σε κάθε δείγμα νερού δείχνουν ότι όλα τα νερά των πηγών και φρεάτων εκπληρώνει τα διεθνής κριτήρια (σταθερότυπα ποσιμότης) WHO / EU Drinking water standards.

Τα αποτελέσματα αναλύσεων, επίσης είναι κάλλιστα συγκρίσιμα με τα αποτελέσματα αναλύσεων παραμέτρων του εμφιαλωμένου νερού - ΖΑΓΟΡΙ (ΜΙΑ/2009).

Όλα τα αποτελέσματα της δεύτερης ανάλυσης (θερινή δειγματοληψία) έδωσαν υψηλότερες συγκεντρώσεις ιόντων.

Η μόνιμος ποσιμότης του νερού (πηγών & φρεάτων) Δήμου Μεσσαπίων κατά τον Schoeller είναι καλή έως ικανοποιητική.

**Ταξινόμηση Παροχής πηγών κατά Meinzer**

Η παροχή στους καρστικούς ασβεστολιθικούς υδροφόρους, 1.2 **$m^3/h$** - 144 **$m^3/h$** και στους οφιόλιθους υδροφόρους 0.3 **$m^3/h$ -** 108 **$m^3/h$.**

*Παροχή των πηγών* ***$m^3/h$*** *(25/3/2009 – 23/4/2009).*

| Όνομα πηγής | Σχηματισμοί υδροφόρου | Μέγεθος Meinzer | Παροχή **$m^3/h$** | Όνομα πηγής | σχηματισμοί υδροφόρου | Μέγεθος Meinzer | Παροχή **$m^3/h$** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **S**1 | οφιόλιθοι | Έκτο | 0.30 | **S**2 | οφιόλιθοι | Έκτο | 2.3 |
| **S**3 | οφιόλιθοι | Έκτο | 3.2 | **S**4 | οφιόλιθοι | Έκτο | 0.30 |
| **S**5 | οφιόλιθοι | Έκτο | 3.0 | **S**6 | οφιόλιθοι | Έκτο | 1.30 |
| **S**7 | Ασβεστόλιθος | Τέταρτο | 63 | **S**8 | Ασβεστόλιθος | Πέμπτο | 6 |
| **S**9 | Ασβεστόλιθος | Τέταρτο | 144 | **S**10 | Ασβεστόλιθος | Τέταρτο | 144 |
| **S**11 | Ασβεστόλιθος | Τέταρτο | 108 | **S**12 | Ασβεστόλιθος | Έκτο | 1.2 |
| **S**13 | Ασβεστόλιθος | | | **S**14 | Ασβεστόλιθος | Τέταρτο | 144 |
| **S**15 | οφιόλιθοι | Τέταρτο | 108 | **S**16 | οφιόλιθοι | Έκτο | 3 |
| **S**17 | οφιόλιθοι | Πέμπτο | 4.8 | **S**18 | Ασβεστόλιθος | Πέμπτο | 7.2 |
| **S**19 | οφιόλιθοι | Έκτο | 2.2 | **S**20 | Ασβεστόλιθος | Πέμπτο | 4 |
| **S**21 | οφιόλιθοι | Πέμπτο | 10.8 | **S**22 | Ασβεστόλιθος | Πέμπτο | 8 |
| **S**23 | Ασβεστόλιθος | Πέμπτο | 14.4 | | | | |

**Ιοντικές σχέσεις Mandel – Shiftan Na/K**

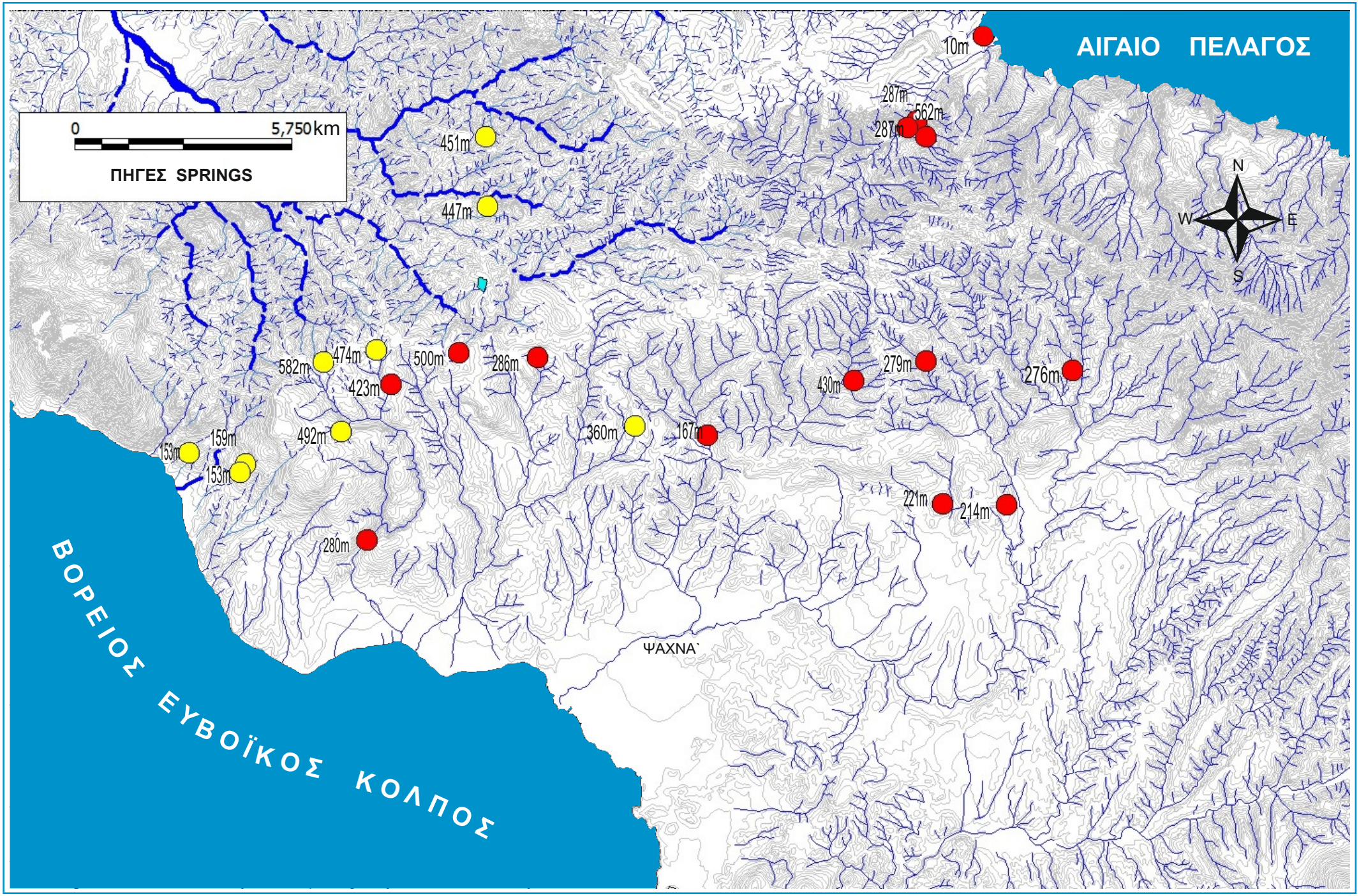
Οι τιμές της σχέσης Na/K από όλες τις πηγές και φρέατα ύδρευσης Δήμου Μεσσαπίων, είναι λιγότερο της μονάδας και είναι όπως στο βρόχινο νερό.

*Η ιοντική σχέση Na/K από χημικές αναλύσεις νερού πηγών και φρεάτων Δήμου Μεσσαπίων*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **S**1<br>0.83/0 & 0.96/0 | **S**2<br>0.52/.0 & 61.0/0 | **S**3<br>0.52/0 & 0.65/0 | **S**4<br>0.48/0 & 0.87/0 | **S**5<br>0.48/0 & 0.44/0 |
| **S**6<br>0.57/0 & 0.44/0 | **Γ**/ Λιμνιώνα<br>3.79/0 & 3.61/0 | **S**7<br>0.52/0 & 0.61/0 | **S**8<br>0.87/0 & 1.04/0 | **S**9<br>0.74/0 & 0.83/0 |
| **S**10<br>0.83/0 & 0.97/0 | **S**11<br>0.91/0 & 1.09/0 | **S**12<br>0.61/0 & 0.87/0 | **S**13<br>0.60/0 & 0.83/0 | **S**14<br>1.04/0 & 1.50/0 |
| **S**15<br>0.61/0 & 0.89/0 | **S**16<br>0.61/0 & 0.78/0 | **S**17<br>0.52/0 & 0.66/0 | **S**18<br>0.61/0 & 0.64/0 | **S**19<br>0.70/0 & 0.68/0 |
| **S**20<br>0.57/0 & 0.52/0 | **S**21<br>0.92/0 & 1.22/0 | **S**22<br>1.22/0 & 0.78/0 | **S**23<br>1.04/0 & 0.44/0 | **Γ**/ Κυπαρισσίου<br>0.96/0 & 1.08/0 |

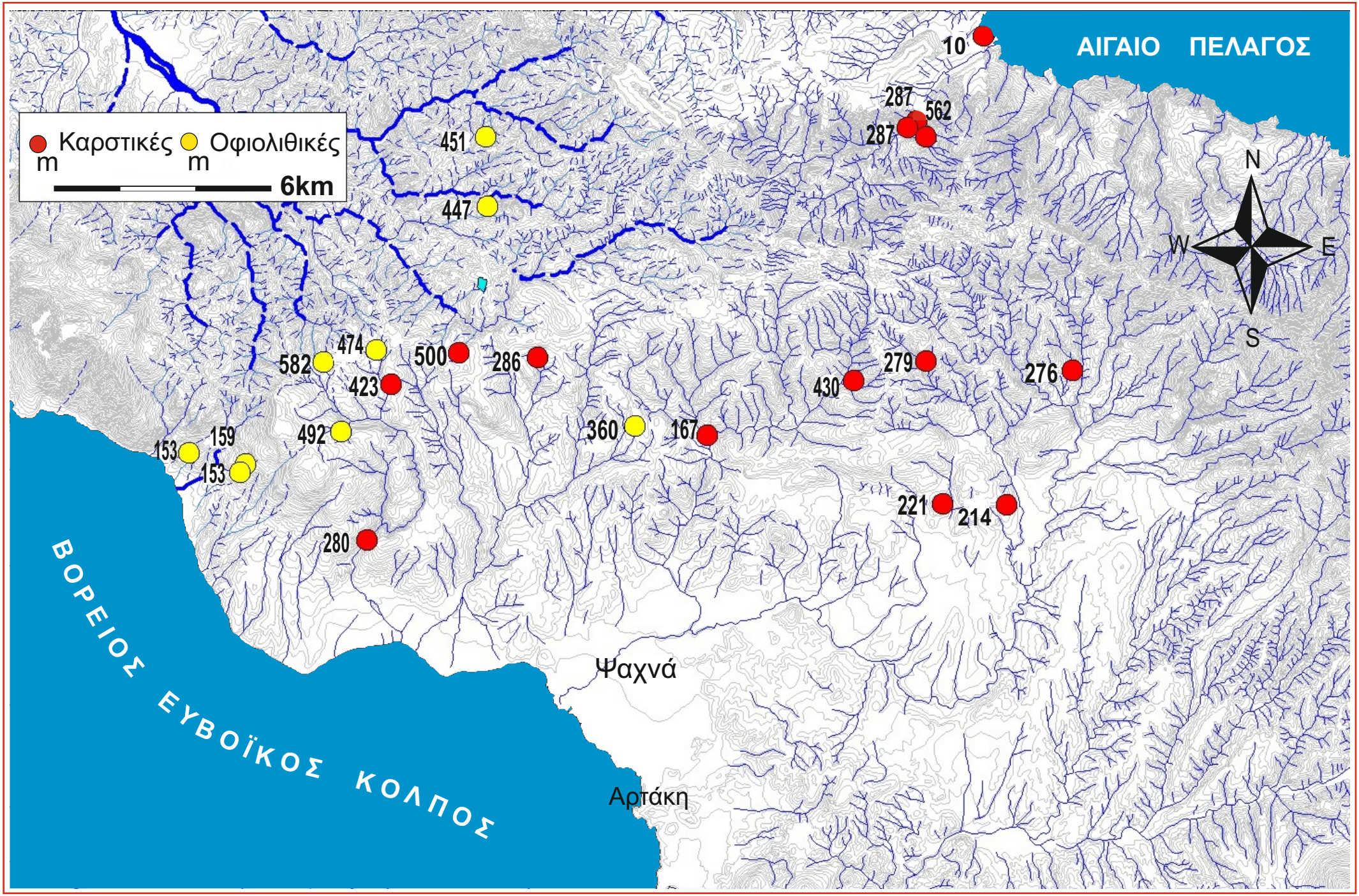
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΠΗΓΩΝ ΣΤΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ

DISTRIBUTION OF SPRINGS AND ALTIMETER




Developed in MapInfo Professional by the geologists G. Bantekas & K. Abdel-aziz

Karstic Springs  Ophiolitic Springs


Καρστικές
m
Οφιολιθικές
m
6km
ΑΙΓΑΙΟ ΠΕΛΑΓΟΣ
N
W
E
S
10
287
562
287
451
447
474
582
500
286
423
279
430
276
492
360
167
153
159
153
221
214
280
ΒΟΡΕΙΟΣ ΕΥΒΟΪΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ
Ψαχνά
Αρτάκη

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΝΕΡΟΥ ΤΩΝ ΠΗΓΩΝ

| ΠΗΓΗ Ημερομηνία | | Θερμοκρασία °C Αέρας | Θερμοκρασία °C Νερό | pH | Eh mV | Sal | Αγωγιμότητα μS/cm | T.D.S mg/l | Ca mg/l | Mg mg/l | Na mg/l | K mg/l | HCO3 mg/l | Cl mg/l | NO3 mg/l | SO4 mg/l | NO2 mg/l | CaCO3 (mg/l) Ολική | CaCO3 (mg/l) Παροδ. | Cd (ppb) | Cr Ολικό (ppb) | Fe (ppb) | Mn (ppb) | Ni (ppb) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| **S1** 25/3/2009 | A | 12.0 | 15.5 | 8.4 | -75 | 0.26 | 430 | 339 | 32.00 | 30.38 | 19.00 | 0.01 | 200.0 | 40.00 | 13.13 | 5.00 | 0.024 | 205 | 80 | ND | 28 | 28 | ND | ND |
| 29/9/2009 | B | 32.0 | 16.5 | 7.9 | -44 | 0.32 | 445 | 408 | 49.20 | 56.01 | 22.00 | 0.20 | 211.0 | 55.00 | 10.11 | 4.00 | 0.01 | 220 | 110 | ND | 11 | 15 | ND | ND |
| **S2** 25/3/2009 | A | 12.0 | 15.0 | 8.3 | -75 | 0.27 | 460 | 404 | 34.40 | 29.16 | 12.00 | 0.10 | 205.0 | 100.00 | 15.00 | 8.75 | 0.03 | 205 | 85 | ND | 22 | 4 | 2 | ND |
| 29/9/2009 | B | 30.0 | 16.0 | 7.8 | -42 | 0.20 | 530 | 408 | 29.01 | 35.00 | 14.00 | 0.20 | 190.0 | 110.00 | 18.02 | 7.00 | 0.03 | 220 | 110 | ND | 18 | 12 | ND | ND |
| **S3** 26/3/2009 | A | 15.0 | 15.0 | 8.4 | -76 | 0.26 | 440 | 364 | 34.40 | 29.16 | 12.00 | 0.10 | 205.0 | 55.00 | 15.00 | 13.75 | 0.03 | 205 | 85 | ND | 22 | 4 | 2 | ND |
| 25/9/2009 | B | 32.0 | 16.5 | 7.8 | -47 | 0.23 | 470 | 363 | 39.01 | 38.16 | 15.00 | 0.20 | 220.0 | 40.00 | 18.00 | 12.25 | 0.03 | 220 | 122 | ND | 18 | 12 | ND | ND |
| **S4** 27/3/2009 | A | 12.0 | 15.0 | 7.7 | -41 | 0.22 | 380 | 361 | 68.10 | 31.59 | 11.00 | 0.30 | 180.0 | 50.00 | 12.25 | 7.50 | 0.03 | 310 | 180 | ND | 8 | 8 | 1 | ND |
| 4/10/2009 | B | 29.0 | 16.5 | 8.0 | -48 | 0.26 | 476 | 421 | 89.08 | 56.00 | 20.00 | 0.20 | 200.0 | 40.00 | 8.50 | 7.25 | 0.03 | 360 | 240 | ND | 11 | 18 | ND | ND |
| **S5** 27/3/2009 | A | 13.0 | 14.0 | 7.7 | -41 | 0.24 | 410 | 401 | 68.10 | 31.59 | 11.00 | 0.30 | 180.0 | 90.00 | 12.50 | 12.25 | 0.03 | 310 | 180 | ND | 8 | 8 | 1 | ND |
| 5/10/2009 | B | 30.0 | 15.5 | 7.9 | -49 | 0.29 | 430 | 423 | 88.20 | 28.00 | 10.00 | 0.20 | 200.0 | 80.50 | 6.50 | 10.00 | 0.01 | 330 | 210 | ND | 7 | 12 | ND | ND |
| **S6** 27/3/2009 | A | 13.0 | 14.4 | 8.0 | -48 | 0.24 | 410 | 375 | 69.10 | 38.59 | 13.00 | 0.30 | 180.0 | 55.00 | 12.25 | 7.60 | 0.03 | 330 | 180 | ND | ND | 8 | ND | ND |
| 4/10/2009 | B | 29.0 | 15.5 | 7.8 | -42 | 0.22 | 420 | 413 | 90.10 | 35.60 | 10.00 | 0.10 | 200.0 | 59.20 | 13.25 | 5.00 | 0.03 | 350 | 210 | ND | ND | ND | ND | ND |
| **S7** | A | 14.8 | 15.0 | 7.5 | -33 | 0.50 | 640 | 620 | 98.10 | 1.22 | 12.00 | ND | 300.0 | 180.00 | 11.38 | 17.00 | 0.01 | 260 | 245 | ND | 12 | 2 | 1 | ND |
| 27/1/2009 27/3/2009 | B | 14.0 | 14.5 | 7.5 | -32 | 0.39 | 661 | 637 | 86.00 | 2.28 | 24.00 | 0.10 | 310.0 | 155.0 | 14.00 | 20.00 | 0.02 | 290 | 220 | ND | 14 | 10 | ND | ND |
| **S8** 29/3/2009 | A | 14.4 | 14.5 | 7.4 | -23 | 0.39 | 640 | 605 | 124.00 | 8.51 | 20.00 | 0.20 | 330.0 | 95.00 | 16.75 | 10.00 | 0.02 | 345 | 130 | ND | 7 | 3 | 1 | ND |
| 10/9/2009 | B | 33.5 | 15.0 | 7.7 | -24 | 0.43 | 660 | 656 | 135.00 | 10.25 | 24.00 | 0.10 | 350.0 | 110.00 | 20.00 | 6.00 | 0.03 | 360 | 130 | ND | 11 | 15 | ND | ND |
| **S9** 29/3/2009 | A | 14.4 | 14.5 | 7.4 | -24 | 0.42 | 690 | 672 | 128.20 | 9.72 | 17.00 | 0.10 | 360.0 | 120.00 | 23.13 | 13.75 | 0.04 | 360 | 320 | ND | 42 | 2 | 1 | ND |
| 6/10/2009 | B | 32.6 | 15.0 | 7.7 | -28 | 0.46 | 755 | 714 | 140.20 | 11.00 | 19.00 | 0.20 | 390.0 | 110.00 | 30.00 | 14.25 | 0.04 | 400 | 350 | ND | 28 | 15 | ND | ND |
| **S10** 6/4/2009 | A | 17.0 | 14.5 | 8.0 | -47 | 0.33 | 540 | 517 | 70.10 | 4.86 | 19.00 | ND | 300.0 | 90.00 | 12.75 | 20.00 | 0.02 | 195 | 175 | ND | 24 | 4 | ND | ND |
| 6/10/2009 | B | 29.0 | 15.0 | 7.9 | -45 | 0.41 | 650 | 610 | 110.0 | 7.25 | 22.30 | 0.10 | 340.0 | 85.90 | 19.10 | 25.30 | 0.03 | 230 | 190 | ND | 28 | 20 | ND | ND |
| **S11** 6/4/2009 | A | 17.0 | 15.0 | 7.7 | -41 | 0.38 | 620 | 594 | 72.10 | 89.91 | 21.00 | 0.20 | 240.0 | 140.00 | 12.75 | 17.50 | 0.01 | 550 | 180 | 0.7 | ND | 10 | ND | ND |
| 6/10/2009 | B | 30.0 | 15.0 | 7.8 | -42 | 0.43 | 678 | 655 | 95.00 | 88.20 | 25.00 | 0.20 | 290.0 | 120.00 | 22.00 | 15.00 | 0.01 | 580 | 220 | ND | ND | 14 | ND | ND |
| **S12** 7/4/2009 | A | 18.0 | 14.5 | 7.8 | -50 | 0.02 | 340 | 309 | 36.00 | 31.59 | 14.00 | 0.10 | 120.0 | 115.00 | 14.00 | 6.25 | 0.01 | 220 | 90 | ND | ND | 3 | 1 | ND |
| 4/10/2009 | B | 28.0 | 15.0 | 7.8 | -49 | 0.11 | 440 | 400 | 45.00 | 40.00 | 20.00 | 0.20 | 170.0 | 120.00 | 18.00 | 7.27 | 0.03 | 250 | 140 | ND | ND | ND | ND | ND |
| **S13** 7/4/2009 | A | 18.0 | 16.0 | 8.1 | -56 | 0.21 | 350 | 339 | 72.10 | 12.15 | 19.00 | 0.10 | 150.0 | 60.00 | 11.50 | 13.75 | 0.01 | 230 | 180 | ND | ND | 10 | ND | ND |
| 29/9/2009 | B | 28.0 | 16.0 | 8.1 | -55 | 0.29 | 495 | 474 | 88.10 | 17.01 | 7.25 | 0.70 | 250.0 | 80.00 | 16.00 | 8.75 | 0.01 | 290 | 220 | ND | ND | 28 | ND | ND |
| **S14** 8/4/2009 | A | 19.0 | 14.0 | 7.5 | -34 | 0.34 | 560 | 467 | 106.10 | 1.22 | 24.00 | 0.10 | 250.0 | 50.00 | 15.63 | 20.00 | 0.02 | 270 | 215 | ND | 17 | 4 | ND | ND |
| 5/10/2009 | B | 29.0 | 14.0 | 7.8 | -41 | 0.38 | 584 | 563 | 115.50 | 7.25 | 34.50 | 0.20 | 300.0 | 60.50 | 22.70 | 22.00 | 0.03 | 330 | 250 | ND | 18 | 10 | ND | ND |
| **S15** 8/4/2009 | A | 18.0 | 14.0 | 8.0 | -49 | 0.34 | 570 | 543 | 36.00 | 55.89 | 14.00 | 0.30 | 330.0 | 95.00 | 10.63 | 1.25 | 0.01 | 320 | 90 | ND | 11 | 10 | ND | ND |
| 5/10/2009 | B | 28.0 | 14.5 | 7.8 | -46 | 0.36 | 582 | 546 | 25.70 | 70.50 | 20.50 | 0.30 | 310.0 | 100.00 | 15.50 | 3.75 | 0.03 | 310 | 100 | ND | 17 | 9 | ND | ND |
| **S16** 8/4/2009 | A | 18.0 | 14.5 | 8.0 | -48 | 0.34 | 560 | 543 | 36.00 | 55.89 | 14.00 | 0.30 | 330.0 | 95.00 | 10.36 | 1.25 | 0.01 | 320 | 90 | ND | 11 | 10 | ND | ND |
| 5/10/2009 | B | 29.0 | 15.5 | 8.1 | -54 | 0.37 | 595 | 584 | 40.00 | 70.00 | 18.00 | 0.30 | 338.0 | 101.50 | 13.00 | 3.65 | 0.02 | 350 | 110 | ND | 16 | 15 | ND | ND |
| **S17** 14/4/2009 | A | 20.0 | 14.0 | 8.3 | -67 | 0.24 | 410 | 399 | 52.10 | 14.58 | 13.00 | 0.50 | 175.0 | 150.0 | 12.50 | 11.25 | 0.05 | 190 | 130 | ND | ND | 2 | ND | ND |
| 8/10/2009 | B | 29.0 | 14.5 | 7.8 | -44 | 0.34 | 487 | 460 | 55.00 | 45.50 | 15.00 | 0.40 | 190.0 | 125.0 | 15.90 | 14.00 | 0.09 | 200 | 150 | ND | ND | 18 | ND | ND |
| **S18** 14/4/2009 | A | 20.0 | 14.5 | 7.8 | -48 | 0.21 | 290 | 241 | 48.10 | 7.29 | 14.00 | 0.30 | 130.0 | 15.00 | 14.14 | 11.75 | 0.05 | 150 | 120 | ND | ND | 10 | 2 | ND |
| 8/10/2009 | B | 28.0 | 15.0 | 7.9 | -49 | 0.24 | 328 | 285 | 52.00 | 14.00 | 14.80 | 0.40 | 150.0 | 18.50 | 18.00 | 17.20 | 0.05 | 180 | 120 | ND | ND | 22 | ND | ND |
| **S19** 14/4/2009 | A | 18.0 | 15.0 | 8.0 | -49 | 0.42 | 685 | 658 | 52.10 | 77.76 | 16.00 | 0.30 | 390.0 | 90.00 | 13.50 | 18.75 | 0.02 | 450 | 130 | 0.7 | ND | 2 | 2 | ND |
| 5/10/2009 | B | 29.0 | 15.5 | 8.0 | -50 | 0.47 | 699 | 682 | 54.20 | 80.50 | 15.70 | 0.40 | 410.0 | 85.50 | 18.00 | 18.00 | 0.02 | 520 | 220 | ND | ND | 11 | ND | ND |
| **S20** 15/4/2009 | A | 18.0 | 15.0 | 7.7 | -41 | 0.27 | 410 | 375 | 80.10 | 17.01 | 13.00 | 0.20 | 230.0 | 12.00 | 15.50 | 7.50 | 0.02 | 270 | 200 | ND | ND | 5 | 3 | ND |
| 9/10/2009 | B | 29.0 | 15.0 | 7.9 | -44 | 0.30 | 450 | 381 | 95.50 | 19.00 | 12.00 | 0.30 | 240.0 | 14.00 | 11.00 | 7.75 | 0.02 | 290 | 220 | ND | ND | 17 | ND | ND |
| **S21** 15/4/2009 | A | 18.0 | 14.5 | 7.7 | -42 | 0.61 | 970 | 818 | 52.00 | 114.21 | 21.00 | 0.20 | 505.0 | 100.00 | 15.50 | 10.00 | 0.02 | 600 | 130 | ND | 41 | ND | ND | ND |
| 9/10/2009 | B | 28.0 | 15.0 | 7.9 | -48 | 0.63 | 1010 | 881 | 60.50 | 120.50 | 28.00 | 0.30 | 520.0 | 120.00 | 19.40 | 12.00 | 0.03 | 680 | 310 | ND | 38 | 11 | ND | ND |
| **S22** 15/4/2009 | A | 18.0 | 15.5 | 7.3 | -20 | 0.39 | 640 | 623 | 96.10 | 27.73 | 26.00 | ND | 335.0 | 105.00 | 15.75 | 17.50 | 0.02 | 350 | 240 | ND | ND | 2 | ND | ND |
| 9/10/2009 | B | 30.0 | 15.5 | 7.9 | -41 | 0.44 | 652 | 624 | 108.40 | 29.50 | 18.00 | 0.10 | 350.0 | 85.80 | 16.80 | 15.00 | 0.02 | 480 | 250 | ND | ND | 8 | ND | ND |
| **S23** 23/4/2009 | A | 20.0 | 15.0 | 7.7 | -41 | 0.38 | 610 | 581 | 76.10 | 29.16 | 24.00 | 0.10 | 280.0 | 135.00 | 16.25 | 20.00 | 0.03 | 310 | 190 | 0.7 | 40 | 3 | ND | ND |
| 6/10/2009 | B | 28.0 | 15.5 | 7.9 | -46 | 0.47 | 630 | 601 | 90.80 | 34.00 | 21.50 | 0.20 | 300.0 | 120.00 | 15.00 | 19.00 | 0.02 | 320 | 195 | ND | 32 | 20 | ND | ND |

