



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΠΙΣΤΗΜΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ»

**ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ
ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ
ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ
ΑΡΑΧΘΟΥ**

ΕΛΛΗ Β. ΜΠΑΦΑ

Αθήνα, Οκτώβριος 2018

«ΕΠΙΣΤΗΜΗ &
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
ΥΔΑΤΙΚΩΝ
ΠΟΡΩΝ»

Επιβλέπων:

Ομότιμος Καθηγητής Ι. Κουμαντάκης

Πρόλογος

Η παρούσα διατριβή με τίτλο " Ποιοτική Ανάλυση των Υπόγειων νερών της Λεκάνη Απορροής του Ποταμού Άραχθου " εκπονήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού-Διεπιστημονιού προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών " Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων" του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (Ε.Μ.Π.). Για την ολοκλήρωσή της έγινε επεξεργασία των αριθμητικών δεδομένων, της υδρογεωλογικής μελέτης του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.) για το υδατικό διαμέρισμα της Ηπείρου καθώς επίσης και χρήση Ελληνικής και ξένης βιβλιογραφίας.

Με το πέρας της μεταπτυχιακής μου εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα κ. Κουμαντάκη Ιωάννη - Ομότιμο Καθηγητή της Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργών του Ε.Μ.Π., για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα.

Θερμές ευχαριστίες οφείλω στον Δρ. Σαμπατακάκη Παναγιώτη - Υδρογεωλόγο για την παροχή μεγάλου μέρους των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία καθώς επίσης και για την καθοδήγησή του.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην Δρ. Βασιλείου Ελένη της Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργών του Ε.Μ.Π., για την αμέριστη βοήθεια και καθοδήγηση που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια της ενασχόλησής μου με την παρούσα εργασία, καθώς επίσης και για τις καίριες και πολύτιμες συμβουλές της.

Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	3
Ευρετήριο Διαγραμμάτων	6
Ευρετήριο Πινάκων.....	10
Ευρετήριο Εικόνων	11
Περίληψη.....	14
Abstract	16
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	18
1.1 Νερό - Υδρολογικός Κύκλος.....	18
1.2 Υδροφόρος ορίζοντας.....	22
2. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	24
3.1 Επεξεργασία βροχομετρικών και θερμοκρασιακών δεδομένων	27
4. ΓΕΩΛΟΓΙΑ	30
4.1 Ιόνιος ενότητα	30
4.2 Ενότητα Γαβρόβου	32
4.3 Ενότητα Πίνδου.....	33
4.4 Νεογενείς και τεταρτογενείς σχηματισμοί	34
5. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.....	37
6. ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ	39
6.1 Καρστικοί σχηματισμοί.....	39
6.2 Κοκκώδεις σχηματισμοί	40
6.3 Ρωγμώδεις σχηματισμοί	40
7. ΥΠΟΓΕΙΑ ΥΔΡΟΦΟΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	41
7.1 Κύρια συστήματα	41
7.1.1 Καρστικό υποσύστημα Ωλονού - Πίνδου (0413)	41
7.1.2 Καρστικό υποσύστημα Εμπεσού (0416)	42
7.1.3 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511)	42
7.1.4 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a).....	43
7.1.5 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c).....	43
7.1.6 Κοκκώδεις σύστημα Άρτας (0516)	44
7.2 Δευτερεύοντα συστήματα	45
7.2.1 Καρστικό σύστημα Γραϊκικού (0519).....	45
7.2.2 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526).....	45
8. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ	46

8.1 Θερμοκρασία (T).....	49
8.2 Ηλεκτρική αγωγιμότητα (E.C)	50
8.3 Σύνολο διαλυμένων στερεών (T.D.S)	61
8.4 Ενεργός οξύτητα (pH)	74
8.5 Σκληρότητα (TH)	85
8.6 Συντελεστής προσρόφησης Νατρίου ή κίνδυνος Νατρίου (SAR)- Διάγραμμα Wilcox	96
8.7 Δείκτης κορεσμού - Saturation Index (SI).....	106
8.8 Ιοντικοί λόγοι	112
8.9 Διαγράμματα Gibbs.....	141
9. ΑΝΑΛΥΣΗ-ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΩΝ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	147
9.1 Διάγραμμα Piper.....	147
9.2 Διάγραμμα Durov	157
9.3 Σύνοψη υδροχημικών τύπων του νερού των υπόγειων υδατικών συστημάτων	168
9.4 Διάγραμμα HFE.....	169
10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	174
11. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	177
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	180

Ευρετήριο Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1 Μέγιστες θερμοκρασίες 2012-2017 (ΕΑΑ., 2018).....	28
Διάγραμμα 2 Ελάχιστες θερμοκρασίες 2012-2017 (ΕΑΑ., 2018)	28
Διάγραμμα 3 Συνολική βροχόπτωση 2012-2017 (ΕΑΑ., 2018).....	29
Διάγραμμα 4 Καρστικά υποσύστημα Ωλονού - Πίνδου (0413) - Διακύμανση της E.C	52
Διάγραμμα 5 Καρστικά υποσύστημα Εμπεσού (0416) - Διακύμανση της E.C	53
Διάγραμμα 6 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - Διακύμανση της E.C.....	54
Διάγραμμα 7 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - Διακύμανση της E.C	55
Διάγραμμα 8 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - Διακύμανση της E.C.....	55
Διάγραμμα 9 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - Διακύμανση της E.C.....	57
Διάγραμμα 10 Καρστικό σύστημα Γραικικού (0519) - Διακύμανση της E.C	58
Διάγραμμα 11 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - Διακύμανση της E.C	59
Διάγραμμα 12 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού-Πίνδου (0413) - Διακύμανση των T.D.S .	64
Διάγραμμα 13 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - Διακύμανση των T.D.S	65
Διάγραμμα 14 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - Διακύμανση των T.D.S.....	66
Διάγραμμα 15 Καρστικό σύστημα Γραικικού (0519) - Διακύμανση των T.D.S	67
Διάγραμμα 16 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - Διακύμανση των T.D.S.....	68
Διάγραμμα 17 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - Διακύμανση των T.D.S	69
Διάγραμμα 18 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - Διακύμανση των T.D.S.....	69
Διάγραμμα 19 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - Διακύμανση των T.D.S.....	71
Διάγραμμα 20 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού - Πίνδου (0413) - Διακύμανση του pH	76
Διάγραμμα 21 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - Διακύμανση του pH.....	77
Διάγραμμα 22 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - Διακύμανση του pH.....	78
Διάγραμμα 23 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - Διακύμανση του pH.....	79
Διάγραμμα 24 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - Διακύμανση του pH.....	79
Διάγραμμα 25 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - Διακύμανση του pH.....	81
Διάγραμμα 26 Καρστικό σύστημα Γραικικού (0519) - Διακύμανση του pH	82
Διάγραμμα 27 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - Διακύμανση του pH	83
Διάγραμμα 28 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού - Πίνδου (0413) - Διακύμανση της TH	86
Διάγραμμα 29 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - Διακύμανση της TH	87
Διάγραμμα 30 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - Διακύμανση της TH.....	88
Διάγραμμα 31 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - Διακύμανση της TH.....	89
Διάγραμμα 32 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - Διακύμανση της TH.....	89
Διάγραμμα 33 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - Διακύμανση της TH.....	91
Διάγραμμα 34 Καρστικό σύστημα Γραικικού (0519) - Διακύμανση της TH.....	92
Διάγραμμα 35 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - Διακύμανση της TH.....	93

Διάγραμμα 36 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού - Πίνδου (0413) - Wilcox	99
Διάγραμμα 37 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) και Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - Wilcox	100
Διάγραμμα 38 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - Wilcox.....	101
Διάγραμμα 39 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - Wilcox	102
Διάγραμμα 40 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - Wilcox	103
Διάγραμμα 41 Καρστικό σύστημα Γραικικού (0519) - Wilcox.....	104
Διάγραμμα 42 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - Wilcox.....	105
Διάγραμμα 43 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού-Πίνδου (0413) - Δείκτης κορεσμού (S.I-T.D.S)	107
Διάγραμμα 44 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - Δείκτης κορεσμού (S.I-T.D.S) 107	
Διάγραμμα 45 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - Δείκτης κορεσμού (S.I-T.D.S).....	108
Διάγραμμα 46 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - Δείκτης κορεσμού (S.I-T.D.S)	108
Διάγραμμα 47 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - Δείκτης κορεσμού (S.I-T.D.S).....	109
Διάγραμμα 48 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - Δείκτης κορεσμού (S.I-T.D.S).....	109
Διάγραμμα 49 Καρστικό σύστημα Γραικικού (0519) - Δείκτης κορεσμού (S.I-T.D.S)	110
Διάγραμμα 50 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - Δείκτης κορεσμού (S.I-T.D.S).....	110
Διάγραμμα 51 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού-Πίνδου (0413) - (Ιοντικοί λόγοι - Mg/Ca)	116
Διάγραμμα 52 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού-Πίνδου (0413) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/K) 116	
Διάγραμμα 53 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού-Πίνδου (0413) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/Cl)117	
Διάγραμμα 54 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού-Πίνδου (0413) - (Ιοντικοί λόγοι - Cl/SO ₄)	117
Διάγραμμα 55 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού-Πίνδου (0413) - (Ιοντικοί λόγοι - Συντελεστής Revelle)	118
Διάγραμμα 56 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - (Ιοντικοί λόγοι - Mg/Ca)	119
Διάγραμμα 57 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/K).....	119
Διάγραμμα 58 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/Cl).....	120
Διάγραμμα 59 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - (Ιοντικοί λόγοι - Cl/SO ₄)	120
Διάγραμμα 60 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - (Ιοντικοί λόγοι - Συντελεστής Revelle)	121
Διάγραμμα 61 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - (Ιοντικοί λόγοι - Mg/Ca).....	122
Διάγραμμα 62 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/K).....	122
Διάγραμμα 63 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/Cl).....	123
Διάγραμμα 64 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - (Ιοντικοί λόγοι - Cl/SO ₄)	123
Διάγραμμα 65 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - (Ιοντικοί λόγοι - Συντελεστής Revelle)	124

Διάγραμμα 66 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - (Ιοντικοί λόγοι - Mg/Ca).....	125
Διάγραμμα 67 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/K)	125
Διάγραμμα 68 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/Cl)	126
Διάγραμμα 69 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - (Ιοντικοί λόγοι - Cl/SO ₄).....	126
Διάγραμμα 70 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - (Ιοντικοί λόγοι - Συντελεστής Revelle)	127
Διάγραμμα 71 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - (Ιοντικοί λόγοι - Mg/Ca).....	128
Διάγραμμα 72 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/K)	128
Διάγραμμα 73 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/Cl)	129
Διάγραμμα 74 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - (Ιοντικοί λόγοι - Cl/SO ₄)	129
Διάγραμμα 75 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - (Ιοντικοί λόγοι - Συντελεστής Revelle)	130
Διάγραμμα 76 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - (Ιοντικοί λόγοι - Mg/Ca)	131
Διάγραμμα 77 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/K).....	131
Διάγραμμα 78 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/Cl).....	132
Διάγραμμα 79 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - (Ιοντικοί λόγοι - Cl/SO ₄)	132
Διάγραμμα 80 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - (Ιοντικοί λόγοι - Συντελεστής Revelle)	133
Διάγραμμα 81 Καρστικό σύστημα Γραικικού (0519) - (Ιοντικοί λόγοι - Mg/Ca).....	134
Διάγραμμα 82 Καρστικό σύστημα Γραικικού (0519) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/K)	134
Διάγραμμα 83 Καρστικό σύστημα Γραικικού (0519) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/Cl)	135
Διάγραμμα 84 Καρστικό σύστημα Γραικικού (0519) - (Ιοντικοί λόγοι - Cl/SO ₄).....	135
Διάγραμμα 85 Καρστικό σύστημα Γραικικού (0519) - (Ιοντικοί λόγοι - Συντελεστής Revelle)	136
Διάγραμμα 86 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - (Ιοντικοί λόγοι - Mg/Ca).....	137
Διάγραμμα 87 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/K)	137
Διάγραμμα 88 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/Cl)	138
Διάγραμμα 89 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - (Ιοντικοί λόγοι - Cl/SO ₄).....	138
Διάγραμμα 90 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - (Ιοντικοί λόγοι - Συντελεστής Revelle)	139
Διάγραμμα 91 Διαγράμματα Gibbs (Sajil Kumar J.P., Jegathambal P., James J. E., 2014) .	141
Διάγραμμα 92 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού-Πίνδου (0413) - Διαγράμματα Gibbs....	142
Διάγραμμα 93 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - Διαγράμματα Gibbs.....	142
Διάγραμμα 94 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - Διαγράμματα Gibbs	143
Διάγραμμα 95 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - Διαγράμματα Gibbs	143
Διάγραμμα 96 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - Διαγράμματα Gibbs	144
Διάγραμμα 97 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - Διαγράμματα Gibbs	144
Διάγραμμα 98 Καρστικό σύστημα Γραικικού (0519) - Διαγράμματα Gibbs	145

Διάγραμμα 99 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - Διαγράμματα Gibbs	145
Διάγραμμα 100 Διάγραμμα Piper (Ανδρεαδάκης Ε., 2014).....	147
Διάγραμμα 101 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού - Πίνδου (0413) - Piper	148
Διάγραμμα 102 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - Piper.....	149
Διάγραμμα 103 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - Piper.....	150
Διάγραμμα 104 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - Piper	151
Διάγραμμα 105 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - Piper.....	152
Διάγραμμα 106 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - Piper.....	153
Διάγραμμα 107 Καρστικό σύστημα Γραικικού (0519) - Piper	155
Διάγραμμα 108 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - Piper	156
Διάγραμμα 109 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού - Πίνδου (0413) - Durov.....	159
Διάγραμμα 110 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - Durov.....	160
Διάγραμμα 111 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - Durov	161
Διάγραμμα 112 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - Durov	162
Διάγραμμα 113 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - Durov	163
Διάγραμμα 114 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - Durov	164
Διάγραμμα 115 Καρστικό σύστημα Γραικικού (0519) - Durov	165
Διάγραμμα 116 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - Durov	166
Διάγραμμα 117 Διάγραμμα HFE (Giménez-Forcada E., 2010).....	169
Διάγραμμα 118 Καρστικό σύστημα Ωλονού - Πίνδου (0413) - HFE.....	170
Διάγραμμα 119 Καρστικό σύστημα Εμπεσού (0416), Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511), Καρστικό σύστημα Γραικικού (0519), Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - HFE.....	171
Διάγραμμα 120 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - HFE.....	172
Διάγραμμα 121 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - HFE.....	172
Διάγραμμα 122 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - HFE.....	173

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1 Συμμετοχή λιθολογικών σχηματισμών λεκάνη του Άραχθου (Καρύμπαλης Ε. , Τέγου Ε., Τσαλκτζή Ο., 2001).	36
Πίνακας 2 Χαρακτηρισμός του νερού βάση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C) (Σούλιος Γ., 2006).....	50
Πίνακας 3 Χαρακτηρισμός του νερού βάση ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C) (Rhoades J., Kandiah A. & Mashali A., 1992)	50
Πίνακας 4 Χαρακτηρισμός του νερού βάση του συνόλου των διαλυμένων στερεών (T.D.S) (Βουδούρης Κ., 2006)	62
Πίνακας 5 Χαρακτηρισμός του νερού βάση του συνόλου των διαλυμένων στερεών (T.D.S) (Rhoades J., Kandiah A., & Mashali A., 1992).....	62
Πίνακας 6 Ταξινόμηση των νερών με βάση τη σκληρότητα (Βουδούρης Κ., 2006).....	85
Πίνακας 7 Δείκτης κορεσμού (SI or LSI) (Leitz F. and Guerra K., 2013).....	106
Πίνακας 8 Τιμές ιοντικού λόγου Mg/Ca βάσει της προέλευσης του νερού (Βουδούρης Κ., 2006).....	113
Πίνακας 9 Τιμές ιοντικού λόγου Na/K βάσει της προέλευσης του νερού (Κ. Βουδούρης, 2006).....	113
Πίνακας 10 Τιμές ιοντικού λόγου Na/Cl βάσει της προέλευσης του νερού (Σούλιος Γ., 2006)	114
Πίνακας 11 Τιμές ιοντικού λόγου Cl/SO ₄ βάσει της προέλευσης του νερού (Σούλιος Γ., 2006)	114
Πίνακας 12 Ανώτερες Αποδεκτές Τιμές παραμέτρων ποσιμότητας νερού βάση ΚΥΑ_3282_2017(ΦΕΚ 3282/Β/19.9.2017).....	115

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1 Παγκόσμια Κατανομή Νερού (Perlman H., Μακρόπουλος Χ., Κουτσογιάννης Δ., 2005).....	18
Εικόνα 2 Υδρολογικός Κύκλος και Παγκόσμιο Μέσο Ετήσιο Υδρολογικό Ισοζύγιο (Μαμάσης Ν., 2011).....	21
Εικόνα 3 Απεικόνιση υδροφόρων οριζόντων (Ανδρεαδάκης Ε., 2014).....	23
Εικόνα 4 Απεικόνιση της μορφολογίας της Λεκάνης Απορροής του Ποταμού Αράχθου (Surfer 8).....	26
Εικόνα 5 Βροχομετρικοί σταθμοί Λεκάνης Απορροής του Ποταμού Αράχθου (Google Earth).....	27
Εικόνα 6 Χάρτης των γεωτεκτονικών ενοτήτων του υδατικού διαμερίσματος της Ηπείρου (Νικολάου Ε., 2010).....	35
Εικόνα 7 Σημεία υδροληψίας στη λεκάνη του ποταμού Αραχθού (Google earth)	48
Εικόνα 8 Καρστικά υποσύστημα Ωλονού - Πίνδου (0413)-Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C) (Surfer 8).....	52
Εικόνα 9 Καρστικά υποσύστημα Εμπεσού (0416)-Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C) (Surfer 8).....	53
Εικόνα 10 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C) (Surfer 8).....	54
Εικόνα 11 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) και Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C) (Surfer 8).....	56
Εικόνα 12 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C) (Surfer 8).....	57
Εικόνα 13 Καρστικό σύστημα Γραικικού (0519) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C) (Surfer 8).....	58
Εικόνα 14 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C) (Surfer 8).....	59
Εικόνα 15 Χάρτης απεικόνισης της διακύμανσης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C) (Google earth).....	60
Εικόνα 16 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού-Πίνδου (0413) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης του συνόλου των διαλυμένων στερεών (T.D.S) (Surfer 8).....	64
Εικόνα 17 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης του συνόλου των διαλυμένων στερεών (T.D.S) (Surfer 8).....	65
Εικόνα 18 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης του συνόλου των διαλυμένων στερεών (T.D.S) (Surfer 8).....	66

Εικόνα 19 Καρστικό σύστημα Γραϊκικού (0519) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης του συνόλου των διαλυμένων στερεών (T.D.S) (Surfer 8).....	67
Εικόνα 20 Καρστικό σύστημα Μετσόβου (0526) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης του συνόλου των διαλυμένων στερεών (T.D.S) (Surfer 8).....	68
Εικόνα 21 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) και Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - Χωρική κρκατανομή της διακύμανσης του συνόλου των διαλυμένων στερεών (T.D.S) (Surfer 8).....	70
Εικόνα 22 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης του συνόλου των διαλυμένων στερεών (T.D.S) (Surfer 8).....	71
Εικόνα 23 Χάρτης απεικόνισης Συνόλου Διαλυμένων Στερεών (TDS) (Google earth).....	73
Εικόνα 24 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού - Πίνδου (0413) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ενεργούς οξύτητας (pH) (Surfer 8).....	76
Εικόνα 25 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ενεργούς οξύτητας (pH) (Surfer 8).....	77
Εικόνα 26 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ενεργούς οξύτητας (pH) (Surfer 8).....	78
Εικόνα 27 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) και Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ενεργούς οξύτητας (pH) (Surfer 8).....	80
Εικόνα 28 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ενεργούς οξύτητας (pH) (Surfer 8).....	81
Εικόνα 29 Καρστικό σύστημα Γραϊκικού (0519) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ενεργούς οξύτητας (pH) (Surfer 8).....	82
Εικόνα 30 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ενεργούς οξύτητας (pH) (Surfer 8).....	83
Εικόνα 31 Χάρτης απεικόνισης Ενεργούς Οξύτητας (ph) (Google earth).....	84
Εικόνα 32 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού - Πίνδου (0413) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της σκληρότητας (TH) (Surfer 8).....	86
Εικόνα 33 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της σκληρότητας (TH) (Surfer 8).....	87
Εικόνα 34 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της σκληρότητας (TH) (Surfer 8).....	88
Εικόνα 35 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) και Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της σκληρότητας (TH) (Surfer 8).....	90
Εικόνα 36 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της σκληρότητας (TH) (Surfer 8).....	91
Εικόνα 37 Καρστικό σύστημα Γραϊκικού (0519) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της σκληρότητας (TH) (Surfer 8).....	92

Εικόνα 38 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της σκληρότητας (TH) (Surfer 8)	93
Εικόνα 39 Χάρτης απεικόνισης Σκληρότητας (TH) (Google earth)	94
Εικόνα 40 Διάγραμμα ταξινόμησης αρδευτικών νερών (Wilcox) (Βουδούρης Κ., 2006).....	97
Εικόνα 41 Διάγραμμα Durov	157

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική έχει ως αντικείμενο τη διερεύνηση των υδρογεωλογικών συνθηκών που επικρατούν στη λεκάνη απορροής του ποταμού Άραχθου (GR14), που ανήκει στο υδατικό διαμέρισμα της Ηπείρου (GR05). Σκοπός της διατριβής αυτής, είναι η σύνδεση των υδροχημικών παραμέτρων, των οκτώ υπόγειων υδατικών συστημάτων που συνθέτουν τη λεκάνη και η συσχέτισή τους με τις γεωλογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή μελέτης. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των υπογείων νερών της περιοχής έρευνας, καθορίζονται κυρίως από τη σύσταση των γεωλογικών σχηματισμών στους οποίους διαμορφώνονται και αναπτύσσονται.

Η λεκάνη απορροής του ποταμού Άραχθου γεωλογικά δομείται από τρεις τεκτονικές ενότητες: την Ιόνια ενότητα, την ενότητα της Πίνδου και την ενότητα του Γαβρόβου. Χαρακτηριστικοί γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής είναι οι ασβεστόλιθοι (CaCO_3), οι δολομίτες ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) και ο φλύσχης, ενώ τις πεδινές περιοχές καλύπτουν νεογενή και τεταρτογενή ιζήματα. Κύρια χαρακτηριστικά της τεκτονικής δομής της περιοχής είναι τα αντίκλινα, του σύγκλινο Ηπείρου - Ακαρνανίας και η ύπαρξη ρηγμάτων και ρηξιγενών ζωνών, με διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ και Α-Δ.

Στην παρούσα διατριβή αξιοποιήθηκαν δεδομένα από τις χημικές αναλύσεις προηγούμενης μελέτης του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.). Τα δεδομένα των χημικών αναλύσεων (παρατίθενται στο παράρτημα), επεξεργάστηκαν με το πρόγραμμα Aqua Chem, όπου δημιουργήθηκαν διαγράμματα Piper, Durov και Wilcox και αξιολογήθηκαν τα αποτελέσματα για την ποιοτική κατάσταση της λεκάνης απορροής του ποταμού Άραχθου. Επίσης υπολογίστηκαν και εξετάστηκαν μερικές από τις ειδικές παραμέτρους του νερού, όπως η ηλεκτρική αγωγιμότητα (E.C), η ενεργός οξύτητα (pH), τα διαλυμένα στερεά (T.D.S), η σκληρότητα (TH) καθώς και ο δείκτης κορεσμού (S.I). Τα αποτελέσματα των εργασιών αποτυπώθηκαν και παρουσιάστηκαν σε χάρτες οι οποίοι δημιουργήθηκαν με το πρόγραμμα Surfer 8.

Βάση των υδροχημικών χαρακτηριστικών, τα υπόγεια νερά μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τρεις βασικούς υδροχημικούς τύπους, Ca-HCO_3 , Ca-Mg-HCO_3 και Mg-Ca-HCO_3 , οι οποίοι συνδέονται άμεσα με την ύπαρξη ασβεστόλιθων και δολομιτών. Παρατηρούνται και άλλοι επτά υδροχημικοί τύποι με μικρότερη συχνότητα εμφάνισης. Στη λεκάνη οι τιμές των νιτρικών είναι χαμηλότερες των

ανώτερων αποδεκτών ορίων που καθορίζει η ΚΥΑ_3282_2017(ΦΕΚ 3282/Β/19.9.2017) παρόλο που η περιοχή βασίζεται στην γεωργία (Κάμπος Άρτας).

Τέλος ως προς την καταλληλότητα των νερών για άρδευση, σύμφωνα με τον συντελεστή προσρόφησης νατρίου (SAR) και το διάγραμμα Wilcox, τα υπόγεια νερά χαρακτηρίζονται πολύ καλής έως μέτριας ποιότητας. Τα υπόγεια νερά του καρστικού συστήματος της Άρτας (0515c) καθώς και ένα δείγμα της γεώτρησης 532 του κοκκώδους συστήματος της Άρτας (0516), παρουσιάζουν υψηλή αλατότητα, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε πρόβλημα στις καλλιέργειες και στη διαπερατότητα του εδάφους.

Όσον αφορά την ύδρευση, το βασικότερο πρόβλημα είναι οι υψηλές συγκεντρώσεις ασβεστίου (Ca^{2+}) και μαγνησίου (Mg^{2+}) που καθιζάνουν και δημιουργούν ιζήματα αλάτων στους σωλήνες ύδρευσης.

Abstract

This thesis aims to investigate the hydrogeology's conditions of Arachthos (GR14) river basin in Epirus (river basin district GR05) . In the frames of this study, the hydrochemical parameters of the eight aquifers, which exist in the basin, connected with the geological conditions of the study area. The ground water quality is defined by the texture of the geological formations, in which the ground water is host to and circulates.

Regarding the area's geological setting, the Arachthos river basin predominantly consists of three stratigraphic units: Ionian Unit, Pindos Unit and Gabbrovos Unit. The dominants geological formations are limestone (CaCO_3), dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) and flysch, while the plain areas consist of neogenic and quaternaric sediments. The main tectonic features structure of the area is the anticlines, the Epirus – Akarnania syncline and the existence of faults and fault zones on NNW-SSE and E-W direction.

In this study utilized chemical data from a previous study of Institute of Geology & Mineral Exploration (I.G.M.E.). Data analyzed with AquaChem program and Piper, Durov and Wilcox diagrams were constructed and exported results from the chemical status of Arachthos river basin. Also calculate some of the water field measurements, like E.C, pH, T.D.S, TH and Saturation Index (S.I). Moreover a part of data illustrated in maps which generated with Surfer 8 program.

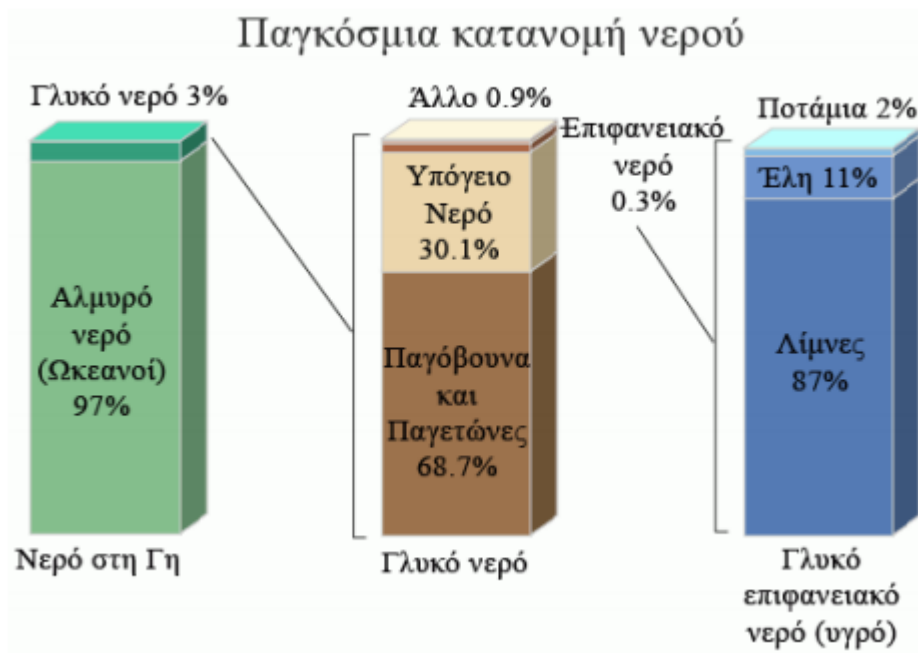
According to their hydrochemical characteristics, groundwater can be divided into these three main types, Ca-HCO_3 , Ca-Mg-HCO_3 and Mg-Ca-HCO_3 , which connected with the persistence of limestone and dolomite rocks. Furthermore, it is presented seven different hydrochemical type of groundwater. Normal NO_3^- concentrations in the basin are related the normal use of fertilizers, against that this area is agricultural (plain of Arta).

Finally, taking into account the usability of the groundwater for irrigation, purposes the biggest amount of the water in the basin is characterized as of very good to medium quality, according to Sodium adsorption ratio (SAR) quality parameter and Wilcox diagram. A small part of groundwater have high salinity and will lead to a decrease in permeability of the soil to water, leading to problems with crop production. As for the usability of the water supply, the high concentrations of calcium (Ca^{2+}) and magnesium (Mg^{2+}) deposits, can corrode the pipes.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Νερό - Υδρολογικός Κύκλος

Το νερό καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας της Γής περίπου 70% εκ του οποίου το 96,5% είναι αλμυρό και το υπόλοιπο 2.5% γλυκό. Το 69% του γλυκού νερού συναντάται στους πόλους, το 30% είναι υπόγειο και το 1% ρέει επιφανειακά. Ακόμα το νερό είναι σημαντικός παράγοντας στη διαμόρφωση της γεωλογίας και της γεωμορφολογίας, μέσω των μηχανισμών της διάβρωσης, της αποσάθρωσης, της χαλάρωσης, της ενυδάτωσης, της εξαλλοίωσης, της προσρόφησης και της κατακράτησης. Ακολουθεί η σχηματική απεικόνιση την παγκόσμιας κατανομής του νερού (Perlman H., Μακρόπουλος Χ., Κουτσογιάννης Δ., 2005).



Εικόνα 1 Παγκόσμια Κατανομή Νερού (Perlman H., Μακρόπουλος Χ., Κουτσογιάννης Δ., 2005)

Συναντάται σε τρεις φάσεις, τη στερεή (πάγος), την υγρή (κάθε είδους νερό) και την αέρια (υδρατμοί).

Η στερεή φάση του νερού συναντάται σε θερμοκρασίες κάτω από 0° (σημείο τήξης) όπου μετατρέπεται σε πάγο. Η μεταβολή αυτή έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου του νερού. Αυτό μπορεί να έχει επίδραση στα υδραυλικά έργα και στους γεωλογικούς σχηματισμούς, κυρίως στους βραχώδεις, όπου εξαιτίας του νερού που

βρίσκεται στις διαρρήξεις τους και έτσι εξαιτίας της αύξησης του όγκου του, επέρχεται ο κατακερματισμός αυτών.

Το χιόνι είναι μια ενδιάμεση κατάσταση και ερμηνεύεται ως η βροχόπτωση των υδρατμών σε θερμοκρασίες πλησίον των 0°C.

Το νερό μεταβαίνει στην αέρια φάση του σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 100°C (σημείο βρασμού). Η μεταβολή φάσης από υγρή σε αέρια κάποιων μορίων νερού σε μικρότερες θερμοκρασίες έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία υδρατμών.

Τέλος η υγρή φάση που είναι η πιο συνηθισμένη κατάσταση του νερού, βρίσκεται ανάμεσα στα θερμοκρασιακά όρια των δυο παραπάνω φάσεων.

Το σύνολο των φάσεων του νερού καθώς και οι διαδικασίες που συντελούν στην αλλαγή αυτών ορίζουν τον υδρολογικό κύκλο.

Πιο αναλυτικά ο υδρολογικός κύκλος αποτελείται από μια σειρά διαδικασιών που περιγράφουν την κίνηση του νερού στην υδρόσφαιρα, την ατμόσφαιρα, την ξηρά και στο υπέδαφος.

Ο κύκλος του νερού ή αλλιώς υδρολογικός κύκλος μπορεί να εκφρασθεί μέσω της σχέσης του υδρολογικού ισοζυγίου.

$$P=E+R+I$$

όπου:

P: ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα

E: εξατμισοδιαπνοή

R: επιφανειακή απορροή

I: κατείσδυση

(Βουδούρης Κ., 2006)

Οι ωκεανοί καταλαμβάνουν την μεγαλύτερη έκταση στην επιφάνεια της Γης και για αυτό το λόγο η περιγραφή του υδρολογικού κύκλου, ξεκινάει από αυτούς. Το νερό που εξατμίζεται από τους ωκεανούς κάτω από κάποιες συνθήκες συμπυκνώνεται και δημιουργεί τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (βροχή, το χιόνι, η πάχνη, ο δρόσος κ.λ.π.).

Το μεγαλύτερο ποσοστό των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων επιστρέφει στους ωκεανούς, ακολουθώντας την ίδια διαδικασία. Ένα άλλο τμήμα είτε εξατμίζεται πριν προλάβει να φθάσει στην ξηρά (μικρό ποσοστό), είτε αμέσως μόλις έρθει σε επαφή με αυτή. Το υπόλοιπο ποσοστό των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων ακολουθεί κάποια από τις παρακάτω διαδικασίες: (Λέκκας Σ., Αλεξόπουλος Α., 2009).

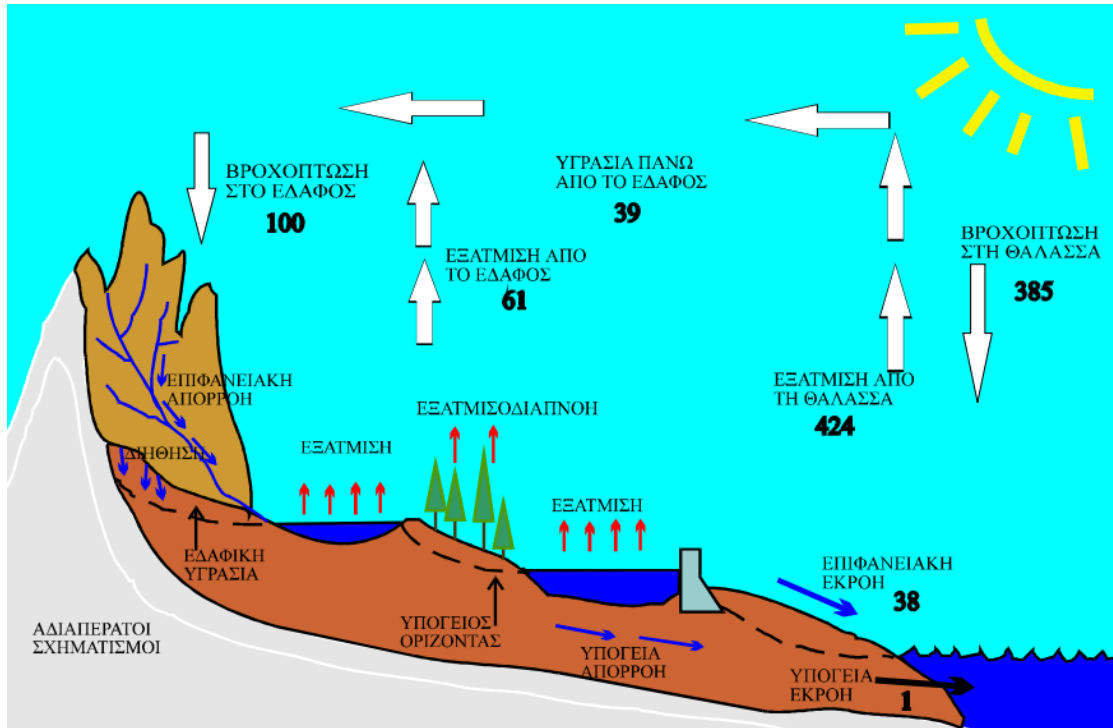
Η διαδικασία κατά την οποία το νερό ρέει επιφανειακά και λόγω της βαρύτητας καταλήγει στις λίμνες και στη θάλασσα καλείται επιφανειακή απορροή. Επηρεάζεται άμεσα από τους κλιματικούς (ένταση βροχοπτώσεων, άνεμος, εξάτμιση και υγρασία αέρα), τους γεωμορφολογικούς (κλίση λεκάνης απορροής, υδρογραφική πυκνότητα), και τους λιθολογικούς (είδος πετρώματος και περατότητα) παράγοντες που επικρατούν καθώς και τη φυτοκάλυψη (Βουδούρης Κ., 2006).

Επίσης ένα τμήμα των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων κατυσδύει στο υπέδαφος, μέσω των ρωγμών, των πόρων, των ασυνεχειών και των ρηγμάτων της ξηράς, σχηματίζοντας το υπόγειο νερό. Το ποσοστό της κατείσδυσης εξαρτάται από την μορφολογική κλίση, την λιθολογική σύσταση, την διαπερατότητα και την φυτοκάλυψη του εδάφους αλλά και από την ένταση και τη διάρκεια της βροχόπτωσης. Το υπόγειο νερό καταλήγει στη θάλασσα, τροφοδοτεί τους ποταμούς, εκφορτίζει από πηγές ή επιστρέφει στην ατμόσφαιρα μέσω του ριζικού συστήματος και της διαπνοής των φυτών.

Τέλος εκτός από την εξάτμιση στους ωκεανούς και της διαπνοής των φυτών που προαναφέρθηκαν, το νερό επιστρέφει στην ατμόσφαιρα και μέσω της εξάτμισης από τη θάλασσα, τις λίμνες αλλά και από τα στρώματα που είναι κοντά στην επιφάνεια της Γης. Το σύνολο αυτών των περιπτώσεων καλείται εξατμισοδιαπνοή (Λέκκας Σ., Αλεξόπουλος Α., 2009).

Όλα τα παραπάνω μεγέθη μπορούν να εκφραστούν σε ποσοστό επί τοις εκατό (%), σε ύψος (mm) ή σε όγκο (m³) νερού. Στην τελευταία περίπτωση, πρέπει να είναι γνωστά η έκταση της λεκάνης ή της εμφάνισης του γεωλογικού σχηματισμού (Ανδρεαδάκης Ε., 2014).

Ακολουθεί η απεικόνιση του υδρολογικού κύκλου και τα μέσα ετήσια ποσοστά του υδρολογικού ισοζυγίου παγκοσμίως (Μαμάσης Ν., 2011).



Εικόνα 2 Υδρολογικός Κύκλος και Παγκόσμιο Μέσο Ετήσιο Υδρολογικό Ισοζύγιο (Μαμάσης Ν., 2011)

1.2 Υδροφόρος ορίζοντας

Υδροφόρος ορίζοντας είναι ο γεωλογικός σχηματισμός ή το πέτρωμα που το νερό που περιέχει ή ένα μέρος αυτού είναι εκμεταλλεύσιμο (Ανδρεαδάκης Ε., 2014). Το υποκείμενο στρώμα του υδροφόρου είναι αδιαπέρατος ή ημιπερατός σχηματισμός, ενώ ο υπερκείμενος μπορεί να είναι υδροπερατός, αδιαπέρατος ή ημιπερατός. Υπάρχουν τρεις κατηγορίες υδροφόρων οριζόντων:

- Ελεύθερος

Μεταξύ της ελεύθερης επιφάνειας (στάθμης) και της επιφάνειας του εδάφους δεν παρεμβάλλεται αδιαπέρατος σχηματισμός. Η πιεζομετρική επιφάνεια βρίσκεται μέσα στον υδροφόρο (Ανδρεαδάκης Ε., 2014).

Στην περίπτωση που πάνω από έναν ελεύθερο υδροφόρο ορίζοντα, η διάταξη των πετρωμάτων σχηματίζει έναν μικρότερου μεγέθους και τοπικού χαρακτήρα ελεύθερο υδροφόρο ορίζοντα, τότε ο δεύτερος ονομάζεται επικρεμάμενος (Κουστογιάννης Δ., Ξανθόπουλος Θ., 1999).

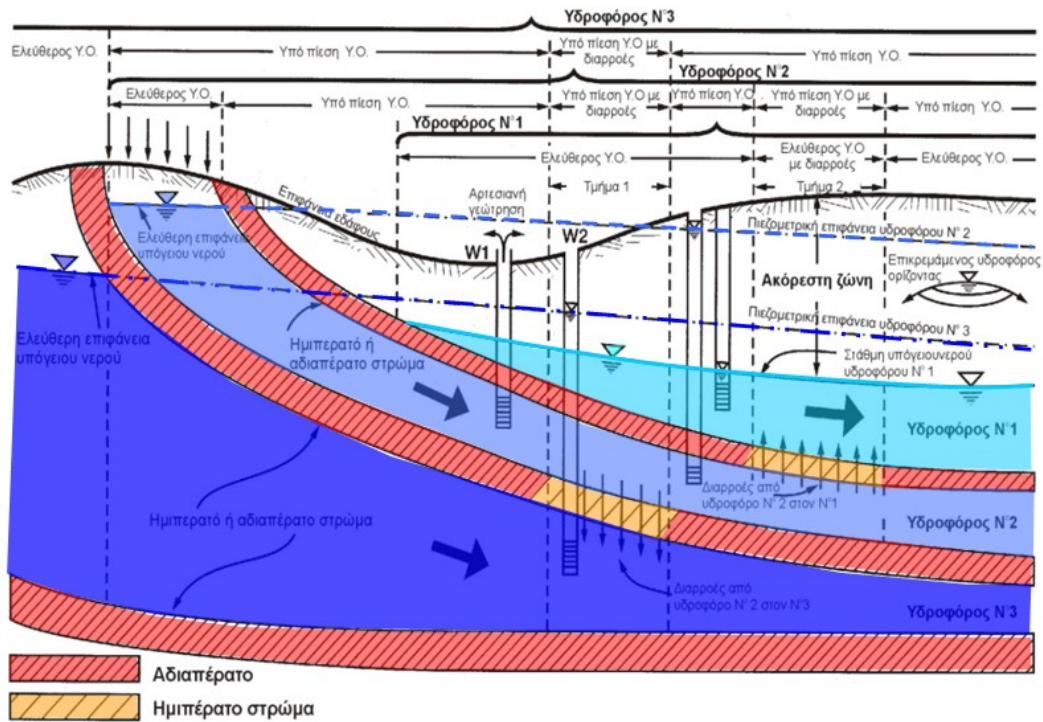
- Υπό πίεση

Ο υποκείμενος και ο υπερκείμενος σχηματισμός του υδροφόρου είναι αδιαπέρατοι σχηματισμοί. Η πιεζομετρική επιφάνεια βρίσκεται ψηλότερα από τον υδροφόρο (Ανδρεαδάκης Ε., 2014).

Ακόμα όταν η πιεζομετρική επιφάνεια είναι πάνω από την επιφάνεια του εδάφους τότε ο υδροφόρος ορίζοντας ονομάζεται αρτεσιανός (Κουστογιάννης Δ., Ξανθόπουλος Θ., 1999).

- Ημιπερατός (με διαρροές)

Όταν το υπερκείμενο ή/και το υποκείμενο στρώμα έχουν περατότητα μικρότερη από αυτή του υδροφόρου, τότε ο υδροφόρος ορίζοντας ονομάζεται ημιελεύθερος. Ενώ όταν η διαφορά περατότητας είναι ελάχιστη ονομάζεται, μερικώς υπό πίεση (Λέκκας Σ., Αλεξόπουλος Α., 2009).



Εικόνα 3 Απεικόνιση υδροφόρων οριζόντων (Ανδρεαδάκης Ε., 2014)

Οι υδροφόροι κατατάσσονται ακόμα, και σε κατηγορίες ανάλογα με την σύσταση των πετρωμάτων τους. Οι δυο κατηγορίες είναι:

- Καρστικοί

Υδροφόροι που αποτελούνται από ανθρακικούς σχηματισμούς.

- Πορώδεις

Υδροφόροι που αναπτύσσονται σε κοκκώδεις σχηματισμούς όπως είναι οι τεταρτογενείς και νεογενείς αποθέσεις (Βουδούρης Κ., 2010).

2. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Το ανάγλυφο μιας περιοχής διαμορφώνεται κυρίως από τη δράση του αέρα και του νερού. Τα παραπάνω έχουν ως συνέπεια την διάβρωση και την αποσάθρωση των πετρωμάτων και των γεωλογικών σχηματισμών. Η λιθολογία της περιοχής και η τεκτονική καταπόνηση του πετρώματος είναι δυο παράγοντες που επηρεάζουν τις ανωτέρω διαδικασίες. Τέλος σημαίνουντα ρόλο έχουν οι φυσικομηχανικές (π.χ. θραύση πετρώματος από την πήξη του νερού) και οι χημικές συνθήκες (π.χ. διάλυση ανθρακικών πετρωμάτων) που επικρατούν (Μερτζάνης Α., 1985).

Η έκταση της λεκάνης απορροής του Άραχθου είναι περίπου 2160 km². Είναι ο μεγαλύτερος ποταμός της Ηπείρου και ο όγδοος της χώρας. Βρίσκεται στο ανατολικό τμήμα του υδατικού διαμερίσματος και έχει μακρόστενο, επίμηκες σχήμα. Οι υπολεκάνες του Άραχθου ξεκινώντας από τη μεγαλύτερη είναι αυτές του ποταμού Καλεντίνη, του Καλαρίτικου, του Μετσοβίτικου, του Βάρδα και του Διπόταμου.. Επιπλέον αποστραγγίζει τα Τζουμέρκα και τον ορεινό όγκου του Λάκμου (Νικολάου Ε., 2010).

Ο ποταμός Άραχθος πηγάζει από το Μέτσοβο σε υψόμετρο 1700 m και εκβάλλει στον Αμβρακικό κόλπο. Το μήκος του φθάνει τα 115 km ενώ σχεδόν σε όλη τη διαδρομή του είναι παράλληλα στον ποταμό Λούρο (Νικολάου Ε., 2010). Η διεύθυνση της κύριας κοίτης είναι ΒΒΔ-ΝΝΑ (Βруνιώτη Δ., Παπαδοπούλου Κ., 2004).

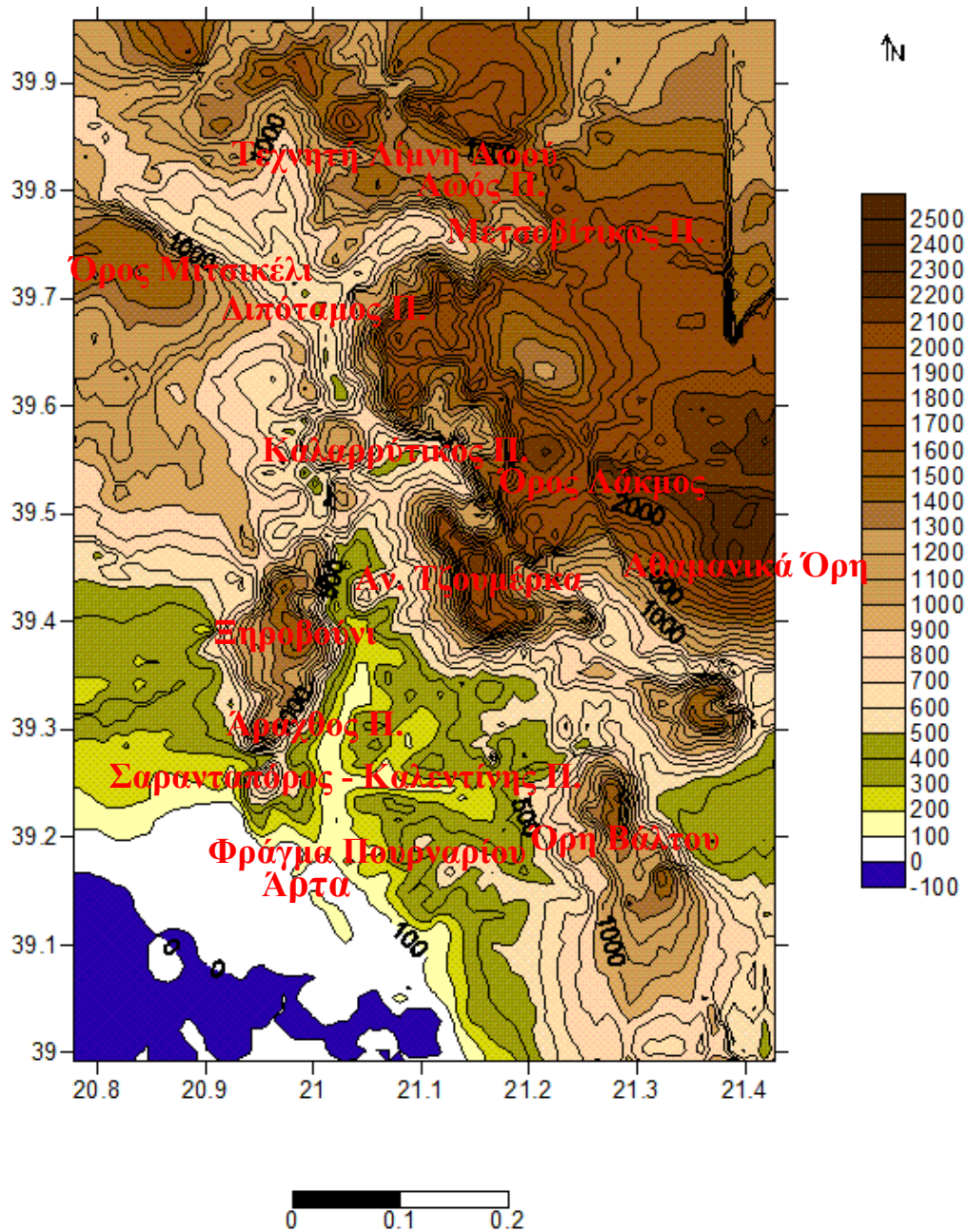
Το υδατικό διαμέρισμα της Ηπείρου (GR05) αποτελεί ένα από τα ορεινότερα της Ελλάδας, αφού το 70% της επιφάνειας είναι ορεινή με μεγάλες κλίσεις. Η περιοχή μελέτης βρίσκεται σε μια από τις βαθύτερες χαράδρες με μέση κλίση 25,41% ενώ η μεγαλύτερη τιμή αγγίζει το 28,52% (Νικολάου Ε., 2010).

Η λεκάνη έχει μέσο υψόμετρο 854m. Οι μεγαλύτερες τιμές συναντώνται στο ΒΑ τμήμα, με μέγιστη τιμή τα 2428m (Κουτσογιάννης Δ., Μαρκόνης Ι., Κουκουβίνος Α., Μαμάσης Ν., 2010).

Οι κλάδοι του Άραχθου αναπτύσσονται κυρίως στο ανατολικό κομμάτι της λεκάνης ενώ δυτικά βρίσκεται μόνο το 15%. Οι κλάδοι πρώτης τάξης της δυτικής πλευράς είναι 27, δεύτερης 5 ενώ τρίτης μόνο 1. Από αυτούς τους κλάδους ο μεγαλύτερος δεν ξεπερνάει τα 5000 m. Ενώ στην ανατολική πλευρά οι κλάδοι πρώτης τάξης ξεπερνούν τους 50, της δεύτερης τάξης τους 30 της τρίτης τάξης ανέρχονται στους 7,

το δυτικό τμήμα δεν εμφανίζει ιδιαίτερη υδροφορία. Η ανομοιογενής ανάπτυξη των κλάδων οφείλεται στην επίδραση την τεκτονικής και στη διαφορετική λιθολογική σύσταση και διαπερατότητα των σχηματισμών που απαρτίζουν τα δυο τμήματα. λεκάνης (Νικολάου Ε., 2010).

Τέλος οι υδρολογικές συνθήκες της λεκάνης απορροής του ποταμού Άραχθου στο πέρασμα των χρόνων έχουν επηρεασθεί από την κατασκευή του φράγματος των πηγών του Αωού, και των φραγμάτων Πουρνάρι Ι και ΙΙ (Νικολάου Ε., 2010). Το φράγμα του Πουρναρίου μεταβάλλει σε μεγάλο βαθμό το υδατικό καθεστώς στα κατάντη του ποταμού (ΣΔΛΑΠ., 2013).

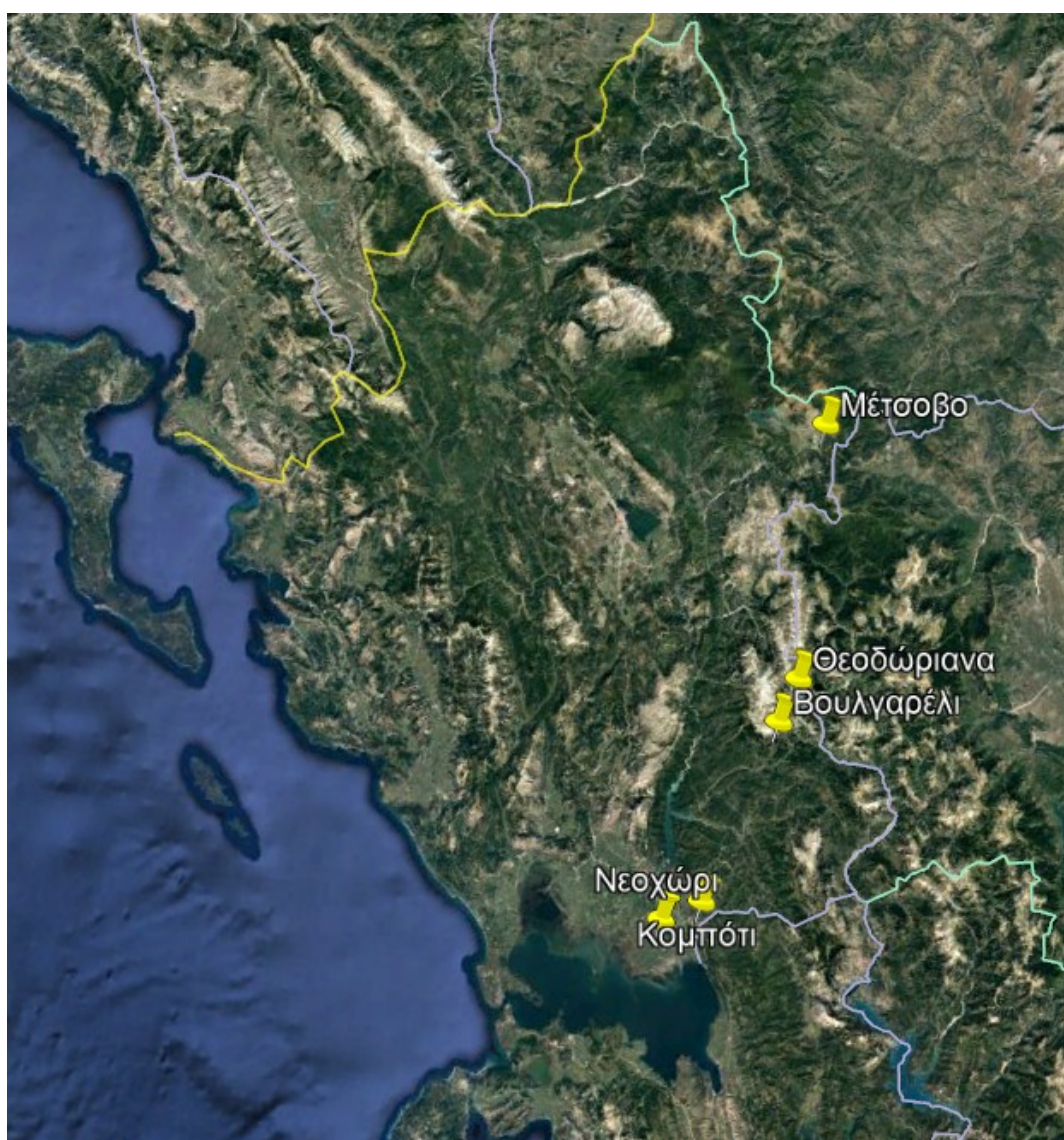


Εικόνα 4 Απεικόνιση της μορφολογίας της Λεκάνης Απορροής του Ποταμού Αράχθου (Surfer 8)

3. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

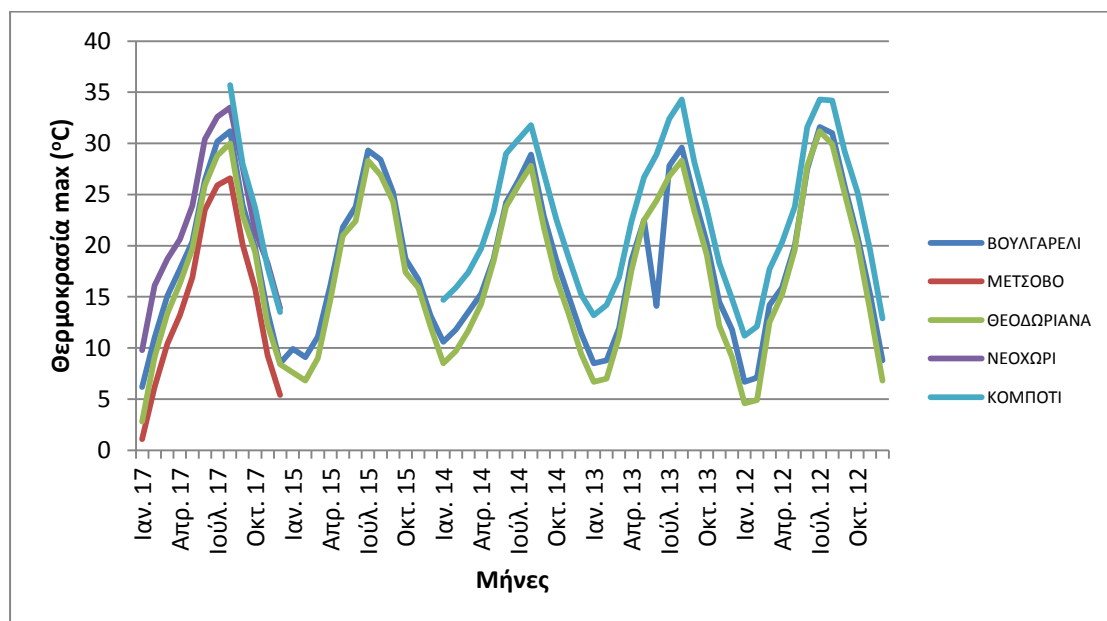
3.1 Επεξεργασία βροχομετρικών και θερμοκρασιακών δεδομένων

Η Ήπειρος αλλά και η λεκάνη απορροής του Άραχθου, εξαιτίας της γεωγραφικής θέσης και του αναγλύφου παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις στο κλίμα. Τα στοιχεία λήφθηκαν από τους 5 σταθμούς που εκτείνονται σε όλη στην έκταση της λεκάνης. Οι σταθμοί βρίσκονται στο Βουλγαρέλι σε υψόμετρο 760 m, στο Μέτσοβο στα 1240 m, στα Θεοδώριανα στα 974 m, στο Κομπότι στα 75 m και στο Νεοχώρι στα 5 m. Οι μετρήσεις σύμφωνα με το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (ΕΑΑ) αφορούν τη θερμοκρασία και τη βροχόπτωση σε μηνιαία βάση για 5 χρόνια (2012-2017).

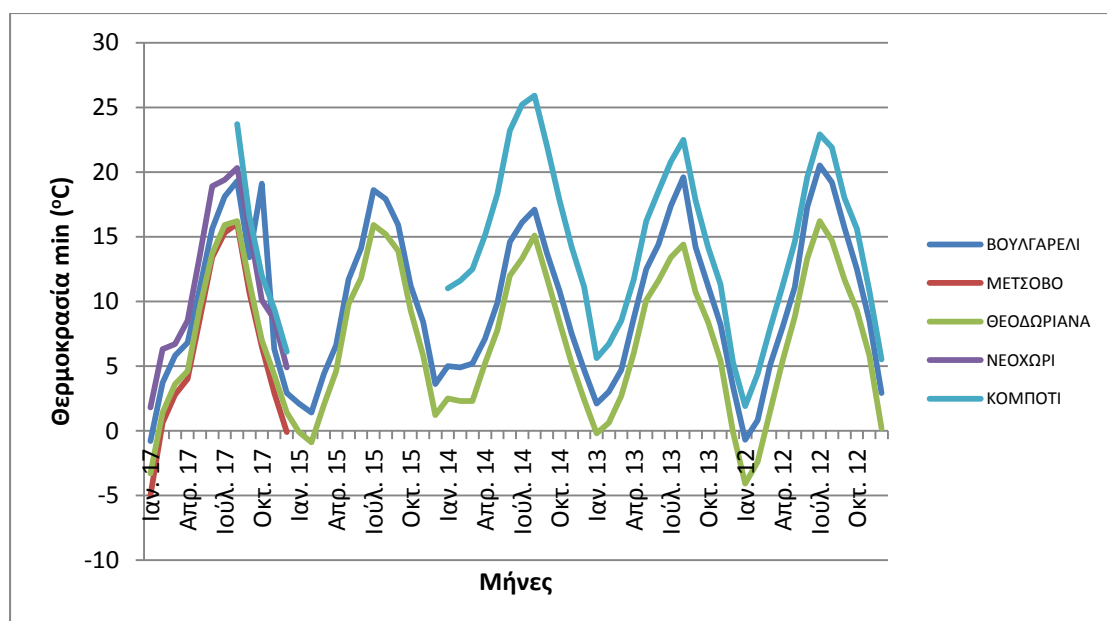


Εικόνα 5 Βροχομετρικοί σταθμοί Λεκάνης Απορροής του Ποταμού Αράχθου (Google Earth)

Η θερμοκρασία κυμαίνεται από -5°C έως $35,7^{\circ}\text{C}$ καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου. Θερμότεροι μήνες είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος ενώ ψυχρότεροι ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες καταγράφηκαν στο σταθμό του Κομποτίου ενώ οι χαμηλότερες στου Μετσόβου. Οι μεγάλες διαφορές οφείλονται στη διαφορετική γεωγραφική θέση και στο υψόμετρο. Ακολουθούν διαγράμματα με τη μέγιστη και την ελάχιστη θερμοκρασία των σταθμών για τα 5 χρόνια σε μηνιαία βάση (ΕΑΑ., 2018).

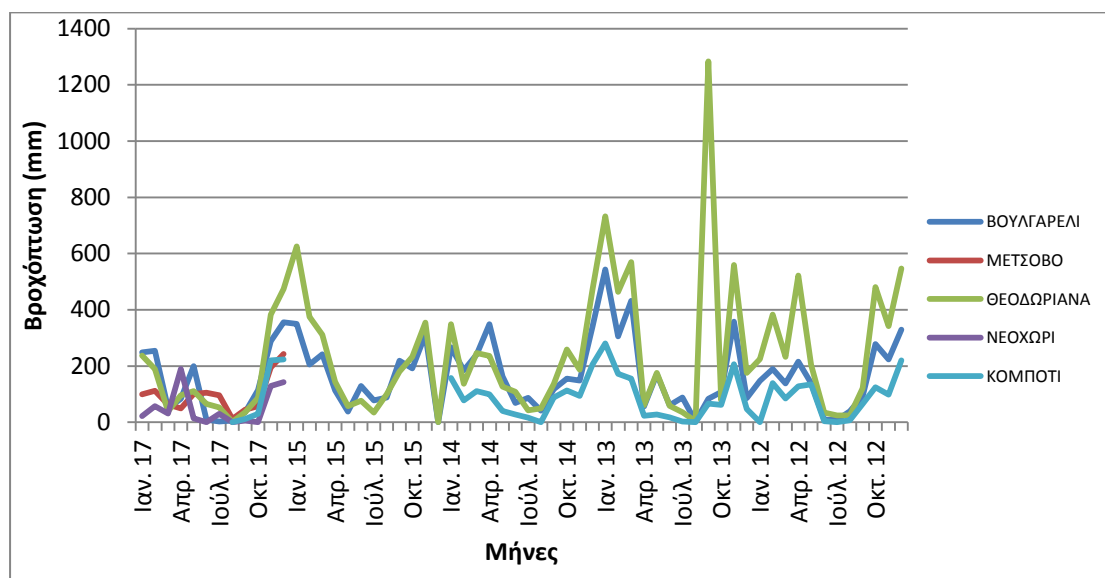


Διάγραμμα 1 Μέγιστες θερμοκρασίες 2012-2017 (ΕΑΑ., 2018)



Διάγραμμα 2 Ελάχιστες θερμοκρασίες 2012-2017 (ΕΑΑ., 2018)

Όσον αφορά στις βροχοπτώσεις καταγράφηκαν τα συνολικά χιλιοστά βροχής που έπεσαν σε κάθε σταθμό για το ίδιο χρονικό διάστημα που μετρήθηκε και η θερμοκρασία. Οι μήνες με τις μεγαλύτερες βροχοπτώσεις είναι το διάστημα Νοέμβριος-Ιανουάριος, ενώ μικρότερες είναι κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Στα Θεοδώριανα σημειώνονται τα περισσότερα χιλιοστά βροχής ξεπερνώντας τα 600 mm τους βροχερούς μήνες ενώ στο Κομπότι τα λιγότερα (ΕΑΑ., 2018).



Διάγραμμα 3 Συνολική βροχόπτωση 2012-2017 (ΕΑΑ., 2018)

4. ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που δομούν τη λεκάνη απορροής του ποταμού Αράχθου, είναι κυρίως ιζήματα των εξωτερικών γεωτεκτονικών ενοτήτων της Ιόνιας, της Πίνδου και της ζώνης Γαβρόβου.

Το 50% της λεκάνης αναπτύσσεται επάνω στο σχηματισμό του φλύσχη ενώ τα πεδινά τμήματα καλύπτονται ως επί το πλείστον από αλλούβια. Στους ορεινούς όγκους στα ανατολικά της λεκάνης παρατηρούνται επωθημένες ασβεστολιθικές μάζες των ενοτήτων Πίνδου και Γαβρόβου (Μερτζάνης Α., 1985).

Πιο συγκεκριμένα το δυτικό τμήμα της λεκάνης αποτελείται σχεδόν αποκλειστικά από σχηματισμούς που ανήκουν στην Ιόνια ζώνη. Η ενότητα αυτή καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής μελέτης αλλά και της Ηπείρου γενικότερα. Η ζώνη Γαβρόβου συναντάται σε μικρή έκταση στο νοτιοανατολικό τμήμα, ενώ η ζώνη της Πίνδου καταλαμβάνει τα ανατολικά σύνορα της λεκάνης απορροής, βόρεια από το χωριό Βουλγαρέλι έως και την ευρύτερη περιοχή του Μετσόβου (Νικολάου Ε., 2010).

4.1 Ιόνιος ενότητα

Η ιζηματογένεση της Ιονίου ζώνης ξεκινάει από το Τριαδικό και κλείνει με το φλύσχη κατά το Μειόκαινο. Σε αυτό το χρονικό διάστημα συναντώνται διαφορετικές παλαιογραφικές φάσεις εξαιτίας της τεκτονικής και της δράσης ρηγμάτων.

Κατά την προ-ορογενετική περίοδο η βιομηχανική ιζηματογένεση έχει νηριτικό χαρακτήρα καθώς το περιβάλλον είναι ρηχό, ενώ στο τέλος του Λιασίου εξαιτίας της βύθισης υπάρχει πελαγική ιζηματογένεση. Σε πολλά σημεία της Ιονίου ζώνης τα στρώματα των δύο φάσεων ιζηματογένεσης αποτίθενται σε συμφωνία μεταξύ τους, ενώ σε άλλα δημιουργούνται στρωματογραφικά κενά.

Ανάμεσα στη νηριτική και την πελαγική ιζηματογένεση διακρίνονται σχηματισμοί και ιδιόμορφα μεταβατικά πετρώματα που καταστούν τη ζώνη ακόμα πιο ενδιαφέρουσα. Όπως προαναφέρθηκε εξαιτίας του έντονου τεκτονισμού κατά τη μεταβατική περίοδο, υπάρχει ένα πλήθος φάσεων, διαφορετικών συνθηκών ιζηματογένεσης. Κάποια τμήματα χέρσευσαν και στη συνέχεια βάθυναν, ενώ κάποια άλλα ενώ ήταν σε βαθιά περιβάλλοντα, βρέθηκαν για ένα χρονικό διάστημα σε πιο ρηχά και στη συνέχεια ξανά βάθυναν.

Μετά και το τέλος της προ-ορογενετικής περιόδου ιζηματογένεσης , ξεκινάει η συν-ορογενετική περίοδος, με κλαστική ιζηματογένεση και την απόθεση του φλύσχη της ενότητας (Νικολάου Ε., 2010).

Η στρωματογραφική στήλη της Ιόνιας ενότητας ξεκινάει με την απόθεση εβαποριτών στο Τριαδικό. Στην πλειοψηφία τους είναι γύψοι, οι οποίοι συμμετείχαν ενεργά στην τεκτονική δομή. Συναντώνται σε επωθήσεις και εφιππεύσεις, ενώ το πάχος τους είναι μεγαλύτερο των 3000 m. Το περιβάλλον σχηματισμού τους είναι μια θαλάσσια λεκάνη εξάτμισης (Νικολάου Ε., 2010).

Ακολουθούν μαύροι υπολιθογραφικοί ασβεστόλιθοι, στους οποίους συναντάται πανίδα τρηματοφόρων (*Cardita*) και χρονολογούνται στο Μέσω - Ανώτερο Τριαδικό (Λαδίνιο - Ραίτιο). Αυτός ο σχηματισμός είναι γνωστός και ως ασβεστόλιθοι Φουσταπήδημα. (Καρακίτσιος Β., 1992).

Έπονται ανοιχτόχρωμοι δολομίτες ηλικίας αντίστοιχης με αυτής των πετρωμάτων των Ανατολικών Άλπεων (Κατώτερο Νόριο) (Παπανικολάου Δ., 2015).

Ο υποκείμενος σχηματισμός είναι οι ασβεστόλιθοι Παντοκράτορα και πρόκειται για λευκούς ασβεστόλιθους με φύκη, κοράλλια και νηριτικά απολιθώματα ηλικίας Ανώτερου Τριαδικού-Λιάσιου. Τα πάχος τους είναι μεταβαλλόμενο, ξεκινώντας ως παχυσρωματώδεις (1.500 m) στα κατώτερα μέλη και εξελίσσονται σε λεπτοστρωματώδεις στα ανώτερα (Νικολάου Ε., 2010). Το περιβάλλον απόθεσης αυτού του σχηματισμού είναι πολύ μικρού βάθους, ενώ σηματοδοτεί την έναρξη των εφελκυστικών γεγονότων.

Από το Λιάσιο έως το Άνω Ιουρασικό, η έως τώρα νηριτική ιζηματογένεση διακόπτεται και αποτίθενται τα μεταβατικά στρώματα της ενότητας. Αυτή η φάση περιλαμβάνει κλαστικού χαρακτήρα πετρώματα όπως αργιλικούς σχίστες με ποσειδωνίες καθώς και την φάση *ammonitico rosso*, δηλαδή κονδυλώδεις, λεπτοπλακώδεις ασβεστόλιθοι κιτρινοπράσινου χρώματος και ερυθρές μάργες με αμμωνίτες, ηλικίας Δογγερίου-Κατώτερου Μαλμίου (Παπανικολάου Δ., 2015). Το πάχος των μεταβατικών στρωμάτων είναι κυμαίνεται από 50 έως 200 m (Νικολάου Ε., 2010).

Στη συνέχεια η δράση του εφελκυσμού προκάλεσε περαιτέρω βάθυνση της λεκάνης, καθώς επίσης δημιούργησε και εγκάρσια ρήγματα τα οποία είχαν ως αποτέλεσμα το διαχωρισμό της έως τότε ενιαίας λεκάνης σε μικρότερα μέρη. Αυτά τα τμήματα είχαν

διαφορετικό ρυθμό βύθισης, δημιουργώντας μια ποικιλία σχηματισμών και φάσεων καθώς και στρωματογραφικά κενά ανάμεσα στην νηριτική και την πελαγική ιζηματογένεση. Η κατάσταση αυτή διήρκησε έως το Ανώτερο Ιουρασικό (Καρακίτσιος Β., 1992).

Όταν πλέον η πλατφόρμα βάθυνε και οι συνθήκες ιζηματογένεσης ομαλοποιήθηκαν ξεκίνησε η απόθεση των στρωμάτων πελαγικής φάσης. Το πρώτο στρώμα που αποτέθηκε στο Ανώτερο Ιουρασικό -Κατώτερο Κρητιδικό (Τιθώνιο-Βερριάσιο) είναι οι ασβεστόλιθοι της Βίγλας (Καρακίτσιος Β., 1992). Πιο συγκεκριμένα είναι πλακώδεις, πολύχρωμοι ασβεστόλιθοι, λεπτού πάχους με παρεμβολές κερατολίθων και απολιθώματα όπως *Calpionelles* και *Globotruncan* (Παπανικολάου Δ., 2015).

Η προ-ορογενετική περίοδος τελειώνει με την απόθεση λατυποπαγών λευκών ασβεστόλιθων ηλικίας Σενωνίου-Ηώκαινου, οι οποίοι εναλλάσσονται με πελαγικούς ασβεστόλιθους, ενώ περιέχουν θραύσματα ρουδιστών Ηώκαινου (Παπανικολάου Δ., 2015).

