

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ & ΥΠΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

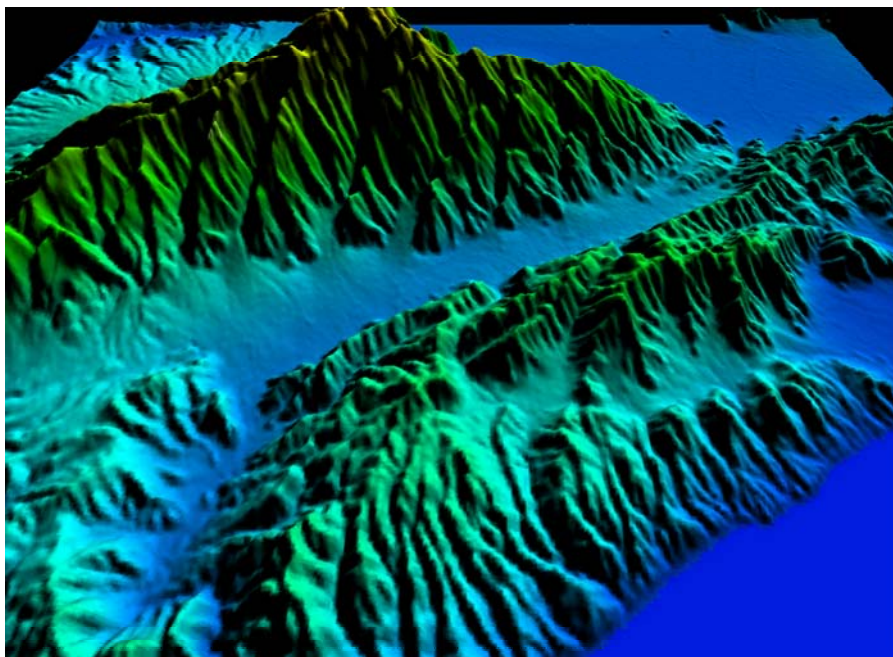
Διπλωματική Εργασία

Του φοιτητή:

Κατिकाρίδη Γεωργίου Α.Ε.Μ. 3713

Τίτλος:

Μελέτη της ποιότητας του νερού του υδροφόρου ορίζοντα της
Πιερίας λεκάνης (Ν.Καβάλας)



Υπεύθυνος καθηγητής:

κ. Σούλιος Γεώργιος

Θεσσαλονίκη 2008



Περιεχόμενα

1.Πρόλογος.....σελ.3
2.Εισαγωγή.....σελ.4
3.Γεωλογικά στοιχεία.....σελ.4
4.Υδρογεωλογικές συνθήκες της περιοχής.....σελ.8
5.Υδροχημικές συνθήκες της περιχής.....σελ.16
6.Συμπεράσματα.....σελ.57
7.Βιβλιογραφία.....σελ.59

1. Πρόλογος.

Στα πλαίσια της διπλωματικής μας εργασίας, που μας ανατέθηκε από τον καθηγητή υδρογεωλογίας κ. Γεώργιο Σούλιο, αναλάβαμε να πραγματοποιήσουμε τις μετρήσεις για την ποιότητα και την παροχή των υδάτων της Πιερίας λεκάνης, στο δήμο Πιερίας, λίγο έξω από τη την Καβάλα καθώς και να αξιολογήσουμε τα αποτελέσματα τους.

Σε διάρκεια σχεδόν ενός χρόνου πήραμε δείγματα ανά τακτά χρονικά διαστήματα και κάναμε υδρογεωλογικές και υδροχημικές μελέτες. Οι χημικές αναλύσεις των δειγμάτων πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο Υδρογεωλογίας και Τεχνικής Γεωλογίας του Τομέα Γεωλογίας του Α.Π.Θ. Ευχαριστώ τον Καθηγητή Υδρογεωλογίας κ. Σούλιο Γεώργιο και τον κ. Κακλή Τριαντάφυλλο για την πολύτιμη βοήθειά τους για την πραγματοποίηση της διπλωματικής εργασίας.

2. Εισαγωγή.

Η λεκάνη που μελετήθηκε βρίσκεται μεταξύ των ορέων Παγγαίου και Συμβόλου και συναντάται στο δήμο Πιερών του νομού Καβάλας. Ο δήμος αυτός περιλαμβάνει οχτώ Δημοτικά Διαμερίσματα που αποτελούνται από δεκατρείς Οικισμούς. Όλη η έκταση του Δήμου είναι ορεινή και ημιορεινή και αποτελείται από τον ορεινό όγκο του Παγγαίου και την Πιερία Κοιλάδα.

Στα όρια του Δήμου περιλαμβάνεται τμήμα του ποταμού Μαρμαρά, που διασχίζει την Πιερία Κοιλάδα κατά μήκος των Νοτίων ορίων του Δήμου. Ο Δήμος είναι μια περιοχή προικισμένη με εξαιρετικό γεωφυσικό, αρχαιολογικό και εμπορικό ενδιαφέρον. Βρίσκεται στη Νότιο-δυτική πλευρά του Παγγαίου όρους, θέση με συνεχή ηλιοφάνεια και ήπιο κλίμα κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Το Νότιο όριο του Δήμου είναι η Πιερία Κοιλάδα που διασχίζεται από τον Μαρμαρά Ποταμό. Ένα σημαντικό και συνεχώς αυξανόμενο ποσοστό των καλλιεργειών της Πιερίας κοιλάδας έχουν μετατραπεί σε αμπελοκαλλιέργειες και δενδροκαλλιέργειες και δίνουν έναν πολύ ενδιαφέροντα χαρακτήρα στην κοιλάδα και τα προϊόντα της.

3. Γεωλογικά στοιχεία.

Η περιοχή όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις ανήκει στην ελληνική ενδοχώρα και πιο συγκεκριμένα στη μάζα της Ροδόπης. Σε αυτή τη μάζα ανήκει η Θράκη, η Ανατολική Μακεδονία με δυτικό όριο τη γραμμή του Στρυμώνα ποταμού, η Θάσος, καθώς και ένα τμήμα της Βουλγαρίας. Ο γεωτεκτονικός χαρακτήρας της μάζας Ρίλας-Ροδόπης, σύμφωνα με τα πιο νέα μοντέλα λιθοσφαιρικών πλακών για την εξέλιξη της Μεσογείου, είναι καθαρά ηπειρωτικός και θεωρείται ότι η προέλευση της μάζας είναι από την πλάκα της Λαυρασίας.

Η όλη μάζα κυριαρχείται από κρυσταλλοσχιστώδη και πυριγενή πετρώματα. Ο Osswald (1938) διαίρεσε το κρυσταλλοσχιστώδες σε τέσσερις σειρές που από τις βαθύτερες προς τις ανώτερες είναι οι εξής:

- Η σειρά E των γνευσίων της βάσης με πάχος περίπου 7 km
- Η σειρά F των μαρμάρων με πάχος 5.5-7 km

- Η σειρά G των μαρμαρυγιακών σχιστολίθων με πάχος 5 km
- Η σειρά H των σχιστολίθων και μαρμάρων με πάχος περίπου 3 km

Στην ευρύτερη περιοχή συναντάμε πυριγενή πετρώματα, όξινα πλουτωνικά και ηφαιστίτες. Οι πλουτωνίτες είναι κυρίως γρανίτες ηλικίας Ηωκαινικής-Ολιγοκαινικής και συναντώνται στο Παγγαίο, στο Παρανέστι, στη Ξάνθη, στο Πανόραμα κ.α. Τα ηφαιστειακά πετρώματα της Ελληνικής Ροδόπης είναι κυρίως ρυόλιθοι, ανδεσίτες, δακίτες και δολερίτες και εμφανίζονται στον Έβρο και στη Ξάνθη.