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΝΕΡΟΥ ΤΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ

| 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Λιμνιώνας** 27/3/2009 | A | 14.0 | 14.0 | 8.1 | -54 | 0.56 | 860 | 656 | 56.10 | 21.87 | 87.00 | 0.80 | 165.0 | 260.0 | 27.50 | 37.50 | 0.03 | 230 | 140 | 2 | 22 | 18 | ND | ND |
| 10/4/2009 | B | 31.0 | 15.0 | 7.7 | -43 | 0.61 | 890 | 680 | 76.00 | 30.00 | 83.00 | 0.50 | 190.0 | 245.0 | 30.25 | 25.10 | 0.03 | 250 | 160 | 4 | 18 | 20 | ND | ND |
| **Κυπαρίσσι** 23/4/2009 | A | 18.0 | 16.0 | 7.5 | -33 | 0.42 | 680 | 648 | 106.10 | 14.58 | 22.00 | 0.10 | 365.0 | 110.0 | 12.25 | 20.00 | 0.02 | 325 | 265 | 1 | ND | 55 | ND | ND |
| 9/10/2009 | B | 30.0 | 16.0 | 7.8 | -43 | 0.65 | 730 | 684 | 116.16 | 19.50 | 24.80 | 0.20 | 380.0 | 120.0 | 11.45 | 18.90 | 0.03 | 350 | 250 | 2 | ND | 45 | ND | ND |
| **Μύλοι** 27/4/2009 | A | 18.0 | 16.0 | 7.7 | -41 | 0.29 | 498 | 449 | 68.10 | 11.58 | 30.20 | 0.40 | 185.0 | 100.0 | 17.25 | 18.00 | 0.04 | 300 | 260 | ND | ND | ND | ND | ND |
| 25/10/2009 | B | 28.0 | 16.0 | 7.8 | -46 | 0.65 | 510 | 488 | 95.00 | 10.00 | 28.00 | 0.70 | 200.0 | 120.0 | 19.50 | 15.00 | 0.01 | 310 | 230 | ND | ND | 5 | 2 | ND |

A | B Πρώτη & Δεύτερη δειγματοληψία και ανάλυση νερού

ND | ND Δεν ανιχνεύτηκε

## 15- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Πραγματοποιήθηκε υδρογεωλογική, υδροχημική, και γεωμορφολογική έρευνα η οποία επικεντρώθηκε στα υδροφόρα στρώματα του κεντρικού τμήματος του νησιού της Εύβοιας.
Στόχοι της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση της δυναμικότητας και της ποιότητας νερού των υδροφόρων στρωμάτων και των πηγών / φρεάτων (Δημοτικής Ενότητας Μεσσαπίας και Ν. Αρτάκης) με ιδιαίτερη έμφαση στη καταλληλότητα του νερού στις διάφορες χρήσεις (ύδρευση, άρδευση κλπ.).
Τα παρακάτω συμπεράσματα προέκυψαν από δυο περιόδους παρατηρήσεων (1997 – 1999 και 2007 - 2009) στη περιοχή.

**ΓΕΩΛΟΓΙΑ**

Στην περιοχή απαντώνται προαλπικοί, αλπικοί που ανήκουν στην πελαγονική ζώνη (ενότητα) και μεταλπικοί σχηματισμοί.

**Οι προαλπικοί:**
- Αργιλικοί σχιστόλιθοι και φυλλίτες του Λιθανθρακοφόρου εξελισσόμενοι πλευρικώς σε κρυσταλλικούς σχιστόλιθους. Αρκόζοι και ενστρώσεις ασβεστόλιθων μεταπίπτοντες πλευρικώς σε μάρμαρα. Τυπική εμφάνιση στην Ανατολική πλευρά της περιοχής.
- Ασβεστόλιθοι περμίου. Πλευρικώς μεταπίπτουν βαθμιαίως σε πάρμαρα και σιπολίνες. Τυπική εμφάνιση στην ΒΑ πλευρά της οροσειράς Δίρφυος και Όλυμπου. Τοπικώς απαντούν ενστρώσεις χαλαζιτών και σχιστολίθων.

**Οι αλπικοί:**
- Ασβεστόλιθοι Ανωτέρου Τριαδικού έως Μέσου Ιουρασικού, παχυστρωματώδεις έως άστρωτοι σε γωνιώδη ασυμφωνία, στην κορυφή του Κανδίλιου όρους.
- Ασβεστόλιθοι Ανωτέρου Τριαδικού και Ιουρασικού μη διαχωριζόμενοι, τυπικώς της περιοχής Νέας Αρτάκης – Πισσώνα και Δίρφυος .
- Ασβεστόλιθοι Κιμμεριδίου. Τυπικώς υπέρκεινται ασύμφωνα των βαθύτερων οριζόντων. Εμφανίζονται στην οροσειρά Κανδίλιο και στην Βόρεια περιοχή μελέτης.
- Σχιστοκερατολιθική διάπλαση μετ` οφιολίθων και ασβεστολιθικών ενστρώσεων, ανωιουρασικής και πιθανώς στα ανώτερα τμήματα κατωκρητιδικής ηλικίας. Απαντώνται στη περιοχή Αρτάκης, Ψαχνών της κεντρικής Εύβοιας.
- Ασβεστόλιθοι Ανώτερου Κρητιδικού, σε γωνιώδη ασυμφωνία με τους υποκείμενους. Απαντώνται σε αφθονία στη κεντρική Εύβοια.
- Φλύσχης ανωκρητιδικής και πιθανώς έως ηωκαινικής ηλικίας μετ΄οφιολίθων, αργιλικών σχισολίθων, ψαμμιτών και ασβεστολιθικών ενστρώσεων.

**Οι μεταλπικοί:**
- Νεογενές αδιαίρετο. Εναλλαγές θαλάσσιων και λιμναίων αποθέσεων. Αποτελούνται κυρίως από συνεκτικά, στρωμένα κροκαλοπαγή και συνδετικό υλικό αργιλοαμαργαϊκό, καθώς και από ενστρώσεις μαργών, μαργαϊκών ασβεστόλιθων και ψαμμιτών κυρίως στα ανώτερα μέλη τους. Απαντώνται στην κέντρο – ανατολική περιοχή, στην περιοχή Πολιτικών – Νεροτριβιάς και Κοντοδεσπότιου – Κυπαρισσίου.
- Τεταρτογενείς αποθέσεις. Είναι παράκτιοι σχηματισμοί από άμμο και κροκάλες, αλλουβιακές αποθέσεις και νέοι κώνοι κορημάτων ή ασύνδετα πλευρικά κορήματα και αποσαθρώματα των παλαιοτέρων πετρωμάτων.

**ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΑ**

Στην περιοχή υπάρχουν κοιτάσματα υπό εκμετάλλευση, κοιτάσματα στο στάδιο εξάντλησης και εμφανίσεις χωρίς μεταλλευτικό ενδιαφέρον.

**Σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα** (με εντατική εκμετάλλευση)
Βρίσκονται σε συμφωνία κάτω από τους ανωκρητιδικούς ασβεστόλιθους και σε ασυμφωνία πάνω τους προκενομάνιους σχηματισμούς. Μερικές φορές παρεμβάλλονται στη βάση των ανωκρητιδικών ασβεστόλιθων. Μετάλλευμα συμπαγές ή και πισσολιθικό με λατύπες συνήθως πυριτολιθικές. Αναλογία μετάλλευμα Fe = 40%, Ni = 1%.

**Κοιτάσματα λευκόλιθου** (εξάντληση)

Απαντούν μέσα στους περιδοτίτες και σερπεντίνες της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης, με τη μορφή τυπικών φλεβών και, κυρίως δικτύου φλεβών (stock work). Αναλογία μεταλλεύματος, 42.7 – 44.9%.

**Εμφανίσεις μαγγανίου και χρωμίου**

Το μαγγάνιο απαντά σε μορφή μικρών συγκεντρώσεων πυρολοσίτου στους σερπεντίνες και ραδιολαρίτες της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης με τους υποκείμενους ιουρασικούς ασβεστόλιθους, νοτίως του χωριού Πισσώνα. Περιεκτικότητα σε MnO = 17%

Στην περιοχή Πισσώνα επίσης απαντά φακοειδές σώμα χρωμίτη, που έχε εξορυχθεί. Το μετάλλευμα αυτό είναι συμπαγούς κυρίως τύπου, άριστης ποιότητας.

**ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ**

Στην περιοχή της Κεντρικής Εύβοιας και της υδρογεωλογικής λεκάνης της περιοχής έρευνας, παρατηρείται η καθαρά γνώριμη εικόνα των ελληνικών ασβεστολιθικών ορέων. Η μορφολογία είναι λοφώδης, και χαρακτηρίζεται από επιφανειακή έντονη διάβρωση του τοπογραφικού ανάγλυφου και εξομάλυνση στους ευδιάβρωτους γεωλογικούς σχηματισμούς. Το έντονο ανάγλυφο είναι αποτέλεσμα των τριτογενών και νεότερων ανυψωτικών κινήσεων και της ρηγμάτωσης που ακολούθησε. Το αποτέλεσμα αυτού του νεαρού ανάγλυφου στην περιοχή, είναι οι σχηματισμοί πρανών με μεγάλες κλίσεις, η πυκνότητα και ποικιλία υδρογραφικών δικτύων, στον αριθμό και στη διεύθυνση. Δεν παραλείπονται οι σχηματισμοί των δολινών και των καρστικών κοιλοτήτων στους ιουρασικούς και τριαδικούς ασβεστολιθικούς σχηματισμούς.
Στην περιοχή διακρίνονται τρία υψηλά συγκροτήματα, τα οποία οριοθετούν την ευρύτερη υδρογεωλογική τοποθέτηση της περιοχής μελέτης, και την υδρολογία της Κεντρικής Εύβοιας: Πρόκειται για την οροσειρά Κανδήλι (1278μ.) δυτικά, την οροσειρά Δίρφυς (1743μ.) στα βορειοανατολιά, και την οροσειρά Όλυμπου (1172μ.) στα νοτιοανατολικά.
Η γεωγραφική κατανομή των ανωτέρω οροσειρών στην περιοχή, όπως και του όρους Πυξαρίας, παίζει καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση των κλιματικών συνθηκών της περιοχής (θερμοκρασίας, κίνηση ανέμων και κατανομή των κατακρημνισμάτων κ.λπ.).

Η περιοχή της Κεντρικής Εύβοιας διαυλακώνεται κυρίως από υδρογραφικά συστήματα που εκβάλλουν στο Βόρειο και Νότιο Ευβοϊκό Κόλπο καθώς επίσης και από άλλα υδρογραφικά δίκτυα που εκβάλλουν στο Αιγαίο Πελάγο. Στην υδρογεωλογική λεκάνη αυτής της εργασίας αναφέρονται τρία υδρογραφικά συστήματα που εκβάλλουν στο Βόρειο Ευβοϊκό Κόλπο. Πρόκειται για το χείμαρρο Μεσάπιο, Πεθαμένου και τον χείμαρρο Μορτερή, που χαρακτηρίζονται από υδρογραφικό δίκτυο δενδριτικής μορφής.

Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής (των τριών χειμάρρων) είναι της τάξης των 320μ., αντιστοιχεί σε περίπου 68% της συνολικής επιφάνειας (εμβαδόν) της λεκάνης 291km$^2$.
Η υδροκριτική γραμμή επεκτείνεται σε μήκος 94km, σχηματίζοντας καρδιοειδές σχήμα λεκάνη απορροής, και άξονα αποστράγγισης μέσης κλίσης 24% , διεύθυνσης ΝΔ – ΒΑ που αποστραγγίζει τα όμβρια της λεκάνης προς το Ευβοϊκό με συντελεστή αποστράγγιση 1.4

Η μεγαλύτερη υπολεκάνη απορροής σε έκταση 229km$^2$ είναι του Μεσάπιου χειμάρρου, δεύτερη του Πεθαμένου 40km$^2$ και έπειτα του Μορτερή χειμάρρου 22km$^2$.
Ο Μεσάπιος έχει μήκος κλάδων 160km, υδρογραφική πυκνότητα 0.7 και υδρογραφική συχνότητα 0.03. Έχει ανάπτυξη κλάδων μέχρι 6$^η$ τάξη, διαθέτει νερό στη κοίτη μέχρι τέλος άνοιξης
Ο Πεθαμένου χείμαρρος έχει μήκος κλάδων 31km, υδρογραφική πυκνότητα 0.8 και υδρογραφική συχνότητα 0.12. Η ανάπτυξη των κλάδων μέχρι 5$^η$ τάξη.
Ο Μορτερής χείμαρρος έχει μήκος κλάδων 14km, υδρογραφική πυκνότητα 0.6 και υδρογραφική συχνότητα 0.18. Η ανάπτυξη των κλάδων του είναι μέχρι 4$^η$ τάξη.

**ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ**

Τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά των σημαντικότερων λιθολογικών ή ενοτήτων (σε πάχος και εξάπλωση) περιγράφονται ως χαλαρά και σκληρά συμπαγείς ή διαρρηγμένα:

**Χαλαρά ιζήματα**

Παρουσιάζονται στο κεντρικό τμήμα του νησιού, δηλαδή στη λεκάνη της Παλιούρας η οποία συνιστά ρηξιγενές βύθισμα σχετικώς νεαρής ηλικίας, το οποίο πληρούται κυρίως από λιμναία ιζήματα, νεογενούς ή και νεότερα, κατά δεύτερο δε λόγο από ιζήματα χερσαίων διλλουβίων και αλλουβίων.

Η μορφολογία του πυθμένα της ρηξιγενούς λεκάνης είναι ανώμαλη. Η ένταση των κατακόρυφων κινήσεων εντός του περιβάλλοντος χώρου της νεογενούς λεκάνης ήταν άνισος, με αποτέλεσμα την ανομοιομορφία του πυθμένα της λεκάνης, έτσι ώστε να σχηματιστούν τμήματα βαθύτερα, ενώ το υπόλοιπο μεγαλύτερο μέρος της λεκάνης να είναι σχετικά αβαθές.

Οι νεογενείς σχηματισμοί και οι επικείμενες αλλουβιακές αποθέσεις καταλαμβάνουν μεγάλες εκτάσεις στις υδρολογικές λεκάνες Καστέλλας / Ψαχνών και Πολιτικών, και παρουσιάζουν μεταβαλλόμενο πάχος το οποίο σε ορισμένες θέσεις στα εσωτερικά τμήματα των λεκανών φθάνει τα 30m.

Οι σχηματισμοί αυτοί (μικροπερατοί, με μεταβαλλόμενο πάχος και περατότητα) που αναπτύσσονται στις πεδινές εκτάσεις και πλησίον της κοίτης των χειμάρρων της περιοχής σε διάφορες λιθολογικές φάσεις (ασβεστολιθικά και δολομιτικά κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, μάργες, κροκάλες και άλλα ασύνδετα υλικά κλπ.) φιλοξενούν σημαντικούς ελεύθερους (φρεάτιους) υδροφόρους ορίζοντες στην λεκάνη Καστέλλας /Ψαχνών (ΧΑΛ1) και στην λεκάνη Πολιτικών (ΧΑΛ2), όπου τροφοδοτούνται από τα νερά των χειμάρρων. Οι υδροφόροι αυτοί έχουν υποστεί εντατική εκμετάλλευση από μεγάλο δίκτυο ιδιωτικών, αβαθών φρεάτων.

**Σκληρά καρστικά πετρώματα**

Τα ανθρακικά μακροπερατά πετρώματα της περιοχής χωρίζονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες, αυτές του ιουρασικού και αυτές του ανωτέρου κρητιδικού:

Οι ιουρασικοί ασβεστολιθικοί σχηματισμοί που αναπτύσσονται στη περιοχή μεταξύ της λεκάνης Αρτάκης και λεκάνης Πισσώνα φιλοξενούν αξιόλογή υδροφορία (ελεύθερος υδροφόρος ορίζοντας ΑΣ1). Οι γεωτρήσεις στη περιοχή Πισσώνα (βάθος 120 – 220 m) παρουσιάζουν αξιόλογη αποδοτικότητα όπου το υδροφόρο στρώμα επίκειται των αδιαπέρατων σχηματισμών (αργιλικοί σχιστόλιθοι και φυλλίτες).

Οι ασβεστόλιθοι της κενομάνιας επίκλυσης στην περιοχή της Καστέλλας έχουν μικρή εμφάνιση και πάχος, σχηματίζουν ελεύθερο υδροφόρο στρώμα (ΑΣ2) με μειωμένο ενδιαφέρον, επίκειται αδιαπέρατοι οφιόλιθοι και σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα. Τροφοδοτεί πλαγίως τον υδροφόρο ΧΑΛ1 επίσης εμφανίζονται επιδερμικές διαρροές σε περίοδο υψηλής στάθμης.

Οι ασβεστόλιθοι της κενομάνιας επίκλυσης που αναπτύσσονται στην περιοχή βορείως των Πολιτικών εμφανίζουν μεγάλη εξάπλωση και παρουσιάζουν ιδιαίτερο υδρογεωλογικό ενδιαφέρον, όπου στην επαφή των κροκαλοπαγών της επίκλυσης με το αδιαπέρατο υπόβαθρο της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης, εκδηλώνεται ομάδα πηγών που εκφορτίζουν τον καρστικό υδροφόρο ορίζονται ΑΣ4.

**Σκληρά διαρρηγμένα οφιολιθικά**

Τα υπερβασικά πετρώματα του οφιολιθικού καλύμματος καταλαμβάνουν τις μεγαλύτερες εκτάσεις στη περιοχής της κεντρικής Εύβοιας και περιοχής έρευνας. Χαρακτηρίζονται από μία εκλεκτική υδροφορία, που ορισμένες φορές παρουσιάζει υψηλή αποδοτικότητα. Η ιδιαιτερότητα αυτή οφείλεται σε διάβρωση και τεκτονικά αίτια, που κατακερματίζουν και διαρρηγνύουν το αδιαπέρατο πρωτογενές πέτρωμα σε συγκεκριμένες ζώνες ή περιοχές, καθιστώντας το με τον τρόπο αυτό ένα μακροπερατό σχηματισμό που μπορεί να φιλοξενήσει νερό και να σχηματίσει υδροφόρο στρώμα.

Το πάχος του υδροφόρου στρώματος σχετίζεται με το βάθος της διάρρηξης και βάθος κερματισμού στο οφιολιθικού καλύμματος που είναι το βάθος στα βαθύτερα φρέατα ≈ 46m.

Πρόκειται για ένα ενιαίο οφιολιθικό υδροφόρο στρώμα (ΟΦ), αλλά η υδροφορία επικεντρώνεται σε μερικές υδρολογικές λεκάνες όπου σχηματίζονται υδροφόροι ορίζοντες. ( ΟΦ1/ΟΦ1Β στην λεκάνη Αρτάκης, ΟΦ2 στην λεκάνη Καστέλλα / Ψαχνών, ΟΦ3 στην λεκάνη Πισσώνα, ΟΦ4 στην λεκάνη Τριάδας και ΟΦ5 στην λεκάνη Πολιτικών) χωρίς να έχουν υδραυλική μεταξύ τους επικοινωνία.

Όμως παρατηρείται ότι υπάρχει άμεση σχέση υδροφόρων οριζόντων και υδρορευμάτων της περιοχής και εμπλουτισμός των πρώτων από τα δεύτερα.

**ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΑ**

Από την μελέτη και ανάλυση πινάκων και των πιεζομετρικών καμπύλων των χαλαρών και συμπαγών υδροφόρων της περιοχής έρευνας καταλήγουμε στα παρακάτω:

- Το δίκτυο των πιεζομετρικών καμπύλων δεν αλλάζει μορφή στο διάστημα 1997 - 2009
- στις παραθαλάσσιες περιοχές παρατηρείται βαθμιαία ελάττωση πιεζομετρικών τιμών, και γενική κίνηση ροών προς δυτικά στο Β. Ευβοϊκό Κόλπο.
- Διαμορφώνεται ένας σαφέστατος υπόγειος άξονας αποστράγγισης στις ροές του υδροφόρου ΟΦ1 και σημειώνεται αρτεσιανό φαινόμενο ή υπερχείλιση στα φρέατα του πέρατος στους δυνατούς χειμώνες. Παρατηρείται επίσης δεύτερος άξονας αποστράγγισης στα υψηλότερα σημεία του υδροφόρου ορίζοντας ΟΦ2.
- Παρατηρείται μια διαφορά στην πυκνότητα των πιεζομετρικών καμπύλων που αντικατοπτρίζει την λιθολογική και υδραυλική ανομοιογένεια μεταξύ υδροφόρων οριζόντων των συμπαγών σχηματισμών ΟΦ2, ΑΣ2 και των χαλαρών ΧΑΛ1.
- Η μέση υψηλότερη στάθμη που σημειώνεται στον οφιολιθικό υδροφόρο ορίζοντα της παραθαλάσσιας περιοχής 41m και η μέση υψηλότερη άνοδος 4.5 m

Η μέση υψηλότερη στάθμη στον οφιολιθικό υδροφόρο ορίζοντα της ενδοχώρας περιοχής 100 m και η υψηλότερη μέση άνοδος 3 m

Η μέση υψηλότερη στάθμη στον υδροφόρο ορίζοντα των χαλαρών σχηματισμών της παραθαλάσιας περιοχής 6.4 m και η υψηλότερη μέση άνοδος 1.5 m

Η μέση υψηλότερη στάθμη στον υδροφόρο ορίζοντα των χαλαρών σχηματισμών της ενδοχώρας 19 m και η μέση υψηλότερη άνοδος 2.5 m

**Ρυθμιστικά αποθέματα**

Δίαιτα των υδροφόρων οριζόντων των οφιολιθικών σχηματισμών στην παραθαλάσσια περιοχής αξιολογείται μεταξύ 1050 $m^3$ - 9450 $m^3$ , και των ενδοχώρα 4785 $m^3$ – 13630 $m^3$.
Η δίαιτα των υδροφόρων των χαλαρών σχηματισμών αξιολογείται μεταξύ 1624 $m^3$ – 6728 $m^3$.

**ΠΗΓΕΣ & ΦΡΕΑΤΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ**

Οι πηγές και τα φρέατα ύδρευσης της περιοχής εκφορτώνουν υδροφόρο ορίζοντα που αναπτύσσεται σε σχηματισμό του διαρρηγμένου οφιολιθικού καλύμματος και του καρστικού ασβεστολιθικού. Οι περισσότερες πηγές αποστραγγίζουν από καρστικούς σχηματισμούς, όμως τα περισσότερα φρέατα από οφιολιθικούς.

**Οι οφιολιθκιές πηγές**

- Είναι πηγές επαφής, καθορισμένη μορφή σε υψόμετρό μεταξύ 153 m – 582 m.
- Όλες οι πηγές είναι σε μόνιμη λειτουργία, και έχουν μεγέθη παροχής που κυμαίνονται από 0.3 $m^3$/h έως 108$m^3$/h και ταξινομούνται στις τάξεις πρώτο μέχρι τρίτο κατά Meinzer.
- Οι σχηματισμοί της βάσης του υδροφόρου στρώματος, αντιστοιχούν το αδιαπέρο πρωτογενώς πέτρωμα της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης.

**Καρστικές πηγές**

- Είναι πηγές επαφής ή υπερπλήρωσης, με καθορισμένη μορφή ή μέτωπο, σε υψόμετρο μεταξύ 10 m – 562 m.
- Όλες οι πηγές είναι σε μόνιμη λειτουργία - έκτος μια εποχιακή - και έχουν μεγέθη παροχής κυμαίνονται από 1.3 $m^3$/h έως 144 $m^3$/h, ταξινομούνται στις τάξεις πρώτο μέχρι δεύτερο κατά Meinzer.
- Οι αδιαπέρατοι σχηματισμοί στην βάση του υδροφόρου στρώματος των διάφορων καρστικών πηγών αποτελούν ο φλύσχης ή η σχιστοκερατολιθική διάπλαση (οφιόλιθοι ή αργιλικοί σχιστόλιθοι).

**ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ**

Από την μελέτη των υδροχημικών χαρακτηριστικών των υπόγειων νερών, τόσο των βραχωδών συστημάτων (οφιόλιθοι & ανθρακικά) όσο και των χαλαρών οριζόντων της περιοχής καταλήγουμε στα παρακάτω:

**Λεκάνη Ν. Αρτάκης**

- Το υπόγειο νερό εντός των υπερβασικών οφιολιθικών πετρωμάτων είναι αλκαλικό.
- Οι υδροχημικές φάσεις του νερού είναι, ασβεστονατριούχα, οξυανθρακικα – χλωριοθειϊκά.
- Το υπόγειο νερό παραμένει γλυκό έως αλμυρό σε όλο το υδρολογικό έτος. Με βάση τον δείκτη Hem χαρακτηρίζεται πολύ σκληρό.

- Το υπόγειο νερό είναι σοβαρά ρυπασμένο από το νερό της θάλασσας με βάση τον δείκτη Revelle. Οι υψηλές συγκεντρώσεις $SO_4$, Na και Cl είναι επίσης ενδείξεις ανάμιξης του με το θαλασσινό νερό.
- Οι υψηλές συγκεντρώσεις των παραμέτρων Cl, $NO_3$, $NH_4$, $NO_2$ και $PO_4$ στο υπόγειο νερό πιθανά οφείλονται στην χρήση γεωργικών λυπασμάτων.
- Το υπόγειο νερό στην νότια περιοχή (Αρτάκη - Βατώντας) ταξινομείται σε C3 και S1, αλατότητα επικινδυνότητα στην βόρεια περιοχή (Δυο Βουνά – Ιμπραήμ Άγα) ταξινομείται ως C4, C5 και S2 επικινδυνότητα είναι ακατάλληλο για αρδευτική χρήση, δημιουργεί προβλήματα καρποφορίας. Θεωρείται κατάλληλο για τα ζώα.
- Το νερό των γεωτρήσεων ύδρευσης της Δ. Ε. Νέας Αρτάκης είναι μέτρια γλυκό, πολύ σκληρό, ρυπασμένο με το νερό της θάλασσας, αφήνει άλατα στις συσκευές, κακής ποσιμότητας κατά Waterlot, αλλά είναι στα πλαίσια των επιτρεπτών όρων ποσιμότητας που ορίζουν οι διεθνείς οργανισμοί.

**Λεκάνη Καστέλλα / Ψαχνών**

- Το νερό των υπερβασικών οφιολιθικών, καρστικών πετρωμάτων και χαλαρών σχηματισμών είναι αλκαλικό.
- Οι υδροχημικές φάσεις του νερού είναι ασβεστονατριούχα, οξυανθρακικά – χλωριοθειϊκά ή χλωριοθειϊκά – οξυανθρακικά.
- Το υπόγειο νερό του κάμπου Καστέλλα / ψαχνών είναι πολύ σκληρό με βάση τον δείκτη Hem. Κατατάσσεται από γλυκό έως αλμυρό νερό.
- Μετά την χρήση του υπόγειου νερού αποτίθεται στο έδαφος και στις συσκευές ανθρακικά άλατα του ασβεστίου.
- Το υπόγειο νερό του κάμπου είναι ρυπασμένο με το νερό της θάλασσας (με βάση τον δείκτη Revelle. Οι υψηλές συγκεντρώσεις $SO_4$, Na και Cl είναι ένδειξεις ανάμιξης του.
- Οι υψηλές συγκεντρώσεις των παραμέτρων Cl, $NO_3$, $NH_4$, $NO_2$ και $PO_4$ στο νερό πιθανά οφείλονται από στην χρήση των γεωργικών λυπασμάτων.
- Ταξινομείται ως C2, C3, C4 μεταξύ χαμηλής και υψηλής αλατότητας επικινδυνότητα και S1, S2 ως προς την αλκαλική επικινδυνότητα. Είναι ακατάλληλο για αρδευτική χρήση, δημιουργεί προβλήματα καρποφορίας, όμως είναι κατάλληλο για τα ζώα.
- Το νερό φρεάτων ύδρευσης κατατάσσεται ως: Σκληρό νερό κατά Hem και μέτρια γλυκό. Μέτρια έως κακής ποσιμότης κατά Waterlot, και ρυπασμένο με το νερό της θάλασσας. Οι χημικές συγκεντρώσεις $NO_3$ και Cl ξεπερνούν τα ανώτατα επιτρεπτά όρια ποσιμότητας.

**Λεκάνη Πολιτικών**

- Το νερό των χαλαρών και των υπερβασικών οφιολιθκών σχηματισμών είναι αλκαλικό.
- Οι υδροχημικές φάσεις του νερού είναι ασβεστονατριούχα, οξυανθρακικά – χλωριοθειϊκά και χλωριοθειϊκά – οξυανθρακικά.
- Το υπόγειο νερό του κάμπου Πολιτικών πολύ σκληρό (Hem) και κατατάσσεται από γλυκό έως αλμυρό νερό.
- Μετά την χρήση του υπόγειου νερού αποτίθεται στο έδαφος και στις συσκευές ανθρακικά άλατα του ασβεστίου.
- Το υπόγειο νερό του κάμπου είναι ρυπασμένο με το νερό της θάλασσας με βάση τον δείκτη Revelle. Οι υψηλές συγκεντρώσεις $SO_4$, Na και Cl είναι ενδείξεις ανάμιξης του.
- Οι υψηλές συγκεντρώσεις των παραμέτρων Cl, $NO_3$, $NH_4$, $NO_2$ και $PO_4$ στο νερό είναι από την χρήση των γεωργικών λυπασμάτων.
- Η αλατότητα υπόγειου νερού του κάμπου Πολιτικών ταξινομείται στις κατηγορίες επικιδυνότητας C2, C3, C4 και τις κατηγορίες S1, S2 και S3 ως προς τη αλκαλικότητα. Είναι ακατάλληλο στην γεωργική άρδευση και δημιουργεί προβλήματα καρποφορίας, όμως είναι αρεστό για τα ζώα.
- Η ποσιμότης της γεώτρησης του Συγκροτήματος Ιδιωτικών Τρίτων είναι κακή κατά Waterlot. Το νερό γλυκό, πολύ σκληρό κατά τον δείκτη Hem και ρυπασμένο από νερό της θάλασσας. Αφήνει άλατα στις συσκευές και συγκεντρώσεις Cl στο νερό της γεώτρησης ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια ποσιμότητας.

**Λεκάνη Πισσώνα**

- Το νερό των υπερβασικών οφιολιθικών και καρστικών σχηματισμών είναι αλκαλικό.
- Οι υδροχημικές φάσεις του νερού είναι αβεστονατριούχα, οξυανθρακκική – χλωριοθειϊκή και χλωριοθειϊκή οξυανθρακική.
- Το υπόγειο νερό του κάμπου Πισσώνα είναι πολύ σκληρό κατά τον δείκτη Hem και γλυκό έως μέτρια αλμυρό.

- Μετά την χρήση του υπόγειου νερού αποτίθεται στο έδαφος και στις συσκευές ανθρακικά άλατα του ασβεστίου.
- Στο υπόγειο νερό του κάμπου Πισσώνα δεν παρατηρείται θαλάσσια ρύπανση.
- Οι υψηλές συγκεντρώσεις των παραμέτρων Cl, $NO_3$, $NH_4$, $NO_2$ και $PO_4$ στο νερό προέρχονται από πιθανά χρήση των γεωργικών λυπασμάτων.
- Η αλατότητα υπόγειου νερού του κάμπου Πισσώνα ταξινομείται σε C3 επικινδυνότητα και S1 τάξη επικινδυνότης ως προς την αλκαλικότητα. Είναι ακατάλληλο στην γεωργική άρδευση, δημιουργεί προβλήματα καρποφορίας.

**Λεκάνη Τριάδας (Άγ. Δημήτριος)**
- Το νερό των υπερβασικών οφιολιθικών πετρωμάτων είναι αλκαλικό.
- Οι υδροχημικές φάσεις του νερού είναι ασβεστονατριούχα και οξυανθρακική – χλωριοθειϊκή.
- Το υπόγειο νερό του κάμπου Άγ. Δημητρίου είναι γλυκό – μέτρια γλυκό και πολύ σκληρό κατά τον δείκτη Hem.
- Μετά την χρήση του υπόγειου νερού αποτίθεται στο έδαφος και στις συσκευές ανθρακικά άλατα του ασβεστίου.
- Το υπόγειο νερό του κάμπου Άγ. Δημητρίου δεν παρατηρείται θαλάσσια ρύπανση.
- Οι υψηλές συγκεντρώσεις των παραμέτρων Cl, $NO_3$, $NH_4$, $NO_2$ και $PO_4$ στο υπόγειο νερό προέρχονται πιθανά από χρήση γεωργικών λυπασμάτων.
- ΤΟ υπόγειου νερού του κάμπου Άγ. Δημητρίου ταξινομείται σε C3 επικινδυνότητα ως αλατότητας και S1 τάξη επικινδυνότητα ως αλκαλικότητα. Είναι ακατάλληλο στην γεωργική άρδευση, δημιουργεί προβλήματα καροπφορίας.
- Η ποσιμότης του νερού πηγαδιού στην φάρμα της κ. Φώτου είναι κακής (Waterlot). Είναι μέτρια γλυκό και πολύ σκληρό κατά τον δείκτη Hem. Το νερό όμως, του πηγαδιού δεν ξεπερνά τα επιτρεπτά όρια ποσιμότητας.

**Πηγές**
- Δεν παρατηρείται σημαντική μεταβολή στο χημισμό του νερού πηγών κατά την διάρκεια των δυο περιόδων, όμως υπάρχει ελαφρά άνοδος στην τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας.

***- Πηγές που αναπτύσσονται σε οφιολιθικά πετρώματα***
Οι τιμές του pH 7.7 έως 8.4, Θερμοκρασίας °C 14.0 - 16.5, Eh mV -41 έως -75, Salinity 0.20 έως 0.37, διαλυμένων στερεών TDS 241 έως 881 mg/l, ασβεστίου Ca 29.01 – 60.50 mg/l, μαγνησίου Mg 14.00 – 120.50 mg/l, νατρίου Na 12.00 – 28.00 mg/l, καλίου K 0.01 – 0.50 mg/l, ανθρακικών $HCO_3$ 175.0 – 520.0 mg/l, χλωρίου Cl 18.0 – 150.0 mg/l, νιτρικών $NO_3$ 10.11 – 19.40 mg/l, θειϊκών $SO_4$ 4.00 – 18.75 mg/l, νιτρωδών $NO_2$ 0.01 – 0.05 mg/l, σκληρότητας $CaCO_3$, 150 – 680 mg/l.
Ιχνοστοιχεία: Cr (ολικό) 11 – 41 ppb, Fe 2 – 22 ppb και Mn 2 ppb.
Η ποσιμότης νερού των οφιολιθικών πηγών καλή κατά Sshoeller, και βρίσκεται εντός όρων που θέτουν οι διεθνές οργανισμοί (WHO, EU κτλ.). Είναι πολύ σκληρό νερό (Hem), αφήνει άλατα ασβεστίου στις συσκευές.

***- Πηγές που αναπτύσσονται σε ανθρακικά πετρώματα***
Οι τιμές του pH 7.3 έως 8.1, Θερμοκρασίας °C 14.0 - 16.0, Eh mV -20 έως -46, Salinity 0.20 έως 0.47, διαλυμένων διαλυμένων στερεών TDS 309 έως 714 mg/l, ασβεστίου Ca 36.0 – 140.00 mg/l, μαγνησίου Mg 1.22 – 89.91 mg/l, νατρίου Na 7.25 – 34.50 mg/l, καλίου K 0.10 – 0.30 mg/l, ανθρακικών $HCO_3$ 150.0 – 390.0 mg/l, χλωρίου Cl 12.0 – 155.0 mg/l, νιτρικών $NO_3$ 8.50 – 30.00 mg/l, θειϊκών $SO_4$ 5.00 – 25.30 mg/l, νιτρωδών $NO_2$ 0.01 – 0.04 mg/l, σκληρότητας $CaCO_3$, 195.0 – 480 mg/l.
Ιχνοστοιχεία: Cr (ολικό) 7 – 42 ppb, Fe 2 – 28 ppb και Mn 2 ppb.
Η ποσιμότης νερού των καρστικών πηγών είναι ικανοποιητική κατά Sshoeller, και βρίσκεται εντός όρων που θέτουν οι διεθνές οργανισμοί (WHO, EU κτλ.). Είναι πολύ σκληρό νερό, αφήνει μετά την χρήση του, άλατα του ασβεστίου στις συσκευές.

**Φρέατα**
Πρόκειται για αλκαλικό νερό των χαλαρών τεταρτογενών κροκαλοπαγών, οφιολιθικών και καρστικών υδροφόρων οριζόντων
Οι τιμές του pH 7.5 έως 8.1, Θερμοκρασίας °C 14.0 - 16.0, Eh mV -33 έως -54, Salinity 0.29 έως 0.65, διαλυμένων διαλυμένων στερεών TDS 449 έως 684 mg/l, ασβεστίου Ca 56.10 – 116.16 mg/l, μαγνησίου Mg 10.00 – 30.00 mg/l, νατρίου Na 22.00 – 87.00 mg/l, καλίου K 0.10 – 0.80 mg/l, ανθρακικών $HCO_3$ 165.0 – 380.0 mg/l, χλωρίου Cl 10.0 – 260.0 mg/l, νιτρικών

$NO_3$ 11.45 – 30.00 mg/l, θειϊκών $SO_4$ 15.00 – 37.00 mg/l, νιτρωδών $NO_2$ 0.01 – 0.04 mg/l, σκληρότητας $CaCO_3$, 250.0 – 350.0 mg/l.
Ιχνοστοιχεία: Cd < 4 ppb, Cr (ολικό) < 22 ppb, Fe 5 – 55 ppb και Mn <2 ppb.
Η ποσιμότης νερού των φρεάτων ύδρευσης Μεσσαπίας είναι καλή έως ικανοποιητική κατά Sshoeller, και βρίσκεται εντός όρων που θέτουν οι διεθνές οργανισμοί (WHO, EU κτλ.). Είναι πολύ σκληρό νερό, αφήνει μετά την χρήση του, άλατα του ασβεστίου στις συσκευές.

Οι συγκεντρώσεις των χημικών παραμέτρων και των ιχνοστοιχείων στο υπόγειο νερό που προορίζεται για ύδρευση έχουν γεωγενή προέλευση, αποτέλεσμα της διάλυσης υλικών που προέρχονται από τα μητρικά πετρώματα που φιλοξενούν τους υδροφορείς ορίζοντες.

**Το υπόγειο νερό στην περιοχή μελέτης, που προορίζεται για την ύδρευση και την άρδευση των Δημοτικών Ενοτήτων του Δήμου Ν. Αρτάκης Μεσσαπίων, δεν ικανοποιεί τις ανάγκες, ούτε καλύπτει τις φιλοδοξίες των κατοίκων της περιοχής, τόσο ποσοτικά, όσο και ποιοτικά, παρόλο που αγγίζει τα επιτρεπτά όρια που θέτουν οι διεθνείς οργανισμοί.**
**Η μέση κατά κεφαλή «κατανάλωση» νερού για οικιακή χρήση στην περιοχή μελέτης είναι μικρότερη από την ευρωπαϊκή μέση ετήσια (150 lt/24ώρο).**
**Κάθε προσπάθεια λύσης του ζητήματος με ανάπτυξη των υφιστάμενων φρεάτων και πηγών, ή με διάνοιξη καινούριων, δεν μπορεί να οδηγήσει στην πλήρη κάλυψη των αναγκών τόσο ποσοτικά, όσο και ποιοτικά.**

**Η μελέτη προτείνει:**
**1/ Την κατασκευή ενός φράγματος στην κοίτη του ποταμού Μεσσάπιου, του οποίου η έκταση της λεκάνης απορροής είναι τέτοια, ώστε μπορεί να συγκεντρώσει τις απαιτούμενες ποσότητες επιφανειακού νερού που δικαιολογούν και υποστηρίζουν την κατασκευή ενός τέτοιου έργου.**
**2/ Την εγκατάσταση μονάδων καθαρισμού και επεξεργασίας του νερού ύδρευσης ώστε να ελέγχονται οι συγκεντρώσεις των ανεπιθύμητων στοιχείων και να απομακρύνονται όταν οι συγκεντρώσεις υπερβαίνουν τις διεθνώς καθορισμένες παραμετρικές τιμές.**

## CONCLUSION

### HYDROGEOLOGY

- The type of regional flow did not change the net pattern during the period 1997 – 2009
- Gradual decrease of equipotential towards the coastal area, and flow lines direction to Euboeic Golf.
- The flow net depicting a discharge axis from the aquifer ΟΦ1 and artesian wells were remarked in down steam area after a rainy autumn. Also, such discharge axis noticed in upstream of the aquifer ΟΦ2.
- The equipotential lines in the consolidated aquifers (ΟΦ and ΑΣ) are more dense than that in consolidated aquifers (ΧΑΛ). The density of equipotential lines reflects the variations in lithologic and hydraulic homogenous between the consolidated and unconsolidated aquifers.
- The mean highest water level of the ophiolitic aquifer in coastal basins 41m and the lowest 4.5 m. Yet, the mean highest in the inland basins 100 m and the lowest 3 m
- The mean highest water level of the unconsolidated aquifer in coastal basins 6.4m and the lowest 1.5 m. Yet, the mean highest in the inland basins 19 m and the lowest 2.5 m

The calculated storativity of ophiolitic aquifers in the coastal basins range between 1050 $m^3$ – 9450 $m^3$, and the inland basins range between 1624 $m^3$ – 6728 $m^3$

#### Ophiolitic springs

- All are contact, hillside springs, with defined outlet and altitude from 163 m up to 583 m.
- All are continuous springs. The magnitude of discharge flow 0.3 $m^3/h$ – 108 $m^3/h$ and it is about first to sixth class flow according to Meinzer.
- The bedrock consist the impermeable layer of none fissured zone of the schist – chert formation.

#### Karstic springs

- All are contact springs type and depression spring, with defined outlet and sometimes spring zone type, in altitude about 10 m up to 562 m.
- All are continuous flow springs, except one is ephemeral spring. The have magnitude of discharge flow 1.3 $m^3/h$ to 144 $m^3/h$, about first to second class flow according to Meinzer.
- The bedrock consist the impermeable layer of none fissured zone of the schist – chert formation.

### HYDROCHEMISTRY

- The groundwater of the geological formations is alkaline.
- The hydrochemical phase is Ca-Na, $HCO_3$-Cl-$SO_4$ and $HCO_3$-Cl-$SO_4$, Ca-Na (Back, 1966)
- During hydrological year the water ranged from fresh to saline water based on total dissolved solids. It is very hard water according to Hem.
- The groundwater of coastal aquifers is very contaminated by sea water intrusion (Revelle). The reported high values of the parameters $SO_4$, Na and Cl, is influence of geogenic factors in the area.
- The high values of the parameters Cl, $NO_3$, $NH_4$ and $PO_4$ in the water is influence of the anthropogenic factor by fertilizers uses.
- The groundwater suitability for irrigation classified into C2, C3, C4, C5 and S1, salinity hazard and S2, S3 sodic hazard.
- Not suitable for irrigation usages and create fruition problems.
- It is suitable for livestock.
- After use for irrigation always leave white spot (salt) remain on the ground surface.

-The water of the boreholes that supply N. Artaki Municipality classified as moderate fresh, very hard. It is so contaminated by the sea water
Very bad quality for human drinking according to Waterlot, whereas this water did not exceed the parametric values for drinking standard that recommended by the regional and the international organizations.

- The water of the shallow dug wells and boreholes (Mr. Manadas, IKastella / Psachna) characterized hard water according to Hem. It is moderate fresh water, TDS. Have moderate potability until bad potability according to waterlot. It is so contaminated by the sea water
The concentrations of the parameters $NO_3$ and Cl exceeded the parametric value for drinking standard, recommended by the regional and the international organizations.

- The potability water borehole supplies Private Houses Triton (Politica) is bad according to Waterlot. The concentrations of the parameter Cl exceeded the parametric value for drinking standard, recommended by the regional and the international organizations. It is fresh and very hard water according to Hem. Contaminated by sea water

- The potability of the dug well in the farm (Mrs. Fotou) is bad according to Waterlot, although did not exceed parametric limits for drinking standard, recommended by the regional and the international organizations. It is fresh and very hard water according to Hem.

- All waters for domestic use leave after wash white spots (salts) on the utensils.

- During the hydrologic season not observed significant changes in the chemistry of spring water except a very light rise in Electrical Conductivity value.
- The water of all springs is alkaline, fresh TDS, and high hardness Hem.
- The potability of springs classified good – satisfactory according to Schoeller, and did not exceed the parametric value of drinking standards (WHO, EU).

-The concentration of chemical parameters and the trace elements in the groundwater for domestic usages and irrigation, derived from a geogenic factor, resulted by dissolution of petrologic constituents that consists the aquifers.