Η συν-ορογενετική περίοδος διήρκησε από το Ανώτερο Ηώκαινο (Παπανικολάου Δ., 2015) έως το Κατώτερο Μειόκαινο και είχε ως αποτέλεσμα της απόθεση μιας κλαστικής σειράς, με εναλλαγές διαφόρων σχηματισμών όπως πηλίτες, ψαμμίτες, αργίλους και κροκαλοπαγή. Στην περιοχή του σύγκλινου Πέτα - Αράχθου ο φλύσχος έχει ιδιαίτερα μεγάλο πάχος (>2000 m) (Νικολάου Ε., 2010).

Στο σύγκλινο της Άρτας παρατηρείται ο σχηματισμός της φλυσχομόλασσας. Πρόκειται για ενδιάμεσους σχηματισμούς που δεν έχουν τα τυπικά χαρακτηριστικά της μόλασσας και του φλύσχη. Ενώ είναι σε συμφωνία στη μεγαλύτερη έκταση του σύγκλινου με τον υποκείμενο φλύσχη, στα άκρα βρίσκονται σε ασυμφωνία τόσο μεταξύ τους όσο και με τα υπόλοιπα στρώματα της ενότητας (Παπανικολάου Δ., 2015).

4.2 Ενότητα Γαβρόβου

Πρόκειται για ένα χώρο ανάμεσα σε αυτόν της Ιονίου και της ενότητας της Πίνδου. Η ιζηματογένεση διήρκησε από το Ανώτερο Τριαδικό έως το Ηώκαινο και ήταν νηριτικού χαρακτήρα (Παπανικολάου Δ., 2015).

Το πρώτο στρώμα ασβεστόλιθων αποτέθηκε κατά το Κρητιδικό (Σενώνιο-Μαιστρίχτιο) (Νικολάου Ε., 2010). Πρόκειται για αδιαίρετους, λατυποπαγείς

ασβεστόλιθους τόσο ανοικτού όσο και μαύρου χρώματος. Είναι ωολιθικοί και περιέχουν μια πληθώρα απολιθωμάτων όπως Rudistes, Nerinees, Miliolidae και Orbitoïdes. Επίσης σε αυτό το στρώμα παρατηρούνται και εμφανίσεις δολομιτών (Παπανικολάου Δ., 2015).

Κατά το Ηώκαινο αποτέθηκαν λατυποπαγείς ασβεστόλιθοι, σκούρου έως μαύρου χρώματος. Είναι κατά θέσεις υφαλογενείς με απολιθώματα όπως Asterodiscus και Discocyclina (Παπανικολάου Δ., 2015).

Τέλος αποτέθηκε ο ολιγοκαινικός- μειοκαινικός φλύσχος της ενότητας. Εδώ υπάρχουν κάποιες ομοιότητες με αυτόν της Ιόνιας. Πρόκειται για ένα φλύσχη από εναλλαγές ψαμμιτών, μαργών και κροκαλοπαγών ποικίλων προελεύσεων. Ο φλύσχος σε πολλά σημεία δεν υπόκειται στους Ηώκαινικούς ασβεστόλιθους, αλλά επικάθεται ασύμφωνα πάνω στους Άνω Κρητιδικούς ασβεστόλιθους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι και το ομώνυμο βουνό Γάβροβο (Παπανικολάου Δ., 2015).

4.3 Ενότητα Πίνδου

Η προ- ορογενετική ιζηματογένεση στην ενότητα της Πίνδου διήρκησε από το Ανώτερο Τριαδικό έως το Ανώτερο Κρητιδικό και περιελάμβανε εναλλαγές πυριτικών και ανθρακικών πελαγικών ιζημάτων, καθώς πρόκειται για μια θαλάσσια λεκάνη μεγάλου βάθους.

Σε πολλά σημεία στη βάση της ενότητας παρατηρούνται ηφαιστειακά πετρώματα Μέσω Τριαδικής ηλικίας ενώ στη συνέχεια ακολουθεί ένας Άνω Τριαδικός κλαστικός σχηματισμός (Παπανικολάου Δ., 2015).

Στο Ανώτερο Τριαδικό και κυρίως στο Λιάσιο αποτέθηκαν ασβεστόλιθοι ανοικτού χρώματος στα ανώτερα μέλη, και ερυθρού στα κατώτερα εξαιτίας της εναλλαγής τους με κερατόλιθους (Παπανικολάου Δ., 2015). Οι κερατόλιθοι είναι διαφόρων χρωμάτων, ενώ μέσα σε αυτούς μπορεί να παρατηρηθούν στρώσεις αργιλοπυριτικού υλικού (Νικολάου Ε., 2010).

Κατά το Δογγέριο-Μάλμιο αποτίθενται ραδιολαρίτες κόκκινου-βυσσινί χρώματος, οι οποίοι στη βάση του Κρητιδικού εναλλάσσονται με ασβεστολίθους που περιέχουν Calpionees (Παπανικολάου Δ., 2015).

Στη συνέχεια συναντάται ένας ακόμα κλαστικός σχηματισμός, αποτελούμενος από εναλλαγές μαργών, κερατόλιθων και σχιστολίθων. Στη βιβλιογραφία αναφέρεται λανθασμένα ως πρώτος φλύσχη, αφού η ορογένεση συνεχίζεται (Παπανικολάου Δ., 2015).

Το υπερκείμενο στρώμα είναι πελαγικοί ασβεστόλιθοι ηλικίας Κενομανίου-Μαιστρητίου, ασπροκίτρινου χρώματος, με Sillex και κερατόλιθους. Επίσης περιέχουν απολιθώματα που υποδηλώνουν τον πελαγικό χαρακτήρα του σχηματισμού, όπως Globotruncan (Παπανικολάου Δ., 2015).

Πριν τον φλύσχη της ενότητας συναντώνται μεταβατικά στρώματα πάχους 20-50 m. Αποτελούνται από εναλλαγές ανθρακικών και πυριτικών πελαγικών ιζημάτων και χρονολογούνται κατά το Μαιστρητίο -Δάνιο (Παπανικολάου Δ., 2015).

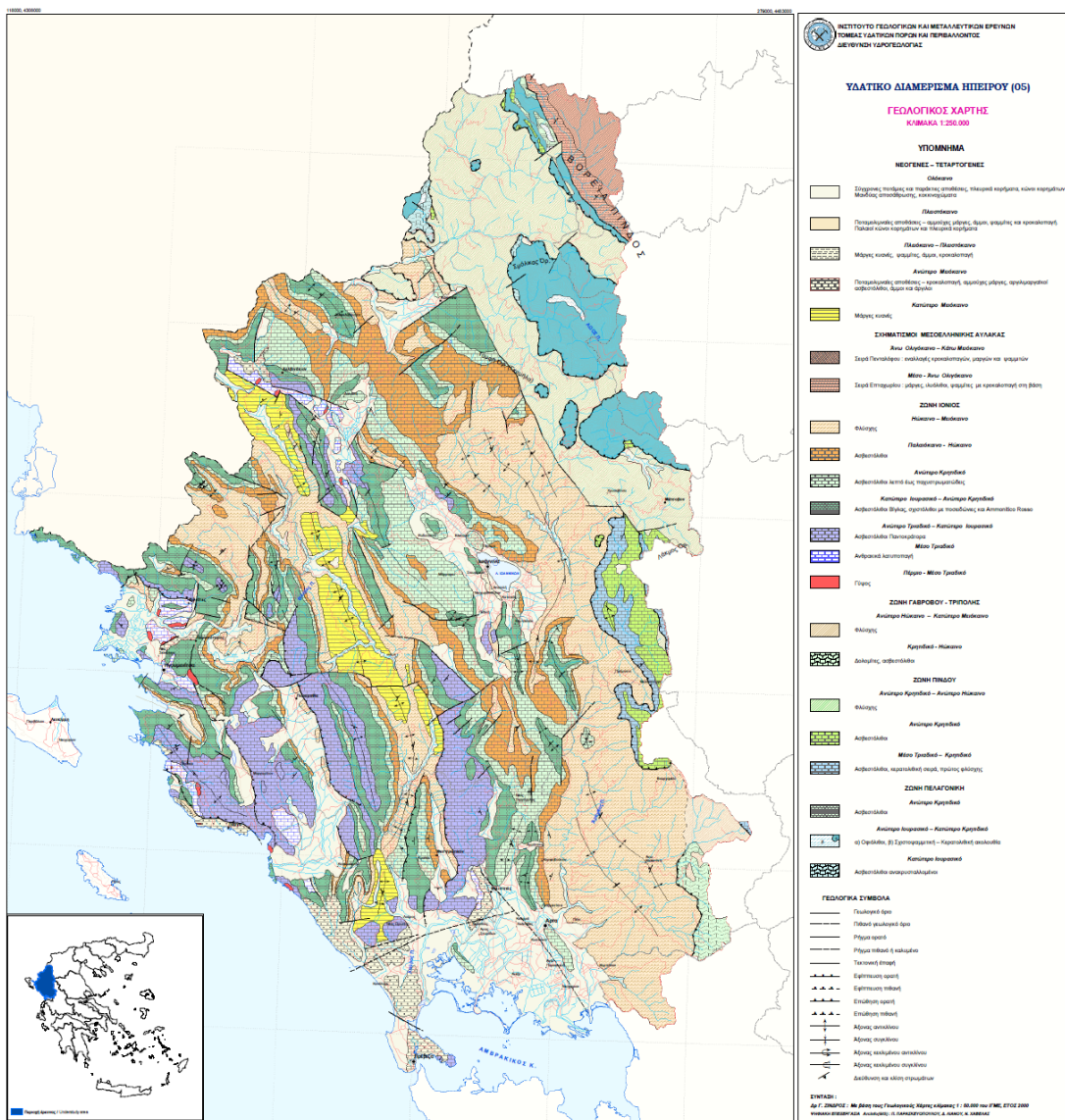
Τέλος κατά το Παλαιόκαινο - Μέσω Ηώκαινο, αποτίθεται ο φλύσχη της ενότητας (Παπανικολάου Δ., 2015). Ο σχηματισμός αποτελείται από ψαμμίτες, ασβεστολιθικούς ψαμμίτες καθώς και αργιλικούς σχιστόλιθους.

Στην ενότητα της Πίνδου είναι φανερό ότι η ποικιλία και η εναλλαγή των σχηματισμών και της λιθολογίας είναι μεγάλη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η πλαστικότητα να είναι μεγάλη και να δημιουργούνται πολλές πτυχές και εφιπέυσεις. Φαινόμενα σαν αυτά παρατηρούνται στη βάση της ενότητας, στη βάση των πελαγικών ασβεστόλιθων Κενομανίου- Μαιστρητίου, και στη βάση του φλύσχη, ο οποίος στη βόρεια Πίνδο αποτελεί ξεχωριστό κάλυμμα (Νικολάου Ε., 2010).

4.4 Νεογενείς και τεταρτογενείς σχηματισμοί

Οι σχηματισμοί αυτοί καταλαμβάνουν σημαντικό τμήμα της περιοχής μελέτης καθώς βρίσκονται σε όλη την έκταση της πεδιάδας της Άρτας. Το πάχος των αποθέσεων του ποταμού Λούρου και Άραχθου στον κάμπο είναι περίπου 200 m. Το μεγάλο πάχος προκύπτει από την συνεχή βύθιση της περιοχής (Νικολάου Ε., 2010).

Ο Άραχθος έχει μεγάλη προσχωματική ικανότητα αφού το μεγαλύτερο τμήμα της έκτασής του αποτελείται από φλύσχη, ο οποίος είναι αδιαπέρατος σχηματισμός και επιρρεπής στη διάβρωση. Αυτό έχει ως συνέπεια, η δημιουργία της πεδιάδας της Άρτας να οφείλεται κατά βάση στα προσχωματικά υλικά που προέρχονται από αυτόν. (Βруниώτης Δ., Παπαδοπούλου Κ., 2004). Οι αποθέσεις είναι πλευρικά κορήματα, κώνοι κορημάτων, μανδύας αποσάρθρωσης και κοκκινοχώματα. Οι αποθέσεις αποτελούν τυπική ανάπτυξη ριπιδίου με σαφή κοκκομετρική διαβάθμιση. Η μεταβάσεις τόσο πλευρικά όσο και κατακόρυφα είναι γρήγορες (Νικολάου Ε., 2010).



Εικόνα 6 Χάρτης των γεωτεκτονικών ενότητων του υδατικού διαμερισματος της Ηπείρου (Νικολάου Ε., 2010)

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η συμμετοχή των λιθολογικών σχηματισμών στη λεκάνη απορροής του ποταμού Άραχθου.

Χαλαρές Αποθέσεις		Ανθρακικά Ιζηματογενή Πετρώματα		Κλαστικά Ιζηματογενή Πετρώματα		Πυριγενή Πετρώματα		Μεταμορφωμένα Πετρώματα	
Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
132,1	7	431,2	22,8	1292,4	68,5	32,1	1,7	0	0

Πίνακας 1 Συμμετοχή λιθολογικών σχηματισμών λεκάνη του Άραχθου (Καρύμπαλης Ε. , Τέγου Ε., Τσαλκιτζή Ο., 2001).

5. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Η περιοχή μελέτης στο μεγαλύτερο μέρος της καλύπτεται από το φλύσχη της Ιόνιας ενότητας, ο οποίος πιθανότατα έχει καλύψει πολλές τεκτονικές δομές του παρελθόντος. Η τεκτονική της λεκάνης απορροής του Αράχθου περιλαμβάνει ένα πλήθος αντικλινικών δομών, ενώ σε αυτή βρίσκεται και το σύγκλινο Ηπείρου-Ακαρνανίας. Στο ΒΒΑ τμήμα της εντοπίζεται ένα σύστημα εγκαρσίων ρηγμάτων ΒΒΔ-ΝΝΑ και Α-Δ διεύθυνσεως, Πρόκειται για ρήγματα που οριοθετούν τον φλύσχη της Ιονίου ζώνης με αυτόν της ζώνης της Πίνδου. Τα συστήματα των εγκαρσίων ρηγμάτων είναι αξιωματικής σημασίας αφού φέρνουν σε επαφή διαφορετικούς γεωλογικούς σχηματισμούς και είναι σημεία εκδήλωσης πηγών. Στη λεκάνη του Αράχθου εντοπίζεται ένα τεκτονικό παράθυρο, όπου οι ασβεστόλιθοι της Πίνδου έρχονται στην επιφάνεια, στην περιοχή του φλύσχη της Ιονίου. Επίσης στο ανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης παρατηρείται μια σειρά επωθήσεων.

Κατά την Ιουρασική περίοδο εξαιτίας του εφελκυσμού προκλήθηκε μια σειρά κανονικών ρημάτων, όπου έδρασαν κυρίως στους ασβεστόλιθους του Παντοκράτορα της Ιονίου ζώνης. Διαφορετική εικόνα επικρατεί μετά το τέλος του Ιουρασικού, έως το τέλος του Ολιγοκαίνου. Η ιζηματογένεση συνεχίστηκε ομαλά χωρίς τη δράση μεγάλων ρηγμάτων και δυνάμεων. Παρόλα αυτά στο Ολιγόκαινο, εξαιτίας της δράσης αλπικών δυνάμεων, επαναδραστηριοποιήθηκαν ρήγματα τα οποία απο κανονικά μετατράπηκαν σε ανάστροφα (Νικολάου Ε., 2010).

Οι συμπιεστικές δυνάμεις, είχαν ακόμα ως αποτέλεσμα τη δημιουργία πολλών πτυχώσεων και εφιπέυσεων στη περιοχή μελέτης. Το καθεστώς αυτό διήρκησε έως και το Μειόκαινο, με συνέπεια την ύπαρξη πρόσφατων έντονων τεκτονικών δομών (Νικολάου Ε., 2010).

Η τεκτονική δομή της Ιονίου ζώνης χαρακτηρίζεται από μια σειρά παράλληλων συγκλινικών και αντικλινικών δομών με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, η οποία προς το νότο μεταπίπτει σε ΒΒΔ-ΝΝΑ και ΒΒΑ-ΝΝΔ. Μεταξύ των δομών παρατηρείται πλήθος επωθήσεων και εφιπέυσεων. Ακόμα παρατηρούνται ρήγματα οριζόντιας ολίσθησης, με διεύθυνση Α-Δ (Ntokos D., 2017).

Η ενότητα του Γαβρόβου χαρακτηρίζεται κυρίως από αντικλινικές δομές διεύθυνσης ΒΒΔ - ΝΝΑ (Ntokos D., 2017).

Τέλος στην ενότητα της Πίνδου από τα ανατολικά προς τα δυτικά απαντάται ένα πλήθος επωθημένων στρωμάτων με διεύθυνση B-N και BBD-NNA (Ntokos D., 2017).

6. ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

Το νερό της βροχής που κατεισδύει στους σχηματισμούς, διαμορφώνει τους υδροφόρους και τα υδροσυστήματα. Στη διαμόρφωση των υδροφόρων και των υδροσυστημάτων, σημαίνουντα ρόλο έχουν η γεωλογική δομή, η μορφολογία, η τεκτονική και η στρωματογραφία τη κάθε περιοχής. Οι γεωλογικοί σχηματισμοί ανάλογα με την υδρολιθολογική τους συμπεριφορά χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες.

Στη λεκάνη απορροής του Αράχθου οι περισσότεροι υδροφορείς σχηματίζονται στους ανθρακικούς σχηματισμούς των ενοτήτων που προαναφέρθηκαν. Σημαντικό ρόλο σε αυτή την κατηγορία σχηματισμών έχει η τεκτονική καταπόνηση και κατεπέκταση το δευτερογενές πορώδες. Η ζώνη της Πίνδου έχει πυριτικές και κερατολιθικές παρεμβολές όπου διαμορφώνουν ανάλογα τους υδροφορείς και ρυθμίζουν τη δυναμικότητά τους. Ακόμα αξιόλογες υδροφορίες σχηματίζονται στις τεταρτογενείς αποθέσεις όπου η κοκκομετρία και η σύσταση τους καθορίζουν τη δυναμικότητά τους. Τέλος στο φλύσχη των ενοτήτων σχηματίζονται τοπικής σημασίας υδροφορίες, μικρής δυναμικότητας.

6.1 Καρστικοί σχηματισμοί

Στους σχηματισμούς αυτούς η κυκλοφορία του νερού γίνεται μέσω του δευτερογενούς πορώδους, δηλαδή από τις ρωγμές και τα καρστικά κενά.

Στη λεκάνη απορροής του Αράχθου εξαιτίας της έντονης τεκτονικής καταπόνησης και του δευτερογενούς πορώδους, των ασβεστόλιθων του Παντοκράτορα (Λιάσιο), των κρητιδικών ασβεστόλιθων της ζώνης Γαβρόβου στα ορεινά του συστήματος Βάλτου και των Άνω Κρητιδικών ασβεστόλιθων της ζώνης Πίνδου στα Τζουμέρκα, η περατότητα είναι καλή.

Οι ασβεστόλιθοι Βίγλας, ηλικίας Παλαιοκαίνου-Ηωκαίνου της Ιονίου ζώνης, μπορούν να χαρακτηρισθούν από ημπερατοί έως υδροπερατοί. Πιο αναλυτικά, λιθολογικά αποτελούνται από εναλλαγές ασβεστολιθικών και πυριτικών στρώσεων στα ανώτερα μέλη και από αργιλομαργαϊκό υλικό στα κατώτερα. Η έντονη τεκτονική

καταπόνηση των ανώτερων ασβεστόλιθων προσδίδει μεγάλη υδροπερατότητα, ενώ αντίθετα οι πυριτικές και αργιλομαργαϊκές στρώσεις είναι αδιαπέρατες.

Από τους καρστικούς σχηματισμούς, μικρή υδροπερατότητα έχουν οι δολομίτες. Αυτό συμβαίνει διότι το δευτερογενές πορώδες που έχει δημιουργηθεί εξαιτίας της τεκτονικής καταπόνησης, φράσσεται από τη δολομιτική άμμο, με αποτέλεσμα η δίοδος του νερού να είναι δύσκολη. Φαινόμενα δολομιτίωσης μπορούν επίσης να εμφανισθούν και στους ασβεστόλιθους του Παντοκράτορα (Νικολάου Ε., 2010).

6.2 Κοκκώδεις σχηματισμοί

Πρόκειται για διαρρηγμένους σχηματισμούς του Τεταρτογενούς και του Νεογενούς όπου η κυκλοφορία του νερού, γίνεται μέσω του πρωτογενούς πορώδους.

Στην προσχωματική ενότητα του Κάμπου της Άρτας συναντώνται κυμαινόμενης δυναμικότητας υδροφόρα στρώματα ($10^{-4} - 10^{-6}$ m/s). Η περιοχή αυτή, λιθολογικά αποτελείται από αργίλους, άμμους ποικίλου μεγέθους, ψαμμίτες, και κροκάλες.

Κυρίως στα αλλούβια της περιοχής αναπτύσσονται υπό πίεση υδροφόροι που παρουσιάζουν το φαινόμενο του αρτεσιανισμού (Νικολάου Ε., 2010).

6.3 Ρωγμώδεις σχηματισμοί

Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται, πρακτικά αδιαπέρατοι σχηματισμοί μικρής έως πολύ μικρής υδροπερατότητας.

Εδώ κατατάσσονται οι σχηματισμοί του φλύσχη της Ιόνιας ενότητας και της ενότητας της Πίνδου. Στο φλύσχη τοπικά αναπτύσσονται τοπικές υδροφορίες μικρού έως μέσου δυναμικού που χρησιμοποιούνται για την άρδευση και την ύδρευση κάποιων κοινοτήτων.

Παρόλα αυτά στη λεκάνη απορροής του Αράχθου, στο ρωγματικό σύστημα του Μετσόβου, ο αδιαπέρατος σχηματισμός του φλύσχη περιέχει ψαμμίτες που παρουσιάζουν καλή υδροπερατότητα εξαιτίας της τεκτονικής καταπόνησης και του δευτερογενούς πορώδους (Νικολάου Ε., 2010).

7. ΥΠΟΓΕΙΑ ΥΔΡΟΦΟΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Η γεωγραφική θέση του ποταμού Άραχθου συνδυάζει μεγάλη ποικιλία γεωλογικών και τοπογραφικών χαρακτηριστικών, καθώς επίσης και πλούσιους επιφανειακούς και υπόγειους υδροφορείς. Τα παραπάνω καθιστούν την υπό μελέτη λεκάνη απορροής, πλεονάζουσα και όχι ελλειμματική ως προς στους υδατικούς πόρους, όπως συμβαίνει στην πλειοψηφία των ελληνικών λεκανών (Ξανθόπουλος Θ., Κουστογιάννης Δ., Ναλμπάντης Ι., 1991).

7.1 Κύρια συστήματα

7.1.1 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού - Πίνδου (0413)

Καρστικό υποσύστημα Λάκμου (Περιστέρι)

Περιλαμβάνει το βόρειο τμήμα των Τζουμέρκων που είναι ανάμεσα στους παραποτάμους Καλαρυτικό (νότια) και Μετσοβίτικο (βόρεια). Η επιφάνεια του ανέρχεται στα 133 km². Γεωλογικά αποτελείται από κρητιδικούς ασβεστόλιθους και σχιστοκερατόλιθους. Το σύστημα εκφορτίζεται από καρστικές πηγές στην επαφή ασβεστόλιθων - κερατολίθων, ασβεστόλιθων - φλύσχη και κορημάτων -φλύσχη.

Οι εκφορτίσεις του συστήματος ανέρχονται σε 47x10⁶ m³/έτος.

Καρστικό υποσύστημα Ματσουκίου

Αυτό το υποσύστημα έχει έκταση 15 km² ενώ τα συνολικά ρυθμιστικά αποθέματα υπολογίζονται σε 9x10⁶ m³/έτος.

Καρστικό υποσύστημα όρους Κοκκινόλακα

Από αυτό το υποσύστημα στη λεκάνη του Άραχθου, ανήκει μόνο η πηγή Γκούρα-Ελάτης με απορροή περίπου 1,5x10⁶ m³/έτος.

Καρστικό υποσύστημα Τζουμέρκων

Είναι ένα από τα ορεινότερα συστήματα της χώρας με το υψόμετρο του να φθάνει τα 2.500 m. Στη λεκάνη απορροής του Άραχθου αντιστοιχούν τα 24 km² της συνολικής έκτασής του.

Αποτελεί ένα τεκτονικό κάλυμμα της ενότητας της Πίνδου, ενώ υπέρκειται του φλύσχη της Ιόνιας. Η χωρική κατανομή των διαφόρων υδροφόρων, ρυθμίζεται από το φλύσχη και τους σχιστοκερατόλιθους. Οι πηγές του συστήματος εμφανίζονται στην

επαφές ασβεστόλιθου-φλύσχη και κορημάτων-φλύσχη. Οι πηγές που εκφορτίζουν στη λεκάνη απορροής του Αράχθου, έχουν παροχή $17,8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$, θερμοκρασία $5,5-11,8^\circ$ και αγωγιμότητα $200-300 \text{ μS/cm}$ (Νικολάου Ε., 2010).

7.1.2 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416)

Αυτό το υποσύστημα εντοπίζεται σε υψόμετρο 1.800 μέτρων, σε ένα τμήμα του ορεινού συγκροτήματος Βάλτου. Γεωλογικά αποτελείται από τους ασβεστόλιθους Κρητιδικής ηλικίας της ζώνης Γαβρόβου.

Στη λεκάνη απορροής του Αραχθού ανήκουν 44 km^2 από τη συνολική του έκταση. Το ποσοστό κατείσδυσης υπολογίζεται 50% και τα δυνατά αποθέματα $35,2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$. Τέλος οι ετήσιες εκφορτίσεις του καρστικού υποσυστήματος Εμπεσού στη λεκάνη του Αράχθου ανέρχονται στα $3,15 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ (Νικολάου Ε., 2010).

7.1.3 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511)

Από το συγκεκριμένο υδροφόρο σύστημα, στη λεκάνη του Αραχθού βρίσκεται ένα μικρό τμήμα, αφού ολόκληρη η έκταση του αγγίζει τα 800 km^2 .

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που συναντώνται στην περιοχή του Αράχθου είναι οι εξής από τα ανώτερα προς τα κατώτερα:

- Τεταρτογενείς αποθέσεις που αποτελούν ένα σχετικά υδροπερατό σχηματισμό.
- Φλύσχη της Ιόνιας ενότητας που παρότι πρόκειται για αδιαπέρατο σχηματισμό, σε περιπτώσεις κατακερματισμού και αποσάθρωσης μπορεί να υπάρξει υδροφορία.
- Καρστικά και ανθρακικά πετρώματα, που αποστραγγίζουν στον Αραχθο. Η δυναμικότητα των σχηματισμών αυτών είναι κυμαινόμενη, καθώς και η υδροπερατότητά τους, εξαρτάται από το πλήθος των ρωγμών και των διακλάσεων.

Από το καρστικό σύστημα των Ιωαννίνων στη λεκάνη απορροής του Αράχθου, υδρογεωλογικά ανήκει ένα τμήμα από τη χαμηλή ζώνη υδροφορίας. Το σημείο εκφόρτισης του συστήματος είναι η καρστική πηγή Κλίφκης και βρίσκεται σε υψόμετρο 260 m, ανατολικά του ποταμού.

Πιο συγκεκριμένα το καρστικό υποσύστημα της πηγής Κλίφκης, αναπτύσσεται σε ασβεστόλιθους Ηωκαινικής και Κρητιδικής ηλικίας. Το υποσύστημα αυτό οριοθετείται δυτικά από το αντίκλινο του Κρυφόβου, ενώ ανατολικά σταματάει στις κερατολιθικές διαστρώσεις των ασβεστόλιθων της Βίγλας. Το μικρό πάχος του φλύσχη δεν προκαλεί κάποια μεταβολή.

Η πηγή της Κλίφκης δημιουργήθηκε στην επαφή των ασβεστόλιθων Βίγλας και αυτών του Ανώτερου Σενωνίου. Η μέση παροχή της είναι $14 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ ενώ από αυτή τροφοδοτείται η κοινότητα των Γραμμενοχωρίων. Μια δεύτερη αλλά μικρότερης εκφόρτισης πηγή είναι η Κοροσέβου και βρίσκεται 2 km βόρεια της Κλίφκης. Οι δυο πηγές τροφοδοτούνται από μια έκταση 20 km^2 (Νικολάου Ε., 2010).

7.1.4 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a)

Εξαιτίας της γεινίασης των λεκανών απορροής του Λούρου και του Άραχθου, η υδραυλική επικοινωνία των σχηματισμών και η τροφοδοσία μεταξύ τους είναι πιθανή, διότι τα γεωλογικά όρια δεν μπορούν να είναι απόλυτα. Στην παρούσα μελέτη από τα δεδομένα που αξιοποιήθηκαν, υπήρχαν γεωτρήσεις που ανήκαν στο καρστικό σύστημα του Λούρου, αλλά θεωρήθηκε ότι υδραυλικά έχουν σχέση με τη λεκάνη του Άραχθου.

Πιο συγκεκριμένα ένα από αυτά ήταν το καρστικό υποσύστημα της πηγής Πλατανούσας ή αλλιώς Ανατολικού Ξηροβουνίου. Βρίσκεται στα ανατολικά πρηνή του βόρειου τμήματος του Ξηροβουνίου και η έκταση 16 km^2 . Η πηγή Πλατανούσα αναβλύζει σε υψόμετρο 527 m και έχει κατά μέσο όρο παροχή $7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$. Η θερμοκρασία του νερού είναι περίπου $12,3^\circ$, ενώ η ενεργός οξύτητα του (pH) 7,4. Τέλος η αγωγιμότητα μετρήθηκε $225 \mu\text{S}/\text{cm}$. Εκτός από αυτή την πηγή που είναι η κύρια εκφόρτιση του υποσυστήματος, υπάρχουν και άλλες μικρότερες πηγές με χαμηλότερες παροχές (Νικολάου Ε., 2010).

7.1.5 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c)

Η έκταση του συστήματος είναι 15 km^2 , υψομετρικά κυμαίνεται από 5-250 m, ενώ αναπτύσσεται στους ασβεστόλιθους του Ανώτερου Σενωνίου. Η κατείσδυση ανέρχεται σε 50% και λαμβάνοντας υπόψη ότι το ύψος βροχής είναι 1200 mm ανά έτος, τα συνολικά δυνατά αποθέματα του συστήματος είναι περίπου $9 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$.

Στο καρστικό σύστημα Άρτας προκύπτει ο σχηματισμός δυο πηγών. Η πρώτη πηγή είναι αυτή του Αγίου Γεωργίου. Βρίσκεται στη επαφή των ασβεστόλιθων με τις αλλουβιακές αποθέσεις και η παροχή της υπολογίζεται $6,7 \times 10^6$ m³/έτος. Η δεύτερη πηγή είναι η Περάνθη. Δεν αναβλύζει σε ένα συγκεκριμένο σημείο, αλλά αποτελείται από ένα σύνολο σημείων ανάβλυσης σε μια έκταση 1km². Η μέση παροχή της πηγής αυτής ανέρχεται σε 15×10^6 m³/έτος, ενώ η θερμοκρασία υπολογίζεται γύρω στους 15°C. Σημαντική επισήμανση είναι ότι σε όλο το μήκος της περιοχής των αναβλύσεων, η αγωγιμότητα δεν είναι σταθερή αλλά αυξάνεται από το βορρά προς το νότο, λαμβάνοντας τιμές από 880μS/cm έως 2210 μS/cm. Εκτός από την αγωγιμότητα παρόμοια χωρική εξέλιξη έχουν και τα SO₄²⁻, Cl⁻ και Na⁺.

Παρατηρώντας τις τιμές που δόθηκαν παραπάνω για τις παροχές των δυο πηγών, προκύπτει ότι το σύστημα ενώ έχει ετήσια αποθέματα 9×10^6 m³/έτος, οι πηγές στο σύνολό τους δίνουν παροχές της τάξης των $21,7 \times 10^6$ m³/έτος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ένα έλλειμμα $12,7 \times 10^6$ m³/έτος τροφοδοσίας των πηγών από το υδροσύστημα. Αυτό πιθανότατα να καλύπτεται είτε από το καρστικό σύστημα του Ξηροβουνίου, όπου υπάρχει υδροχημική συγγένεια, είτε από τη διήθηση του Άραχθου στο βόρειο τμήμα (Νικολάου Ε., 2010).

7.1.6 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516)

Πρόκειται για ένα σύστημα που αναπτύσσεται στην περιοχή των ιζημάτων που καλύπτουν τον κάμπο της Άρτας. Είναι 282 km² εκ των οποίων δεν ανήκουν όλα στη λεκάνη απορροής του Άραχθου, αλλά κάποια ανήκουν στη λεκάνη απορροής του Λούρου. Στο κοκκώδες αυτό σύστημα συναντάται μια μεγάλη λιθολογική ποικιλία όπως ιλυούχοι άργιλοι, άμμοι διαφορετικών διαμέτρων, αμμούχοι άργιλοι, ψαμμίτες, ψαμμιτικά θρύμματα, πλαστική άργιλος και κροκαλοπαγή διαφόρων προελεύσεων.

Το πάχος των αποθέσεων φθάνει τα 300 m. Στο βόρειο τμήμα του συστήματος υπάρχουν πιο χονδρόκοκκοι σχηματισμοί, ενώ στα νότια πιο λεπτόκοκκοι. Πρόκειται για αδρομερείς ορίζοντες από κροκάλες και χαλίκια κυρίως ψαμμιτικής και ασβεστολιθικής σύστασης, ενώ προς το νότο μεταπίπτουν σε λεπτομερείς ορίζοντες από λεπτόκοκκες άμμους και αργίλους. Οι ορίζοντες που βρίσκονται στο νότο αναπτύσσουν υπό πίεση υδροφόρους, με αποτέλεσμα να αποτρέπεται το φαινόμενο της υφαλμύρισης. Ο συντελεστής κατεισδυσής των τεταρτογενών αποθέσεων είναι 30-40%, ενώ η επιφάνεια απορροής είναι 10-20%.

Η στρωματογραφική διάρθρωση του κοκκώδους συστήματος είχε ως αποτέλεσμα να δημιουργηθούν υδροφόροι ορίζοντες σε διάφορα βάθη. Ξεκινώντας από τους ανώτερους προς του κατώτερους υδροφόρους:

- 5-10 m: Φρεάτιος υδροφόρος ορίζοντας
- 40-60 m: Πρώτος υδροφόρος ορίζοντας
- 60-90 m: Δεύτερος υδροφόρος ορίζοντας
- >100 m: Τρίτος υδροφόρος ορίζοντας

Οι υδροφόροι ορίζοντες οριοθετούνται μεταξύ τους από αργίλους με ορίζοντες άμμου και κροκάλων χαμηλής έως καθόλου περατότητας.

Το κοκκώδες σύστημα της Άρτας ετησίως δέχεται 1067 mm βροχής, ενώ η ανατροφοδότηση του συστήματος ανέρχεται σε $130 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$. Οι παροχές των γεωτρήσεων του κάμπου ανέρχεται στα 20-40 m^3/h από το φρεάτιο και 200 m^3/h από τον υπό πίεση υδροφόρο ορίζοντα. Συνολικά οι απολήψεις νερού είναι $30 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ (Νικολάου Ε., 2010).

7.2 Δευτερεύοντα συστήματα

Πρόκειται για τοπικού χαρακτήρα και μικρότερης δυναμικότητας συστήματα.

7.2.1 Καρστικό σύστημα Γραϊκικού (0519)

Είναι ένα από τα δύο δευτερεύοντα υπόγεια υδατικά συστήματα που αναπτύσσονται στη λεκάνη απορροής του ποταμού Άραχθου. Έχει έκταση μόλις 5 km^2 ενώ τα συνολικά ετήσια ανανεώσιμα αποθέματά του ανέρχονται σε $2,5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ (Νικολάου Ε., 2010).

7.2.2 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526)

Πρόκειται για ένα δευτερεύον σύστημα που αναπτύσσεται πάνω σε σχετικά υδροπερατούς ψαμμίτες και καταλαμβάνει έκταση 208 km^2 . Στην επαφή του ψαμμίτη με τον υποκείμενο αδιαπέρατο φλύσχη και σε υψόμετρο περίπου 970 m, αναβλύζουν οι πηγές Γρεβενίτη και Τριστενίου, όπου είναι και οι κύριες εκφορτίσεις του συστήματος.

Το σύστημα παρακολουθείται από 8 σημεία και η μέση τιμή της αγωγιμότητας και της θερμοκρασίας είναι $410 \mu\text{S}/\text{cm}$ και $10,6 \text{ }^\circ\text{C}$ αντίστοιχα. Τέλος τα ανανεώσιμα αποθέματα εκτιμήθηκαν σε $10 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ (Νικολάου Ε., 2010).

8. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ

Η ποιότητα του υπόγειου νερού ορίζεται από το σύνολο των χαρακτηριστικών που καθιστούν το νερό αποδεκτό για τις διάφορες χρήσεις. Ο έλεγχος της ποιότητας γίνεται μέσω των παρακάτω χαρακτηριστικών του υπόγειου νερού:

- Φυσικά χαρακτηριστικά
- Χημικά χαρακτηριστικά
- Βιολογικά χαρακτηριστικά
- Ειδικές παράμετροι

Τα κυριότερα φυσικά χαρακτηριστικά είναι:

- Χρώμα
- Οσμή
- Θολότητα
- Θερμοκρασία (T)
- Ηλεκτρική αγωγιμότητα (E.C)
- Ραδιενέργεια

Τα χημικά χαρακτηριστικά είναι :

- Κύρια ιόντα (Ca, Mg, Na, K, HCO₃, CO₃, SO₄, Cl, NO₃)
- Δευτερεύοντα στοιχεία (Al, NH₄, Cu, Fe κ.α.)
- Ολιγοσυστατικά (Cr, Co, Pb κ.α.)
- Ιχνοστοιχεία (Au, Ag, Hg κ.α.)
- Ανόργανα σε μη ιοντική μορφή (κυρίως SiO₂)
- Θρεπτικά εισαγόμενα από τον άνθρωπο (κυρίως ενώσεις αζώτου και φωσφόρου κ.α.)
- Ανόργανα στοιχεία εισαγόμενα από τον άνθρωπο (Hg, Pb, Ag κ.α.)

Τα βιολογικά χαρακτηριστικά είναι:

- BOD (βιομηχανικά απαιτούμενο οξυγόνο)
- TOD (ολικά απαιτούμενο οξυγόνο)
- DO (διαλυμένο οξυγόνο)

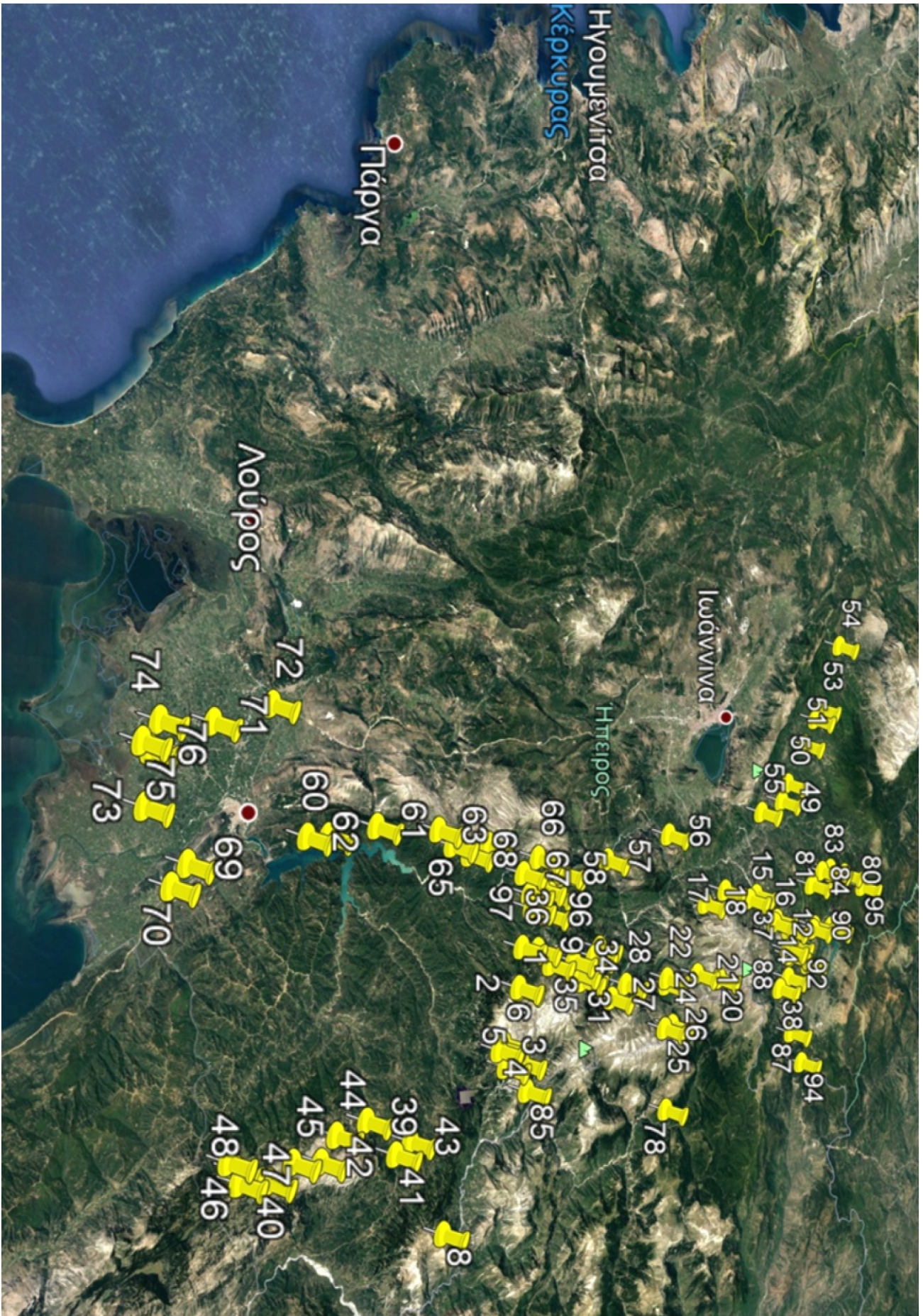
- Μικροοργανισμοί

Οι ειδικές παράμετροι είναι (Σούλιος Γ., 2006):

- Ενεργός οξύτητα (pH)
- Δυναμικά οξειδο-αναγωγής (Eh)
- Σύνολο διαλυμένων στερεών (TDS)
- Αλκαλικότητα-οξύτητα
- Δείκτης κορεσμού (SI)
- Σκληρότητα (TH)
- Διαλυμένα αέρια (O₂, N₂, CO₂ κ.α.)
- BOD, COD, TOD & DO

Στην παρούσα διατριβή εξετάστηκαν η θερμοκρασία και η ηλεκτρική αγωγιμότητα από τα φυσικά χαρακτηριστικά, η ενεργός οξύτητα, το σύνολο των διαλυμένων στερεών, ο δείκτης κορεσμού και η σκληρότητα του νερού από τις ειδικές παραμέτρους.

Τα στοιχεία των οποίων έγινε επεξεργασία, προήλθαν από γεωτρήσεις και πηγές στη λεκάνη απορροής του ποταμού Άραχθου. Οι μετρήσεις αφορούν την ξηρή και την υγρή περίοδο, χωρίς να υπάρχουν μεγάλες διακυμάνσεις μεταξύ των τιμών τους. Στον παρακάτω χάρτη φαίνονται οι θέσεις των σημείων υδροληψίας (Νικολάου Ε., 2010).



Εικόνα 7 Σημεία υδροληψίας στη λεκάνη του ποταμού Αραχθού (Google earth)

8.1 Θερμοκρασία (T)

Η θερμοκρασία είναι ένα από τα πιο βασικά φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του υπόγειου νερού καθώς μπορεί να καθορίσει τη χημική του σύσταση (διαλυτότητα αλάτων). Μπορούν να εξαχθούν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την τροφοδοσία, την υδραυλική αγωγιμότητα όπως και την ταχύτητα ροής του κάθε υδροφόρου (Νικολάου Ε., 2010).

Η θερμοκρασία εξαιτίας των ζωνών ομοιοθερμίας παραμένει σταθερή. Βάσει των γεωθερμικών βαθμίδων μεταβάλλεται με το βάθος, κατά 1 °C κάθε 33 μέτρα περίπου (Βουδούρης Κ., 2006). Κάποιοι από τους παράγοντες που την επηρεάζουν είναι οι περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν (κυρίως για τα επιφανειακά νερά), το είδος και το πάχος των περιβαλλόντων πετρωμάτων, η πιεζομετρική επιφάνεια, η παροχή καθώς και η ενδεχόμενη ρύπανση του (Νικολάου Ε., 2010).

Στη λεκάνη απορροής του Άραχθου κατά μέσο όρο η θερμοκρασία των υπόγειων νερών είναι κάτω των 20°C. Εξαιρέση αποτελούν τα υπόγεια νερά που προέρχονται από καρστικές πηγές, ορεινών περιοχών, όπου η θερμοκρασία είναι αρκετά χαμηλότερη, καθώς και οι υπό πίεση υδροφόροι του κάμπου της Άρτας που η θερμοκρασία φθάνει μέχρι 23°C (επηρεαζόμενο από το γεωθερμικό πεδίο των Συκεών) (Νικολάου Ε., 2010).

8.2 Ηλεκτρική αγωγιμότητα (E.C)

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα όπως προαναφέρθηκε σχετίζεται με το σύνολο των διαλυμένων στερεών (T.D.S) στο νερό. Η μεταβολή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας επηρεάζεται και από τη θερμοκρασία με ρυθμό 2% ανά 1 °C (Σούλιος Γ., 2006). Γενικά για να θεωρείται το νερό πόσιμο το επίπεδο της αγωγιμότητας πρέπει να είναι έως 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (ΚΥΑ_3282_2017 (ΦΕΚ 3282/Β/19.9.2017). Αυξημένες τιμές της αγωγιμότητας δηλώνουν μεγάλες συγκεντρώσεις αλάτων. Ακολουθεί πίνακας με τον χαρακτηρισμό των υπόγειων υδάτων βάσει της ηλεκτρικής αγωγιμότητας:

E.C ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Χαρακτηρισμός νερού
<400	Ελαφρύ
>900	Βαρύ
2.000-30.000	Υφάλμυρο

Πίνακας 2 Χαρακτηρισμός του νερού βάση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C) (Σούλιος Γ., 2006)

Στη συνέχεια ακολουθεί η ταξινόμηση του νερού με βάση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C), σύμφωνα με τους J.D Rhoades, A. Kandiah και A.M Mashali.

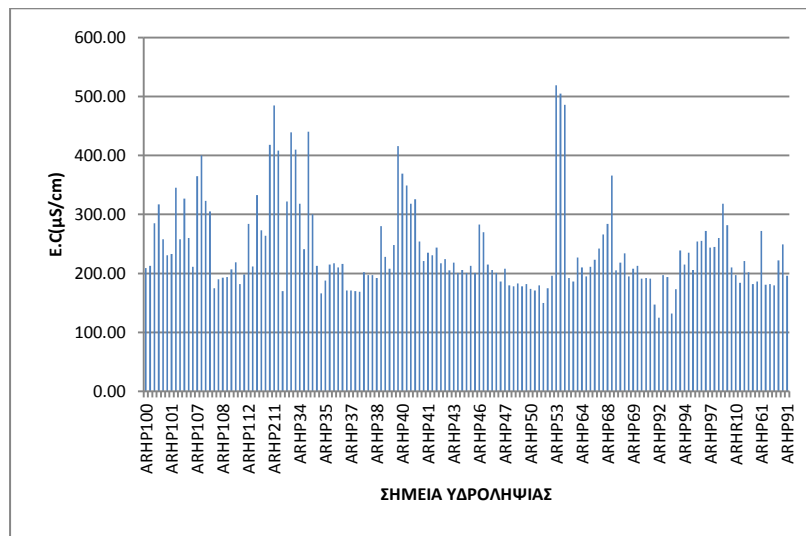
E.C ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Χαρακτηρισμός νερού
<700	Νερό για ύδρευση και άρδευση
700-2.000	Νερό για άρδευση
2.000-10.000	Υπόγειο νερό μέσης αλατότητας
10.000-25.000	Υπόγειο νερό υψηλής αλατότητας
25.000-45.000	Υπόγειο νερό εξαιρετικά υψηλής αλατότητας
>45.000	Θαλασσινό νερό

Πίνακας 3 Χαρακτηρισμός του νερού βάση ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C) (Rhoades J., Kandiah A. & Mashali A., 1992)

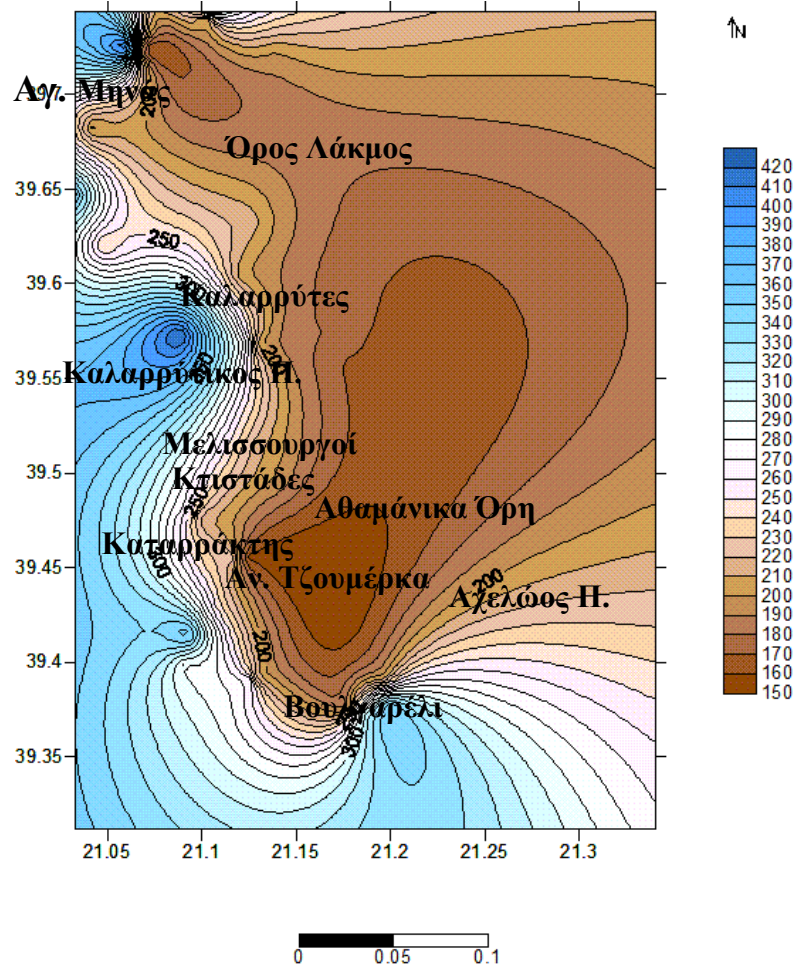
Στα υπόγεια υδατικά συστήματα της λεκάνης απορροής του Αράχθου η E.C κυμαίνεται από 200 έως και 967 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Νικολάου Ε., 2010).

Ακολουθούν τα διαγράμματα 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 και 11 που απεικονίζουν τη διακύμανση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C) για κάθε ένα υπόγειο υδατικό σύστημα, ενώ οι εικόνες 8, 9, 10, 11, 12, 13 και 14 απεικονίζουν την χωρική κατανομή της διακύμανσης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C) για κάθε ένα υπόγειο υδατικό σύστημα.

ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΩΛΟΝΟΥ - ΠΙΝΔΟΥ (0413)

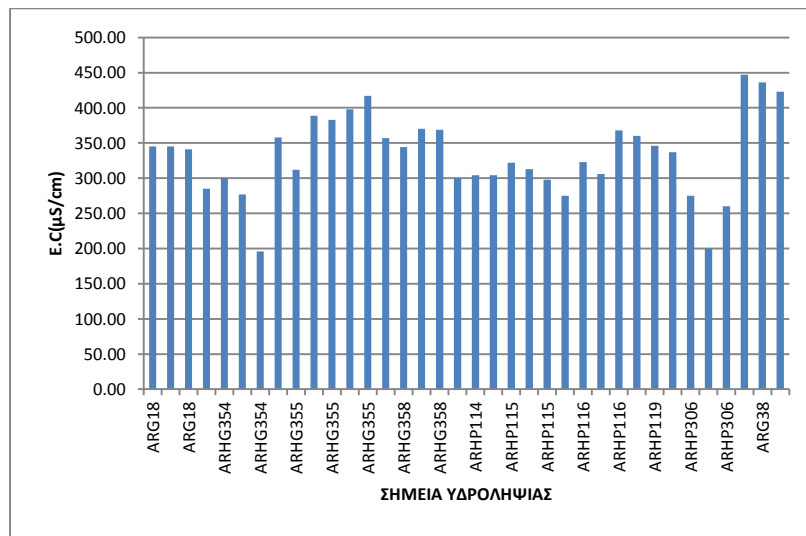


Διάγραμμα 4 Καρστικά υποσύστημα Ωλονού - Πίνδου (0413) - Διακύμανση της E.C

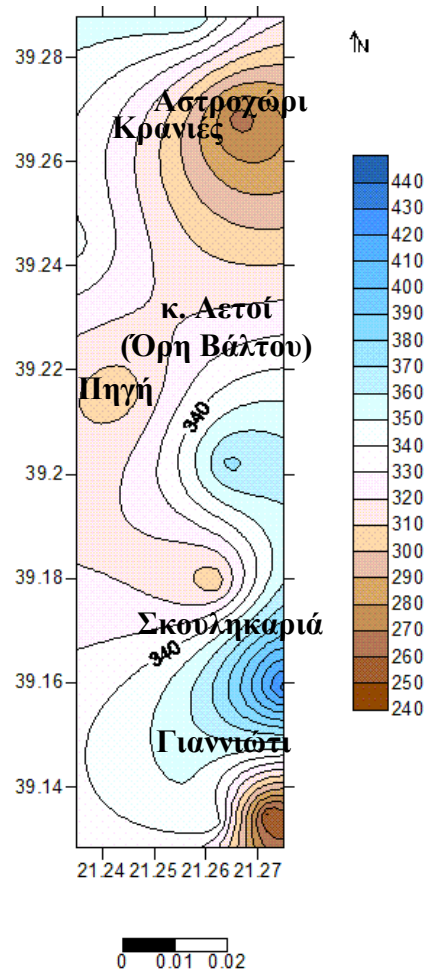


Εικόνα 8 Καρστικά υποσύστημα Ωλονού - Πίνδου (0413)-Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C) (Surfer 8)

ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΜΠΕΣΟΥ(0416)

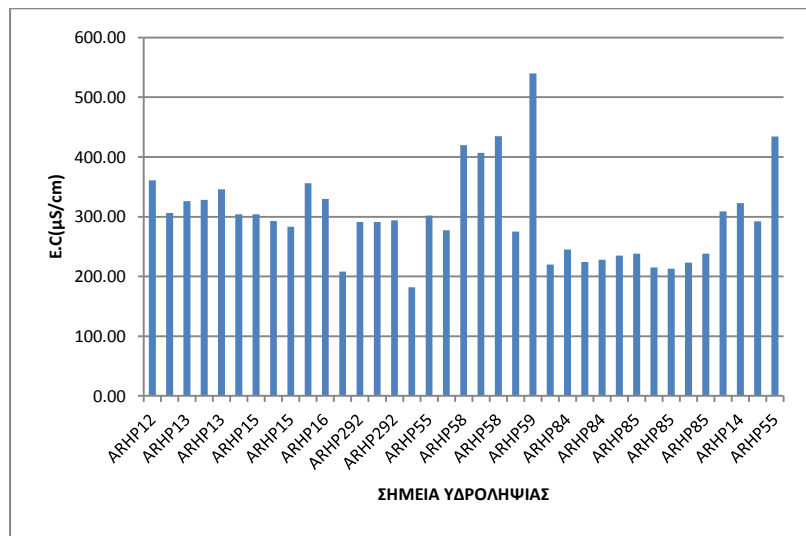


Διάγραμμα 5 Καρστικά υποσύστημα Εμπεσού (0416) - Διακύμανση της E.C

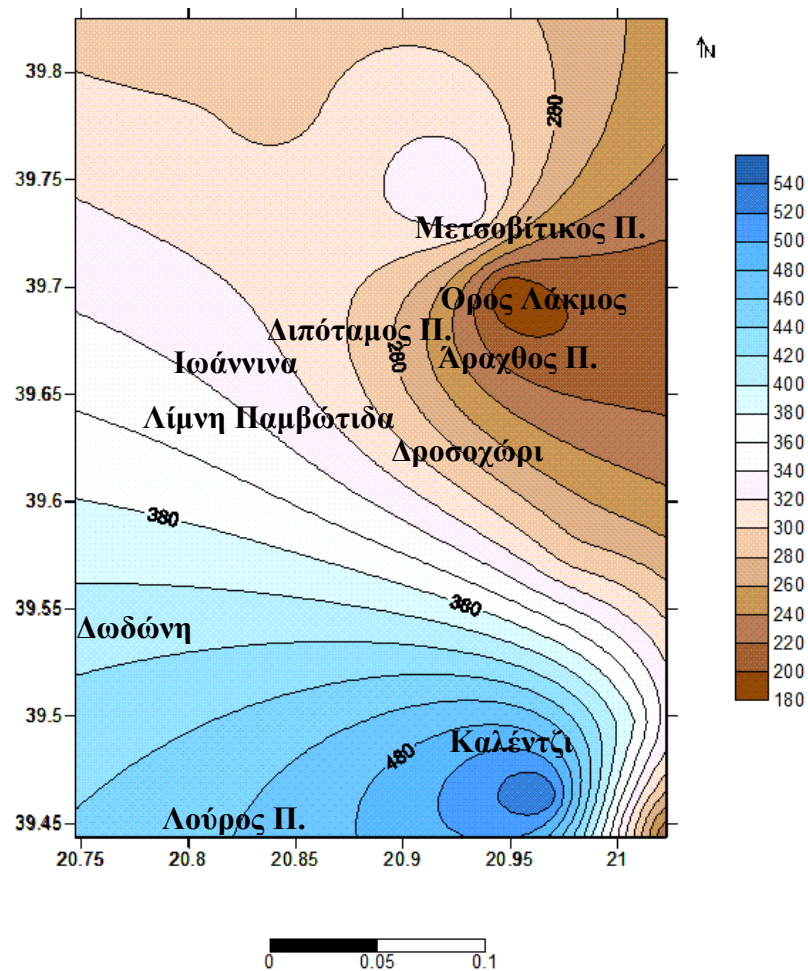


Εικόνα 9 Καρστικά υποσύστημα Εμπεσού (0416)-Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C) (Surfer 8)

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ (0511)

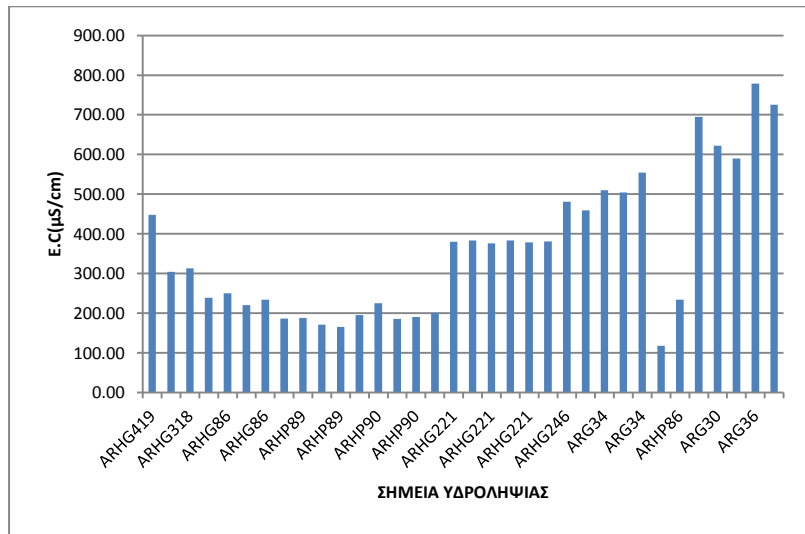


Διάγραμμα 6 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - Διακόμανση της E.C



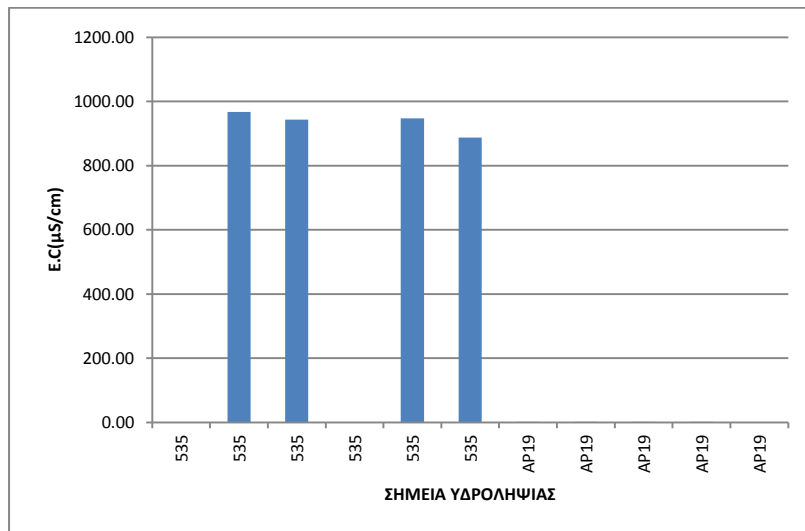
Εικόνα 10 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - Χωρική κατανομή της διακόμανσης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C) (Surfer 8)

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΟΥΡΟΥ (0515a)

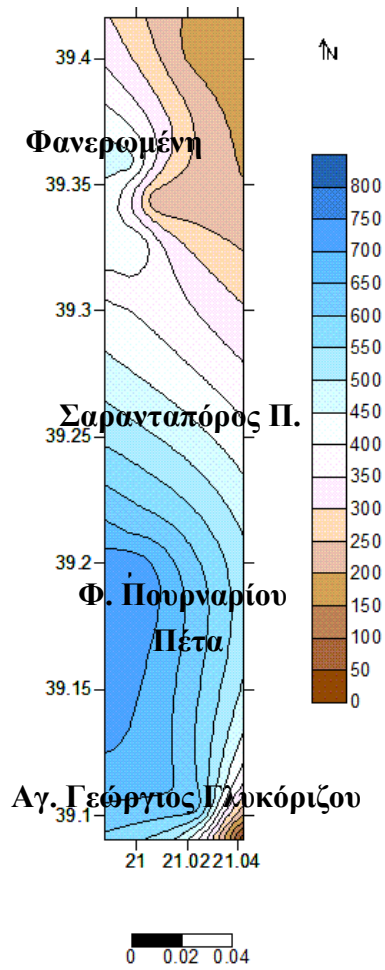


Διάγραμμα 7 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - Διακύμανση της E.C

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΤΑΣ (0515c)

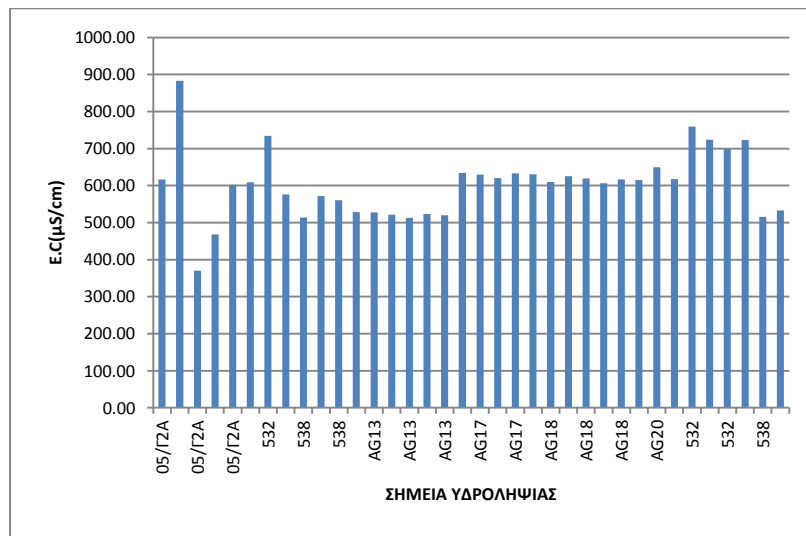


Διάγραμμα 8 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - Διακύμανση της E.C

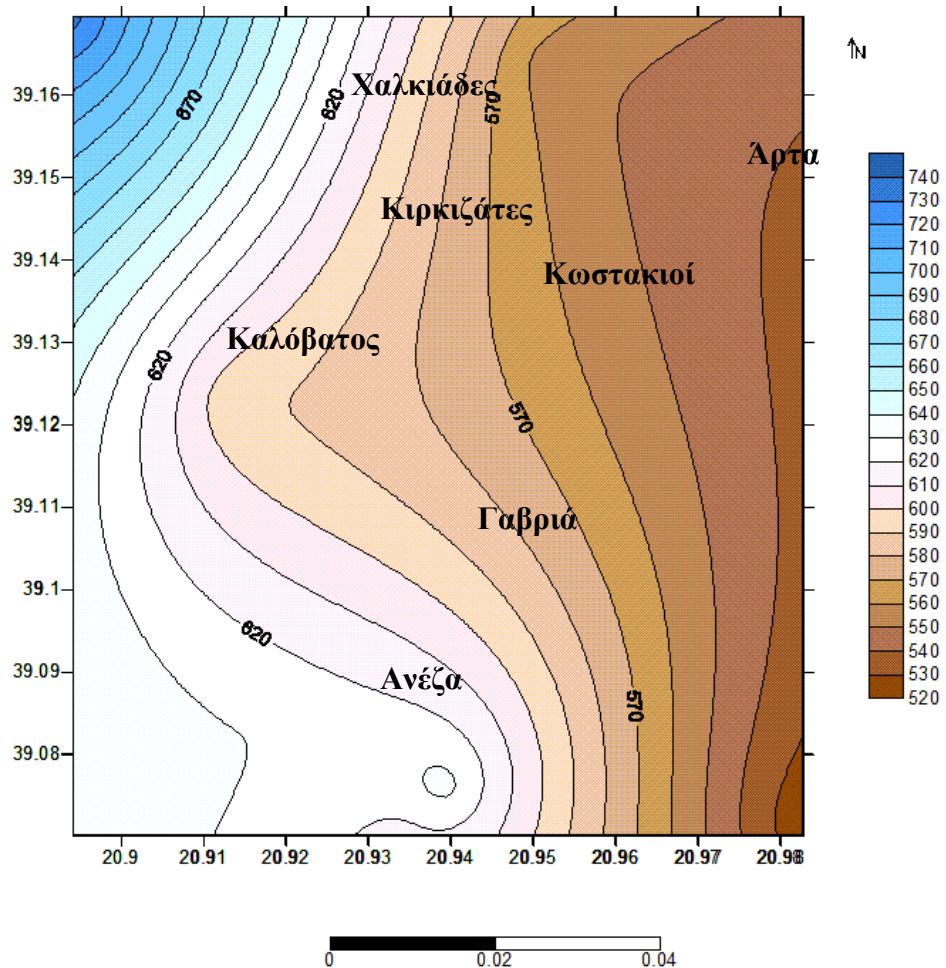


Εικόνα 11 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) και Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C) (Surfer 8)

ΚΟΚΚΩΔΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΤΑΣ (0516)

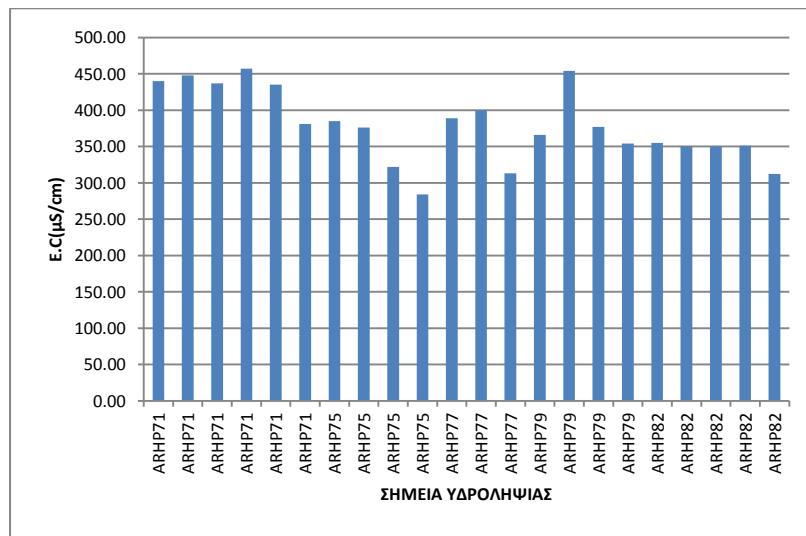


Διάγραμμα 9 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - Διακύμανση της E.C

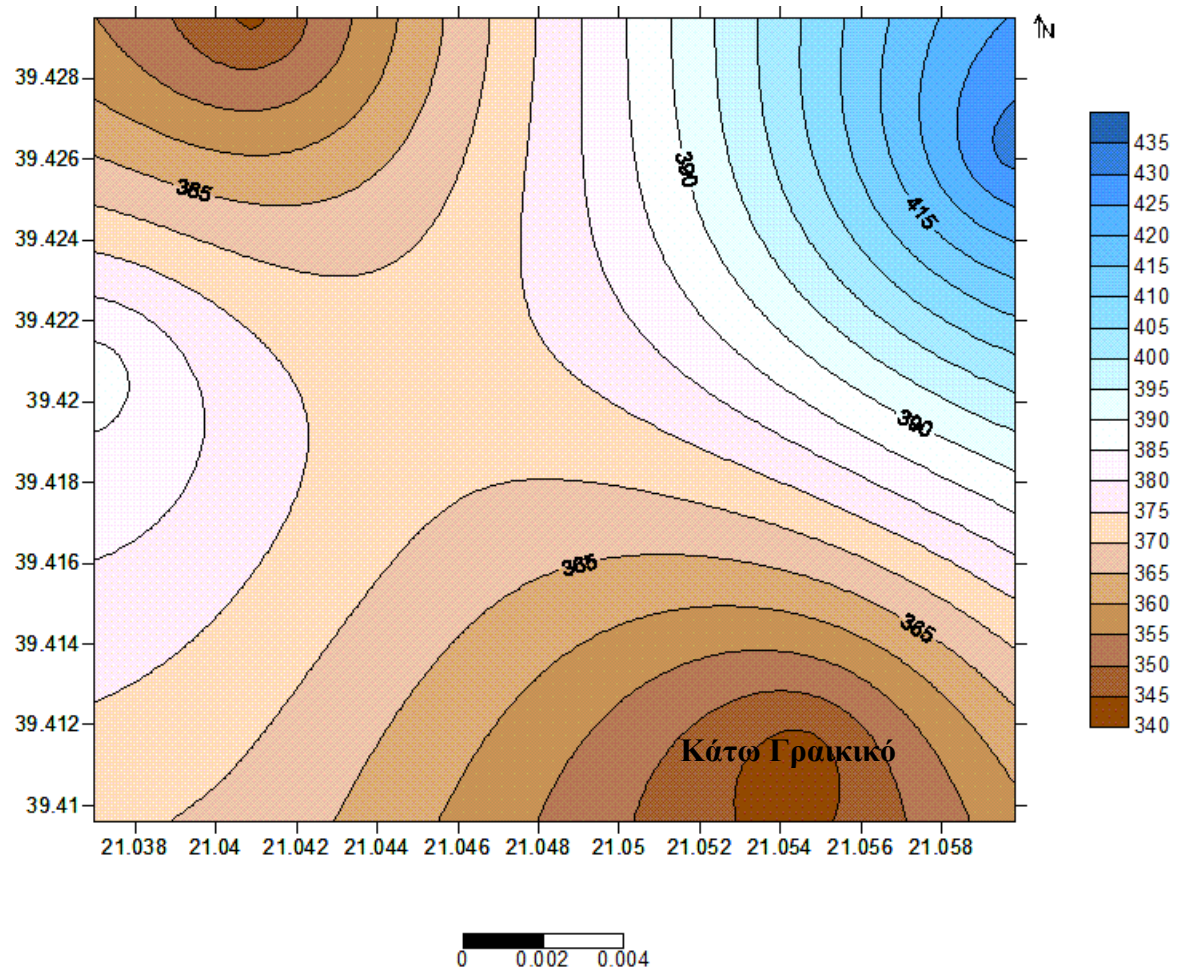


Εικόνα 12 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C) (Surfer 8)

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΡΑΙΚΙΚΟΥ (0519)

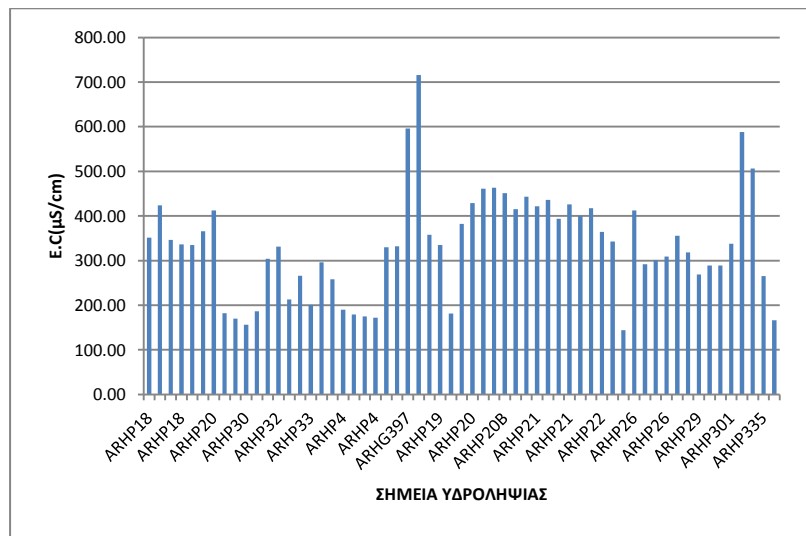


Διάγραμμα 10 Καρστικό σύστημα Γραϊκικού (0519) - Διακύμανση της E.C

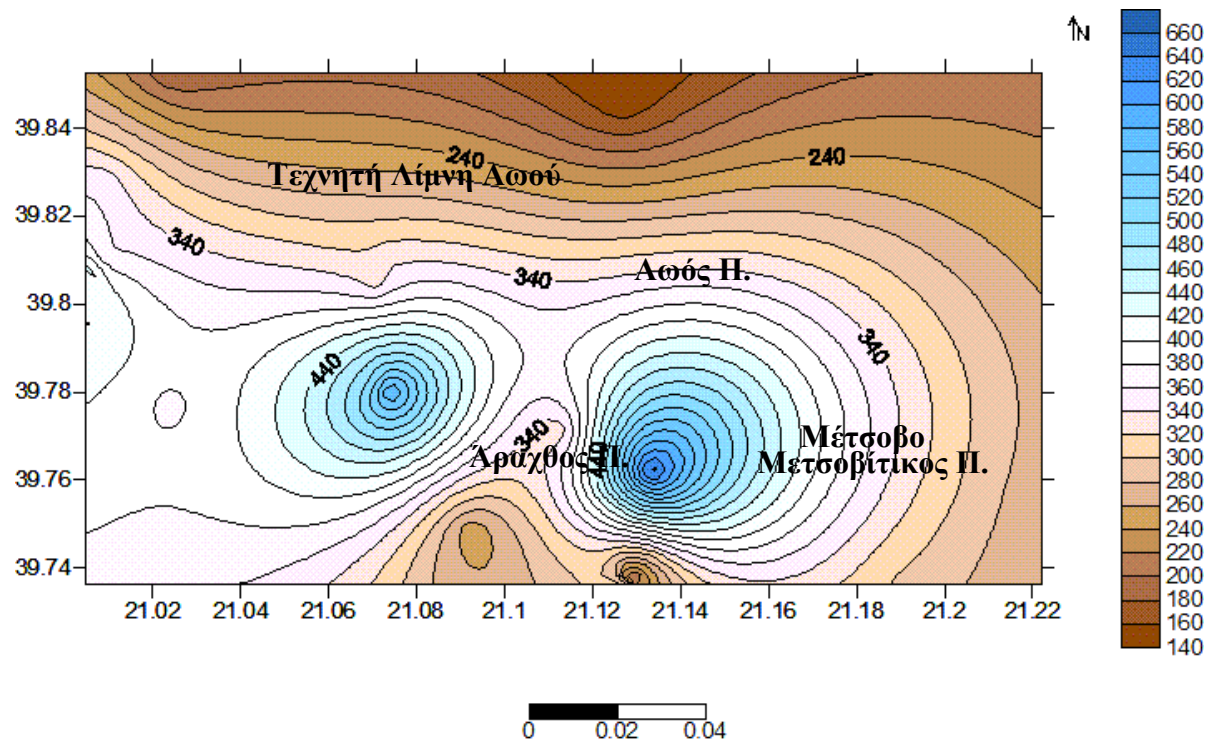


Εικόνα 13 Καρστικό σύστημα Γραϊκικού (0519) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C) (Surfer 8)

ΡΩΓΜΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΣΟΒΟΥ (0526)

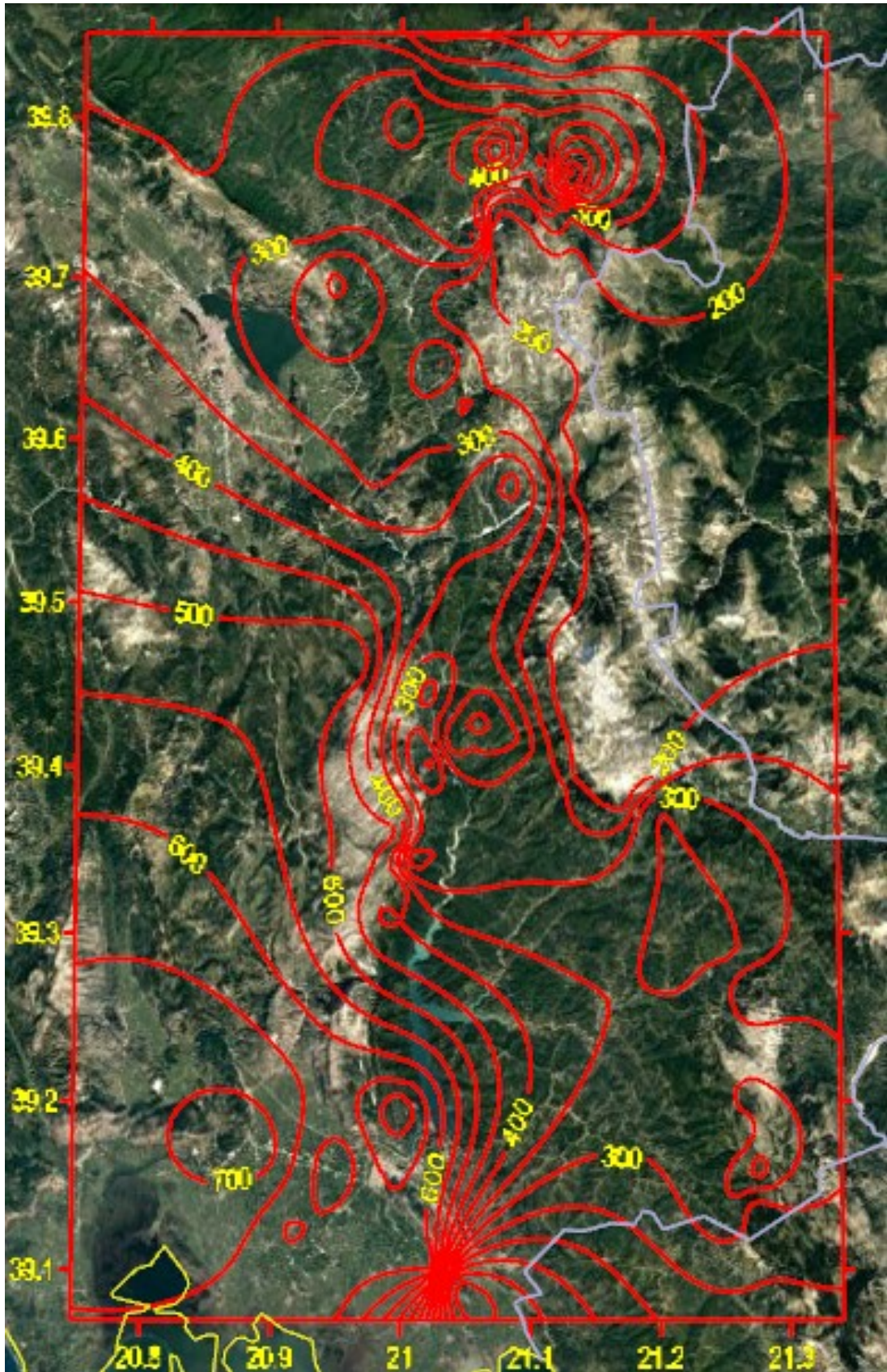


Διάγραμμα 11 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - Διακύμανση της E.C



Εικόνα 14 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C) (Surfer 8)

Στη συνέχεια έγινε η εισαγωγή των τιμών της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C), και απεικονίζεται η χωρική κατανομή των τιμών στην υπό μελέτη λεκάνη απορροής στο Google earth.