Νεογενείς σχηματισμοί δεν εμφανίζονται στην Πιερία λεκάνη. Οι σχηματισμοί αυτοί πιθανόν να βρίσκονται κάτω από τα πλειστοκαινικά στρώματα στο νοτιοδυτικό όριο της λεκάνης. Στην περιοχή μας όμως υπάρχουν πλειστοκαινικοί σχηματισμοί υπό μορφή ιζημάτων. Τέλος οι Ολοκαινικές αποθέσεις αντιπροσωπεύονται στη λεκάνη από σχηματισμούς ποταμοχερσαίας φάσεως. Σε αυτούς υπάγονται οι πλευρικοί σχηματισμοί όπως οι κώνοι κορρημάτων και οι κώνοι ποτάμιων αποθέσεων.

Σύμφωνα με τον Kronberg η Βόρεια Ροδόπη χαρακτηρίζεται σαν <<Παλαιομάζα Ροδόπης>> που διαμορφώθηκε στις προαλπικές πτυχώσεις ή και στο Προκάμβριο. Αυτή έπαιξε τον ρόλο των εσωτερικών κρυσταλλικών μαζών γύρω από τις οποίες περιπτυχώθηκαν και συγκολήθηκαν νέες κρυσταλλικές μάζες που διαμορφώθηκαν στις αλπικές πτυχώσεις και συνιστούν τη <<Νέο-μάζα της Ροδόπης>>.

Πιο πρόσφατες έρευνες διαχωρίζουν τη μάζα σε δυο τεκτονικές μονάδες την ανώτερη <<ενότητα του Σιδηρόνερου>> η οποία επιπτεύει την κατώτερη <<ενότητα του Παγγαίου>> από Βορρά προς Νότο κατά μήκος μιας μεγάλου μήκους τεκτονικής γραμμής γενικής διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ.

Διαπιστώθηκαν τρεις φάσεις πτυχώσεων :

- -Η πρώτη φάση προκάλεσε πτυχές ισοκλινείς, συμμεταμορφικές γενικής αξονικής διεύθυνσης Β-Ν και ηλικίας Παλαιοζωικής.
- -Η δεύτερη φάση με πτυχές υποϊσοκλινείς και άξονες διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ συνοδεύεται από μια πολύ εμφανή γράμμωση που προέρχεται από την τομή



της Παλαιοζωικής φύλλωσης των πετρωμάτων με μια δεύτερη σχιστότητα που συνόδευσε αυτή τη δεύτερη φάση πτυχώσεων.

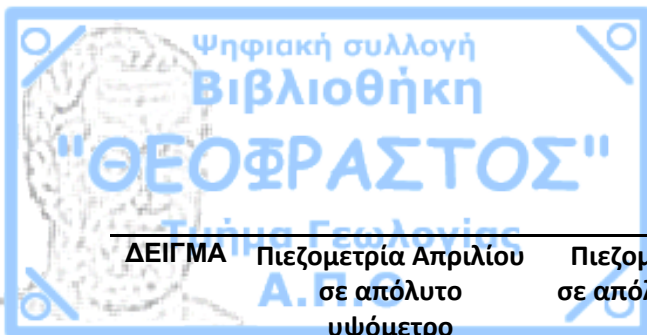
- -Η τρίτη φάση έχει πτυχές ανοιχτές διεύθυνσης αξόνων ΒΔ-ΝΑ που επαναπτυχώνουν τις προγενέστερες πτυχές. Η ηλικία πιστεύεται ότι είναι Τριτογενής, ίσως Ολιγοκαινική.



4. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Πιεζομετρική κατάσταση υδροφορέων

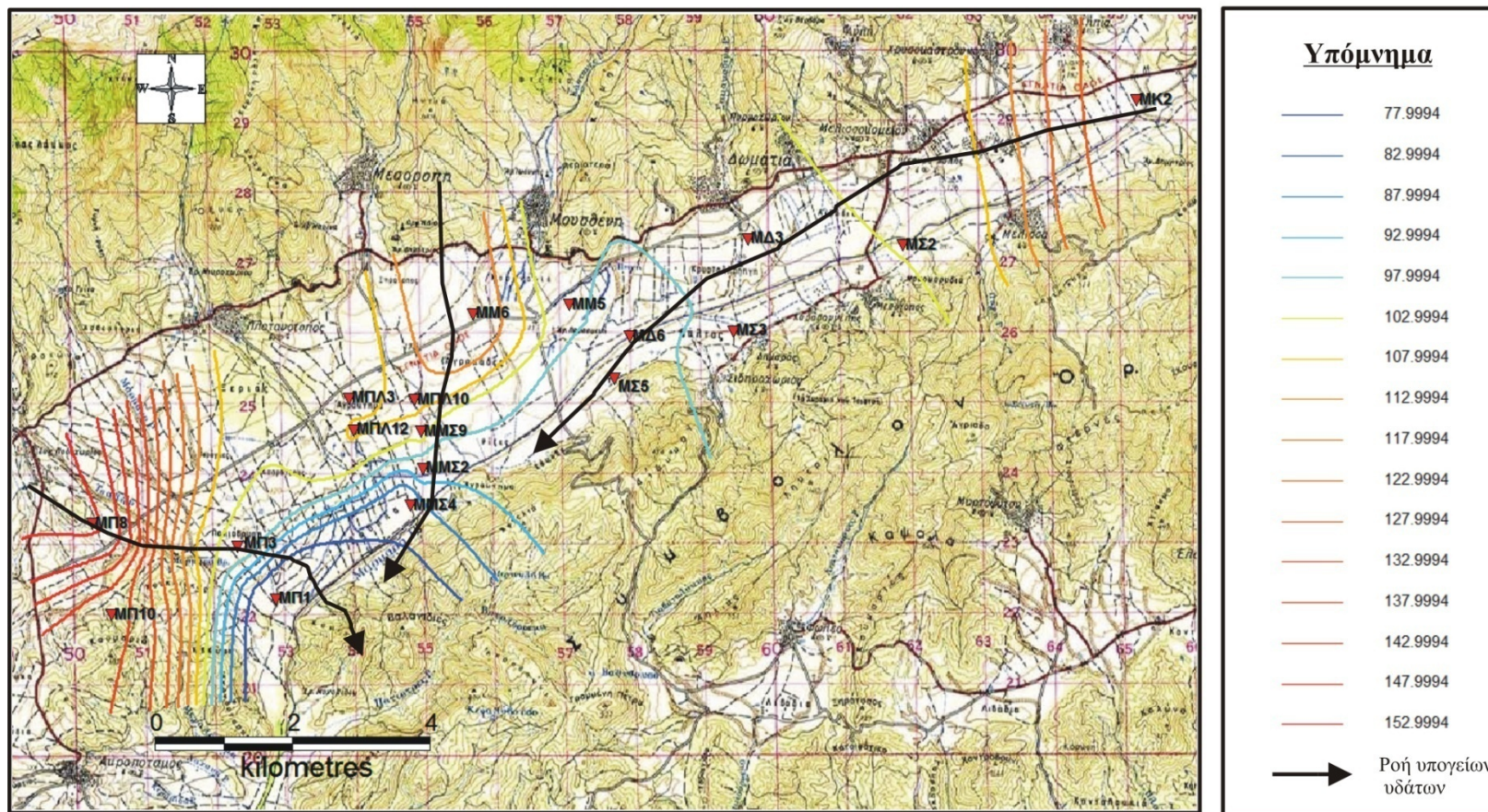
Σ' αυτή την ενότητα θα εξετάσουμε τα πιεζομετρικά χαρακτηριστικά των υδροφορέων της λεκάνης μελέτης, τα οποία είναι η πιεζομετρική στάθμη και η παροχή.