-The fertilizers effect observed in the ground water all aquifers (except springs), and sea water intrusion observed in the coastal aquifers.

-The exploitation of groundwater for irrigation and domestic supply the Municipalities of Messapia and Artaki did not meet the satisfactory need of inhabitants, neither in quantity nor quality usage, although the water chemistry satisfy the standard limits set by the international organizations.
-The mean consumption per capita of water for domestic use in the study area, lesser than European annual (150 L / day)
-Any effort grants to solve these questions whether by rehabilitation the existing water wells and springs or looking for new such sources, unfortunately will never lead to the principal target.

-This study proposes: 1/ Construction of high dam in zone 2 (transfer) of Messapios stream, whereas the drainage area and the tributaries runoff, is very quite to justify the required volume of water. 2/ Establishment of industrial purification unit (membrane, filter) and treatment of water supply to be in the request standards.

## 16- ΑΝΑΦΟΡΕΣ
## References


***ΑΝΔΡΟΝΟΠΟΥΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ:*** *Γεωλογική κατασκευή της νοτίου Ευβοίας (γεωλογία - πετρολογία - κοιτασματολογία). Αθήνα, 1962.*

***ΑΝΔΡΟΝΟΠΟΥΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ:*** *Περί της εκτελεσθείσης εργασίας εις Ν. Εύβοια κατά τον Οκτώβριον 1958. 26 σ. Αθήνα, Ι.Γ.Ε.Υ, 1958.*

***B. C. M. BUTLER, J. D. BELL:*** *INTERPRETATION OF GEOLOGICAL MAPS, Longman, 1988*

***BILLING P. MARLAND:*** *STRUCTURAL GEOLOGY, Prentice Hall of India, New Delhi, 1987.*

***ΒΛΑΧΟΣ Γ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ:*** *ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ, Τόμος Α΄, Θεσσαλονίκη, 1976.*

***BRIAN S. et al.:*** *Cluster Analysis, Willey, 2011.*

***Brierly J. Gery, Kirstie A. Fryirs :*** *Geomorphology and Rivers Management. Blackwell Publishing, 2005.*

***ΓΕΩΡΓΙΑΔΟΥ - ΔΙΚΑΙΟΛΙΑ ΕΥΦΡΟΣΥΝΗ:*** *Το θαλάσσιον πλειόκαινον εις το ΒΑ τμήμα της κεντρικής Ευβοίας. 20σ, ANALES DES GEOLOGIQUES DES PAS HELLENIQUES, Αθήνα, 1970*

***ΔΗΜ. Ι. ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΣ:*** *ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ, Επτάλοφος Α.Β.Ε.Ε., Αθήνα, 1986.*

***CHENEVART C. G. KATSIKATSOS:*** *Passage lateral des sediments permocarboniferes aux marbres et schistes metamorphiques, en Eubee (Grece). Γεωλογικαί & Γεωφυσικαί Μελέται, Τομ. - 10, No 2, σ. 143-158. Αθήνα, 1966.*

***COMPTON R. ROBERT:*** *GEOLOGY IN THE FIELD, John Wiley, London, 1985.*

***FRIEDMAN M. GERALD, JOHN E. SANDERS:*** *PRINCIPLES OF SEDIMENTOLOGY, John Wiley, 1978.*

***GILLET SUTETTE, J. SAUVAGE, B. KERAUDREN:*** *Etude paleontologique du plio- pleistocene de Locride et d' Eubee Occidentale [Grece Centrale], malacologie et palynologie. 554-580 p, ANALES GEOLOGIQUES DES PAS HELLENIQUES, Vol 29/2, Athen, 1979.*

***GUERNET CLAUDE:*** *Etudes geologiques en Eubee et dans les regions voisines. Paris, 1971.*

***GUERNET CLAUDE:*** *Geologie de la region Chalkis (Eubee). Annales Geologiques Des Pas Helleniques, vol. 18, p.p 307-313. Auhna, 1966.*

***GUERNET CLAUDE:*** *Sur la serie Cristalline d' une partie de l' Attique, region de Marathon et de l' Eubee merdionalle. Paris, 1967.*

***GUERNET CLAUDE:*** *De Kymi a Eretria: Geologie d' une partie de l' Eubee. Paris, 1967.*

***GUERNET CLAUDE:*** *La Cristallin de l Eubee du Sud et ses problems comparison avec la Crystallin du Laurium et de Samos, Grece. Paris, 1972.*

***HOBBS B. E., MEANS W. D., WILLIAMS P. F.:*** *AN OUTLINE OF STRUCTURAL GEOLOGY, JOHN WILEY, New York, 1976.*

***ION ZAVOIANU:*** *MORPHOMETRY OF DRAINAGE BASINS, ELSEVIER, 1985.*

***ΙΩΑΝΝΟΣ Κ. ΜΕΛΕΝΤΗΣ:*** *Τεκτονική Γεωλογία, Θεσσαλονίκη, 1979.*

***ΙΩΑΝΝΟΣ Κ. ΜΕΛΕΝΤΗΣ:*** *ΓΕΩΛΟΓΙΑ, Μέρος πρώτο, Θεσσαλονίκη, 1977.*

***ΙΩΑΝΝΟΣ Κ. ΜΕΛΕΝΤΗΣ:*** *ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ, Θεσσαλονίκη, 1981.*

***ΚΑΡΑΓΕΩΡΓΙΟΥ ΕΛΙΣΣΑΙΟΣ:*** *Geology and ore deposit in the Eretria - Styra district. Euboea Isl. Αθήνα, Ι.Γ.Ε.Υ,2 σ. 1955.*

***ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ:*** *Οι τριαδικοί σχηματισμοί της κεντρικής Ευβοίας. [πρόδρομος ανακοινώσις]. 7σ, ANALES DES GEOLOGIQUES DEY PAYS HELLENIQUES, Αθήνα, 1970.*

***ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ:*** *ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ, Αθήνα, 1993.*

***KATSIKATSOS G., N. FYTROLAKIS, V. PERDIKATSOS:*** *Contribution to the genesis of lateritic deposits of the upper cretaceous transgression in Attica and central Euboea [Greece]. IGME, Athens, 1981.*

***KATSIKATSOS G., H. DE BRUIJN, AJ VAN DER MEULEN:*** *The neogene of the land of Euboea [Evia], a review.18p, IGME, Athens, 1981.*

***ΚΟΥΜΑΝΤΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ:*** *Γεωλογική δομή της νήσου Γραμμούσας (Ευβοϊκός Κόλπος). Αθήνα, 1970.*

***ΜΑΡΙΝΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, Μ. REICHEL:*** *Η εξάπλωση του απολιθοματοφόρου Περμίου εις Ανατολικήν Στερεά Ελλάδος κα Εύβοια. 16 σ., Αθήνα, 1958*

***MARINOS GEORGIOS, G. KATSIKATSOS, J. MERCIER, P. VERGELY, J. AUBOUIN, N. SYMEONIDIS, A. MARCOPOULOY:*** *Reunion de la societe geologique de Greece en Eubee et en Attique. Athens,1976*

***ΜΑΡΟΥΚΙΑΝ ΧΑΜΠΙΚ-ΣΑΧΑΚ:*** *Φυσικογεωγραφικές παρατηρήσεις στην λεκάνη απορροής του ποταμού Σπερχειού. Διδακτορική Διατριβή. Αθήνα, 1987.*

***ΜΕΛΙΔΩΝΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ:*** *Η νεογενής λεκάνη Παλιούρας, Ευβοίας [πρόδρομος έκθεση]. 37 σ., Ι.Γ.Ε.Υ. Αθήνα, 1960.*

***MIKHAILOV A. E:*** *STRUCTURAL GEOLOGY AND GEOLOGICAL MAPPING, Mir, Moscow, 1987.*

***ΠΑΠΑΣΤΑΜΑΤΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗΣ:*** *Τα μεταλπικά ηφαίστεια της Ευβοίας και Σκύρου. 36 σ., Ι.Γ.Ε.Υ., Αθήνα, 1961.*

***ΠΛΑΣΤΗΡΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ:*** *Νεώτερα στοιχεία συμβάλλοντα εις την γνώση της τεκτονικής της ζώνης Ανατολικής Ελλάδος [Κεντρική Εύβοια - Λοκρίς]. 10 σ., ΔΕΛΤΙΟ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ, Αθήνα, 1979.*

***Ramachandra RAO A., SRINIVAS V.:*** *Regionalization of Watersheds.An Approach Based on Cluster Analysis, Springer, 2008.*
***ΣΠΗΛΙΑΔΗΣ ΘΩΜΑΣ:*** *Γεωλογική και κοιτασματολογική έρευνα εις το ανατολικό τμήμα της κεντρικής Ευβοίας. Αθήνα, 1959. Διατριβή επί Διδακτορία.*
***ΣΩΤΗΡΙΑΔΗΣ Δ. ΛΑΖΑΡΟΣ:*** *ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ, Θεσσαλονίκη, 1978.*
***ΣΩΤΗΡΙΑΔΗΣ Δ. ΛΑΔΑΡΟΣ, Α. Λ. ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ:*** *ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑΣ, Θεσσαλονίκη, 1975.*
***SKINNER BRIAN J., STEPHEN C. PORTER:*** *PHYSICAL GEOLOGY, John Wiley, 1987.*
***ΤΖΙΑΤΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ:*** *Επί της οριοθετήσεως των υπό αριθμό 1/39 οριστικής παραχωρήσεως, 2/ 33128 Δεκέμβριος 13, 1968 άδειας μεταλλευτικών ερευνών κειμένων εις περιοχή κοινότητος Αττάλης Νομού Ευβοίας. 7 σ., Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα, 1971.*
***ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΣ:*** *Επί της γεωλογίας της κεντρικής Ευβοίας. Συσχετισμός του ημιμεταμορφωμένου νεοπαλαιοζωικού προς το μεταμορφωμένου του νοτίου τμήματος της νήσου. Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας. Αθήνα, 1965.*
***UN KNOWN:*** *Ανάλυση σε ομάδες των προτιμήσεων των υποψηφίων.*
***UN KNOWN:*** *Cluster Analysis, Basic Concepts and Algorithms. Chapter 8 and 16*
***VLIEGHER, BEATA MARIA:*** *The use of Satellite - image (land - sat Mss) as a basic document for the study of soil conditions (Applied upon Euboia - Greece). 49 p,*

---

***ΑΧΛΑΔΑΣ Ε. Γ.*** *ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΝΙΤΡΙΚΑ ΑΛΑΤΑ, Θεσσαλονίκη, 1989.*
***ABDULAZIZ A AL-SHAIBANI:*** *Hydrogeology and Hydrochemistry of shallow alluvial aquifer, western Saudi Arabia. Hydrogeology Journal, 2008, 16: 155 – 165.*
***ANUDU K. G. et al:*** *Hydrochemical Analysis and Evaluation of Water Quality in Angwan Jeba and its Environ, Nasarawa State, Northern Nigeria. RJAS 6 (2): 128-135, 2011*
***Atwia G. M., Hassan A. A. and Sh. A. Ibrahim:*** *Hydrogeology, Log Analysis, and Hydrochemistry of unconsolidated Aquifer South of El-Sadat City, Egypt. Hydrogeology Journal, v.5, no: 2 1997.*
***ΒΑΦΕΙΑΔΗΣ Π. ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣ :*** *Η τεχνική των Υδρογεωτρήσεων, Θεσσαλονίκη, 1980*
***Balek J.:*** *Groundwater Resources Assessment. ELSEVIER, 1989.*
***BASSAM M. A., M. T. HUSSEIN and M. A. SHARAF:*** *Hydrogeological evaluation of the Umm-er-Radhuma aquifer system, Saudi Arabia. IAH Pub. No.244,1997*
***Bathrellos D. G., H. D. Skilodimou et al:*** *Enviromental research of groundwater in the urban and suburban area of Attica region, Greece. Environ Geol (2008) 56:11-18.*
***BEAR J.:*** *Hydraulic of Groundwater. McGraw- Hill, New York.*
***BEDNAR J. A. et al:*** *Geochemical investigations of metals release from submerged coal fly ash using extended elutriate tests. Chemosphere, Volume 81, Issue 11, Dec. 2010, Page 1393 – 1400.*
***BELOUSOVA P. ANNA:*** *Field and laboratory experiment for assessing parameter reliability and verifying salinization models. IAHS No. 244, 2997.*
***BEUS A. A.:*** *GEOCHEMISTRY OF THE LITHOSPHERE, Mir, Moscow, 1976.*
***B. MANSON B., MOORE C.:*** *PRINCIPLES OF GEOCHEMISTRY, John Wiley, New York, 1982.*
***BORAH K., B. BHUYAN and SHARMA P. H.:*** *Heavy Metal Contamination of Groundwater in the Tea Garden Belt of Darrang District, Assam, India. ISSN: 0973-4945; CODEN ECJHAO. E-Journal of Chemistry, 2009, 6 (SI), S501-S507*
***Boronina V. Anastasia:*** *Application of numerical modeling, isotope studies and streamflow observation for quantitative description of hydrogeology of the Kouris Catchment (Cyprus). Swiss Ferderal Institute of Technology (ETH) Zuerich, Diss. ETH Nr 15338, Ph. D, 200.*
***BRASSINGTON R.:*** *Field Hydrogeology, John Wiley, London, 1990.*
***ΓΙΑΝΝΑΚΟΥΔΑΚΗΣ Α. Δ.:*** *ΓΕΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ, Θεσσαλονίκη, 1975.*
***ΓΙΑΝΝΑΚΟΥΔΑΚΗΣ Α. Δ., ΜΑΝΟΥΣΑΚΗΣ Ε. Γ.:*** *ΓΕΝΙΚΗ & ΑΝΟΡΓΑΝΟΣ ΧΗΜΕΙΑ, Θεσσαλονίκη, 1975.*
***ΓΙΑΝΝΕΛΗ Χ., ΣΟΥΛΙΟΣ Γ., ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ Κ., ΔΙΑΜΑΝΤΗΣ Ι., ΚΙΛΙΑΣ Α., ΖΑΓΓΑΝΑ Ε.:*** *Υδροχημικά χαρακτηριστικά των υπόγειων νερών του αλουβιακού υδροφορέα της λεκάνης Κορησού, Νομού Καστοριάς. 7ο Πανελλήνιο Υδρογεωλογικό Συνέδριο, Αθήνα, 2005*
***ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ:*** *Υδρογεωλογικές Έρευνες στη λεκάνη απορροή της Πιερίας [ΝΑκά Μακεδονίας]. ΔΕΛΤΙΟ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ, Τόμος ΧΩΙΙ, Αθήνα, 1982-83.*
***ΔΙΑΜΑΝΤΗΣ Ι., Π. ΜΑΡΙΝΟΣ:*** *Development and recharge of the aquifers in the Xanthi-Vistonis plain. ΔΕΛΤΙΟ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ.*
***ΔΟΥΝΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ, Κ. ΜΑΣΤΟΡΗΣ:*** *Υδρογεωλογική έρευνα της ευρείας περιοχής Χαλκίδος. 1-52, ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑΙ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑΙ ΕΡΕΥΝΑΙ, No. 2, Ι.Γ.Ε.Υ., Αθήνα, 1969.*
***ΔΟΥΝΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ:*** *Επί της υδρογεωλογικής αναγνωρίσεως προς ερμηνεύσιν του φαινομένου της ανυψωσεως του υδροφόρου ορίζοντος εντος της πόλεως Χαλκίδος. 5 σ., Ι.Γ.Ε.Υ., Αθήνα, 1968.*
***Champidi P., Stamatis G. and Zagana E.:*** *Groundwater Quality Assessment and Geogenic and Anthropogenic Effect Estimation in Erasinos Basin (E. Attica, Greece). European Water 33: 11-27, 2011*
***CHAND P., HARIA A. et al:*** *Hydrochemical heterogeneity in an upland catchment- further characterisation of spatial, temporal and depth variations in soil, streams and groundwaters of Plynlimon forested catchment, Wales. Hydrology and Earth System Science, 9 (6) 261-644 (2005) © EGU*
***CHARMANIDIS H. PH., STYLITIS P. E.:*** *Hydrogeological condition & water management in the Island of Tinos (Depletion of aquifers formed into hard rocks). 1st Workshop on Fissured Rocks Hydrogeology Proceedings, Athens, 2003*

***CHRISTY A. CRANDAL, KATZ G. BRIAN and JOSHUA J. HIRTEN:*** *Hydrochemical evidence for mixing of river water and groundwater during high-flow conditions, lower Suwannee River basin, Florida, USA. Hydrogeology Journal (1999) 7:454–467*

***Daskalaki Panaiota and Kostas Voudouris:*** *The Impact of the Irrational Water Resources Management of the Groundwater Quality of Greece.*

***Derek Ford, Williams Paul:*** *Karst Hydrogeology and Geomorphology, JOHN WILLEY, 2007.*

***DEWANDEL BENOIT et al:*** *Evaluation of aquifer thickness by analysing recession hydrographs. Application to Oman ophiolite hard–rock aquifer. Journal of Hydrology, 274 (2003) 248 – 269.*

***Dewandel Benoit et al:*** *A conceptual hydrogeological model of ophiolite hard – rock aquifers in Oman based on a multiscale and multidisciplinary approach. Hydrogeology Journal (2005) 13: 708 – 726*

***DEWANDEL BENOIT et al:*** *A conceptual hydrogeological model of ophiolite hard-rock aquifers in Oman based on a multiscale and a multidisciplinary approach. Hydrogeology Journal (2005) 13: 708–726*

***Dong Chan Koh, et al:*** *Flow path and mixing properties of groundwater using hydrogeochemistry and environmental tracers in the southwestern area of Jeju volcanic island. Journal of Hydrology, 432 – 433 (2012) 61 – 74.*

***ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ:*** *Υδρογεωλογική αναγνώρισις εις την κοινότητα Φύλλων Ευβοίας. 6 σ., Ι.Γ.Ε.Υ., Αθήνα, 1971.*

***ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ, Κ. ΡΗΓΑΣ:*** *Επί της δυνατότητος αναζητήσεως πρόσθετων υδάτινών πόρων δια τας υδρευτικάς ανάγκας της κοινότητος Πλατάνας Κύμης Ευβοίας. 5 σ., Ι.Γ.Ε.Υ., Αθήνα, 1967.*

***EDWARD J. CALABRESE:*** *POLLUTANTS AND RISK GROUPS. Wiley Interscience, 2008.*

*Emanuel Mazor: Chemical and Isotopic groundwater Hydrology. Third Edition, Marcel Dekker, 2004.*

***EHLERS G. E., HARVEY BLATT:*** *PETROLOGY - Igneous, Sedimentary, and Metamorphic. W. H. Freeman, USA, 1982.*

***ELENI AYALEW BELAY:*** *Growing lake with growing problems: integrated hydrogeological investigation on Lake Beseka, Ethiopia. Ph.D, Diese Dissertation ist auf dem Hochschulschriftenserver der ULB Bonn, 2009.*

***FETTER W. C.:*** *Applied Hydrogeology, Merrill, Toronto, 1988.*

***FETTER W. C.:*** *CONTAMINANT HYDROGEOLOGY, MacMillan, New York, 1993.*

***FIDELIBUS M. D., TULIPANO L.:*** *Groundwater temperature as environmental tracer, 7th Hellenic Hydrogeological Conference, Athens, 2005.*

***FORD E. F.:*** *DANA'S TEXTBOOK OF MINERALOGY, Wiley Eastern, New Delhi, 1989.*

***FREEZ R. A., CHERRY I. A.:*** *Groundwater. Prentice- hall, Englewood, 1979*

***FRIED J. J.:*** *Ground Water Pollution. Elsevier, Amsterdam.*

***GABRIEL BITTON, GERBA P. CHARLES:*** *GROUNDWATER POLLUTION MICROBIOLOGY*

***Gamovroula D., D. Alexakis, Stamatis G.:*** *Diagnosis of groundwater quality and assessment of contamination sources in the Megara basin (Attica, Greece), Arab Geosci. DOI 10.1007/s12517-012-0533-6. 2012*

***GAO ZONGJUN, REN JIAGUO, CUI HAOHAO, LI ZHENXING:*** *The analysis of hydrochemical cause of Karst. 978-1-61284-459-6/11/$26.00 ©2011 IEEE*

***Geffrey Thyne Geffrey, Cüeyt Güler, and Poerer Eleen:*** *Sequential analysis of Hydrochemical Data for Watershed Characterization. Ground Water 42, no. 5: 711 – 723.*

***GHANEM M. and GHANNAM.*** *Spring Water Hydrochemistry along the NW Profile in the Jordan Valley. Asian Journal of Earth Science 3 (3): 122-129, 2010. ISSN 1819 1886*

***Gholam A. Kazemi and Azam Mohammedi:*** *Significance of Hydrogeochemical analysis in the Management of Groundwater Resources: A case Study in Northeastern Iran.*

***Gianluca Bianchini et al:*** *Hydrochemistry of the high – boron groundwaters of the Cornia aquifer (Tuscany, Italy). Geothermics 34 (2005) 297 – 319.*

***GIANNOPOULOS P., MANTOGLOU P.:*** *A simulation – optimization method for the estimation of sustainable water supplies in coastal aquifers – application to Thera Island (Hellas), 7th Hellenic Hydrogeological Conference, Athens, 2005..*

***GIBSON V., SINGER R:*** *Water Well manual. PREMIER, California*

***Guswa J. H. et al:*** *Groundwater Contamination and Emergency Response Guide. NOYES Publications, 1984.*

***HABERMEHL A. M.:*** *HYDROGEOLOGY, HYDROCHEMISTRY AND ISOTOPE HYDROGEOLOGY OF THE GREAT ARTESIAN BASIN. Bureau of Rural Sciences, Water Sciences Program, Canberra, A. CT, 2002*

***HAMIL L., F. G. BELL:*** *Groundwater Resource Development*

***HERMAN BOUWER:*** *GROUNDWATER HYDROLOGY, McGRAW-HILL, London, 1978.*

***HOWARD K. W. and ELIZABETH MULLINGS:*** *Hydrochemical analysis of Ground-water Flow and Saline Incursion in the Clarendon Basin Jamaica. Vol. 34, No.5v- GROUNDWATER – September – October – 1996*

***HUISMAN. L.:*** *Ground Water Recovery. Mac Millan, London, 1972.*

***Jancowski J. and P. Beck:*** *Aquifer Heterogeneity: hydrogeological and hydrochemical properties of the Botany Sands aquifer and their impact in contaminant transport. Australian Journal of Earth Sciences (2000) 47, 45-64.*

***John Edwin Harbison:*** *Groundwater Chemistry and Hydrological Processes Within a Quaternary Coastal Plain: Pimpama, Southeast Queensland. Ph.D thesis 2007, Queensland University of Technology, Australia.*

***JORGE MOLINERO HUGUET:*** *Testing and validation of numerical models of groundwater flow, solute transport and chemical reactions in fractured granites: A quantitative study of the hydrogeological and hydrochemical impact produced.*

***ΚΑΒΟΥΡΙΔΗΣ ΘΕΟΔΟΡΟΣ:*** *Γεωθερμική αναγνώριση περιοχή Βασιλικού Ν. Ευβοίας. 4 σ., Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα, 1984.*

***ΚΑΚΑΒΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ:*** *Επί τρόπο εξευρέσεως νέων ποσοτήτων ύδατος δια την ύδρευσιν των κατοικίων Ψαχνών, νήσου Ευβοίας. 6 σ., Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα, 1976.*

***ΚΑΚΑΒΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ:*** *Πορίσματα εκ της υδρογεωλογικής αναγνωρίσεως του κτήματος οδιοκτησίας Βηντούρη και Βλάμου εις περιοχή παραλία κοινότητος Νεροτριβιάς νήσου Ευβοίας. 3 σ., Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα, 1978.*

***ΚΑΚΑΒΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ:*** *Επί της υδρογεωλογικής αναγνωρίσεως της κοινότητος Ν. Αρτάκη νήσου Ευβοίας. 2 σ., Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα, 1978.*

***ΚΑΚΑΒΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ:*** *Πορίσματα εκ της δοκιμαστικής αντλήσεως γινομένης εις το φρέαρ ΦΒ1 ιδιοκτησίας κ. κ. Βηντούρη και Βαλμού εις θέσιν παραλίας Νεροτριβιάς νήσου Ευβοίας. 5 σ., Αθήνα, Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα. 1979.*

***ΚΑΚΑΒΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ:*** *Επί του τρόπου εξερευνέσως νέων ποσότητων ύδατος προς οριστικής επίλυσιν του προβλήματος υδρεύσεως του Δήμου Λίμης και του οικισμού Μουρτίση Ν. Ευβοίας. 5 σ., Ι.Γ.Μ.Ε., 1979.*