Εικόνα 15 Χάρτης απεικόνισης της διακύμανσης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C) (Google earth)

Μεγάλες τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C) παρουσιάζουν το καρστικό σύστημα του Λούρου (0515a) και το κοκκώδες σύστημα της Άρτας (0516), με την αγωγιμότητα να φθάνει τα 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Οι υψηλότερες τιμές παρουσιάζονται στο καρστικό σύστημα της Άρτας (0515c). Η ηλεκτρική αγωγιμότητα ξεπερνά το 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ με μέγιστη τα 967 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Νικολάου Ε., 2010). Οι τιμές αυτές δικαιολογούνται εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας του νερού σε Cl^- και Na^+ . Συνοψίζοντας τα νερά της λεκάνης κρίνονται ελαφριά έως μέτρια με εξαίρεση την τελευταία περίπτωση που χαρακτηρίζονται βαριά.

8.3 Σύνολο διαλυμένων στερεών (T.D.S)

Το σύνολο των διαλυμένων στερεών αφορούν τα άλατα που βρίσκονται στο νερό, με εξαίρεση τα αιωρούμενα ιζήματα, τα κolloειδή και τα διαλυμένα αέρια.

Τα υπόγεια νερά είναι εμπλουτισμένα σε άλατα, τα οποία έχουν προέλθει από τα πετρώματα και τα ορυκτά που συνθέτουν τους γεωλογικούς σχηματισμούς που απαρτίζουν το περιβάλλον προέλευσης καθώς και τη διαδρομή που έχει διανύσει κατά τη διάρκεια της ζωής του.

Σημαντικοί παράγοντες είναι το είδος των πετρωμάτων καθώς και η ικανότητα τους να διαλύονται με το νερό. Επίσης η ταχύτητα ροής και ο χρόνος παραμονής σε τέτοια περιβάλλοντα είναι καθοριστικής σημασίας (Βουδούρης Κ., 2006).

Επιπλέον τα υπόγεια νερά επηρεάζονται από το νερό κατείσδυσης αλλά και από την εξατμισοδιαπνοή. Η περιεκτικότητα του κατεισδύοντος νερού σε άλατα καθορίζεται από το είδος και την περατότητα του εδάφους, αλλά και από την ικανότητα αποστράγγισής του. Επίσης σημαίνοντα ρόλο έχουν οι ορίζοντες και τα πετρώματα που θα συναντήσει το νερό έως ότου βρεθεί στον υδροφόρο. Τέλος η εξάτμιση του νερού των επιφανειακών οριζόντων καθώς και η εκλεκτική απορρόφηση των φυτών συμβάλλουν στην αύξηση των αλάτων.

Σε περιοχές με ξηρό κλίμα το νερό έχει υψηλότερες συγκεντρώσεις αλάτων, απ' ότι σε άλλες που τα ποσοστά βροχοπτώσεων είναι υψηλά και η κίνηση του νερού μεγαλύτερη.

Τέλος η θαλάσσια διείσδυση είτε αυτή έχει προέλθει από φυσικά αίτια είτε από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, καθώς και η χρήση λιπασμάτων αυξάνουν την περιεκτικότητα των αλάτων στα υπόγεια νερά (Λέκκας Σ., Αλεξόπουλος Α., 2009).

Επιπροσθέτως το σύνολο των διαλυμένων στερεών είναι ανάλογο της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και συνδέονται με τον παρακάτω τύπο:

$$T.D.S = 0,65(\approx 0,7) E.C$$

όπου T.D.S σε mg/l και για E.C έως 1000 $\mu S/cm$ (Βουδούρης Κ., 2006)

Ακολουθεί πίνακας με τον χαρακτηρισμό των υπογείων νερών με βάση το σύνολο των διαλυμένων στερεών:

T.D.S (mg/l)	Χαρακτηρισμός νερού
0-1.000	Γλυκό
1.000-10.000	Υφάλμυρο
10.000-100.000	Αλμυρό
>100.000	Υπεράλμυρο

Πίνακας 4 Χαρακτηρισμός του νερού βάση του συνόλου των διαλυμένων στερεών (T.D.S) (Βουδούρης Κ., 2006)

Στη συνέχεια ακολουθεί η ταξινόμηση του νερού με βάση τις τιμές του συνόλου των διαλυμένων στερεών (T.D.S), σύμφωνα με τους J.D Rhoades, A. Kandiah και A.M Mashali.

T.D.S (mg/l)	Χαρακτηρισμός νερού
<500	Νερό για ύδρευση και άρδευση
500-1.500	Νερό για άρδευση
1.500-7.000	Υπόγειο νερό μέσης αλατότητας
7.000-15.000	Υπόγειο νερό υψηλής αλατότητας
15.000-35.000	Υπόγειο νερό εξαιρετικά υψηλής αλατότητας
>35.000	Θαλασσινό νερό

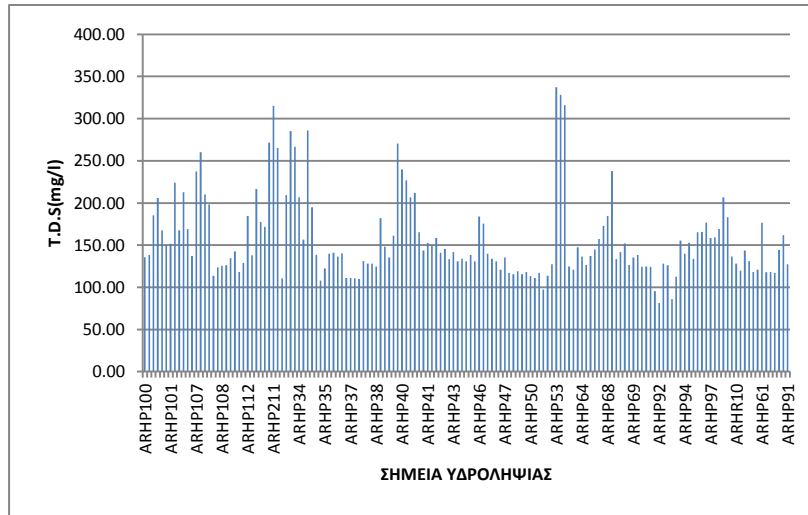
Πίνακας 5 Χαρακτηρισμός του νερού βάση του συνόλου των διαλυμένων στερεών (T.D.S) (Rhoades J., Kandiah A., & Mashali A., 1992)

Στα υπόγεια υδατικά συστήματα της λεκάνης απορροής του Αράχθου το σύνολο των διαλυμένων στερεών κυμαίνεται από 100 έως και 628 mg/l και το νερό

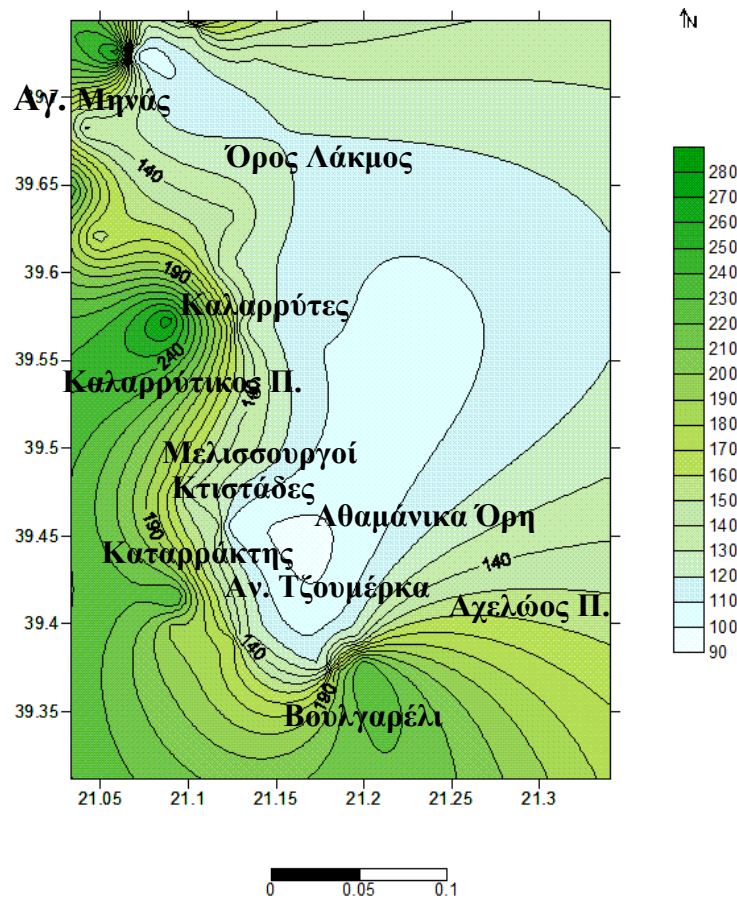
χαρακτηρίζεται ως γλυκό με την πρώτη ταξινόμηση, ενώ με τη δεύτερη κατάλληλο και για άρδευση και για ύδρευση τα δείγματα κάτω των 500 mg/l (Νικολάου Ε., 2010).

Ακολουθούν τα διαγράμματα 12, 13, 14, 15 και 16 που απεικονίζουν τη διακύμανση των διαλυμένων στερεών (T.D.S) στα υπόγεια υδατικά συστήματα της λεκάνης απορροής, ενώ οι εικόνες 16, 17, 18, 19, 20, 21 και 22 απεικονίζουν τη χωρική κατανομή της διακύμανσης των διαλυμένων στερεών (T.D.S) στα υπόγεια υδατικά συστήματα.

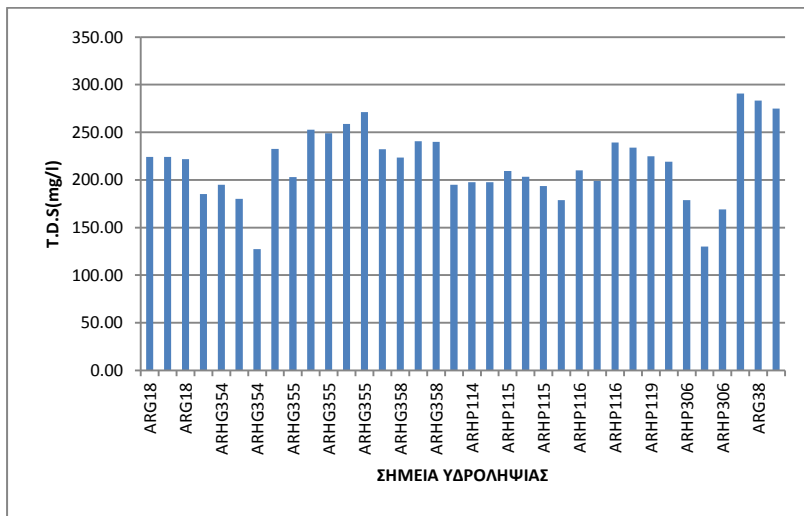
ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΩΛΟΝΟΥ- ΠΙΝΔΟΥ (0413) - ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΜΠΕΣΟΥ(0416) - ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ (0511) - ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΡΑΙΚΙΚΟΥ (0519) - ΡΩΓΜΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΣΟΒΟΥ (0526)



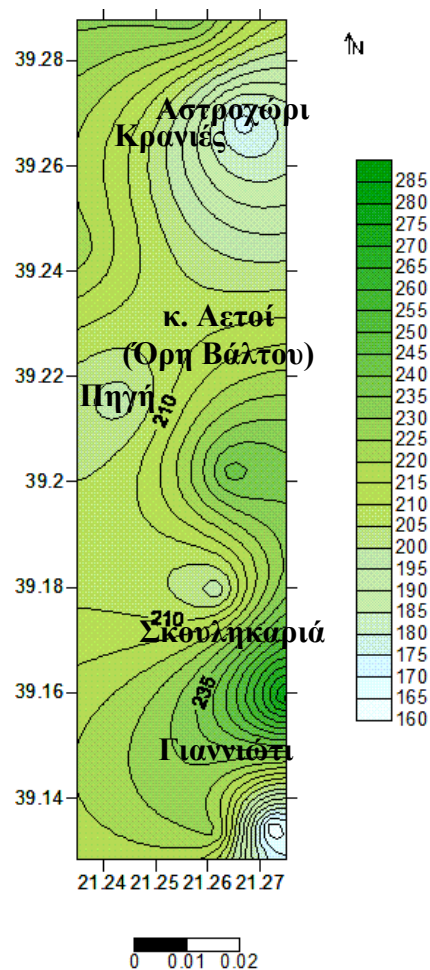
Διάγραμμα 12 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού-Πίνδου (0413) - Διακύμανση των T.D.S



Εικόνα 16 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού-Πίνδου (0413) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης του συνόλου των διαλυμένων στερεών (T.D.S) (Surfer 8)



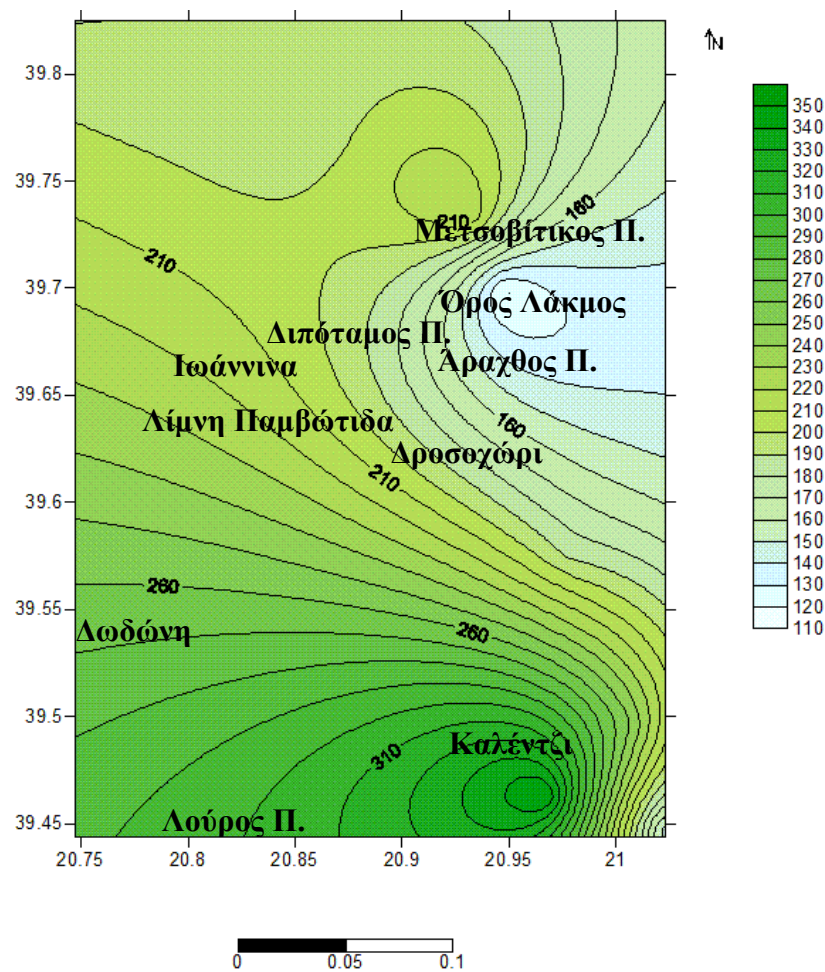
Διάγραμμα 13 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - Διακύμανση των T.D.S



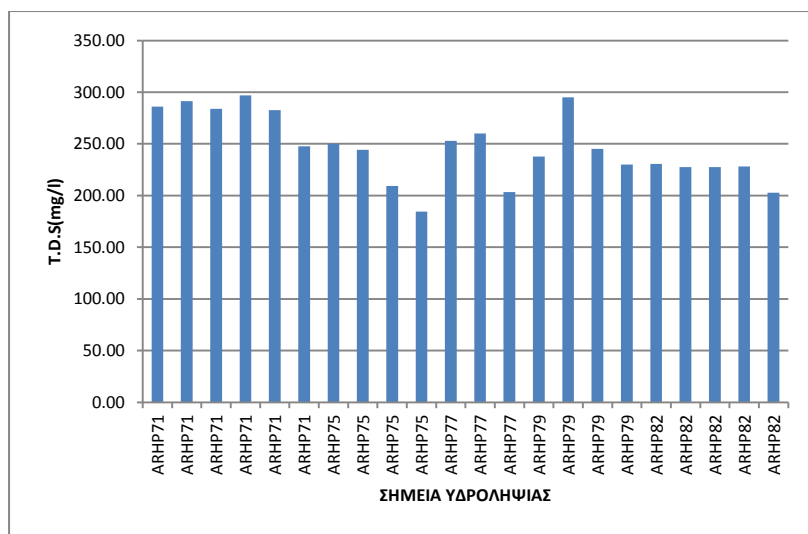
Εικόνα 17 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης του συνόλου των διαλυμένων στερεών (T.D.S) (Surfer 8)



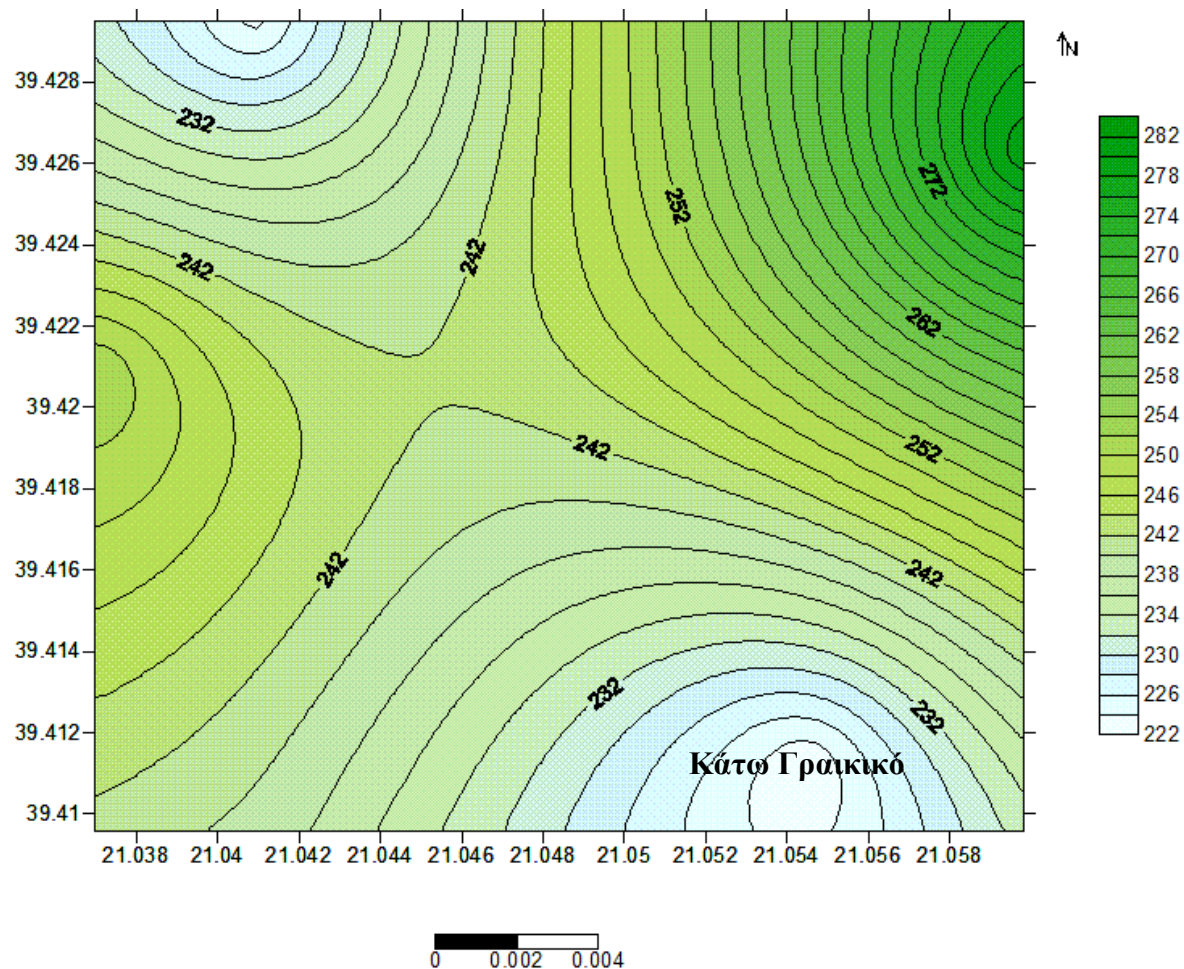
Διάγραμμα 14 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - Διακύμανση των T.D.S



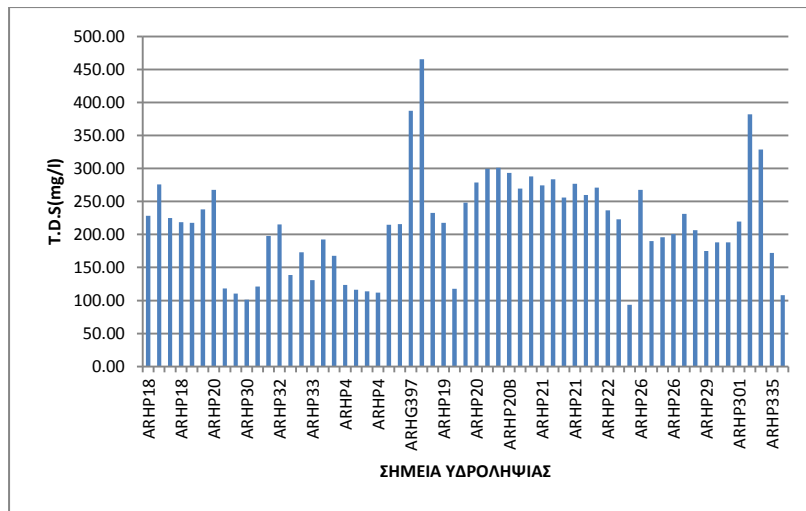
Εικόνα 18 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης του συνόλου των διαλυμένων στερεών (T.D.S) (Surfer 8)



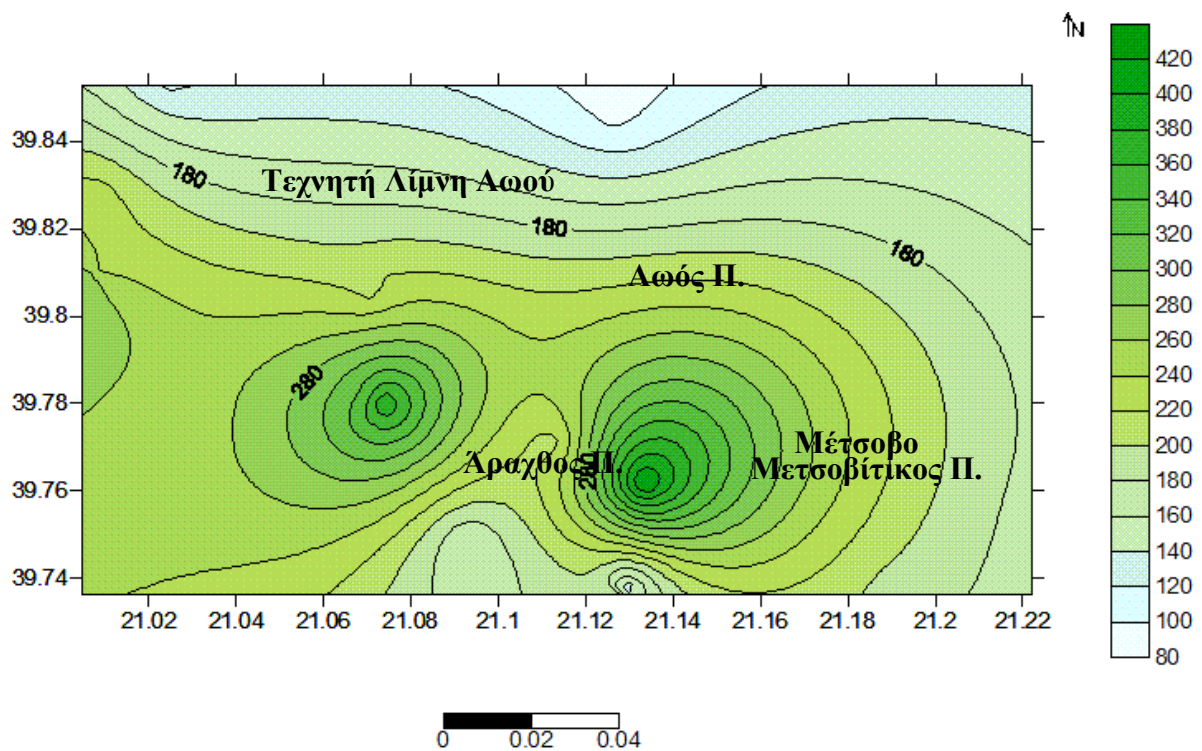
Διάγραμμα 15 Καρστικό σύστημα Γραϊκού (0519) - Διακύμανση των T.D.S



Εικόνα 19 Καρστικό σύστημα Γραϊκού (0519) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης του συνόλου των διαλυμένων στερεών (T.D.S) (Surfer 8)



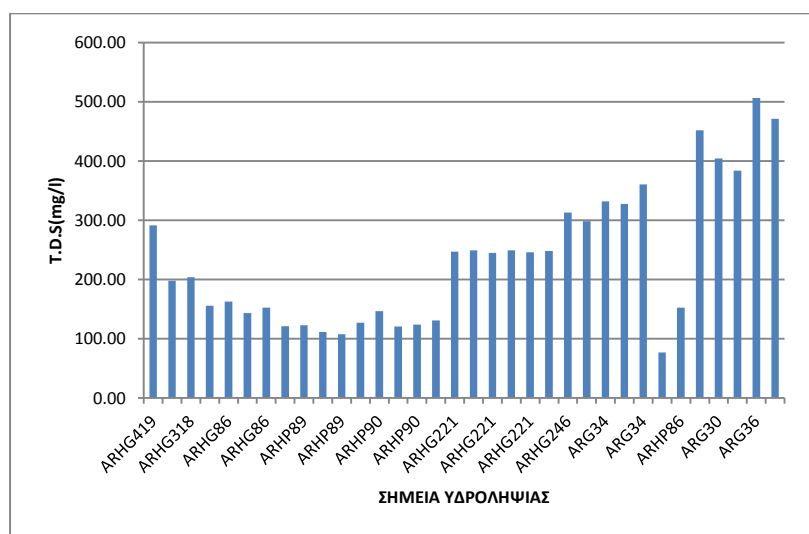
Διάγραμμα 16 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - Διακύμανση των T.D.S



Εικόνα 20 Καρστικό σύστημα Μετσόβου (0526) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης του συνόλου των διαλυμένων στερεών (T.D.S) (Surfer 8)

Οι τιμές των ανωτέρω συστημάτων και υποσυστημάτων της λεκάνης απορροής του ποταμού Άραχθου στην πλειονότητα τους παίρνουν τιμές κατώτερες των 150 mg/l για τα T.D.S. Ακόμα ένα μεγάλο ποσοστό φθάνει τα 250 mg/l ενώ ένα μικρό ποσοστό τα 300 mg/l. Σύμφωνα με την πρώτη ταξινόμηση του Κ. Βουδούρη το σύνολο των δειγμάτων νερού αυτών των περιοχών χαρακτηρίζεται γλυκό, ενώ βάσει της δεύτερης των J.D. Rhoades, A. Kandiah & A.M. Mashali, είναι κατάλληλα τόσο για ύδρευση όσο και για άρδευση.

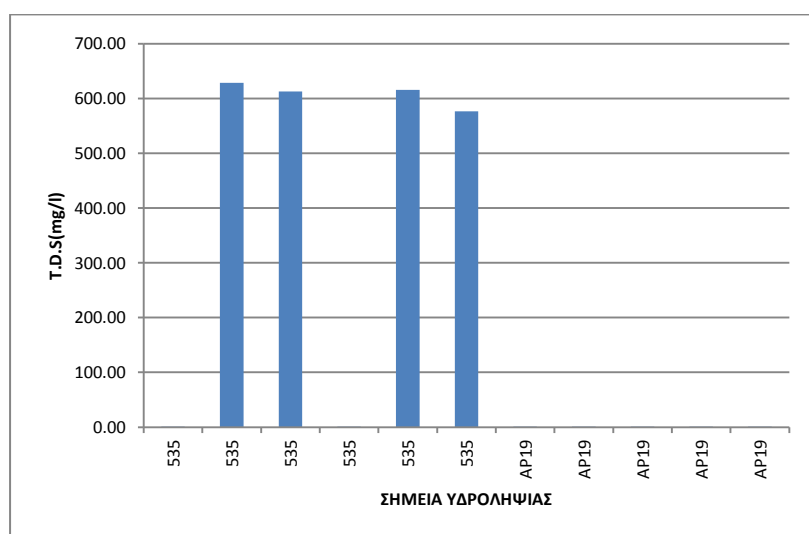
ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΟΥΡΟΥ (0515a)



Διάγραμμα 17 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - Διακύμανση των T.D.S

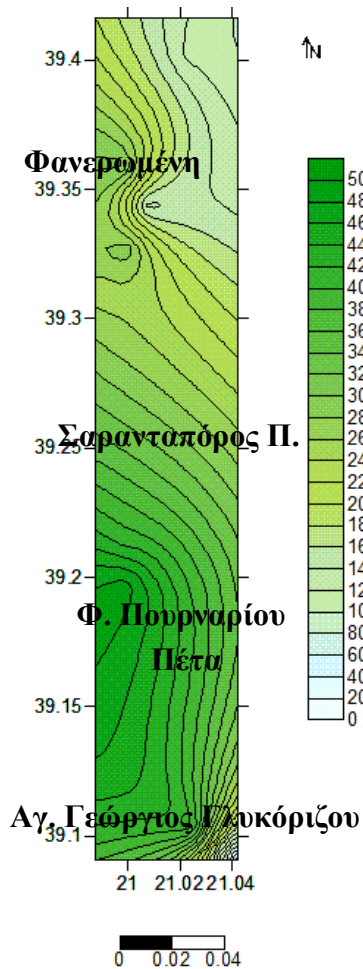
Στο παρόν σύστημα οι τιμές των T.D.S των δειγμάτων κυμαίνονται σε μεγαλύτερα επίπεδα από τις περιπτώσεις που προηγήθηκαν. Παρόλα αυτά το νερό συνεχίζει να χαρακτηρίζεται γλυκό βάσει της πρώτης ταξινόμησης, και κατάλληλο για ύδρευση και άρδευση σύμφωνα με τη δεύτερη. Παρόλα αυτά τα δείγματα της γεώτρησης ARG36 στο όριο ή ελάχιστα μεγαλύτερα των 500 mg/l, άρα βάσει της δεύτερης ταξινόμησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν κυρίως για άρδευση.

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΤΑΣ (0515c)



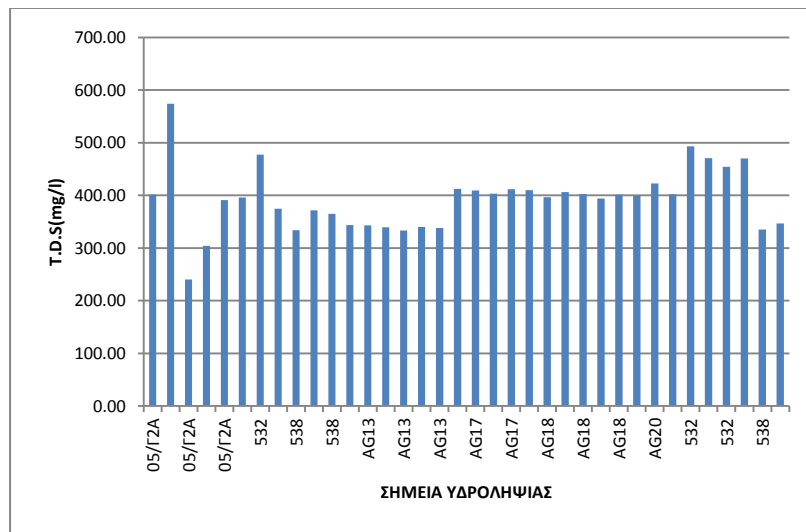
Διάγραμμα 18 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - Διακύμανση των T.D.S

Σε αυτό το σύστημα οι τιμές των T.D.S είναι οριακά η υπερβαίνουν τα 600 mg/l. Βάσει της πρώτης ταξινόμησης, θεωρούνται γλυκά (TDS<1000 mg/l) αλλά με τη δεύτερη ταξινόμηση, μπορεί να γίνει χρήση τους μόνο για αρδευτικούς σκοπούς.

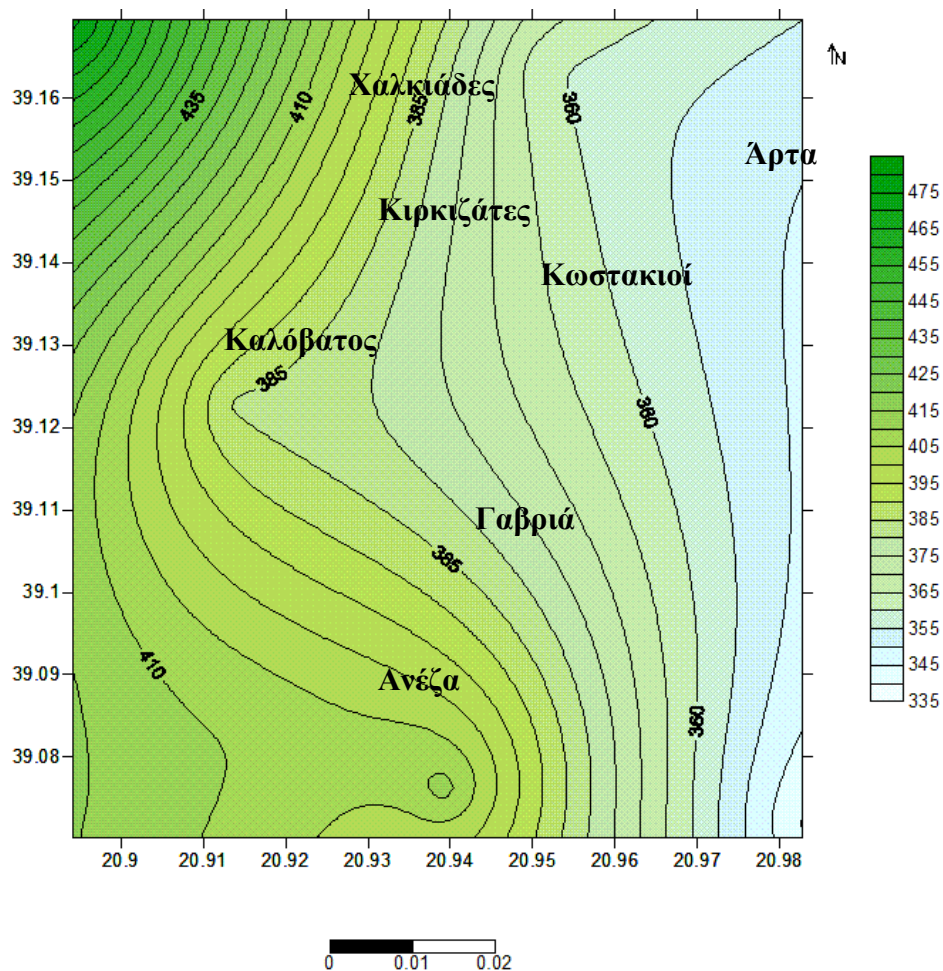


Εικόνα 21 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) και Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης του συνόλου των διαλυμένων στερεών (T.D.S) (Surfer 8)

ΚΟΚΚΩΔΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΤΑΣ (0516)



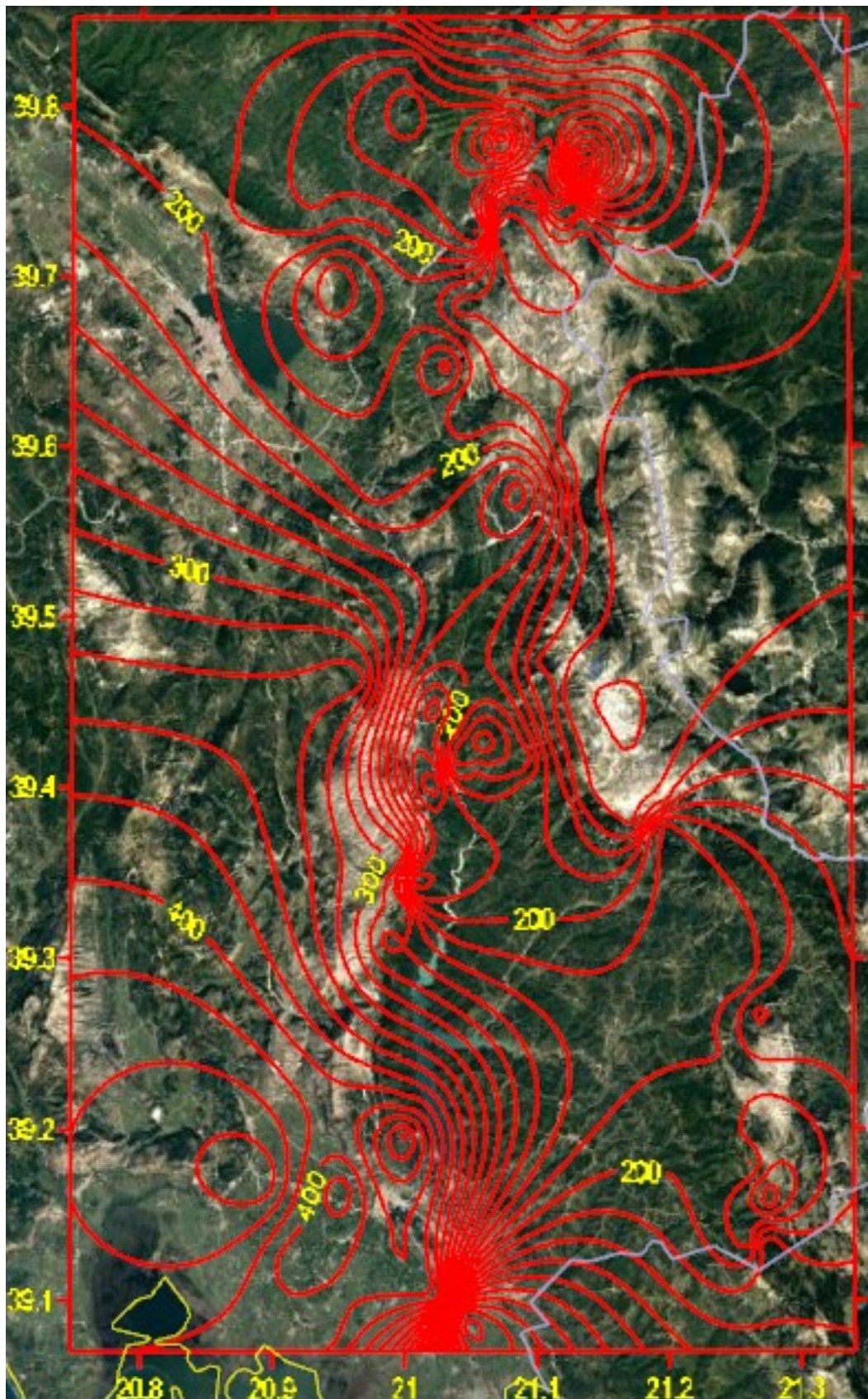
Διάγραμμα 19 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - Διακύμανση των T.D.S



Εικόνα 22 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης του συνόλου των διαλυμένων στερεών (T.D.S) (Surfer 8)

Στο σύστημα αυτό οι τιμές των T.D.S είναι μικρότερες των 500 mg/l έτσι το νερό χαρακτηρίζεται γλυκό βάσει της πρώτης ταξινόμησης, και κατάλληλο για ύδρευση και άρδευση σύμφωνα με τη δεύτερη. Παρόλα αυτά ένα δείγμα της γεώτρησης 05/Γ2Α έχει T.D.S>500 mg/l, άρα βάσει της δεύτερης ταξινόμησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για άρδευση.

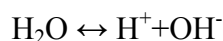
Στη συνέχεια έγινε η εισαγωγή των τιμών του συνόλου των διαλυμένων στερεών (TDS), στο Google earth και έτσι παρακάτω απεικονίζεται η χωρική κατανομή των τιμών στην υπό μελέτη λεκάνη απορροής.



Εικόνα 23 Χάρτης απεικόνισης Συνόλου Διαλυμένων Στερεών (TDS) (Google earth)

8.4 Ενεργός οξύτητα (pH)

Το καθαρό νερό παρουσιάζει ηλεκτρική αγωγιμότητα, που οφείλεται στην ύπαρξη κάποιων ιόντων. Αυτά τα ιόντα προκύπτουν από την αυτοδιάσπαση του νερού, η οποία εκφράζεται με την παρακάτω σχέση:



Ομοίως προκύπτει ότι η σταθερά ιονισμού του νερού της παραπάνω αντίδρασης είναι:

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

Η συγκέντρωση των αδιάστατων μορίων του νερού θεωρείται πολύ μεγάλη σε σχέση με τη συγκέντρωση υδρογόνου και υδροξυλίου, οπότε και θεωρείται σταθερή. Έτσι προκύπτει νέα σχέση όπου:

$$K = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

Η τιμή της παραπάνω εξίσωσης στους 25° C είναι 10^{-14}

Οπότε το νερό ανάλογα με την συγκέντρωση του υδρογόνου και του υδροξυλίου χαρακτηρίζεται ως εξής:

- $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7}$ και το νερό καλείται ουδέτερο
- $[\text{H}^+] > 10^{-7}$ και το νερό καλείται όξινο
- $[\text{OH}^-] > 10^{-7}$ και το νερό καλείται βασικό-αλκαλικό (Θεοδωρίκας Σ., 2009).

Το pH είναι βασική παράμετρος των υπόγειων νερών και εκφράζει τη συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου (H_3O^+). Όταν το ενεργός οξύτητα οφείλεται στο διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), καλείται pH ισορροπίας ή κορεσμού (pH_s). Στην περίπτωση που $\text{pH} < \text{pH}_s$ τότε το νερό μπορεί να διαλύσει ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3), αλλιώς αν $\text{pH} > \text{pH}_s$ τότε υπάρχει απόθεση CaCO_3 λόγω κορεσμού (Βουδούρης Κ., 2006).

Η τιμή του pH ενός διαλύματος προκύπτει από τον αρνητικό λογάριθμο της συγκέντρωσης των ιόντων υδρογόνου στο διάλυμα, ενώ του pOH από τον αρνητικό λογάριθμο των ιόντων του υδροξυλίου.

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] \text{ και } \text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

Συνεπώς

$$pK=pH+pOH=14$$

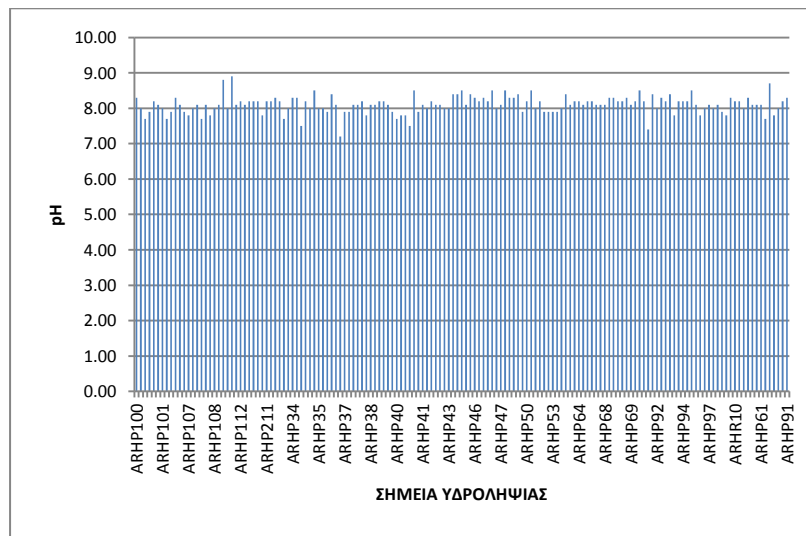
Έτσι λοιπόν όταν:

- $(H^+)=(OH^-)$ το $pH=7$ και το νερό καλείται ουδέτερο
- $(H^+) > (OH^-)$ το $pH < 7$ και το νερό καλείται όξινο
- $(H^+) < (OH^-)$ το $pH > 7$ και το νερό καλείται βασικό-αλκαλικό (Θεοδωρίκας Σ., 2009)

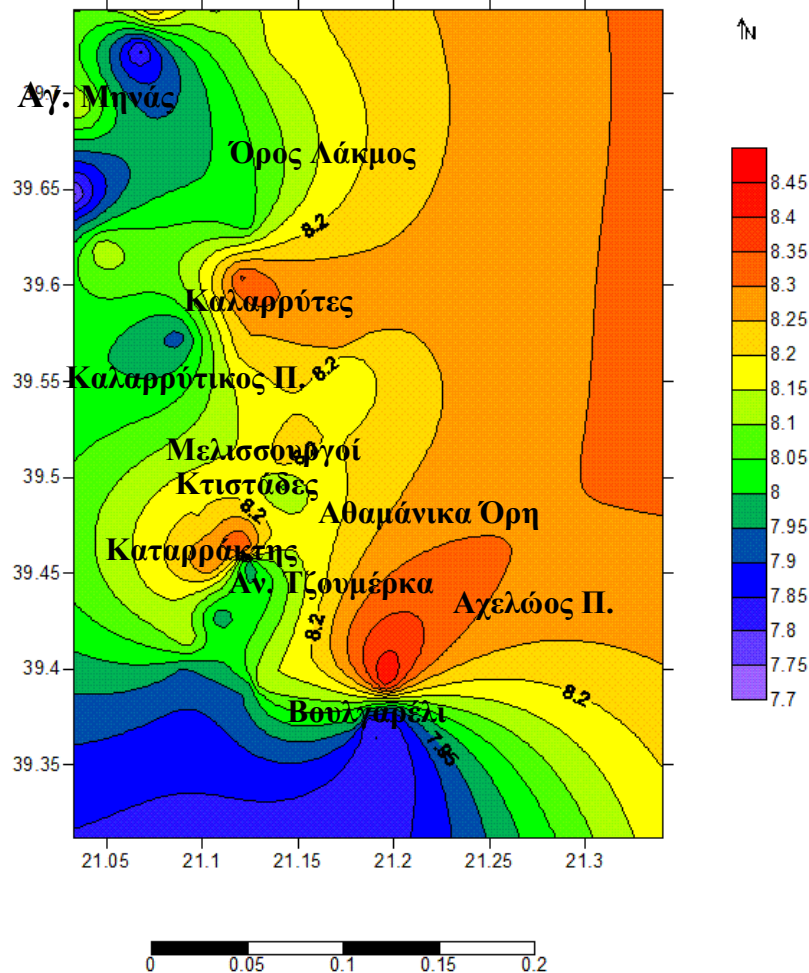
Στα υπόγεια υδατικά συστήματα της λεκάνης απορροής του Αράχθου η ενεργός οξύτητα κυμαίνεται από 7 έως και 8,8 και το νερό χαρακτηρίζεται ουδέτερο έως ελαφρώς αλκαλικό (Νικολάου Ε., 2010).

Ακολουθούν τα διαγράμματα 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 και 27 που απεικονίζουν τη διακύμανση του pH για κάθε υπόγειο υδατικό σύστημα, ενώ οι εικόνες 24, 25, 26, 27, 28, 29 και 30 απεικονίζουν τη χωρική κατανομή της διακύμανσης του pH για κάθε υπόγειο υδατικό σύστημα.

ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΩΛΟΝΟΥ- ΠΙΝΔΟΥ (0413)

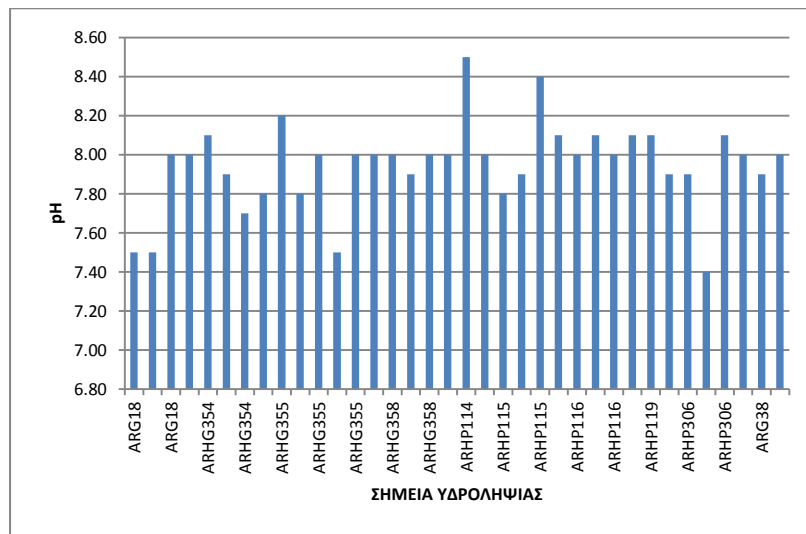


Διάγραμμα 20 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού - Πίνδου (0413) - Διακύμανση του pH

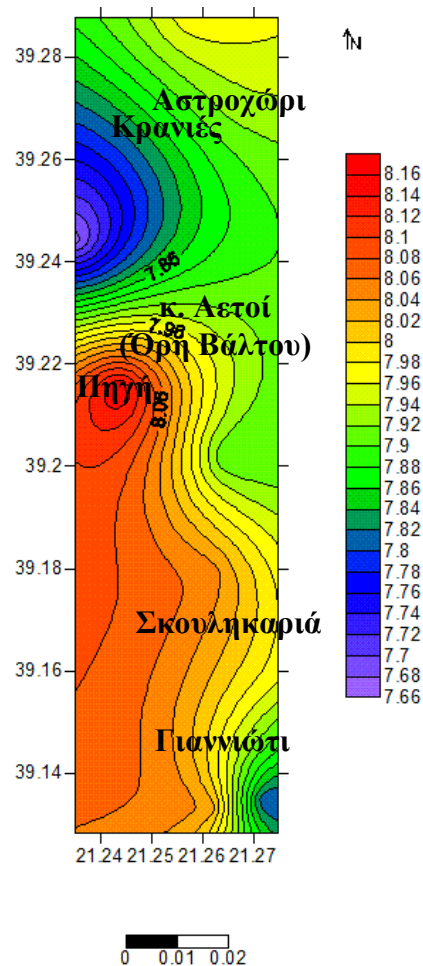


Εικόνα 24 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού - Πίνδου (0413) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ενεργούς οξύτητας (pH) (Surfer 8)

ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΜΠΕΣΟΥ(0416)

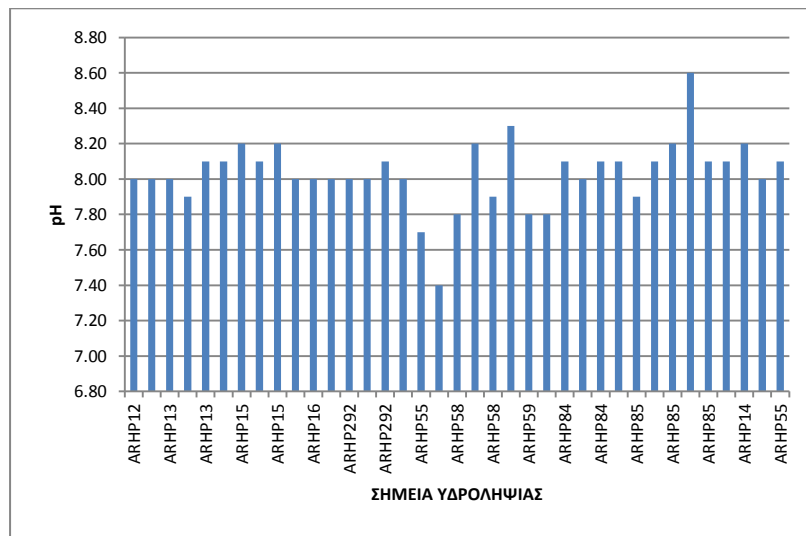


Διάγραμμα 21 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - Διακύμανση του pH

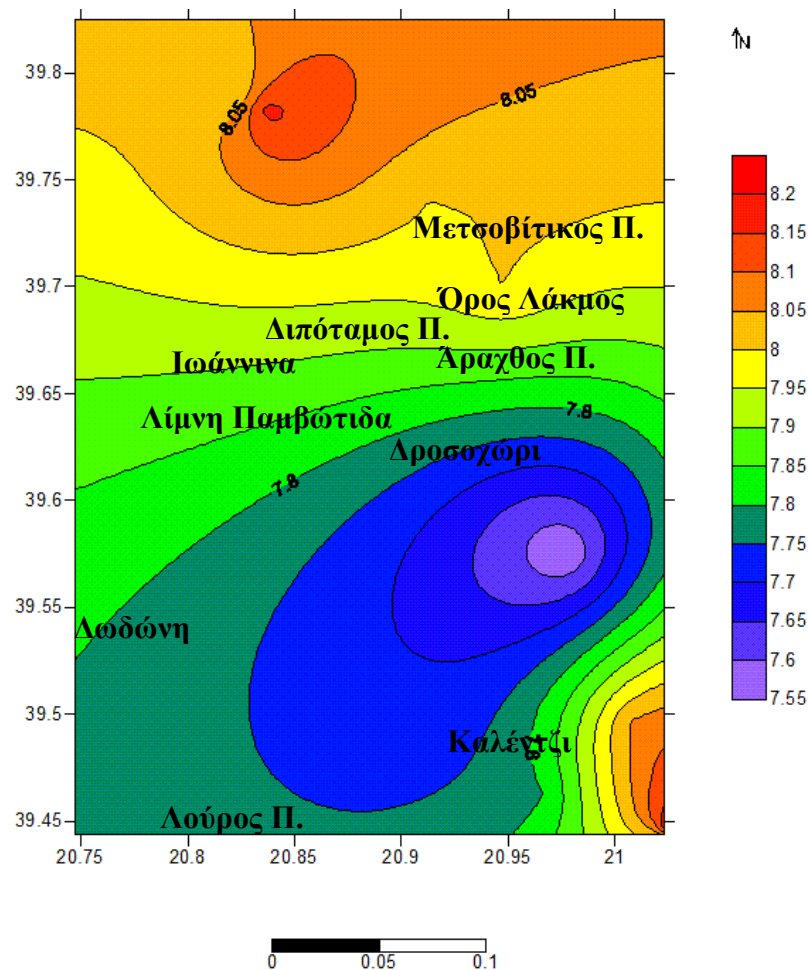


Εικόνα 25 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ενεργούς οξύτητας (pH) (Surfer 8)

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ (0511)

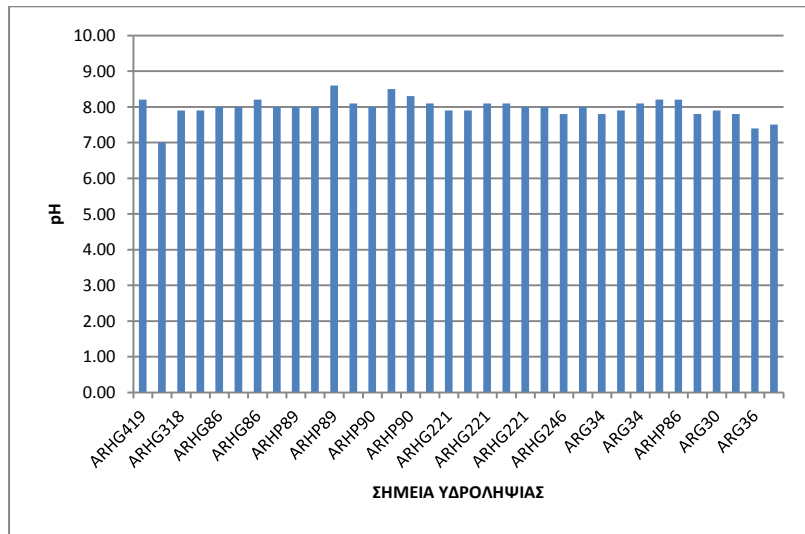


Διάγραμμα 22 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - Διακύμανση του pH



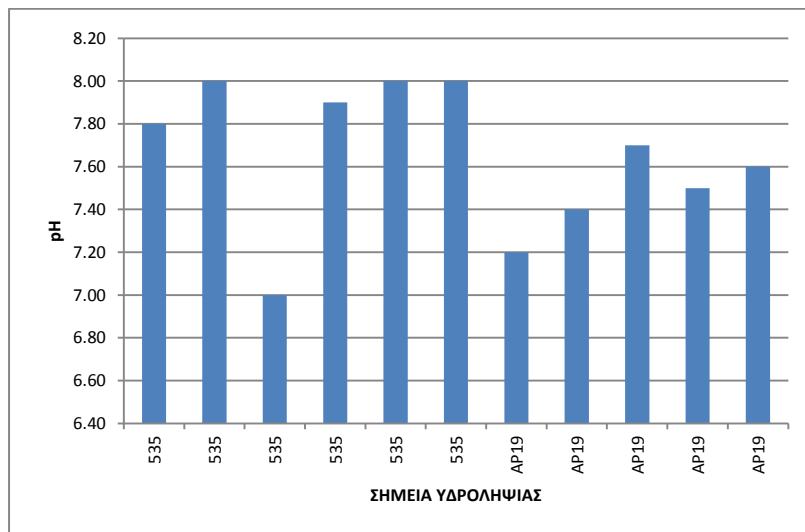
Εικόνα 26 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ενεργούς οξύτητας (pH) (Surfer 8)

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΟΥΡΟΥ (0515a)

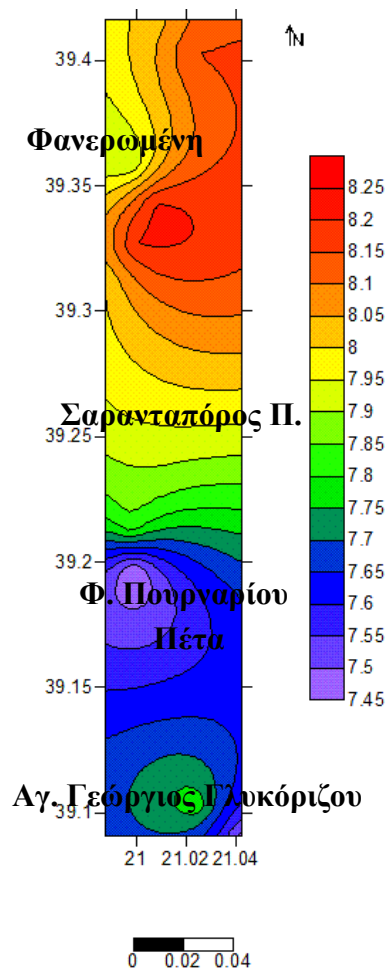


Διάγραμμα 23 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - Διακύμανση του pH

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΤΑΣ (0515c)

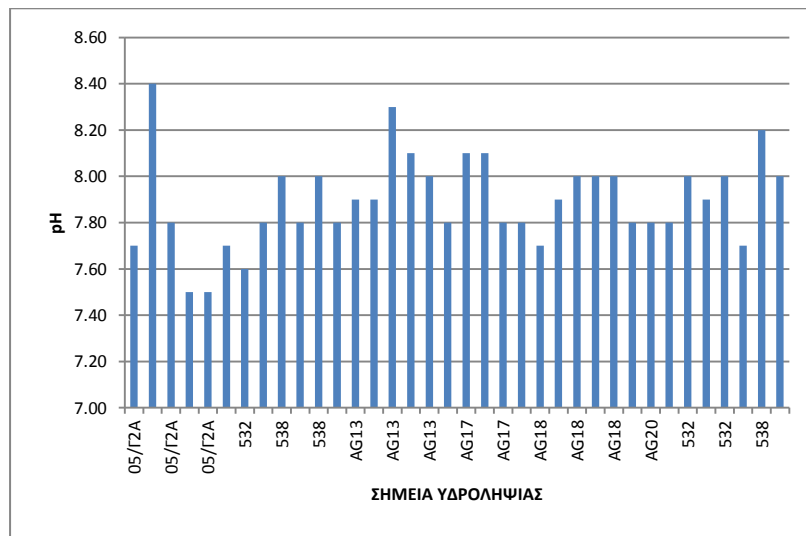


Διάγραμμα 24 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - Διακύμανση του pH

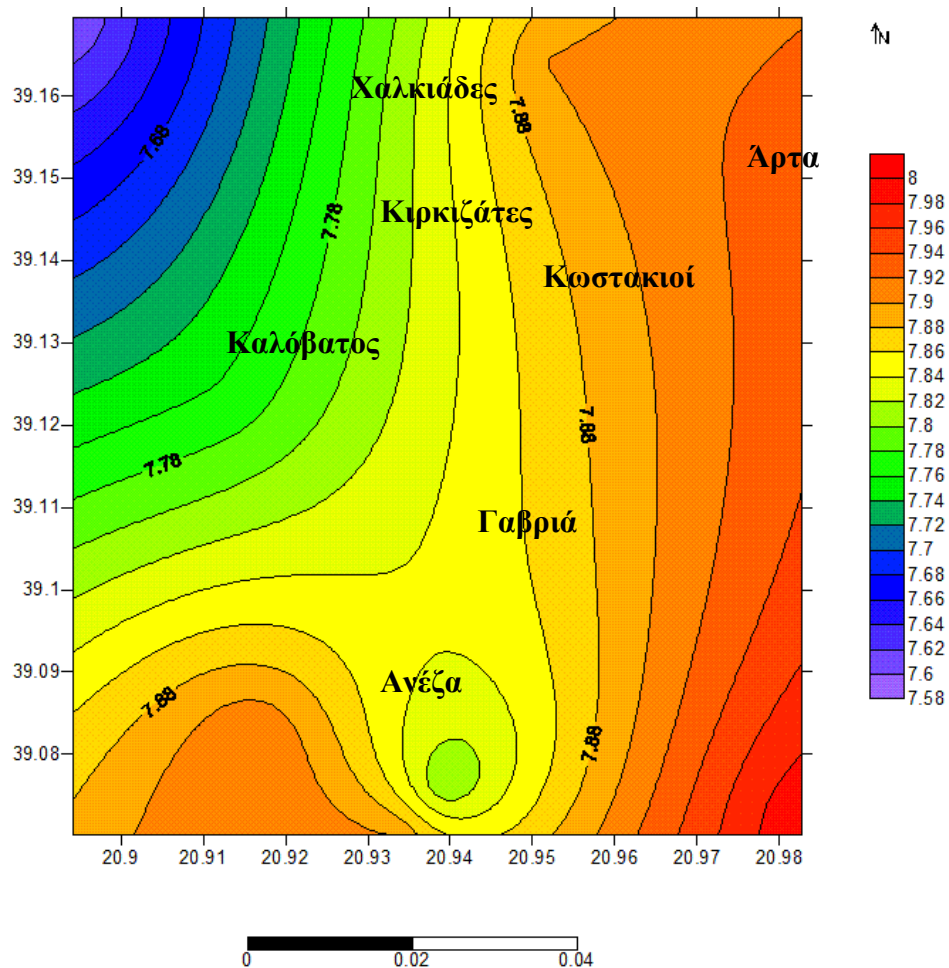


Εικόνα 27 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) και Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ενεργούς οξύτητας (pH) (Surfer 8)

ΚΟΚΚΩΔΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΤΑΣ (0516)

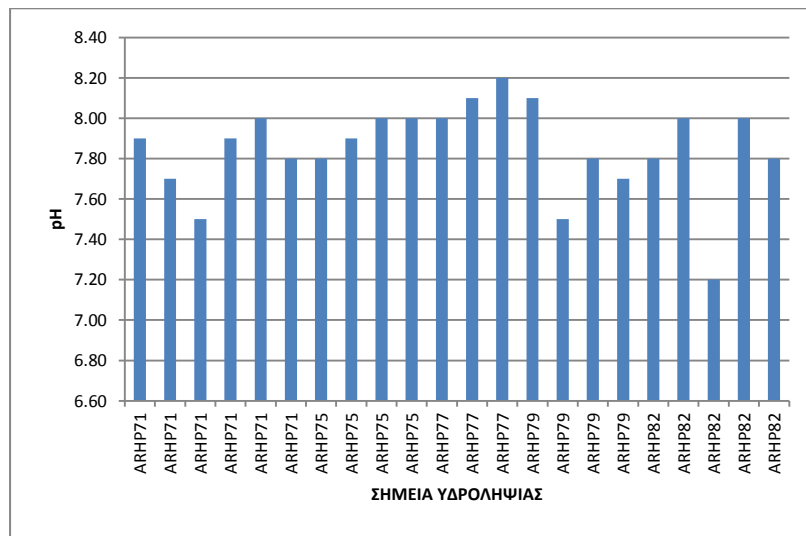


Διάγραμμα 25 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - Διακύμανση του pH