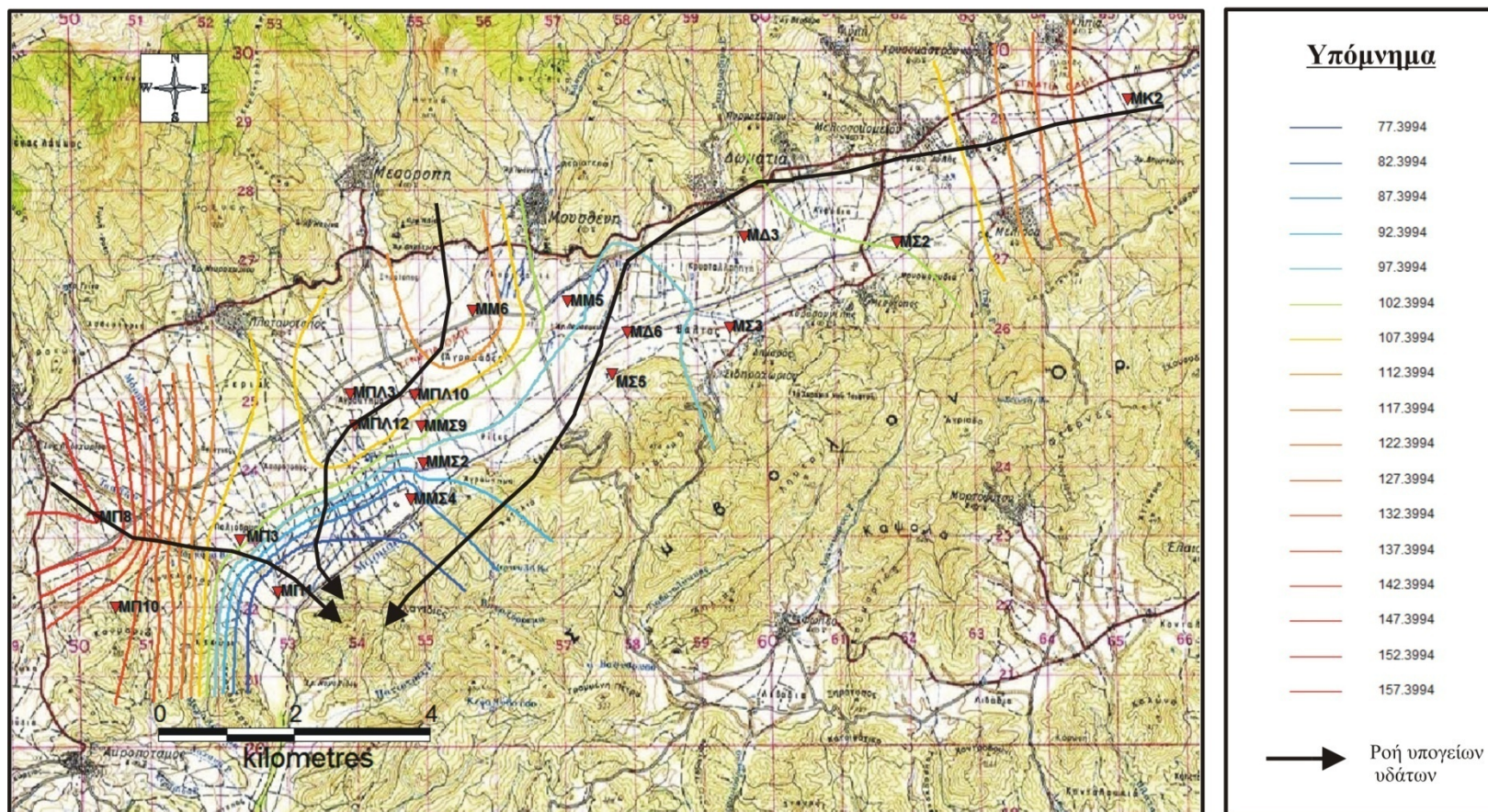
ΔΕΙΓΜΑ	Πιεζομετρία Απριλίου σε απόλυτο υψόμετρο	Πιεζομετρία Ιουνίου σε απόλυτο υψόμετρο	Πιεζομετρία Δεκεμβρίου σε απόλυτο υψόμετρο	Διαφορά πιεζομετρικής στάθμης μεταξύ Ιουνίου - Απριλίου	Διαφορά πιεζομετρικής στάθμης μεταξύ Δεκεμβρίου -Ιουνίου
ΜΚ2	126.1	125.6	125.1	-0.5	-0.5
ΜΣ2	103.1	102.5	102.21	-0.6	-0.29
ΜΣ3	101.4	100.5	100.8	-0.9	0.3
ΜΣ5	94.5	93.5	93.43	-1	-0.07
ΜΔ3	102.2	102.2	101.44	0	-0.76
ΜΔ6	94	93	92.65	-1	-0.35
ΜΜ5	99	98.5	98.16	-0.5	-0.34
ΜΜ6	116.2	115.5	113.52	-0.7	-1.98
ΜΜΣ2	95.5	95.5	94.85	0	-0.65
ΜΜΣ4	84.3	84	84	-0.3	0
ΜΜΣ9	105.2	105.2	104.38	0	-0.82
ΜΠΛ3	105.2	109	106.5	3.8	-2.5
ΜΠΛ10	110.2	110.2	108.89	0	-1.31
ΜΠΛ12	108.4	111.4	109.46	3	-1.94
ΜΠ1	78	77.4	76.36	-0.6	-1.04
ΜΠ3	101.5	103.4	102.2	1.9	-1.2
ΜΠ8	153.5	152.5	151.44	-1	-1.06
ΜΠ10	134.5	134.1	133.9	-0.4	-0.2

Πίνακας 1. Πιεζομετρικών συνθηκών κατά το έτος 2006.

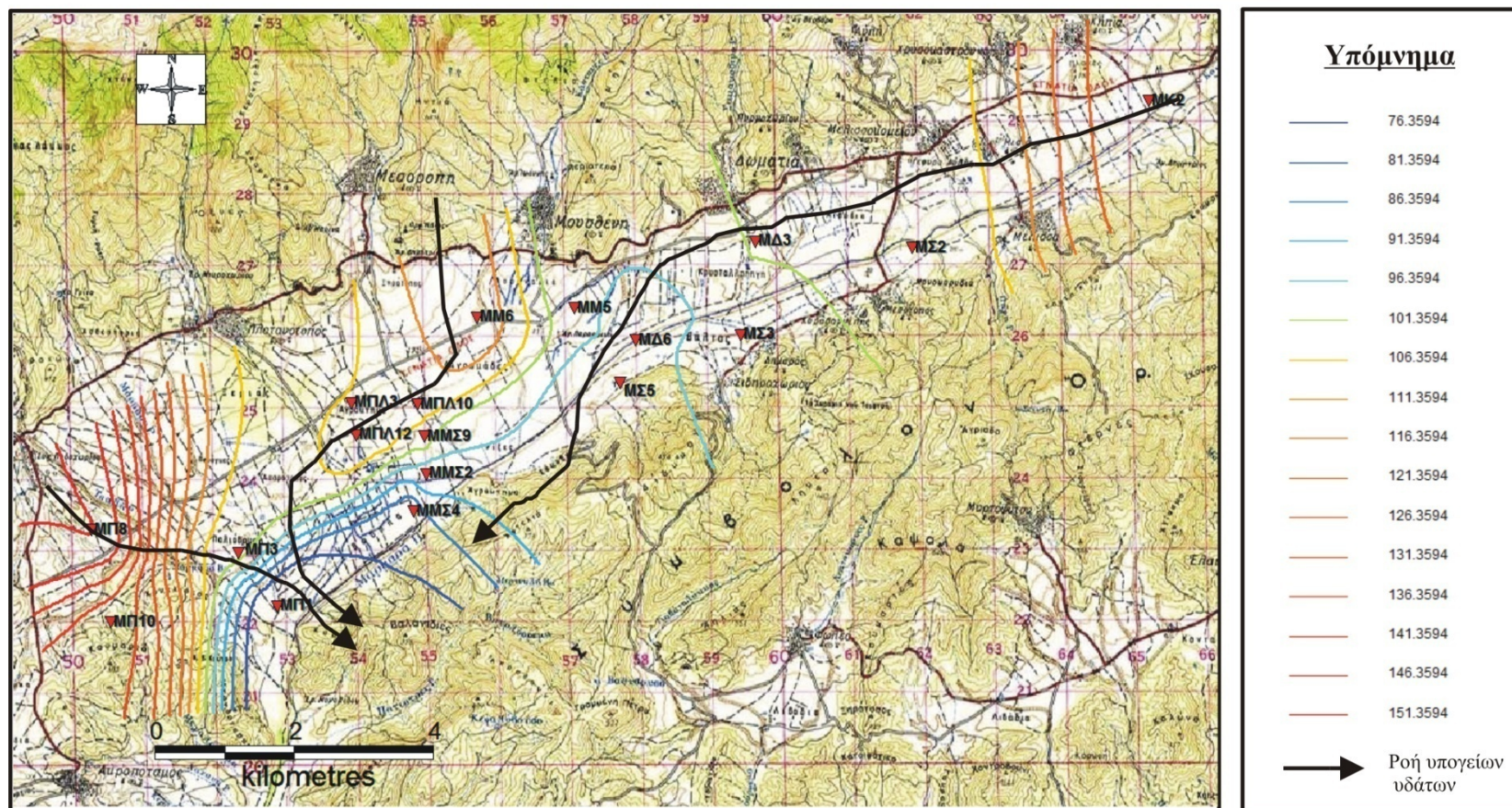
Χάρτης Ισοκατανομής Πιεζομετρικής Στάθμης (m) Απριλίου 2006