***ΚΑΚΑΒΑΣ ΚΙΚΟΛΑΟΣ:*** *Έκθεσις επί του τρόπου συστηματικής ερεύνης του κοινοτικού χώρου Δροσίας Ν. Ευβοίας δια την επίλυσιν του προβλήματος υδρεύσεως. 4 σ., Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα, 1979..*

***ΚΑΚΑΒΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ:*** *Επί της υδρογεωλογικής αναγνωρίσεως της κοινότητος Βασιλικού Ν. Ευβοίας. 7 σ., Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα, 1981.*

***ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ Γ.:*** *Η προστασία των έργων υδροληψίας από ρύπανση. ΔΕΛΤΙΟ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ, Τόμος XVII, Αθήνα 1985.*

***ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ Γ.:*** *ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ, Τόμος Α, ΤΕΕ, Αθήνα, 1993.*

***ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ Γ.:*** *ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ, Τόμος Β, ΤΕΕ, Αθήνα, 1993.*

***ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ Γ.:*** *ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ, Τόμος Γ, ΤΕΕ, Αθήνα, 1993.*

***ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ Γ.:*** *Environment isotope data in the western Thessaly Vally, Greece. Use of Mathematical Model for quantitative evaluation with Tritium, ΔΕΛΤΙΟ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ, Τόμος XII Τεύχος 2, Αθήνα, 1976*

***ΚΑΡΑΛΕΜΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ:*** *Ποιοτική και ποσοτική κατάσταση των υδατικών συστημάτων του ανατολικού Ταϋγέτου και της Μάνης και δυνατότητας βιώσιμης ανάπτυξης. Διδακτορική διατριβή, Εθνικό & Καποδιστριάκο Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, 2012.*

***ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, Γ. ΚΟΥΚΗ:*** *Κοιτασματολογική έρευνα περιοχής Πεισσώνος - Κεντρικής Ευβοίας. 73 σ., Ι.Γ.Ε.Υ., Αθήνα, 1970.*

***ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ Γ., Μ. ΦΥΤΙΚΑΣ, Γ. ΚΟΥΚΗΣ:*** *Τα σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα του βορείου τμήματος της κεντρικής Ευβοίας. 116 σ., Ι.Γ.Ε.Υ., Αθήνα, 1969.*

***ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, Μ. ΦΥΤΙΚΑΣ, Γ. ΚΟΥΚΗΣ:*** *Τα σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα του βορειοανατολικού τμήματος της κεντρικής Ευβοίας [περιοχή Κύμης]. 98 σ., ΓΕΩΛΟΓΙΚΑΙ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΕΙΣ, Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα ,1969.*

***ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, Μ. ΦΥΤΙΚΑΣ, Γ. ΚΟΥΚΗΣ:*** *Τα σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα του βορείου τμήματος της κεντρικής Ευβοίας [περιοχή Άτταλης]. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑΙ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΕΙΣ, 1.Γ.Μ.Ε., Αθήνα, 1969.*

***ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, Γ. ΚΟΥΚΗΣ, Δ. ΠΑΠΑΣΠΥΡΟΥ:*** *Τα κοιτάσματα λευκολίθου και σιδηρονικελιούχου μεταλλεύματος περιοχής Πεισσώνος Κεντρικής Ευβοίας. 109 σ., Ι.Γ.Ε.Υ., Αθήνα, 1971.*

***ΚΑΡΑΓΕΩΡΓΙΟΥ ΕΛΙΣΣΑΙΟΣ:*** *Επί της ύδρευσης του χωριού Άτταλη της νήσου Ευβοίας. Ι.Γ.Ε.Υ., Αθήνα, 1954.*

***ΚΟΥΜΑΝΤΑΚΗΣ Ι. Ε.:*** *Γεωλογικές και Υδρογεωλογικές Συνθήκες της Βόρειας Ιθάκης. ΔΕΛΤΙΟ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ, Τόμος, XVI, Αθήνα, 1982-83.*

***ΚΟΥΜΑΝΤΑΚΗΣ Ι. Ε.:*** *Υδρογεωλογικές συνθήκες της Ευρείας περιοχής Θηβών. ΔΕΛΤΙΟ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ, Τόμος XV, Αθήνα, 1980-81.*

***ΚΟΥΜΑΝΤΑΚΗΣ Ι. Ε.:*** *Υπόγεια ύδατα Υπολεκάνης Μουρικιού Θηβών και σχέσεις τούτων μετά των Υδάτων της λίμνης Υλικής. ΔΕΛΤΙΟ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ, Τόμος XIII, Τεύχος 2, Αθήνα, 1978.*

***ΚΟΥΝΗΣ Γ., ΒΙΤΩΡΙΟΥ – ΓΕΩΡΓΟΥΛΗ Α.:*** *Επί της διακεκριμένης ποιότητος υδροφορίας της προσχωσιγενούς λεκάνης λουτρακίου – Κορινθίας. Υδρογεωλογικές συνθήκες εισροές και αποταμίευμα. 7ο Πανελλήνιο Υδρογεωλογικό Συνέδριο, Αθήνα, 2005.*

***ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ Κ., ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ Γ., ΧΡΙΣΤΟΦΗ Χ.:*** *Διερεύνηση του καθεστώς της υπόγειας ροής σε διερρηγμένα πετρώματα με αξιολόγηση ενόργανων δεδομένων συνεχούς παρατήρηση- Οφιολιθικό σύμπλεγμα του Τροόδους. 7ο Πανελλήνιο Υδρογεωλογικό Συνέδριο, Αθήνα, 2005.*

***KALLIORAS A., PLIAKAS F.:*** *Hydrochemical data of coastal aquifer groundwaters of the prefecture Rohdope, subjected to seawater intrusion regime, 7th Hellenic Hydrogeological Conference, Athens, 2005.*

***KAMAL HENFY et al:*** *Groundwater assessment in Egypt. International Journal Research Development, 8:2, 126-134, 2007*

***KAMARUDIN SAMUDING, IAMAIL ABUSTAN et al:*** *Distribuation of Heavy Metals Profile in Groundwater System at Solids Waste Disposal site. European Journal of Scientific Research. ISSN 1450-216X Vol.37 No.1 (2009), pp.55-66*

***KARANTH R. K.:*** *GROUND WATER ASSESSMENT DEVELOPMENT AND MANAGEMENT, Tata McGraw Hill, New Delhi, 2003.*

***KASHEF I. ABDELAZIZ:*** *GROUNDWATER ENGINEERING, McGraw Hill, New York, 1986.*

***KATSIKATSOS G. , N. FYTROLAKIS V. PERDIKATSIS****: Contribution to the genesis of lateritic deposit of the cretaceous transgresion in Attica and Central Euboea [Greece], 34 p, INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MEALLOGENY OF MAFIC AND ULTRAMAFIC COMPLEXES, Athens, 1980.*

***Kelepertsis A., D. Alexakis, Skordas K.:*** *Arsenic, antimony and toxic elements in the drinking water of Eastern Thessaly in Greece and its possible effects on human 0 health. Environ Geol (2006)50: 76-84*

***KENNETH W. EDWARDS and RONALD W. KLUSMAN:*** *TOXIC HEAVY METALS IN GROUNWATER OF A PORTION OF THE FRONT RANGE MINERAL BELT. Partial Completion Report, ENVIRONMENTAL RESOURCES CENTER. Colorado State University, Series No. 67.1975*

***KENNTH HOWARD AND ELIZABETH MULLINGS:*** *Hydrochemical Analysis of Ground-Water Flow and Saline Incursion in the Clarendon Basin, Jamaica. Vol.34, no.5- Ground Water – September – October 1996*

***KHALID SALIM AHMED AL-MASHAIKHI:*** *Evaluation of groundwater recharge in Najd aquifers using hydraulics, hydrochemical and isotope evidences. Ph.D. Dissertation 9/2011, HELMOHLTZ CENTRE FOR ENVIRONMENTAL RESEARCH – UFZ, ISSN 1860 – 0387*

***KRASNY JIRI:*** *Quantitative hardrock hydrogeology in regional scale. Norges geologiske undersokelse Bulletin 439, 7 – 14*

***Krasny Jiri and Sharp M. John:*** *Groundwater in Fractured Rocks. Taylor & Fracis, 2007.*

***KRASNY J:*** *Hardrock Hydrogeology, 1st Workshop on Fissured Rock Hydrogeology, Athens, 2003.*

***KRASNY J:*** *General Hydrogeologic features of hard rocks in central Europe – The Bohemian Massif, 1st Workshop on Fissured Rock Hyrogeology, Athens, 2003.*

***ΛΕΚΚΑΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ, ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ Α. και Συν.:*** *Υδρογεωλογική μελέτη των λεκανών των ποταμών Νηλέα και Κηρέα. Μαντούδι Κεντρική Εύβοια . Νομαρχειακή Αυτοδιοίκηση Εύβοιας, ΕΚΠΑ, 1998*

***ΛΙΒΑΔΑΣ Κ. Γ.:*** *ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΓΕΝΙΚΗΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ, έκδοσις ΙΙΙ, Θεσσαλονίκη, 1976.*

***LAMB C. JAMES:*** *WATER QUALITY AND ITS CONTROL, John Wiley&Sons, New York, 1985.*

***Lambrakis Nikolaos et al:*** *The use of multicomponent statistical analysis in hydrogeological environmental research. Water Research 38 (2004) 1862-1872.*

***Lambrakis Nikolaos and Kallergis George:*** *Contribution to the study of Greek thermal springs: hydrogeological and hydrochemical characteristics and origin of thermal waters. Hydrogeology Journal (2005) 13: 506 – 521*

***LEWIS CLARK:*** *THE FIELD GUIDE TO WATER WELLS AND BOREHOLES, John Wiley, Chichester, 1992*

***LIHONG LIU and XUNHONG CHEN:*** *Hydrodynamic and Hydrochemical Study of Water in a Karst Aquifer. A case study in Houzhai karstic water system, Guizhou Province, China. 978-1-61284-340-7/11/$26.00 ©2011 IEEE*

***LINSLEY, FRANZINI:*** *WATER-RESOURCES ENGINEERING, McGRAW-HILL, London, 1972.*

***LLOYD W. JHON:*** *HYDROCHEMISTRY AND GROUNDWATER FLOW PATTERN IN THE VICINITY OF STRATFORD-UPON-AVON. Q.JI Engng Geol. 1976 Vol 9pp. 315 – 326.*

***LLOYD W. JOHN:*** *HYDROCHEMISTRY AND GROUNDWATER FLOW PATTERN IN THE VICINITY OF STRATFORD – UPON AVON. Q.JI Engng Geol. 1976 vol 9 pp. 315 – 326*

***LLOYD W. JOHN, J. A. HEATHCOTE:*** *Natural inorganic hydrochemistry in relation to groundwater, CLARENDON, Oxford, 1985.*

***LOUIS F. IOANNIS, F. I. LOUIS and ALEXIA GRAMBAS:*** *EXPLORING FOR FAVORABLE GROUNDWATER CONDITIONS IN HARDROCK ENVIRONMENT BY RESISTIVITY IMAGING METHODS: SYNTHETIC SIMULATION APPROACH AND CASE STUDY EXAMPLE. International Conference on Earth Sciences and Electronics – 2002 (ICESE – 2002)*

***ΜΑΝΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣ:*** *Έκθεση έρευνας βιομηχανικών ορυκτών της κεντρικής Ευβοίας. 10 σ., Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα, 1982.*

***ΜΑΝΟΥΣΑΚΗΣ Ε. Γ., ΧΑΡΙΣΤΟΣ Α. Δ.:*** *Γενική Χημεία Γεωλόγων, Θεσσαλονίκη, 1985.*

***ΜΕΓΡΕΜΗ ΙΦΙΦΕΝΕΙΑ:*** *Κατανομή Cr, Ni, Mn και Zn σε Fe-Ni ούχους λατερίτες από την ευρύτερη περιοχή Ν. Αρτακή, Εύβοια και επίδραση τους στο περιβάλλον. Μεταπτυχιακή εργασία, ΕΚΠΑ, 2001.*

***ΜΕΓΡΕΜΗ ΙΦΙΓΕΝΕΙΑ:*** *ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥΝ ΤΗΝ ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΒΙΟΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΧΡΩΜΙΟΥ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ Ni ΛΑΤΕΡΙΤΩΝ. Διδακτορική διατριβή, ΕΚΠΑ, 2010*

***ΜΕΛΙΔΩΝΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ:*** *Τα νικελιούχα σιδηρομεταλλεύματα Αρτάκης - Πολιτικών - Βερτούρων [κεντρική Ευβοίας]. 1-35 σ., ΓΕΩΛΟΓΙΚΑΙ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΕΙΣ, Αθήνα, Ι.Γ.Ε.Υ.,1960.*

***ΜΙΓΚΡΙΣ Γ., ΣΤΑΜΑΤΗΣ Γ., ΑΝΤΩΝΙΟΥ Β., ΑΛΕΧΙΑΔΟΥ Χ.:*** *Σχέση τεκτονικής δομής και υδροφορίας της οφιολιθικής μάζας του Όρου Καλλίδρομου και ποιοτική σύσταση των υπογείων νερών (Κεντρική Ελλάδα). 7ο Πανελλήνιο Υδρογεωλογικό Συνέδριο, Αθήνα, 2005.*

***ΜΠΑΛΤΑΣ Ε., ΚΑΡΚΑΛΕΤΣΗ Σ., ΜΙΜΙΚΟΥ Μ.:*** *Προσομοίωση της κίνησης των υπογείων νερών στο Νομό Καρδίτσας. 7ο παλελλήνιο Υδρογεωλογικό Συνέδριο, Αθήνα, 2005.*

***Manjustree T. M., Sabu Joseph and Jobin Thomas:*** *Hydrogeochemistry and Groyndwater Quality in the Coastal Sandy Clay Aquifers Alappuazha District, Kerala. Journal Geological Society of India, Vol.74, October 2009, pp.459 – 468.*

***MAREK MROCZKOWSKI & KUCZERA GEORGE:*** *Modelling of streamflow, stream chloride and groundwater in five experimental catchments in western Australia. IAHS Publ. No. 244, 1997.*

***MARGAT J.:*** *Υδρογεωλογικαί μελέται υποδομής Σκοποί και μέθοδοι μιας δημοσίας υπηρεσίας υδρογεωλογίας. ΔΕΛΤΙΟ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ, Τόμος XI, Τεύχος Β, 1977.*

***MARTIN LINDENLAUB et al:*** *Interactions of hard rock aquifers and debris cover for runoff generation. Hard Rock Hydrosystems (Proceedings of Rabat Symposium S2, May 1997). (S3 IAHS Publ. no. 241, 1997*

***MATS AASTRUP and THUNHOLM BO:*** *HEAVY METALS IN STOCKHOLM GROUNDWATER-CONCENTRATIONS AND FLUXES. Water, Air, and Soil Pollution: Focus 1: 25-41, 2001.*

***MATTAS CH., SOULIOS G., DIMOPOULOS G., DIAMANTIS J., PANAGOPOULOS A., VOUDOURIS K. :*** *Groundwater quality in Gallikos Basin, prefecture of Kilkis, 7th Hellenic Hydrogrological Conference, Athens, 2005.*

***MATTIGOLD V. S. et al:*** *Geochemical factors controlling the mobilization of inorganic constituents from fossil fuel combustion residues: 1. Review on the major elements. J. Environ Qual., 1990.*

***MICHAE A. M. L, KHEPAR S. D.:*** *WATER WELL AND PUMP ENGINEERING, MacGraw- Hill, New Delhi, 2004.*

***Michel A. F.:*** *Hydrogeology of the central Mackenzie Valley. J. Hydrol., 85: 379-405.*

***MICHEL BAKALOWICZ. KARST GROUNDWATER:*** *a challenge for new resources. Hydrogeol J (2005) 13:148–160 DOI 10.1007/s10040-004-0402-9*

***MICHAEL J. TARAS, GREENNBERG ARNOLD, R. D.HOAK, M. C. RAND:*** *SANDARD METHODS for Examination of Water and Wastewater.*

***PENTIAS - ALINA KABATA:*** *Behavioural properties of trace metals in soils. Applied Geochemistry, Suppl. Issue No.2, 3-9, 1993*

***Montogomery H. John:*** *Groundwater Chemical – Desk Reference. CRC, New York, 2007*

***Murad A. Ahmed et al:*** *hydrogeochemical characterization and isotope investigations of a carbonate aquifer of the northern part of the United Arab Emirates. Journal of Asian Earth Sciences 40 (2011) 213 – 225.*

***Murad Ahmed, R. V. Krishnamurthy:*** *Factors controlling groundwater quality in Eastern United Arab Emirates: a chemical and isotopic approach. Journal of Hydrology 286 (2004) 227 – 235*

***NAMAGHI HAJIZADEH HADI et al:*** *A study on chemical properties of groundwater and soil in ophiolitic rocks in Firuzabad, east of Shahrood, Iran: with emphasis to heavy metal contamination. Environ Monit Assess (2011) 174:573–583*

***Neal Colin, Shand Paul:*** *Spring and surface water quality of the Cyprus Ophiolites. Hydrology and Earth System Sciences, 6 (5), 797-917(2002) © EGS*

***NEIL S. GRIGG:*** *Water Resource Planning*

***NIKAS K., ANTONAKOS A.:*** *Influence of the active tectonics on the shaping of Hydrogeological – hydraulic conditions of the setting boundaries between the relevant units. The NE Achaia prefecture area example. 7th Hellenic Hydrogeological Conference, Athens, 2005.*

***NOBUHITO OHTE & YUKO ASANO:*** *Global comparison of the pH determining factors of the streamwaters in world forest basins. IAHS Publ. No. 244, 1997.*

***NOURI J. A. et al:*** *Regional distribution pattern of groundwater heavy metals resulting from agricultural activities. Environ Geo (2008) 55: 1337 – 1343.*

***NOURI J. A. et al:*** *Investigation of Heavy Metals in Groundwater, Pakistan Journal of Biological Sciences 9 (3): 377 -384, 2006.*

***NOUREDDINE GAALOUL and ALEXANDER H. CHENG:*** *Hydrogeological and Hydrochemical Investigation of Coastal Aquifers in Tunisia—Crisis in Overexploitation and Salinization. Second International Conference on Saltwater Intrusion and Coastal Aquifers—Monitoring, Modeling and Management, Merida, Mexico, March 30-April 2, 2003*

***NYER K. EVAN:*** *GROUNDWATER TREATMENT TECHNOLOGY, CBS PUBLISHER, Delhi, 1987*

***ΟΡΦΑΝΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ:*** *Έκθεσις υδρογεωλογικής αναγνωρίσεως των κοινοτήτων Θεολόγου Μακρυδεσποτίου Ν. Ευβοίας. Αθήνα, Ι.Γ.Μ.Ε., 1975.*

***ΟΡΦΑΝΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ:*** *Επί της υδρογεωλογικής αναγνωρίσεως περιοχής Μακρυμάλλης Ψαχνών, Ευβοίας. Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα, 1980.*

***ΟΡΦΑΝΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ:*** *Υδρογεωλογική αναγνώρισης θερμομεταλλευτικών πηγών Αιδηψού και προγραμματισμός ερευνητικών εργασιών δια την μελέτην αυτών. 7 σ., Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα, 1976*

***ΟΡΦΑΝΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ:*** *Υδρογεωλογική αναγνώρισις της κοινότητος Καμαρίτσης Ευβοίας. 6 σ., Ι.Γ.Ε.Υ., Αθήνα, 1969.*

***Ophori D. V. and J. Toth:*** *Pattern of Groundwater Chemistry, Ross Creek Basin, Alberta, Canada, 2004.*

***OYEKU O. T. and A. ELLUDOYIN:*** *Heavy metal contamination of groundwater resources in a Nigerian urban settlement. African Journal Environmental Science and Technology Vol. 4(4), pp. 201-214, April 2010.*
***ΠΑΓΟΥΝΗΣ ΜΙΧΑΛΗΣ:*** *Υδρογεωλογική αναγνώρηση για την βελτίωση της υδρεύσεως της κοινότητας Γλυφάδας Νομού Ευβοίας. 7 σ., Ι.Γ.Μ.Ε., 1980.*

***ΠΑΝΑΓΙΩΤΙΔΗΣ ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ:*** *Έκθεσις υδρογεωλογικής αναγνωρίσεως δια την ύδρευσιν της κοινότητος Πολιτικών, Ευβοίας. 12 σ., Ι.Γ.Ε.Υ., 1961.*
***ΠΑΠΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ:*** *Υδρογεωλογική αναγνώρισις περιοχής κοινότητος Γυμνού, Ευβοίας. 4 σ., Ι.Γ.Ε.Υ., Αθήνα, 1956.*
***ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ Κ., ΡΩΜΑΙΔΗΣ Ι., ΚΥΡΟΥΣΗΣ Ι.:*** *Υδρογεωλογικές συνθήκες λεκάνης ποταμού Αδρά (Ν. Έβρου). 7ο Πανελλήνιο Υδρογεωλογικό Συνέδριο, Αθήνα, 2005*
***ΠΑΠΑΣΤΑΜΑΤΑΚΗΣ ΑΡΤΕΜΙΣ, Κ. ΛΕΝΩΝΗΣ:*** *Γεωχημική έρευνα για την γεωθερμία περιοχής Αιδηψού.18 σ., Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα, 1982.*
***PALAKRISHNAN P.:*** *Hydrogeological and Hydrochemical Studies of the Periyar River Basin Central Kerala, India. June – 2011*
***PALOMBI DAN and ROSTROM BEN:*** *Regional Hydrochemistry of lower Paleozoic Aquifers in the Northern Portion of the Williston Basin, Saskatchewan-Manitoba. Saskatchewan geological Society Special Publication 19, p201-209, 2006*
***Panagopoulos G., N. Lmabrakis et al:*** *Water-rock interaction induced by contaminated groundwater in a karst aquifer, Greece, Environ Geol (2005) 49:300-313*
***PANG LIPING:*** *CONTAMINATION OF GROUNDWATER IN THE TE AROHA AREA BY HEAVY METALS FROM AN ABANDONED MINE. Journal of Hydrology (NZ) Vol. 33 No. 1, 1995*
***PAPAFILIPPAKIA et al:*** *Spatial distribution of Pb and Cd in urban soils of Chania city, Crete (Greece). Proceedings of the 1st International Conference on "Hazardous Waste Management", 2008, Chania. Greece*
***Patrick A. Glancy:*** *Geohydrology of the Basalt and Unconsolidated Sedimentary Aquifers in the Fallon Area, Churchill County, Nevada. U.S. Geological Survey Water – Supply Paper 2263, 1985*
***PAVLICEK J. DIANNE:*** *Karst Hydrogeology and Hydrochemistry of the Cave Springs Basin Near Chattanooga, Tennessee. A Contribution of the Regional Aquifer-Systems Analysis-Program, US GEOLOGICAL SURVEY Water-Resources Investigations Report 96-4248. Nashville, Tennessee 1996 (2010) 160: 83-89*
***PEAR R. MERVYN & L. K. FUNG:*** *Hydrologic and runoff sources in an upland basin in Hong Kong. IAHS Publ. No. 244, 1997.*
***PECSOK, SHIEDS, CAIRNS, McWILLIAM:*** *Σύγχρονες Μέθοδοι στη Χημική Ανάλυση, απόδοση στα Ελληνικά, Αθήνα, 1980.*
***PENTIAS - ALINA KABATA, PENDIAS HENRYK:*** *Trace elements in soil and plants, CRC Press, 2001.*
***PETALAS C., N. LAMBRAKIS, ZAGGANA E.:*** *HYDROCHEMISTRY OF WATERS OF VOLCANIC ROCKS: THE CASE OF THE VOLCANOSEDIMENTARY ROCKS OF THRACE, GREECE. Water, Air, and Soil Pollution (2006) 169: 375–394*
***Peter Dillon, Ian Simmers:*** *Shallow Groundwater System. A. A. Balkema, Roterdam.*
***PLANER - FRIEDRICH BRITTA:*** *Hydrogeological and hydrochemical investigations in the Rioverde basin, Mexico. Institute of Geology, university of mining and technology Freiberg, MSc, 2002, Freiberg On-line Geoscience Vol.3*
***POULOS S., ALEXANDRAKIS G.:*** *Seasonal fluctuation of the sediment (in suspension) yield of parts of Greek river catchments and its relation to the corresponding values of water yield, 7th Hellenic Hydrogeological Conference, Athens, 2005..*
***PRODUCCIÓN Y. DISENO:*** *TransEdit Imprime: GRAFISTAFF, S.L. ISSN: 1134-380X D.L.: M-35434-2001 ENRESA. Julio de 2001*
***RAGHUNATH M. H.:*** *GROUND WATER, Wiely Eastern, Mew Delhi, 1983.*
***Rail D. Chesterl:*** *GROUNDWATER CONTAMINATION, MANAGEMENT, RISK ASSESSMENT & LEGAL ISSUES. Volume 2, CRC press, 2000.*
***RAINWATER H. F., THATCHER L.:*** *Method for Collection and Analysis of Water Samples. U. S. GEOLOGICAL SURVEY WATER - SUPPLY PAPER 1454.*
***RAY K. LINSLEY, MAX A. KOHLER, JOSEPH L. PAULHUS:*** *Hydrology for Engineers, McGRAW-HILL, London, 1958.*
***ROBERT BOWEN:*** *Groundwater Hydrology, McGraw Hill, London, 1978*
***ROBERT R. BERG:*** *Reservoir Sandstones. Prentice*
***ROBINS S. N., B. D. MISSTEAR:*** *Groundwater in the Celtic Regions, studies in Hard Rock and Quaternary Hydrogeology. Geological Society, London, Special Publication No.182, (eds) 2000*
***ΣΑΠΟΥΝΤΖΗΣ ΗΛΙΑΣ:*** *ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑΣ, Θεσσαλονίκη, 1980*
***ΣΚΑΓΙΑΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ:*** *Επί της υδρογεωλογικής αναγνωρίσεως της περιοχής κοινότητος Κοντοδεσποτίου Νομού Ευβοίας. 7 σ., Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα, 1977.*
***ΣΟΛΔΑΤΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ:*** *ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΕΙΔΙΚΗΣ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΟΡΥΚΤΟΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗΣ , Θεσσαλονίκη, 1975.*
***ΣΟΥΛΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ:*** *ΓΕΝΙΚΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ, Τόμος πρώτος, Θεσσαλονίκη, 1979.*
***ΣΟΥΛΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ:*** *ΓΕΝΙΚΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ, Τόμος δεύτερος, Θεσσαλονίκη, 1981.*