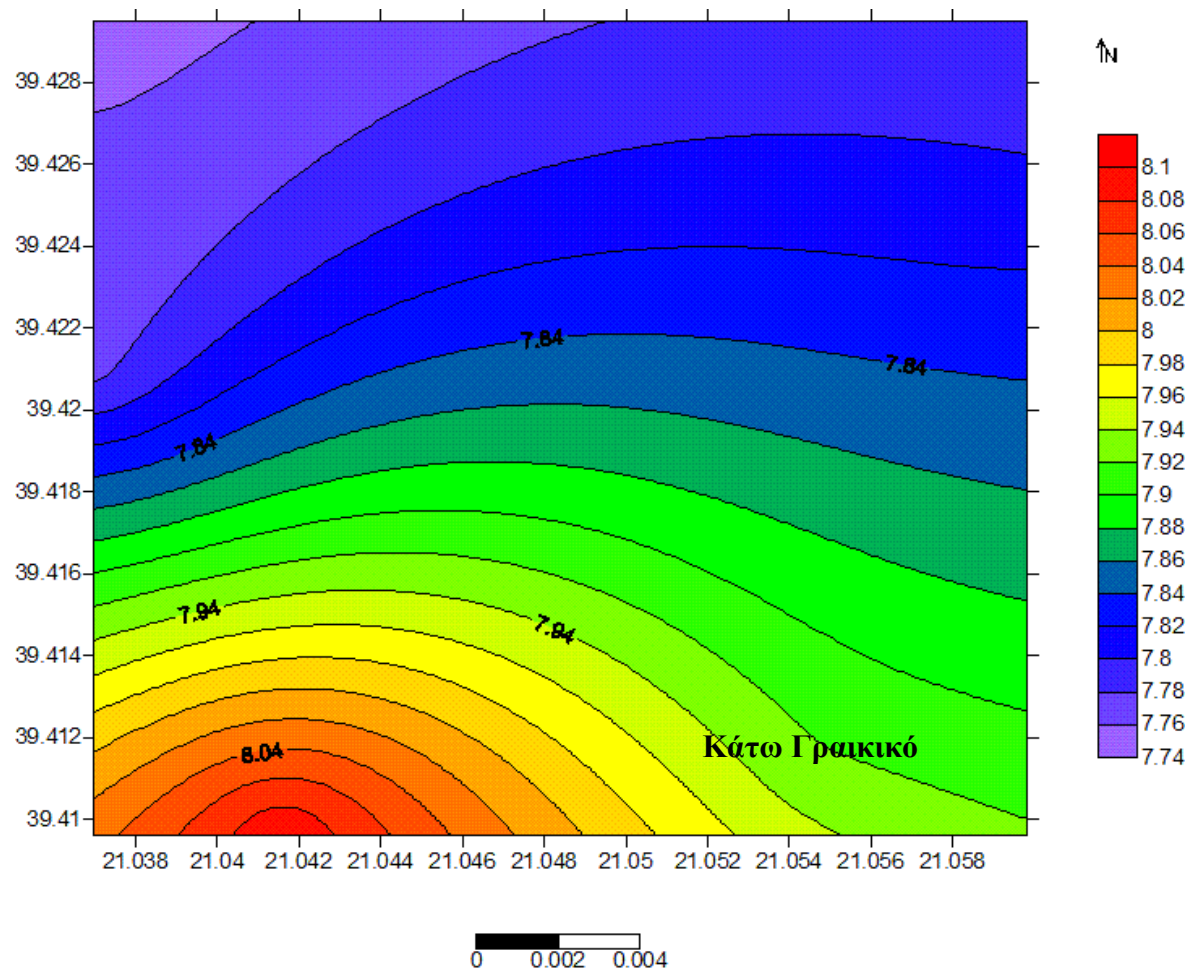


Εικόνα 28 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ενεργούς οξύτητας (pH) (Surfer 8)

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΡΑΙΚΙΚΟΥ (0519)

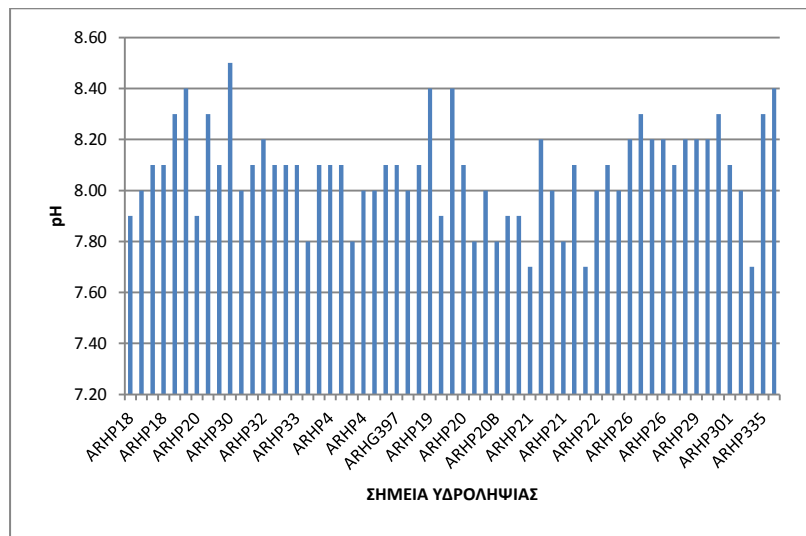


Διάγραμμα 26 Καρστικό σύστημα Γραϊκικού (0519) - Διακύμανση του pH

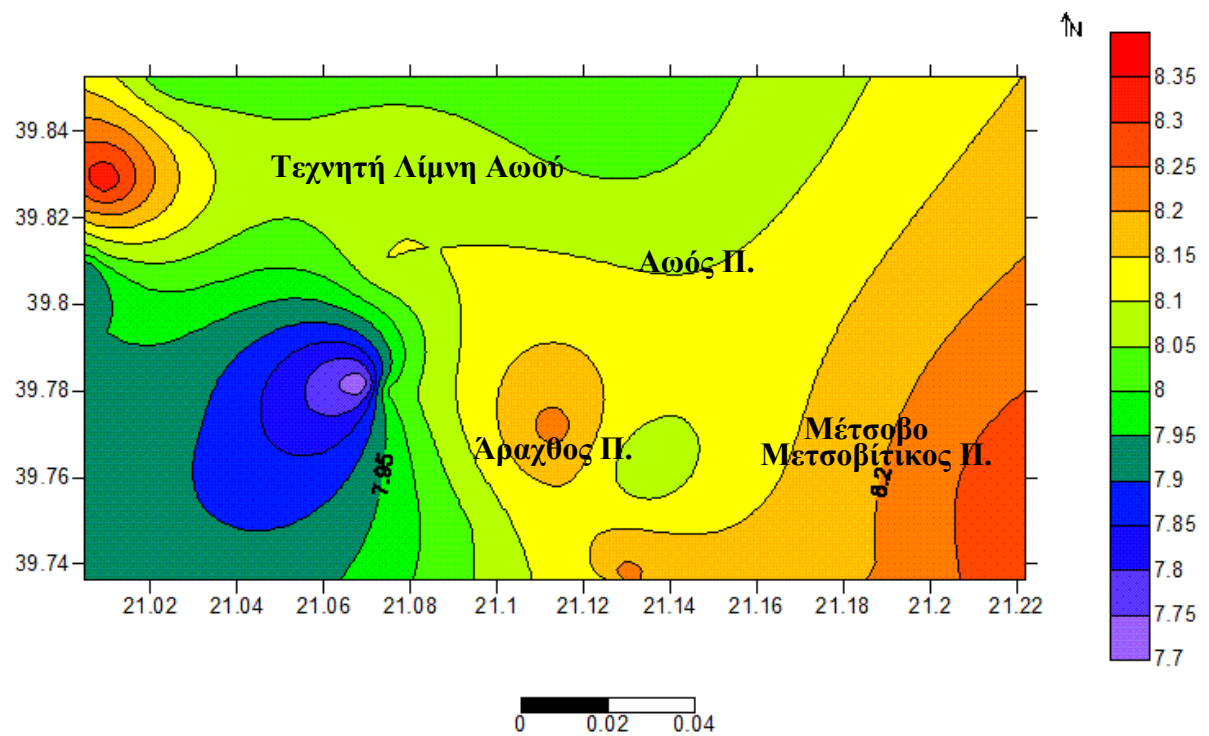


Εικόνα 29 Καρστικό σύστημα Γραϊκικού (0519) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ενεργούς οξύτητας (pH) (Surfer 8)

ΡΩΓΜΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΣΟΒΟΥ (0526)

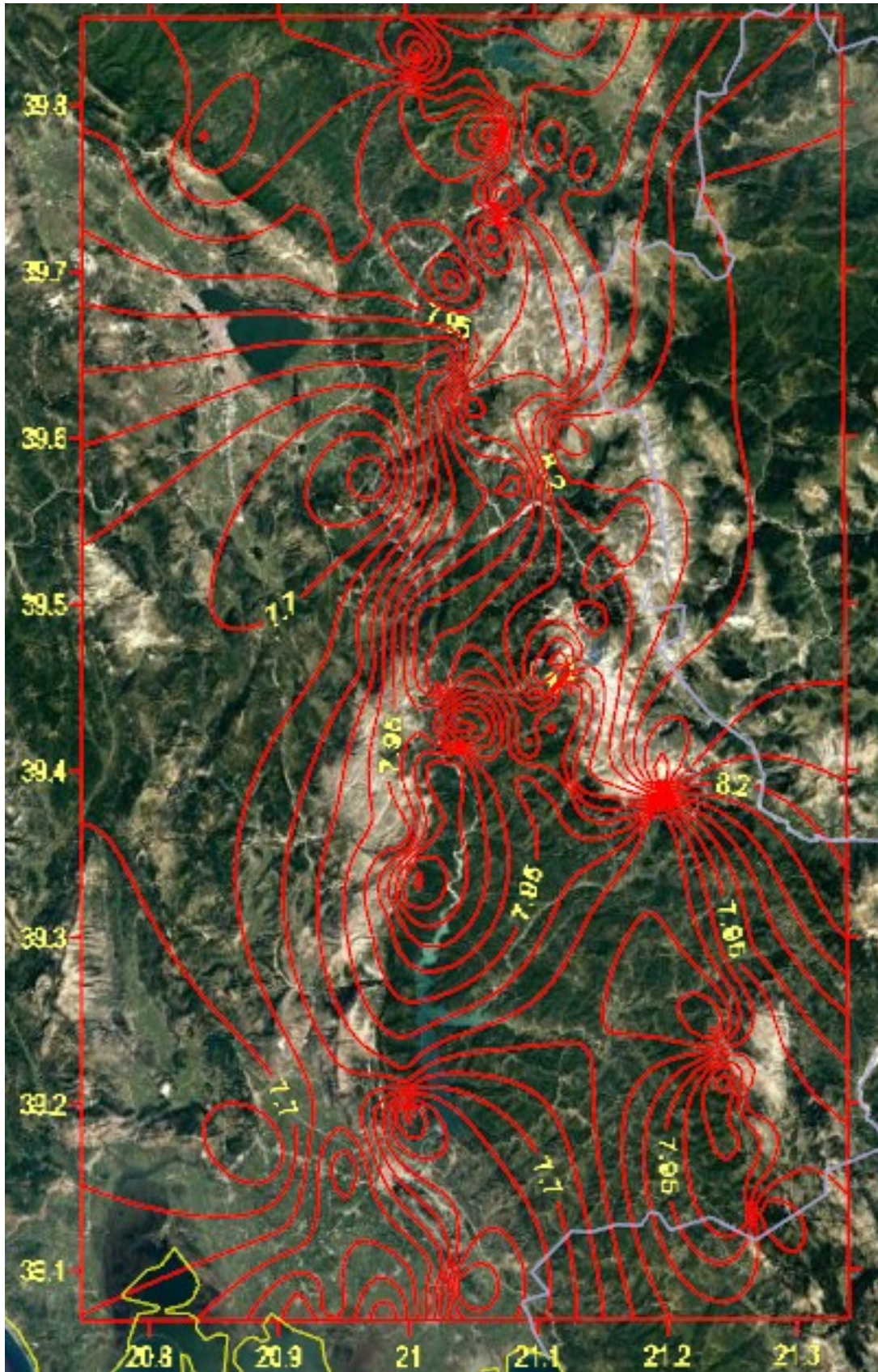


Διάγραμμα 27 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - Διακύμανση του pH



Εικόνα 30 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της ενεργούς οξύτητας (pH) (Surfer 8)

Στη συνέχεια έγινε η εισαγωγή των τιμών της ενεργούς οξύτητας (pH), στο Google earth και έτσι παρακάτω απεικονίζεται η χωρική κατανομή των τιμών στην υπό μελέτη λεκάνη απορροής.



Εικόνα 31 Χάρτης απεικόνισης Ενεργούς Οξύτητας (pH) (Google earth)

8.5 Σκληρότητα (TH)

Η σκληρότητα χωρίζεται σε μόνιμη και παροδική. Η μόνιμη σκληρότητα οφείλεται στη διάλυση των θειικών και φωσφορικών αλάτων του ασβεστίου (CaSO_4) και του μαγνησίου (MgSO_4), ενώ διέρχεται από τους διάφορους σχηματισμούς. Αντίστοιχα η παροδική σκληρότητα προέρχεται από τη διάλυση των ανθρακικών αλάτων του ασβεστίου (CaCO_3) και του μαγνησίου (MgCO_3). Από το άθροισμα των δυο παραπάνω κατηγοριών, προκύπτει η ολική σκληρότητα (Σούλιος Γ., 2006).

Η ολική σκληρότητα μπορεί επίσης να βρεθεί και από τους παρακάτω τύπους: (Βουδούρης Κ., 2006)

$$\text{TH} = 2,5\text{Ca} + 4,1\text{Mg} \quad \text{για} \quad \text{mg/l}$$

$$\text{TH} = 50(\text{Ca} + \text{Mg}) \quad \text{για} \quad \text{meq/l}$$

Στη συνέχεια ακολουθεί πίνακας με το χαρακτηρισμό του νερού βάση της σκληρότητας του.

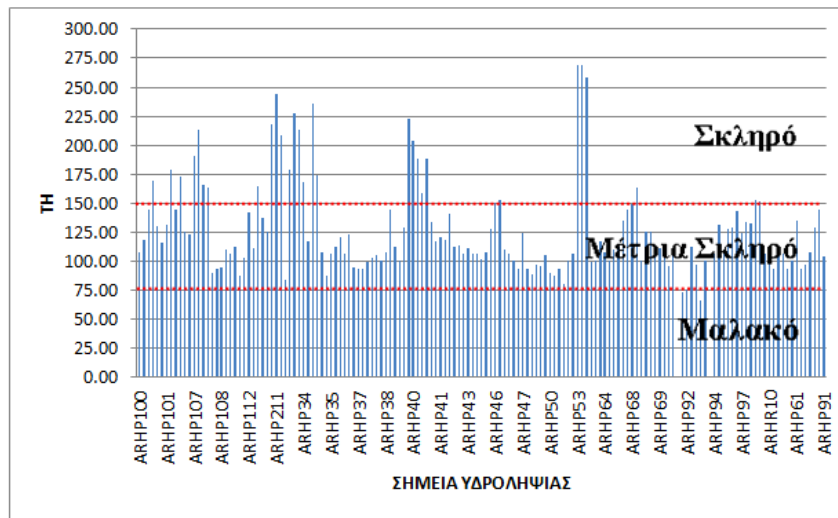
Ισοδύναμο CaCO_3 (mg/l)	Χαρακτηρισμός του νερού
0-75	Μαλακό
76-150	Μέτρια Σκληρό
150-300	Σκληρό
>300	Πολύ Σκληρό

Πίνακας 6 Ταξινόμηση των νερών με βάση τη σκληρότητα (Βουδούρης Κ., 2006)

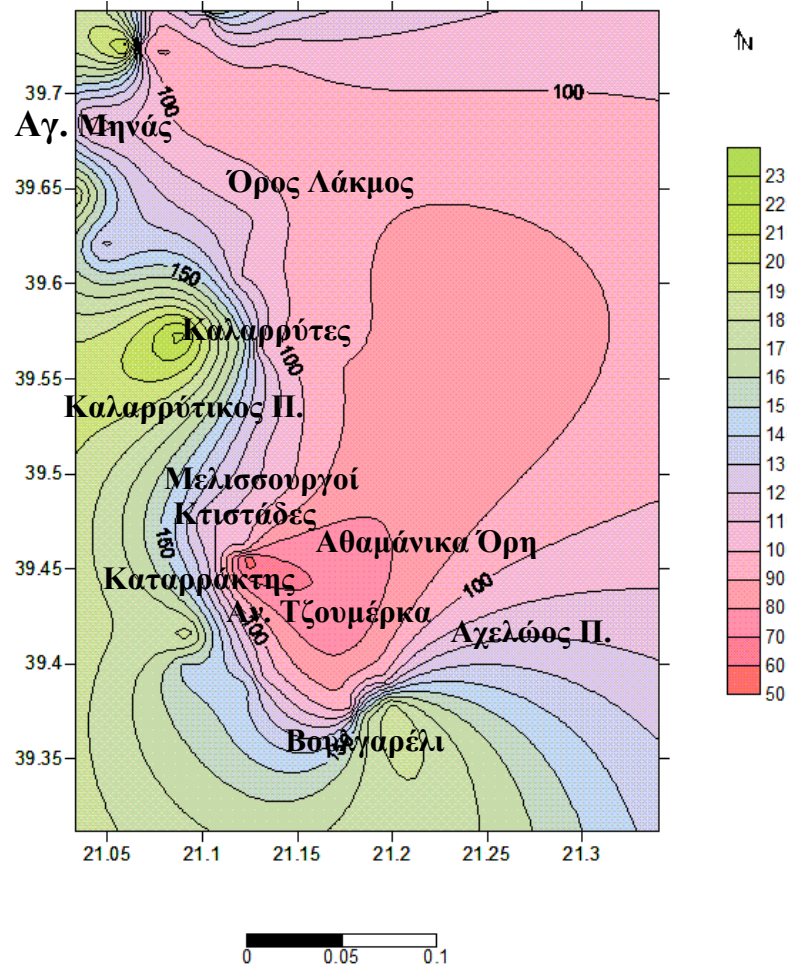
Τέλος η παροδική ή αλλιώς ανθρακική σκληρότητα είναι υπεύθυνη για την καθίζηση αλάτων στις σωληνώσεις μεταφοράς νερού. Στην περίπτωση που πρόκειται για θερμά νερά η διαδικασία της καθίζησης γίνεται με ταχύτερους ρυθμούς από ότι στα πιο ψυχρά (Βουδούρης Κ., 2006).

Ακολουθούν τα διαγράμματα 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34 και 35 που απεικονίζουν τη διακύμανση της TH για κάθε υπόγειο υδατικό σύστημα, ενώ οι εικόνες 32, 33, 34, 35, 36, 37 και 38 απεικονίζουν την χωρική κατανομή της διακύμανσης της TH για κάθε υπόγειο υδατικό σύστημα.

ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΩΛΟΝΟΥ - ΠΙΝΔΟΥ (0413)

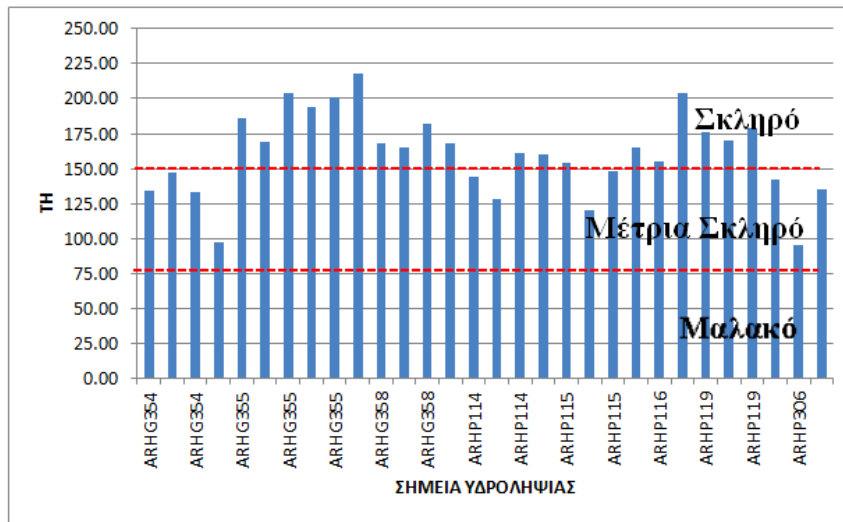


Διάγραμμα 28 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού - Πίνδου (0413) - Διακύμανση της TH

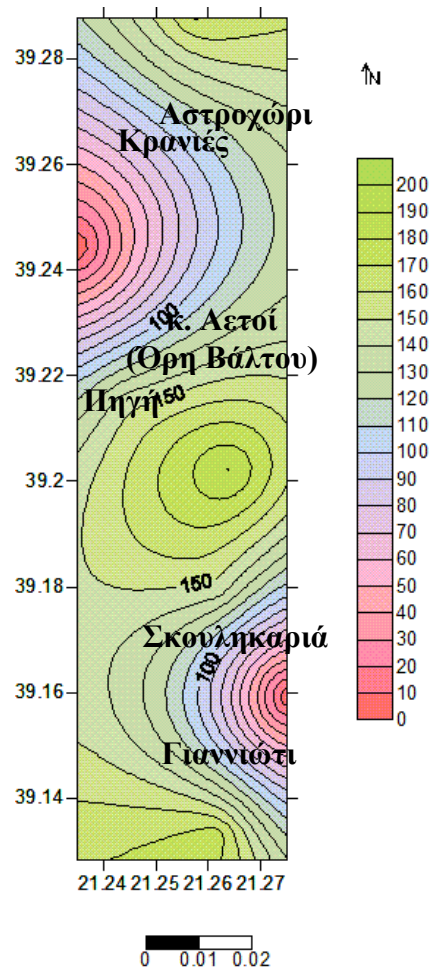


Εικόνα 32 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού - Πίνδου (0413) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της σκληρότητας (TH) (Surfer 8)

ΚΑΡΤΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΜΠΕΣΟΥ (0416)

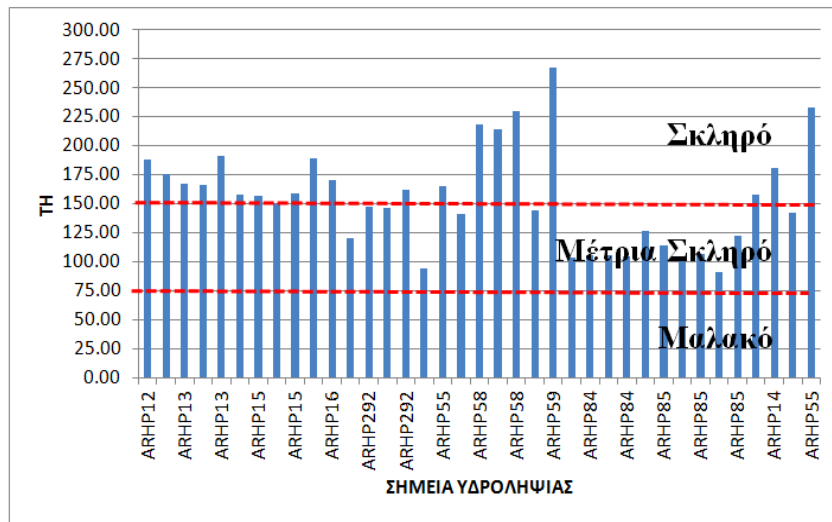


Διάγραμμα 29 Καρτικά υποσυστήματα Εμπесού (0416) - Διακύμανση της TH

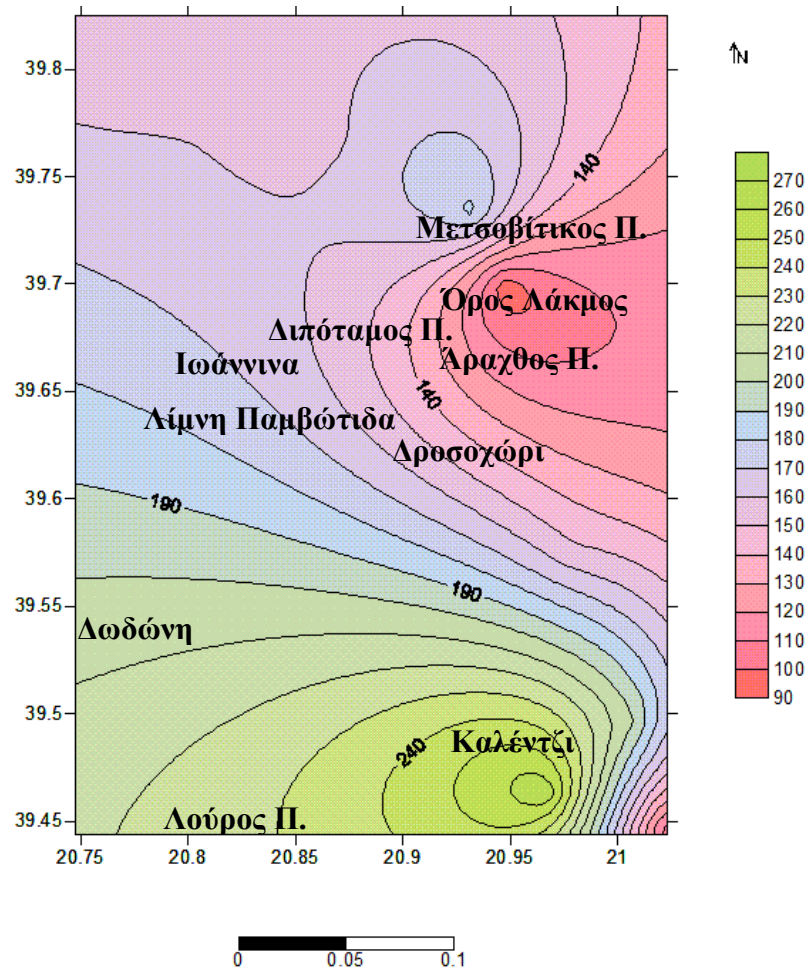


Εικόνα 33 Καρτικά υποσυστήματα Εμπесού (0416) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της σκληρότητας (TH) (Surfer 8)

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ (0511)

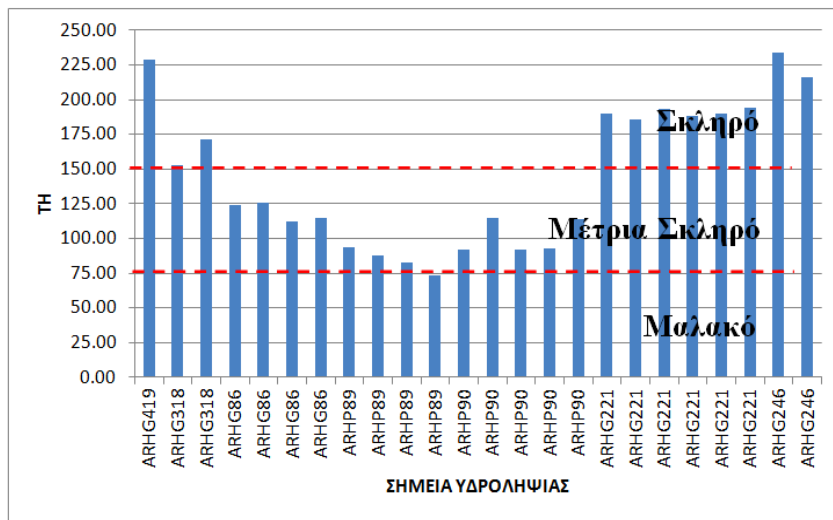


Διάγραμμα 30 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - Διακύμανση της TH



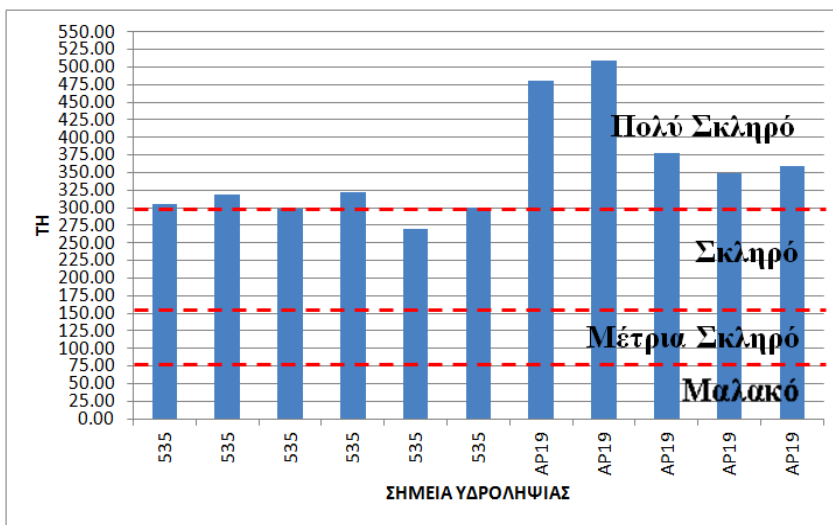
Εικόνα 34 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της σκληρότητας (TH) (Surfer 8)

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΟΥΡΟΥ (0515a)

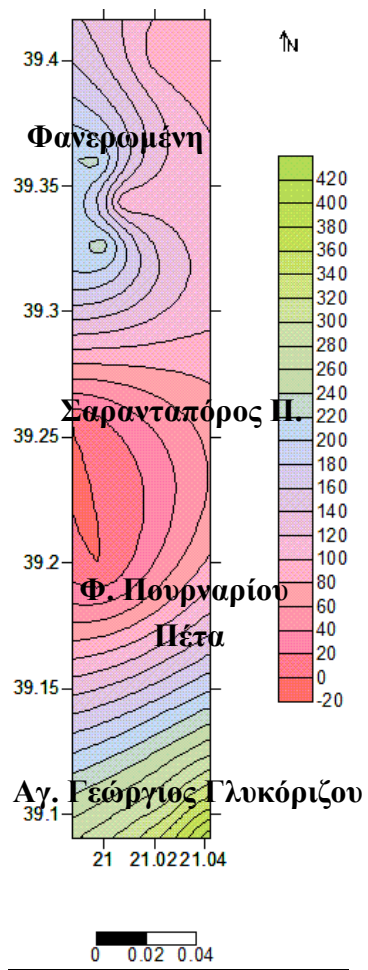


Διάγραμμα 31 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - Διακύμανση της ΤΗ

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΤΑΣ (0515c)

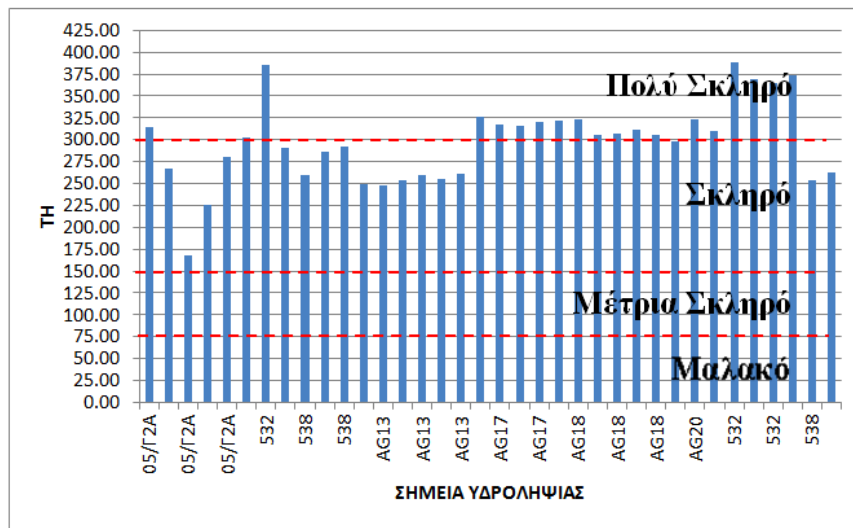


Διάγραμμα 32 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - Διακύμανση της ΤΗ

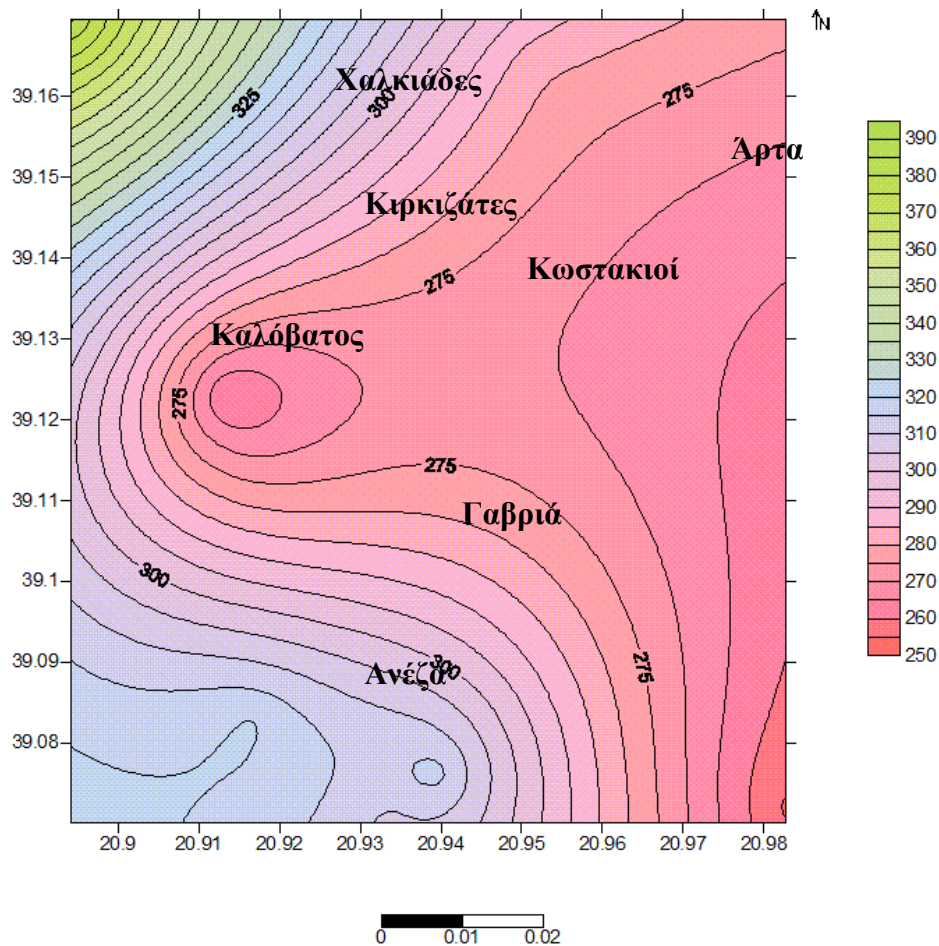


Εικόνα 35 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) και Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της σκληρότητας (TH) (Surfer 8)

ΚΟΚΚΩΔΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΤΑΣ (0516)

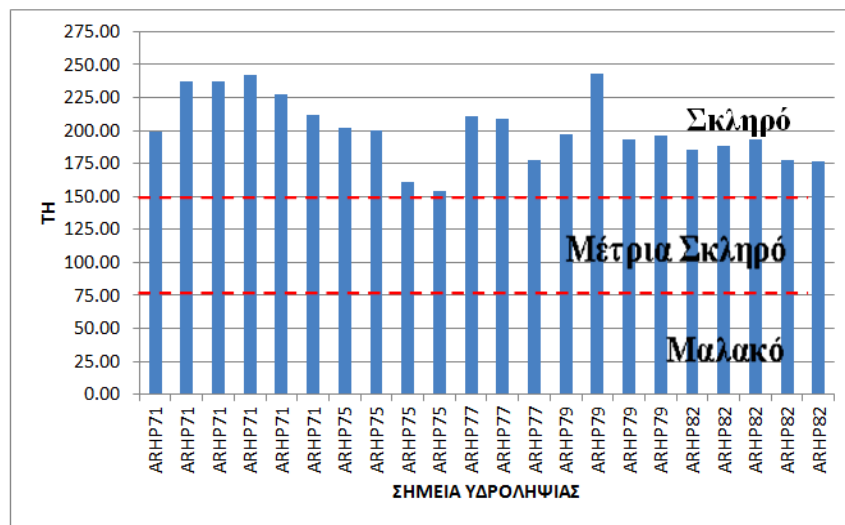


Διάγραμμα 33 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - Διακύμανση της TH

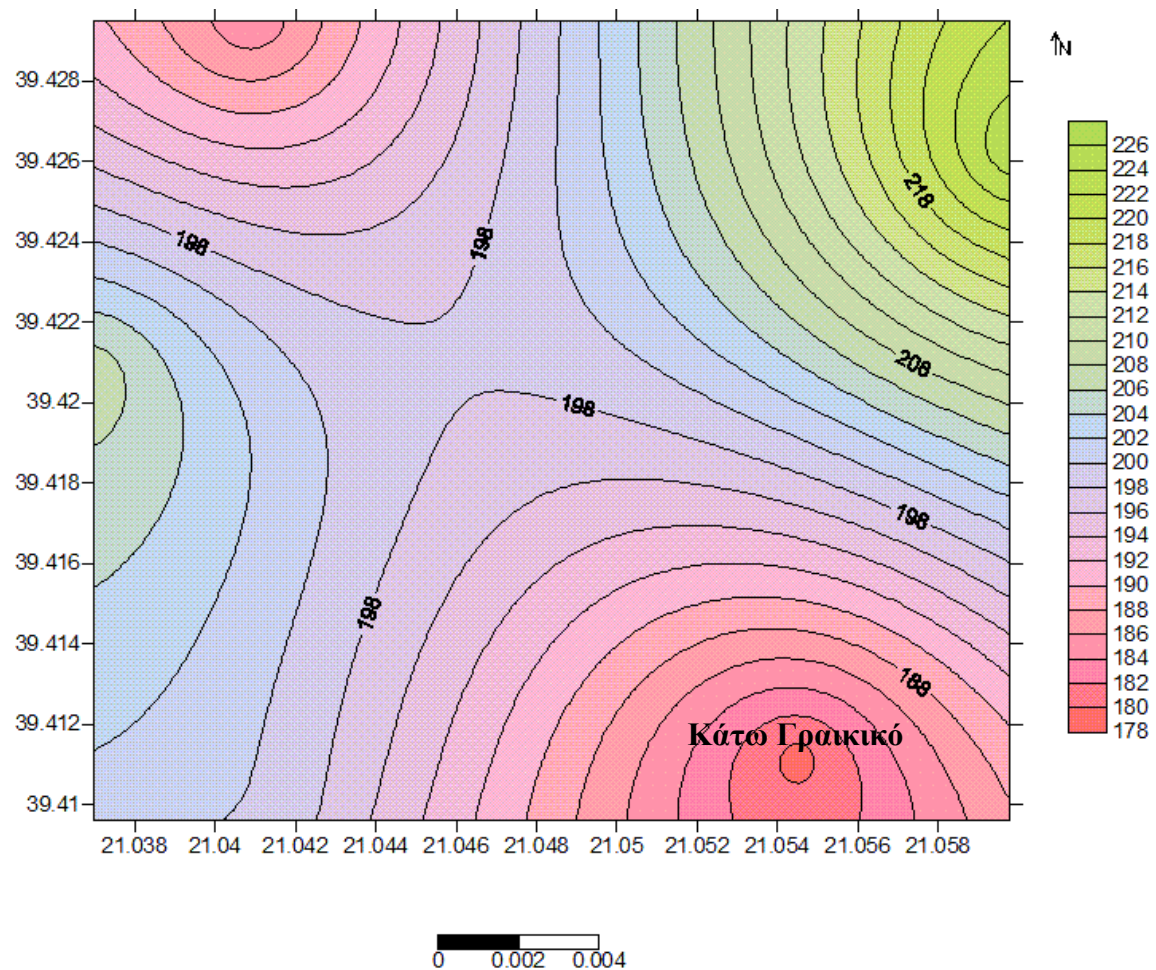


Εικόνα 36 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της σκληρότητας (TH) (Surfer 8)

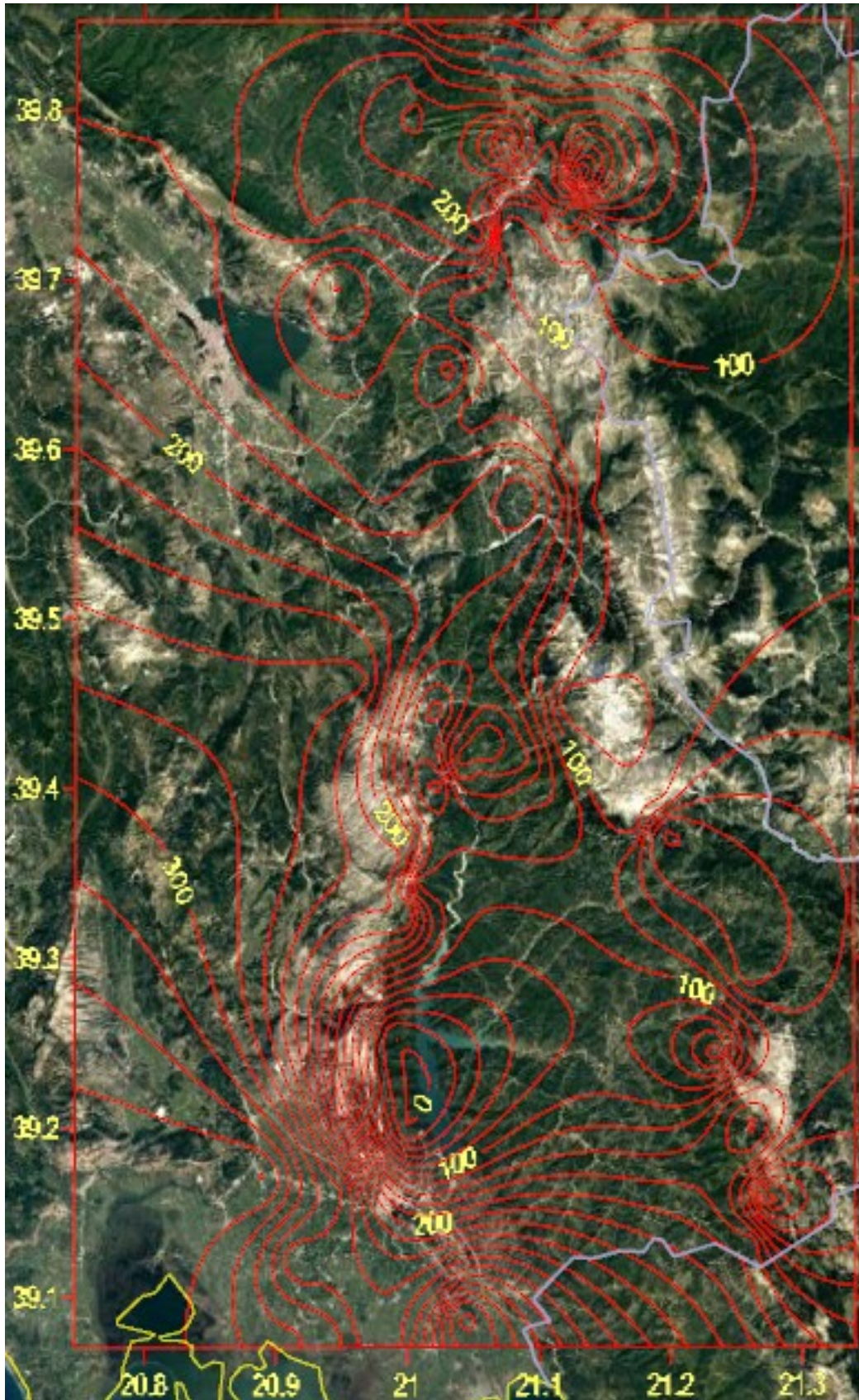
ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΡΑΙΚΙΚΟΥ (0519)



Διάγραμμα 34 Καρστικό σύστημα Γραϊκικού (0519) - Διακύμανση της TH



Εικόνα 37 Καρστικό σύστημα Γραϊκικού (0519) - Χωρική κατανομή της διακύμανσης της σκληρότητας (TH) (Surfer 8)



Εικόνα 39 Χάρτης απεικόνισης Σκληρότητας (ΤΗ) (Google earth)

Οι τιμές της σκληρότητας (ολικής) (TH) στα περισσότερα υπόγεια υδατικά συστήματα της λεκάνης απορροής του Άραχθου, λαμβάνουν τιμές τέτοιες ώστε το νερό να χαρακτηρίζεται από μέτριο έως σκληρό. Σε αυτές τις περιπτώσεις οι τιμές της ολικής σκληρότητας καθορίζονται εξ ολοκλήρου από αυτές της παροδικής.

Όπως προαναφέρθηκε οι τιμές της παροδικής σκληρότητας οφείλονται στη διάλυση των ανθρακικών αλάτων του ασβεστίου (CaCO_3), που στα συγκεκριμένα συστήματα οι τιμές είναι υψηλές εξαιτίας της γεωλογίας και της ύπαρξης πολλών ανθρακικών σχηματισμών.

Επιπλέον κυρίως σε δυο διαγράμματα, σε αυτό του καρστικού (0515c) και του κοκκώδους (0516) συστήματος της Άρτας, παρατηρούνται δείγματα που έχουν τιμές σκληρότητας μεγαλύτερες του 300 mg/l και το νερό χαρακτηρίζεται πολύ σκληρό. Αυτό δικαιολογείται, διότι σε αυτά τα δυο συστήματα, εκτός από την παροδική σκληρότητα, μεγάλες τιμές λαμβάνει και η μόνιμη. Και στις δυο περιπτώσεις οι τιμές των θεικών ιόντων είναι υψηλές, με αποτέλεσμα τη διάλυση μεγαλύτερου ποσοστού θεικού ασβεστίου και ως εκ τούτου την αύξηση της μόνιμης σκληρότητας.

Ως προς την ανθρώπινη υγεία έχει βρεθεί ότι οι μεγάλες τιμές της σκληρότητας του νερού δεν επιδρούν αρνητικά, αντιθέτως έχει βρεθεί συσχέτιση μεταξύ αυξημένης σκληρότητας και μείωση των καρδιαγγειακών παθήσεων (Τόγιας Κ., 2015).

8.6 Συντελεστής προσρόφησης Νατρίου ή κίνδυνος Νατρίου (SAR)- Διάγραμμα Wilcox

Ο συντελεστής προσρόφησης νατρίου ή αλλιώς συντελεστής SAR υπολογίζεται με στόχο να ελεγχθεί η ποιότητα του αρδευτικού νερού. Βάση του αποτελέσματος κρίνεται αν είναι κατάλληλο για άρδευση, και κυρίως για πια είδη καλλιεργειών είναι κατάλληλο. Περιοχές με ευαίσθητες καλλιέργειες απαιτούν νερό με χαμηλό συντελεστή SAR, ενώ για πιο ανθεκτικές μπορεί να χρησιμοποιηθεί και χαμηλότερης ποιότητας νερό (Σούλιος Γ., 2006).

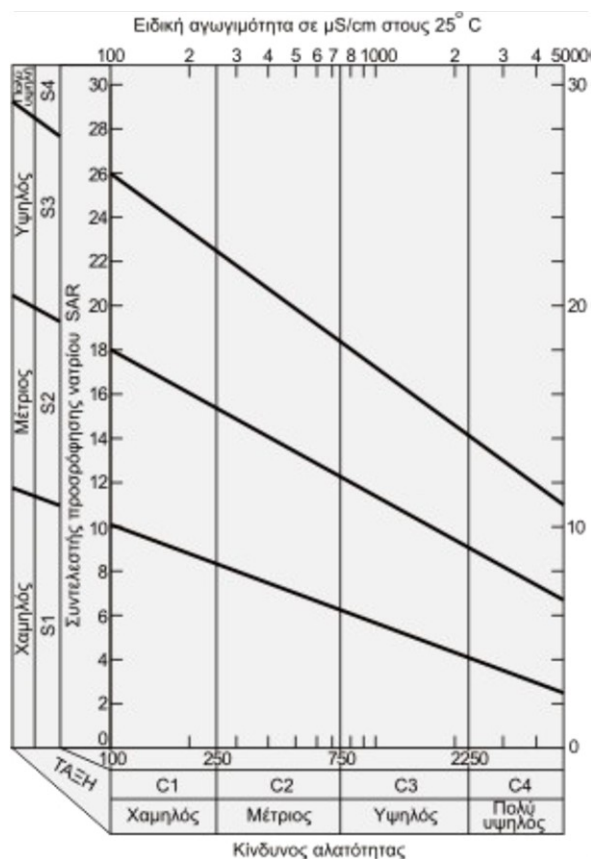
Πιο συγκεκριμένα ο συντελεστής προσρόφησης νατρίου (SAR) υπολογίζεται από τον τύπο:

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}} \quad \text{σε meq/l}$$

όπου για τιμές $SAR < 6$ ο κίνδυνος νατρίου είναι μικρός, για τιμές από 6-12 ο κίνδυνος είναι μέτριος, για τιμές > 12 είναι μεγάλος, ενώ για > 18 είναι πολύ υψηλός (Βουδούρης Κ., 2006).

Επιπροσθέτως πέραν από τα είδη των καλλιεργειών που λαμβάνονται υπόψη για το αν θα χρησιμοποιηθεί νερό με συγκεκριμένο SAR, μεγάλη σημασία έχει και το είδος των εδαφών. Αν τα εδάφη είναι καλά στραγγιζόμενα και αεριζόμενα, μπορούν να δεχθούν νερό με πιο υψηλή αλατότητα, σε αντίθετη περίπτωση γίνεται επιλογή νερού με χαμηλότερο ποσοστό αλατότητας (Σούλιος Γ., 2006).

Ο Wilcox L.V εισήγαγε το διάγραμμα μέσω του οποίου μπορεί να γίνει έλεγχος καταλληλότητας του αρδευτικού νερού σε σχέση με τη φύση και τις ιδιότητες των καλλιεργούμενων εδαφών. Στο διάγραμμα προβάλλονται ο συντελεστής SAR και η ηλεκτρική αγωγιμότητα E.C.



Εικόνα 40 Διάγραμμα ταξινόμησης αρδευτικών νερών (Wilcox) (Βουδούρης Κ., 2006)

Το διάγραμμα χωρίζεται στις παρακάτω κατηγορίες:

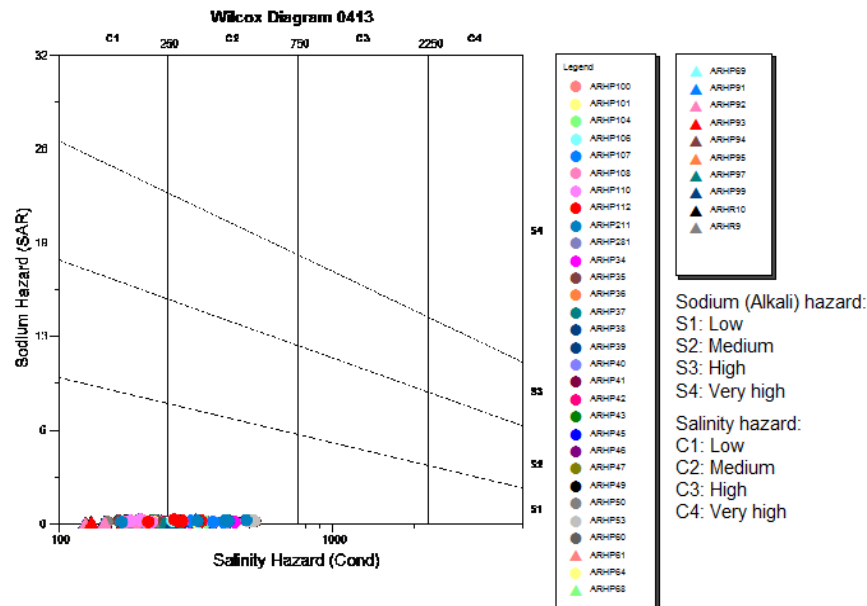
- A. C1-S1: Η ποιότητα του αρδευτικού νερού είναι καλή.
- B. C1-S2, C2-S1: Πρόκειται για αρδευτικό νερό που η ποιότητα είναι από καλή έως μέτρια. Πρέπει να χρησιμοποιείται με προφύλαξη σε μη καλά στραγγιζόμενα και αεριζόμενα εδάφη και σε ευαίσθητες καλλιέργειες.
- C. C1-S3, C2-S2, C3-S1: Η ποιότητα του αρδευτικού νερού είναι από μέτρια έως πολύ μέτρια. Στα εδάφη που γίνεται χρήση πρέπει να αποστραγγίζονται καλά, ή να γίνεται προσθήκη γύψου σε αυτά.
- D. C1-S4, C2-S3, C3-S2, C4-S1: Στις συγκεκριμένες κατηγορίες ανήκει νερό που έχει πολύ μέτρια έως κακή ποιότητα. Χρησιμοποιείται σε καλά στραγγιζόμενα

εδάφη και όχι σε ευαίσθητες καλλιέργειες. Ως πρόσθετο μέτρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί γύψος.

- E.** C2-S4, C3-S3, C4-S2: Η ποιότητα του αρδευτικού νερού είναι κακή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ανθεκτικές καλλιέργειες ή την προσθήκη γύψου όπως στις παραπάνω κατηγορίες.
- F.** C3-S4, C1-S3, C4-S4: Το νερό έχει πολύ κακή ποιότητα και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση (Σούλιος Γ., 2006).

Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα Wilcox που δημιουργήθηκε για κάθε σύστημα και αξιολογούνται τα αποτελέσματά τους (Νικολάου Ε., 2010).

ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΩΛΟΝΟΥ- ΠΙΝΔΟΥ (0413)

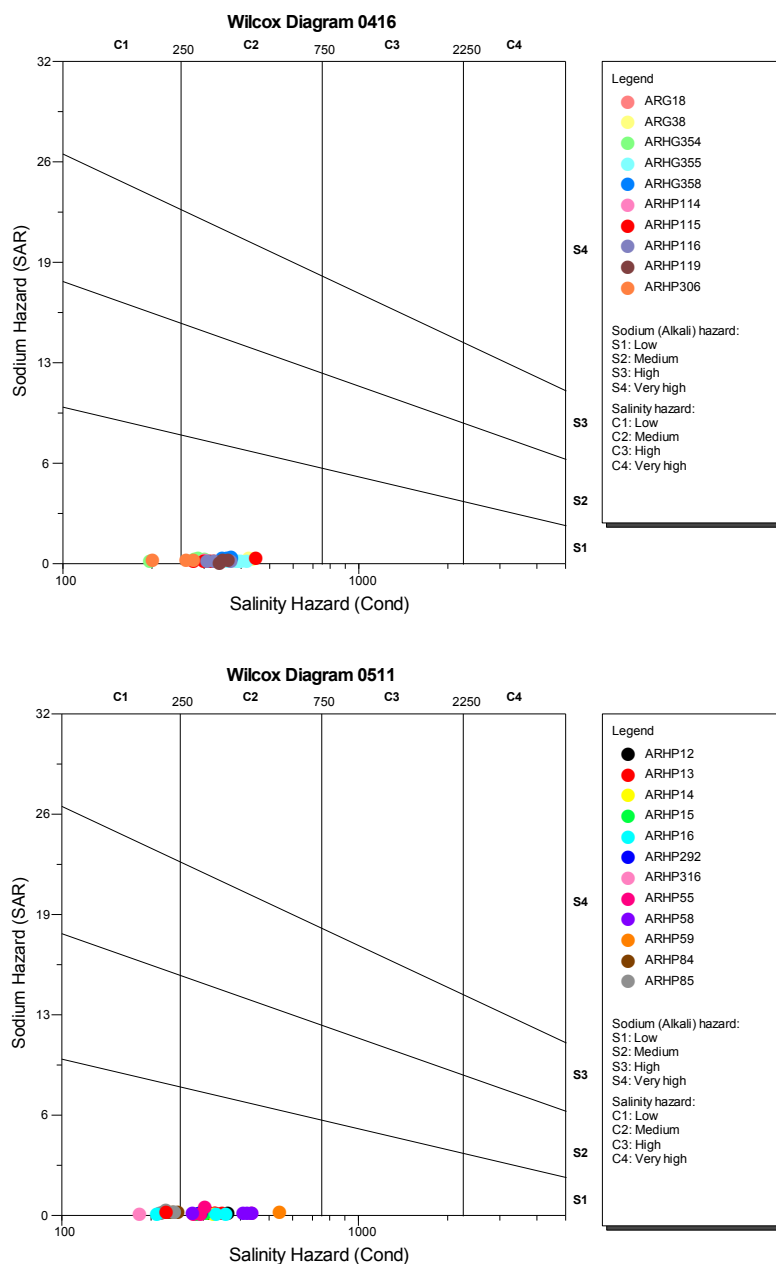


Διάγραμμα 36 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού - Πίνδου (0413) - Wilcox

Τα δείγματα είναι σχεδόν ίσα κατανεμημένα στις κατηγορίες c1s1 και c2s1. Τα μεν πρώτα πρόκειται για νερό πολύ καλής ποιότητας με χαμηλή περιεκτικότητα σε άλατα και είναι κατάλληλο για άρδευση. Ενώ αυτά που ανήκουν στην δεύτερη κατηγορία παρότι το ποσοστό τους σε αλκάλια είναι μικρό, έχουν μεγαλύτερη αλατότητα. Είναι κατάλληλα για άρδευση καλλιεργειών όχι όμως ευαίσθητων στα άλατα. Επίσης είναι καλό να αποφεύγονται σε εδάφη με κακή στράγγιση. Στην δεύτερη κατηγορία όπου και πρέπει να υπάρξει μεγαλύτερη προσοχή στη χρήση τους, ανήκουν δείγματα των πηγών με κωδικό ARHP99, ARHP97, ARHP95, ARHP68, ARHP61, ARHP53, ARHP46, ARHP41, ARHP40, ARHP39, ARHP34, ARHP281, ARHP211, ARHP112, ARHP107.

ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΜΠΕΣΟΥ (0416) - ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ (0511)

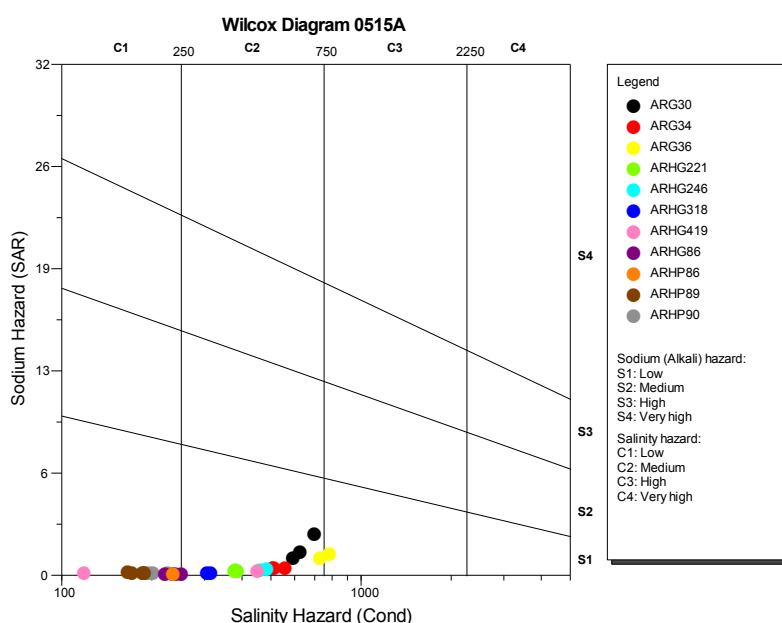


Διάγραμμα 37 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) και Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - Wilcox

Σε αυτά τα δυο συστήματα βλέπουμε ότι τα δείγματα στην πλειονότητα τους πλην ελαχίστων είναι συγκεντρωμένα στη κατηγορία c2s1. Τα υπόλοιπα βρίσκονται στη κατηγορία c1s1. Πρόκειται για νερό καλής ποιότητας, όχι τόσο υψηλής αλατότητας, όσο περισσότερο περιεκτικότητας σε αλκάλια. Τέτοιου είδους νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί με προσοχή σε όλες τις καλλιέργειες πλην ελαχίστων που έχουν

ευαισθησία ή βρίσκονται σε περιοχές με μη στραγγιζόμενα εδάφη. Τα υπόλοιπα δείγματα προέρχονται από νερά τα οποία δεν έχουν κανένα περιορισμό ως προς την άρδευση. Ομοίως με παραπάνω τα σημεία υδροληψίας που ανήκουν στη δεύτερη κατηγορία για τα καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού και για το καρστικό σύστημα Ιωαννίνων είναι ARG18, ARG38, ARHG354, ARHG355, ARHG358, ARHP114, ARHP115, ARHP116, ARHP119, ARHP306 και ARHP12, ARHP13, ARHP14, ARHP15, ARHP16, ARHP292, ARHP55, ARHP58, ARHP59 αντίστοιχα.

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΟΥΡΟΥ (0515a)

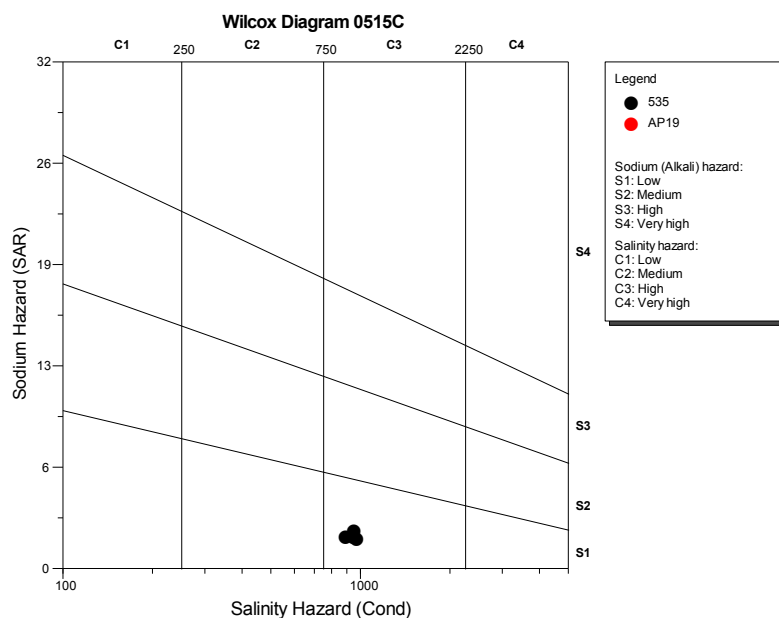


Διάγραμμα 38 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - Wilcox

Σε αυτό το υπόγειο υδατικό σύστημα τα δείγματα ανήκουν σε τρεις κατηγορίες. Σχεδόν το 40% των δειγμάτων ανήκει στην κατηγορία c1s1, όπου και η άρδευση τέτοιας ποιότητας νερού μπορεί να γίνει χωρίς κανένα περιορισμό. Στην δεύτερη κατηγορία c2s1 ανήκουν τα υπόλοιπα δείγματα, παρόλα αυτά κάποια εξ αυτών θα μπορούσαν με αυστηρότερους περιορισμούς να ανήκουν και στην κατηγορία c3s1. Τα δείγματα των έργων υδροληψίας που ανήκουν στη δεύτερη κατηγορία για αυτό το σύστημα ανήκουν στις γεωτρήσεις, ARG30, ARG34, ARG36, ARHG221, ARHG246, ARHG318, ARHG419, ARHG86. Στην τρίτη κατηγορία ανήκει ένα δείγμα της γεώτρησης ARG36. Τόσο αυτό το δείγμα όσο και το πρώτο αυτής της γεώτρησης που ανήκει οριακά στη δεύτερη κατηγορία, παρουσιάζουν πολύ υψηλή αγωγιμότητα. Συνεπώς η χρήση νερού από το συγκεκριμένο σημείο υδροληψίας

πρέπει να γίνεται κάτω από αυστηρούς περιορισμούς.

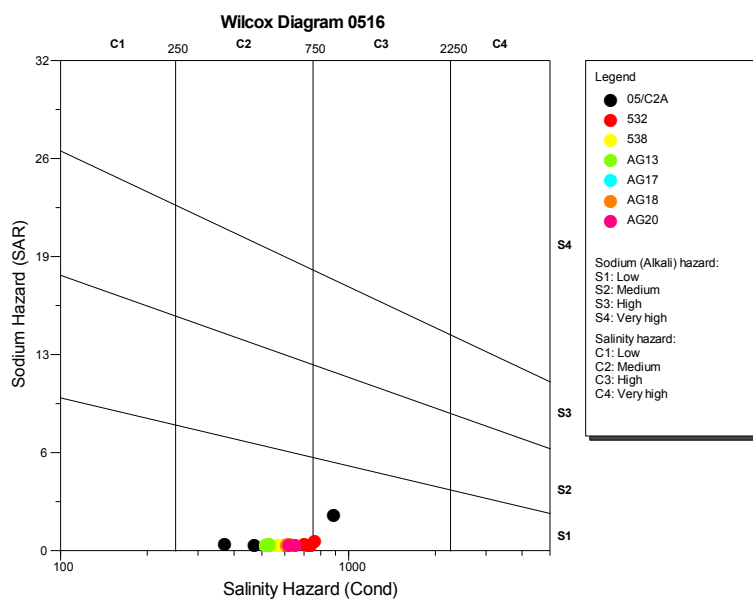
ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΤΑΣ (0515c)



Διάγραμμα 39 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - Wilcox

Αυτό το υπόγειο υδατικό σύστημα διαθέτει νερό που ανήκει εξ ολοκλήρου στη κατηγορία c3s1. Τα δείγματα παρουσιάζουν υψηλή αλατότητα, και εξ αυτού προκύπτει ότι πρόκειται για νερό μέσης ποιότητας, που αν και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση, πρέπει να γίνει με περιορισμούς.

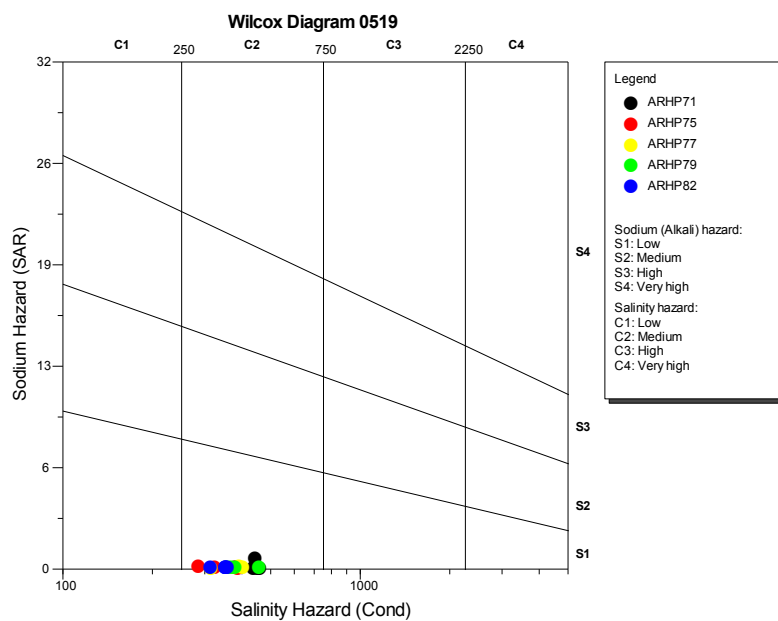
ΚΟΚΚΩΔΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΤΑΣ (0516)



Διάγραμμα 40 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - Wilcox

Τα δείγματα αυτού του υπόγειου υδατικού συστήματος πλην μερικών ανήκουν στην κατηγορία c2s1, όπου πέραν των ευαίσθητων καλλιεργειών η άρδευση είναι επιτρεπτή. Ένα δείγμα της γεώτρησης 05/C2A ανήκει στην κατηγορία c3s1, όπου το νερό είναι μέσης ποιότητας και η άρδευση πρέπει να γίνεται με περιορισμούς. Σε μεταβατική φάση ανάμεσα στις δυο αυτές κατηγορίες βρίσκονται κάποια δείγματα των γεωτρήσεων AG18, AG20 και 532. Στα συγκεκριμένα δείγματα συστήνεται προσοχή στη χρήση των νερών αλλά και περαιτέρω παρακολούθηση. Στην τρίτη κατηγορία ανήκουν δείγματα νερού των γεωτρήσεων 05/Γ2Α και 532. Παρόλα αυτά τα υπόλοιπα δείγματα της πρώτης παρουσιάζουν αρκετά μικρότερες τιμές αγωγιμότητας ενώ της δεύτερης αρκετά κοντά στη μέγιστη. Συνεπώς θα πρέπει ιδιαίτερη προσοχή στη χρήση νερού από τη γεώτρηση 532.

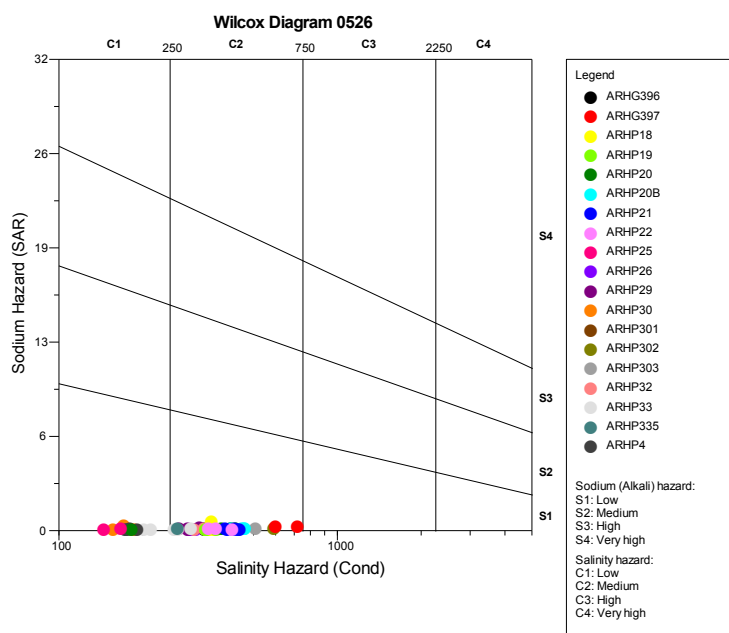
ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΡΑΙΚΙΚΟΥ (0519)



Διάγραμμα 41 Καρστικό σύστημα Γραικικού (0519) - Wilcox

Τα δείγματα των γεωτρήσεων αυτού του συστήματος ανήκουν εξ ολοκλήρου στη κατηγορία c2s1. Πρόκειται για νερό καλής ποιότητας, κατάλληλο για άρδευση καλλιεργειών, με εξαίρεση φυτά που είναι ευαίσθητα στα άλατα ή εδάφη με κακή στράγγιση.

ΡΩΓΜΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΣΟΒΟΥ (0526)



Διάγραμμα 42 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - Wilcox

Σε αυτό το υπόγειο υδατικό σύστημα από τα δείγματα προκύπτει ότι το νερό υπάγεται σε δυο κατηγορίες. Στη κατηγορία c1s1 και στην c2s1. Η πρώτη αφορά νερό πολύ καλής ποιότητας, με χαμηλή περιεκτικότητα σε άλατα και είναι κατάλληλο για άρδευση όλων των καλλιεργειών. Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν τα δείγματα που προέρχονται από νερό καλής ποιότητας, κατάλληλο για άρδευση καλλιεργειών, όχι ευαίσθητων στα άλατα. Στην κατηγορία c2s1 όπου συνιστάται και προσοχή στην επιλογή των καλλιεργειών ανήκουν τα δείγματα των πηγών ARHP335, ARHP33, ARHP32, ARHP303, ARHP302, ARHP301, ARHP29, ARHP26, ARHP22, ARHP21, ARHP20B, ARHP20, ARHP19, ARHP18 και των γεωτρήσεων ARHG397 και ARHG396.

8.7 Δείκτης κορεσμού - Saturation Index (SI)

Ο δείκτης κορεσμού SI (Saturation Index) ή δείκτης Langelier, προσδιορίζει τις παραμέτρους που οδηγούν στην απόθεση ή στη διάβρωση, ορισμένων συστατικών όπως ο ασβεστίτης, ο γύψος και ο δολομίτης.

Πιο συγκεκριμένα ο δείκτης κορεσμού του ασβεστίτη υπολογίζεται από τον τύπο:

$$SI = \log\left(\frac{[Ca^{2+}][CO_3^{2-}]}{K}\right)$$

όπου

$[Ca^{2+}][CO_3^{2-}]$: γινόμενο ενεργότητας ασβεστίτη

K: σταθερά ισορροπίας (Βουδούρης Κ., 2006)

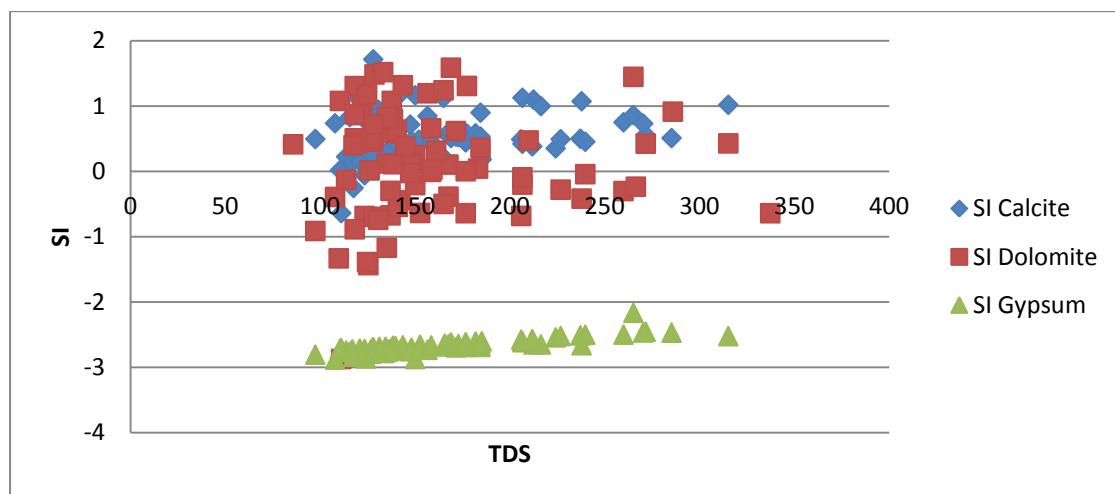
Ακολουθεί πίνακας με τη συμπεριφορά του νερού ανάλογα με την τιμή που λαμβάνει ο δείκτης κορεσμού:

Δείκτης κορεσμού (SI or LSI)	
>0	Το νερό είναι υπερκορεσμένο σε ανθρακικό ασβέστιο ($CaCO_3$), με πιθανότητα καθίζησης.
=0	Το ανθρακικό ασβέστιο ($CaCO_3$) κυμαίνεται σε φυσιολογικές τιμές, χωρίς να δημιουργούνται φαινόμενα διάβρωσης ή απόθεσης.
<0	Στο νερό δεν έχει επέλθει κορεσμός ανθρακικού ασβεστίου ($CaCO_3$). Επίσης τέτοιου τύπου νερά έχουν την τάση να διαλύουν το ανθρακικό ασβέστιο που έχει καθιζάνει και έχει δημιουργήσει κρούστες στους σωλήνες. Τα νερά αυτά χαρακτηρίζονται ως διαβρωτικά.