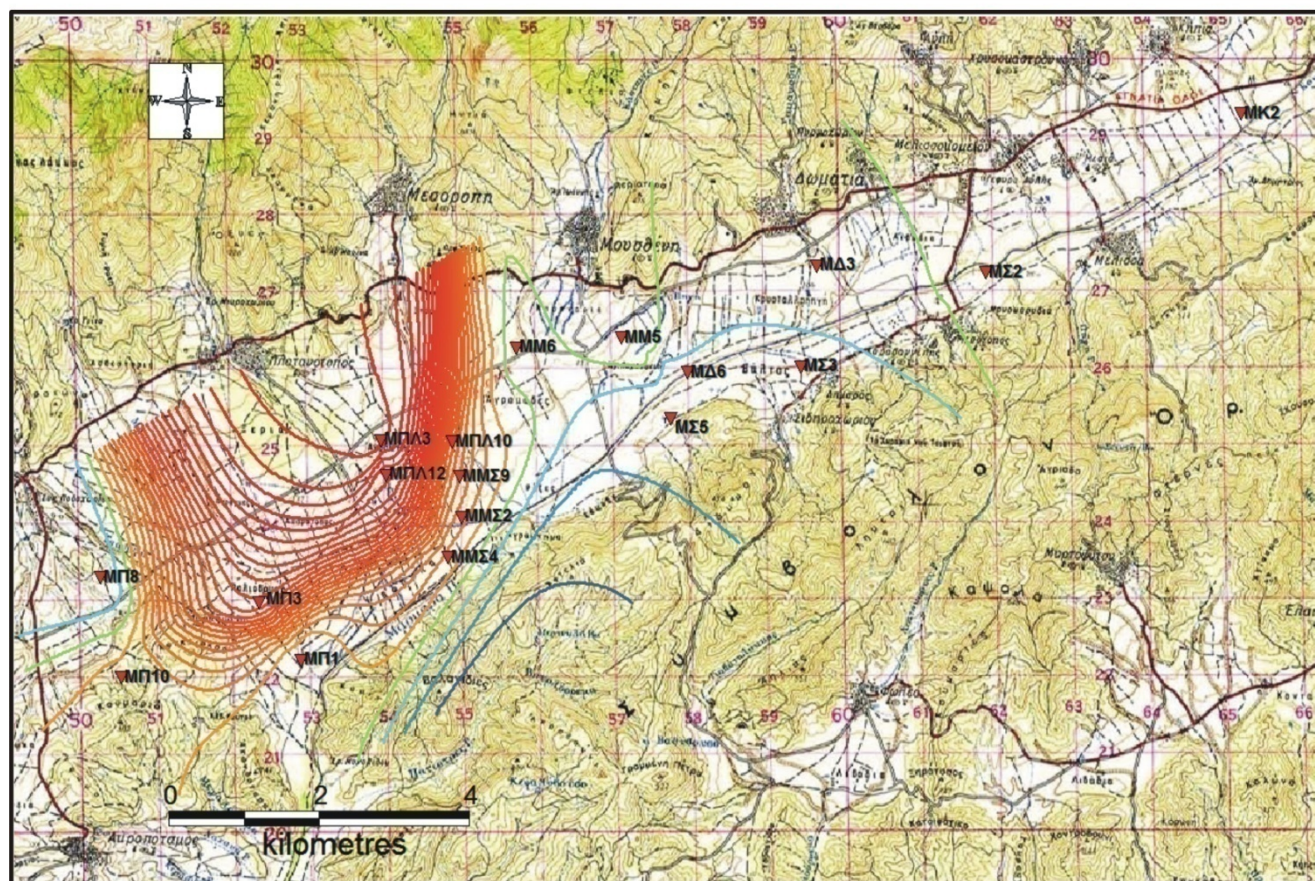
Χάρτης Ισοκατανομής Πιεζομετρικής Στάθμης (m) Ιουνίου 2006



Χάρτης Ισοκατανομής Πιεζομετρικής Στάθμης (m) Δεκεμβρίου 2006



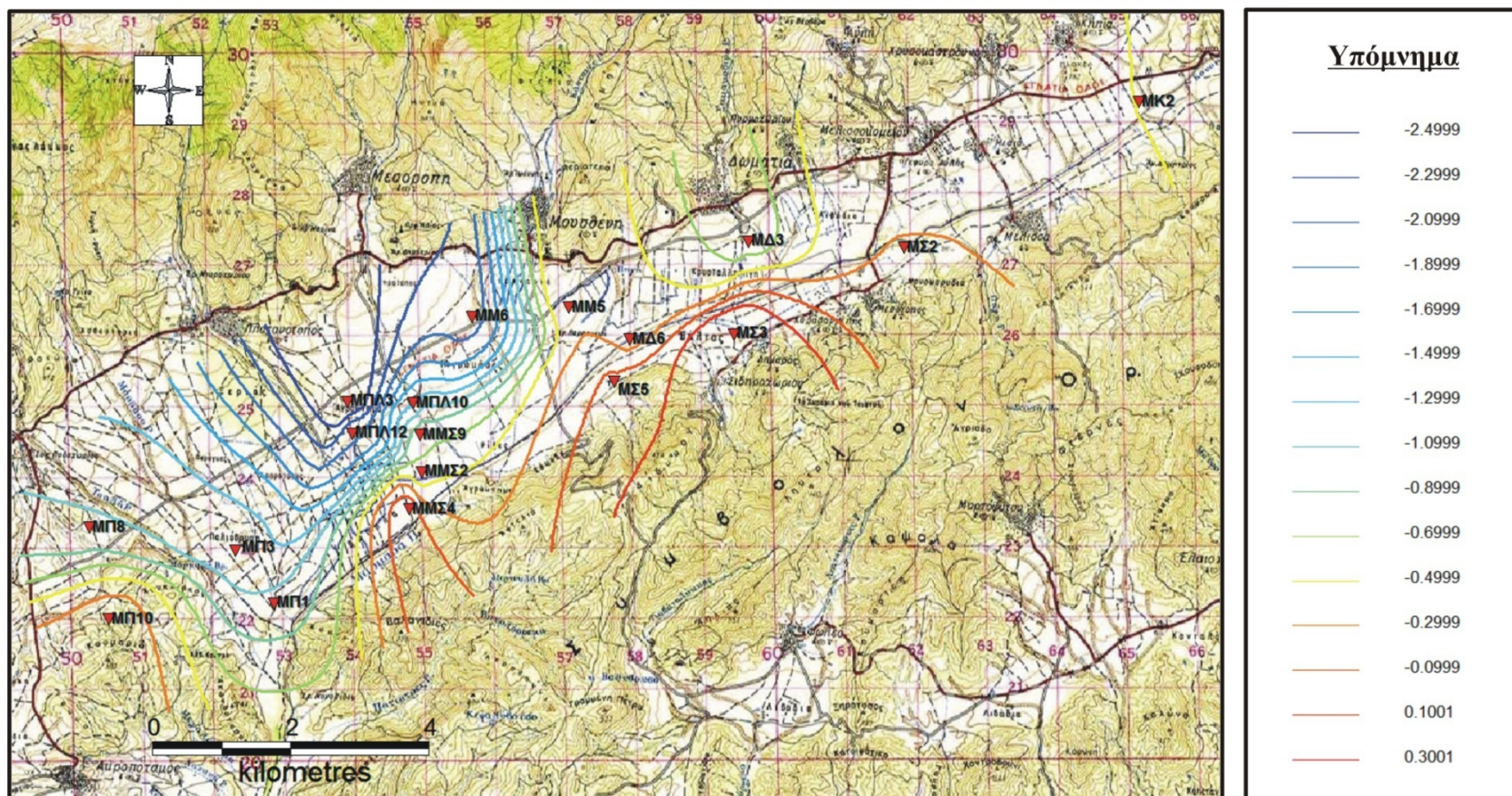
Χάρτης Ισοκατανομής Διαφοράς Πιεζομετρικής Στάθμης (m)
Ιουνίου - Απριλίου 2006