***ΣΤΑΜΑΤΗΣ Γ., ΒΙΤΩΡΕΙΟΥ Α., ΖΑΓΓΑΝΑ Α.:*** *Υδρογεωλογικές συνθήκες και ποιοτική σύσταση των υπογείων νερών των κρυσταλλοσχιστωδών πετρωμάτων της Καρυστίας (Ν. Ευβοίας). 7ο Πανελλήνιο Υδρογεωλογικό Συνέδριο, Αθήνα, 20005.*

***ΣΤΕΦΑΝΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ:*** *Έκθεση υδρογεωλογικής αναγνωρίσεως γεωτρήσεως «Δίρφυς» Στενής Ευβοίας. 5 σ., Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα, 1985*

***ΣΤΟΥΡΝΑΡΑΣ Γ.****: Νερό, Περιβαλλοντική Διάσταση και Διαδρομή, Εκδόσεις Τζιόλα, 2007*

***ΣΤΟΥΡΝΑΡΑΣ Γ., Τ. ΖΕΡΒΟΓΙΑΝΝΗΣ, Θ. ΜΑΡΜΑΡΗΣ:*** *Η Υδρολογική και Υδρογεωλογική έρευνα στον Ελληνικό χώρο. ΔΕΛΤΙΟ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ, Τόμος XVII, Αθήνα, 1985.*

***Sakir Simsek et al:*** *Evaluation of Geological, Hydrogeological and Hydrogeochemical Studies to Construct a Conceptual Hydrothermal Model of the Haruniye - Duzici (Osmaniye) Hot and Mineral Waters. Proceeding European Geothermal Congress 2007. Uterhaching, Germany, 30 May – 1 June 2007.*

***SAMBAMOORTHI NETHRA:*** *hierarchical Cluster Analysis, Some Basics and Algorithms.*

***SANDOW MARK YIDANA, DUKE OPHORI and BRUCE BANOENG-YAKUBO.*** *Hydrogeological and hydrochemical characterization of the Voltaian Basin: the Afram Plains area, Ghana. Environ Geol (2008) 53:1213–1223. DOI 10.1007/s00254-007-0710-1*

***Satinder Anuja:*** *Arsenic contamination of Groundwater – Mechanism, Analysis, and Remediation. WILEY, New Jersey, 2008.*

***SCHWARTS DOMENICO:*** *Physical and Chemical Hydrogeology. Wiely, 1990*

***SENEN RIOS AND RAFAEL CANDELARIO:*** *Hydrogeology of Principal Springs in Puerto Rico. US Geological Survey, Water Resource Investigations, open file report 84. Project No. A-079 (P.L. 95 – 467), 1985*

***SENEN GUZMAN R.:*** *Hydrogeology of the principal springs in Puerto Rico. US Department of Interior. Project No. A-079 PR. Washington D.C. 20240, 1985.*

***SERIGNE, F. and SEYNABOU, C. F:*** *VERTICAL HYDROCHEMICAL PROFILES IN THE UNSATURATED ZONE OF LOUGA (SENEGAL) AQUIFER CONTROLLED BY GEOCHEMICAL PROCESSES. AJST, Vol. 6, No. 1: June, 2005*

***SHAHID NASEEM TAHIR et al:*** *Lithological influences on occurrence of high-fluoride groundwater in Nagar Parkar area, Thar Desert , Pakistan. Chemosphere 78 (2010) 1313- 1321*

***Shakeel Ahmed, Ramaswamy and Abdin Salih:*** *GroundwatervDynamic in Hard Rock Aquifer. Wiley, 2008.*

***Sharaky M. A. et al:*** *Hydrogeochemistry of Groundwater in the Western Nile Delta Aquifers, EGYPT. 2nd International Conference on the Geology of Tethys, 19 – 21 March, 2007, Cairo University, Egypt*

***SCHUCH MARC & VUATAZ FRANCORS:*** *Hydrochemical multiparameter log analysis in a shallow, heterogeneous alluvial aqufier (Wallis Canton, Switzerland). Bull. Appl. Geol. Vol.7. Nr1. 3-18. July, 2002.*

***SIAPARINAS K., KOMILIS D.:*** *Sea water intrusion at the drainage basin of Thermi in Lesvos Island, 7th Hellenic Hydrogeological Conference, Athens, 2005.*

***Singhal B. S., R. P. Gupita:*** *Applied Hydrogeology of Fractured Rocks, Springer, 2010.*

***SIRI KNAPE, OTTO GRAFFNER:*** *Natural hydrochemical variations in small catchments with thin soil layers and crystalline bedrock in Sweden. ERB and Northern European FRIEND Project 5 Conference, Demänovská dolina, Slovakia, 2002*

***Yare S. Bruce:*** *The Use of a Specialized Drilling and Ground Water Sapling Technique for Delineation of Hexavalent Chromium Contamination in Unconfined Aquifer, Southern New Jersey Plain. Vol.13, No, 2 – GROUND WATER – March – April – 1975.*

***SOULSBY C. et al.*** *Groundwater – surface water interactions in upland Scottish rivers: Hydrological, hydrochemical and ecological implications. Scottish Journal of Geology (2004)*

***SOULSBY C., POMEROY A. And GIBBINS C.:*** *Hydrology and hydrochemistry of a montane rainforest catchment in Queensland, Australia. IAHS Publ. No. 244, 1997.*

***Stamatis G. and K. Voudouris:*** *Marine and Human activity influences on the groundwater quality of Southern Korinthos area (Greece). Hydrol. Process 17, 2327 – 2345, 2003*

***Stamatis G. et al:*** *Groundwater quality assessment in Oropos-Kalamos basin, Attica, Greece, Environ Earth Sci. (2011) 64: 973-988.*

***Stamatis G. and Zaganna E.:*** *Hydrogeological and Hydrochemical Characteristics of the Consolidated Rocks in Thessaly Basin / Central Greece. Hydrogeologie und Umwelt, Heft (12) 1 – 11, 6A66, Tab Wüizburg 2005.*

***STOURNARAS G., ALEXIADOU M. CH, R. KOUTSI, ATHITAKI TH.:*** *Main characters of the schist aquifers in Tinos Island (Aegean sea, Hellas), Athens, 2003.*

***SUBYANI M. ALI:*** *Hydrochemical identification and salinity problem of ground-water in Wadi Yalamlam basin, Western Saudi Arabia. Journal of Arid Environments 60, 2005, 53-66.*

***ΤΕΡΖΙΔΗΣ Α. Γ., ΚΑΡΑΜΟΥΖΗΣ Ν. Δ.:*** *ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ, Θεσσαλονίκη, 1985*

***ΤΣΟΥΤΡΕΛΟΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ:*** *Επί των αποτελεσμάτων της διεξαχθείσης μεταλλευτικής έρευνας λευκόλιθων εις περιοχής Πισσώνος Ν. Ευβοίας. 5 σ., Ι.Γ.Ε.Υ., Αθήνα, 1970..*

***Taha D. A. et al:*** *Pollution Sources and Related Environmental Impacts in the New Communities Southeast Nile Delta, Egypt. Emirates Journal for Engineering Research, 9 (1) 35 – 49 (2004)*

***TINSLEY J. IAN:*** *Chemical Concepts in Pollutant Behavior, John Wiley, New York, 1979.*

***TINSLEY J. IAN:*** *CHEMICAL CONCEPTS IN POLLUTANT BEHAVIOR. Wiely Interscience, New York.*

***TODD K. DAVID and MAY W. LARRY:*** *Groundwater Hydrogeology. John Willey, 2005*
***Uri Katri and Y. Yoseph :*** *Groundwater Base Level Changes and Adjoining Hydrological Systems.Springer, 2010*
***VARDAKI C., KELEPERTSIS A.:*** *ENVIRONMENTAL IMPACT OF HEAVY METALS (Fe, Ni, Cr, Co) IN SOIL WATERS AND PLANTS OF TRIADA IN EUBOEA FROM ULTRABASIC ROCKS AND NICKELIFEROUS MINERALISATION, National Kapodistrian University of Athens. Environmental Geochemistry and Health 21:211 – 226, 1999*
***Vasilatos C., Megremi I. and Economou – Eliopoulos M.:*** *Geochem Characteristics of by Hexavalent Chromum, in Eastern Strea Hellas, Greece. Proceeding of the XIX CBGA Congress, theealoniki, Greece, 2010*
***Vissers J. M.:*** *Patterns of Groundwater quality in sandy aquifers under environmental pressure. Ph.D Thesis, 2006, Utrecht University, the Netherlands.*
***Voudouris K., A. Panagopoulos and J. Koumantakis:*** *Multivariate Statistical Analysis in the Assessment of Hydrochemistry of the Northern Korinthian Prefecture Alluvial Aquifer System (Peloponnese, Greece). Natural Resources Research, Vol.9 No.2, 2000.*
***Voudouris K. S.et al:*** *Water Resources and Groundwater quality in North Peloponnesus (Greece). Global NEST Journal, Vol. 7, No3, pp 340-353, 2005.*
***Voudouris K. et al:*** *WATER RESOURCES IN THE WIDER AREA OF THE APOSELEMIS BASIN, CRETE ISLAND, GREECE. Bulletin of the Geological Society of Greece vol. xxxx, 2007.*
***VU THI MINH NGUYET:*** *Hydrogeological Characterisation and Groundwater Protection of Tropical Mountainous Karst area in NW Vietnam. VUB – HYDROLOGIE (48) 2006*
***WALLICK I. E.:*** *CHEMICAL EVOLUTION OF GROUNDWATER IN DRAINAGE BASIN OF HOLOCENE AGE, EAST-CENTRAL ALBERTA, CANADA. Journal of Hydrology, 54 (1981) 245-283.*
***Walton R. Kelly and Chittaranjan Ray:*** *Impact of Irrigation on the Dynamic of Nitrate Movement in a Shallow Sand Aquifers. Research Report no. 128. Illinois State Water Survey. Department of Natural Resources, 1999*
***WARD H. C., W. GIGER, P. L. McCARTY:*** *Ground Water Quality, Wiley-Interscience, New York, 1985.*
***WILLIAM BACK:*** *Hydrochemical Fades and Ground-Water Flow Patterns in Northern Part of Atlantic Coastal Plain. HYDROLOGY OF AQUIFER SYSTEMS. GEOLOGICAL SURVEY PROFESSIONAL PAPER 498-A, 1966*
***WILLIAM BACK and RENE IETOLLE:*** *SYMPOSIUM ON GEOCHEMISTRY OF GROUNDWATER: ELSEVIER, 1982*
***William D. Weight:*** *Applied Field Hydrogeology. McGraw-Hill, 2004.*
***WISCHEN JOHN DAVID HENRY:*** *HYDROGEOLOGY, HYROCHEMISTRY AND ISOTOPE HYDROLOGY. THE UNIVERSITY OF NEW SOUTH WALES, PH.D, 2005*
***WYK E. VAN, GJ VAN TONDER and VERMEULEN D:*** *Characteristics of local groundwater recharge cycles in South African semi-arid hard rock terrains – rainwater input. ISSN 0378-4738 (Print) = Water SA Vol. 37 No. 2 April 2011*
***YANNATOS G.:*** *Ground Water flow controlled by discontinuities in fissured rocks – Two case histories (Preliminary announcement).1st Workshop on Fissured Rocks Hydrogeology Proceedings, Athens, 2005.*
***ZAHRA ATAFAR et al:*** *Effect of fertilizer application on soil heavy metal concentration. Environ Monit Assess*
***ZEIN S. RIZK and ABDULRAHMAN S. ALSHARHAN:*** *Water Resources in the United Arab Emirates. Published in 2003 by Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands, p. 245-264.*
***ZIAD QANNAM:*** *A hydrogeological, hydrochemical and environmental study in Wadi Al Arroub drainage basin, south west Bank, Palestine. Ph.D (2003) Dissertation. Institut für Geologie / LHS Hydrogeologie. TU Bergakademie Freiberg. Freiberg On-line Geosciences Vol. 9*

## 17- ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI
## Appendix

Μέγιστη επιτρεπτή συγκέντρωση ισότοπων στο πόσιμο νερό
Maximum permissible isotope concentration in drinking water
Από. After Collin, 1960, J. W. Lloyd & J. A. Heathcote, 1985

| Isotope | Half – life (days) | Concentration mg/l |
|---|---|---|
| $^{18}$F (Φθόριο) | 0.078 | 2., 2 X 10 $^{-10}$ |
| $^{24}$Na (Νατριο) | 0.62 | 9.1 X 10 $^{-11}$ |
| $^{32}$P φώσφορος) | 14.3 | 6.9 X 10 $^{-11}$ |
| $^{36}$Cl (Χλώριο) | 1.6 X $10^{8}$ | 1.7 X 10 $^{-2}$ |
| $^{45}$Ca (Ασβέστιο) | 152 | 5.3 X 10 $^{-10}$ |
| $^{51}$Cr (Χρώμιο) | 26.5 | 2.1 X 10 $^{-8}$ |
| $^{56}$Mn (Μαγγάνιο) | 0.108 | 1.4 X 10 $^{-11}$ |
| $^{55}$Fe (Σίδηρος) | 1.06 X $10^{3}$ | 2.3 X 10 $^{-7}$ |
| $^{59}$Fe (Σίδηρος | 43.3 | 2.1 X 10 $^{-10}$ |
| $^{60}$Co (Κοβάλτιο) | 1.9 X $10^{3}$ | 3.6 X 10 $^{-8}$ |
| $^{64}$Cu (Χακλκός) | 0.54 | 1.3 X 10 $^{-10}$ |
| $^{65}$Zn (Ψευδάργυρος) | 250 | 2.5 X 10 $^{-8}$ |
| $^{89}$Sr (Στρόντιο) | 53 | 2.5 X 10 $^{-11}$ |
| $^{90}$Sr (Στρόντιο) | 9.1 X $10^{3}$ | 5.0 X 10 $^{-10}$ |
| $^{131}$I (Ιώδιο) | 8 | 4.6 X 10 $^{-11}$ |
| $^{198}$Au (Χρυσός) | 2.69 | 2.4 X 10 $^{-10}$ |
| $^{210}$Pb (Μόλυβδος) | 1.9 X $10^{3}$ | 2.9 X 10 $^{-10}$ |

Μέγιστα επιτρεπτά ραδιενεργά όρια στο πόσιμο νερό
Maximum radiation limits permissible in drinking water
Από International Atomic Energy Agency 1969

| Isotope | Limit μCi1 $^{-1}$ | Isotope | Limit μCi1 $^{-1}$ |
|---|---|---|---|
| $^{24}$Na (Νατριο) | 0.2 | $^{76}$As (Αρσενικό) | 0.02 |
| $^{32}$P φώσφορος) | 0.02 | $^{90}$Sr (Στρόντιο) | 4 X 10 $^{-4}$ |
| $^{51}$Cr (Χρώμιο) | 1.6 | $^{122}$Sb (Αντιμόνιο) | 0.03 |
| $^{60}$Co (Κοβάλτιο) | 0.05 | $^{131}$I (Ιώδιο | 2 X 10 $^{-4}$ |
| $^{64}$Cu (Χακλκός) | 0.3 | $^{137}$Cs (Καίσιο) | 1.5 X 10 $^{-2}$ |

Σταθερότυπα πόσιμου νερού της Ευρωπαϊκή Ένωση (98/83/EC Οδηγία 3/11/1998).
EU `s drinking water standards (98/83/EC Guide 3/11/1998)

| Α - ΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ | | |
|---|---|---|
| Παράμετροι | mg/I | μg/l |
| Αργυλαμίδιο $C_3H_5NO$ | 0.0001 | 0.1 |
| Αντιμόνιο Sb | 0.005 | 5 |
| Αρσενικό As | 0.01 | 10 |
| Βενζόλιο $C_6H_6$ | 0.001 | 1 |
| Βενζο-α-πυρένιο $C_{20}H_{12}$ | 0.00001 | 0.01 |
| Βόριο B | 1.00 | 1 |
| Βρωμικά άλατα Br | 0.01 | 10 |
| Κάδμιο Cd | 0.005 | 5 |
| Χρώμιο Cr | 0.05 | 50 |
| Χαλκός Cu | 2.0 | |
| Κυανιούχα άλατα CN = | 0.05 | 50 |
| 1,2-διχλωροαιθάνιο Cl $CH_2$ $CH_2$ Cl | 0.003 | 3 |
| Επιχλωρυδρίνη $C_3H_5OCl$ | 0.0001 | 0.1 |
| Φθοριούχα άλατα F | 1.5 | |
| Μόλυβδος Pb | 0.01 | 10 |
| Υδράργυρος Hg | 0.001 | 1 |

| | | |
|---|---|---|
| Νικέλιο Ni | 0.02 | 20 |
| Νιτρικά $NO_3$ | 50 | |
| Νιτρώδη $NO_2$ | 0.5 | 500 |
| Πρασιτοκτόνα | 0.0001 | 0.1 |
| Ολικά πρασιτοκτόνα | 0.0005 | 0.5 |
| PAHs $C_2$ $H_3$ $N_1$ $O_5$ $P_{1\ 3}$ Πολυκυλικοί αρωματικοί | 0.0001 | 0.1 |
| Σελήνιο Se | 0.01 | 10 |
| Τετραχλωροαιθένιο (αθροιστικό) Τριχλωριοαιθένιο $C_2Cl_4/C_2HCl_3$ | 0.01 | 10 |
| Ολικά τριαλογονομεθάνιο | 0.1 | 100 |
| Βινυλοχλωρλιδιο $C_2H_3Cl$ | 0.0005 | 0.5 |

| Β - ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ | | |
|---|---|---|
| παράμετρος | Σύμβολο | Παραμετρική τιμή |
| Αργίλο | Al | 0.2 mg/l |
| Αμμώνιο | $NH_4$ | 0.50 mg/l |
| Χλωριόντα | Cl | 250 mg/l |
| Αγωγιμότητα | EC | 2500 μS/cm @ 20°C |
| Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου | $[H^+]$ | ≥ 6.5 και ≤ 9.5 |
| Σιδηρος | Fe | 0.2 mg/l |
| Μαγγάνιο | Mn | 0.05 mg/l |
| Οξειδωσιμότητα | | 5.0 mg/l O2 |
| Θειϊκά | $SO_4$ | 250 mg/l |
| Νάτριο | Na | 200 mg/l |

Σταθερότυπα πόσιμου νερού (Οδηγία 80/778 ΕΟΚ, ΦΕΚ 53Α/20-2-86)
Drinking water standards (Guide EEC80/778, ΦΕΚ 53A/20-2-86)

| Ιδιότητα ή Παράμετρος | Μονάδα μέτρησης | Ενδεικτικό επίπεδο | Ανώτατο Επιτρεπόμενο όριο | Παρατηρήσεις |
|---|---|---|---|---|
| Χρώμα | Pt /Co | 1 | 20 | |
| Θολότητα | mg/l $SiO_2$ | 1 | 10 | |
| Οσμή | Ποσοστό διάλυση | 0 | 2(μέχρι12 °C) 3(μέχρι25 °C) | Συσχέτιση με τις δοκιμές γεύσης |
| Γεύση | Ποσοστό διάλυση | 0 | Όπως πιο πάνω | Συσχέτιση με τις δοκιμές οσμή |
| Θερμοκρασία | °C | 12 | 25 | Δεν έχει ισχύ στα συσκευασμένα νερά |
| pH | Μονάδες pH | 6.5 – 8.5 | | |
| EC | μS/cm έως °C | 400 | | |
| Cl | mg/l | 25 | | |
| $SO_4$ | mg/l | 25 | 250 | |
| Mg | mg/l | 30 | 50 | |
| Na | mg/l | 20 | 175 (από το1984) 150(από το1978) | |
| K | mg/l | 10 | 12 | |
| Al | mg/l | 0.05 | 0.2 | |
| TDS | mg/l | | 1500 | |
| $NO_3$ | mg/l $NO_3$ | 25 | 500 | |
| $NO_2$ | mg/l $NO_2$ | | 0.1 | |
| $NH_4$ | mg/l $NH_4$ | 0.05 | 0.5 | |
| Fe | μg/l | 50 | 200 | |
| Mn | μg/l | 20 | 50 | |
| Cu | μg/l | | | Ενδ. Επίπεδο: 100 στην έξοδο, 3000 μετά 12ώρη ηρεμία |
| Zn | μg/l | | | 100 στην έξοδο (ενδ. Επίπ.), 5000 μετά |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | 12ώρη ηρεμία (ενδ. Επιπ.) |
| P | μg/l $P_2O_5$ | 400 | 5000 | |
| F | μg/l | | 8 – 12 ºC 1500<br>25 - 30 ºC700 | |
| Ag | μg/l | | 10 | |
| As | μg/l | | 50 | |
| Cd | μg/l | | 5 | |
| Κυανιούχα | μg/l CN | | 50 | |
| Cr | μg/l | | 50 | |
| Hg | μg/l | | 1 | |
| Ni | μg/l | | 50 | |
| Pb | μg/l | | 50<br>τρεχούμενο νερό | |
| Sb | μg/l | | 10 | |
| Ολική σκληρότητα | mg/l | | | Ελάχιστη απαιτούμενη σε επεξεργασμένα νερά 60 |
| Αλκαλικότητα | mg/l | | | |
| Ca | mg/l | 100 | | |
| N Kieldahl (N από $NO_2$ και $NO_3$ εξαιρούνται) | μg/l | | 1 | |
| Οξείδωση ($MnO_4$) | | | 5 | |
| $H_2S$ | μg/l S | | Μη ανιχνεύσιμο οργανοληπτικό | |
| B | μg/l | | | |
| Ba | μg/l | | | |