Πίνακας 7 Δείκτης κορεσμού (SI or LSI) (Leitz F. and Guerra K., 2013)

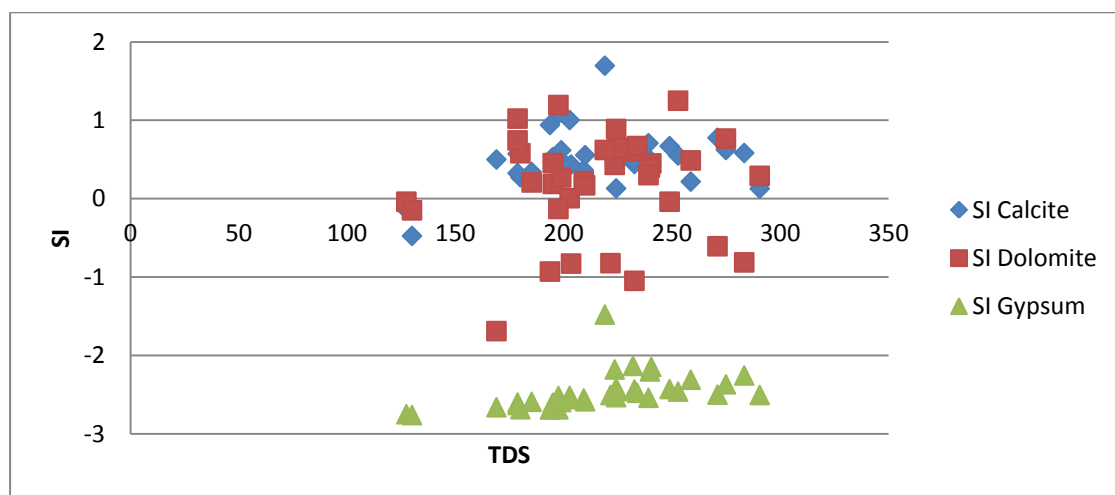
Στη συνέχεια φαίνονται διαγράμματα που αποτυπώνουν τον κορεσμό των διαφόρων δειγμάτων των υπόγειων υδατικών συστημάτων της λεκάνης του Άραχθου σε ασβεστίτη, γύψο και δολομίτη (Νικολάου Ε., 2010).

ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΩΛΟΝΟΥ- ΠΙΝΔΟΥ (0413)



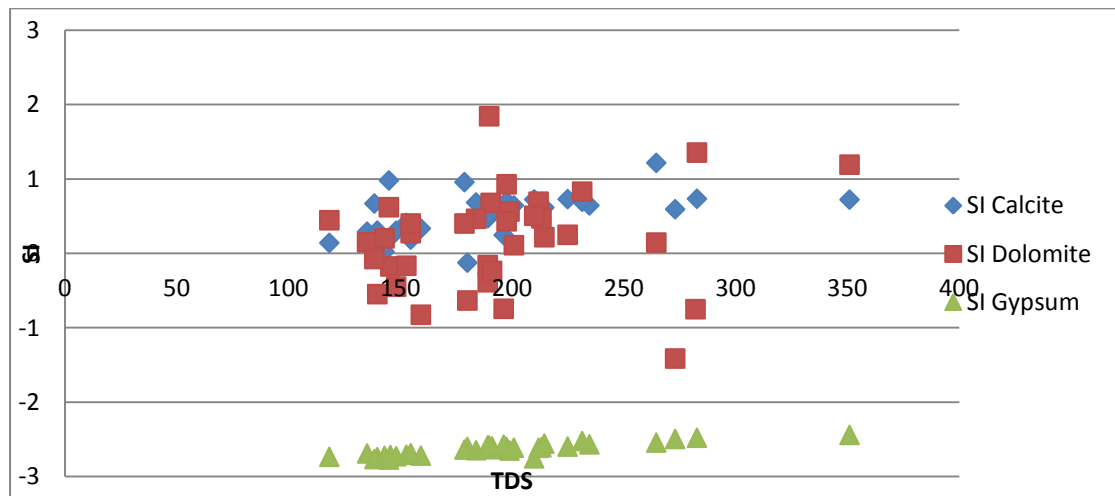
Διάγραμμα 43 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού-Πίνδου (0413) - Δείκτης κορεσμού (S.I-T.D.S)

ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΜΠΕΣΟΥ(0416)



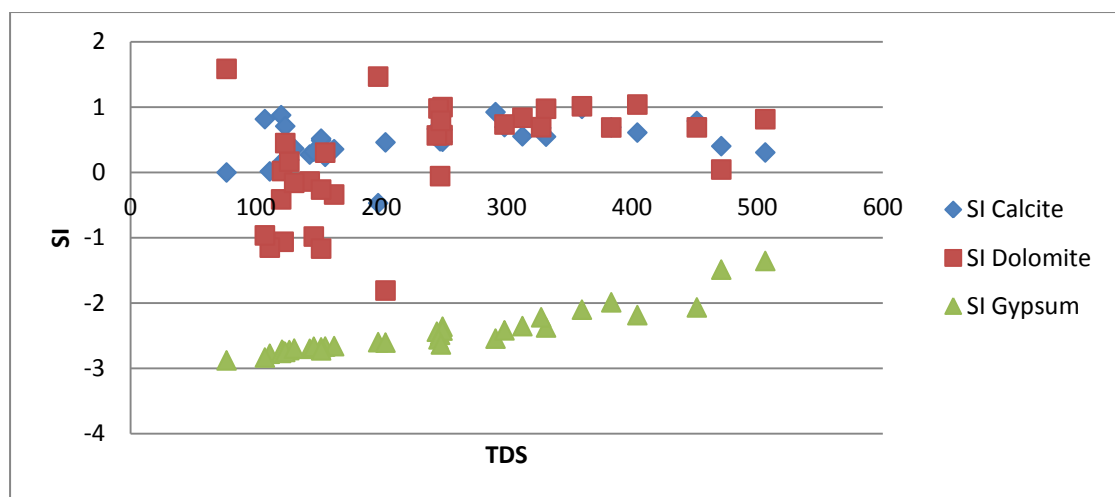
Διάγραμμα 44 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - Δείκτης κορεσμού (S.I-T.D.S)

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ (0511)



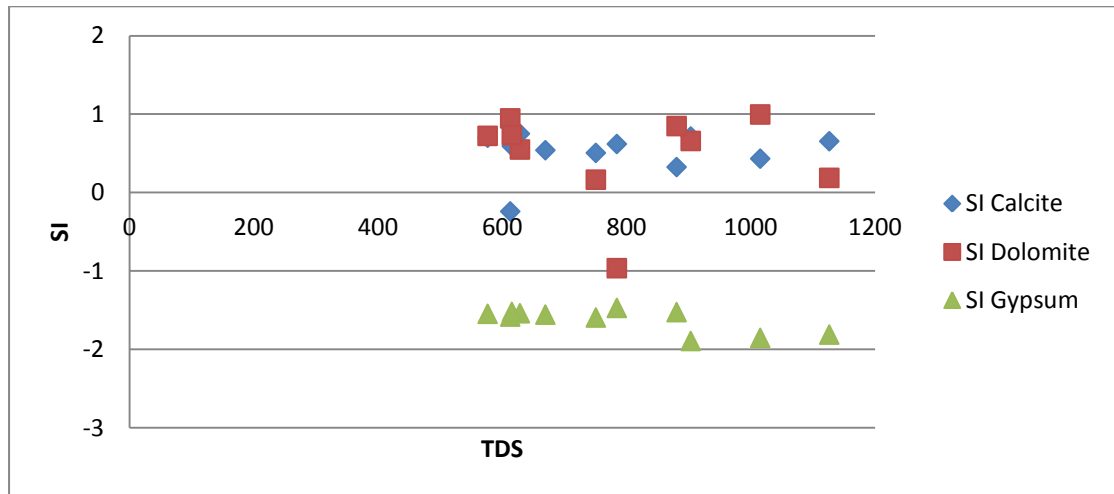
Διάγραμμα 45 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - Δείκτης κορεσμού (S.I-T.D.S)

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΟΥΡΟΥ (0515a)



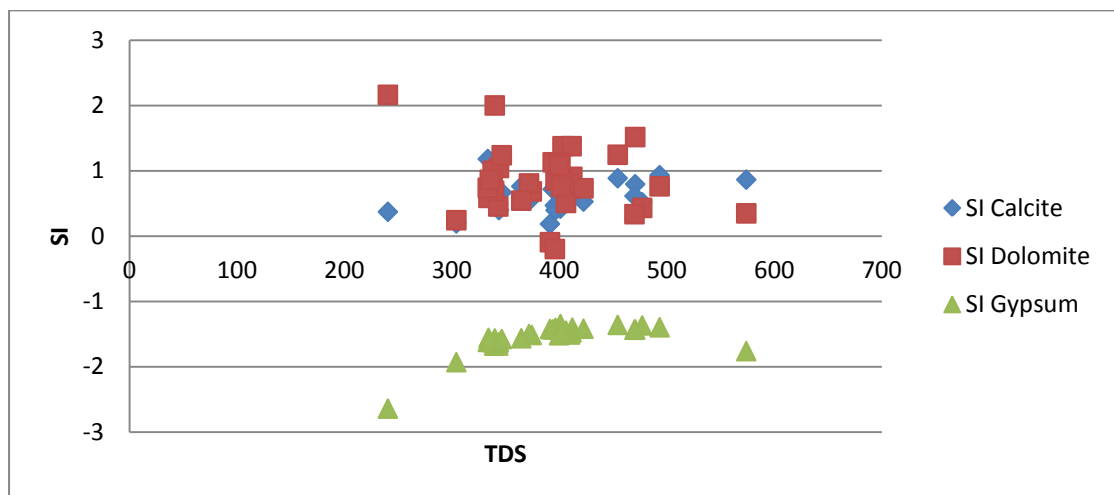
Διάγραμμα 46 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - Δείκτης κορεσμού (S.I-T.D.S)

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΤΑΣ (0515c)



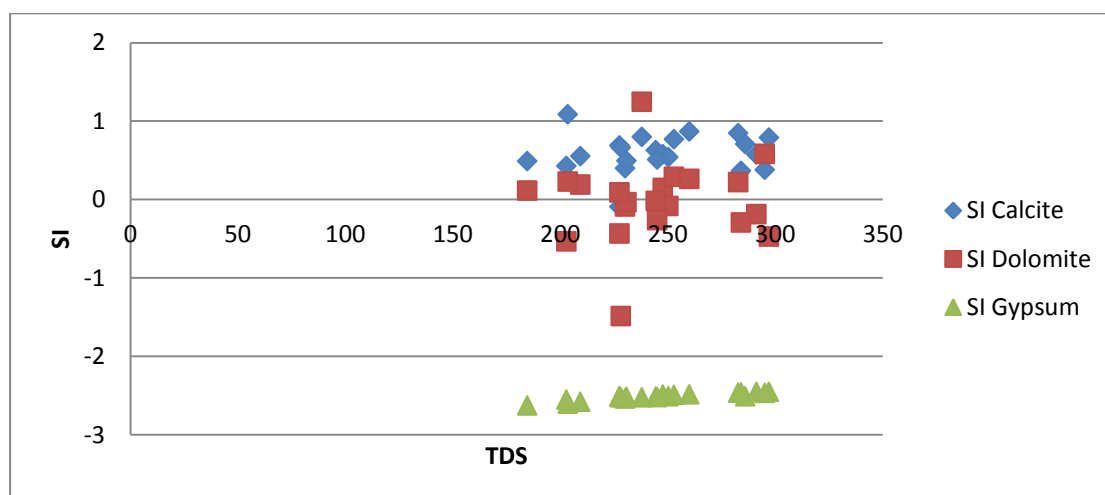
Διάγραμμα 47 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - Δείκτης κορεσμού (S.I-T.D.S)

ΚΟΚΚΩΔΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΤΑΣ (0516)



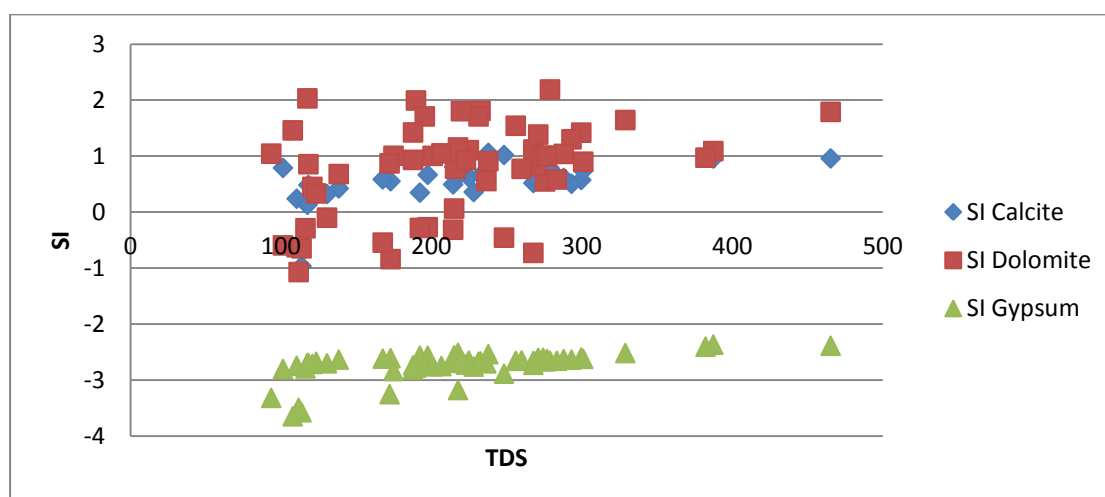
Διάγραμμα 48 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - Δείκτης κορεσμού (S.I-T.D.S)

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΡΑΙΚΙΚΟΥ (0519)



Διάγραμμα 49 Καρστικό σύστημα Γραϊκικού (0519) - Δείκτης κορεσμού (S.I-T.D.S)

ΡΩΓΜΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΣΟΒΟΥ (0526)



Διάγραμμα 50 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - Δείκτης κορεσμού (S.I-T.D.S)

Αναλυτικότερα κοινός παράγοντας όλων των υπόγειων συστημάτων της λεκάνης απορροής του Άραχθου, είναι ότι τα δείγματα λαμβάνουν αρνητικές τιμές για τον δείκτη κορεσμού του γύψου. Αυτό σημαίνει ότι είναι ακόρεστα σε θειικά ιόντα (SO_4^{2-}). Σε τρία από τα υπόγεια υδατικά συστήματα, στο καρστικό σύστημα του Λούρου (0515α), στο καρστικό και στο κοκκώδες σύστημα της Άρτας (0515c & 0516), υπάρχουν δείγματα τα οποία έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε θειικά ιόντα όπως αυτό απεικονίζεται στα αντίστοιχα διαγράμματα.

Τόσο για τον δείκτη κορεσμού του ασβεστίτη όσο και του δολομίτη, γίνεται εμφανές ότι στην πλειονότητά τους τα δείγματα λαμβάνουν τιμές μεγαλύτερες ή ίσες του μηδενός. Αυτό δικαιολογείται από την γεωλογία της Ηπείρου, όπου στο μεγαλύτερο μέρος της εκτείνονται ασβεστόλιθοι και δολομίτες. Έτσι, περνώντας το νερό μέσα από αυτούς τους σχηματισμούς, εμπλουτίζεται σε ιόντα ασβεστίου (Ca^{2+}) και μαγνησίου (Mg^{2+}). Τέτοιου είδους νερά μπορούν να αποθέτουν ιόντα στα οποία είναι υπέρκορα. Στις περιπτώσεις που οι δείκτες κορεσμού λαμβάνουν μηδενικές τιμές, δεν υπάρχει απόθεση ιόντων.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα νερών που είναι υπέρκορα κυρίως σε ιόντα μαγνησίου (Mg^{2+}), με δείκτη κορεσμού ίσο ή μεγαλύτερο του 2, είναι το κοκκώδες σύστημα της Άρτας (0516) και το ρωγματικό σύστημα του Μετσόβου (0526).

Τέλος σχεδόν σε όλα τα διαγράμματα παρατηρείται ότι ο δείκτης κορεσμού του ασβεστίτη λαμβάνει θετικές τιμές πλην ελαχίστων εξαιρέσεων. Όπως προαναφέρθηκε αυτό οφείλεται στην γεωλογία της περιοχής.

8.8 Ιοντικοί λόγοι

Ιοντικός λόγος είναι ο λόγος της περιεκτικότητας δυο ιόντων στο νερό και δίνει υδρογεωχημικές πληροφορίες. Οι τιμές διαμορφώνονται βάση των πετρωμάτων από τα οποία έχει διέλθει ή βρίσκεται το νερό, το βαθμό ανανέωσής του, την ανάμιξη με το θαλασσινό νερό κ.α. Παρακάτω φαίνονται οι κύριοι ιοντικοί λόγοι και οι καταστάσεις των διαφόρων δειγμάτων νερού ανάλογα τις τιμές που λαμβάνουν. Όλοι οι ιοντικοί λόγοι εκφράζονται σε meq/l (Γ. Σούλιος, 2006).

- **Mg/Ca**

Το μαγνήσιο (Mg^{2+}) βρίσκεται στον ολιβίνη ($(Mg,Fe)SiO_4$), στον σερπεντινίτη ($Mg_3Si_2O_5(OH)_4$), στον χλωρίτη $[(Mg_5Al)(AlSi_3)O_{10}(OH)_8]$, στον μαγνησίτη ($MgCO_3$), στους πυρόξενους και στους αμφίβολους, ενώ οι μεγάλες συγκεντρώσεις σχετίζονται με νερά οφιολιθικού τύπου (Σούλιος Γ., 2006). Το ασβέστιο (Ca^{2+}) προέρχεται από ανθρακικά ιζηματογενή πετρώματα και ορυκτά όπως ο ασβεστίτης ($CaCO_3$), ο ανυδρίτης ($CaSO_4$), ο φθορίτης (CaF_2), ο γύψος ($CaSO_4 \cdot H_2O$), τα πλαγιόκλαστα, οι πυρόξενοι, οι αμφίβολοι και κάποια ορυκτά του επιδότου. Επίσης και τα δυο στοιχεία συναντώνται σε πετρώματα όπως ο δολομίτης ($CaCO_3MgCO_3$). (Βουδούρης Κ., 2006 και Τόγιας Κ., 2015)

Στα υπόγεια νερά οι τιμές του ασβεστίου (Ca^{2+}) κυμαίνονται από 10-100 mg/l, ενώ του μαγνησίου (Mg^{2+}) είναι <50 mg/l (Καζάκης Ν., 2013).

Ακολουθεί πίνακας με τις τιμές που παίρνει ο λόγος ανάλογα με την προέλευση του νερού.

Τιμές ιοντικού λόγου (Mg^{2+}/Ca^{2+}) (meq/l)	Προέλευση νερού
<0,5-0,7	Ασβεστολιθικά περιβάλλοντα
0,7-0,9	Δολομιτικά περιβάλλοντα
>0,9	Οφιολιθικοί ή πυριτικοί σχηματισμοί με υψηλές τιμές μαγνησίου
2-5	Θαλασσινό νερό (Η τιμή 2 πρόκειται για παράκτιους καρστικούς υδροφόρους, που εξαιτίας της δολομιτίωσης η τιμή του λόγου έχει πέσει).

0,2-1,5	Γλυκό νερό
---------	------------

Πίνακας 8 Τιμές ιοντικού λόγου Mg/Ca βάσει της προέλευσης του νερού (Βουδούρης Κ., 2006)

- **Na/K**

Το νάτριο (Na^+) προέρχεται από τον αλβίτη ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), τον αλίτη, κάποιους νατριούχους αμφίβολουσ και από το θαλασσινό νερό. Επίσης τα ιόντα νατρίου μπορούν να προκύψουν από τη διαδικασία της ιοντοανταλλαγής με ιόντα ασβεστίου και μαγνησίου. Για συγκεντρώσεις νατρίου μεγαλύτερες των 50 mg/l (2,17 meq/l), υπάρχει κίνδυνος διάβρωσης και δημιουργίας κρούστας στους σωλήνες μεταφοράς νερού. Το κάλιο (K^+) συναντάται σε K-ούχους αστρίους και μαρμαρυγίες, στον σιλβίτη, στο σανίδινο κ.α.

Στα υπόγεια νερά οι τιμές συγκέντρωσης του νατρίου (Na^+) είναι ενδεικτικά γύρω στα 20 mg/l (Βουδούρης, 2006 Κ.), ενώ του καλίου (K^+) είναι <10 mg/l (Καλλέργης Γ., 2000).

Οι τιμές του λόγου Na/K καθορίζονται από την αρχική προέλευση του υπόγειου νερού. Δηλαδή μεταβάλλονται ανάλογα με το αν αυτό είναι θαλασσινό, βρόχινο ή έχει προέλθει από εμπλουτισμό.

Τιμές ιοντικού λόγου (Na/K) (meq/l)	Προέλευση νερού
47	Θαλασσινό νερό
10	Βρόχινο νερό
15-25	Περιοχή εμπλουτισμού υδροφόρου
50-70	Περιοχή εκφόρτισης υδροφόρου

Πίνακας 9 Τιμές ιοντικού λόγου Na/K βάσει της προέλευσης του νερού (Κ. Βουδούρης, 2006)

- **Na/Cl**

Οι πηγές ιόντων νατρίου (Na^+) αναφέρθηκαν παραπάνω. Το χλώριο (Cl^-) έχει ως κύρια πηγή τα ιζηματογενή πετρώματα που περιέχουν αργιλικά ορυκτά θαλάσσιας προέλευσης, καθώς και τους εβαπορίτες. Επίσης η διείδυση της θάλασσας μπορεί να είναι και η αιτία που μπορεί κάποια δείγματα νερού να έχουν αυξημένες τιμές

χλωρίου (Βουδούρης Κ., 2006). Σύμφωνα με τη ΚΥΑ_3282_2017 (ΦΕΚ 3282/Β/19.9.2017), το ανώτατο όριο συγκέντρωσης του χλωρίου στο νερό, ώστε αυτό να καθίσταται πόσιμο είναι 250 mg/l (7,06 meq/l).

Τιμές ιοντικού λόγου (Na/Cl) (meq/l)	Προέλευση νερού
0,876 +/- 10%	Φυσιολογικές τιμές υπόγειου νερού
>1	Νερό προερχόμενο από αλκαλικά πυριγενή ή μεταμορφωμένα πετρώματα
< 0,876 +/- 10%	Θαλάσσια διείσδυση

Πίνακας 10 Τιμές ιοντικού λόγου Na/Cl βάσει της προέλευσης του νερού (Σούλιος Γ., 2006)

- **Cl/SO₄**

Τα θειικά ιόντα (SO₄²⁻) προέρχονται από την καρστικοποίηση της γύψου και του ανυδρίτη (Papadopoulou K., and Vriniotis D., 2007) καθώς και από τα λιπάσματα. Σύμφωνα με τη ΚΥΑ_3282_2017 (ΦΕΚ 3282/Β/19.9.2017), ανώτερο όριο συγκέντρωσης των θειικών ιόντων στο νερό είναι 250 mg/l (5,2 meq/l) ώστε να είναι ικανό για πόση. Συνοψίζοντας οι τιμές που παίρνει ο λόγος είναι ένα κριτήριο υφαλμύρινσης ή ύπαρξης αλάτων.

Τιμές ιοντικού λόγου (Cl/SO ₄) (meq/l)	Χαρακτηρισμός νερού
<0,2	Θειούχο νερό
0,2-1	Θειούχο-Χλωριούχο νερό
1-5	Χλωριούχο-Θειούχο νερό
>5	Χλωριούχο νερό
10	Θαλασσινό νερό

Πίνακας 11 Τιμές ιοντικού λόγου Cl/SO₄ βάσει της προέλευσης του νερού (Σούλιος Γ., 2006)

- **Συντελεστής Revelle**

Πρόκειται για ένα κριτήριο διείσδυσης του θαλασσινού νερού, με τον τύπο που πρότεινε ο Revelle να είναι:

$$R = rCl / (rCO_3^{2-} + rHCO_3^-)$$

όπου το r είναι οι συγκεντρώσεις ιόντων σε meq/l.

Για $R \geq 1$ υπάρχει θαλάσσια διείσδυση (Βουδούρης Κ., 2006).

Τα όξινα ανθρακικά ιόντα (HCO_3^-) είναι το επικρατέστερο ανιόν στα υπόγεια νερά και προέρχεται συνήθως από υδρόλυση του ανθρακικού ασβεστίου ($CaCO_3$) που βρίσκεται στον ασβεστίτη και το δολομίτη (Papadopoulou K., and Vriniotis D., 2007).

Στην περίπτωση της λεκάνης απορροής του Αράχθου οι ενδείξεις θαλάσσιας διείσδυσης δεν οφείλονται στο θαλασινό νερό αλλά σε γεωλογικά αίτια και στις τιμές των ανιόντων της εξίσωσης (π.χ. Cl^-).

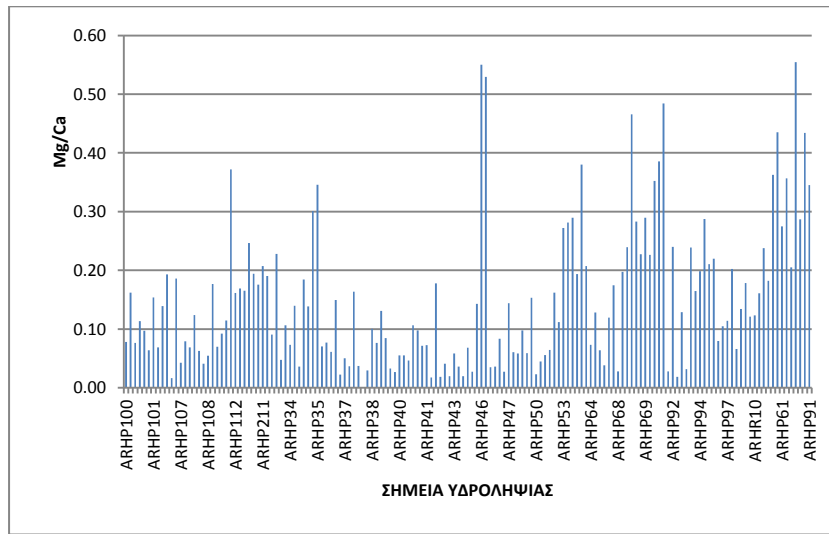
Στη συνέχεια ακολουθεί ο πίνακας με τις Ανώτερες Αποδεκτές Τιμές κάποιων παραμέτρων ώστε το νερό να θεωρείται πόσιμο.

Παράμετρος		Παραμετρική Τιμή	Μονάδα
Ηλεκτρική Αγωγιμότητα	EC	2500	μS/cm
Ενεργός Οξύτητα	pH	6,5-9,5	mg/l
Θειικά	SO ₄	250	mg/l
Νάτριο	N	200	mg/l
Νιτρικά	NO ₃	50	mg/l
Χλωριούχα	Cl	250	mg/l

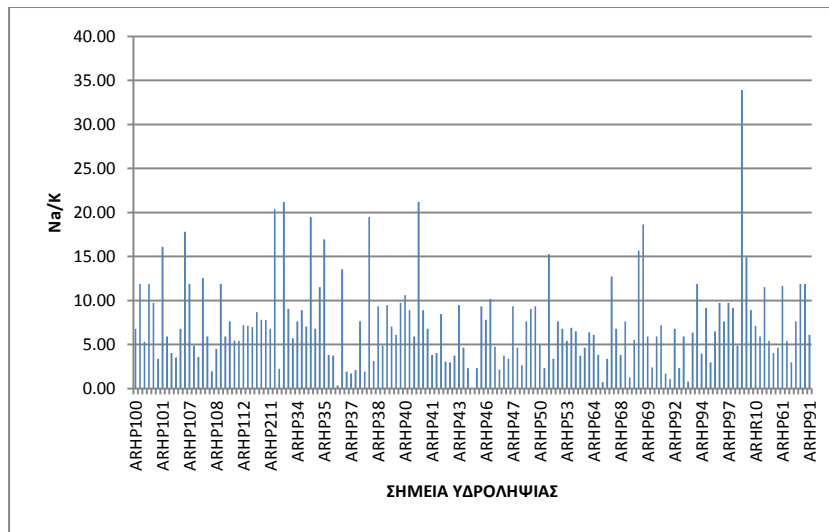
Πίνακας 12 Ανώτερες Αποδεκτές Τιμές παραμέτρων ποσιμότητας νερού βάση ΚΥΑ_3282_2017(ΦΕΚ 3282/Β/19.9.2017)

Ακολουθούν τα διαγράμματα όλων των προαναφερθέντων ιοντικών λόγων και του συντελεστή Revelle, των συστημάτων και των υποσυστημάτων που απαρτίζουν την περιοχή μελέτης.

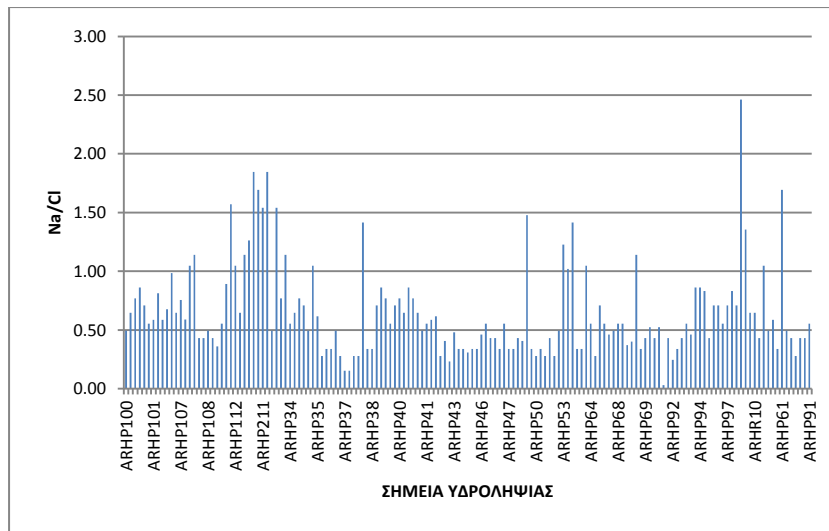
ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΩΛΟΝΟΥ- ΠΙΝΔΟΥ (0413)



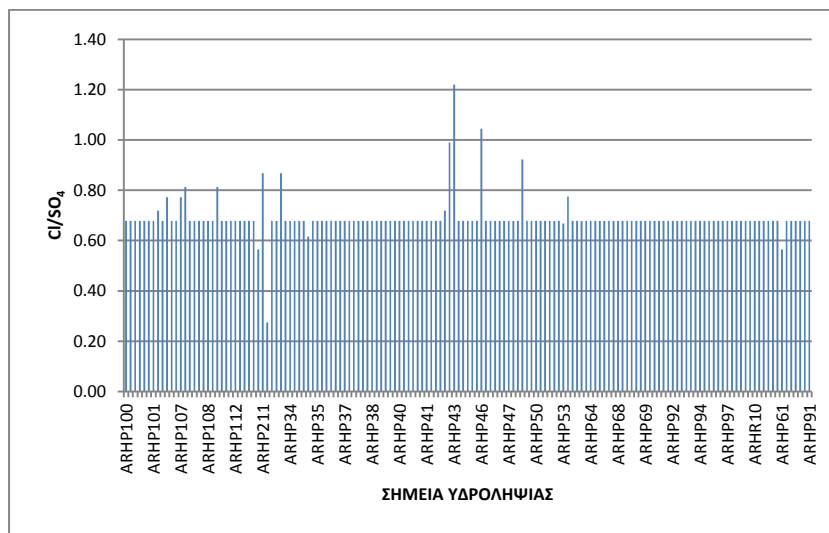
Διάγραμμα 51 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού-Πίνδου (0413) - (Ιοντικοί λόγοι - Mg/Ca)



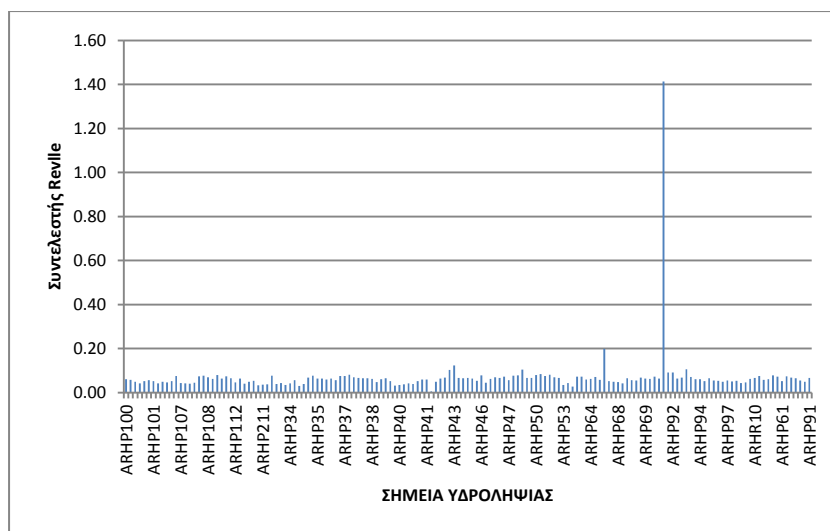
Διάγραμμα 52 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού-Πίνδου (0413) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/K)



Διάγραμμα 53 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού-Πίνδου (0413) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/Cl)



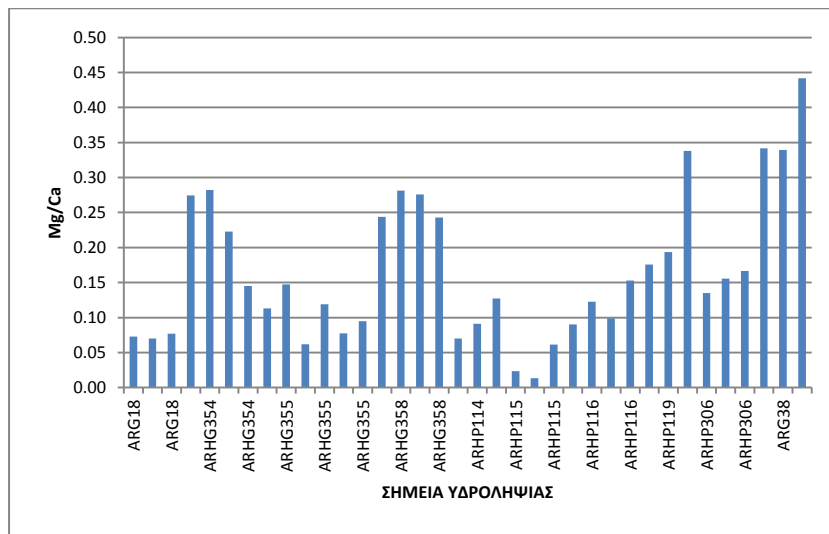
Διάγραμμα 54 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού-Πίνδου (0413) - (Ιοντικοί λόγοι - Cl/SO₄)



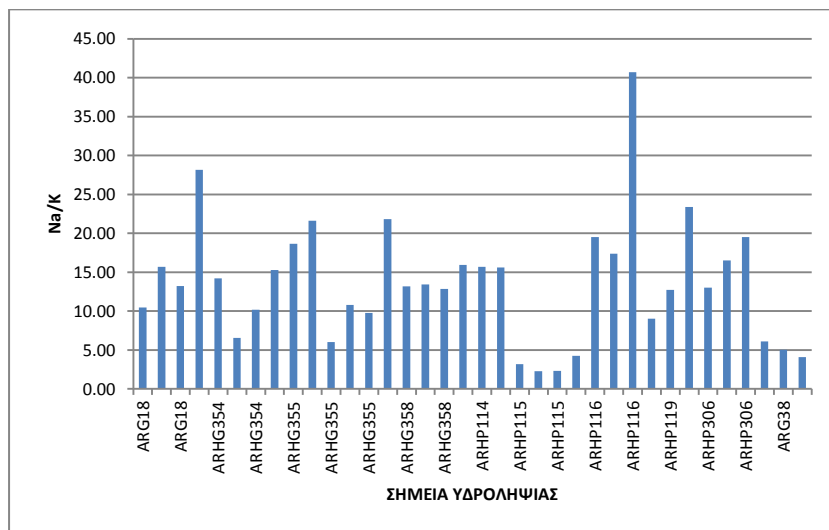
Διάγραμμα 55 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού-Πίνδου (0413) - (Ιοντικοί λόγοι - Συντελεστής Revelle)

Ο ιοντικός λόγος μαγνησίου και ασβεστίου (Mg/Ca) παίρνει τιμές μικρότερες του 0,5 με την πλειονότητα αυτών να είναι κάτω από 0,2. Από αυτές τις τιμές προκύπτει ότι τα δείγματα προέρχονται από ασβεστολιθικά περιβάλλοντα. Ακόμα ο λόγος νατρίου και καλίου (Na/K) κυμαίνεται από 0 έως 10 με κάποιες μετρήσεις να φθάνουν και το 20. Οι τιμές κοντά στο 10 ορίζουν ως αρχική πηγή του νερού τη βροχή ενώ τα δείγματα που πλησιάζουν το 20, καθώς και η πηγή ARHP97 που λαμβάνει τιμή κοντά στο 30, αποτελούν περιοχές εμπλουτισμού. Επίσης οι τιμές του ιοντικού λόγου του νατρίου και του χλωρίου (Na/Cl) ποικίλλουν, με αποτέλεσμα τα περισσότερα δείγματα με τιμή περίπου 0,5 να δείχνουν ύπαρξη αλάτων στον υπόγειο υδροφόρα, ενώ το υπόλοιπο των δειγμάτων να λαμβάνει φυσιολογικές τιμές. Τέλος στο διάγραμμα του χλωρίου με τα θειικά ιόντα (Cl/SO_4) παρατηρείται μικρότερη διακύμανση τιμών σε σχέση με τα προηγούμενα. Οι μετρήσεις συγκεντρώνονται στην τιμή 0,6 υποδεικνύοντας θειούχο-χλωριούχα νερά. Όσον αφορά το συντελεστή Revelle είναι μικρότερος του 1 (Νικολάου Ε., 2010).

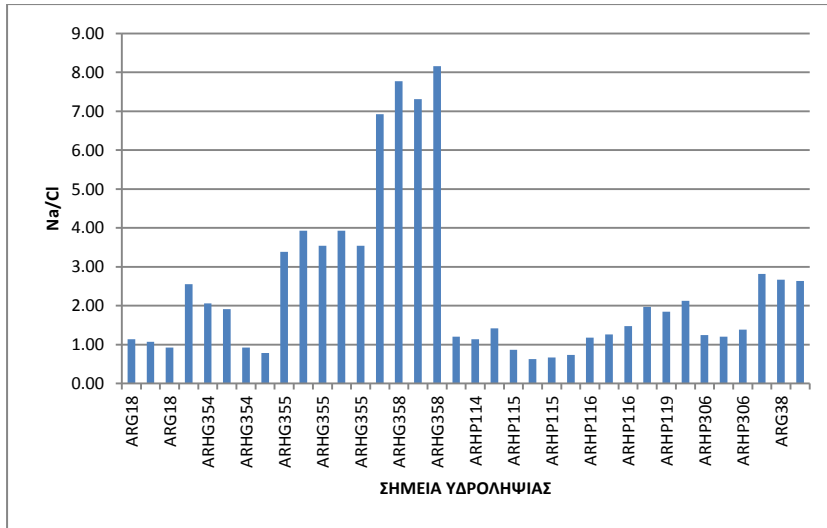
ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΜΠΕΣΟΥ (0416)



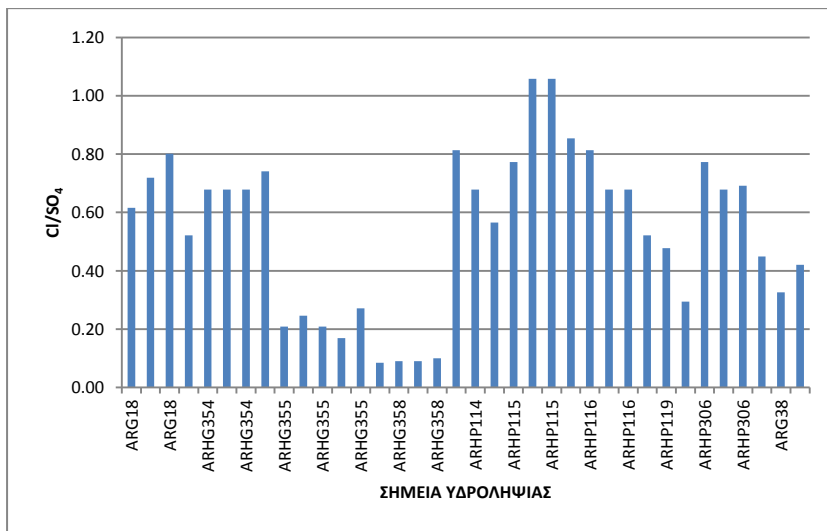
Διάγραμμα 56 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - (Ιοντικοί λόγοι - Mg/Ca)



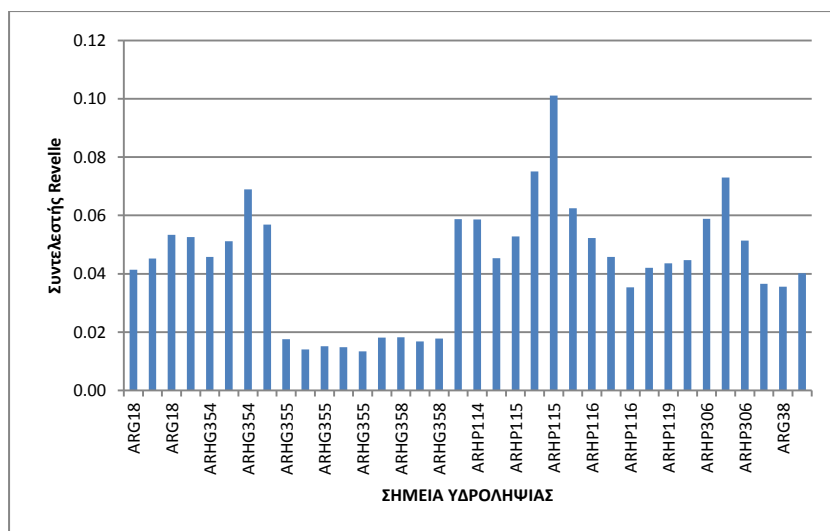
Διάγραμμα 57 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/K)



Διάγραμμα 58 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/Cl)



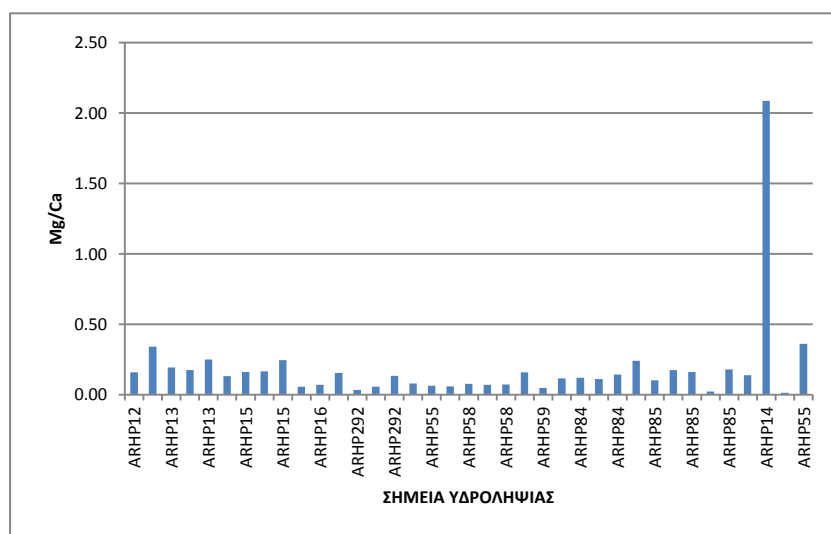
Διάγραμμα 59 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - (Ιοντικοί λόγοι - Cl/SO₄)



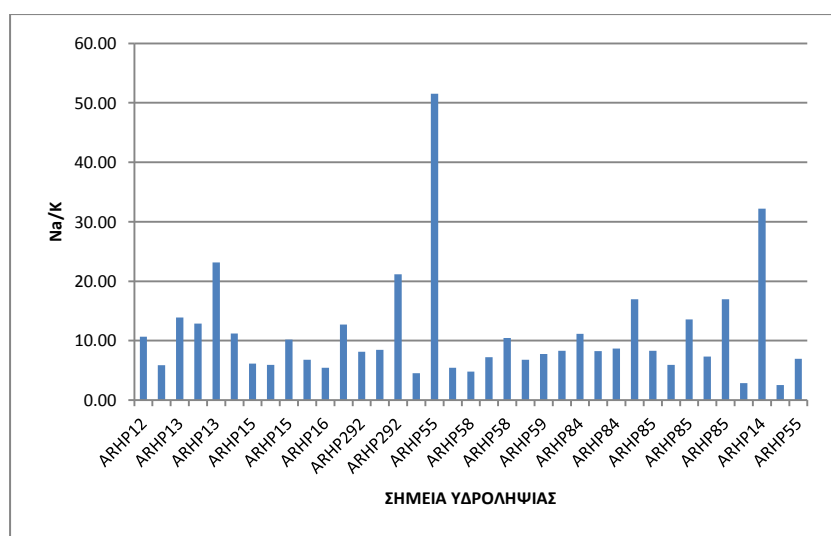
Διάγραμμα 60 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - (Ιοντικοί λόγοι - Συντελεστής Revelle)

Ο ιοντικός λόγος μαγνησίου και ασβεστίου (Mg/Ca) λαμβάνει τιμές μικρότερες του 0,5 με την πλειονότητα αυτών να είναι κάτω από 0,3. Συνεπώς τα δείγματα προέρχονται από ασβεστολιθικά περιβάλλοντα. Στη συνέχεια ο λόγος νατρίου και καλίου (Na/K) φθάνει μέχρι και το 20 πλην μιας εξαίρεσης. Οι τιμές κοντά στο 10 ορίζουν ως αρχική πηγή του νερού τη βροχή ενώ τα δείγματα που πλησιάζουν το 20 θεωρούνται περιοχές εμπλουτισμού υδροφορέων. Μια μέτρηση της γεώτρησης ARHG116 ξεπερνάει το 40, αλλά δεν μπορεί να θεωρηθεί ένδειξη εκφόρτισης. Ακόμα οι τιμές του ιοντικού λόγου του νατρίου και του χλωρίου (Na/Cl) ανήκουν σε δυο κατηγορίες. Οι τιμές κοντά στο 1 θεωρούνται φυσιολογικές με μικρή πιθανότητα ύπαρξης αλάτων στον υπόγειο υδροφόρο, ενώ το υπόλοιπο των δειγμάτων λαμβάνει τιμές πολύ μεγαλύτερες με αποτέλεσμα να θεωρείται ότι είναι νερό προερχόμενο από αλκαλικά εδάφη. Τέλος στο διάγραμμα του χλωρίου με τα θειικά ιόντα (Cl/SO_4) οι περισσότερες γεωτρήσεις/πηγές με τιμές μικρότερες του 1 έχουν θειούχο-χλωριούχα νερά ενώ η ARHG355 και η ARHG358 έχουν θειούχα νερά διότι οι τιμές είναι κοντά στο 0,2. Όσον αφορά το συντελεστή Revelle είναι μικρότερος του 1 (Νικολάου Ε., 2010).

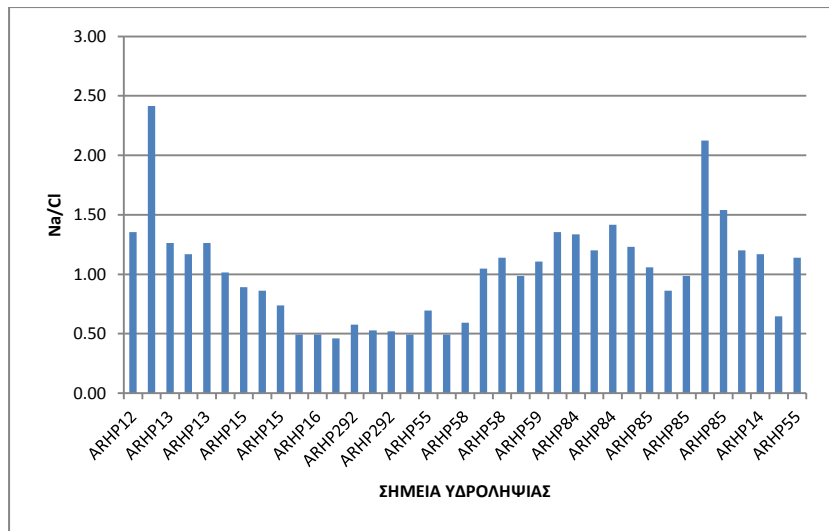
ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ (0511)



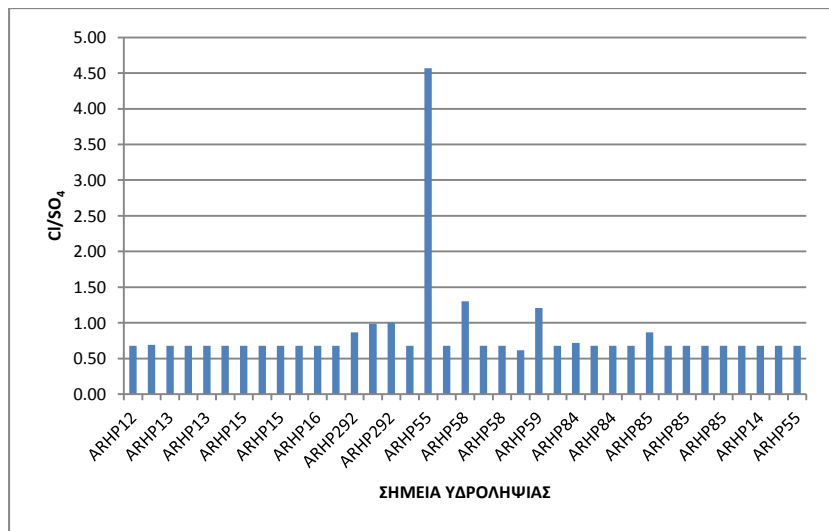
Διάγραμμα 61 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - (Ιοντικοί λόγοι - Mg/Ca)



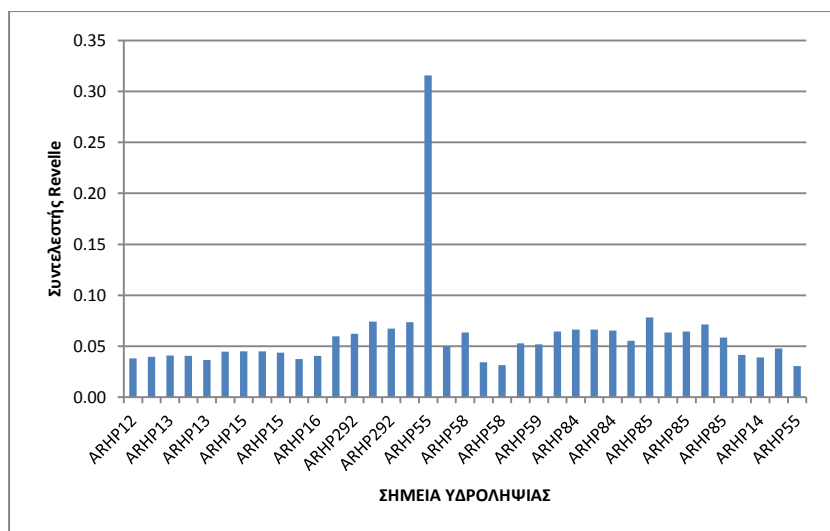
Διάγραμμα 62 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/K)



Διάγραμμα 63 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/Cl)



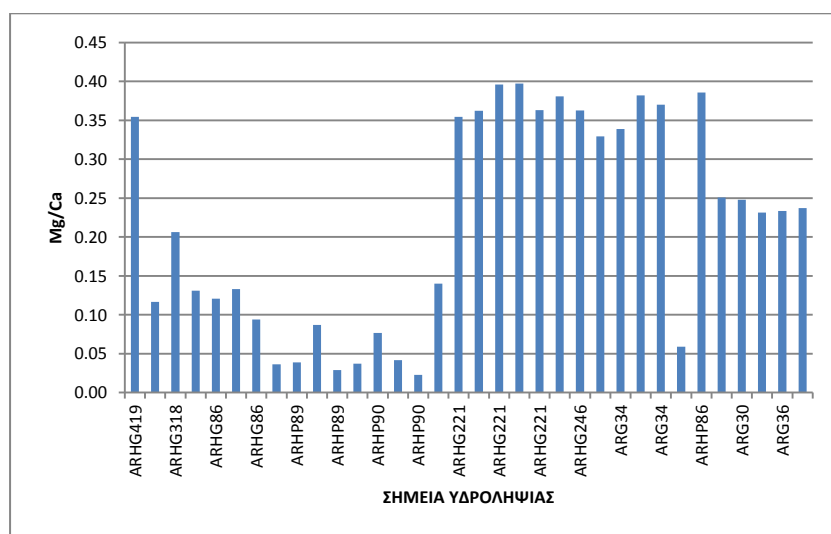
Διάγραμμα 64 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - (Ιοντικοί λόγοι - Cl/SO₄)



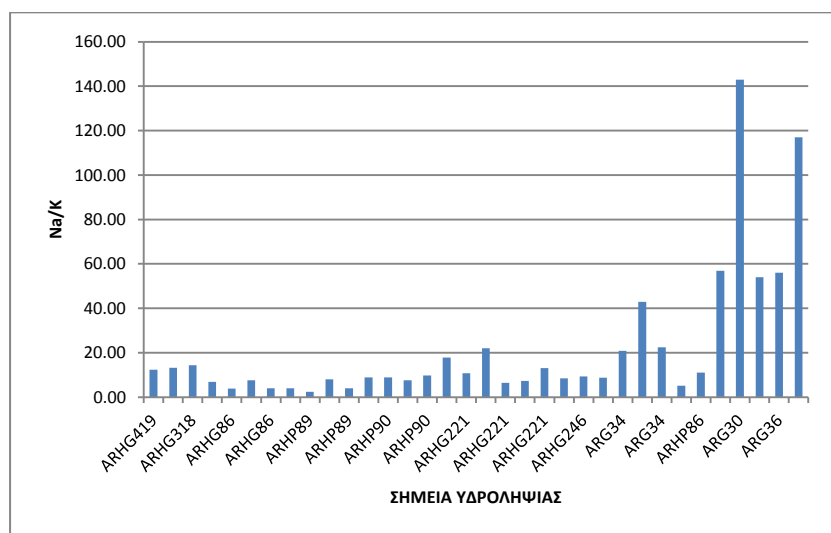
Διάγραμμα 65 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - (Ιοντικοί λόγοι - Συντελεστής Revelle)

Ο ιοντικός λόγος μαγνησίου και ασβεστίου (Mg/Ca) λαμβάνει τιμές μικρότερες του 0,3 με εξαίρεση μια μέτρηση τη πηγής ARHP12 που είναι λίγο μεγαλύτερη του 2 αλλά δεν λαμβάνεται υπόψη ως διαφορετικό περιβάλλον. Συνεπώς τα δείγματα προέρχονται από ασβεστολιθικά περιβάλλοντα. Στη συνέχεια ο λόγος νατρίου και καλίου (Na/K) φθάνει μέχρι και το 20 πλην δύο μετρήσεων. Οι τιμές κοντά στο 10 ορίζουν ως αρχική πηγή του νερού τη βροχή ενώ τα δείγματα των πηγών ARHP316 και ARHP12, 50 και 30 αντίστοιχα αλλά δεν μπορούν να θεωρηθούν ενδείξεις διαφορετικών συνθηκών καθώς αποκλίνουν των υπολοίπων μετρήσεων αυτών των πηγών. Οι τιμές του ιοντικού λόγου του νατρίου και του χλωρίου (Na/Cl) ανήκουν σε δυο κατηγορίες. Τιμές κοντά στο 1 θεωρούνται φυσιολογικές με μικρή πιθανότητα ύπαρξης αλάτων στον υπόγειο υδροφόρα, ενώ το υπόλοιπο των δειγμάτων λαμβάνει τιμές πολύ μεγαλύτερες με αποτέλεσμα να θεωρείται ότι είναι νερό προερχόμενο από αλκαλικά εδάφη. Τέλος στο διάγραμμα του χλωρίου με τα θειικά ιόντα (Cl/SO_4) οι περισσότερες γεωτρήσεις/πηγές με τιμές μικρότερες του 1 έχουν θειούχο-χλωριούχα. Όσον αφορά το συντελεστή Revelle είναι μικρότερος του 1 (Νικολάου Ε., 2010).

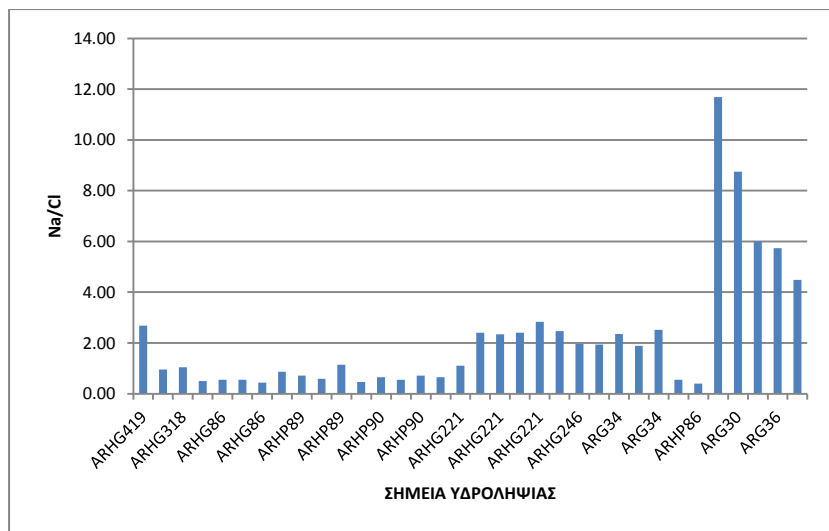
ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΟΥΡΟΥ (0515a)



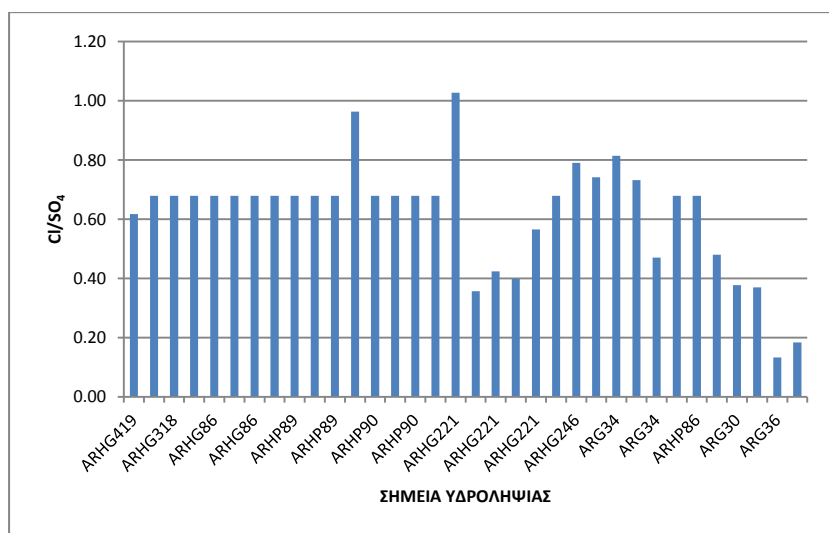
Διάγραμμα 66 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - (Ιοντικοί λόγοι - Mg/Ca)



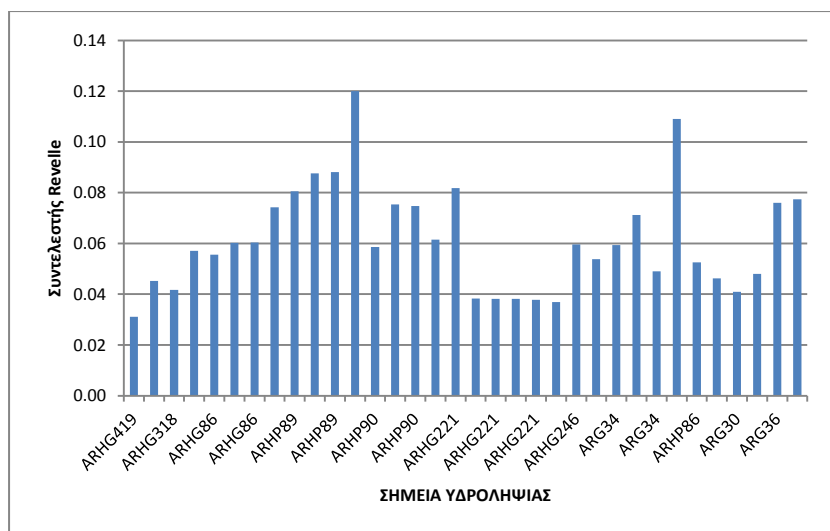
Διάγραμμα 67 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/K)



Διάγραμμα 68 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/Cl)



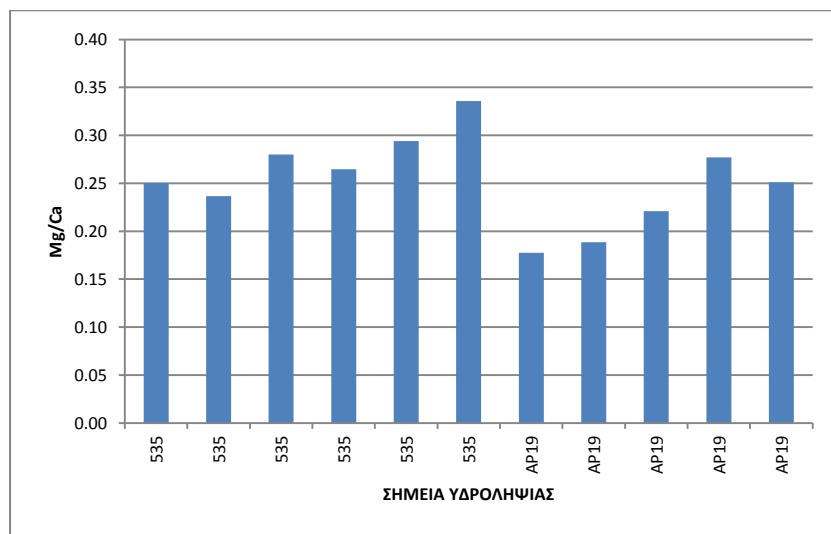
Διάγραμμα 69 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - (Ιοντικοί λόγοι - Cl/SO₄)



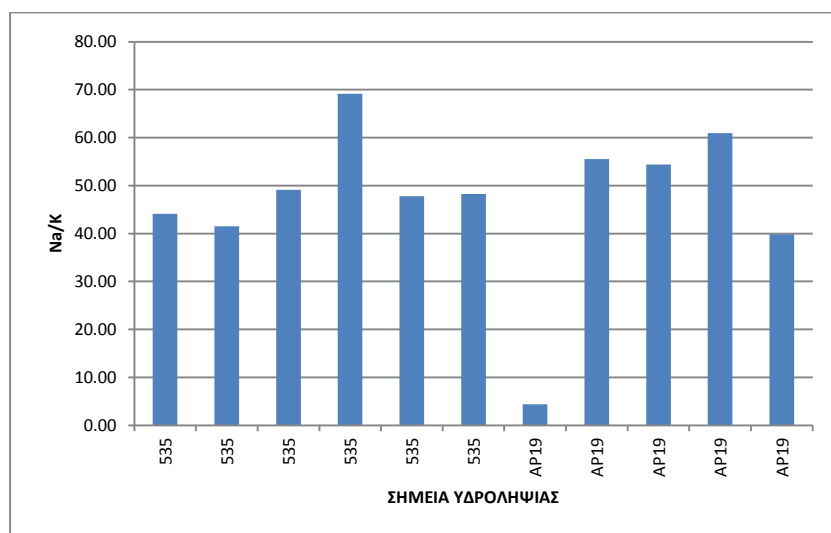
Διάγραμμα 70 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - (Ιοντικοί λόγοι - Συντελεστής Revelle)

Ο ιοντικός λόγος μαγνησίου και ασβεστίου (Mg/Ca) λαμβάνει τιμές μικρότερες του 0,4 έτσι τα δείγματα φαίνεται να προέρχονται από ασβεστολιθικά περιβάλλοντα. Στη συνέχεια ο λόγος νατρίου και καλίου (Na/K) ποικίλλει. Πολλές από τις μετρήσεις είναι χαμηλότερες του 7, και σύμφωνα με τα δεδομένα έχουν σύσταση παρόμοια με το θαλασσινό νερό. Ακόμα περιοχή εμπλουτισμού θα μπορούσε να αποτελέσει η έκταση που βρίσκεται η γεώτρηση ARG34, αφού και οι τρεις μετρήσεις που έγιναν ανήκουν στο διάστημα 15-25. Τέλος οι γεωτρήσεις ARG30 και ARG36 με τιμές μεγαλύτερες του 50 δηλώνουν εκφόρτιση υδροφορέα. Συνεχίζοντας οι τιμές του ιοντικού λόγου του νατρίου και του χλωρίου (Na/Cl) χωρίζονται σε δυο κατηγορίες. Οι πιο μικρές τιμές έχουν αυξημένες τιμές χλωριόντων ενώ οι γεωτρήσεις ARG30 και ARG36 με μεγαλύτερες τιμές υποδεικνύουν αλκαλικά εδάφη. Κλείνοντας στο διάγραμμα του χλωρίου με τα θειικά ιόντα (Cl/SO_4) οι περισσότερες γεωτρήσεις/πηγές με τιμές μικρότερες του 1 έχουν θειούχο-χλωριούχα νερά. Όσον αφορά το συντελεστή Revelle είναι μικρότερος του 1 (Νικολάου Ε., 2010).

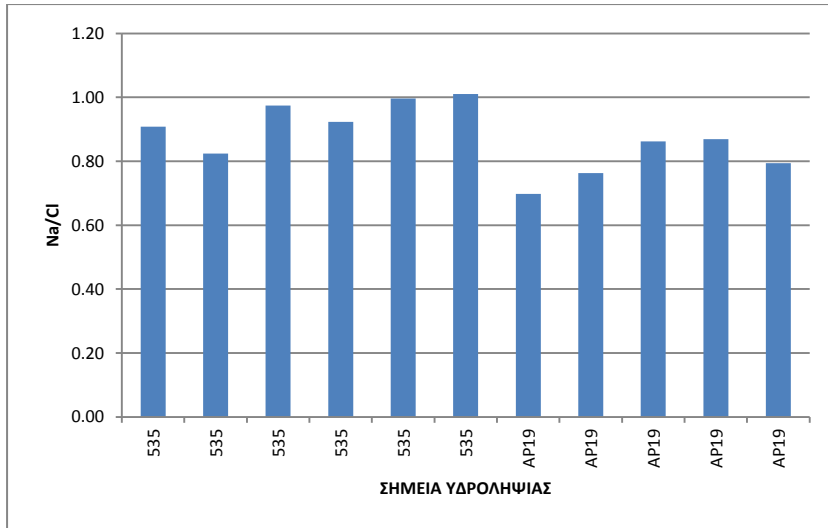
ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΤΑΣ (0515c)



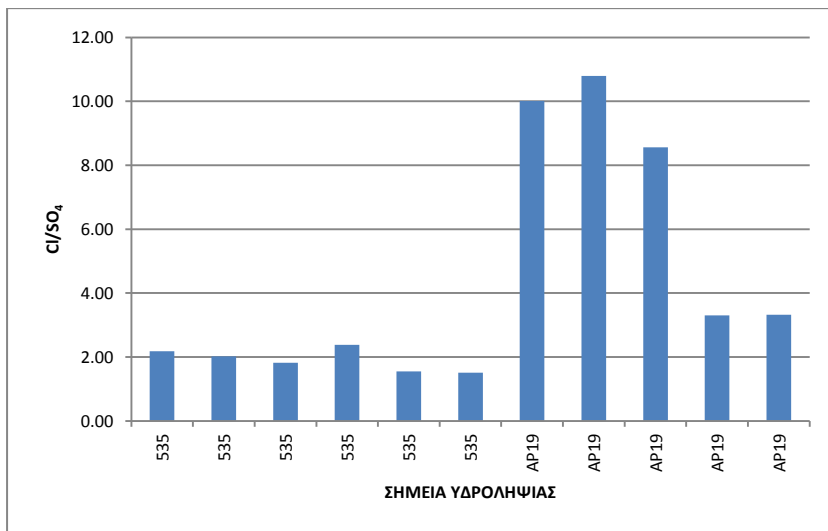
Διάγραμμα 71 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - (Ιοντικοί λόγοι - Mg/Ca)



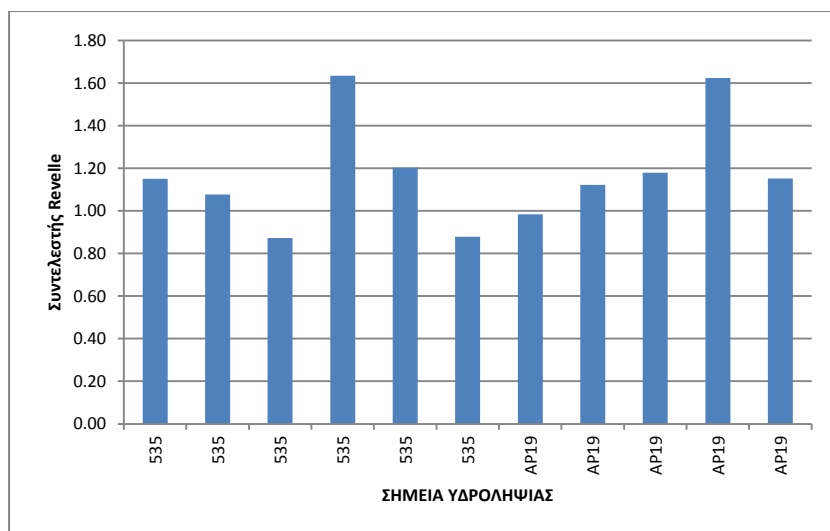
Διάγραμμα 72 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/K)



Διάγραμμα 73 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/Cl)



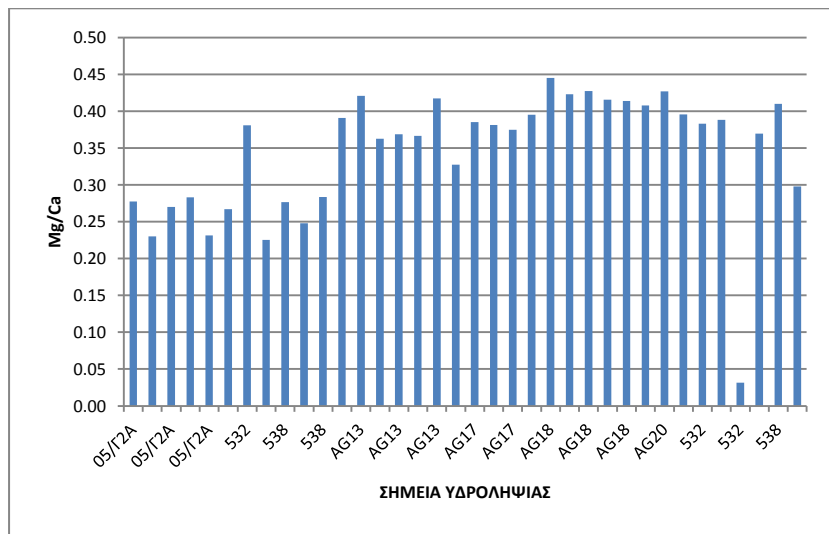
Διάγραμμα 74 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - (Ιοντικοί λόγοι - Cl/SO₄)



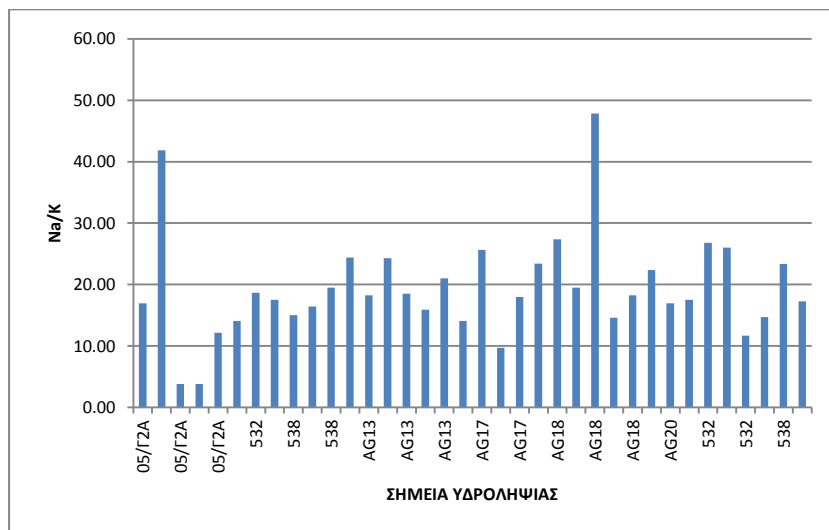
Διάγραμμα 75 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - (Ιοντικοί λόγοι - Συντελεστής Revelle)

Ο ιοντικός λόγος μαγνησίου και ασβεστίου (Mg/Ca) λαμβάνει τιμές μικρότερες του 0,4 με την πλειονότητα αυτών να είναι κάτω από 0,3. Συνεπώς τα δείγματα προέρχονται από ασβεστολιθικά περιβάλλοντα. Ακόμα ο λόγος νατρίου και καλίου (Na/K) κυμαίνεται από 40 έως 60 πλην μιας εξαίρεσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι τοποθεσίες των υδροληψιών να είναι περιοχές εκφόρτισης. Επίσης οι τιμές του ιοντικού λόγου του νατρίου και του χλωρίου (Na/Cl) είναι σε φυσιολογικά επίπεδα με κάποιες από αυτές να επηρεάζονται από τις υψηλές τιμές του χλωρίου της περιοχής. Τέλος στο διάγραμμα του χλωρίου με τα θειικά ιόντα (Cl/SO_4) οι περισσότερες γεωτρήσεις/πηγές με τιμές μικρότερες του 5 έχουν χλωρο-θειικά νερά ενώ στην AP19 ο λόγος παίρνει υψηλές τιμές εξαιτίας του χλωρίου και το νερό καλείται χλωριούχο. Όσον αφορά το συντελεστή Revelle είναι μεγαλύτερος του 1 εξαιτίας των υψηλών τιμών χλωριόντων στο σύστημα (Νικολάου Ε., 2010).