Υπόμνημα

—	-1.4426	—	1.5574
—	-1.2426	—	1.7574
—	-1.0426	—	1.9574
—	-0.8426	—	2.1574
—	-0.6426	—	2.3574
—	-0.4426	—	2.5574
—	-0.2426	—	2.7574
—	-0.0426	—	2.9574
—	0.1574	—	3.1574
—	0.3574	—	3.3574
—	0.5574	—	3.5574
—	0.7574	—	3.7574
—	0.9574		
—	1.1574		
—	1.3574		

Χάρτης Ισοκατανομής Διαφοράς Πιεζομετρικής Στάθμης (m)
Δεκεμβρίου - Ιουνίου 2006





Από τους παραπάνω χάρτες ισοκατανομής της πιεζομετρικής στάθμης, σε κάθε περίοδο, συμπεραίνουμε ότι η ροή των υπογείων υδάτων στην περιοχή έχει τρεις διευθύνσεις οι οποίες καταλήγουν όλες στο σημείο, όπως φαίνεται και στους τρεις πρώτους πιεζομετρικούς χάρτες.

Επίσης παρατηρούμε στους δυο τελευταίους χάρτες ισοκατανομής της διαφοράς των πιεζομετρικών σταθμών ότι την μεγαλύτερη πτώση στάθμης την έχουμε στην περιοχή του Πλατανοπόταμου, προφανώς λόγω υπερ-άντλησης.

5. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.

5.1 Κατανομή χημικών στοιχείων της περιοχής.

Στην ενότητα αυτή θα παραθέσουμε τα χημικά στοιχεία που διαθέτουμε για την περιοχή μελέτης και τους θεματικούς χάρτες αυτών. Η παράθεση αυτή θα γίνει σε δύο κατηγορίες, μία την δειγματοληψία του Ιουνίου του 2005 και μία του Ιουνίου του 2006.

➤ Δειγματοληψία περιόδου Ιουνίου του 2005.

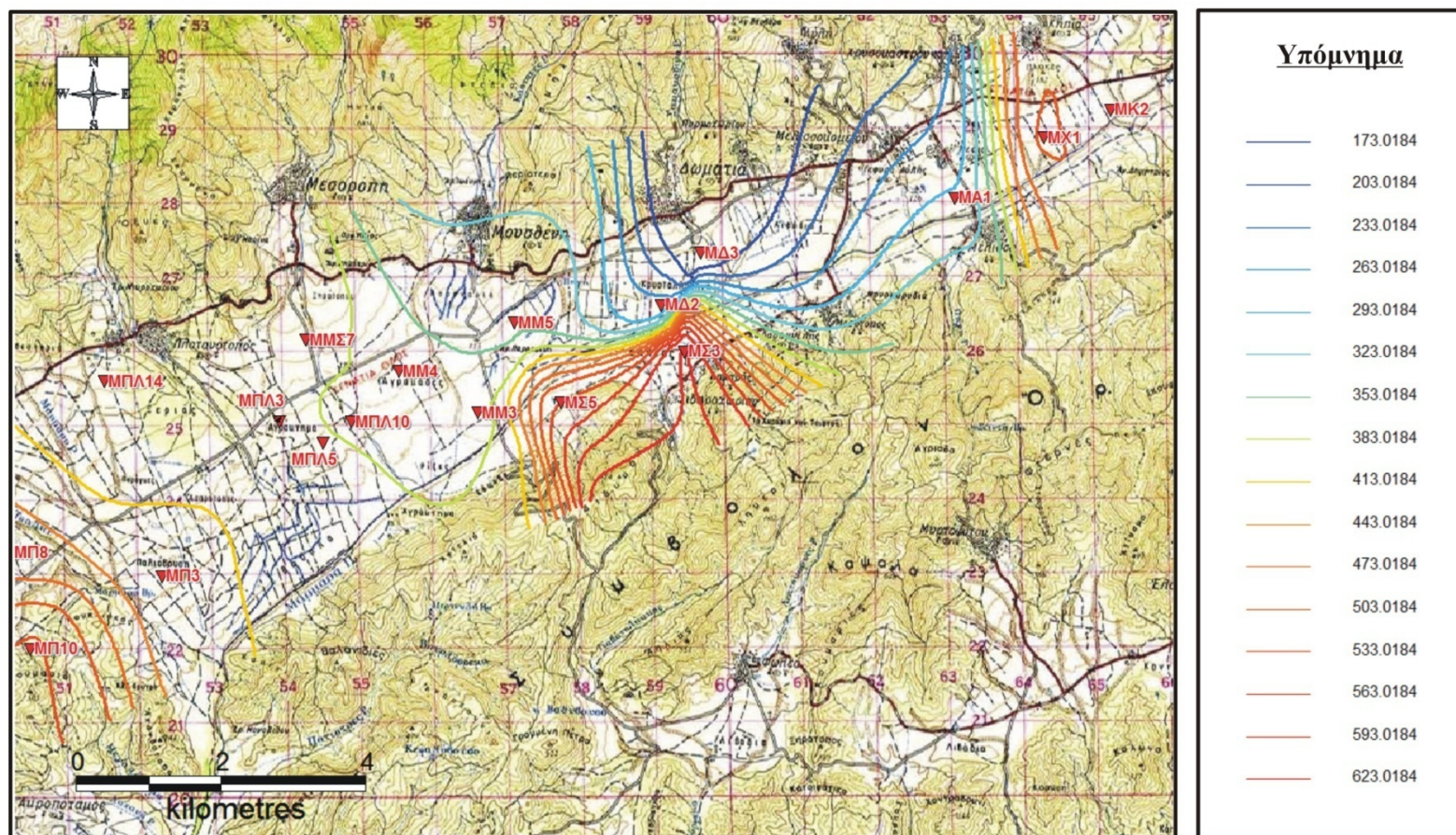
α/α	ΔΕΙΓΜΑ	Αγωγιμότητα (μS/cm)	pH	Ca (mg/lit)	Ca (meq/lit)	Mg (mg/lit)	Mg (meq/lit)	K (mg/lit)	K (meq/lit)	Na (mg/lit)	Na (meq/lit)
1	ΜΜΣ7	405	7.46	64.800	3.234	13.430	1.104	1.600	0.041	6.200	0.270
2	ΜΠ3	427	7.4	77.600	3.872	13.918	1.145	0.900	0.023	7.100	0.309
3	ΜΠ8	457	7.49	83.600	4.172	8.058	0.663	1.100	0.028	10.700	0.465
4	ΜΠ10	535	7.37	79.200	3.952	14.895	1.225	1.800	0.046	22.400	0.974
5	ΜΜ3	376	7.85	54.400	2.715	12.453	1.024	0.900	0.023	4.600	0.200
6	ΜΜ4	360	7.57	77.600	3.872	1.709	0.141	0.800	0.021	5.100	0.222
7	ΜΜ5	347	6.58	60.800	3.034	6.105	0.502	1.600	0.041	11.100	0.483
8	ΜΣ3	624	7.35	102.000	5.090	8.790	0.723	2.200	0.056	37.200	1.617
9	ΜΣ5	531	7.37	102.800	5.130	1.465	0.120	2.600	0.067	15.900	0.691
10	ΜΚ2	485	7.18	67.600	3.373	13.918	1.145	1.400	0.036	28.300	1.230
11	ΜΑ1	297	7.07	64.400	3.214	1.221	0.100	1.200	0.031	14.900	0.648
12	ΜΧ1	506	7.23	79.600	3.972	15.139	1.245	1.700	0.044	21.700	0.943
13	ΜΠΛ3	395	7.78	60.400	3.014	16.604	1.365	0.800	0.021	4.700	0.204
14	ΜΠΛ5	396	7.52	68.400	3.413	11.965	0.984	1.000	0.026	5.100	0.222
15	ΜΠΛ10	353	7.53	64.800	3.234	9.279	0.763	1.300	0.033	7.200	0.313
16	ΜΠΛ14	390	7.65	75.200	3.752	9.767	0.803	1.100	0.028	4.900	0.213
17	ΜΔ2	273	6.8	19.600	0.978	9.279	0.763	1.800	0.046	16.200	0.704
18	ΜΔ3	173	7.34	27.200	1.357	1.465	0.120	1.500	0.038	9.500	0.413