Σταθερότυπα και κριτήρια πόσιμου νερού σε mg/l (Bouwer, 1978)
Standards and criteria of drinking water in mg/l (Bouwer. 1978)

| Ουσία ή Ιδιότητα | U.S Public Health Service 1962 | | U.S. Environment Protection Agency Inferim 1975 | Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (W.H.O.) 1963 | | U.S.N. Ac. Sc. U.S.N. Ass. Engin. 1972 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Επιθυμητό ανώτατο όριο α | Απόλυτο ανώτατο όριο β | | Μέγιστο αποδεκτό α | Μέγιστο επιτρεπτό β | |
| Αμμώνιο(ωςN) | | | | | | 0.5 |
| Αρσενικό As | 0.01 | 0.05 | 0.05 | | 0.05 | 0.1 |
| Βάριο Ba | | 1 | 1 | | 1 | 1 |
| Κάδμιο Cd | | 0.1 | 0.1 | | 0.01 | 0.01 |
| Ασβέστιο Ca | | | | 75 | 200 | |
| Χλώριο Cl | 250 | | | 200 | 600 | 250 |
| Χρώμιο $Cr^{+6}$ | | 0.05 | 0.05 | | 0.05 | 0.05 |
| Χρώμα (μονάδες(Pt,Co) | | | | 5 | 50 | 75 |
| Χαλκός Cu | 1 | | | 1 | 15 | 1 |
| Κυανιούχα CN | 0.01 | 0.2 | | | 0.2 | 0.2 |
| Φθόριο $F^{\delta}$ | 0.6 – 0.9 | 0.8 – 1.7 | 1.4 – 2.4 | | | 1.4 – 2.4 |
| Σίδηρος $Fe^{+2}$ | 0.3 | | | 0.3 | 1 | 0.3 |
| Μόλυβδος Pb | | 0.05 | 0.05 | | 0.05 | 0.05 |
| (Θειικά) Mg, Na | | | | 500 | 1000 | |
| Μαγγάνιο Mn | 0.05 | | | 0.1 | 0.5 | 0.5 |
| Υδράργυρος Hg | | | 0.002 | | | 0.002 |
| $NO_3$ - N | 10 | | 10 | | | 10 |
| Νιτρώδη (ως N) | | | | | | 1 |
| pH | | | | 7 – 8.5 | | 5.9 |
| Σελήνιο Se | | 0.01 | 0.01 | | 0.01 | 0.01 |
| Άργυρος Ag | | 0.05 | 0.05 | | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Θειική ρίζα $SO_4$ | 250 | | | 200 | 400 | 250 |
| TDS | 500 | | | 500 | 1500 | |
| Ψευδάργυρος Zn | 5 | | | 5 | 15 | 5 |

*α, Τα όρια που αναφέρονται σ αυτήν στήλη δεν πρέπει να ξεπερνιώνται όταν υπάρχει διαθέσιμο νερό καλύτερης ποιότητας.*
*β, Συγκέντρωση πέρα από αυτή κάνει το νερό ακατάλληλο για πόσιμο.*
*γ, 10mg/l $NO_3$ –N αντιστοιχούν σε 46 mg/l $NO_3$.*
*δ, Τα ανώτατα επιτρεπτά όρια του F είναι συνάρτηση της ημερήσιας θερμοκρασίας του αέρα(UNESCO,1975).*

WHO's drinking water standards 1993
WHO's Guides for Drinking-water Quality, set up in Geneva, 1993, are the International reference point for standard setting and drinking-water safety

| Element Substance | Symbol Formula | Normally found in Fresh/ surface / ground water | Health based guideline by the WHO | Element Substance | Symbol Formula | Normally found in Fresh/ surface / ground water | Health based guideline by the WHO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Aluminium | Al | | 0.2 mg/i | Ammonia | $NH_4$ | < 0,2 mg/l (up to 0,3 mg/l in anaerobic waters | No guideline |
| Antimony | Sb | <4µg/l | 0.005mg/l | Arsenic | Ar | | 0.01mg/l |
| Asbestos | | | No guideline | Barium | | | 0.3mg/l |
| Berillium | Be | <1µg/l | No guideline | Boron | B | <1mg/l | 0.3mg/l |
| Cadmium | Cd | <1µg/l | 0.003mg/l | Chloride | | | 250mg/l |
| Chromium | $Cr^{+3}$ $Cr^{+6}$ | <2µg/l | 0.0mg/l | Colour | | | Not mentioned |
| Coober | Cu | | 2mg/l | Cyanide | $CN^-$ | | 0.07mg/l |
| Dissolved oxygen | $O_2$ | | No guideline | Fluoride | F | < 1,5 mg/l (up to 10) | i.5mg/l |
| Hardness | mg/l $CaCO_3$ | | No guideline | Hydrogen Sulfide | $H_2S$ | | No guideline |
| Iron | Fe | 0.5 -50mg/l | No guideline | Lead | Pb | | 0.01mg/l |
| Manganese | Mn | | 0.5mg/l | Mercury | Hg | <0.5µg/l | 0.00mg/l |
| Molybdenum | Mb | <0.01mg/l | 0.07mg/l | Nickel | Ni | <0.02mg/l | 0.02mg/l |
| Nitrate and Nitrite | $NO_3$ $NO_2$ | | 50mg/l Total Nitrogen | Turbidity | | | Not mentioned |
| ρH | | | No guideline | Selenium | Se | <0.01mg/l | 0.01mg/l |
| Silver | Ag | 5-50µg/l | No guideline | Sodium | Na | <20mg/l | 200mg/l |
| Sulfate | $SO_4$ | | 500mg/l | Inorganic tin | Sn | | No guideline |
| TDS | | | No guideline | Uranium | U | | 1.4mg/l |
| Zinc | Zn | | 3mg/l | | | | |
| | | | | | | | |

Οδηγία για σταθερότυπα πόσιμου νερού
A guide to drinking water standards
Largely based upon the (EU) standards European Economic Community, 1975- J. W. Lloyed, J. A. Heathcote, 1985

| Parameter | Units | Guide Level GL | Maximum admissible concentration MAC | Maximum required concentration MRC | Comments |
|---|---|---|---|---|---|
| **ρH** | Μονάδα ρH | 6.5 – 8.5 | 9.5 | 6.0 | |
| **Διαλυμένο οξυγόνο** | mg/l $O_2$ | 1 | 5 | | |
| **EC** | mg/l | 400 | 1250 | | Related to TDS |
| **TDS** | mg/l | | 1500 | | Limit set for taste |
| **Ολική σκληρότητα** | mg/l $CaCO_3$ | 35 | | 10 | Decrease may cause cardiovascular death |
| **$Ca^{2+}$** | mg/l | 100 | | 10 | |
| **$Mg^{+}$** | mg/l | 30 | 50 | 5 | |
| **$Na^{+}$** | mg/l | 20 | 100 | | Normally beneficial and required by body |
| **$K^{+}$** | mg/l | 10 | 12 | | |
| **Al** | mg/l | | 0.05 | | |
| **$HCO_3^{-}$** | mg/l | 30 | | | |
| **$SO_4^{2-}$** | mg/l | 5 | 250 | | Excess cause intestinal irrigation |
| **$C^{l-}$** | mg/l | 25 | 200 | | Limit set for taste |
| **$NO_3^{-}$** | mg/l | | 50 | | Methemoglobinemia in infants |
| **$NO_2^{-}$** | mg/l | | 0.1 | | |
| **Ag** | μg/l | | 10 | | |
| **As** | μg/l | | 50 | | Serious cumulative systematic poisoning |
| **$Ba^{2+}$** | μg/l | | 100 | | Muscle and heart stimulant |
| **Cd** | μg/l | | 5 | | |
| **$CN^{-}$** | μg/l | | 50 | | Rapid fatal poison |
| **Cr** | μg/l | | 50 | | |
| **Cu** | μg/l | | 50 | | Adults need about 1mg/l Cu per day |
| **$F^{-}$** | μg/l | 700 – 1200 | 1400 – 2400 | | Beneficial in small amounts |
| **Fe** | μg/l | 100 | 300 | | |
| **Hg** | μg/l | | 1 | | Large amounts cause brain damage |
| **$H_2S$** | μg/l | | 0 | | |
| **Mn** | μg/l | 20 | 50 | | |
| **Mo** | μg/l | | | | Excessive intakes may be toxic |
| **Ni** | μg/l | 5 | 50 | | Can cause dermatitis |
| **P** | μg/l | 300 | 2000 | | |
| **Pb** | μg/l | | 50 | | Serious cumulative body poison |
| **Sb** | μg/l | | 10 | | Similar to As but less acute |
| **Se** | μg/l | | 10 | | Small amounts beneficial, large amounts toxic |
| **Zn** | μg/l | | 100 | | Very small amounts beneficial |

Συστάσεις για επίπεδα τοξικών συνιστωσών στο νερό πόσιμο από τα ζώα
Recommendation for levels of toxic substances in drinking water for livestock
National Academy of Sciences & National Academy of Engineering, 1972

| Constituent | Upper limit mg/l | Constituent | Upper limit mg/l |
|---|---|---|---|
| **Al Αργίλιο** | 5 | **Pb Μόλυβδος** | 0.1[a] |
| **As Αρσενικό** | 0.2 | **Mn Μαγγάνιο** | Χωρίς στοιχεία |
| **Be Βηρύλλιο** | Χωρίς στοιχεία | **Hg Υδράργυρος** | 0.01 |
| **B Βόριο** | 5.0 | **Mo Μολυβδαίνιο** | Χωρίς στοιχεία |
| **Cd Κάδμιο** | 0.05 | **Νιτρικά + Νιτρώδη** | 100 |
| **Cr Χρώμιο** | 1.0 | **NO2 Νιτρώδη** | 10 |
| **Co Κοβάλτιο** | 1.0 | **Se Σελήνιο** | 0.5 |
| **Cu Χαλκός** | 0.5 | **V Βανάδιο** | 0.10 |
| **F Φθόριο** | 2.0 | **Zn Ψευδάργυρος** | 24 |
| **Fe Σίδηρος** | Χωρίς στοιχεία | **TDS Σύνολο αλάτων** | 10 000 |

[a] Μόλυβδος είναι συσσωρευτικός και προβλήματα μπορεί να αρχίζουν από το όριο τιμής 0.05mg/l.

Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) οδηγός για το νερό πόσιμο από τα ζώα και πουλερικά
Electrical conductivity (EC) guide for drinking water for livestock and poultry
After National Academy of Science and National Academy of Engineering, 1972

| Σύνολο διαλυμένων αλάτων Σύσταση νερού mg/l | Παρατηρήσεις |
|---|---|
| Λιγότερα από 1000 mg/l (*EC < 1.5 mS/cm*) | Σχετικά χαμηλό επίπεδο αλατότητας. Έξοχος για όλες τις τάξεις ζώων και πουλερικών |
| 1000 – 3000 mg/l (*EC = 1.5 - 5mS/cm*) | Πολύ αρεστό για όλες τάξεις ζώων και πουλερικών. Ενδέχεται να δημιουργήσει προσωρινά διάρροια για τα ζώα που δεν είναι συνηθισμένα σ` αυτό και στα πουλερικά. |
| 3000 - 5000 mg/l (*EC = 5 - 8 mS/cm*) | Αρεστό για τα ζώα, αλλά μπορεί να δημιουργήσει προσωρινά διάρροια ή αρνούεται στην αρχή από τα ζώα που δεν είναι συνηθισμένα σ` αυτό. Φτωχό νερό προκαλεί συχνά στα πουλερικά, water faeces, αυξανόμενο αριθμό θανάτων, μείωση ανάπτυξης, ειδικά στις γαλοπούλες. |
| 5000 - 7000 mg/l (*EC = 8 - 11 mS/cm*) | Μπορεί να χρησιμοποιείται με μετρημένη ασφάλεια για τα γαλακτοκομικά και γελάδες γαλακτοπαραγωγής, πρόβατα, γουρούνια, και άλογα. Αποφεύγεται χρήση για έγκυος ή γαλακτοπαραγωγικά ζώα. Δεν είναι αποδεκτός για πουλερικά |
| 7000 - 10000 mg/l (*EC = 11 – 16 mS/cm*) | Ακατάλληλο για τα πουλερικά και πιθανώς δια γουρούνια. Μεγάλο ρίσκο η χρήση για έγκυος ή γαλακτοπαραγωγικά αγελάδες, άλογα, πρόβατα ή για τα μικρά τους. Γενικά, πρέπει αποφεύγεται ή χρήση του, όταν μεγάλα μητρυκαστικά, άλογα και γουρούνια μπορεί να επιβιώνουν με αυτό κάτω από ιδιαίτερες συνθήκες. |
| Άνω 10 000 mg/l (*EC > 16 mS/cm*) | Το ρίσκο με αυτήν υψηλή αλατότητα νερού είναι τόσο μεγάλο που δεν προτείνεται η χρήση του σε καμιά περίπτωση. |

Ποιότητα Βιομηχανικού νερού για τέσσερα είδη χρήσης (U. S. N. Ac. Sc. – U. S. N. Ac. Eng., 1972, from H. Bouwer, 1978).
Quality requirements of water at point of use by four kinds of industries, (U. S. N. Ac. Sc. – U. S. N. Ac. Eng., 1972, H. Bouwer, 1978)

| Παράμετροι mg/l | Φρούτα λαχανικά | Χαρτί | Υφαντουργία | Πετρέλαιο |
|---|---|---|---|---|
| Οξύτητα ($H_2SO_4$) | 0 | | | |
| Αλκαλικότητα ($CaCO_3$) | 250 | 75 - 150 | 50 - 200 | 500 |
| $Al_2O_3$ | | | 8 | |
| $NH_3$ | | | | 40 |
| $HCO_3$ | | | | 480 |
| Ca | 100 | | | 480 |
| Ca - Σκληρότητα ($CaCO_3$) | | 0 - 50 | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $CO_2$ | | 10 | | |
| $O_2$ | | | | 1000 |
| Cl (χλωριούχα) | 250 | 0 - 200 | 100 | 1600 |
| Cl (ελεύθερο) | | 0 - 2 | | |
| Χρώμα (μονάδες) | 5 | 5 - 100 | 0.5 | 25 |
| Cu | | | 0.01 - 5 | |
| F | 1* | | | 1.2 |
| Ολική σκληρότητα ($CaCO_3$) | 250 | 100 - 200 | 0 - 50 | 900 |
| $H_2S$ | | | | 20 |
| Fe | 0.2 | 0.1 - 1 | 0 – 0.3 | 15 |
| Mg – σκληρότητα ($CaCO_3$) | | 0 - 50 | | |
| Mn | 0.2 | 0.03 – 0.5 | 0.01 – 0.05 | |
| $NO_3$ | 10* | | | 8 |
| $NO_2$ | 0 | | | |
| Οργανικά | 0.2 | | | |
| pH | 6.5 – 8.5 | | | 6 - 9 |
| $SiO_2$ | 50 | 20 - 100 | 25 | 85 |
| Na + K | | | | 230 |
| $SO_4$ | 250 | | 100 | 900 |
| Αιωρούμενα στερεά | 10 | 10 - 100 | 0.5 | 5000 |
| TDS | 500 | 200 - 500 | 100 - 200 | 2500 |
| Μονάδες θολότητας | | | 0.3 - 5 | |

Συνιστώμενες οριακές συγκεντρώσεις για το νερό βιομηχανικής χρήσης
(American Water Works Association, 1971, με απλοποιήσεις, Γ. Καλλέργης, 2000)
Recommended concentration limits of water for industrial use
(American Water Works Association, 1971, simplified G. Kallergis, 2000)

| Χρήση<br>**mg/l** | Θολότητα μονάδες | Όριο γεύσης και οσμής | TDS | Σκληρότητα $CaCO_3$ | Αλκαλικότητα $CaCO_3$ | pH | Χλωριούχα Cl | Fe | Mn | Fe+Mn | $H_2S$ | F | $SO_4$ | Χρώμα | παρατηρήσεις |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Κλιματισμός | | χαμηλό | | | | | | 0.5 | 0.5 | 0.5 | | | | | Όχι διαβρωτικό ή απόθεση καταλοίπων |
| Αρτοποιία Λεβητοστάσια | 10 | Μηδέν ως χαμηλό | | α | | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | | | 10 | Πόσιμο |
| Ζυθοποιία | 0 - 10 | 0 ως χαμηλό | 500 – 1500 | c | 75-80[d] | 6.5 – 7.0e | 60-100 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 1.0 | | 0-10 | Πόσιμο |
| Αναψυκτικά με ανθρακικό | 1-2 | 0 ως χαμηλό | 850 | 200-250 | 50-130 | | 250 | 0.1-0.2 | 0.2 | 0.1-0.4 | 0-0.2 | 0.2-1.0 | 250 | 5-10 | Πόσιμο COD 1.5<br>Χωρίς φύκη και πρωτόζωα.<br>Ελάχιστα οργανικά |
| Ζαχαροπλαστική | | χαμηλό | 50-100 | μαλακό | | >7.0 | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | | | | Πόσιμο |
| Γαλακτομική | | 0 | 500[f] | 180 | | | 30 | 0.1-0.3 | 0.03-0.1 | | | | 60 | 0 | Πόσιμο $NO_3$ σαν N-5.5 $NH_2$ σαν N=0$NH_3$ σαν N= ίχνη, COD σαν $MnO_4$ =12 |
| Ποτοποιία | 5 | αβλαβές | 500 | | | | 250 | 0.3 | 0.05 | | | 1.49-2.4 | 250 | 15 | Πόσιμο |
| Κονσερβοποιία και κατάψυξη | 1-10 | χαμηλό | 850 | h | 30-250 | >7.5 | | 0.2 | 0.2 | 0.2-0.3 | 1.0 | 1.0 | | | Πόσιμο, ελεύθερο |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| τροφίμων | | | | | | | | | | | | | | | Σαπροφυτικών οργανισμών, NaCl=1000-1500, $NO_3$ σαν N=2.8, $NH_3$ σαν N=0.4 |
| Εξοπλισμός τροφίμων και πλυντήρια | | Μηδέν | 850 | 10 | | | 250 | | | 0.1 | | 1.1 | | 5-20 | Πόσιμο χωρίς οργανικές ύλες |
| Επεξεργασία τροφίμων γενικά | 1-10 | Χαμηλό | 850 | 10-250 | 30-250 | | | 0.2 | 0.2 | 0.2-0.3 | | 1.0 | | 5-10 | Πόσιμο |
| Παγοποιία | 5 | χαμηλό | 170-1300 | | | | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | | 1 | | 5 | Πόσιμο, $SiO_2$=10 |
| Πλυντήρια ρούχων | | | | 0-50 | 60 | 6.0-6.8 | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | | | | | |
| Παραγωγή χαρτιού και χαρτομάζας καλής ποιότητας | 10 | | 200 | 100j | 75 | | | 0.1 | 0.05 | | | | | 5 | Διαλυτό $SiO_2$=10, ελεύθερο $CO_2$=10, υπολειμματικό Cl=2 |
| Παραγωγή χαρτιού με βάση το ξύλο | 50κ | | 500 | 200 | 150 | | 75 | 0.3 | 0.1 | | | | | 30 | Διαλυμένο $SiO_2$=50 , ελεύθερο $CO_2$=10 |
| Παραγωγή επεξεργασμένου χαρτιού λευκασμένου | 40 | | 300 | 100 | 75 | | 200 | 0.2 | 0.1 | | | | | 25 | Διαλυτό $SiO_2$=50 , ελεύθερο $CO_2$=10 |
| Παραγωγή επεξεργασμένου χαρτιού μη λευκασμένου | 100 | | 500 | 200 | 150 | | 200 | 1.0 | 0.5 | | | | | 100 | Διαλυτό $SiO_2$=100 , ελεύθερο $CO_2$=10 |
| Βιομηχανία ζάχαρης | | | χαμηλό | χαμηλή | | | 20 | 0.1 | | | | | 20 | | Ca=20,Mg=10, Οξυανθρακικό $CaCO_3$=100 χωρίς σαπροφ. οργ. |
| Βυρσοδεψία | 20 | | | 50-500 | 130 | 6.0 | | 0.1- | 0.1- | 0.2 | | | | 10- | Μαλακό νερό |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | 0.2 | 0.2 | | | | | 100 | COD=8, βαριά μέταλλα =0, Ca=10 |
| Υφαντουργία | 0.3-25 | | | 0-50 | | | 100 | 0.1-1.0 | 0.05 1.0 | 0.2-1.0 | | | 100 | 0-70 | Mg=5, Οξυανθρακικά $CaCO_3$=200 |

Προτεινόμενες ανοχές ποιότητας νερού για βιομηχανική χρήση (επιτρεπόμενα όρια)
Suggested water quality tolerances for industrial uses (allowable limits)
Modified from Walton 1970,

| Industry or use mg/l | Turbidity | Color | Odour and taste | Fe | Mn | TDS | Hardness as $CaCO_3$ | Alkalinity as $CaCO_3$ | $H_2S$ | Health | pH | Other requirements |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Air conditioning | | | Low | 0.50 | 0.5 | | | | 1.0 | | | No corrosivenss or formation |
| Baking | 10 | 10 | Low | 0.2 | 0.2 | | | | 0.2 | Potable | | |
| Brewing and distilling | | | | | | | | | | | | 275mg/l NaCl |
| Light beer, gin | 10 | | Low | 0.1 | 0.1 | 500 | | 75 | 0.2 | Potable | 6.5 –70. | |
| Dark beer, whisky | 10 | | Low | 0.1 | 0.1 | 1000 | | 150 | 0.2 | Potable | 7.0 | |
| Canning | | | | | | | | | | | | |
| Lgumes | 10 | | Low | 0.2 | 0.2 | | 25-75 | | 1.0 | Potable | | |
| General | 10 | | Low | 0.2 | 0.2 | | | | 1.0 | Potable | | |
| Carbonated beverages | 2 | 10 | Low | 0.2 | 0.2 | 850 | 250 | 50-100 | 0.2 | Potable | | Organic matter infinitesimal, oxygen consumed 1.5 mg/l |
| Confectionery | | | Low | 0.2 | 0.2 | 100 | | | 0.2 | Potable | 7.0 | |
| Cooling | 50 | | | 0.2 | 0.5 | | 50 | | 5 | | | No corrosive or slime formation |
| Food, general | 10 | | Low | 0.2 | 0.2 | | | | | Potable | | |
| Ice | 5 | 5 | Low | 0.2 | 0.2 | 1300 | | | | Potable | | 10mg/l $SiO_2$ |
| Laundering | | | | 0.2 | 0.2 | | 50 | | | | | |
| Plastic, clear | 2 | 2 | | 0.02 | 0.02 | 200 | | | | | | No grit corrosiveness |
| Paper and pulp | | | | | | | | | | | | |
| Ground wood | 50 | 20 | | 1.0 | 0.5 | | 180 | | | | | |
| Kraft pulp | 25 | 15 | | 0.2 | 0.1 | 300 | 100 | | | | | |
| Soda and sulphide | | | | | | | | | | | | |
| Pulp | 15 | 10 | | 0.1 | 0.05 | 200 | 100 | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| High-grade light | | | | | | | | | | | | |
| Paper | 5 | 5 | | 0.0 | 0.05 | 200 | 50 | | | | | No slime formation |
| Rayon (Viscose) | | | | | | | | | | | | |
| Pulp production | 5 | 5 | | 0.05 | 0.03 | 100 | 8 | 50 | | | | 8mg/l $CH^{-}$, 8mg/l $Al_2O_3$, 25mg/l $SiO_2$, 5mg/l Cu |
| manufacture | 0.3 | | | 0.0 | 0.0 | | 55 | | | | 7.8-7.3 | |
| Steel manufacture | | | | | | | 50 | | | | 6.8-7.0 | Temperature 24ºC, 175mg Cl, suspended matter, 25µg/l minimum organic content and corrosiveness |
| Sugar manufacture | | | | 0.1 | | | | | | | | 20mg/l $Ca^{2+}$, 10mg/l $Mg^{2+}$, 20 mg/l $Cl^{-}$, 100 mg/l HCO3-, |
| Synthetic rubber | | | | | | | 50 | | | | | Oxygen consumed, 3.0 mg/l, minimum organic content and corresiveness |
| Tanning | 20 | 10-100 | | 0.2 | 0.2 | | 50-135 | 135 | | | | 8mg/l $OH^{-}$ |
| Textile | | | | | | | | | | | | |
| General | 5 | 20 | | 0.25 | 0.25 | | | | | | | Content composition, |
| Dyeing | 5 | 5-20 | | 0.25 | 0.25 | 200 | | | | | | < 0.5 mg/l residual alumina |