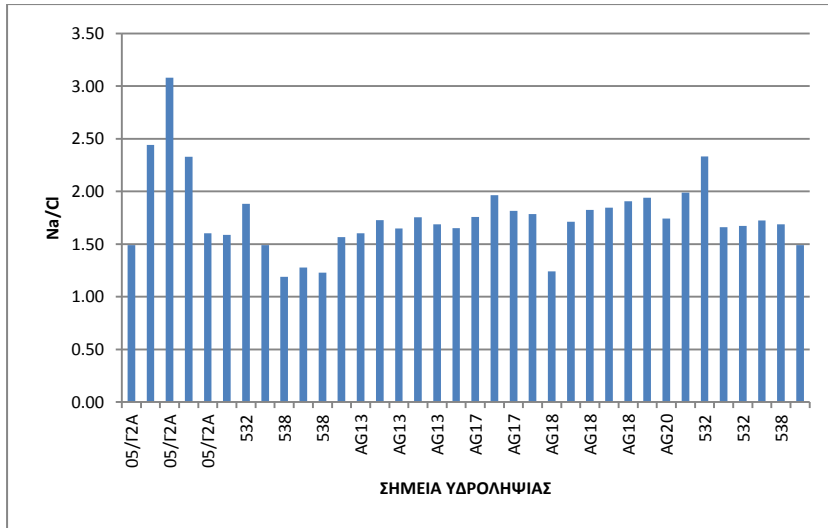
ΚΟΚΚΩΔΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΤΑΣ (0516)



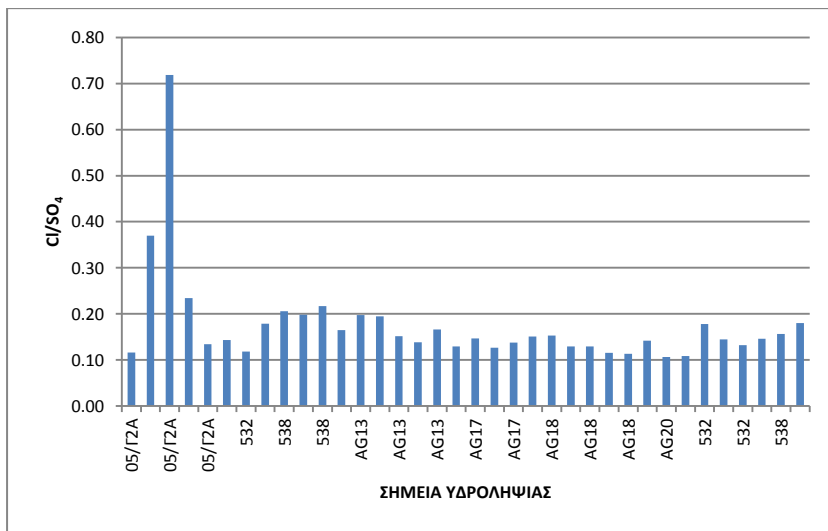
Διάγραμμα 76 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - (Ιοντικοί λόγοι - Mg/Ca)



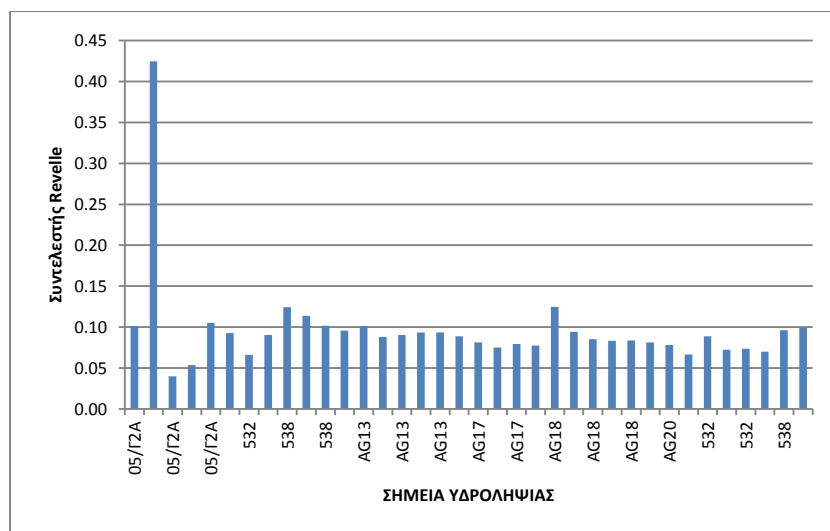
Διάγραμμα 77 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/K)



Διάγραμμα 78 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/Cl)



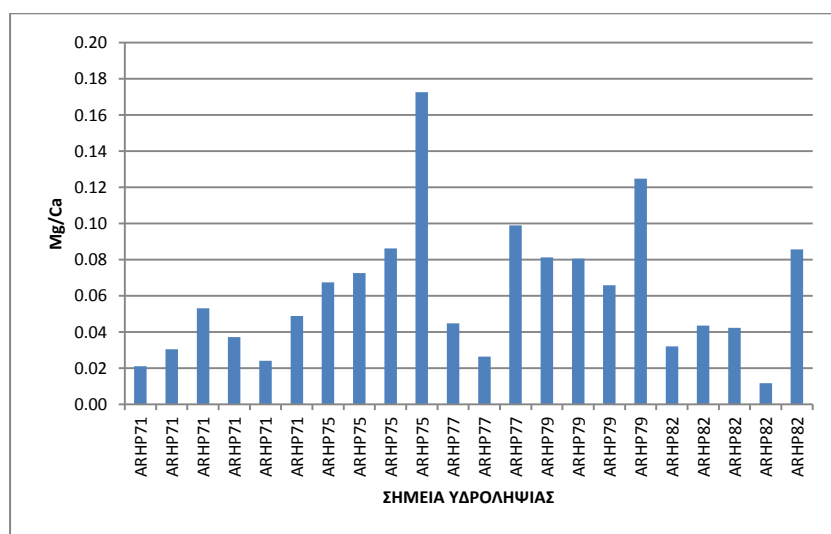
Διάγραμμα 79 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - (Ιοντικοί λόγοι - Cl/SO₄)



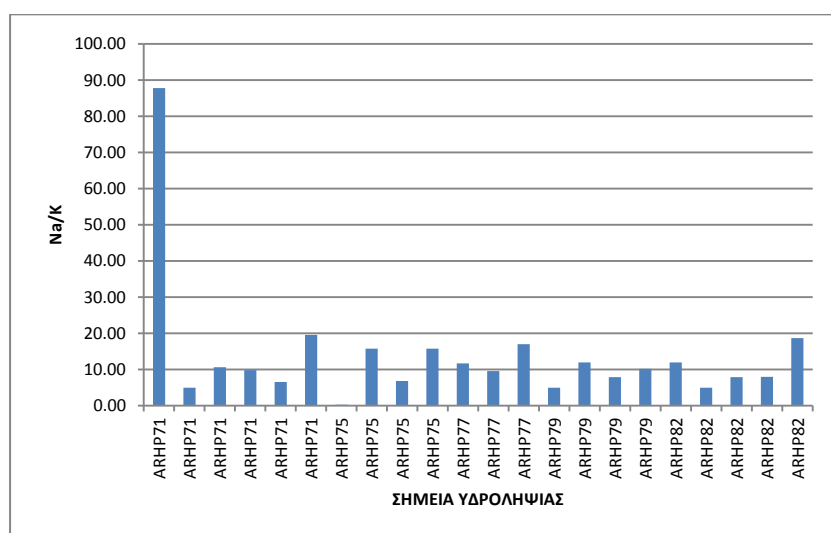
Διάγραμμα 80 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - (Ιοντικοί λόγοι - Συντελεστής Revelle)

Ο ιοντικός λόγος μαγνησίου και ασβεστίου (Mg/Ca) λαμβάνει τιμές μικρότερες του 0,5 με τα δείγματα να προέρχονται από ασβεστολιθικά περιβάλλοντα. Ακόμα ο λόγος νατρίου και καλίου (Na/K) φθάνει μέχρι και το 20 πλην δυο μετρήσεων, από τις γεωτρήσεις 05/Γ2Α και AG18. Οι τιμές είναι ένδειξη εμπλουτισμού υδροφορέα. Οι αποκλίνουσες τιμές είναι μεμονωμένες με δεν μπορούν να θεωρηθούν ικανές αλλαγής αποτελέσματος της προέλευσης. Επίσης οι τιμές του ιοντικού λόγου του νατρίου και του χλωρίου (Na/Cl) είναι μεγαλύτερες του 1 καθώς πρόκειται για αλκαλικά εδάφη. Τέλος στο διάγραμμα του χλωρίου με τα θειικά ιόντα (Cl/SO_4) οι περισσότερες γεωτρήσεις/πηγές έχουν θειούχα νερά διότι οι τιμές είναι κοντά και χαμηλότερες από 0,2, παρόλα αυτά η 05/Γ2Α κυμαίνεται από 0,2-1 και έτσι το νερό θα μπορούσε να θεωρηθεί θειούχο-χλωριούχο. Όσον αφορά το συντελεστή Revelle είναι μικρότερος του 1 (Νικολάου Ε., 2010).

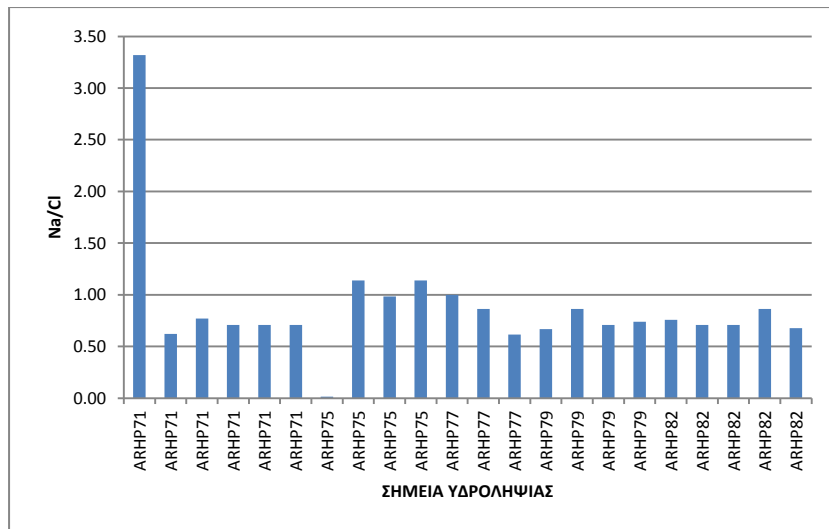
ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΡΑΙΚΙΚΟΥ (0519)



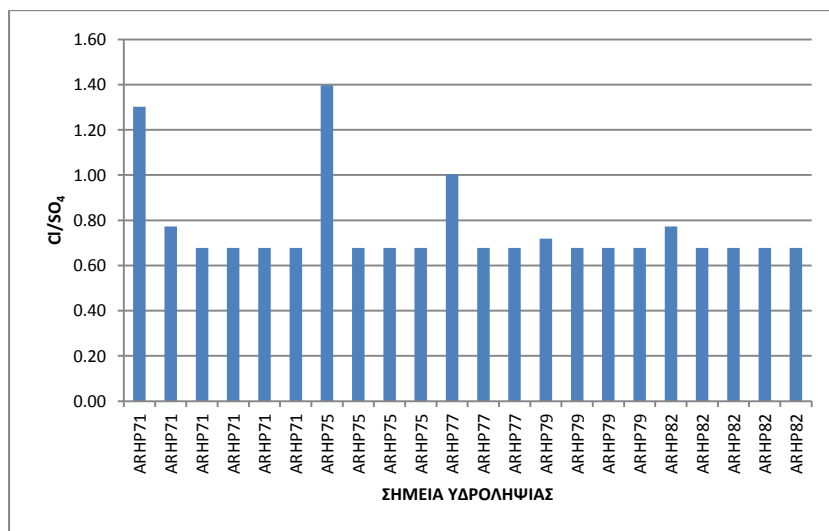
Διάγραμμα 81 Καρστικό σύστημα Γραϊκικού (0519) - (Ιοντικοί λόγοι - Mg/Ca)



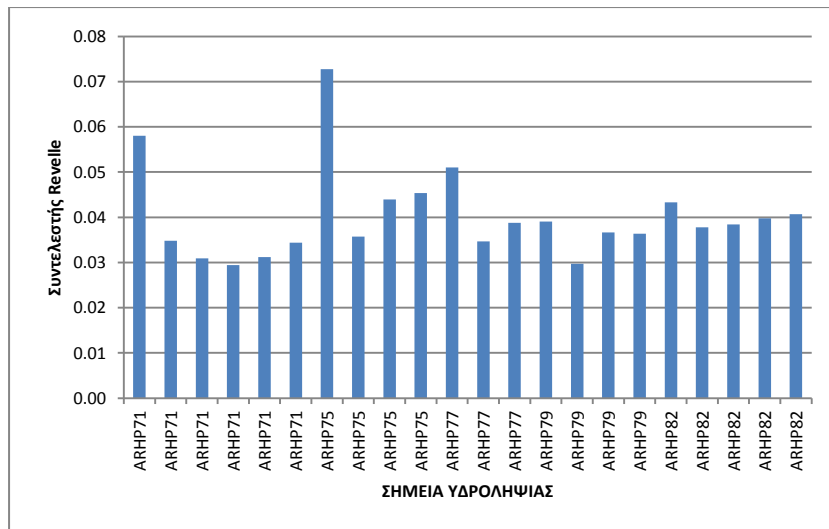
Διάγραμμα 82 Καρστικό σύστημα Γραϊκικού (0519) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/K)



Διάγραμμα 83 Καρστικό σύστημα Γραϊκικού (0519) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/Cl)



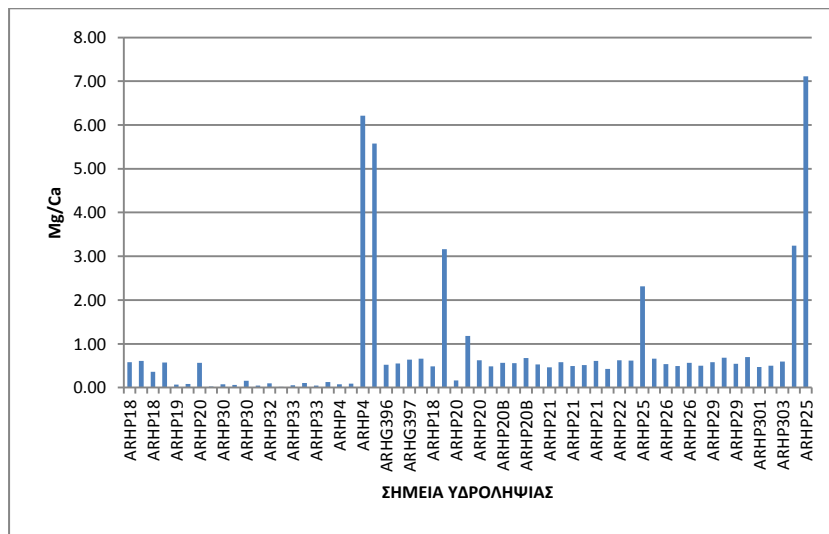
Διάγραμμα 84 Καρστικό σύστημα Γραϊκικού (0519) - (Ιοντικοί λόγοι - Cl/SO₄)



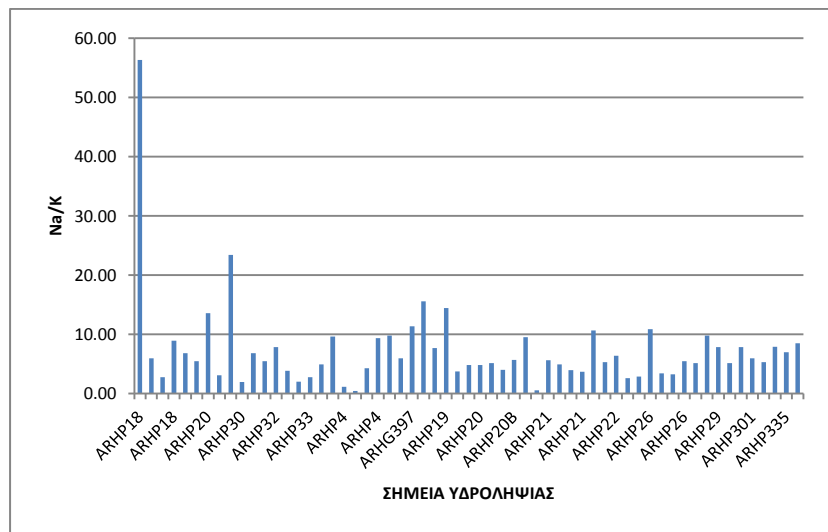
Διάγραμμα 85 Καρστικό σύστημα Γραϊκικού (0519) - (Ιοντικοί λόγοι - Συντελεστής Revelle)

Ο ιοντικός λόγος μαγνησίου και ασβεστίου (Mg/Ca) λαμβάνει τιμές μικρότερες του 0,2. Συνεπώς τα δείγματα προέρχονται από ασβεστολιθικά περιβάλλοντα. Επίσης ο λόγος νατρίου και καλίου (Na/K) φθάνει μέχρι και το 20 πλην μιας εξαίρεσης. Οι τιμές που κυμαίνονται από 4 έως 7 σύμφωνα με τη βιβλιογραφία δηλώνουν θαλάσσια διείσδυση, αλλά στην προκειμένη περίπτωση επειδή το υδατικό σύστημα είναι στην ενδοχώρα δεν μπορεί να υιοθετηθεί αυτή η άποψη. Έτσι οι χαμηλές τιμές του λόγου νατρίου και καλίου εξαιτίας των υψηλών τιμών του καλίου, θα μπορούσαν να αιτιολογηθούν βάση της γεωλογίας της περιοχής (αστρίοι, μαρμαρυγίες, αργιλικά ορυκτά). Παρόλα αυτά οι περιπτώσεις αυτές είναι μεμονωμένες οπότε δεν θα μπορούσαν να καθορίσουν την προέλευση του νερού. Συνεχίζοντας τιμές κοντά στο 10 ορίζουν ως αρχική πηγή του νερού τη βροχή ενώ τα δείγματα που πλησιάζουν το 20 θεωρούνται περιοχές εμπλουτισμού υδροφορέων. Μια μέτρηση της πηγής ARHP71 ξεπερνάει το 80, αλλά δεν μπορεί να θεωρηθεί ένδειξη εκφόρτισης. Ακολουθώντας οι περισσότερες τιμές του ιοντικού λόγου του νατρίου και του χλωρίου (Na/Cl) είναι ελάχιστα μικρότερες του 1 και θεωρούνται φυσιολογικές για υπόγεια ύδατα. Το υπόλοιπο των δειγμάτων ξεπερνάει την τιμή του 1 και είναι ένδειξη πιο αλκαλικών εδαφών. Τέλος στο διάγραμμα του χλωρίου με τα θειικά ιόντα (Cl/SO₄) οι περισσότερες γεωτρήσεις/πηγές με τιμές μικρότερες του 1 έχουν θειούχο-χλωριούχα νερά. Όσον αφορά το συντελεστή Revelle είναι μικρότερος του 1 (Νικολάου Ε., 2010).

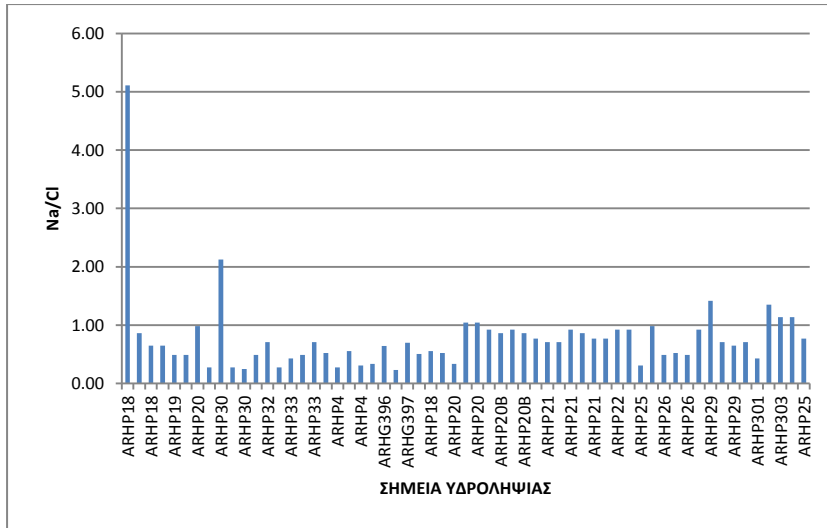
ΡΩΓΜΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΣΟΒΟΥ (0526)



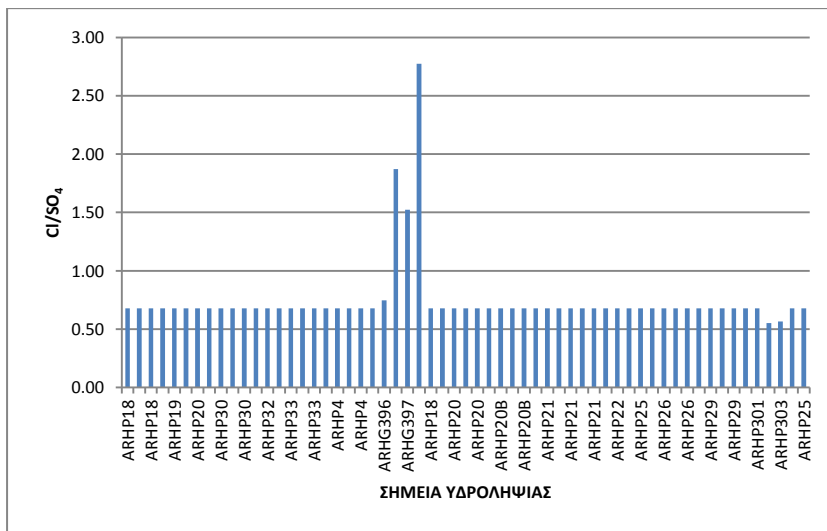
Διάγραμμα 86 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - (Ιοντικοί λόγοι - Mg/Ca)



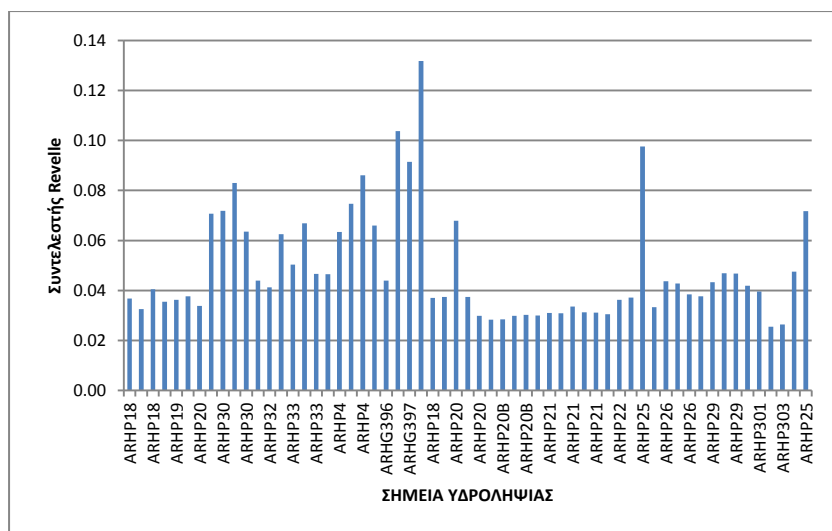
Διάγραμμα 87 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/K)



Διάγραμμα 88 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - (Ιοντικοί λόγοι - Na/Cl)



Διάγραμμα 89 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - (Ιοντικοί λόγοι - Cl/SO₄)



Διάγραμμα 90 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - (Ιοντικοί λόγοι - Συντελεστής Revelle)

Ο ιοντικός λόγος μαγνησίου και ασβεστίου (Mg/Ca) για το ρωγματικό σύστημα του Μετσόβου παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση τιμών. Κατά κύριο λόγο οι μετρήσεις είναι χαμηλότερες του 0,7 οπότε και γίνεται αντιληπτό ότι τα δείγματα προέρχονται από ασβεστολιθικά περιβάλλοντα. Παρόλα αυτά υπάρχουν τιμές που φθάνουν και το 0,9 εξαιτίας της μεγαλύτερης ποσότητας μαγνησίου που προέρχεται από τους δολομίτες των περιοχών αυτών. Τέλος σε κάποια από τα υδροληπτικά έργα παρατηρείται ότι ο ιοντικός λόγος ξεπερνάει την τιμή του 2. Στις περιπτώσεις που αυτό συμβαίνει στην πλειονότητα των μετρήσεων μιας γεώτρησης/πηγής, αυτό σημαίνει ότι οι περιβάλλοντες σχηματισμοί είναι πλούσιοι σε μαγνήσιο (οφιολιθικοί και πυριτικοί σχηματισμοί). Ακολουθεί ο λόγος νατρίου και καλίου (Na/K) που έχει ως ανώτατη τιμή το 20 πλην μιας εξαίρεσης που δεν θα σχολιαστεί γιατί είναι μεμονωμένη. Όπως προαναφέρθηκε και στο προηγούμενο σύστημα, οι χαμηλές τιμές του λόγου νατρίου και καλίου (<4-7) εξαιτίας υψηλότερων τιμών του δεύτερου θα μπορούσαν να αιτιολογηθούν βάση της γεωλογίας της περιοχής (άστριοι, μαρμαρυγίες, αργιλικά ορυκτά) και όχι εξαιτίας θαλάσσιας διείσδυσης. Επίσης οι μετρήσεις κοντά στο 10 ορίζουν ως αρχική πηγή του νερού τη βροχή ενώ τα δείγματα που βρίσκονται στο διάστημα 15-20 θεωρούνται περιοχές εμπλουτισμού υδροφορέων. Ακόμα οι τιμές του ιοντικού λόγου του νατρίου και του χλωρίου (Na/Cl) κοντά στο 1 θεωρούνται φυσιολογικές με μικρή πιθανότητα υπαρξης αλάτων στον υπόγειο υδροφόρο, ενώ το υπόλοιπο των δειγμάτων λαμβάνει ελάχιστα μεγαλύτερες πλην μεμονωμένων εξαιρέσεων με αποτέλεσμα να θεωρείται ότι υπάρχει μια μικρή αλκαλικότητα στα εδάφη. Τέλος στο διάγραμμα του χλωρίου με τα θειικά

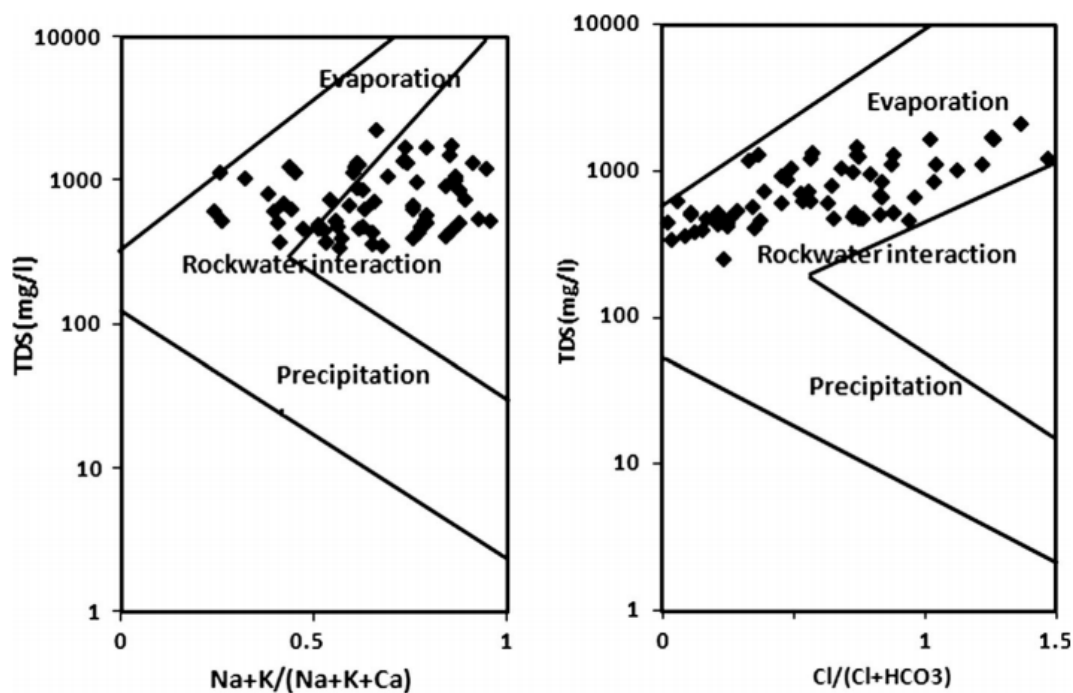
ιόντα (Cl/SO₄) οι περισσότερες γεωτρήσεις/πηγές με τιμές μικρότερες του 1 έχουν θειούχο-χλωριούχα νερά ενώ η ARHG397 έχει χλωρό-θειούχα νερά διότι οι τιμές των μετρήσεων είναι μεγαλύτερες του 1. Όσον αφορά το συντελεστή Revelle είναι μικρότερος του 1 (Νικολάου Ε., 2010).

8.9 Διαγράμματα Gibbs

Ο Gibbs (1970) δημιούργησε τα διαγράμματα με στόχο τη κατανόηση των μηχανισμών που ελέγχουν το χημισμό του υπόγειου νερού. Από το διάγραμμα 19 φαίνεται ότι η λιθολογία του υδροφορέα, όπου βρίσκεται ή διέρχεται το νερό επηρεάζει άμεσα τη συγκέντρωση του σε διάφορα στοιχεία.

Η άλλη διαδικασία που φαίνεται να είναι καθοριστικής σημασίας, είναι αυτή της εξάτμισης. Η εξάτμιση έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνει τη συγκέντρωση των ιόντων στο νερό καθώς και την αλατότητα, ιδιαίτερα κατά την ξηρή περίοδο. Αυτό συμβαίνει γιατί η στάθμη του υπόγειου νερού μειώνεται.

Αντίθετα η διαδικασία της κατεισόδου, μειώνει τη συγκέντρωση των ιόντων, στο νερό. Κατά την υγρή περίοδο κυρίως, όπου οι βροχοπτώσεις είναι πολλές, η στάθμη του υπόγειου νερού αυξάνεται με αποτέλεσμα να μειώνεται και η συγκέντρωση των ιόντων, αυτό παρατηρείται έντονα στο υδατικό διαμέρισμα της Ηπείρου που είναι πλούσιο σε βροχοπτώσεις.



Διάγραμμα 91 Διαγράμματα Gibbs (Sajil Kumar J.P., Jegathambal P., James J. E., 2014)

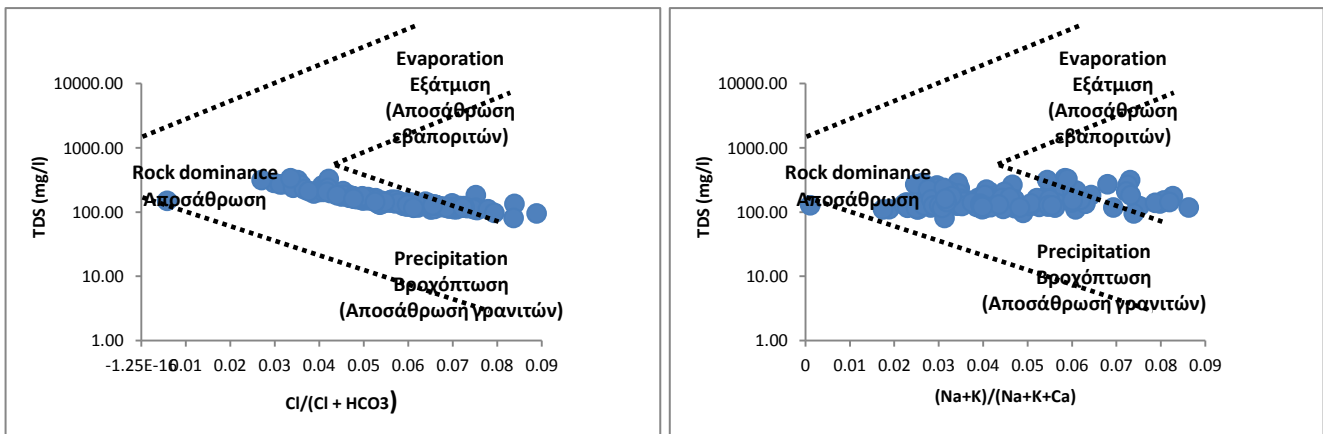
Στα διαγράμματα γίνεται συσχέτιση των βασικών ανιόντων και κατιόντων με την τιμή που λαμβάνει το TDS για κάθε μέτρηση. Η τιμή των ανιόντων και των κατιόντων υπολογίζεται από τους παρακάτω τύπους:

$$\text{Anion} = \text{Cl}/(\text{Cl} + \text{HCO}_3) \quad (\text{meq/l})$$

$$\text{Cation} = (\text{Na} + \text{K})/(\text{Na} + \text{K} + \text{Ca}) \quad (\text{meq/l})$$

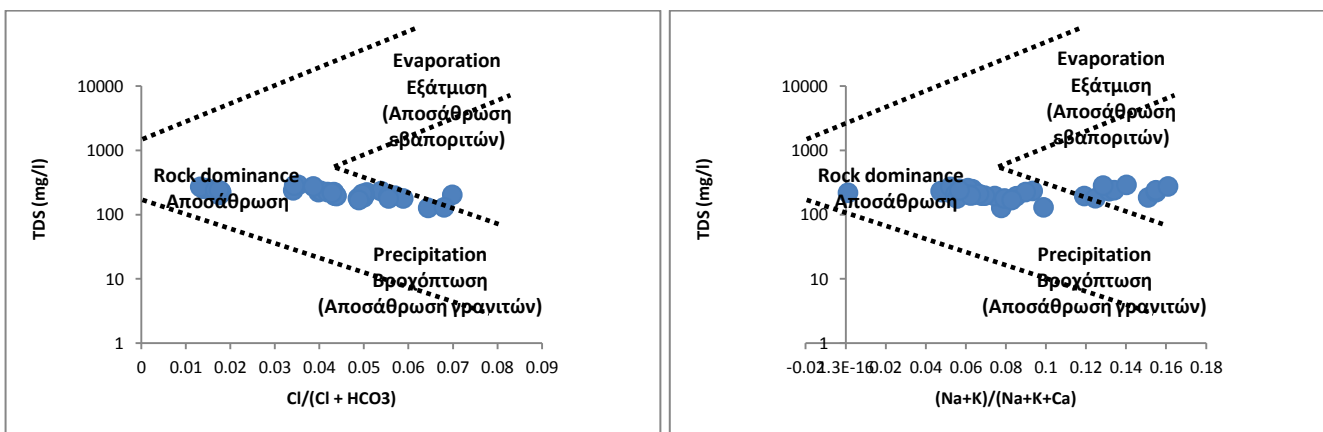
Ακολουθούν τα διαγράμματα για κάθε σύστημα της λεκάνης απορροής του ποταμού Άραχθου (Νικολάου Ε., 2010).

ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΩΛΟΝΟΥ- ΠΙΝΔΟΥ (0413)



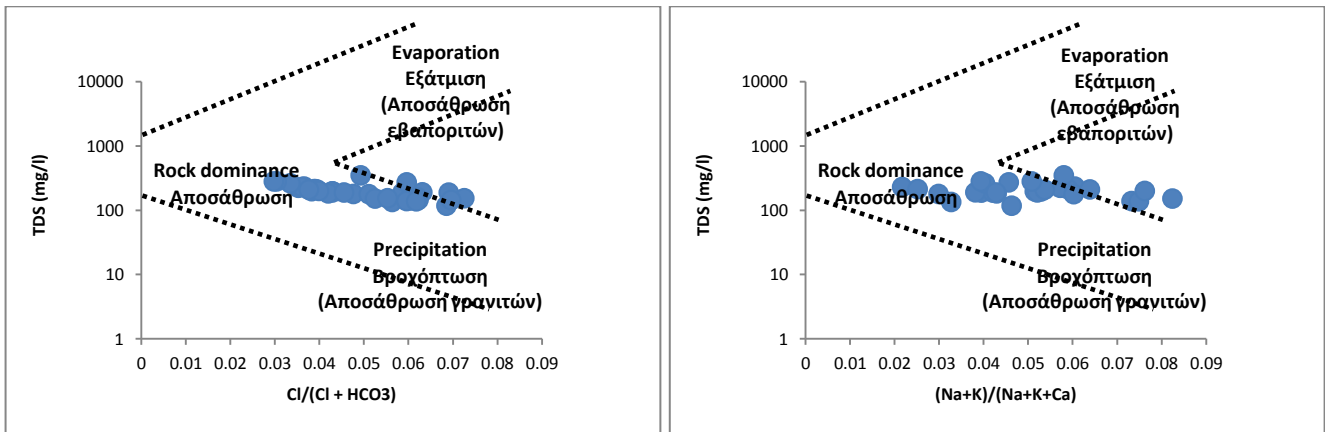
Διάγραμμα 92 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού-Πίνδου (0413) - Διαγράμματα Gibbs

ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΜΠΕΣΟΥ(0416)



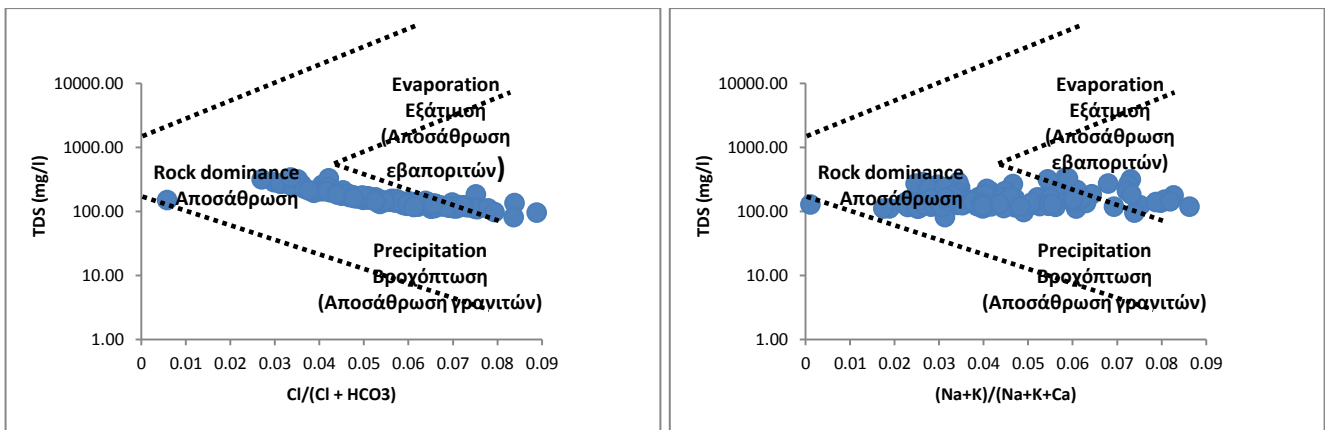
Διάγραμμα 93 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - Διαγράμματα Gibbs

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ (0511)



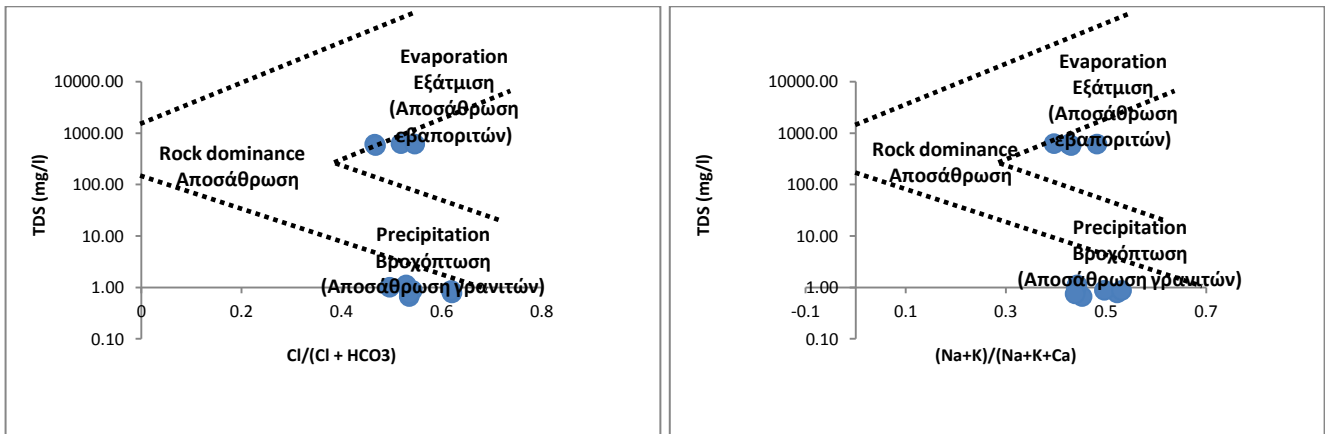
Διάγραμμα 94 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - Διαγράμματα Gibbs

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΟΥΡΟΥ (0515a)



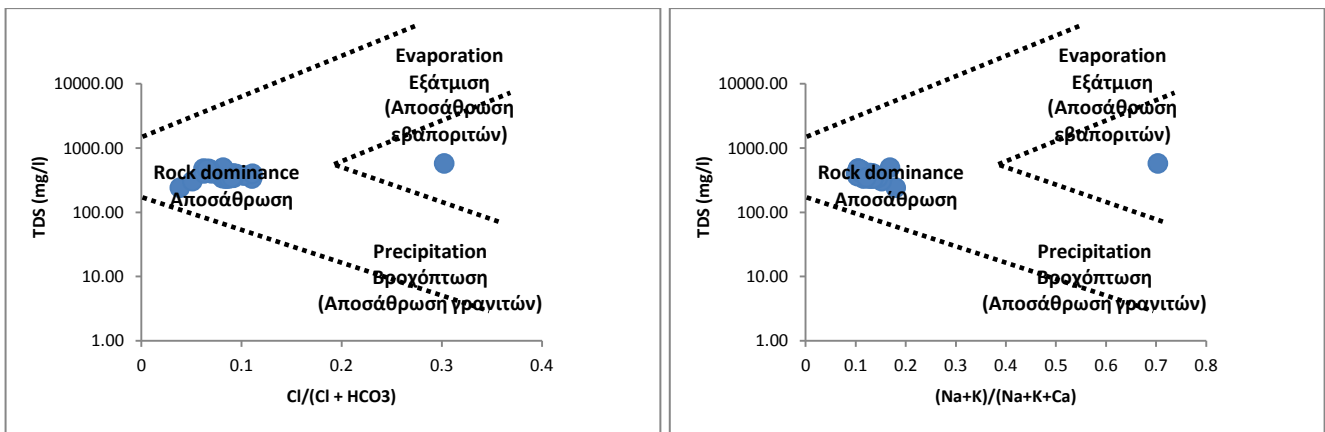
Διάγραμμα 95 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - Διαγράμματα Gibbs

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΤΑΣ (0515c)



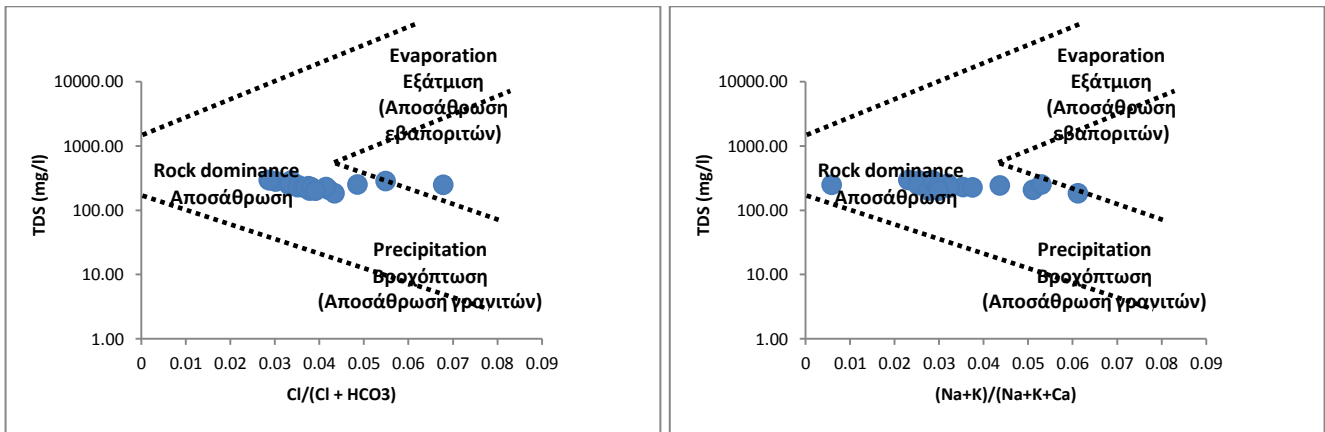
Διάγραμμα 96 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - Διαγράμματα Gibbs

ΚΟΚΚΩΔΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΤΑΣ (0516)



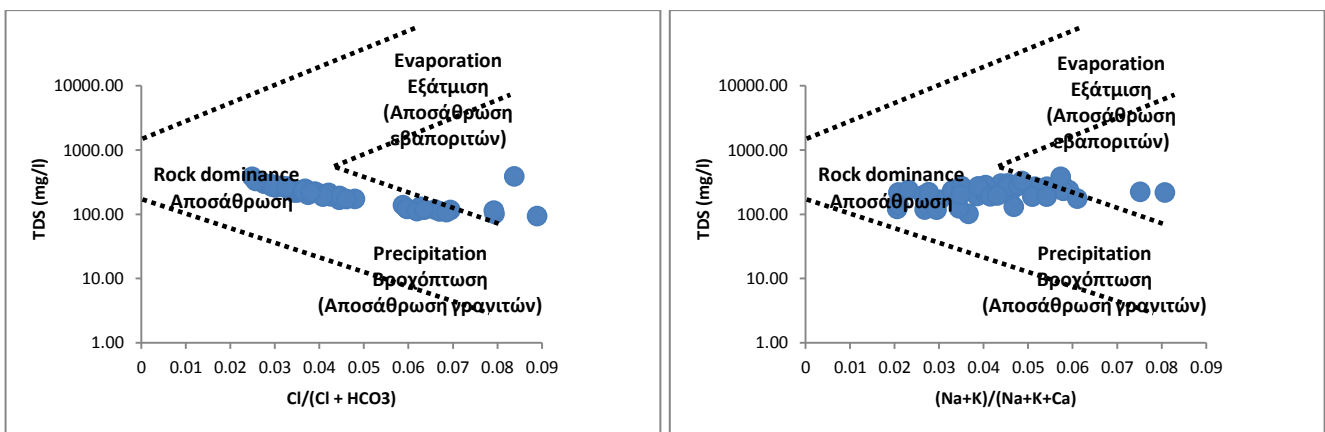
Διάγραμμα 97 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - Διαγράμματα Gibbs

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΡΑΙΚΙΚΟΥ (0519)



Διάγραμμα 98 Καρστικό σύστημα Γραικικού (0519) - Διαγράμματα Gibbs

ΡΩΓΜΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΣΟΒΟΥ (0526)



Διάγραμμα 99 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - Διαγράμματα Gibbs

Στα περισσότερα διαγράμματα η διεργασία που φαίνεται να παίζει σημαντικότερο ρόλο στο χημισμό των υδάτων, είναι αυτή της βροχόπτωσης. Όπως προαναφέρθηκε είναι λογικό αφού στην Ήπειρο εξαιτίας της γεωγραφική θέσης οι μέρες ανομβρίας είναι ελάχιστες. Οι τιμές των ανιόντων του Cl⁻ και του HCO₃⁻ κατά κύριο λόγο λαμβάνουν τιμές από 0,01 έως 0,08 και των κατιόντων Na⁺, K⁺ και Ca²⁺ από 0,03 έως 0,1 meq/l.

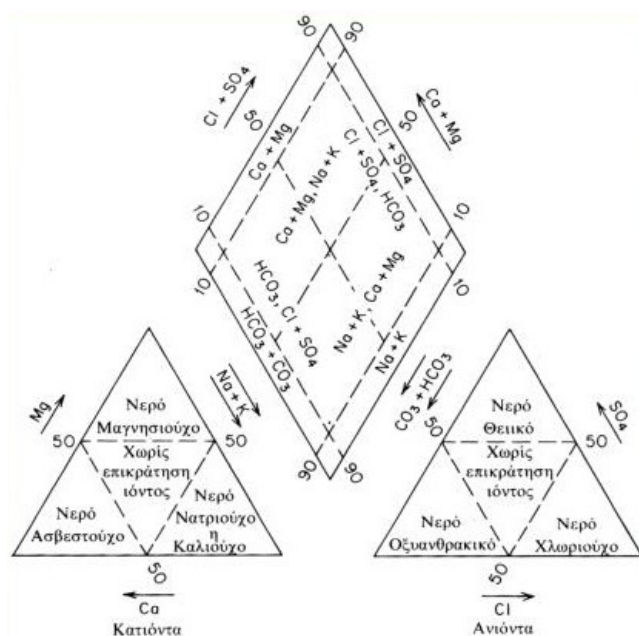
Από τα υπόλοιπα διαγράμματα διαφοροποιούνται εκείνα του Καρστικού (0515a) και του Κοκκώδους (0515c) συστήματος της Άρτας. Στο πρώτο παρατηρείται μια διασπορά των δειγμάτων ως προς τη διεργασία που επικρατεί. Κάποια από τα δείγματα έχουν πολύ υψηλή τιμή TDS ενώ κάποια άλλα πολύ μικρή. Αυτό ίσως

οφείλεται στην ανάμειξη νερών με διαφορετικό χημισμό όπως προκύπτει και από άλλου είδους διαγράμματα στην παρούσα εργασία και όχι στις διεργασίες της εξάτμισης και της βροχόπτωσης. Στο κοκκώδες σύστημα της Άρτας αντίθετα με το προηγούμενο παρατηρείται μια σχετική συγκέντρωση των δειγμάτων ως προς τις τιμές του TDS. Αυτό που διαφέρει όμως είναι ότι σε αυτή την περίπτωση οι τιμές των ανιόντων και των κατιόντων είναι πολύ μικρές σε σχέση με τα άλλα συστήματα και φαίνεται να επηρεάζονται άμεσα από τα περιβάλλοντα πετρώματα και το ότι είναι σχετικά "φρέσκα" νερά τροφοδοσίας (Ε. Νικολάου, 2010).

9. ΑΝΑΛΥΣΗ-ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΩΝ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

9.1 Διάγραμμα Piper

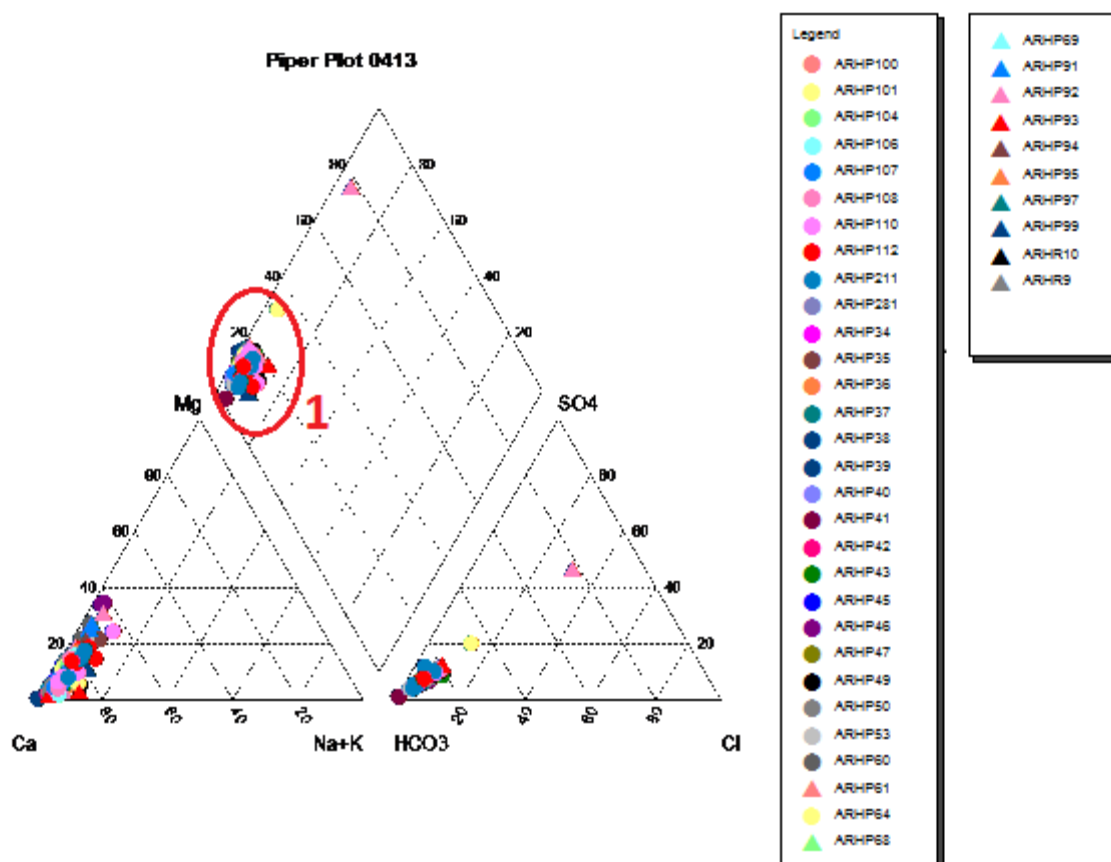
Το διάγραμμα Piper εφαρμόστηκε για πρώτη φορά από τον Piper (1944). Αποτελείται από δυο τριγωνικά διαγράμματα, εκ των οποίων το ένα αφορά τα ανιόντα και το άλλο τα κατιόντα. Αυτά τα δυο διαγράμματα, συμπληρώνει ένα τρίτο ρομβικού σχήματος, ενδιάμεσα αυτών. Η θέση του κάθε δείγματος, υποδηλώνει την κατηγορία στην οποία βρίσκεται ως προς τα ανιόντα και τα κατιόντα, τόσο ξεχωριστά όσο και ως προς το σύνολο τους. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η εξαγωγή του υδροχημικού τύπου του δείγματος.



Διάγραμμα 100 Διάγραμμα Piper (Ανδρεαδάκης Ε., 2014)

Αναλυτικότερα στο αριστερό τρίγωνο προβάλλεται το ποσοστό συγκέντρωσης σε κατιόντα (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ και K^+), ενώ στο δεξί το ποσοστό των ανιόντων (Cl^- , HCO_3^- και SO_4^{2-}). Μετέπειτα τα δυο σημεία, προβάλλονται στον κεντρικό ρόμβο, ώστε το τελικό σημείο προβολής να απεικονίζει τη συνολική ιοντική κατανομή και τον υδροχημικό τύπο του δείγματος. Πλεονέκτημα του διαγράμματος Piper είναι η σύγκριση ενός πλήθους δειγμάτων ως προς την υδροχημική τους φάση. Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα Piper που δημιουργήθηκαν για κάθε σύστημα και αξιολογούνται τα αποτελέσματά τους (Σουλιος Γ., 2006 και Βουδούρης Κ., 2006).

ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΩΛΟΝΟΥ- ΠΙΝΔΟΥ (0413)

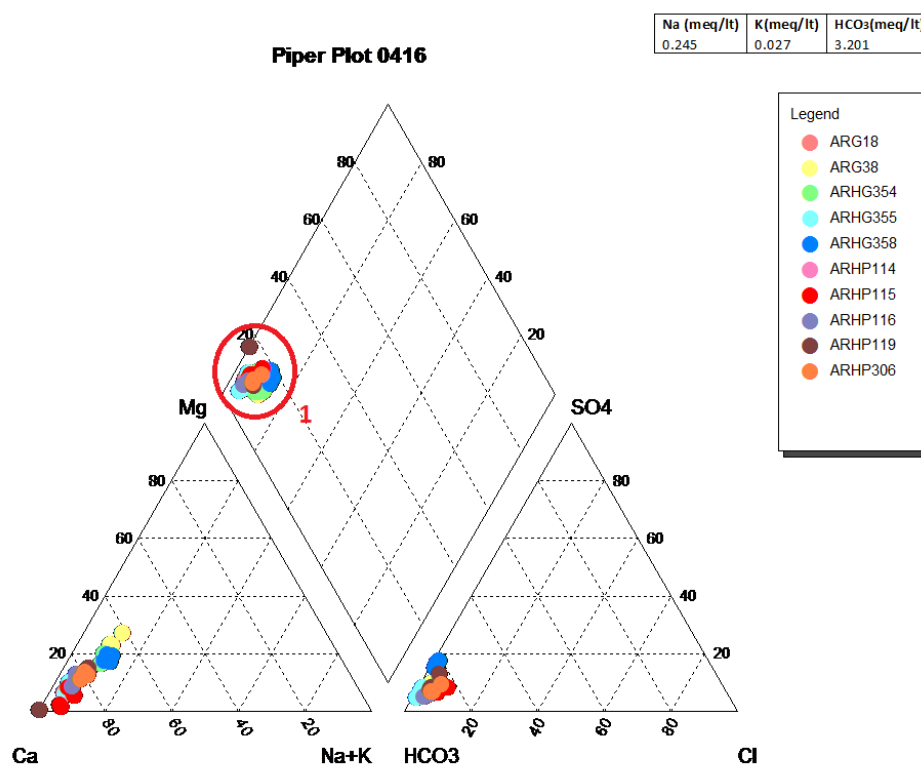


Διάγραμμα 101 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού - Πίνδου (0413) - Piper

Ομάδα 1

Σχεδόν όλα τα δείγματα πλην ενός, ανήκουν σε αυτή την ομάδα. Πρόκειται για γαιοαλκαλικά-οξυανθρακικά νερά, με υδροχημικούς τύπους Ca-HCO₃ και Ca-Mg-HCO₃. Τα ιόντα που επικρατούν είναι τα κατιόντα του ασβεστίου σε μεγαλύτερο και του μαγνησίου σε μικρότερο βαθμό, καθώς και όξινα ανθρακικά ανιόντα. Τα δείγματα προέρχονται από φρέσκα νερά εμπλουτισμού. Στο διάγραμμα 101 φαίνεται ένα δείγμα της πηγής ARHP64 να αποκλίνει τα δείγματα των υπολοίπων γεωτρήσεων. Σε αυτό παρατηρείται μικρότερο ποσοστό όξινων ανθρακικών ανιόντων. Γεωλογικά αυτοί οι τύποι νερών προέρχονται από ασβεστολιθικά πετρώματα όπως είναι οι κρητιδικό ασβεστόλιθοι που αναπτύσσονται στην περιοχή, φλύσχη (Ca-HCO₃) και μολασσικά ιζήματα (Ca-Mg-HCO₃) (Νικολάου Ε., 2010).

ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΜΠΕΣΟΥ(0416)

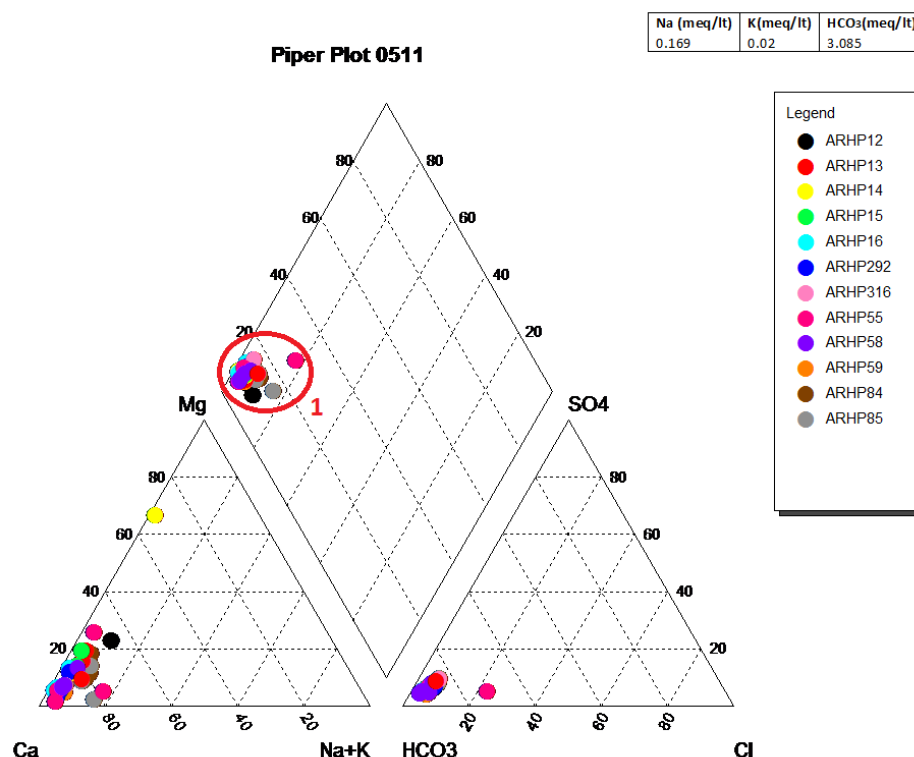


Διάγραμμα 102 Καρστικά υποσυστήματα Εμπεσού (0416) - Piper

Ομάδα 1

Όλα τα δείγματα του συστήματος ανήκουν σε αυτή την ομάδα. Πρόκειται για γαιοαλκαλικά-οξυανθρακικά νερά, με υδροχημικούς τύπους Ca-HCO₃ και Ca-Mg-HCO₃. Τα ιόντα που επικρατούν είναι τα κατιόντα του ασβεστίου σε μεγαλύτερο και του μαγνησίου σε μικρότερο βαθμό, καθώς και όξινα ανθρακικά ανιόντα. Τα δείγματα προέρχονται από φρέσκα νερά εμπλουτισμού. Γεωλογικά αυτοί οι τύποι νερών προέρχονται από ασβεστολιθικά πετρώματα όπως είναι οι κρητιδικοί ασβεστόλιθοι της Ιονίου ζώνης που αναπτύσσονται στην περιοχή, φλύσχη (Ca-HCO₃) και μολασσικά ιζήματα (Ca-Mg-HCO₃) (Νικολάου Ε., 2010).

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ (0511)

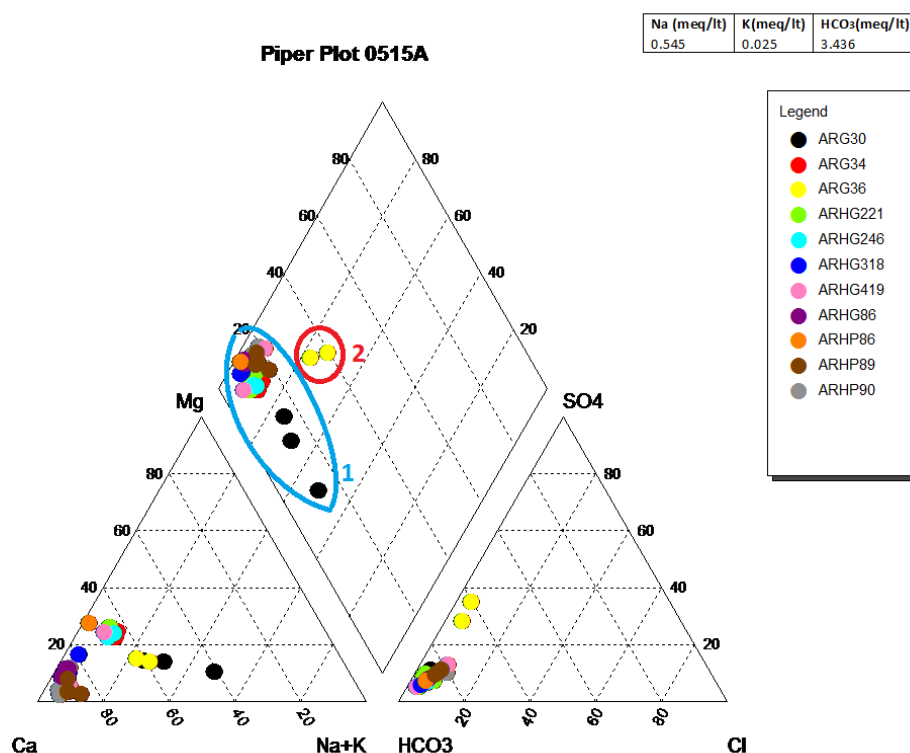


Διάγραμμα 103 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - Piper

Ομάδα 1

Πρόκειται για γαιοαλκαλικά-οξυανθρακικά νερά, με υδροχημικούς τύπους Ca-HCO₃, Ca-Mg-HCO₃ και Ca-HCO₃-Cl. Τα ιόντα που επικρατούν είναι τα κατιόντα ασβεστίου και μαγνησίου, καθώς και όξινα ανθρακικά ανιόντα. Επίσης σε ένα δείγμα εμφανίζονται και χλωριόντα (που ίσως προέρχεται από ανάμιξη νερών). Τα δείγματα προέρχονται από φρέσκα νερά εμπλουτισμού. Γεωλογικά αυτοί οι τύποι νερών προέρχονται από τους ασβεστόλιθους Ηωκαινικής και Κρητιδικής ηλικίας που αναπτύσσονται στην περιοχή, από τον φλύσχη της Ιόνιας ενότητας (Ca-HCO₃) και από μολασσικά ιζήματα (Ca-Mg-HCO₃) (Νικολάου Ε., 2010).

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΟΥΡΟΥ (0515a)



Διάγραμμα 104 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - Piper

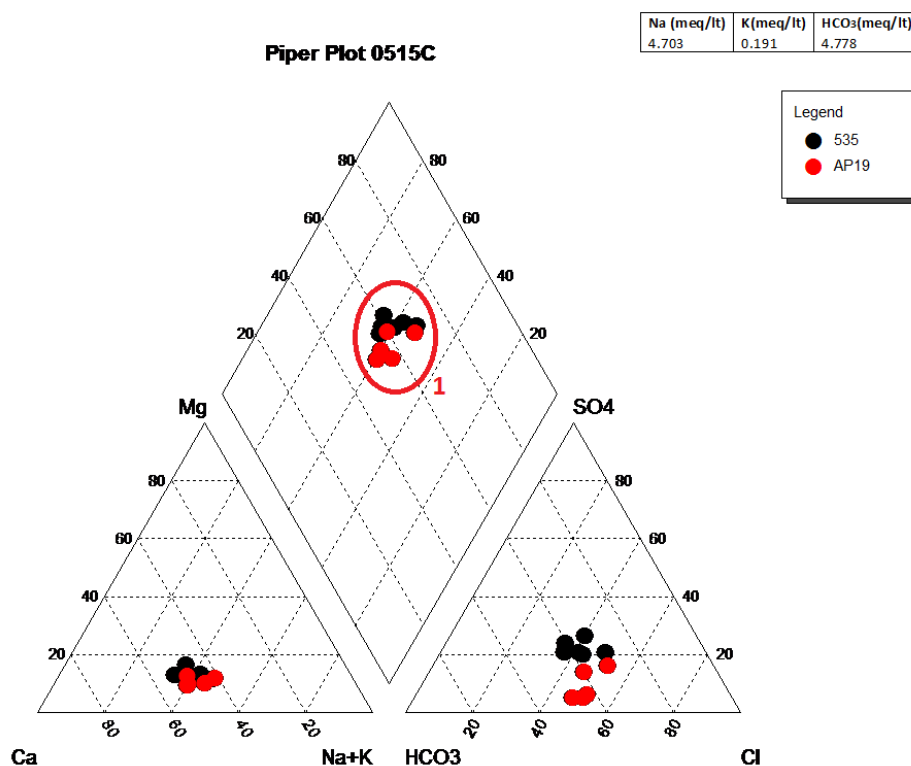
Ομάδα 1

Πρόκειται για γαιοαλκαλικά-οξυανθρακικά νερά, με υδροχημικούς τύπους Ca-HCO₃ και Ca-Mg-HCO₃. Τα ιόντα που επικρατούν είναι τα κατιόντα ασβεστίου και μαγνησίου καθώς και όξινα ανθρακικά ανιόντα. Τα δείγματα προέρχονται από φρέσκα νερά εμπλουτισμού. Σε αυτή την κατηγορία βρίσκονται τα περισσότερα δείγματα του συστήματος, σε ποσοστό 88%. Γεωλογικά αυτοί οι τύποι νερών προέρχονται από ασβεστολιθικά πετρώματα ή φλύσχη (Ca-HCO₃) και από μολασσικά ιζήματα (Ca-Mg-HCO₃).

Ομάδα 2

Χαρακτηρίζονται γαιοαλκαλικά νερά-οξυανθρακικά-θειικά με υψηλό ποσοστό αλκαλίων και όξινων ανθρακικών, με υδροχημικό τύπο Ca-Na-HCO₃-SO₄ και Ca-Na-HCO₃. Στον πρώτο υδροχημικό τύπο επικρατούν κατιόντα ασβεστίου, νατρίου καθώς και όξινα ανθρακικά και θειικά ιόντα. Πρόκειται για νερά μίξης, όπου η διαδικασία της κατιοανταλλαγής είναι σε εξέλιξη (Νικολάου Ε., 2010).

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΤΑΣ (0515c)

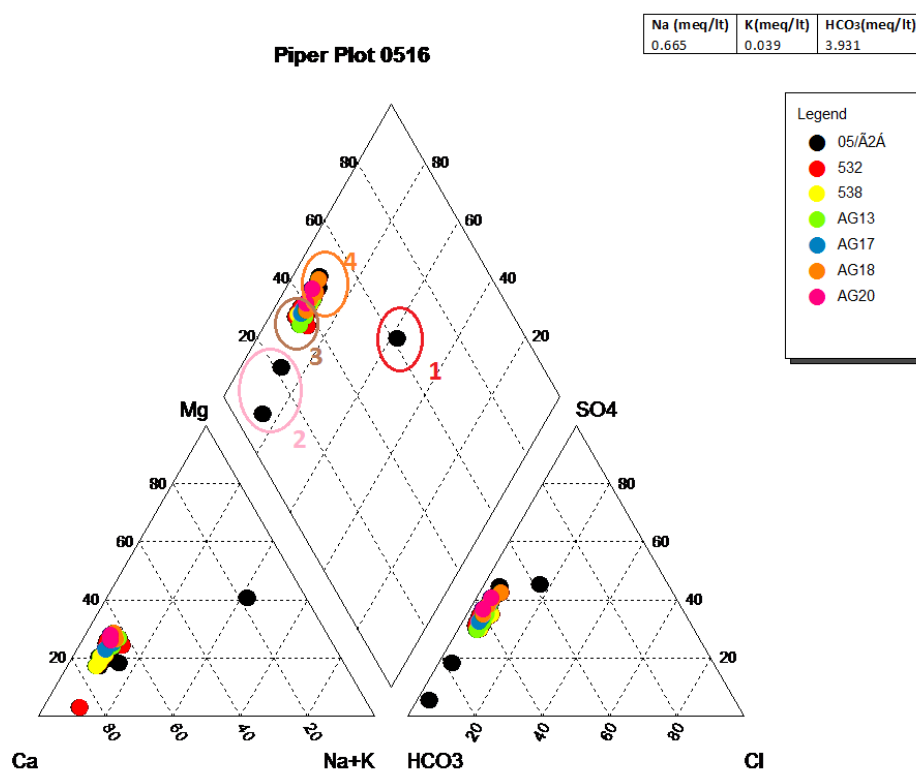


Διάγραμμα 105 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - Piper

Ομάδα 1

Νερά υδροχημικών τύπων Ca-Na-HCO₃-Cl-SO₄, Na-Ca-Cl-HCO₃-SO₄, Ca-Na-Cl-HCO₃, Na-Ca-Cl-HCO₃, χαρακτηρίζονται ως γαιοαλκαλικά νερά με υψηλό ποσοστό αλκαλίων και όξινων ανθρακικών. Από τα κατιόντα επικρατούν τα ιόντα ασβεστίου και νατρίου, ενώ από τα ανιόντα τα όξινα ανθρακικά και τα χλωριόντα. Τα δείγματα αυτά προέρχονται από νερά μίξης, όπου η διαδικασία της κατιοανταλλαγής είναι σε εξέλιξη (Νικολάου Ε., 2010).

ΚΟΚΚΩΔΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΤΑΣ (0516)



Διάγραμμα 106 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - Piper

Ομάδα 1

Το δείγμα που ανήκει σε αυτή την ομάδα έχει χημικό τύπο Na-Mg-SO₄-HCO₃. Προέρχεται από νερό μίξης, στο οποίο οι διαδικασίες κατιοανταλλαγής βρίσκονται σε εξέλιξη. Έχει υψηλό άθροισμα κατιόντων μαγνησίου και νατρίου, καθώς και όξινων ανθρακικών ανιόντων.

Ομάδα 2

Χαρακτηρίζονται γαιοαλκαλικά - οξυανθρακικά νερά με υδροχημικό τύπο Ca-HCO₃. Πρόκειται για δείγματα φρέσκων νερών εμπλουτισμού, στα οποία επικρατούν κατιόντα ασβεστίου και όξινα ανθρακικά ανιόντα. Σε αυτή την ομάδα ανήκει σχεδόν το 6% των δειγμάτων. Γεωλογικά αυτός ο τύπος νερών προέρχεται από ασβεστολιθικά πετρώματα ή φλύσχη (Ca-HCO₃).

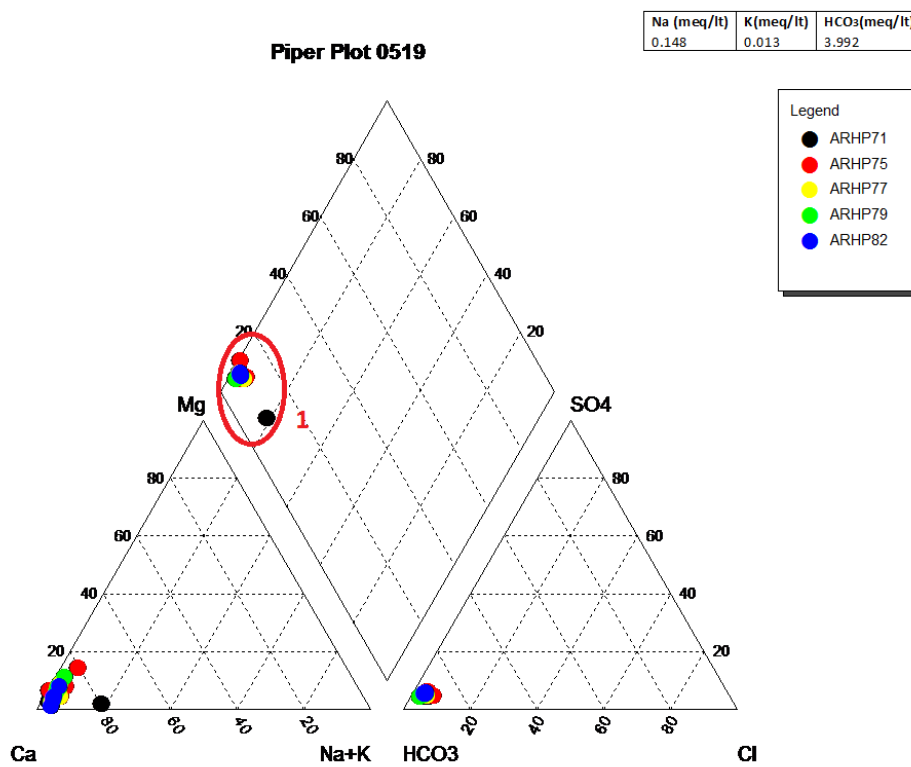
Ομάδα 3

Στην ομάδα αυτή ανήκουν τα δείγματα με υδροχημικό τύπο $\text{Ca-HCO}_3\text{-SO}_4$ και χαρακτηρίζονται ως γαιοαλκαλικά- οξυανθρακικά - θειικά νερά. Είναι φρέσκα νερά εμπλουτισμού, στα οποία επικρατούν ανιόντα όπως όξινα ανθρακικά και θειικά ιόντα. Τα δείγματα που ανήκουν σε αυτή την ομάδα αντιστοιχούν στο 20% του συνόλου. Γεωλογικά αυτός ο τύπος νερών προέρχεται από κρυσταλλικά πετρώματα όπως γρανίτες και γνεύσιους ($\text{Ca-HCO}_3\text{-SO}_4$).

Ομάδα 4

Χαρακτηρίζονται γαιοαλκαλικά νερά, υδροχημικού τύπου $\text{Ca-Mg-HCO}_3\text{-SO}_4$. Έχουν υψηλό ποσοστό κατιόντων ασβεστίου και μαγνησίου, καθώς και όξινων ανθρακικών ανιόντων. Πρόκειται για νερά ακαθόριστου τύπου που έχουν προέλθει από μίξη. Η διαδικασία της κατιοανταλλαγής βρίσκονται στο στάδιο της εξέλιξης. Σε αυτή την ομάδα ανήκει το 74% του συνόλου των δειγμάτων. Γεωλογικά αυτός ο τύπος νερών προέρχεται από γυψούχα πετρώματα ($\text{Ca-Mg-HCO}_3\text{-SO}_4$) (Νικολάου Ε., 2010).

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΡΑΙΚΙΚΟΥ (0519)

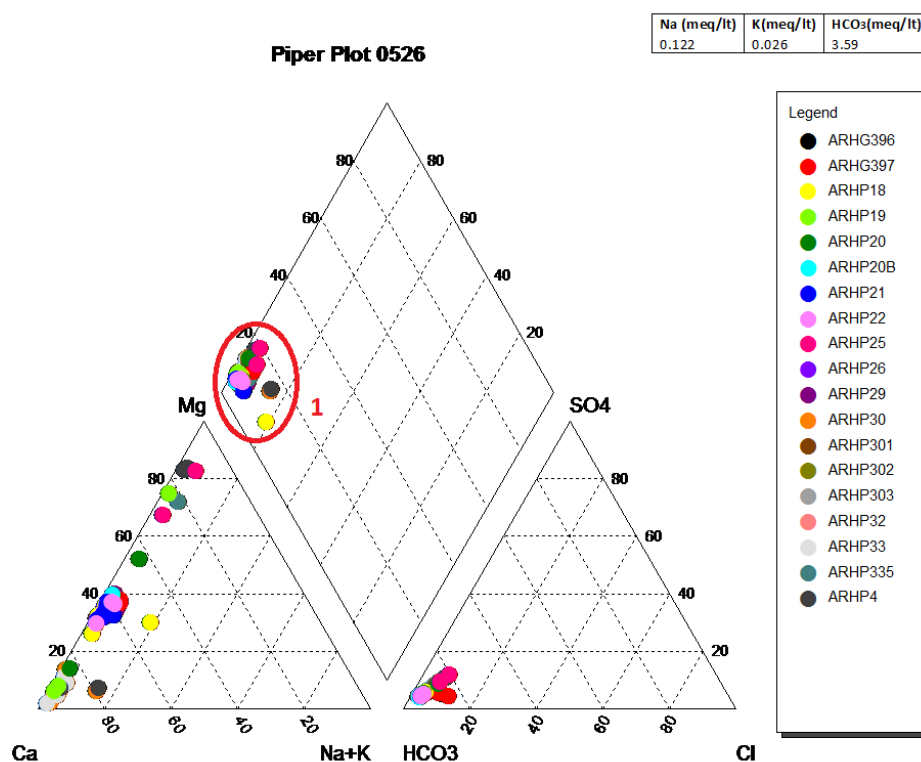


Διάγραμμα 107 Καρστικό σύστημα Γραϊκικού (0519) - Piper

Ομάδα 1

Χαρακτηρίζονται γαιοαλκαλικά - οξυανθρακικά νερά με υδροχημικό τύπο Ca-HCO₃. Πρόκειται για δείγματα φρέσκων νερών εμπλουτισμού, στα οποία επικρατούν κατιόντα ασβεστίου και όξινα ανθρακικά ανιόντα. Σε αυτή την ομάδα ανήκουν όλα τα δείγματα του συστήματος. Γεωλογικά αυτός ο τύπος νερού προέρχεται από ασβεστολιθικά πετρώματα ή φλύσχη (Ca-HCO₃) (Νικολάου Ε., 2010).

ΡΩΓΜΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΣΟΒΟΥ (0526)



Διάγραμμα 108 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - Piper

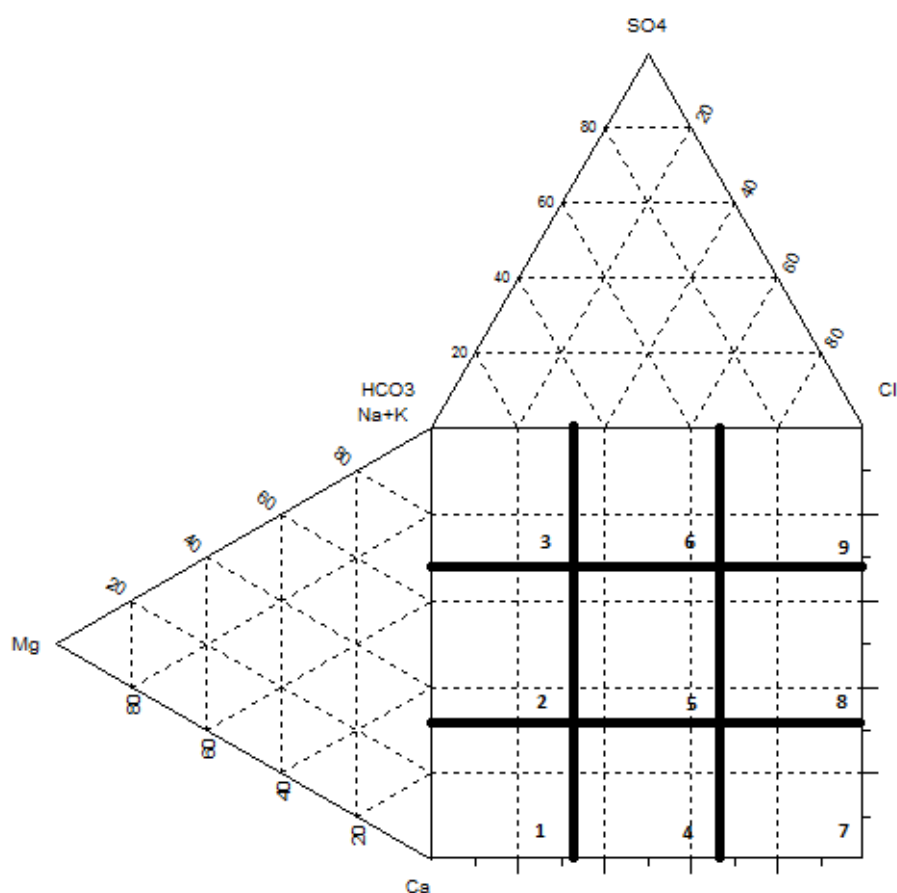
Ομάδα 1

Όλα τα δείγματα του συστήματος ανήκουν σε αυτή την ομάδα. Πρόκειται για γαιοαλκαλικά-οξυανθρακικά νερά, με υδροχημικούς τύπους Ca-HCO₃ και Ca-Mg-HCO₃. Τα ιόντα που επικρατούν είναι τα κατιόντα του ασβεστίου σε μεγαλύτερο και του μαγνησίου σε μικρότερο βαθμό, καθώς και όξινα ανθρακικά ανιόντα. Τα δείγματα προέρχονται από φρέσκα νερά εμπλουτισμού. Γεωλογικά αυτοί οι τύποι νερών προέρχονται από ασβεστολιθικά πετρώματα ή φλύσχη (Ca-HCO₃) και από μολασσικά ιζήματα (Ca-Mg-HCO₃) (Νικολάου Ε., 2010).

9.2 Διάγραμμα Durov

Το διάγραμμα Durov πρωτοεισήχθει από τον Durov, S.A (1948), ενώ στη συνέχεια τροποποιήθηκε από τους Hem, Zarozec και Loyd-Heathcote.

Η πιο εύχρηστη μορφή, είναι αυτή με τα δυο τριγωνικά διαγράμματα, για τα ανιόντα και τα κατιόντα αντίστοιχα, και το τετραγωνικό που τα συνδέει. Το τελευταίο αποτελείται από 9 υποτετράγωνα, κάθε ένα από τα οποία αντιστοιχεί σε διαφορετική κατηγορία νερού, αλλά και σε κάποια υδροχημική δραστηριότητα (Σούλιος Γ., 2006).



Εικόνα 41 Διάγραμμα Durov

Αναλυτικότερα τα 9 υποτετράγωνα ερμηνεύονται ως εξής:

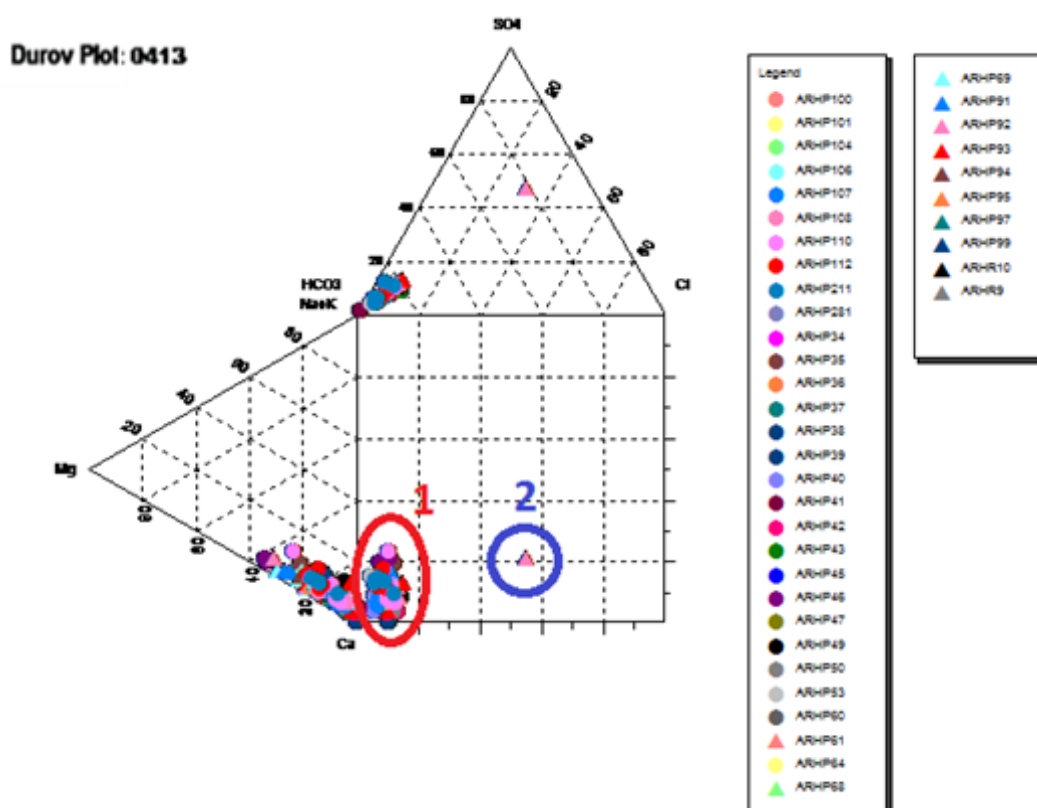
1. Επικρατούν κατιόντα ασβεστίου, καθώς και όξινα-ανθρακικά ανιόντα. Πρόκειται για φρέσκα νερά, φυσικής τροφοδοσίας που κατεισδύουν σε ασβεστόλιθους, ψαμμίτες και άλλα ανθρακικά πετρώματα.
2. Πιθανή επικράτηση κατιόντων μαγνησίου, αλλά κυρίως όξινων-ανθρακικών ανιόντων. Τα νερά που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία, φιλοξενούνται ή

έχουν διέλθει μέσα από δολομιτικά πετρώματα. Όταν τα ιόντα του νατρίου αυξάνονται, ξεκινάει η διαδικασία της κατιοανταλλαγής.

3. Από τα κατιόντα επικρατεί το νάτριο, ενώ από τα ανιόντα τα όξινα ανθρακικά. Σε αυτή την κατηγορία η διαδικασία της κατιοανταλλαγής βρίσκεται σε εξέλιξη.
4. Σε περίπτωση που η προέλευση των νερών είναι από ηφαιστειακές λάβες ή γύψους, τότε μπορεί να επικρατούν θειικά ανιόντα ή κατιόντα ασβεστίου, και ίσως κάποια ανιόντα. Όταν δεν υπάρχει επικράτηση κάποιων από τα παραπάνω ιόντα, τότε πρόκειται για νερά μίξης ή διαλυτοποίησης.
5. Σε αυτή την κατηγορία δεν υπάρχει επικράτηση κανενός ιόντος, διότι πρόκειται για νερά προερχόμενα από μίξη.
6. Από τα κατιόντα επικρατούν το νάτριο και τα θειικά από τα ανιόντα. Πρόκειται για νερό μίξης το οποίο δεν είναι σύνηθες.
7. Πρόκειται για νερά που επικρατεί το χλώριο και το ασβέστιο. Προέρχονται από προϊόν αντίστροφης κατιοανταλλαγής από νερά Na-Cl.
8. Υπάρχει επικράτηση χλωρίου και αναφέρεται σε νερά στα οποία βρίσκεται σε εξέλιξη η διαδικασία της αντίστροφης κατιοανταλλαγής.
9. Επικρατούν το κατιόν του νατρίου και το ανιόν του χλωρίου. Είναι νερά προερχόμενα από ζώνες εκφόρτισης παράκτιων υδροφόρων (Ravicumar P., Somashekar R.K., Plakash K.L., 2015).

Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα Durov που δημιουργήθηκαν για κάθε σύστημα και αξιολογούνται τα αποτελέσματα τους.

ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΩΛΟΝΟΥ- ΠΙΝΔΟΥ (0413)

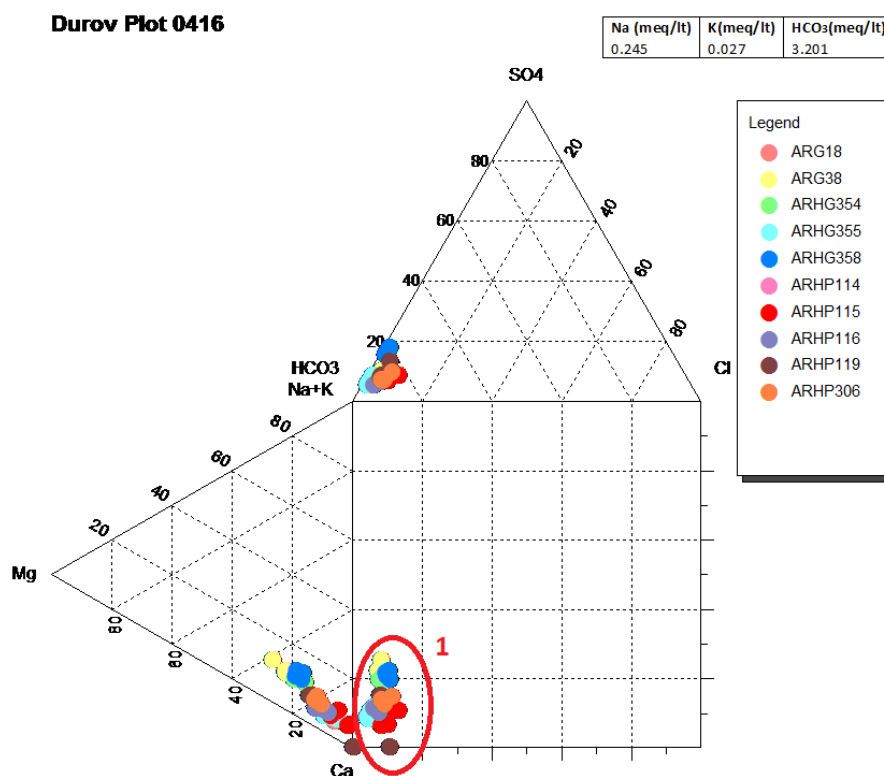


Διάγραμμα 109 Καρστικά υποσυστήματα Ωλονού - Πίνδου (0413) - Durov

Ομάδα 1

Τα δείγματα αυτά έχουν χημικό τύπο στην πλειονότητα τους Ca-HCO_3 και κάποια Ca-Mg-HCO_3 . Ανήκουν στο πρώτο υποτετράγωνο όπου επικρατούν τα ιόντα ασβεστίου καθώς και τα όξινα ανθρακικά ανιόντα. Επίσης παρατηρείται και σταδιακή επικράτηση σε κάποια από τα δείγματα και του κατιόντος του μαγνησίου. Προέρχονται από νερά φυσικής τροφοδοσίας που κατεισδύουν κυρίως σε ασβεστόλιθους αλλά και σε άλλα ανθρακικά πετρώματα (Νικολάου Ε., 2010).

ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΜΠΕΣΟΥ(0416)

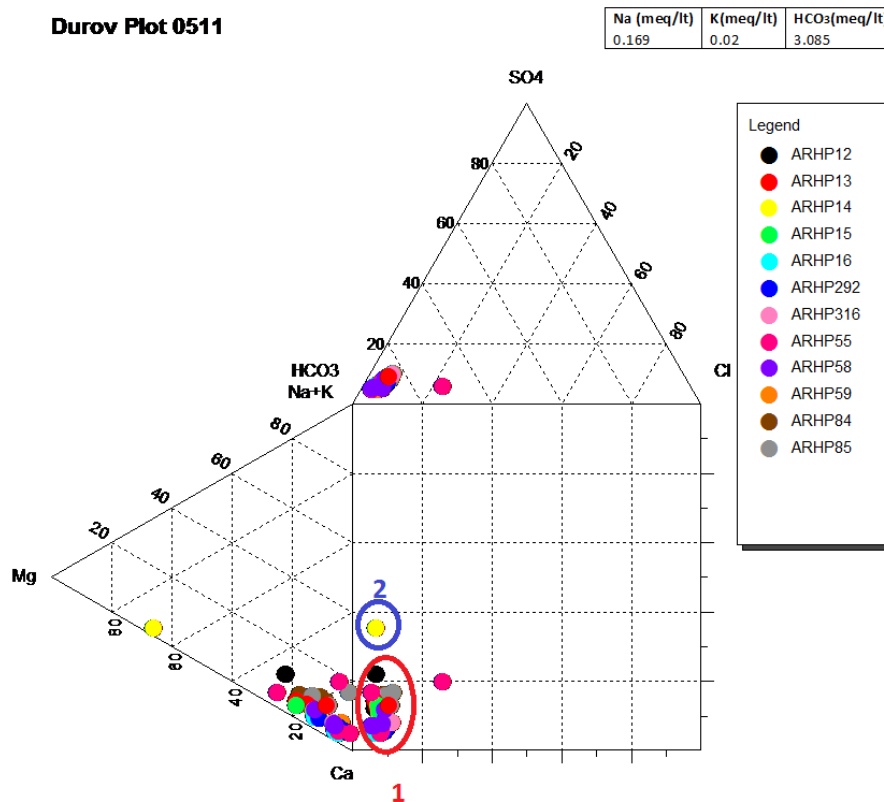


Διάγραμμα 110 Καρστικά υποσυστήματα Εμπέσου (0416) - Durov

Ομάδα 1

Τα δείγματα αυτού του υπόγειου υδατικού συστήματος ανήκουν εξ ολοκλήρου στο πρώτο υποτετράγωνο του διαγράμματος. Υπάρχει επικράτηση τόσο όξινων ανθρακικών ανιόντων, όσο και κατιόντων του ασβεστίου. Οι υδροχημικοί τύποι των δειγμάτων είναι Ca-HCO₃ και κάποια Ca-Mg-HCO₃, στα δείγματα όπου έχουν μεγάλο ποσοστό μαγνησίου. Πρόκειται για φρέσκα νερά, φυσικής τροφοδοσίας που κατεισδύουν σε ασβεστόλιθους, ψαμμίτες και άλλα ανθρακικά πετρώματα (Νικολάου Ε., 2010).

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ (0511)



Διάγραμμα 111 Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) - Durov

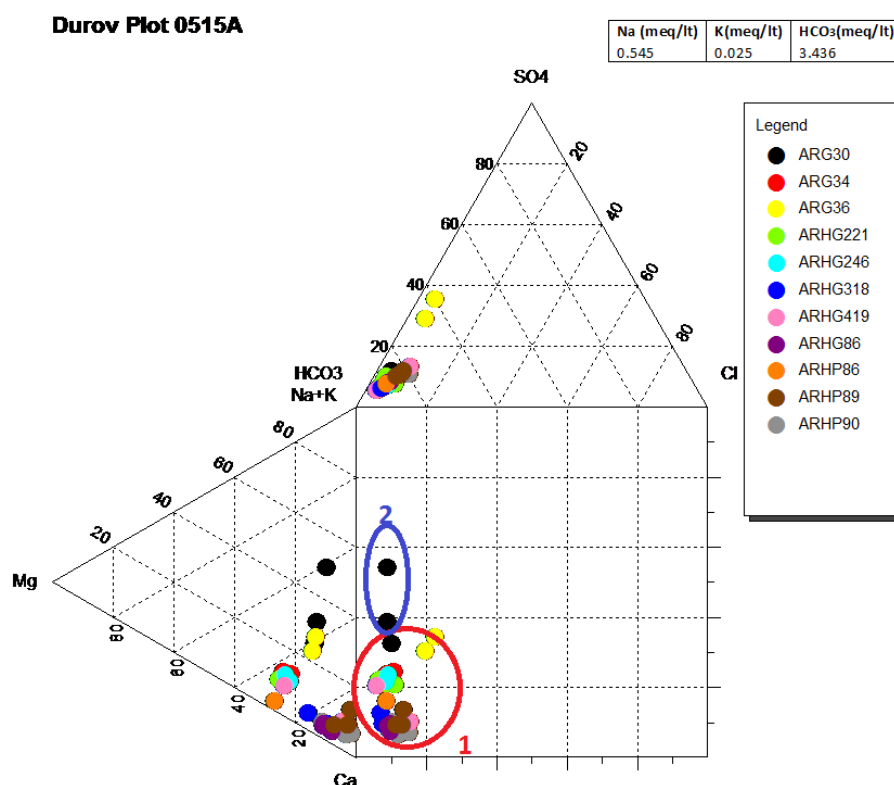
Ομάδα 1

Αφορά δείγματα που έχουν επικράτηση όξινων ανθρακικών ανιόντων και κατιόντων του ασβεστίου. Οι υδροχημικοί τύποι είναι Ca-HCO₃ και κάποια Ca-Mg-HCO₃. Προέρχονται από φρέσκα νερά, φυσικής τροφοδοσίας που κατεισδύουν σε ασβεστόλιθους, ψαμμίτες και άλλα ανθρακικά πετρώματα.

Ομάδα 2

Κάποια από τα δείγματα που ελήφθησαν από την πηγή ARHP14 ανήκουν στο δεύτερο υποτετράγωνο. Έχουν χημικό τύπο Mg-Ca-HCO₃ και επικρατούν τα κατιόντα του μαγνησίου και όξινα ανθρακικά ανιόντα. Τα νερά αυτά φιλοξενούνται ή έχουν διέλθει μέσα σε δολομιτικά πετρώματα (Νικολάου Ε., 2010).

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΟΥΡΟΥ (0515a)



Διάγραμμα 112 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - Durov

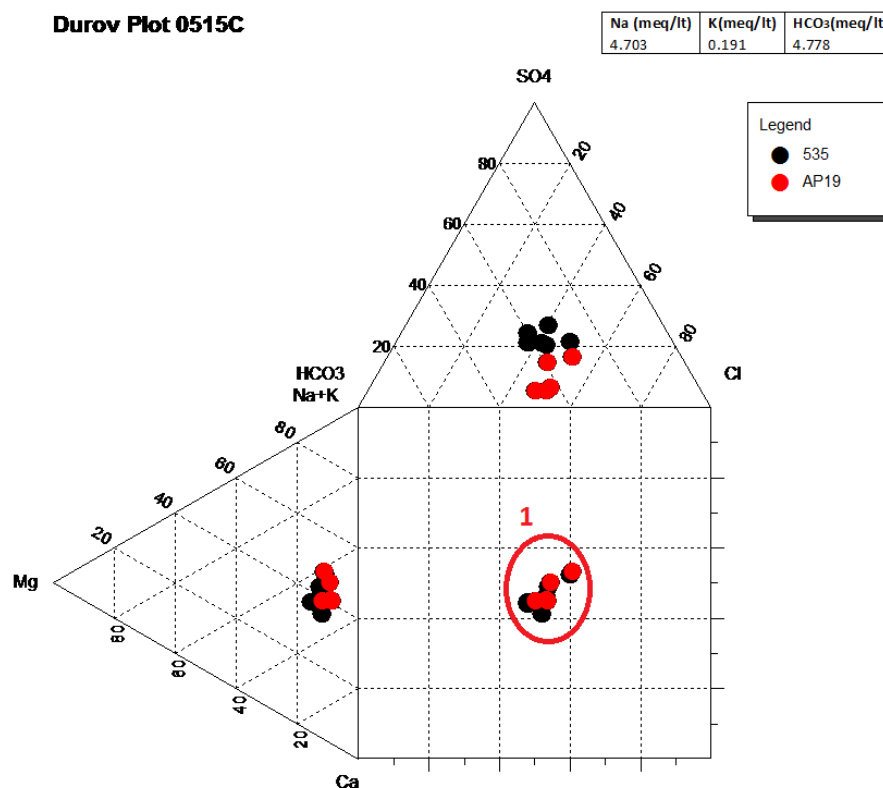
Ομάδα 1

Σε αυτό το σύστημα στα δείγματα επικρατούν όξινα ανθρακικά ανιόντα και κατιόντα του ασβεστίου. Οι υδροχημικοί τύποι είναι Ca-HCO₃ και Ca-Mg-HCO₃ όταν υπάρχει μεγαλύτερο ποσοστό μαγνησίου. Προέρχονται από φρέσκα νερά, φυσικής τροφοδοσίας που κατεισδύουν σε ασβεστόλιθους, ψαμμίτες και άλλα ανθρακικά πετρώματα.

Ομάδα 2

Τα δείγματα της γεώτρησης ARG30 ανήκουν στο δεύτερο υποτετράγωνο. Έχουν χημικό τύπο Ca-Na-HCO₃ και επικρατούν τα κατιόντα του νατρίου και όξινα ανθρακικά ανιόντα. Η αύξηση των κατιόντων του νατρίου οφείλεται, διότι ξεκινάει η διαδικασία της κατιοανταλλαγής. Τα νερά αυτά φιλοξενούνται ή έχουν διέλθει μέσα σε δολομιτικά πετρώματα (Νικολάου Ε., 2010).

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΤΑΣ (0515c)

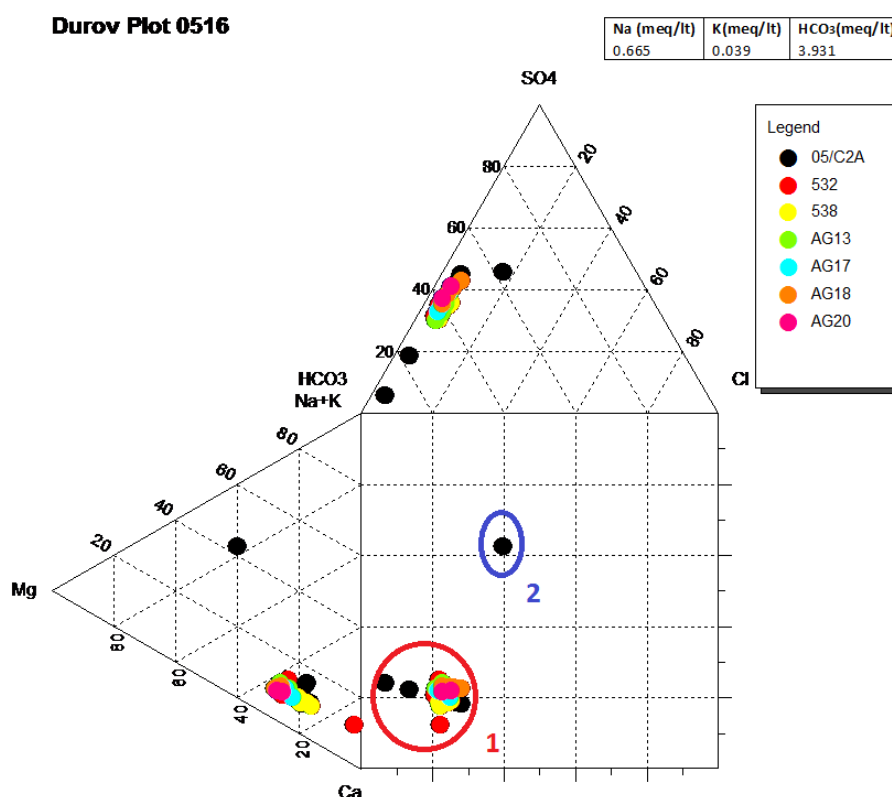


Διάγραμμα 113 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - Durov

Ομάδα 1

Τα δείγματα του υποσυστήματος αυτού εκτείνονται στο υποτετράγωνο 5 του διαγράμματος. Έχουν χημικό τύπο Ca-Na-HCO₃-Cl-SO₄, και στην συγκεκριμένη περίπτωση δεν υπάρχει επικράτηση κανενός ιόντος, διότι πρόκειται για νερά προερχόμενα από μίξη (Νικολάου Ε., 2010).

ΚΟΚΚΩΔΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΤΑΣ (0516)



Διάγραμμα 114 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - Durov

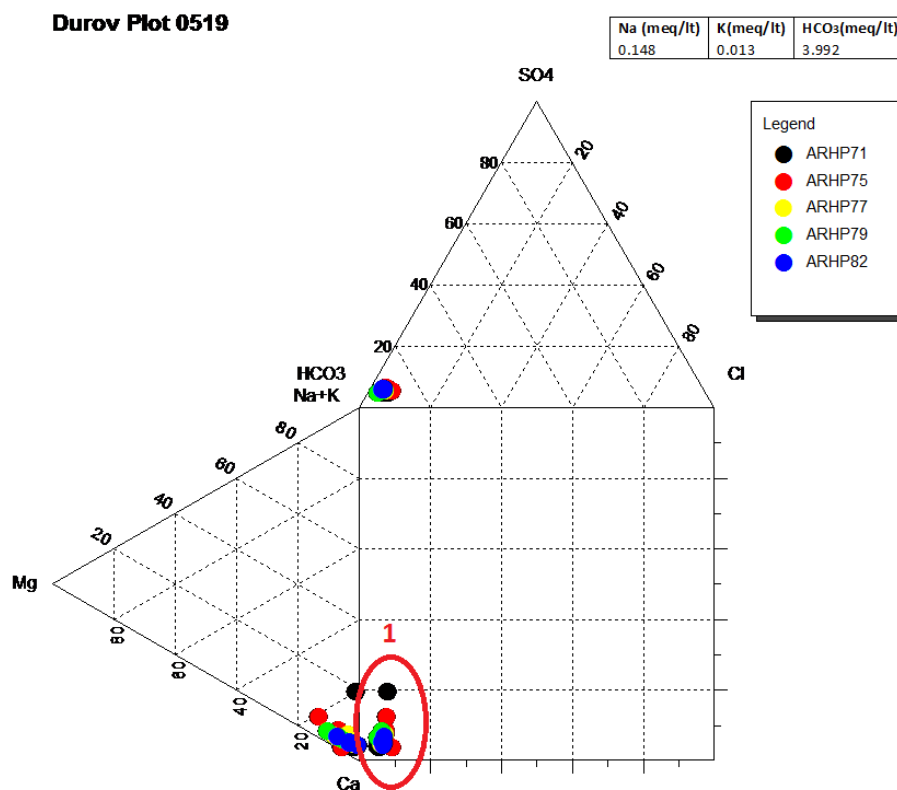
Ομάδα 1

Επικρατούν κατιόντα του ασβεστίου και όξινα ανθρακικά ανιόντα. Οι υδροχημικοί τύποι είναι Ca-HCO₃ και Ca-Mg-HCO₃. Σε κάποια δείγματα υπάρχει αρκετά μεγάλο ποσοστό μαγνησίου. Προέρχονται από φρέσκα νερά, φυσικής τροφοδοσίας που κατεισδύουν σε ασβεστόλιθους, ψαμμίτες και άλλα ανθρακικά πετρώματα.

Ομάδα 2

Τα δείγματα του υποσυστήματος αυτού εκτείνονται στο υποτετράγωνο 5 του διαγράμματος. Έχουν χημικό τύπο Na-Mg-SO₄-HCO₃. Σε αυτή την κατηγορία δεν υπάρχει επικράτηση κανενός ιόντος, διότι πρόκειται για νερά προερχόμενα από μίξη (Νικολάου Ε., 2010).

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΡΑΙΚΙΚΟΥ (0519)

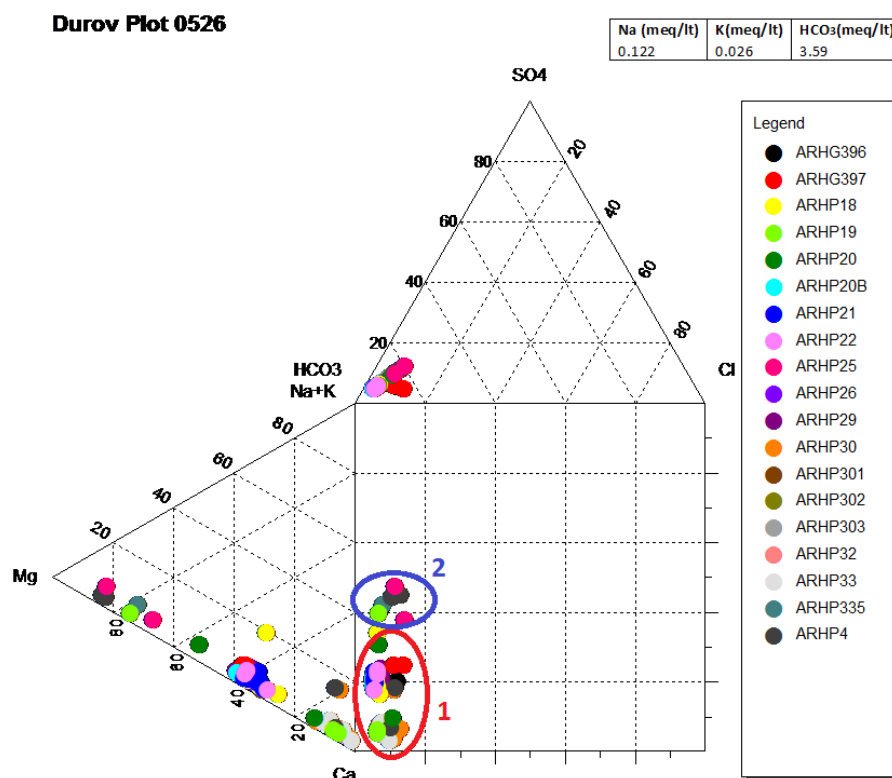


Διάγραμμα 115 Καρστικό σύστημα Γραικικού (0519) - Durov

Ομάδα 1

Τα δείγματα του συστήματος γενικά έχουν χημικό τύπο Ca-HCO₃ και κάποια Ca-Mg-HCO₃. Επικρατούν τα ιόντα ασβεστίου και τα όξινα ανθρακικά ανιόντα. Επίσης παρατηρείται και σταδιακή επικράτηση του μαγνησίου σε κάποιες περιπτώσεις. Προέρχονται από νερά φυσικής τροφοδοσίας που κατεισδύουν κυρίως σε ασβεστόλιθους, ψαμμίτες και σε άλλα ανθρακικά πετρώματα (Νικολάου Ε., 2010).

ΡΩΓΜΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΣΟΒΟΥ (0526)



Διάγραμμα 116 Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - Durov

Ομάδα 1

Οι χημικοί τύποι των δειγμάτων είναι οι Ca-HCO₃ και κάποια Ca-Mg-HCO₃. Επικρατούν τα ιόντα ασβεστίου καθώς και τα όξινα ανθρακικά ανιόντα. Ακόμα παρατηρείται μεγάλο ποσοστό κατιόντων μαγνησίου. Προέρχονται από νερά φυσικής τροφοδοσίας που κατεισδύουν κυρίως σε ασβεστόλιθους, ψαμμίτες αλλά και σε άλλα ανθρακικά πετρώματα.

Ομάδα 2

Μερικά από τα δείγματα του συστήματος έχουν χημικό τύπο Mg-Ca-HCO₃ και επικρατούν τα κατιόντα του μαγνησίου και όξινα ανθρακικά ανιόντα. Τα νερά αυτά φιλοξενούνται ή έχουν διέλθει μέσα σε δολομιτικά πετρώματα (Νικολάου Ε., 2010).

Βάση της ταξινόμησης των δειγμάτων νερού, των υπόγειων υδατικών συστημάτων της λεκάνης απορροής το Άραχθου, κατά Dugon, προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

Το μεγαλύτερο ποσοστό των δειγμάτων νερού των υπόγειων συστημάτων, ανήκει στο 1ο πεδίο του διαγράμματος Dugon. Είναι νερά με χημικό τύπο Ca-HCO_3 (Ca-Mg-HCO_3), φυσικής αναπλήρωσης. Κατεισδύουν μέσω ανθρακικών πετρωμάτων, ή άλλων σχηματισμών που είναι πλούσιοι σε ανθρακικό υλικό. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν, καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511), το καρστικό σύστημα Λούρου (0515a), το κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516), το καρστικό σύστημα Γραικικού (0519), το ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526), το καρστικό υποσύστημα Ωλονού-Πίνδου (0413) και το καρστικό υποσύστημα Εμπεσσού (0416).

Μικρότερο ποσοστό ανήκει στο 2ο πεδίο του διαγράμματος. Πρόκειται για δείγματα με χημικό τύπο Mg-Ca-HCO_3 , που προέρχονται ή έχουν διέλθει από δολομιτικά ή οφιολιθικά πετρώματα. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν το καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511) και το ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526).

Ακόμα ένα ποσοστό των δειγμάτων υπογείου νερού ανήκει στο 5ο πεδίο. Πρόκειται για δείγματα, προερχόμενα από καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) και το κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516). Έχουν χημικούς τύπους $\text{Ca-Na-HCO}_3\text{-Cl-SO}_4$ και $\text{Na-Mg-SO}_4\text{-HCO}_3$ αντίστοιχα, και είναι νερά προερχόμενα από μίξη.

Τέλος στο καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) και πιο συγκεκριμένα στη γεώτρηση ARG30 υπάρχουν δείγματα με χημικό τύπο Ca-Na-HCO_3 . Συνεπώς προκύπτει ότι ξεκινάει η διαδικασία της κατιοανταλλαγής.

9.3 Σύνοψη υδροχημικών τύπων του νερού των υπόγειων υδατικών συστημάτων

Στη μεγαλύτερη έκταση της περιοχής μελέτης συναντώνται νερά με υδροχημικό τύπο Ca-HCO₃ καθώς και Ca-Mg-HCO₃, Mg-Ca-HCO₃, Mg-HCO₃, Ca-SO₄. Η παρουσία κατιόντων Ca⁺ και Mg⁺ καθώς και ανιόντων SO₄²⁻ οφείλεται εν' μέρη στα ιζημάτα, όπως άμμους, ψαμμίτες, αργιλικά και κροκαλοπαγή όπου αυτά συναντώνται, αλλά κυρίως στους ανθρακικούς σχηματισμούς, τους δολομίτες και τους εβαπορίτες.

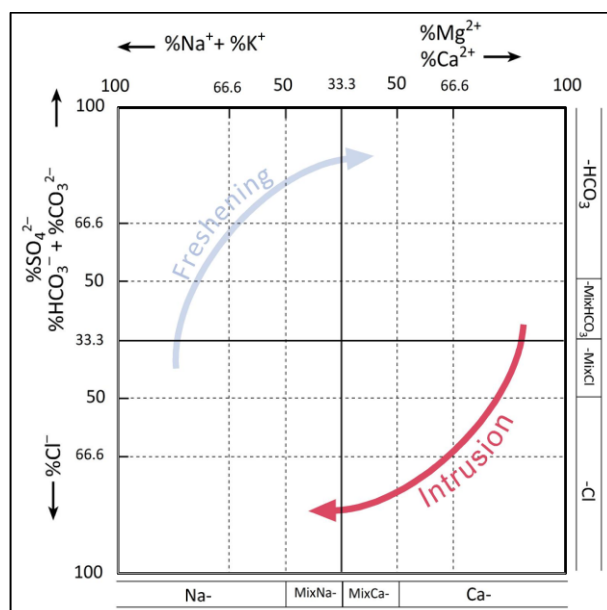
Η χωρική τοποθέτηση των υδροχημικών τύπων μπορεί να δικαιολογηθεί από τη μορφολογία της λεκάνης. Οι περιοχές στις οποίες συναντώνται οι παραπάνω υδροχημικοί τύπου καταλαμβάνονται από μεγάλους ορεινούς όγκους.

Δυτικότερα που οι κλίσεις και η μορφολογία είναι πιο ήπιες καθώς ξεκινάει το πεδινό τμήμα της περιοχής μελέτης και ο κάμπος της Άρτας, υπάρχει εναλλαγή υδροχημικών τύπων, στους οποίους εμπεριέχονται και κατιόντα νατρίου και διτανθρακικά καθώς και ανιόντα χλωρίου και θεικών ανιόντων. Οι συστάσεις αυτές προέρχονται από τη μίξη των διαφόρων νερών και της διαδικασίας της ιοντοανταλλαγής.

Τα νερά με υψηλή περιεκτικότητα σε κατιόντα Na⁺ καθώς και ανιόντα Cl⁻ και SO₄²⁻ έχουν διέλθει κάποια στιγμή από εβαποριτικού τύπου πετρώματα, όπως η γύψος και το ορυκτό αλάτι όπου συναντώνται στο υπόβαθρο της περιοχής μελέτης. Ακόμα μπορεί να υπάρχει κάποια μίξη με θαλασσινό νερό ή να δηλώνουν κάποια παλιότερη υφαλμύριση (Βρέλλης Γ., Βέκιος Π., Ευθυμιόπουλος Θ., Σπυρίδωνος Ε., 2007).

9.4 Διάγραμμα HFE

Το διάγραμμα αποτελεί μια ερμηνεία της εξέλιξης των διαφόρων υδροχημικών φάσεων (hydrochemical facies evolution) στο νερό. Για την εφαρμογή του χρησιμοποιούνται η εκατοστιαία συμμετοχή των διαφόρων ιόντων σε meq/l. Το άθροισμα των βασικών κατιόντων απεικονίζεται στους δυο οριζόντιους άξονες ενώ των ανιόντων στους οριζόντιους.



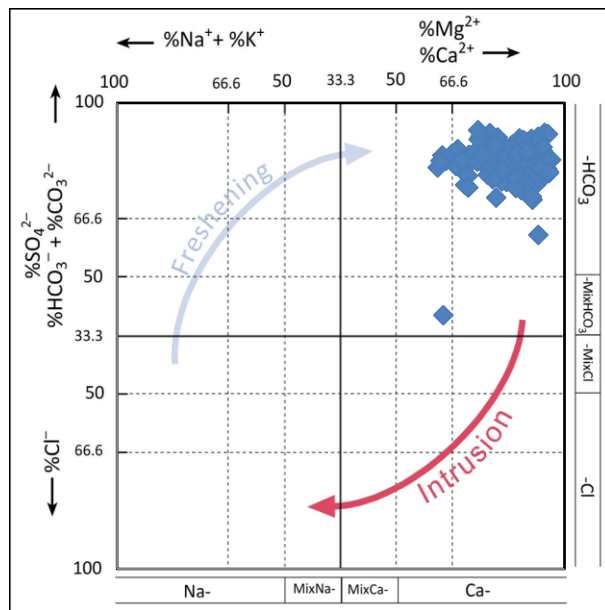
Διάγραμμα 117 Διάγραμμα HFE (Giménez-Forcada E., 2010)

Η χρήση του γίνεται συνήθως σε παράκτιες περιοχές ώστε να εξαχθούν αποτελέσματα για την ύπαρξη θαλάσσιας διείσδυσης ή την απομάκρυνση αυτής. Στη συγκεκριμένη μελέτη θα χρησιμοποιηθεί με στόχο κυρίως τον προσδιορισμό του τύπου του νερού, καθώς πρόκειται για ηπειρωτική περιοχή.

Τα διαστήματα 33%-50% ανάμεσα στις φάσεις που προκύπτουν από τα αθροίσματα των διαφόρων ιόντων θεωρούνται μικτές φάσεις.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα για τα διάφορα υπόγεια υδατικά συστήματα της λεκάνης απορροής του Άραχθου, και διαπιστώνεται ο κυρίαρχος τύπος νερού του καθενός βάσει των δειγματοληψιών από τις διάφορες πηγές ή γεωτρήσεις (Giménez-Forcada E., 2010).

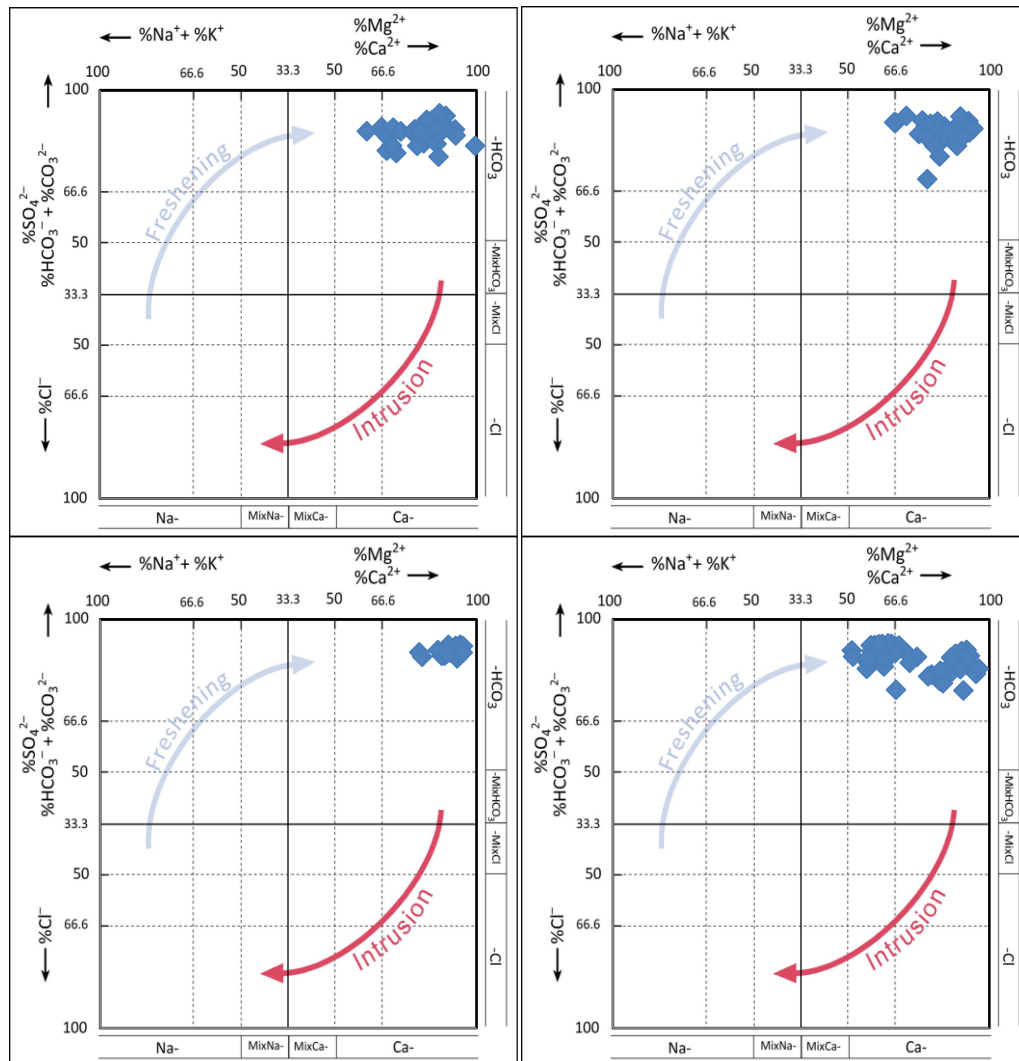
ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΩΛΟΝΟΥ- ΠΙΝΔΟΥ (0413)



Διάγραμμα 118 Καρστικό σύστημα Ωλονού - Πίνδου (0413) - HFE

Στο καρστικό σύστημα Ωλονού-Πίνδου (0413) τα δείγματα συγκεντρώνονται στη πάνω δεξιά πλευρά του διαγράμματος και χαρακτηρίζονται ασβεστομαγνησιούχα. Το δείγμα που διαφέρει από το σύνολο και βρίσκεται στο κεντρικό τμήμα, θα μπορούσε να χαρακτηριστεί μικτής σύστασης.

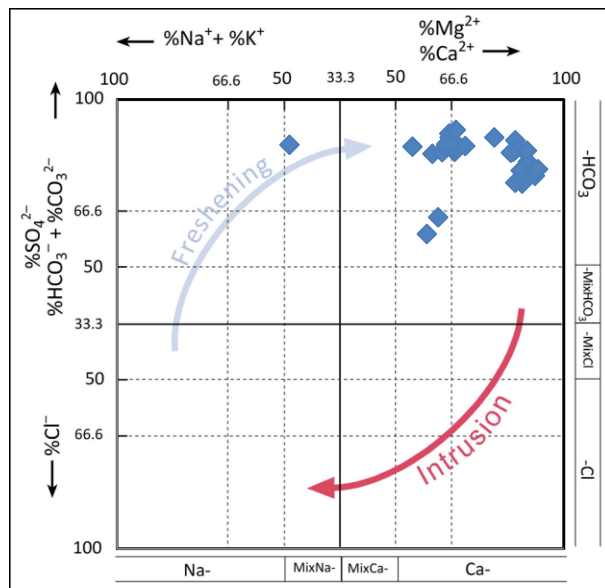
ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΜΠΕΣΟΥ(0416) - ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ (0511) - ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΡΑΙΚΙΚΟΥ (0519) -
ΡΩΓΜΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΣΟΒΟΥ (0526)



Διάγραμμα 119 Καρστικό σύστημα Εμπεσού (0416), Καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511), Καρστικό σύστημα Γραϊκικού (0519), Ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) - HFE

Στο καρστικό σύστημα Εμπεσού (0416), στο καρστικό σύστημα Ιωαννίνων (0511), στο καρστικό σύστημα Γραϊκικού (0519) και στο ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526), επικρατεί παρόμοια εικόνα κατανομής των δειγμάτων, με αποτέλεσμα να είναι όλα ασβεστομαγνησιούχα.

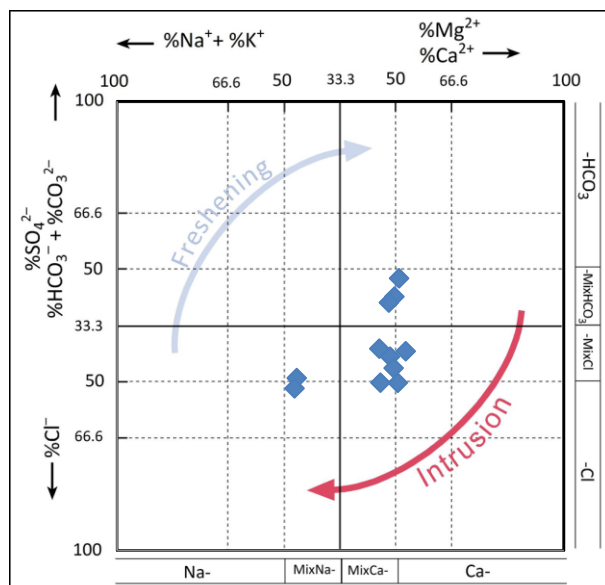
ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΟΥΡΟΥ (0515a)



Διάγραμμα 120 Καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) - HFE

Συνεχίζοντας στο καρστικό σύστημα του Λούρου (0515a) ενώ η πλειονότητα των δειγμάτων θεωρούνται ασβεστομαγνησιούχα, ένα από αυτά αποκλίνει και μπορεί οριακά να κριθεί ως μικτής φάσης ή καλιονατριούχο, εξαιτίας της υψηλής συγκέντρωσης νατρίου.

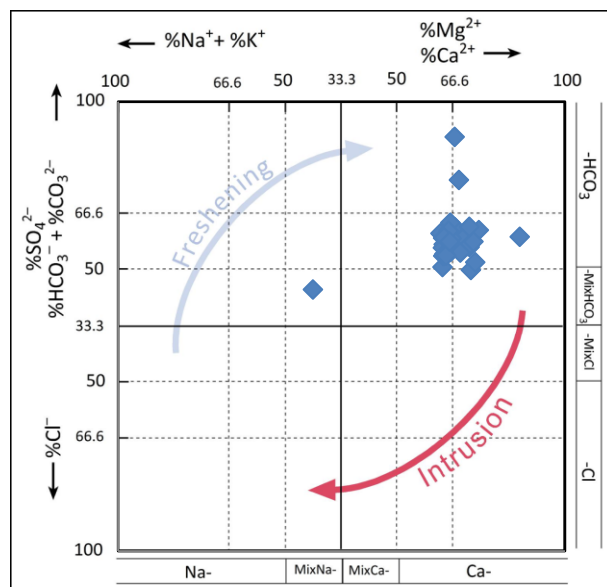
ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΤΑΣ (0515c)



Διάγραμμα 121 Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c) - HFE

Ακόμα στο καρστικό σύστημα της Άρτας (0515c) διαπιστώνεται ότι τα δείγματα βρίσκονται στο κέντρο του διαγράμματος με κάποιες μικρές αποκλίσεις. Αυτό συμβαίνει διότι σε αυτό το σύστημα, τα νερά προέρχονται από μίξη διαφόρων συστάσεων.

ΚΟΚΚΩΔΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΤΑΣ (0516)



Διάγραμμα 122 Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516) - HFE

Τέλος στο κοκκώδες σύστημα της Άρτας (0516), παρότι τα δείγματα χαρακτηρίζονται ως ασβεστομαγνησιούχα, η θέση τους δηλώνει μικρότερες συγκεντρώσεις διτανθρακικών και θεικών ανιόντων (Νικολάου Ε., 2010).

10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η λεκάνη του ποταμού Άραχθου καταλαμβάνει έκταση 2160 km² και εμφανίζει ορεινό ανάγλυφο με εξαίρεση την πεδινή περιοχή του κάμπου της Άρτας. Ο Άραχθος έχει μήκος 115 km και διεύθυνση ΒΒΔ - ΝΝΑ. Αποτελείται από έξι κύρια υπόγεια υδατικά συστήματα και δυο δευτερεύοντα.

Στα κύρια συστήματα ανήκουν τα καρστικά υποσυστήματα Ωλονού-Πίνδου (0413) που έχουν έκταση 133 km² και δομούνται από κρητιδικούς ασβεστόλιθους, σχιστοκερατόλιθους και φλύσχη. Ακόμα στη περιοχή μελέτης ανήκουν 44 km² των καρστικών υποσυστημάτων Εμπεσού (0416), αποτελούμενα από Κρητιδικούς ασβεστόλιθους της ζώνης Γαβρόβου. Επίσης μέρος της λεκάνης καταλαμβάνει ένα τμήμα του καρστικού συστήματος Ιωαννίνων (0511), με καρστικά και ανθρακικά πετρώματα στο υπόβαθρο, φλύσχη Ιόνιας ενότητας στην κορυφή, καθώς και τεταρτογενής αποθέσεις μεγάλης υδροπερατότητας. Κύρια υπόγεια συστήματα είναι ακόμα το Καρστικό σύστημα Άρτας (0515c), έκτασης 15 km² και γεωλογικά δομούμενο από τους ασβεστόλιθους της Ιονίου ζώνης, ηλικίας Σενωνίου και Ηωκαίνου, καθώς και το Κοκκώδες σύστημα Άρτας (0516), που αποτελείται από προσχώσεις ποταμών και έχει έκταση 282 km² η οποία μοιράζεται στις λεκάνες απορροής του Άραχθου και του Λούρου.

Ειδική περίπτωση αποτελεί το καρστικό σύστημα Λούρου (0515a) όπου ανήκει στην λεκάνη απορροής του ποταμού Λούρου. Παρόλα αυτά λόγω της γειτνίασης με την λεκάνη του Άραχθου, υπάρχει υδραυλική επικοινωνία, και γεωτρήσεις οι οποίες εξυπηρετούν την περιοχή μελέτης. Ο υδροφόρος είναι ελεύθερος και αναπτύσσεται σε ανθρακικούς σχηματισμούς της Ιόνιας ενότητας. Πιο συγκεκριμένα από δολομίτες, ασβεστόλιθους Παντοκράτορα και ασβεστόλιθους ηλικίας Σενωνίου και Παλαιοκαίνου-Ηωκαίνου.

Δευτερεύοντα συστήματα της λεκάνης απορροής του ποταμού Άραχθου είναι το ρωγματικό σύστημα Μετσόβου (0526) που αναπτύσσεται σε υδροπερατούς ψαμμίτες και έχει έκταση 208 km² και το καρστικό σύστημα του Γραϊκικού (0519) που είναι μόνο 5 km² και γεωλογικά αποτελείται από ανθρακικούς σχηματισμούς.

Σύμφωνα με την παρούσα διατριβή τα δείγματα των υπογείων νερών που προορίζονται για ύδρευση, χαρακτηρίζονται στην πλειονότητα τους κατάλληλα για

αρδευτική αλλά και υδρευτική χρήση. Οι συγκεντρώσεις νιτρικών, χλωριόντων, και νατρίου, είναι σε αποδεκτά επίπεδα σύμφωνα με την ΚΥΑ_3282_2017(ΦΕΚ 3282/Β/19.9.2017). Οι κατά τόπους αυξημένες τιμές χλωρίου, οφείλονται στη διάλυση των εβαποριτών καθώς και στην πιθανή απόπλυση παλαιότερων εγκλωβισμένων αλμυρών νερών ενώ του νατρίου στο ορυκτό του χλωριούχου νατρίου, στα αργιλοπυριτικά ορυκτά και στη διεργασία της ιοντοανταλλαγής.

Η ολική σκληρότητα (ΤΗ) του νερού, λαμβάνει μεγάλες τιμές εξαιτίας των υψηλών τιμών ανθρακικού ασβεστίου και μαγνησίου που οφείλονται στην υφιστάμενη γεωλογία (ανθρακικοί σχηματισμοί). Παρόλα αυτά δεν προκαλεί άμεσα προβλήματα στον ανθρώπινο οργανισμό, αλλά υπάρχει το ενδεχόμενο μακροπρόθεσμα να γίνει καθίζηση αλάτων στις σωληνώσεις με αποτέλεσμα τη διάβρωση και τη φθορά τους.

Οι δείκτες κορεσμού (SI) δείχνουν ότι τα νερά των υπογείων υδροφόρων, είναι υπερκορεσμένα σε ασβέστιο(Ca^{2+}) και μαγνήσιο (Mg^{2+}). Ακόμα σύμφωνα με την ΚΥΑ_3282_2017(ΦΕΚ 3282/Β/19.9.2017) το νερό κρίνεται κατάλληλο και ως προς τις υπόλοιπες μετρημένες παραμέτρους. Η ενεργός οξύτητα (pH) λαμβάνει τιμές $7 < \text{pH} < 8,8$ και βρίσκεται εντός τον ορίων ποσιμότητας¹, ενώ η αγωγιμότητα (E.C) στην λεκάνη απορροής του Άραχθου έχει ανώτατη τιμή τα 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ χαμηλότερη από την ανώτατη αποδεκτή τιμή (2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Από την ταξινόμηση για την καταλληλότητα των αρδευτικών νερών, σύμφωνα με τον συντελεστή προσρόφησης Νατρίου (SAR), και τη χρήση των διαγραμμάτων Wilcox, η πλειονότητα των νερών εντάσσονται στην κατηγορία Α (C1-S1) και Β (C2-S1), όπου στην πρώτη η ποιότητα του νερού είναι καλή και μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς περιορισμού, ενώ στη δεύτερη η ποιότητα είναι από καλή έως μέτρια και η χρήση του, γίνεται κάτω υπό κάποιες προϋποθέσεις, ως προς τη στράγγιση των εδαφών και την ευαισθησία των καλλιεργειών. Τέλος όλα τα δείγματα νερού του καρστικού συστήματος της Άρτας (0515c) καθώς και κάποια του κοκκώδους συστήματος της Άρτας (0516), ανήκουν στην κατηγορία Γ (C3-S1), όπου η ποιότητα του αρδευτικού νερού κρίνεται πολύ μέτρια και οι περιορισμοί που πρέπει να ληφθούν ώστε να αποφευχθεί η μείωση της διαπερατότητας των εδαφών και η καταστροφή των καλλιεργειών, πρέπει να είναι αυστηρότεροι από αυτούς της κατηγορίας Β.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υδροχημικών διαγραμμάτων Piper & Durov, τα νερά στην πλειονότητα τους κατατάσσονται στην κατηγορία των φυσικών γαιοαλκαλικών νερών (υδροχημικοί τύποι: Ca-HCO₃, Mg-HCO₃, Ca -Mg-HCO₃, Mg-Ca -HCO₃). Πρόκειται για φρέσκα ύδατα, φυσικής τροφοδοσίας που κατεισδύουν σε ασβεστόλιθους, δολομίτες και άλλα ανθρακικά πετρώματα. Ακόμα συναντώνται νερά μεικτού τύπου, με διαφορετικές αναλογίες ιόντων ανάλογα με την τοπική γεωλογία, τα οποία θεωρούνται νερά ανάμιξης διαφόρων τύπων νερού.

Τέλος σύμφωνα με το διάγραμμα Gibbs, φάνηκε ότι η διεργασία η οποία επηρεάζει το υπόγειο νερό της περιοχής μελέτης, είναι αυτή της κατείδυσης. Αυτό το αποτέλεσμα, δικαιολογείται και από τον πλήθος των βροχοπτώσεων εξαιτίας της γεωγραφικής θέσης.

Προτάσεις

Παρότι οι αυξημένες τιμές στις φυσικοχημικές παραμέτρους, οφείλονται κατά κύριο λόγο στην υφιστάμενη γεωλογία και στις φυσικές διεργασίες, θα μπορούσαν να γίνουν κάποιες επεμβάσεις με στόχο την μείωση τους και την αποφυγή συνεπειών στον άνθρωπο και στις καλλιέργειες:

Η ολική σκληρότητα (TH), στις περιοχές που το νερό είναι πολύ σκληρό, θα μπορούσε να βελτιωθεί, μέσω της διαδικασίας της αποσκλήρυνσης. Έτσι χρησιμοποιώντας ιοντοεναλλακτικές ρητίνες, ζεόλιθους ή διενεργώντας αντίστροφη όσμωση, τα ιόντα ασβεστίου και μαγνησίου απομακρύνονται και η σκληρότητα μειώνεται.

Ομοίως με τη διαδικασία της αντίστροφης όσμωσης οι αυξημένες συγκεντρώσεις χλωριόντων (Cl⁻), νατρίου (Na⁺) και καλίου (K⁺) θα μπορούσαν να εξισορροπηθούν πριν την χρήση νερού.

Επιπλέον θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι μετρήσεις του δείκτη SAR για τα υπόγεια υδατικά συστήματα της Άρτας (Καρστικό (0515c) και Κοκκώδες (0516)), και να μειωθεί η άντληση των νερών, ώστε να μην ενταθούν τα ήδη υπάρχοντα προβλήματα. Επίσης το νερό εκείνης της περιοχής πρέπει να χρησιμοποιείται βάση κάποιων περιορισμών ώστε να αποφευχθεί η καταστροφή των καλλιεργειών και η μείωση της διαπερατότητας του εδάφους.