Πίνακας 2. Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων Ιουνίου 2005.

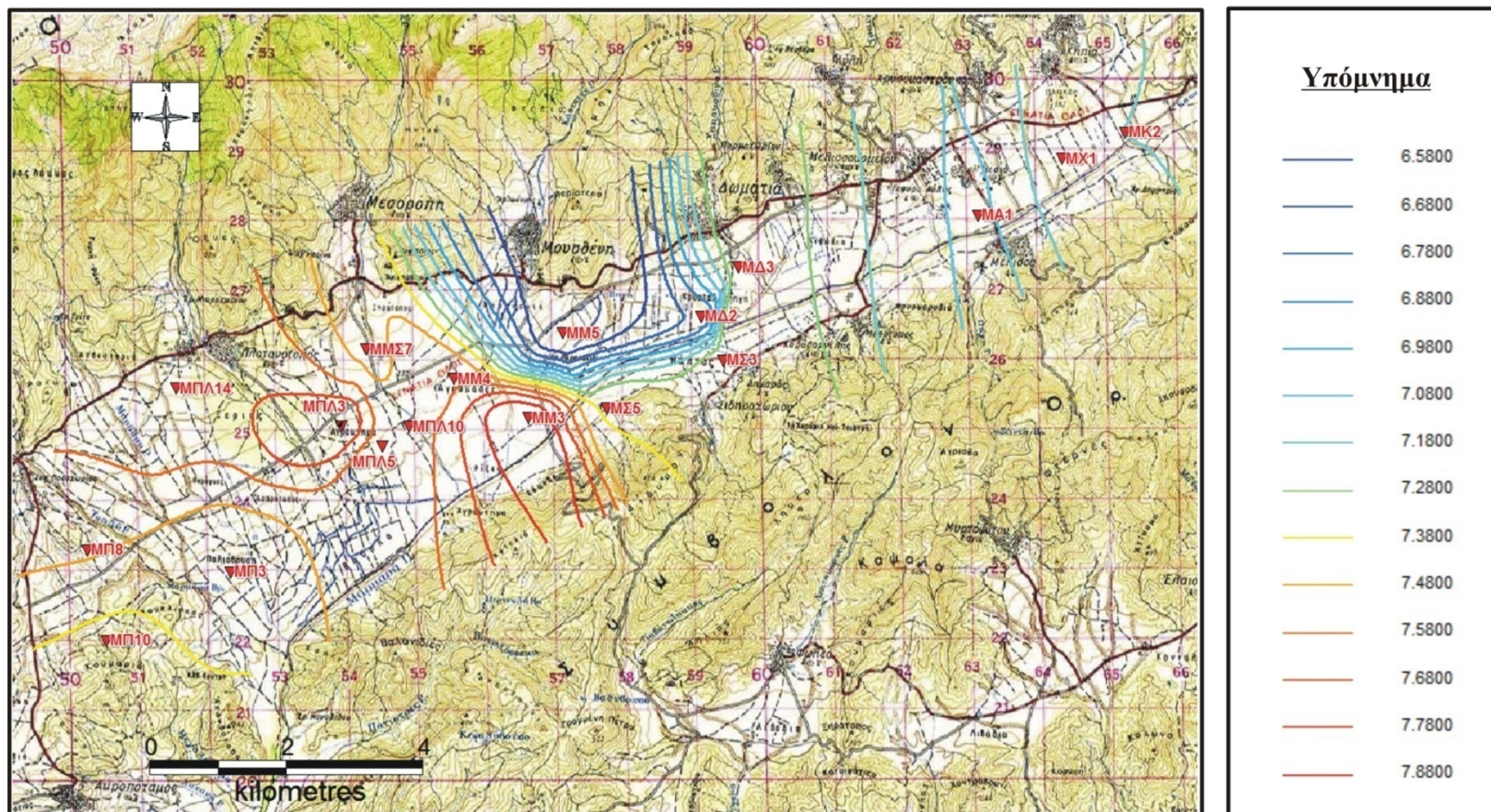
α/α	ΔΕΙΓΜΑ	HCO ₃ (mg/lit)	HCO ₃ (meq/lit)	SO ₄ (mg/lit)	SO ₄ (meq/lit)	NO ₃ (mg/lit)	NO ₃ (meq/lit)	Cl (mg/lit)	Cl (meq/lit)	Ολική Σκληρότητα
1	ΜΜΣ7	229	3.75	12.9	0.27	18.04	0.29	3.9	0.11	217
2	ΜΠ3	254	4.16	9.4	0.20	25.96	0.42	6.4	0.18	251
3	ΜΠ8	267	4.38	13.1	0.27	25.52	0.41	9.1	0.26	242
4	ΜΠ10	288	4.72	8.4	0.18	28.16	0.45	15.2	0.43	259
5	ΜΜ3	201	3.30	1.9	0.04	13.64	0.22	3.9	0.11	187
6	ΜΜ4	209	3.43	9	0.19	18.48	0.30	3.7	0.10	201
7	ΜΜ5	128	2.10	32.4	0.68	49.28	0.79	8.9	0.25	177
8	ΜΣ3	287	4.70	57.1	1.19	55.88	0.90	23.2	0.65	291
9	ΜΣ5	243	3.98	51.2	1.07	29.04	0.47	13.8	0.39	263
10	ΜΚ2	255	4.18	11.7	0.24	18.92	0.31	24.7	0.70	226
11	ΜΑ1	181	2.97	9.4	0.20	20.24	0.33	7.8	0.22	166
12	ΜΧ1	224	3.67	45.7	0.95	40.48	0.65	16.8	0.47	261
13	ΜΠΛ3	223	3.66	10.6	0.22	19.8	0.32	4.7	0.13	219
14	ΜΠΛ5	216	3.54	9.4	0.20	25.08	0.40	7.3	0.21	228
15	ΜΠΛ10	218	3.57	8	0.17	12.76	0.21	2.9	0.08	200
16	ΜΠΛ14	237	3.89	19	0.40	3.96	0.06	4.3	0.12	228
17	ΜΔ2	88	1.44	7.7	0.16	31.68	0.51	11.6	0.33	87
18	ΜΔ3	89	1.46	6.2	0.13	11.88	0.19	4.6	0.13	74

Πίνακας 3. Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων Ιουνίου 2005.