Συνιστώμενα ανώτατα όρια ιχνοστοιχείων στο αρδευτικό νερό mg/l
(U.S. N. A. Sc. – U. S. N. A. Eng. 1972, Γ. Καλλέργης, 2000)
Upper limit constituents of trace elements in irrigation water mg/l
(U. S. N. A. Sc. – U. S. N. A. Eng.,1972, G. KALLERGIS. 2000)

| Στοιχείο | Μόνιμη άρδευση όλων των φυτών | Άρδευση μέχρι 20 χρόνια λεπτοκόκκων, ουδέτερων ως αλκαλικών Εδαφών (pH 6 - 8.5) |
|---|---|---|
| Αργίλιο | 5 | 20 |
| Αρσενικό | 0.1 | 2 |
| Βηρύλιο | 0.1 | 0.5 |
| Βόριο – Ευαίσθητα καρποφόρα | 0.75 | 2 |
| Βόριο – ημιανθεκτικά καρποφόρα | 1 | |
| Βόριο – ανθεκτικά καρποφόρα | 2 | |
| Κάδμιο | 0.01 | 0.05 |
| Χρώμιο | 0.1 | 1 |
| Κοβάλτιο | 0.05 | 5 |
| Χαλκός | 0.2 | 5 |
| Φθόριο | 1 | 15 |
| Σίδηρος | 5 | 20 |
| Μόλυβδος | 5 | 10 |
| Λίθιο (κίτρα) | 0.075 | 0.075 |
| Λίθιο (άλλα καρποφόρα) | 2.5 | 2.5 |
| Μαγγάνιο | 0.2 | 10 |
| Μολυβδαίνιο | 0.01 | 0.05 (μόνο για όξινα εδάφη) |
| Νικέλιο | 0.2 | 2 |
| Σελήνιο | 0.02 | 0.02 |
| Βανάδιο | 0.1 | 1 |
| Ψευδάργυρος | 2 | 10 |
| Ραδιενεργά | Όπως στο πόσιμο νερό | |
| Κατά το U. S. Environmental Agency (1973) το **TDS** δεν πρέπει να ξεπερνά τα 700mg/l. | | |

## Ταξινόμηση του νερού για άρδευση ανάλογα με το σύνολο διαλυμένων αλάτων TDS

Στην τ. Σοβιετική Ένωση το αρδευτικό νερό ταξινομείται ανάλογα με το TDS (mg/l) έτσι (UNESCO, 1975):
TDS 200 – 500: νερό άριστης ποιότητας
TDS 1000 – 2000: νερό που μπορεί να είναι επικίνδυνο.
TDS 3000 – 7000: νερό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση μόνο με έκπλυση και τέλεια στράγγιση.
Από το διάγραμμα (Richard, 1954) και αναφορικά με την επίδραση της αλατότητας, το νερό ταξινομείται ως εξής:
**Τάξη $C_1$:** (TDS <200, EC< 250). Νερό χαμηλής αλατότητας. Κανένα πρόβλημα. Σε περιοχές πολύ χαμηλές περατότητας απαιτείται κάποια απόπλυση.
**Τάξη $C_2$:** (TDS 200 - 500, EC 250 - 750). Νερό μέτρια αλατότητα. Απαιτείται μέτρια απόπλυση των αρδευτικών εδαφών.
**Τάξη $C_3$:** (TDS 500 - 1500, EC 750 - 2250). Νερό υψηλής αλατότητας ακατάλληλο για άρδευση σε εδάφη περιορισμένης στράγγισης. Απαιτούνται μέτρα ελέγχου της αλατότητας και καλλιέργειας μόνο ανθεκτικών σ` αυτήν φυτών.
**Τάξη $C_4$:** (TDS 1500 - 3000, EC 2250 - 5000). Νερό πολύ υψηλής αλατότηας. Ακατάλληλο για άρδευση κάτω από συνηθισμένες συνθήκες χρησιμοποιήσιμο σε ειδικές συνθήκες (εδάφη πολύ περατά, στράγγιση πολύ καλή). Συνίσταται η χρησιμοποίηση πλεονάσματος νερού, ώστε να επιτευχθεί απόπλυση του εδάφους και η καλλιέργεια πολύ ανθεκτικών στην αλατότητα φυτών.
**Τάξη $C_5$:** (TDS 3000 – 4211, EC 5000 – 7000). Πάρα πολύ υψηλής αλατότητας.
Εντοπίζεται σε πηγάδια (AP522, TDS 4211, EC 7000. AP524, TDS 3757, EC 5470) στην περιοχή Δυο Βουνά. Το νερό αυτό είναι ακατάλληλο για άρδευση, δεν προβλέπεται να εντάσσεται στην κατάταξη του Richards, αλλά σύμφωνα με την κατάταξη UNESCO μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση μόνο με έκπλυση και τέλεια στράγγιση.

Οδηγία για την ερμηνεία της ποιότητας νερού για άρδευση (FAO, 1985
Guidelines for interpretation of water quality for irrigation (FAO, 1985)

| Potential Irrigation Problem | | | | Units | Degree of Restriction on Use | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | None | Slight to Moderate | Severe |
| **Salinity** (affects crop water availability) | | | | | | | |
| | $EC_W$ | | | dS/m | < 0.7 | 0.7 - 3.0 | > 3.0 |
| | (or) | | | | | | |
| | **TDS** | | | mg/l | < 450 | 450 - 2000 | > 2000 |
| **Infiltraion** (affects rate of water into the soil. Evaluate using $EC_w$ and SAR together) | | | | | | | |
| **SAR** | = 0 - 3 | and $EC_W$ | = | | > 0.7 | 0.7 - 0.2 | < 0.2 |
| | = 3 - 6 | | = | | > 1.2 | 1.2 - 0.3 | < 0.3 |
| | = 6 - 12 | | = | | > 1.9 | 1.9 - 0.5 | < 0.5 |
| | = 12 - 20 | | = | | > 2.9 | 2.9 - 1.3 | < 1.3 |
| | = 20 - 40 | | = | | > 5.0 | 5.0 - 2.9 | < 2.9 |
| **Specific Ion Toxicity** (affects sensitive crops) | | | | | | | |
| | **Sodium (Na)** | | | | | | |
| | Surface irrigation | | | SAR | < 3 | 3 - 9 | > 0.9 |
| | Sprinkler irrigation | | | meq/l | < 3 | > 3 | |
| | **Chloride (Cl)** | | | | | | |
| | Surface irrigation | | | meq/l | < 4 | 4 - 10 | > 10 |
| | Sprinkler irrigation | | | meq/l | < 3 | > 3 | |
| | **Boron (B)** | | | mg/l | < 0.7 | 0.7 - 3.0 | > 3.0 |
| | Trace elements (see table) | | | | | | |
| **Miscellaneous Effects** (affects susceptible crops) | | | | | | | |
| | **Nitrogen ($NO_3$- N)** | | | mg/l | < 5 | 5 - 30 | > 30 |
| | **Bicarbonate ( $HCO_3$)** | | | | | | |
| | (Overhead sprinkling only) | | | meq/l | < 1.5 | 1.5 - 8.5 | > 8.5 |
| | pH | | | | Normal Range 6.5 - 8.4 | | |

*Λεύκωμα (Album)*

**1, 2, 3** – Ο συγγραφέας στην ύπαιθρο με τους υπαλλήλους του Δήμου Μεσσαπίων – Δίρφυος.
**4-** Ο συγγραφέας στην ύπαιθρο με τον κ. Μελάκη Μηχάλη διευθυντή Γεωλογικής και Κοιτασματολογικής Έρευνας της LARCO GMMSA
**5, 6-** Στο γραφείο της Δημοτικής Εταιρίας Ύδρευσης και Αποχέτευσης Μεσσαπίων.
**7, 8-** Τρία οχήματα 4Χ4 ανήκουν στο Δήμο Μεσσαπίων – Δίρφυς ήταν στη διάθεση του συγγραφέα και την έρευνα των πηγών ύδρευσης περιοχής του Δήμου.
**9-** Τριγωνομετρικό σημείο στη τοποθεσία Παραλία – Πολιτικά.
**10** – Πηγάδι ΠΧ492 στην τοποθεσία Παραλία – Πολιτικά.
**11-** Μικρή κινητή αντλία ρηχών πηγαδιών στην περιοχή Πολιτικών.
**12-** Όρος Αετός (800μ) της οροσειράς Κανδήλιου στην περιοχή Πολιτικών.
**13-** Ρηχό πηγάδι ΠΧ456 στην τοποθεσία παραλίας Ακ. Γλαρομύτη – Πολιτικά.

**14-** Όρος Αετός (800μ) της οροσειράς Κανδήλιου στην περιοχή Πολιτικών.
**15-** Περιοχή κοντά των πηγών Πολιτικών, όπου διακρίνονται οι οφιόλιθοι της βάσης και ο διαβρωμένος, σπηλαιώδης ασβεστόλιθος.
**16, 17-** Τοποθέτηση τσιμέντο- σωλήνα σε νέο σκαφτό ρηχό πηγάδι στην περιοχή Ψαχνών.
**18-** Εικόνα Δίφυος όρου από την παραλία Βρυσσακίων.
**19-** Κροκαλοπάγες της βάσης ασβεστόλιθου της κενομάνιας επίκλυσης κοντά των πηγών Πολιτικών.
20- Εργασίες εκμετάλλευση του σιδηρονικελιούχου κοιτάσματος.
**21, 22-** Εντατική εκμετάλλευση υπόγειου νερού αρδευτικών φρεάτων στην περιοχή της τοποθεσίας Βρυσσακίων.
**23-** Γ.Μ.Μ. ΑΕ ΛΑΡΚΟ – ΜΕΤΑΛΕΥΤΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΕΥΒΟΙΑΣ
**24-** Πηγάδι ΧΨ364 στην τοποθεσία Ιμπραήμ – Βρυσσάκια.
**25, 26-** Τοπογραφικό σημείο της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού και GPS κατά την διάρκεια απογραφής υδροσημείων.
**27-** Πτυχή και ανέγερση οικόπεδο στη περιοχή Πεισσώνα
**28-** Γεώτρηση 200μ στην περιοχή Πεισσώνα.
**29-** Κανάλι εποχιακή ροή στη περιοχή Δίρφυος – Πεισσώνα.
**30-** Ο συνάδελφος υποψήφιος διδάκτορ Buazza σε μια στιγμή μαζί, στην παραχώρηση της ΛΑΡΚΟ στην Εύβοια.
**31-** Κοιτάσματα λευκόλιθου στις ρωγμές των περιδοτιτών και σερπεντινών της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης στην περιοχή Πεισσώνα – Αρτάκης.
**32-** Σημεία μόλυνσης του υδροφόρου ΧΑΛ1 από νερά του εργοστασίου.
**33-** Εκβάθυνση του πηγαδιού ΨΧ399 στον διαρρηγμένο οφιολιθικό υδροφόρο στην περιοχή των Ψαχνών.
**34, 34-** Γεώτρηση και δεξαμενή ύδρευσης του Δήμου Μεσσαπίων – Δίρφυος.
**36-** Εργασίες δειγματοληψίας και μετρήσεις στάθμης στην γεώτρηση του Κυπαρισσίου.
**37-** Πηγή στην περιοχή Κοντοδεσπότιου.
**38, 39, 40, 41-** Έργα τοποθέτησης PVC σωλήνων 24″ ύδρευσης του χωριού Αρτάκης από πηγές Στένης – Δίρφυος.
**42-** Ορύγματα στην περιοχή της Αγ. Σοφίας καλυμμένα από χιόνι.
**43-** Η κοιλάδα της Αγ. Σοφίας - Λιμνιώνα.
**44-** Χωριό Μύλων στη θαλάσσια ακτή του Αιγαίου Πελάγου.
**45-** Αναβλύσεις των πηγών Σταυρού.
**46-** Εμφανίσεις σιδηρονικελιούχων κοιτασμάτων κοντά των πηγών Πολιτικών.
**47-** Διαβρώσεις και σπήλια στον ασβεστόλιθο της κενομάνιας επίκλυσης στην περιοχή δρόμου Πολιτικά- Νεροτριβιά.
**48-** Υδρομάστευση των πηγών Πολιτικών.
**49-** Δημοτική γεώτρηση υδρεύσεως στη τοποθεσία Μακρυμάλλη.
**50-** Δημοτική γεώτρηση υδρεύσεως Νεροτριβιάς.
**51-** Πηγή στη περιοχή Πολιτικών.
**52-** Πηγή στην περιοχή Καμάριτσας.
**53-** Λατομία επιφανειακή εξόρυξης σιδηρονικελιούχου κοιτάσματος της ΛΑΡΚΟ στην περιοχή Τριάδας.
**54-** Εμφανίσεις σιδηρονικελιούχου κοιτάσματος στην περιοχή Σταυρού.
**55-** Λίμνη ψηλόδεντρο στην περιοχή Παγώντα.
**56-** Τσιμεντένια δεξαμενή γεώτρησης υδρεύσεως.
**57-** Ορύγματα σκεπασμένα με χιόνι.
**58-** Δημοτικό πηγή – πηγάδι υδρεύσεως στην τοποθεσία Μακρυμάλλη.
**59-** Κοντά πηγής Πλατάνια.
**60-** Ρουτίνα διαδικασία χλωρίωση νερού ύδρευσης του Δήμου Μεσσαπίων από τον αρμόδιο χημικό.
**61-** Λατομία εξόρυξης σιδηρονικελιούχου κοιτάσματος στην περιοχή Τριάδας.
**62, 63, 64-** Τσιμέντο δεξαμενές νερού υδρεύσεως από πηγάδια και γεωτρήσεις του Δήμου.
**65-** Γεώτρηση υδρεύσεως στην περιοχή Πολιτικών.
**66-** Οι υπάλληλοι του Δήμου Μεσσαπίων με το συγγραφέα στην ύπαιθρο.
**67-** Τριγωνομετρικό σημεία στην κορυφή Άγιος Συμέων 330μ περιοχή Αρτάκης και απέναντι φαίνεται η κορυφή Δίρφυος.
**68, 69-** Διαβρωμένοι επιφάνεια του καρστικού ασβεστόλιθου στην περιοχή Αρτάκης.

**70, 71, 72, 74, 75-** Η υπολεκάνη της Ν. Αρτάκης που η δόμηση κάλυψε σχεδόν την φυτική γη.
**76-** Τσιμέντο στοίχος χωρίζει μεταξύ νερού πηγής και πηγαδιού υδρεύσεων στην περιοχή Μακρυμάλλη.
**77-** Πηγάδι ΑΡ68 στην τοποθεσία Οινοπαραγωγικός σταθμός Αρτάκης.
**78-** Χωράφι στην τοποθεσία περιοχή ποτίζεται από πηγάδι ΑΡ60.
**79-** Εικόνα από την τοποθεσία Παλιορή βλέπει την κορυφή Δέλφι 1785μ του όρου Δίρφυος.
**80-** Υπολεκάνη της Καστέλλας.
**81-** Εικόνα από την περιοχή Καστέλλας – Αρτάκης.
**82-** Υπολεκάνη της Καστέλλας.
**83-** Δημοτική Γεώτρηση και κοντά γήπεδο Νέας Αρτάκης.
**84**, **85**, **86-** Διαβρωμένοι και κατακερματισμένοι επιφάνεια του καρστικού ασβεστόλιθου περιοχής μελέτης.
**87-** Εμφανίσεις σιδηρονικελιούχου κοιτάσματος της τοποθεσία Δυο Βουνά της περιοχής Ν. Αρτάκης.
**88-** Οι οφιόλιθοι που υπόκειται λεπτό πάχος τεταρτογενών σχηματισμών στην ευρύτερη περιοχή κεντρικής Εύβοιας.
**89-** Εντατική χρήση του υπόγειου νερού στην άρδευση – υπολεκάνη Καστέλλας.
**90-** Περιοχή προστασία της φύσης, υδροβιότοπος Λιβάδι (Κολοβρέχτης).
**91**, **92-** Χωράφι στην περιοχή στην τοποθεσία Περιβολάκι, Βατώντα.
**93-** Το λάχανο είναι βασικό αγροτικό ποτίζεται από υπόγειο νερό όλη την Εύβοια.
**94-** Πηγάδι ΑΡ76 στην τοποθεσία Οινοπαραγωγικός Σταθμός της Αρτάκης.
**95-** Τρία κοντά πηγάδια στην υπολεκάνη Καστέλλας.
**96-** Γεώτρηση ΚΑ315 στην τοποθεσία Ρουμάνα της υπολεκάνη Καστέλλας.
**97-** Δυο γειτονικά πηγάδια ΚΑ248 και εντατική άντληση υπόγειου νερού στην τοποθεσία Αλουπάτρυπα περιοχής Καστέλλας.
**98-** Χωράφι ποτίζεται από πηγάδι ΚΑ130 στην τοποθεσία Παλιουρή της Καστέλλας.
**99-** Γεώτρηση και πηγάδι ΚΑ291 στην τοποθεσία Αλουπάτρυπα της Καστέλλας.
**100-** Η τοποθεσία Παλιουρή και πιο πάνω τα κτίρια του ΤΕΙ Χαλκίδας.
**101**, **102**, **103-** Εικόνα της υπολεκάνης Ν. Αρτάκης.
**104-** Παραβιάζονται και δεν τηρούνται οι όροι στον υδροβιότοπο Λιβάδι (Κολοβρέχτης).
**105, 106, 107, 108**, **109-** Χωράφι καλλιεργημένο και έτοιμα άρδευση με υπόγειο νερό στην τοποθεσία ΔΕΗ της υπολεκάνης Καστέλλας.
**110-** Περιοχή προστασία της φύσης, ζώνη οικιστικού ελέγχου περιοχή 2.
**111-** Πηγάδι εκβαθυμένο σε γεώτρηση στην υπολεκάνη Κασστέλλα.
**112-** Πηγάδι ΑΚΑ334 εκβαθυμένο σε γεώτρηση στην τοποθεσία Ρουμάνα της υπολεκάνης Καστέλλας.
**113-** Γεώτρηση ΚΑ345Β στην τοποθεσία Μυρτιά της υπολεκάνης Καστέλλας.
**114-** Πηγάδι ΑΡ53 στην τοποθεσία Παλιές Φυτείες της υπολεκάνης Ν. Αρτάκης.
**115**, **116**, 117- Πρόβατα και χωράφι ετοιμάζεται για φυτάνη από το πηγάδι ΑΡ65 στην τοποθεσία Βουδούρη της υπολεκάνης Ν. Αρτάκης.
**118**, **119-** Χωράφι ποτίζεται από πλούσιο σε παροχή πηγάδι ΑΡ60 στην τοποθεσία Ελίσα της υπολεκάνης Ν. Αρτάκης.
**120**, **121-** Τα χωράφι απειλούνται με εξαφάνιση από την τεράστια επέκταση της οικοδόμησης στην υπολεκάνη της Ν. Ατράκης.
**122-** Περιοχή προστασία της φύσης, υδροβιότοπος Λιβάδι (Κολοβρέχτης) περιοχή2 – Αγ. Παρασκευή.
**123-** Πηγάδι ΚΑ118 εκβαθυμένο σε γεώτρηση στην τοποθεσία Πρφ. Ηλίας της υπολεκάνης Καστέλλας.

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΕΥΒΟΙΑΣ

A

## ΔΕΛΤΙΟ ΑΠΟΓΡΑΦΗΣ ΦΡΕΑΤΟΣ

**Ημερομηνία απογραφής :** / / 2 0

**Α / Α Σημείου :** . . . . . **Κώδικας :** . . . . . .

**Ιδιοκτήτης :** . . . . . .

**Δημοτικό Διαμέρισμα & Τοποθεσία :** . . . . . .

**Είδος φρέατος** : Πηγάδι / Γεώτρηση / Πηγάδι εκβαθυμένο σε Γεώτρηση

**Συντεταγμένες: N** __ __ . ___, **E** __ __ . _ __, **h** ___ m {**E** _____, **N** _____ }

**Τοπογραφικός χάρτης (κλίμακα)** : 1: 20. 000 / 1:10. 000 / 1:5. 000 (Γ.Υ.Σ.)

**Διαστάσεις φρέατος m**: Μήκος ____ , Πλάτος ____ , Βάθος _____ , Διάμετρος ____ ,Στηθαίο _____

**Χρήση του νερού**: Ύδρευση / Άρδευση / Κτηνοτροφία - Πτηνοτροφία/Βιοτεχνία/Ανεκμετάλλευτο

**Συνθήκες λειτουργίας** : Μόνιμη / Εποχιακή / Εγκαταλειμένο

**Γεωλογικός σχηματισμός υδροφόρου** : . . . . . .

**Περατότητα υδροφόρου** : Πορώδες / Ασυνέχειες / Διαρρήξεις / Καρστικοποίηση

**Στάθμη m:**

| Χειμώνας (υψηλή) | | Καλοκαίρι (χαμηλή) | |
|---|---|---|---|
| : | / / 19 | : | / / 19 |
| : | / / 20 | : | / / 20 |
| : | / / 20 | : | / / 20 |
| : | / / 20 | : | / / 20 |
| : | / / 20 | : | / / 20 |
| : | / / 20 | : | / / 20 |

**Στρωματογραφική τομή:**

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΕΥΒΟΙΑΣ

B

## ΔΕΛΤΙΟ ΑΠΟΓΡΑΦΗΣ ΠΗΓΗΣ

**Ημερομηνία απογραφής :** / / 2 0

**Α / Α Σημείου :** . . . . . **Κώδικας :** . . . . . .

**Ιδιοκτήτης** : . . . . . .

**Δημοτικό Διαμέρισμα & Τοποθεσία :** . . . . . .

**Ονομασία :** . . . . . .

**Τοπογραφικός χάρτης (κλίμακα) :** 1: 20. 000 / 1:10. 000 / 1:5. 000 (Γ.Υ.Σ.)

**Συντεταγμένες: N** __ __ . ___, **E** __ __ . ___, **h** ___ m {**E** _____, **N** _____ }

**Διεύθυνση ροής :** . . . . . .

**Τύπος πηγής:** Επαφής / Υπερπλήρωσης / Ανιούσα / Κυματογής / Παράκτια / Υποθαλάσσια

**Μορφή πηγής** : Καφορισμένη / Μέτωπο / Διάχυτη / Μετατοπισμένη

**Συνθήκες λειτουργίας** : Μόνιμη / Εποχιακή / Διαλλείπουσα

**Χρήση του νερού**: Ύδρευση/ Άρδευση/ Κτηνοτροφία-Πτηνοτροφία/ Βιοτεχνία/ Ανεκμετάλλευτη

**Τρόπος υδρομάστευσης** : Τσιμενταίνια λεκάνη συλλέκτης / Τούννελ / Αγωγός / Άντληση

**Παροχή:** . . . . . $m^3$/ h { Μετρημένη / εκτίμηση} ώρα : . / / 20

---

**Γεωλογικός σχηματισμός υδροφόρου** : . . . . . .

**Υπόβαθρο** : . . . . . .

**Θέση εμφάνισης :** . . . . . .

**Περατότητα υδροφόρου** : Πορώδες / Ασυνέχειες / Διαρρήξεις / Καρστικοποίηση

---

**Σκαριφηματική τομή** **Χάρτης εντοπισμός πηγής**

**Παρατηρήσεις :**

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΕΥΒΟΙΑΣ

C

**ΔΕΛΤΙΟ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΝΕΡΟΥ**
**{ Φρέατος - Πηγής }**

A/A

Κώδικας Σημείου: . . . . . Τρόπος συλλογής: Αντλία | Δειγματολήπτης | Φυσική ροή

| | Παράμετρος | | / /1998 | / /1999 | / /20 | / /20 | / /20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ανάλυση στο Ύπαιθρο | Θερμοκρασία Αέρα °C | | | | | | |
| | Νερού °C | | | | | | |
| | pH | | | | | | |
| | Eh (mV) | | | | | | |
| | EC (μS/cm) | | | | | | |
| | Salinity (dS/m) | | | | | | |
| | TDS (mg/l) | | | | | | |
| Ανάλυση στο Εργαστήριο | Θερμοκρασία Νερού °C | | | | | | |
| | pH | | | | | | |
| | Eh (mV) | | | | | | |
| | EC (μS/cm) | | | | | | |
| | Salinity (dS/m) | | | | | | |
| | TDS (mg/l) | | | | | | |
| | Ca (mg/l) | | | | | | |
| | Mg (mg/l) | | | | | | |
| | Na (mg/l) | | | | | | |
| | K (mg/l) | | | | | | |
| | HCO3 / CO3 (mg/l) | | | | | | |
| | Cl (mg/l) | | | | | | |
| | SO4 (mg/l) | | | | | | |
| | NO3 (mg/l) | | | | | | |
| | Σκληρότητα CaCO3 (mg/l) | Παροδική | | | | | |
| | | Μόνιμη | | | | | |
| | | Ολική | | | | | |
| | Δείκτες Μόλυνσης (mg/l) | NO2 | | | | | |
| | | NH4 | | | | | |
| | | NH3 | | | | | |
| | | PO4 | | | | | |
| XRD & AAS | Ιχνοστοιχεία (ppb ή μg/l) | Cd | | | | | |
| | | Cr (total) | | | | | |
| | | Cu | | | | | |
| | | Fe | | | | | |
| | | Mn | | | | | |
| | | Ni | | | | | |
| | | Pb | | | | | |
| | | Zn | | | | | |

NT = Not tested, ND = Not detected