1. Συγκεντρωτικός πίνακας Ανώτερων Αποδεκτών Τιμών παραμέτρων ποσιμότητας νερού βάση ΚΥΑ_3282_2017(ΦΕΚ 3282/Β/19.9.2017)

11. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Μερτζάνης Α., (1992), Διδακτορική Διατριβή: Γεωμορφολογική εξέλιξη του Αμβρακικού Κόλπου, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (Ε.Κ.Π.Α.), Αθήνα
2. Καρακίσιος Β., (1992), Άνοιγμα και τεκτονική αναστροφή της Ιονίου Λεκάνης (Ηπειρος, Ελλάς)
3. Βρέλλης Γ., Βέκιος Π., Ευθυμιόπουλος Θ., Σπυρίδωνος Ε., (2007), Τελική Μελέτη Γεωθερμικού Πεδίου Συκιών - Άρτας, Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.), Αθήνα
4. Σούλιος Γ., (2009), Γενική Υδρογεωλογία Δ' Τόμος, Θεσσαλονίκη
5. Βруνιώτης Δ., Παπαδοπούλου Κ., (2004), Ο ρόλος των ποταμών Λούρου και Άραχθου στην ανάπτυξη των ιζημάτων της πεδιάδας της Άρτας με τη συμβολή των γεωχημικών παραμέτρων, Πρακτικά 10ου Διεθνούς Συνεδρίου, Ελληνική Γεωλογική Εταιρεία, Θεσσαλονίκη.
6. Κουτσογιάννης Δ., Μακρόνης Ι., Κουκουβίνος Α., Μαμάσης Ν., (2010) Υδρολογική Μελέτη Πλημμυρών Αράχθου
7. Παπανικολάου Δ., (2015), Γεωλογία της Ελλάδας, Αθήνα
8. Ανδρεαδάκης Ε., Υδρογεωλογία-Εκπαιδευτικές Σημειώσεις, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (Ε.Κ.Π.Α.), Αθήνα
9. Καρύμπαλης Ε., Τέγου Ε., Τσαλκιτζή Ο., (2001), Διερεύνηση παραγόντων διαμόρφωσης των δέλτα της Κεντρικής Ελλάδας, Πρακτικά 9ου Διεθνούς Συνεδρίου, Ελληνική Γεωλογική Εταιρεία, Αθήνα.
10. Νικολάου Ε., (2010), Υδρογεωλογική Μελέτη_Υδατικό Διαμέρισμα Ηπείρου (05), Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε), Αθήνα
11. Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (ΕΑΑ) Μετεωρολογικοί σταθμοί Κομποτίου, Νεοχωρίου, Βουλγαρελίου, Θεοδωριάνων και Μετσόβου: Διαθέσιμα ψηφιακά μηνιαία δεδομένα για τη θερμοκρασία και τη βροχόπτωση 5 υδρολογικών ετών (2012-2017). (www.meteo.gr)
12. Ειδική Γραμματεία Υδάτων (ΕΓΥ), (2013), Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Ηπείρου
13. Εταιρεία Ύδρευσης και Αποχέτευσης Θεσσαλονίκης (Ε.Υ.Α.Θ.), (www.eyath.gr)

14. Perlman H., Μακρόπουλος Χ., Κουτσογιάννης Δ., (2005), Ο Υδρολογικός Κύκλος, Γεωλογική Υπηρεσία Η.Π.Α (U.S.G.S)
15. Ξανθόπουλος Θ., Κουτσογιάννης Δ., Ναλμπάντης Ι., (1991), Μελέτη Πιλότος για τη Διαχείριση των Λεκανών Λούρου και Άραχθου, Αξιολόγηση Μεθοδολογίας και Αποτελεσμάτων., Επιστημονική Ημερίδα: Διαχείριση υδατικών πόρων με τη βοήθεια Η/Υ, Αθήνα.
16. Βουδούρης Κ., (2006), Υδρογεωλογία Περιβάλλοντος., Θεσσαλονίκη
17. Μαρκαντώνης Κ., (2012), Διδακτορική διατριβή: Υδρογεωλογικό καθεστώς ανατολικής Κορινθίας και διαχείριση υδατικών πόρων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (Ε.Μ.Π.), Αθήνα
18. Τόγιας Κ., (2017), Πτυχιακή εργασία: Γεωγενής εμπλουτισμός χρωμίου στο νερό του αλλουβιακού υδροφόρου ορίζοντα Λουτρακίου., Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (Ε.Κ.Π.Α.), Αθήνα
19. Καζάκης Ν., (2013), Διδακτορική διατριβή: Εκτίμηση της διακινδύνευσης της εξωτερικής ρύπανσης των υπογείων νερών: Εφαρμογή στη λεκάνη του Ανθεμούντα., Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (Α.Π.Θ), Θεσσαλονίκη.
20. Μαμάσης Ν., (2011), Εισαγωγή στην Υδρολογία-Εκπαιδευτικές Σημειώσεις, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (Ε.Μ.Π.), Αθήνα
21. Ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της Οδηγίας 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης, της 3ης Νοεμβρίου 1998 όπως τροποποιήθηκε με την Οδηγία (ΕΕ)2015/1787(L260,7.10.2015).(ΚΥΑ_3282_2017)(ΦΕΚ3282/Β/19.9.2017)
22. Αλεξανδρής Σ., Ποιότητα νερού άρδευσης - Ισοζύγιο και έκπληση αλάτων στο έδαφος., Εργαστηριακές σημειώσεις: Εργαστήριο γεωργικής υδραυλικής, Τομέας διαχείρισης υδατικών πόρων, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών (Γ.Π.Α), Αθήνα.
23. Λέκκας Σ., Αλεξόπουλος Απ., (2009), Εισαγωγή στην Υδρογεωλογία Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (Ε.Κ.Π.Α.), Αθήνα
24. Θεοδωρίκας Σ., Γεωχημεία 4η Έκδοση, Εκδόσεις Ερωδιός (2009), Θεσσαλονίκη

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

25. Ntokos D., (2017), Synthesis of Literature and Field Work Data Leading to the Compilation of a New Geological Map-A Review of Geology of Northwestern Greece. *International Journal of Geosciences*, 8, 205-236
26. Giménez-Forcada E., (2010), Dynamic of Seawater Interface using Hydrochemical Facies Evolution Diagram (HFE-D), España: Instituto Geológico y Minero de España (I.G.M.E.), Ισπανία
27. Leitz F., Guerra K., (2013), Water Chemistry Analysis for Water Conveyance, Storage, and Desalination Projects., U.S Department of the Interior Bureau of Reclamation Technical Service Center Denver, Colorado.
28. Rhoades J., Kandiah A., Mashali A., (1992), The use of saline waters for crop production., Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
29. Papadopoulou K., Vriniotis K., (2007), Quality of soil and water in deltaic deposits of Louros and Arachthos rivers related to karstic rocks of the wider area, Proceedings of 11th International Congress, Geological Society of Greece, Athens.
30. Sajil Kumar J.P., Jegathambal P., James J. E., (2014), Factors influencing the high fluoride concentration in groundwater of Vellore District, South India
31. Ravikumar P., Somashekar K. R., Prakash L. K., (2015), A comparative study on usage of Durov and Piper diagram to interpret hydrochemical processes in groundwater from SRLIS river basin, Karnataka, India., Department of Environmental Sciences, Bangalore University, Bangalore.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΚΑΡΤΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΩΔΑΝΟΥ-ΙΙΙΝΔΟΥ (0413)

Α/Α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΑΡΟΣΗΜΕΙΟΥ	ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΔΕΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	X	Y	Z	ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ		ΚΑΤΙΟΝΤΑ (mg/l)				ΑΝΙΟΝΤΑ (mg/l)				ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΘΑΝΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ (mg/l)				ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (mg/l)		
						Ph	Αγωγιμότητα (μS/cm)	Ca	Mg	Na	K	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃	NO ₂	NH ₄	Παροδική	Μόνιμη	Ολική	
1	ARHP100	17/1/2006	252602	4363869	1100	8.30	209.00	40.00	1.90	1.60	0.40	3.00	133.70	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	108.00	0.00	108.00	
2	ARHP100	10/6/2008	252602	4363869	1100	8.00	213.00	40.70	4.00	2.10	0.30	0.00	149.60	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	118.00	0.00	118.00	
3	ARHP101	18/3/2004	252479	4363777	835	7.70	285.00	53.90	2.50	2.50	0.80	0.00	176.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	144.00	0.00	144.00	
4	ARHP101	16/2/2005	252479	4363777	835	7.90	317.00	61.00	4.20	2.80	0.40	0.00	207.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	169.00	0.00	169.00	
5	ARHP101	12/1/2006	252479	4363777	835	8.20	258.00	47.40	2.80	2.30	0.40	0.00	166.80	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	130.00	0.00	130.00	
6	ARHP101	16/5/2007	252479	4363777	835	8.10	231.00	43.80	1.70	1.80	0.90	0.00	151.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	116.00	0.00	116.00	
7	ARHP101	10/6/2008	252479	4363777	835	8.00	233.00	46.10	4.30	1.90	0.20	0.00	164.40	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	132.00	0.00	132.00	
8	ARHP104	15/2/2005	257274	4361632	770	7.70	345.00	67.00	2.80	2.80	0.80	0.00	218.00	5.30	10.00	5.00	0.05	0.26	179.00	0.00	179.00	
9	ARHP104	10/6/2008	257274	4361632	770	7.90	258.00	50.90	4.30	1.90	0.80	0.00	176.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	144.00	0.00	144.00	
10	ARHP106	15/2/2005	257032	4361723	845	8.30	327.00	58.00	6.80	2.50	1.20	3.00	207.00	5.70	10.00	5.00	0.05	0.26	173.00	0.00	173.00	
11	ARHP106	8/3/2007	257032	4361723	845	8.10	260.00	49.90	0.50	3.20	0.80	0.00	165.30	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	126.00	0.00	126.00	
12	ARHP106	10/6/2008	257032	4361723	845	7.90	211.00	41.60	4.70	2.10	0.20	0.00	114.80	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	119.00	4.00	123.00	
13	ARHP107	17/3/2004	258618	4362256	775	7.80	365.00	73.40	1.90	2.80	0.40	0.00	225.00	5.70	10.00	5.00	0.05	0.26	184.00	6.00	191.00	
14	ARHP107	15/2/2005	258618	4362256	775	8.00	400.00	79.00	3.80	2.30	0.80	0.00	244.00	6.00	10.00	5.00	0.05	0.26	200.00	13.00	213.00	
15	ARHP107	15/5/2007	258618	4362256	775	8.10	323.00	62.30	2.60	3.40	1.60	0.00	209.90	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	166.00	0.00	166.00	
16	ARHP107	10/6/2008	258618	4362256	775	7.70	305.00	58.60	4.40	3.70	0.50	0.00	194.40	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	159.00	5.00	164.00	
17	ARHP108	17/3/2004	256763	4361938	925	8.10	175.00	34.00	1.30	1.40	0.40	0.00	116.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	90.00	0.00	90.00	
18	ARHP108	15/2/2005	256763	4361938	925	7.80	190.00	36.00	0.90	1.40	1.20	0.00	112.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	92.00	1.00	93.00	
19	ARHP108	12/9/2007	256763	4361938	925	8.00	193.00	36.20	1.20	1.60	0.60	0.00	123.20	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	95.00	0.00	95.00	
20	ARHP108	10/6/2008	256763	4361938	925	8.10	194.00	37.30	4.00	1.40	0.20	0.00	137.90	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	110.00	0.00	110.00	
21	ARHP110	15/2/2005	258419	4363704	1136	8.80	207.00	40.00	1.70	1.40	0.40	7.50	113.00	6.00	10.00	5.00	0.05	0.26	105.00	2.00	107.00	
22	ARHP110	15/2/2005	258419	4363704	1136	8.00	219.00	41.00	2.30	1.80	0.40	0.00	135.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	111.00	1.00	112.00	
23	ARHP110	7/3/2007	258419	4363704	1136	8.90	182.00	31.60	2.20	2.90	0.90	3.00	110.80	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	88.00	0.00	88.00	
24	ARHP110	10/6/2008	258419	4363704	1136	8.10	198.00	30.10	6.80	5.10	1.60	0.00	132.30	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	103.00	0.00	103.00	
25	ARHP112	16/3/2004	270531	4354457	1348	8.20	284.00	49.00	4.80	3.40	0.80	3.00	178.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	142.00	0.00	142.00	
26	ARHP112	9/8/2005	270531	4354457	1348	8.10	212.00	38.00	3.90	2.10	0.50	0.00	134.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	110.00	1.00	111.00	
27	ARHP112	6/4/2006	270531	4354457	1348	8.20	333.00	56.70	5.70	3.70	0.90	3.00	204.50	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	165.00	0.00	165.00	
28	ARHP112	12/4/2006	270531	4354457	1348	8.20	273.00	44.10	6.60	4.10	0.00	0.00	173.40	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	137.00	0.00	137.00	
29	ARHP112	6/3/2007	270531	4354457	1348	8.20	264.00	42.40	5.00	6.00	1.30	0.00	160.60	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	126.00	0.00	126.00	
30	ARHP211	18/3/2004	249577	4366561	785	7.80	418.00	74.00	7.90	5.50	1.20	0.00	263.00	5.00	12.00	5.00	0.05	0.26	216.00	2.00	218.00	
31	ARHP211	16/2/2005	249577	4366561	785	8.20	485.00	81.00	10.20	6.40	1.60	0.00	303.00	6.40	10.00	5.00	0.05	0.26	244.00	0.00	244.00	
32	ARHP211	18/1/2006	249577	4366561	785	8.20	408.00	70.00	8.10	6.00	0.50	0.00	231.10	5.00	24.70	5.00	0.05	0.26	189.00	19.00	208.00	
33	ARHP211	16/5/2007	249577	4366561	785	8.30	170.00	31.00	1.70	1.60	1.20	3.00	105.80	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	84.00	0.00	84.00	
34	ARHP211	12/6/2008	249577	4366561	785	8.20	322.00	58.50	8.10	5.00	0.40	3.00	216.90	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	179.00	0.00	179.00	
35	ARHP281	8/3/2005	248115	4401012	825	7.70	439.00	87.00	2.50	3.20	0.60	0.00	253.00	6.40	10.00	11.00	0.05	0.26	207.00	20.00	227.00	
36	ARHP281	24/6/2008	248115	4401012	825	8.00	410.00	77.40	5.00	3.70	1.10	0.00	249.50	5.00	10.00	7.00	0.05	0.26	204.00	9.00	213.00	

ΚΑΡΤΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΩΣΟΝΟΥ-ΠΙΝΔΟΥ (0413)

Α/Α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΔΡΟΣΗΜΕΙΟΥ	ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΔΕΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	X	Y	Z	ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ		ΚΑΤΙΟΝΤΑ (mg/l)				ΑΝΙΟΝΤΑ (mg/l)				ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΘΑΝΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ (mg/l)				ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (mg/l)		
						Ph	Αγωγιμότητα (μS/cm)	Ca	Mg	Na	K	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃	NO ₂	NH ₄	Περιοδική	Μόνιμη	Ολική	
37	ARHP34	8/3/2005	251717	4403028	943	8.30	318.00	63.00	2.80	1.80	0.40	3.00	195.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	163.00	5.00	168.00	
38	ARHP34	22/3/2006	251717	4403028	943	8.30	241.00	41.20	3.50	2.10	0.40	3.00	144.40	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	117.00	0.00	117.00	
39	ARHP34	12/9/2008	251717	4403028	943	7.50	440.00	91.50	2.00	2.50	0.60	0.00	280.80	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	230.00	6.00	236.00	
40	ARHP34	24/6/2008	251717	4403028	943	8.20	300.00	58.90	6.60	2.30	0.20	3.00	213.80	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	174.00	0.00	174.00	
41	ARHP35	8/3/2005	251586	4402795	995	8.00	213.00	38.00	3.20	1.60	0.40	0.00	125.00	5.00	11.00	5.00	0.05	0.26	102.00	6.00	108.00	
42	ARHP35	22/3/2006	251586	4402795	995	8.50	166.00	26.80	4.90	3.40	0.50	3.00	105.60	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	87.00	0.00	87.00	
43	ARHP35	24/6/2008	251586	4402795	995	8.00	188.00	31.90	6.70	2.00	0.20	0.00	135.60	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	107.00	0.00	107.00	
44	ARHP36	8/3/2005	251021	4402285	1083	8.00	215.00	42.00	1.80	0.90	0.40	0.00	134.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	110.00	2.00	112.00	
45	ARHP36	8/9/2005	251021	4402285	1083	7.90	217.00	45.00	2.10	1.10	0.50	0.00	146.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	120.00	1.00	121.00	
46	ARHP36	22/3/2006	251021	4402285	1083	8.40	210.00	40.60	1.50	1.10	5.00	3.00	127.80	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	107.00	0.00	107.00	
47	ARHP36	24/6/2008	251021	4402285	1083	8.10	216.00	43.00	3.90	1.60	0.20	0.00	151.70	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	123.00	0.00	123.00	
48	ARHP37	8/3/2005	248470	4400954	1130	7.20	171.00	37.00	0.50	0.90	0.80	0.00	113.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	93.00	2.00	95.00	
49	ARHP37	9/9/2005	248470	4400954	1130	7.90	171.00	36.00	1.10	0.50	0.50	0.00	114.00	5.00	10.00	5.00	0.06	0.26	93.00	1.00	94.00	
50	ARHP37	22/3/2006	248470	4400954	1130	7.90	170.00	36.00	0.80	0.40	0.40	0.00	106.50	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	87.00	6.00	93.00	
51	ARHP37	24/6/2008	248470	4400954	1130	8.10	169.00	34.20	3.40	0.90	0.20	0.00	123.80	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	99.00	0.00	99.00	
52	ARHP38	8/3/2005	246148	4396394	1135	8.10	202.00	40.00	0.90	0.90	0.80	0.00	129.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	103.00	0.00	103.00	
53	ARHP38	24/3/2006	246148	4396394	1135	8.20	197.00	38.79	2.00	4.60	0.40	0.00	131.80	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	105.00	0.00	105.00	
54	ARHP38	15/3/2007	246148	4396394	1135	7.80	197.00	39.20	0.70	1.10	0.60	0.00	130.40	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	100.00	0.00	100.00	
55	ARHP38	23/6/2008	246148	4396394	1135	8.10	192.00	39.30	2.40	1.10	0.20	0.00	136.80	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	108.00	0.00	108.00	
56	ARHP39	8/3/2005	245733	4397621	1170	8.10	280.00	54.00	2.50	2.30	0.80	0.00	180.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	145.00	0.00	145.00	
57	ARHP39	24/3/2006	245733	4397621	1170	8.20	228.00	40.20	3.20	2.80	0.50	0.00	142.20	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	113.00	0.00	113.00	
58	ARHP39	15/3/2007	245733	4397621	1170	8.20	208.00	36.90	1.90	2.50	0.60	3.00	125.70	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	100.00	0.00	100.00	
59	ARHP39	23/6/2008	245733	4397621	1170	8.10	248.00	50.10	1.00	1.80	0.50	0.00	165.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	129.00	0.00	129.00	
60	ARHP40	11/3/2005	245267	4392543	890	7.90	416.00	87.00	1.40	2.30	0.40	0.00	268.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	220.00	3.00	223.00	
61	ARHP40	7/12/2005	245267	4392543	890	7.70	369.00	77.40	2.60	2.50	0.40	0.00	244.10	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	200.00	4.00	204.00	
62	ARHP40	24/3/2006	245267	4392543	890	7.80	349.00	71.50	2.40	2.10	0.40	0.00	226.90	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	186.00	2.00	188.00	
63	ARHP40	15/3/2007	245267	4392543	890	7.80	318.00	60.70	1.70	2.80	0.80	0.00	202.20	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	159.00	0.00	159.00	
64	ARHP40	23/6/2008	245267	4392543	890	7.50	326.00	68.10	4.40	2.50	0.20	0.00	220.60	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	181.00	7.00	188.00	
65	ARHP41	11/3/2005	246387	4389453	859	8.50	244.00	49.00	2.90	1.60	0.40	4.10	155.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	134.00	0.00	134.00	
66	ARHP41	7/12/2005	246387	4389453	859	7.90	221.00	43.80	1.90	1.60	0.40	0.00	145.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	117.00	0.00	117.00	
67	ARHP41	24/3/2006	246387	4389453	859	8.10	235.00	45.40	2.00	1.80	0.80	0.00	145.50	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	119.00	2.00	121.00	
68	ARHP41	15/3/2007	246387	4389453	859	8.00	231.00	46.80	0.50	1.90	0.80	0.00	148.20	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	118.00	0.00	118.00	
69	ARHP41	23/6/2008	246387	4389453	859	8.20	244.00	48.10	5.20	2.00	0.40	3.00	166.50	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	138.00	3.00	141.00	
70	ARHP42	19/5/2004	253218	4390682	1263	8.10	217.00	44.80	0.50	0.90	0.50	0.00	135.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	111.00	1.00	112.00	
71	ARHP42	17/5/2006	253218	4390682	1263	8.10	224.00	44.00	1.10	1.40	0.80	0.00	134.00	5.30	10.00	5.00	0.16	0.26	110.00	4.00	114.00	
72	ARHP42	11/7/2006	253218	4390682	1263	8.00	205.00	42.30	0.50	1.10	0.50	0.00	121.20	7.30	10.00	5.00	0.05	0.26	99.00	7.00	106.00	

ΚΑΡΤΕΛΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΩΣΟΝΟΥ-ΠΙΝΣΑΟΥ (0413)

Α/Α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΑΡΟΣΗΜΕΙΟΥ	ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΔΕΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	X	Y	Z	ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ				ΚΑΤΙΟΝΤΑ (mg/l)				ΑΝΙΟΝΤΑ (mg/l)				ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΘΑΝΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ (mg/l)				ΕΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (mg/l)		
						Ph	Αγωγιμότητα (μS/cm)	Ca	Mg	Na	K	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃	NO ₂	NH ₄	Πορoδική	Μόνιμη	Ολική			
73	ARHP43	11/7/2006	253139	4390663	1255	8.00	218.00	42.20	1.50	2.80	0.50	0.00	125.70	9.00	10.00	5.00	0.05	0.26	103.00	8.00	111.00			
74	ARHP45	19/5/2004	252617	4387481	1300	8.40	201.00	41.10	0.90	1.10	0.40	3.00	122.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	105.00	1.00	106.00			
75	ARHP45	17/5/2005	252617	4387481	1300	8.40	206.00	42.00	0.50	1.10	0.80	0.00	133.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	107.00	0.00	107.00			
76	ARHP45	28/4/2006	252617	4387481	1300	8.50	201.00	38.50	1.60	1.00	0.00	3.70	122.60	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	102.00	0.00	102.00			
77	ARHP45	14/3/2007	252617	4387481	1300	8.10	213.00	42.20	0.70	1.10	0.80	0.00	136.30	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	108.00	0.00	108.00			
78	ARHP45	19/6/2008	252617	4387481	1300	8.40	201.00	45.00	3.90	1.10	0.20	3.60	152.10	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	128.00	0.00	128.00			
79	ARHP46	11/7/2006	252772	4383457	534	8.30	283.00	39.20	13.10	2.30	0.50	3.00	163.30	7.70	10.00	5.00	0.05	0.26	136.00	15.00	151.00			
80	ARHP46	19/6/2008	252772	4383457	534	8.20	270.00	40.10	12.90	1.80	0.30	3.00	183.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	153.00	0.00	153.00			
81	ARHP47	19/5/2004	253309	4383434	694	8.30	215.00	42.80	0.90	1.40	0.50	3.00	133.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	110.00	0.00	110.00			
82	ARHP47	17/5/2005	253309	4383434	694	8.20	206.00	41.00	0.90	1.40	1.10	0.00	124.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	102.00	4.00	106.00			
83	ARHP47	28/4/2006	253309	4383434	694	8.50	201.00	37.40	1.90	1.10	0.50	3.20	122.10	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	101.00	0.00	101.00			
84	ARHP47	14/3/2007	253309	4383434	694	8.00	186.00	36.50	0.60	1.80	0.90	0.00	118.40	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	93.00	0.00	93.00			
85	ARHP47	19/6/2008	253309	4383434	694	8.10	208.00	43.50	3.80	1.10	0.20	0.00	153.30	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	124.00	0.00	124.00			
86	ARHP49	18/5/2006	256855	4383599	1545	8.50	180.00	35.40	1.30	1.10	0.40	3.00	106.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	91.00	2.00	93.00			
87	ARHP49	17/5/2008	256855	4383599	1545	8.30	178.00	34.00	1.20	1.40	0.90	0.00	109.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	89.00	0.00	89.00			
88	ARHP49	2/9/2006	256855	4383599	1545	8.30	183.00	35.40	2.10	1.80	0.40	3.00	106.60	6.80	10.00	5.00	0.05	0.26	89.00	8.00	97.00			
89	ARHP49	14/3/2007	256855	4383599	1545	8.40	178.00	36.40	1.30	4.80	0.90	3.50	122.80	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	96.00	0.00	96.00			
90	ARHP49	19/6/2008	256855	4383599	1545	7.90	182.00	36.50	3.40	1.10	0.20	0.00	130.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	105.00	0.00	105.00			
91	ARHP50	18/5/2004	257043	4382378	1546	8.20	174.00	35.70	0.50	0.90	0.30	0.00	107.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	88.00	2.00	90.00			
92	ARHP50	17/5/2005	257043	4382378	1546	8.50	171.00	33.00	0.90	1.10	0.80	0.00	102.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	84.00	3.00	87.00			
93	ARHP50	27/4/2006	257043	4382378	1546	8.00	180.00	35.50	1.20	0.90	0.10	0.00	113.60	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	93.00	0.00	93.00			
94	ARHP50	14/3/2007	257043	4382378	1546	8.20	150.00	30.60	1.20	1.40	0.70	3.00	100.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	81.00	0.00	81.00			
95	ARHP50	19/6/2008	257043	4382378	1546	7.90	175.00	34.60	3.40	0.90	0.20	0.00	123.60	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	100.00	0.00	100.00			
96	ARHP53	19/3/2004	249768	4384147	802	7.90	196.00	38.20	2.60	1.60	0.40	0.00	130.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	106.00	0.00	106.00			
97	ARHP53	20/5/2004	249768	4384147	802	7.90	199.00	38.20	2.60	1.60	0.40	0.00	318.00	6.40	13.00	6.00	0.05	0.26	261.00	8.00	269.00			
98	ARHP53	11/7/2006	249768	4384147	802	7.90	505.00	84.20	14.40	5.30	1.30	0.00	313.70	8.00	14.00	5.00	0.05	0.26	257.00	12.00	269.00			
99	ARHP53	19/6/2008	249768	4384147	802	8.00	486.00	80.20	14.10	4.60	1.20	0.00	310.30	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	254.00	4.00	258.00			
100	ARHP60	18/5/2004	254099	4376951	1170	8.40	192.00	33.20	3.90	1.10	0.50	3.00	112.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	96.00	3.00	99.00			
101	ARHP60	7/4/2005	254099	4376951	1170	8.10	186.00	29.00	6.70	1.10	0.40	0.00	119.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	98.00	2.00	100.00			
102	ARHP60	21/2/2006	254099	4376951	1170	8.20	227.00	38.90	4.90	3.40	0.90	3.00	140.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	117.00	0.00	117.00			
103	ARHP64	18/5/2004	252978	4377546	1016	8.20	210.00	40.50	1.80	1.80	0.50	0.00	139.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	108.00	0.00	108.00			
104	ARHP64	7/4/2005	252978	4377546	1016	8.10	195.00	36.00	2.80	0.90	0.40	0.00	121.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	99.00	2.00	101.00			
105	ARHP64	21/2/2006	252978	4377546	1016	8.20	211.00	41.40	1.60	2.30	5.50	3.00	142.50	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	110.00	0.00	110.00			
106	ARHP64	18/5/2007	252978	4377546	1016	8.20	223.00	43.30	1.00	1.80	0.90	0.00	43.30	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	112.00	0.00	112.00			
107	ARHP64	18/6/2008	252978	4377546	1016	8.10	242.00	48.30	3.50	1.50	0.20	0.00	165.30	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	135.00	0.00	135.00			

ΚΑΡΤΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΩΛΟΝΟΥ-ΠΙΝΔΟΥ (0413)

Α/Α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΠΟΣΗΜΕΙΟΥ	ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	X	Y	Z	ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ		ΚΑΤΙΟΝΤΑ (mg/l)				ΑΝΙΟΝΤΑ (mg/l)				ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΡΟΑΝΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ (mg/l)			ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (mg/l)		
						Ph	Αγωγιμότητα (μS/cm)	Ca	Mg	Na	K	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃	NO ₂	NH ₄	Περιοδική	Μόνιμη	Ολική
108	ARHP68	19/3/2004	249736	4374156	1191	8.10	266.00	49.00	5.20	1.60	0.40	0.00	173.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	142.00	2.00	144.00
109	ARHP68	8/4/2005	249736	4374156	1191	8.10	284.00	47.00	0.80	1.80	0.80	0.00	181.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	148.00	1.00	149.00
110	ARHP68	19/1/2006	249736	4374156	1191	8.30	366.00	55.00	6.60	1.80	0.40	3.00	196.80	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	164.00	0.00	164.00
111	ARHP68	17/5/2007	249736	4374156	1191	8.30	205.00	32.30	4.70	1.20	1.60	3.00	125.10	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	100.00	0.00	100.00
112	ARHP68	13/6/2008	249736	4374156	1191	8.20	218.00	34.30	9.70	1.30	0.40	0.00	153.70	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	125.00	0.00	125.00
113	ARHP69	19/3/2004	250437	4373260	920	8.20	234.00	39.00	6.70	3.70	0.40	0.00	156.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	125.00	0.00	125.00
114	ARHP69	8/4/2005	250437	4373260	920	8.30	195.00	34.00	4.70	1.10	0.10	3.00	121.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	103.00	1.00	104.00
115	ARHP69	19/4/2006	250437	4373260	920	8.10	208.00	34.70	6.10	1.40	0.40	0.00	135.80	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	111.00	0.00	111.00
116	ARHP69	16/5/2007	250437	4373260	920	8.20	213.00	34.90	4.80	1.70	1.20	0.00	138.80	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	107.00	0.00	107.00
117	ARHP91	18/1/2006	252120	4371656	1300	8.50	191.00	28.50	6.10	1.40	0.40	4.40	110.30	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	96.00	0.00	96.00
118	ARHP91	13/6/2008	252120	4371656	1300	8.20	192.00	31.60	7.40	1.70	0.40	0.00	134.20	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	109.00	0.00	109.00
119	ARHP92	21/5/1998	252323	4371113	1200	7.40	191.00	1.70	0.50	0.10	0.10	0.00	6.10	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26			0.00
120	ARHP92	16/5/2007	252323	4371113	1200	8.40	147.00	29.40	0.50	1.40	2.20	3.00	88.40	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	73.00	0.00	73.00
121	ARHP92	13/6/2008	252323	4371113	1200	8.00	125.00	24.70	3.60	0.80	0.20	0.00	94.40	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	76.00	0.00	76.00
122	ARHP93	8/4/2005	252336	4371393	163	8.30	197.00	44.00	0.50	1.10	0.80	3.00	129.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	109.00	3.00	112.00
123	ARHP93	18/1/2006	252336	4371393	163	8.20	194.00	34.60	2.70	1.40	0.40	3.00	121.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	97.00	0.00	97.00
124	ARHP93	16/5/2007	252336	4371393	163	8.40	132.00	24.90	0.50	1.80	3.90	0.00	81.70	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	66.00	0.00	66.00
125	ARHP93	13/6/2008	252336	4371393	163	7.80	173.00	32.40	4.70	1.50	0.40	0.00	122.10	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	100.00	0.00	100.00
126	ARHP94	9/6/2003	251698	4371046	1000	8.20	239.00	40.00	4.00	2.80	0.40	0.00	142.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26			0.00
127	ARHP94	16/5/2007	251698	4371046	1000	8.20	215.00	35.70	4.30	2.80	1.20	0.00	140.70	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	107.00	0.00	107.00
128	ARHP94	13/6/2008	251698	4371046	1000	8.20	235.00	40.70	7.10	2.70	0.50	3.00	160.20	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	131.00	0.00	131.00
129	ARHP95	8/4/2005	250695	4370785	715	8.50	206.00	36.00	4.60	1.40	0.80	3.50	125.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	108.00	1.00	109.00
130	ARHP95	18/8/2005	250695	4370785	715	8.10	254.00	42.00	5.60	2.30	0.60	0.00	158.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	128.00	0.00	128.00
131	ARHP97	19/3/2004	250832	4367928	915	7.80	255.00	47.70	2.30	2.30	0.40	0.00	160.20	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	129.00	0.00	129.00
132	ARHP97	16/2/2008	250832	4367928	915	8.00	272.00	52.00	3.30	1.80	0.40	0.00	172.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	141.00	2.00	143.00
133	ARHP97	18/1/2006	250832	4367928	915	8.10	244.00	44.70	3.10	2.70	0.40	0.00	155.70	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	124.00	0.00	124.00
134	ARHP97	12/6/2008	250832	4367928	915	8.00	245.00	44.80	5.50	2.70	0.50	0.00	169.30	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	134.00	0.00	134.00
135	ARHP99	8/4/2005	249348	4364803	738	8.10	260.00	50.00	2.00	2.30	0.80	0.00	162.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	133.00	0.00	133.00
136	ARHP99	18/1/2006	249348	4364803	738	7.90	318.00	54.00	4.40	8.00	0.40	0.00	197.90	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	153.00	0.00	153.00
137	ARHP99	12/6/2008	249348	4364803	738	7.80	282.00	51.70	5.60	4.40	0.50	0.00	187.40	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	152.00	0.00	152.00
138	ARHR10	8/3/2005	249135	4402970	795	8.30	210.00	38.00	2.80	2.10	0.40	3.00	131.20	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	106.00	0.00	106.00
139	ARHR10	22/3/2006	249135	4402970	795	8.20	197.00	36.00	2.70	2.10	0.50	3.00	122.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	101.00	0.00	101.00
140	ARHR9	21/5/2004	254645	4400752	1392	8.20	184.00	33.70	3.20	1.40	0.40	0.00	115.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	94.00	0.00	94.00
141	ARHR9	8/9/2005	254645	4400752	1392	8.00	221.00	36.00	5.20	3.40	0.50	0.00	149.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	111.00	0.00	111.00
142	ARHR9	21/3/2006	254645	4400752	1392	8.30	202.00	36.20	4.00	1.60	0.50	3.00	135.60	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	107.00	0.00	107.00

ΚΑΡΤΙΚΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΩΔΟΝΟΥ-ΠΙΝΑΚΟΥ (0413)

Α/Α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΑΡΟΣΗΜΕΙΟΥ	ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΔΕΠ/ΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	X	Y	Z	ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ		ΚΑΤΙΟΝΤΑ (mg/l)				ΑΝΙΟΝΤΑ (mg/l)				ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΡΟΑΝΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ (mg/l)				ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (mg/l)		
						Ph	Αγωγιμότητα (μS/cm)	Ca	Mg	Na	K	CO3	HCO3	Cl	SO4	NO3	NO2	NH4	Παροδική	Μόνιμη	Ολική	
143	ARHP61	18/5/2004	254025	4375374	1200	8.10	182.00	27.70	6.10	1.90	0.80	0.00	110.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	90.00	4.00	94.00	
144	ARHP61	7/4/2005	254025	4375374	1200	8.10	186.00	28.00	7.40	1.10	0.40	0.00	119.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	98.00	3.00	101.00	
145	ARHP61	21/2/2006	254025	4375374	1200	8.10	272.00	42.50	7.10	5.50	0.80	0.00	165.00	5.00	12.00	5.00	0.05	0.26	135.00	0.00	135.00	
146	ARHP61	21/11/2006	254025	4375374	1200	7.70	181.00	27.70	6.00	1.60	0.50	0.00	117.10	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	94.00	0.00	94.00	
147	ARHP61	18/5/2007	254025	4375374	1200	8.70	182.00	32.10	4.00	1.40	0.80	7.30	110.70	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	97.00	0.00	97.00	
148	ARHP61	18/6/2008	254025	4375374	1200	7.80	180.00	27.90	9.40	0.90	0.20	0.00	132.30	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	108.00	0.00	108.00	
149	ARHP60	18/6/2008	254099	4376951	1170	8.00	222.00	40.20	7.00	1.40	0.20	0.00	155.50	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	127.00	2.00	129.00	
150	ARHP69	17/6/2008	250437	4373260	920	8.20	249.00	40.60	10.70	1.40	0.20	0.00	172.10	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	141.00	4.00	145.00	
151	ARHP91	18/8/2005	252120	4371656	1300	8.30	196.00	31.00	6.50	1.80	0.50	3.00	123.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	104.00	0.00	104.00	

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ (0511)

Α/Α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΔΡΟΣΗΜΕΙΟΥ	ΗΜΕΡΝΙΑ ΛΕΗΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	X	Y	Z	ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ				ΚΑΤΙΟΝΤΑ (mg/l)				ΑΝΙΟΝΤΑ (mg/l)				ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΙΘΑΝΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ (mg/l)			ΣΚΑΛΗΡΟΤΗΤΑ (mg/l)	
						Ph	Αγωγιμότητα (μS/cm)	Ca	Mg	Na	K	CO3	HCO3	Cl	SO4	NO3	NO2	NH4	Προβλεπτή	Μέγιστη	Ολική	
1	ARRP12	24/5/2005	236984	4402339	665	8.00	361.00	65.00	6.30	4.40	0.70	0.00	227.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	186.00	2.00	188.00	
2	ARRP12	27/6/2008	236984	4402339	665	8.00	306.00	52.80	10.90	8.00	2.30	0.00	220.90	5.10	10.00	5.00	0.05	0.26	176.00	0.00	176.00	
3	ARRP13	24/5/2005	235316	4403249	715	8.00	326.00	56.00	6.60	4.10	0.50	0.00	210.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	167.00	0.00	167.00	
4	ARRP13	11/5/2006	235316	4403249	715	7.90	328.00	56.80	6.00	3.80	0.50	0.00	212.50	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	166.00	0.00	166.00	
5	ARRP13	27/6/2008	235316	4403249	715	8.10	346.00	61.30	9.30	4.10	0.30	0.00	235.70	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	191.00	0.00	191.00	
6	ARRP14	11/5/2006	231488	4406318	798	8.10	304.00	55.90	4.50	3.30	0.50	0.00	192.40	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	158.00	0.00	158.00	
7	ARRP15	24/5/2005	228965	4408148	895	8.20	304.00	54.00	5.30	2.90	0.80	0.00	192.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	157.00	0.00	157.00	
8	ARRP15	11/5/2006	228965	4408148	895	8.10	293.00	51.80	5.20	2.80	0.80	0.00	192.10	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	151.00	0.00	151.00	
9	ARRP15	27/6/2008	228965	4408148	895	8.20	283.00	51.10	7.60	2.40	0.40	0.00	196.70	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	159.00	0.00	159.00	
10	ARRP16	24/5/2005	227893	4409168	720	8.00	356.00	72.00	2.50	1.60	0.40	0.00	230.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	188.00	1.00	189.00	
11	ARRP16	11/5/2006	227893	4409168	720	8.00	330.00	63.80	2.70	1.60	0.50	0.00	212.90	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	170.00	0.00	170.00	
12	ARRP16	27/6/2008	227893	4409168	720	8.00	208.00	41.60	3.90	1.50	0.20	0.00	144.30	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	118.00	2.00	120.00	
13	ARRP292	24/5/2005	221457	4413086	987	8.00	291.00	57.00	1.20	2.40	0.50	0.00	177.00	6.40	10.00	5.00	0.05	0.26	145.00	2.00	147.00	
14	ARRP292	11/5/2006	221457	4413086	987	8.00	291.00	55.30	1.90	2.50	0.50	0.00	169.60	7.30	10.00	5.00	0.05	0.26	139.00	7.00	146.00	
15	ARRP292	27/6/2008	221457	4413086	987	8.10	294.00	57.40	4.70	2.50	0.20	0.00	189.30	7.40	10.00	5.00	0.05	0.26	155.00	7.00	162.00	
16	ARRP316	11/10/2006	238108	4398519	990	8.00	182.00	35.00	1.70	1.60	0.60	0.00	117.10	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	94.00	0.00	94.00	
17	ARRP55	14/10/2005	240262	4384670	484	7.70	302.00	62.00	2.40	15.20	0.50	0.00	184.00	33.70	10.00	5.00	0.05	0.26	151.00	14.00	165.00	
18	ARRP55	20/11/2006	240262	4384670	484	7.40	277.00	53.50	1.90	1.60	0.50	0.00	172.30	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	141.00	0.00	141.00	
19	ARRP58	21/4/2004	242451	4375923	314.7	7.80	420.00	81.20	3.80	3.70	1.30	0.00	261.00	9.60	10.00	5.00	0.05	0.26	214.00	4.00	218.00	
20	ARRP58	26/5/2004	242451	4375923	314.7	8.20	407.00	80.20	3.40	3.40	0.80	0.00	249.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	208.00	6.00	214.00	
21	ARRP58	15/3/2005	242451	4375923	314.7	7.90	435.00	86.00	3.80	3.70	0.60	0.00	275.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	225.00	5.00	230.00	
22	ARRP58	31/2/2006	242451	4375923	314.7	8.30	275.00	49.80	4.80	3.20	0.80	0.00	160.00	5.00	11.00	5.00	0.05	0.26	136.00	8.00	144.00	
23	ARRP59	15/3/2005	238937	4372209	600	7.80	540.00	102.00	3.00	6.40	1.40	0.00	296.00	8.90	10.00	27.00	0.07	0.26	243.00	24.00	267.00	
24	ARRP84	22/3/2004	243430	4369954	316	7.80	220.00	37.20	2.60	4.40	0.90	0.00	134.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	104.00	0.00	104.00	
25	ARRP84	12/8/2005	243430	4369954	316	8.10	245.00	38.00	2.80	4.60	0.70	0.00	138.00	5.30	10.00	5.00	0.05	0.26	106.00	0.00	106.00	
26	ARRP84	13/1/2006	243430	4369954	316	8.00	224.00	38.40	2.60	3.90	0.80	0.00	129.80	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	106.00	0.00	106.00	
27	ARRP84	17/1/2007	243430	4369954	316	8.10	228.00	37.00	3.20	4.60	0.90	0.00	131.70	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	105.00	0.00	105.00	
28	ARRP84	13/6/2008	243430	4369954	316	8.10	235.00	41.00	6.00	4.00	0.40	0.00	155.50	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	127.00	0.00	127.00	
29	ARRP85	22/3/2004	243666	4370360	354	7.90	238.00	41.50	2.60	4.40	0.90	0.00	141.00	6.40	10.00	5.00	0.05	0.26	114.00	0.00	114.00	
30	ARRP85	17/2/2005	243666	4370360	354	8.10	215.00	36.00	3.80	2.80	0.80	0.00	136.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	105.00	0.00	105.00	
31	ARRP85	13/1/2006	243666	4370360	354	8.20	213.00	36.90	3.60	3.20	0.40	0.00	130.90	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	107.00	0.00	107.00	
32	ARRP85	17/1/2007	243666	4370360	354	8.60	223.00	35.80	0.50	3.20	1.60	5.70	115.20	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	91.00	0.00	91.00	
33	ARRP85	13/6/2008	243666	4370360	354	8.10	238.00	41.50	4.50	3.20	0.50	0.00	147.20	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	121.00	1.00	122.00	
34	ARRP12	7/4/2006	236984	4402339	665	8.10	309.00	55.40	4.70	3.20	2.30	0.00	207.40	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	158.00	0.00	158.00	
35	ARRP14	27/6/2008	231488	4406318	798	8.20	323.00	60.00	76.00	3.20	1.40	0.00	220.50	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	181.00	0.00	181.00	
36	ARRP55	21/5/2007	240262	4384670	484	8.00	292.00	56.90	0.50	3.20	1.40	0.00	180.70	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	142.00	0.00	142.00	
37	ARRP55	20/5/2004	240262	4384670	484	8.10	434.00	68.70	15.10	3.20	0.90	0.00	281.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	230.00	3.00	233.00	

ΚΑΡΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΟΥΡΟΥ (0515a)

Α/Α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΔΡΟΣΗΜΕΙΟΥ	ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	X	Y	Z	ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ				ΚΑΤΙΟΝΤΑ (mg/l)				ΑΝΙΟΝΤΑ (mg/l)				ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΡΩΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ (mg/l)				ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (mg/l)		
						Ph	Αγωγιμότητα (μS/cm)	Ca	Mg	Na	K	CO3	HCO3	Cl	SO4	NO3	NO2	NH4	Ποροβική	Μόνιμη	Ολική			
1	ARHG419	21/2/2006	241261	4357036	724	8.20	448.00	67.80	14.60	8.70	1.20	0.00	277.60	5.00	11.00	5.00	0.05	0.26	228.00	1.00	229.00			
2	ARHG318	17/1/2006				7.00	304.00	55.00	3.90	3.10	0.40	0.00	190.60	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	153.00	1.00	153.00			
3	ARHG318	17/6/2008				7.90	313.00	56.70	7.10	3.40	0.40	0.00	207.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	170.00	1.00	171.00			
4	ARHG86	22/3/2004	242244	4366940	527	7.90	239.00	44.00	3.50	1.60	0.40	0.00	151.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	124.00	0.00	124.00			
5	ARHG86	17/2/2005	242244	4366940	527	8.00	250.00	45.00	3.30	1.80	0.80	0.00	155.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	126.00	0.00	126.00			
6	ARHG86	13/1/2006	242244	4366940	527	8.00	220.00	39.60	3.20	1.80	0.40	0.00	143.20	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	112.00	0.00	112.00			
7	ARHG86	17/1/2007	242244	4366940	527	8.20	234.00	42.00	2.40	1.40	0.60	0.00	142.90	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	115.00	0.00	115.00			
8	ARHP89	22/3/2004	243485	4365377	392	8.00	186.00	36.30	0.80	2.80	1.20	0.00	116.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	94.00	0.00	94.00			
9	ARHP89	17/2/2005	243485	4365377	392	8.00	188.00	34.00	0.80	2.30	1.60	0.00	107.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	88.00	0.00	88.00			
10	ARHP89	13/1/2006	243485	4365377	392	8.00	171.00	30.30	1.60	1.90	0.40	0.00	98.30	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	81.00	2.00	83.00			
11	ARHP89	17/1/2007	243485	4365377	392	8.60	165.00	28.60	0.50	3.70	1.60	4.30	93.50	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	73.00	0.00	73.00			
12	ARHP90	22/3/2004	241965	4358911	633	8.10	195.00	35.40	0.80	2.10	0.40	0.00	102.00	7.10	10.00	5.00	0.05	0.26	84.00	8.00	92.00			
13	ARHP90	17/2/2005	241965	4358911	633	8.00	225.00	43.00	2.00	2.10	0.40	0.00	147.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	115.00	0.00	115.00			
14	ARHP90	13/1/2006	241965	4358911	633	8.50	185.00	35.40	0.90	1.80	0.40	3.30	111.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	92.00	0.00	92.00			
15	ARHP90	17/1/2007	241965	4358911	633	8.30	190.00	36.30	0.50	2.30	0.40	3.00	112.30	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	93.00	0.00	93.00			
16	ARHP90	13/6/2008	241965	4358911	633	8.10	201.00	40.00	3.40	2.10	0.20	0.00	140.10	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	114.00	0.00	114.00			
17	ARHG221	19/3/2004	240116	4355432	222	7.90	380.00	56.20	12.10	7.60	1.20	0.00	223.30	10.60	14.00	5.00	0.05	0.26	183.00	7.00	190.00			
18	ARHG221	9/2/2005	240116	4355432	222	7.90	383.00	55.00	12.10	7.80	0.60	0.00	225.00	5.00	19.00	5.00	0.05	0.26	184.00	2.00	186.00			
19	ARHG221	24/2/2006	240116	4355432	222	8.10	376.00	55.30	13.30	7.60	2.00	0.00	225.90	5.00	16.00	5.00	0.05	0.26	185.00	8.00	193.00			
20	ARHG221	23/2/2007	240116	4355432	222	8.10	383.00	53.90	13.00	7.80	1.80	0.00	225.60	5.00	17.00	5.00	0.05	0.26	185.00	3.00	188.00			
21	ARHG221	7/9/2007	240116	4355432	222	8.00	378.00	55.80	12.30	9.20	1.20	0.00	227.90	5.00	12.00	5.00	0.05	0.26	187.00	3.00	190.00			
22	ARHG221	23/5/2005	240116	4355432	222	8.00	381.00	56.20	13.00	8.00	1.60	0.00	233.90	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	192.00	2.00	194.00			
23	ARHG246	20/5/2005	241218	4360590	1067	7.80	481.00	69.00	15.20	12.60	2.30	0.00	286.00	9.90	17.00	5.00	0.05	0.26	234.00	0.00	234.00			
24	ARHG246	15/7/2005	241218	4360590	1067	8.00	459.00	65.00	13.00	10.30	2.00	0.00	263.00	8.20	15.00	5.00	0.05	0.26	216.00	0.00	216.00			
25	ARG34	19/3/2004	239912	4349156	471	7.80	510.00	69.50	14.30	14.70	1.20	0.00	279.00	9.60	16.00	5.00	0.05	0.26	220.00	0.00	220.00			
26	ARG34	18/3/2005	239912	4349156	471	7.90	504.00	72.00	16.70	15.20	0.60	0.00	300.00	12.40	23.00	5.00	0.05	0.26	230.00	0.00	230.00			
27	ARG34	22/2/2006	239912	4349156	471	8.10	554.00	82.70	18.60	15.90	1.20	0.00	341.20	9.70	28.00	5.00	0.05	0.26	250.00	0.00	250.00			
28	ARHG419	23/2/2007	241261	4357036	724	8.20	118.00	22.40	0.80	1.80	0.60	0.00	79.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	59.00	0.00	59.00			
29	ARHP86	17/6/2008	242244	4366940	527	8.20	234.00	40.10	9.40	1.30	0.20	0.00	164.10	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	135.00	4.00	139.00			
30	ARG30	18/3/2004	240648	4344514	268	7.80	695.00	60.40	9.20	80.50	2.40	0.00	395.00	10.60	30.00	5.00	0.05	0.26	300.00	0.00	300.00			
31	ARG30	18/3/2005	240648	4344514	268	7.80	622.00	77.00	11.60	50.60	0.60	0.00	375.00	8.90	32.00	5.00	0.05	0.26	280.00	0.00	280.00			
32	ARG30	22/2/2006	240648	4344514	268	7.80	590.00	81.80	11.50	38.20	1.20	0.00	352.00	9.80	36.00	5.00	0.05	0.26	260.00	0.00	260.00			
33	ARG36	19/3/2004	240692	4342636	201	7.40	779.00	102.30	14.50	52.90	1.60	0.00	322.00	14.20	145.00	5.00	0.05	0.26	240.00	0.00	240.00			
34	ARG36	18/3/2005	240692	4342636	201	7.50	725.00	100.00	14.40	41.40	0.60	0.00	316.00	14.20	105.00	12.00	0.05	0.26	230.00	0.00	230.00			

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΤΑΣ (0515c)

Α/Α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΔΡΟΣΗΜΕΙΟΥ	ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	X	Y	Z	ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ		ΚΑΤΙΟΝΤΑ (mg/l)				ΑΝΙΟΝΤΑ (mg/l)				ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΙΘΑΝΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ (mg/l)			ΣΚΑΛΗΡΟΤΗΤΑ (mg/l)		
						Ph	Αγωγιμότητα (μS/cm)	Ca	Mg	Na	K	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃	NO ₂	NH ₄	Παροδική	Μόνιμη	Ολική
1	535	24/3/2004	242550	4332108	7.8	7.80	1.03	98.00	14.90	91.00	3.50	0.00	231.00	154.20	96.00	8.00	0.05	0.26	189.00	116.00	305.00
2	535	17/1/2005	242550	4332108	7.8	8.00	967.00	103.00	14.80	75.90	3.10	0.00	227.00	141.80	95.00	7.00	0.05	0.26	186.00	132.00	318.00
3	535	19/12/2005	242550	4332108	7.8	7.00	943.00	93.50	15.90	78.20	2.70	0.00	244.10	123.60	92.30	6.00	0.05	0.26	200.00	99.00	299.00
4	535	9/2/2006	242550	4332108	7.8	7.90	1.21	102.00	16.40	126.40	3.10	0.00	222.40	210.80	120.00	7.00	0.05	0.26	182.00	140.00	322.00
5	535	22/1/2007	242550	4332108	7.8	8.00	947.00	83.40	14.90	87.40	3.10	0.00	193.50	135.00	118.00	5.00	0.05	0.26	159.00	111.00	270.00
6	535	14/7/2008	242550	4332108	7.8	8.00	887.00	90.20	18.40	76.80	2.70	0.00	229.50	117.00	105.00	5.00	0.05	0.26	188.00	113.00	301.00
7	AP19	24/3/2004	244048	4330712	3	7.20	1.56	163.30	17.60	120.50	46.90	0.00	466.00	265.90	36.00	11.00	0.05	0.26	382.00	98.00	480.00
8	AP19	9/2/2005	244048	4330712	3	7.40	1.73	172.00	19.70	154.00	4.70	0.00	477.00	310.50	39.00	5.00	0.05	0.26	391.00	119.00	510.00
9	AP19	9/2/2006	244048	4330712	3	7.70	1.36	123.70	16.60	137.90	4.30	0.00	359.70	246.10	39.00	13.00	0.05	0.26	295.00	82.00	377.00
10	AP19	6/9/2007	244048	4330712	3	7.50	1.35	109.40	18.40	140.20	3.90	0.00	263.40	248.20	102.00	5.00	0.05	0.26	216.00	133.00	349.00
11	AP19	16/5/2008	244048	4330712	3	7.60	1.16	115.50	17.60	101.10	4.30	0.00	293.40	196.10	80.00	5.00	0.05	0.26	240.00	120.00	360.00

ΚΟΚΚΟΛΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΤΑΣ (0516)

Α/Α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΔΡΟΣΗΜΕΙΟΥ	ΗΜΕΡΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	X	Y	Z	ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ		ΚΑΤΙΟΝΤΑ (mg/l)				ΑΝΙΟΝΤΑ (mg/l)				ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΡΩΤΑΝΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ (mg/l)			ΣΚΑΒΡΟΤΗΤΑ (mg/l)		
						Pb	Αγωγιμότητα (μS/cm)	Ca	Mg	Na	K	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃	NO ₂	NH ₄	Περιοδική	Μόνιμη	Ολική
1	05Γ2Α	15/4/2004	233022	4334660	7	7.70	617.00	98.50	16.60	12.00	1.20	0.00	211.00	12.40	145.00	5.00	0.05	0.26	173.00	141.00	314.00
2	05Γ2Α	27/2/2006	233022	4334660	7	8.40	883.00	32.40	45.30	86.40	3.50	4.60	216.70	54.50	200.00	5.00	0.05	0.26	185.00	82.00	267.00
3	05Γ2Α	26/1/2005	233022	4334660	7	7.80	370.00	53.00	8.70	10.60	4.70	0.00	229.00	5.30	10.00	5.00	0.05	0.26	168.00	0.00	168.00
4	05Γ2Α	9/3/2007	233022	4334660	7	7.50	468.00	70.40	12.10	11.50	5.10	0.00	244.30	7.60	44.00	5.00	0.05	0.26	200.00	25.00	225.00
5	05Γ2Α	7/9/2007	233022	4334660	7	7.50	602.00	91.00	12.80	12.90	1.80	0.00	203.40	12.40	125.00	5.00	0.05	0.26	167.00	113.00	280.00
6	05Γ2Α	6/6/2008	233022	4334660	7	7.70	609.00	95.50	15.50	13.30	1.60	0.00	240.10	12.90	122.00	5.00	0.05	0.26	197.00	105.00	302.00
7	532	26/1/2005	231522	433989	4	7.60	734.00	112.00	25.90	14.30	1.30	0.00	305.00	11.70	134.00	16.00	0.05	0.26	250.00	136.00	386.00
8	538	26/1/2005	236447	4339135	23	7.80	576.00	95.00	13.00	12.40	1.20	0.00	244.00	12.80	97.00	5.00	0.05	0.26	200.00	91.00	291.00
9	538	16/3/2007	236447	4339135	23	8.00	514.00	81.60	13.70	11.50	1.30	0.00	206.80	14.90	98.00	5.00	0.05	0.26	169.00	90.00	259.00
10	538	7/9/2007	236447	4339135	23	7.80	572.00	91.60	13.80	12.60	1.30	0.00	230.00	15.20	104.00	5.00	0.05	0.26	189.00	97.00	286.00
11	538	6/6/2008	236447	4339135	23	8.00	561.00	91.20	15.70	11.50	1.00	0.00	244.10	14.40	90.00	5.00	0.05	0.26	200.00	92.00	292.00
12	AG13	24/3/2004	238812	4328795	2	7.80	529.00	72.00	17.10	11.50	0.80	0.00	203.00	11.30	93.00	5.00	0.05	0.26	166.00	83.00	249.00
13	AG13	7/2/2005	238812	4328795	2	7.90	528.00	70.00	17.90	12.90	1.20	0.00	211.00	12.40	85.00	6.00	0.05	0.26	173.00	75.00	248.00
14	AG13	12/10/2006	238812	4328795	2	7.90	522.00	74.50	16.40	12.90	0.90	0.00	225.50	11.50	80.00	5.00	0.05	0.26	185.00	69.00	254.00
15	AG13	9/3/2007	238812	4328795	2	8.30	513.00	75.90	17.00	12.00	1.10	3.00	211.00	11.20	100.00	5.00	0.05	0.26	176.00	83.00	259.00
16	AG13	7/9/2007	238812	4328795	2	8.10	523.00	74.60	16.60	12.20	1.30	0.00	197.20	10.70	105.00	7.00	0.05	0.26	162.00	93.00	255.00
17	AG13	19/5/2008	238812	4328795	2	8.00	520.00	73.80	18.70	12.40	1.00	0.00	207.90	11.30	92.00	5.00	0.05	0.26	170.00	91.00	261.00
18	AG17	17/2/2005	233127	4330193	4	7.80	634.00	98.50	19.60	13.30	1.60	0.00	241.00	12.40	130.00	9.00	0.05	0.26	197.00	129.00	326.00
19	AG17	27/2/2006	233127	4330193	4	8.10	630.00	91.90	21.50	13.60	0.90	0.00	232.60	11.90	110.00	10.00	0.05	0.26	207.00	111.00	318.00
20	AG17	9/3/2007	233127	4330193	4	8.10	620.00	91.50	21.20	14.30	2.50	0.00	256.90	11.20	120.00	5.00	0.05	0.26	211.00	105.00	316.00
21	AG17	7/9/2007	233127	4330193	4	7.80	633.00	93.10	21.20	13.80	1.30	0.00	233.40	11.70	115.00	7.00	0.05	0.26	208.00	112.00	320.00
22	AG17	23/5/2008	233127	4330193	4	7.80	631.00	92.50	22.20	13.80	1.00	0.00	264.50	11.90	107.00	8.00	0.05	0.26	217.00	105.00	322.00
23	AG18	24/3/2004	234568	4328755	2	7.70	610.00	89.50	24.20	12.90	0.80	0.00	221.00	16.00	142.00	5.00	0.05	0.26	181.00	142.00	323.00
24	AG18	17/2/2005	234568	4328755	2	7.90	625.00	86.00	22.10	13.80	1.20	0.00	227.00	12.40	130.00	5.00	0.05	0.26	186.00	119.00	305.00
25	AG18	27/2/2006	234568	4328755	2	8.00	619.00	86.30	22.40	14.10	0.50	0.00	240.70	11.90	125.00	5.00	0.05	0.26	197.00	110.00	307.00
26	AG18	9/3/2007	234568	4328755	2	8.00	606.00	88.30	22.30	13.80	1.60	0.00	238.10	11.50	135.00	5.00	0.05	0.26	195.00	117.00	312.00
27	AG18	7/9/2007	234568	4328755	2	8.00	617.00	86.70	21.80	14.00	1.30	0.00	232.40	11.30	135.00	5.00	0.05	0.26	190.00	115.00	305.00
28	AG18	23/5/2008	234568	4328755	2	7.80	615.00	84.80	21.00	14.50	1.10	0.00	244.10	11.50	110.00	5.00	0.05	0.26	200.00	98.00	294.00
29	AG20	24/3/2004	235081	4329404	5	7.80	650.00	91.00	23.60	12.00	1.20	0.00	234.00	10.60	135.00	7.00	0.05	0.26	192.00	132.00	328.00
30	AG20	17/2/2005	235081	4329404	5	7.80	618.00	89.00	21.40	12.40	1.20	0.00	248.00	9.60	120.00	7.00	0.05	0.26	203.00	107.00	310.00
31	532	18/5/2004	231522	433989	4	8.00	759.00	112.60	26.20	25.30	1.60	0.00	324.00	16.70	127.00	19.00	0.05	0.26	266.00	123.00	389.00
32	532	27/2/2006	231522	433989	4	7.90	724.00	106.40	25.10	13.80	0.90	0.00	304.60	12.80	120.00	19.00	0.05	0.26	250.00	119.00	369.00
33	532	9/3/2007	231522	433989	4	8.00	699.00	104.80	2.00	13.80	2.00	0.00	297.10	12.70	130.00	12.00	0.05	0.26	243.00	121.00	364.00
34	532	7/9/2007	231522	433989	4	7.70	723.00	109.10	24.50	13.90	1.60	0.00	305.00	12.40	115.00	14.00	0.05	0.26	250.00	123.00	373.00
35	538	27/2/2006	236447	4339135	23	8.20	516.00	71.90	17.90	12.40	0.90	0.00	202.70	11.30	98.00	5.00	0.05	0.26	166.00	87.00	253.00
36	538	28/2/2006	236447	4339135	23	8.00	533.00	81.30	14.70	12.20	1.20	0.00	218.50	12.60	95.00	7.00	0.05	0.26	179.00	84.00	263.00

Α/Α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΑΡΟΣΗΜΕΙΟΥ	ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΔΕΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	Χ	Υ	Ζ	ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ				ΚΑΤΙΟΝΤΑ (mg/l)				ΑΝΙΟΝΤΑ (mg/l)				ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΙΘΑΝΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ (mg/l)			ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (mg/l)		
						Ph	Αγωγιμότητα (μS/cm)	Ca	Mg	Na	K	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃	NO ₂	NH ₄	Παροδική	Μόνιμη	Ολική		
1	ARHP71	20/4/2004	2467650	4367918	730	7.90	440.00	78.20	1.00	20.70	0.40	0.00	285.00	9.60	10.00	5.00	0.05	0.26	199.00	0.00	199.00		
2	ARHP71	8/4/2005	2467650	4367918	730	7.70	448.00	92.00	1.70	2.30	0.80	0.00	282.00	5.70	10.00	5.00	0.05	0.26	231.00	6.00	237.00		
3	ARHP71	18/11/2005	2467650	4367918	730	7.50	437.00	90.10	2.90	2.50	0.40	0.00	278.90	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	229.00	8.00	237.00		
4	ARHP71	13/1/2006	2467650	4367918	730	7.90	457.00	93.30	2.10	2.30	0.40	0.00	292.60	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	240.00	2.00	242.00		
5	ARHP71	17/1/2007	2467650	4367918	730	8.00	435.00	89.10	1.30	2.30	0.60	0.00	276.10	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	226.00	1.00	227.00		
6	ARHP71	11/6/2008	2467650	4367918	730	7.80	381.00	81.00	2.40	2.30	0.20	0.00	240.80	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	206.00	6.00	212.00		
7	ARHP75	20/4/2004	246256	4366271	492	7.80	385.00	75.80	3.10	0.10	0.70	0.00	244.00	10.30	10.00	5.00	0.05	0.26	200.00	2.00	202.00		
8	ARHP75	8/4/2005	246256	4366271	492	7.90	376.00	75.00	3.30	3.70	0.40	0.00	241.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	197.00	3.00	200.00		
9	ARHP75	17/1/2007	246256	4366271	492	8.00	322.00	59.30	3.10	3.20	0.80	0.00	196.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	161.00	0.00	161.00		
10	ARHP75	11/6/2008	246256	4366271	492	8.00	284.00	52.50	5.50	3.70	0.40	0.00	190.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	154.00	0.00	154.00		
11	ARHP77	8/4/2005	245138	4366122	545	8.00	389.00	81.00	2.20	4.80	0.70	0.00	250.00	7.40	10.00	5.00	0.05	0.26	205.00	6.00	211.00		
12	ARHP77	17/1/2007	245138	4366122	545	8.10	400.00	81.60	1.30	2.80	0.50	0.00	248.70	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	204.00	5.00	209.00		
13	ARHP77	11/6/2008	245138	4366122	545	8.20	313.00	64.90	3.90	2.00	0.20	3.00	219.40	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	178.00	0.00	178.00		
14	ARHP79	8/4/2005	244782	4367387	589	8.10	366.00	73.00	3.60	2.30	0.80	0.00	234.00	5.30	10.00	5.00	0.05	0.26	192.00	5.00	197.00		
15	ARHP79	18/11/2005	244782	4367387	589	7.50	454.00	90.00	4.40	2.80	0.40	0.00	290.30	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	238.00	5.00	243.00		
16	ARHP79	17/1/2007	244782	4367387	589	7.80	377.00	72.50	2.90	2.30	0.50	0.00	235.30	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	193.00	0.00	193.00		
17	ARHP79	11/6/2008	244782	4367387	589	7.70	354.00	70.00	5.30	2.40	0.40	0.00	237.10	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	194.00	2.00	196.00		
18	ARHP82	20/4/2004	245153	4368332	685	7.80	355.00	72.00	1.40	2.80	0.40	0.00	227.00	5.70	10.00	5.00	0.05	0.26	185.00	0.00	185.00		
19	ARHP82	8/4/2005	245153	4368332	685	8.00	350.00	72.00	1.90	2.30	0.80	0.00	228.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	187.00	1.00	188.00		
20	ARHP82	22/11/2006	245153	4368332	685	7.20	350.00	74.10	1.90	2.30	0.50	0.00	224.50	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	184.00	9.00	193.00		
21	ARHP82	17/1/2007	245153	4368332	685	8.00	351.00	70.40	0.50	2.80	0.60	0.00	216.80	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	178.00	0.00	178.00		
22	ARHP82	11/6/2008	245153	4368332	685	7.80	312.00	65.40	3.40	2.20	0.20	0.00	211.80	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	174.00	3.00	177.00		

ΡΥΓΜΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΣΟΒΟΥ (0526)

Α/Α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΑΡΟΣΗΜΕΙΟΥ	ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΔΕΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	X	Y	Z	ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ			ΚΑΤΙΟΝΤΑ (mg/l)			ΑΝΙΟΝΤΑ (mg/l)				ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΡΩΤΑΝΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ (mg/l)		ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (mg/l)				
						Ph	Αγωγιμότητα (μS/cm)		Ca	Mg	Na	K	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃	NO ₂	NH ₄	Παροδική	Μόνιμη	Ολική
1	ARHP18	13/9/2005	243794.00	4410682.00	1130.00	7.90	351.00	40.00	14.10	16.60	0.50	0.00	234.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	158.00	0.00	158.00	
2	ARHP18	6/4/2006	243794.00	4410682.00	1130.00	8.00	424.00	54.60	20.30	2.80	0.80	0.00	264.50	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	217.00	3.00	220.00	
3	ARHP18	20/3/2007	243794.00	4410682.00	1130.00	8.10	346.00	51.60	11.40	2.10	1.30	0.00	212.70	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	174.00	2.00	176.00	
4	ARHP18	26/6/2008	243794.00	4410682.00	1130.00	8.10	336.00	50.90	17.80	2.10	0.40	0.00	242.90	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	199.00	1.00	200.00	
5	ARHP19	9/3/2005	243910.00	4412734.00	987.00	8.30	335.00	75.00	3.00	1.60	0.40	0.00	238.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	195.00	4.00	199.00	
6	ARHP19	6/4/2006	243910.00	4412734.00	987.00	8.40	366.00	69.60	3.60	1.60	0.50	0.00	228.60	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	188.00	0.00	188.00	
7	ARHP20	9/3/2005	243431.00	4410367.00	967.00	7.90	412.00	55.00	18.80	3.20	0.40	0.00	255.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	209.00	6.00	215.00	
8	ARHP30	21/5/2004	253758.00	4402237.00	1016.00	8.30	182.00	37.80	0.50	0.90	0.50	0.00	122.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	96.00	0.00	96.00	
9	ARHP30	8/9/2005	253758.00	4402237.00	1016.00	8.10	170.00	34.00	1.50	6.90	0.50	0.00	120.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	91.00	0.00	91.00	
10	ARHP30	21/3/2006	253758.00	4402237.00	1016.00	8.50	156.00	31.40	1.20	0.90	0.80	3.80	100.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	83.00	0.00	83.00	
11	ARHP30	25/6/2008	253758.00	4402237.00	1016.00	8.00	186.00	38.00	3.60	0.80	0.20	0.00	135.70	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	110.00	0.00	110.00	
12	ARHP32	21/5/2004	253669.00	4402141.00	1050.00	8.10	304.00	60.60	1.70	1.60	0.50	0.00	196.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	158.00	0.00	158.00	
13	ARHP32	21/3/2006	253669.00	4402141.00	1050.00	8.20	331.00	64.00	3.90	2.30	0.50	0.00	209.10	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	171.00	4.00	175.00	
14	ARHP33	21/5/2004	250720.00	4403659.00	740.00	8.10	213.00	46.40	0.50	0.90	0.40	0.00	138.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	113.00	3.00	116.00	
15	ARHP33	8/3/2005	250720.00	4403659.00	740.00	8.10	266.00	52.00	1.70	1.40	1.20	0.00	171.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	137.00	0.00	137.00	
16	ARHP33	22/3/2006	250720.00	4403659.00	740.00	8.10	201.00	38.80	2.40	1.60	1.00	0.00	128.90	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	106.00	1.00	107.00	
17	ARHP33	26/9/2006	250720.00	4403659.00	740.00	7.80	296.00	60.10	1.80	2.30	0.80	0.00	185.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	152.00	6.00	158.00	
18	ARHP33	24/6/2008	250720.00	4403659.00	740.00	8.10	258.00	52.50	4.00	1.70	0.30	0.00	185.20	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	147.00	0.00	147.00	
19	ARHP4	9/3/2005	245257.00	4415350.00	1469.00	8.10	190.00	42.00	2.00	0.90	1.40	0.00	136.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	111.00	2.00	113.00	
20	ARHP4	6/4/2006	245257.00	4415350.00	1469.00	8.10	179.00	29.70	1.60	1.80	7.80	0.00	115.50	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	80.00	0.00	80.00	
21	ARHP4	20/3/2007	245257.00	4415350.00	1469.00	7.80	175.00	4.90	18.50	1.00	0.40	0.00	100.20	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	82.00	6.00	88.00	
22	ARHP4	26/3/2008	245257.00	4415350.00	1469.00	8.00	172.00	6.20	21.00	1.10	0.20	0.00	130.60	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	102.00	0.00	102.00	
23	ARHG396	26/9/2006	249078.00	4409905.00	1368.00	8.00	330.00	47.40	15.00	2.30	0.40	0.00	215.70	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	177.00	3.00	180.00	
24	ARHG396	11/7/2008	249078.00	4409905.00	1368.00	8.10	332.00	50.90	17.10	2.10	0.60	0.00	229.20	13.80	10.00	5.00	0.05	0.26	188.00	10.00	198.00	
25	ARHG397	8/6/2005	254274.00	404952.00	871.00	8.10	596.00	76.00	29.50	8.70	1.30	0.00	360.00	19.10	17.00	5.00	0.05	0.26	295.00	16.00	311.00	
26	ARHG397	22/3/2006	254274.00	404952.00	871.00	8.00	716.00	88.70	35.60	10.10	1.10	0.00	401.50	30.70	15.00	5.00	0.05	0.26	329.00	38.00	367.00	
27	ARHP18	9/3/2005	243794.00	4410682.00	1130.00	8.10	358.00	52.00	15.40	1.80	0.40	0.00	233.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	191.00	2.00	193.00	
28	ARHP19	26/6/2008	243910.00	4412734.00	987.00	8.40	335.00	18.00	34.60	1.70	0.20	4.90	225.10	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	187.00	0.00	187.00	
29	ARHP20	12/9/2005	243431.00	4410367.00	967.00	7.90	181.00	30.50	4.00	1.10	0.50	0.00	127.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	104.00	12.00	116.00	
30	ARHP20	6/4/2006	243431.00	4410367.00	967.00	8.40	382.00	45.50	25.50	3.40	1.20	4.70	225.60	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	193.00	0.00	193.00	
31	ARHP20	26/6/2008	243431.00	4410367.00	967.00	8.10	429.00	58.20	22.00	3.40	1.20	0.00	288.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	235.00	0.00	235.00	
32	ARHP20B	9/3/2005	243480.00	4410402.00	969.00	7.80	461.00	68.00	20.00	3.00	1.00	0.00	304.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	249.00	3.00	252.00	
33	ARHP20B	6/4/2006	243480.00	4410402.00	969.00	8.00	463.00	64.10	21.90	2.80	1.20	0.00	303.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	248.00	2.00	250.00	
34	ARHP20B	18/9/2007	243480.00	4410402.00	969.00	7.80	451.00	60.40	20.50	3.00	0.90	0.00	288.60	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	235.00	0.00	235.00	
35	ARHP20B	26/6/2008	243480.00	4410402.00	969.00	7.90	415.00	56.80	23.30	2.80	0.50	0.00	285.10	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	234.00	4.00	238.00	
36	ARHP21	9/3/2005	243655.00	4408933.00	961.00	7.90	443.00	62.00	19.80	2.50	8.60	0.00	287.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	235.00	1.00	236.00	

ΡΩΓΜΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΣΟΒΟΥ (0526)																						
Α/Α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΔΡΟΣΗΜΕΙΟΥ	ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΔΕΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	X	Y	Z	ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ				ΚΑΤΙΟΝΤΑ (mg/l)				ΑΝΙΟΝΤΑ (mg/l)				ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΘΘΑΝΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ (mg/l)		ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (mg/l)		
						Ph	Αγωγιμότητα (μS/cm)	Ca	Mg	Na	K	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃	NO ₂	NH ₄	Παροδική	Μόνιμη	Ολική	
37	ARHP21	13/9/2005	243655.00	4408933.00	961.00	7.70	422.00	18.30	2.30	0.70	0.00	278.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	228.00	10.00	238.00		
38	ARHP21	6/4/2006	243655.00	4408933.00	961.00	8.20	436.00	57.20	20.10	2.30	0.80	0.00	278.70	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	225.00	0.00	225.00	
39	ARHP21	20/3/2007	243655.00	4408933.00	961.00	8.00	394.00	54.30	16.20	3.00	1.30	0.00	257.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	202.00	0.00	202.00	
40	ARHP21	18/9/2007	243655.00	4408933.00	961.00	7.80	426.00	61.80	19.20	2.80	1.30	0.00	275.60	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	226.00	7.00	233.00	
41	ARHP21	26/6/2008	243655.00	4408933.00	961.00	8.10	400.00	58.40	21.70	2.50	0.40	0.00	277.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	227.00	8.00	235.00	
42	ARHP22	10/3/2005	244954.00	4406979.00	974.00	7.70	417.00	64.00	16.70	2.50	0.80	0.00	283.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	228.00	0.00	228.00	
43	ARHP22	21/3/2006	244954.00	4406979.00	974.00	8.00	364.00	48.00	18.10	3.00	0.80	0.00	237.30	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	194.00	0.00	194.00	
44	ARHP22	19/5/2007	244954.00	4406979.00	974.00	8.10	343.00	44.70	16.70	3.00	2.00	0.00	231.90	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	180.00	0.00	180.00	
45	ARHP25	22/5/2007	254030.00	414251.00	1435.00	8.00	144.00	8.40	11.80	1.00	0.60	0.00	88.30	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	69.00	0.00	69.00	
46	ARHP26	21/5/2004	252592.00	4406065.00	807.00	8.20	412.00	53.00	21.20	3.20	0.50	3.00	256.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	213.00	6.00	219.00	
47	ARHP26	21/3/2006	252592.00	4406065.00	807.00	8.30	292.00	41.60	13.60	1.60	0.80	3.00	194.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	160.00	0.00	160.00	
48	ARHP26	19/9/2007	252592.00	4406065.00	807.00	8.20	301.00	43.10	12.80	1.70	0.90	0.00	201.10	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	160.00	0.00	160.00	
49	ARHP26	25/6/2008	252592.00	4406065.00	807.00	8.20	309.00	45.70	15.60	1.60	0.50	3.00	221.50	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	178.00	0.00	178.00	
50	ARHP29	20/5/2004	258863.00	4402414.00	1072.00	8.10	356.00	50.80	15.40	3.00	1.00	0.00	229.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	188.00	3.00	191.00	
51	ARHP29	12/7/2005	258863.00	4402414.00	1072.00	8.20	318.00	40.00	14.10	4.60	0.80	0.00	199.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	158.00	0.00	158.00	
52	ARHP29	21/3/2006	258863.00	4402414.00	1072.00	8.20	269.00	34.70	14.40	2.30	0.50	3.00	180.90	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	146.00	0.00	146.00	
53	ARHP29	12/7/2007	258863.00	4402414.00	1072.00	8.20	289.00	40.70	13.40	2.10	0.70	0.00	184.50	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	151.00	4.00	155.00	
54	ARHP29	25/6/2008	258863.00	4402414.00	1072.00	8.30	289.00	39.40	16.70	2.30	0.50	3.00	202.70	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	167.00	0.00	167.00	
55	ARHP301	8/6/2005	249356.00	4410464.00	1375.00	8.10	338.00	50.00	14.20	1.40	0.40	0.00	218.00	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	179.00	4.00	183.00	
56	ARHP302	8/6/2005	249250.00	4407158.00	922.00	8.00	588.00	85.00	25.70	5.00	1.60	0.00	385.00	5.70	14.00	5.00	0.05	0.26	316.00	2.00	318.00	
57	ARHP303	8/6/2005	248903.00	4407318.00	930.00	7.70	506.00	71.00	25.50	3.70	0.80	0.00	327.00	5.00	12.00	5.00	0.05	0.26	268.00	14.00	282.00	
58	ARHP335	19/9/2007	261854.00	4403985.00	1435.00	8.30	265.00	13.50	26.60	3.70	0.90	3.00	178.40	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	143.00	0.00	143.00	
59	ARHP25	21/3/2006	254030.00	414251.00	1435.00	8.40	166.00	4.70	20.30	2.50	0.50	3.00	117.10	5.00	10.00	5.00	0.05	0.26	925.00	0.00	925.00	