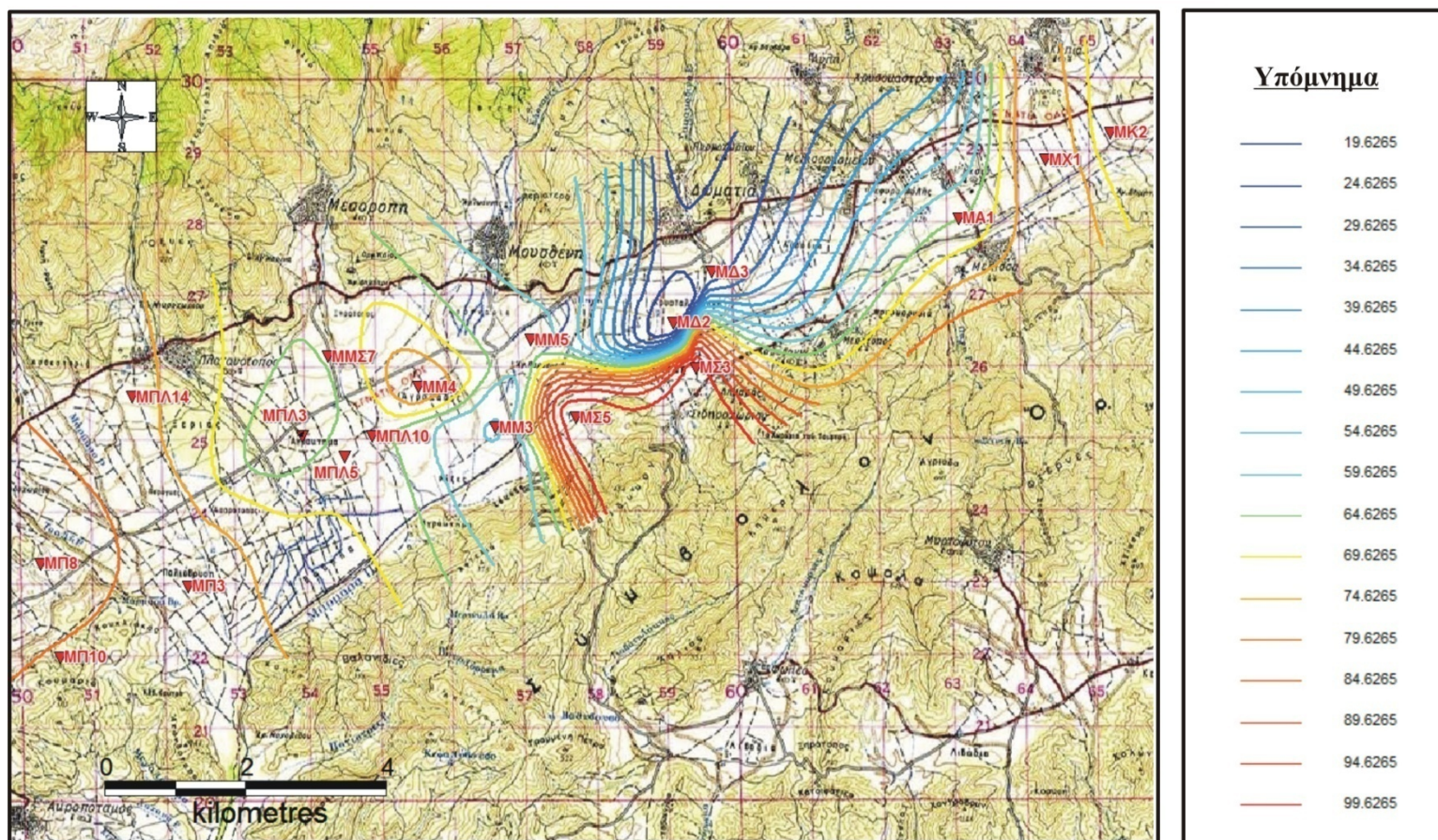
Χάρτης Ισοκατανομής Αγωγιμότητας ($\mu S/cm$) Ιουνίου 2005

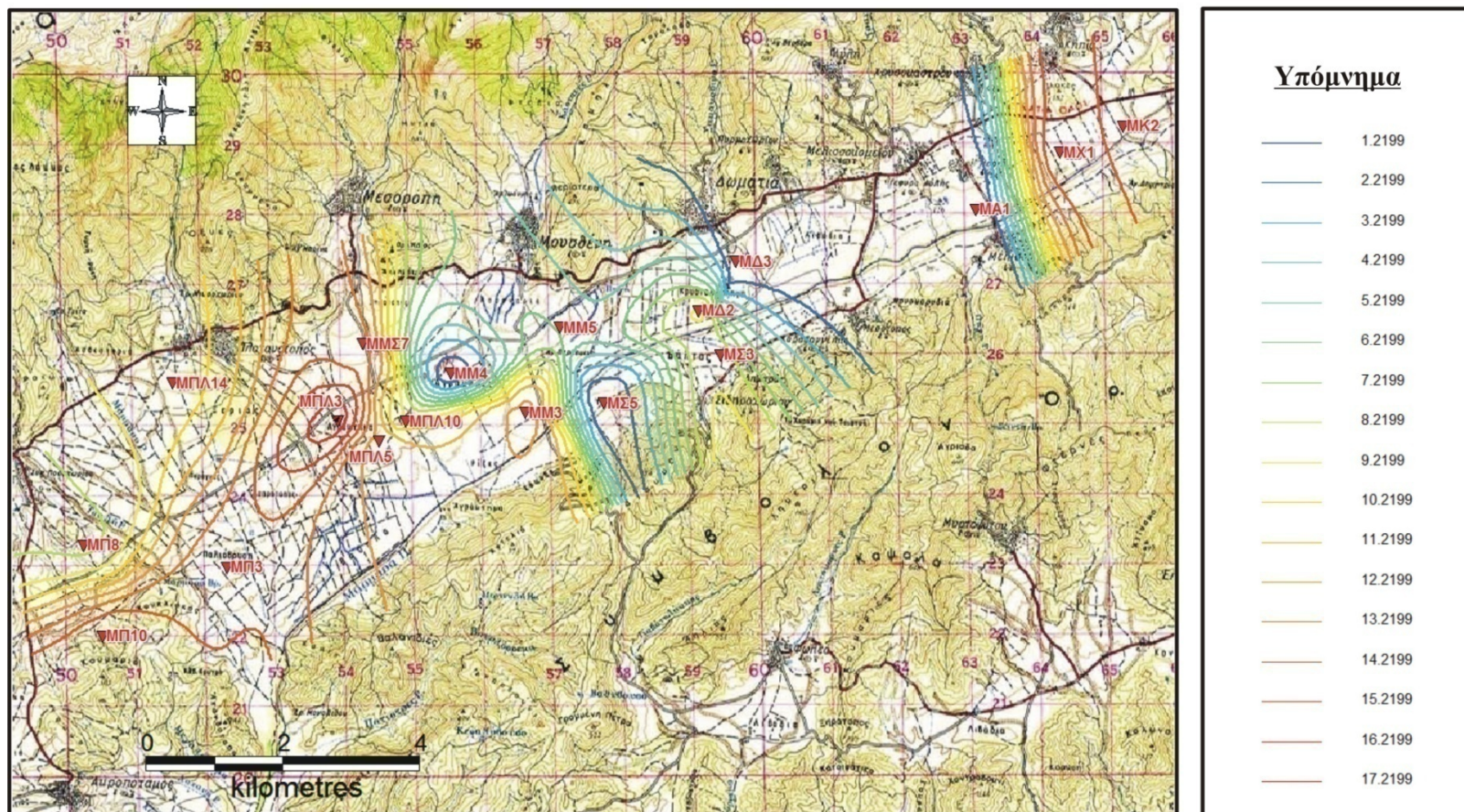


Χάρτης Ισοκατανομής Ph Ιουνίου 2005

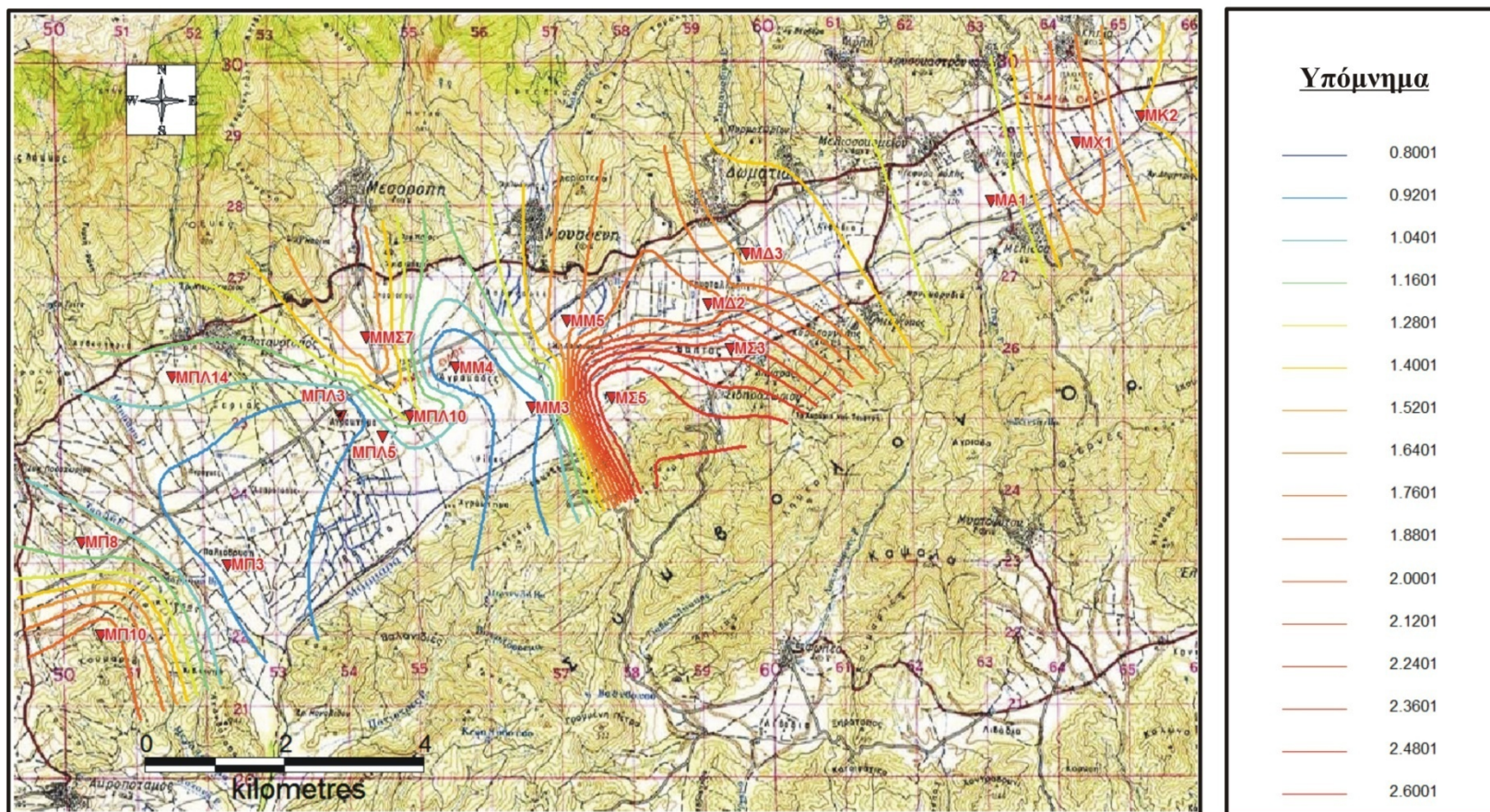


Χάρτης Ισοκατανομής Ca (mg/lit) Ιουνίου 2005

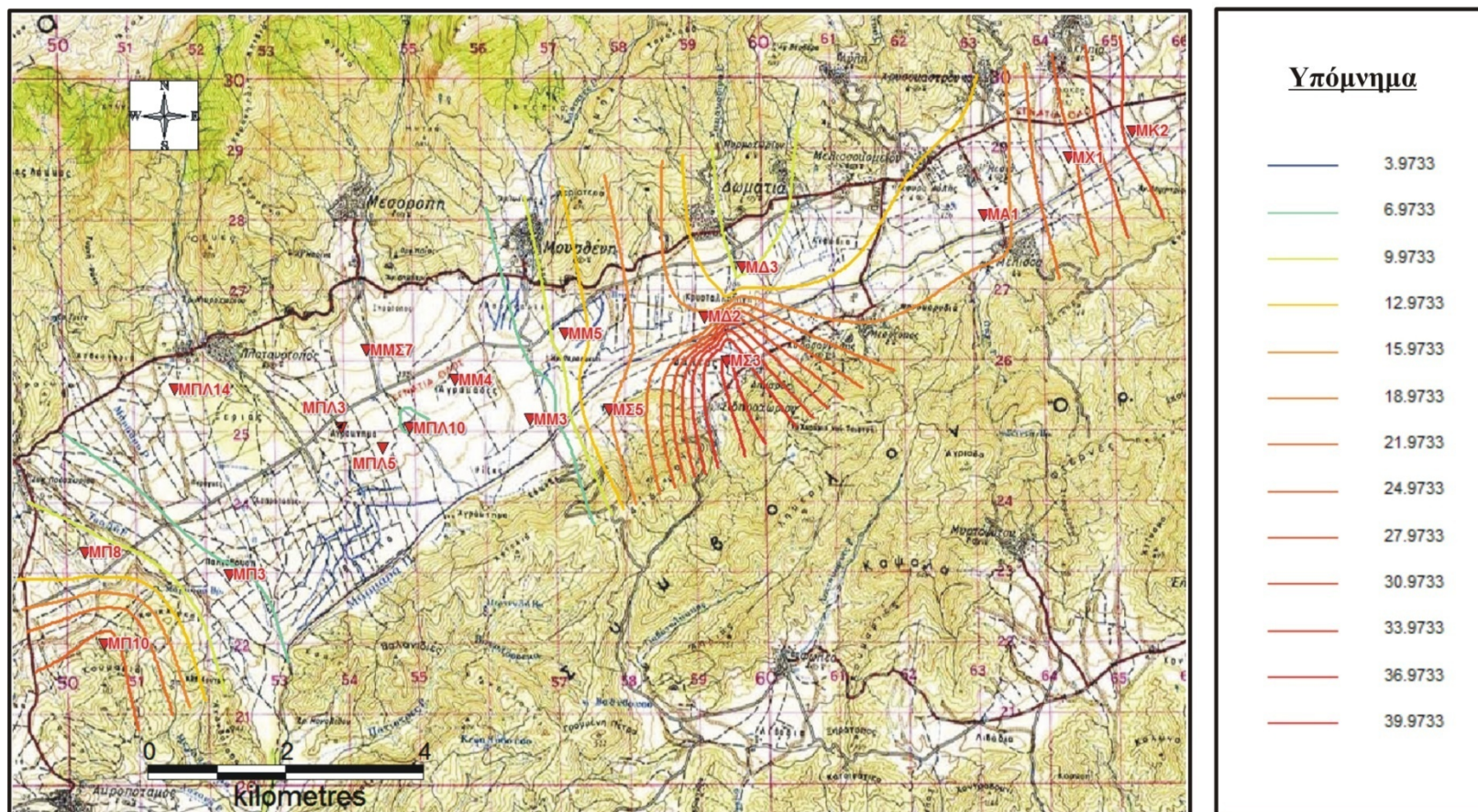




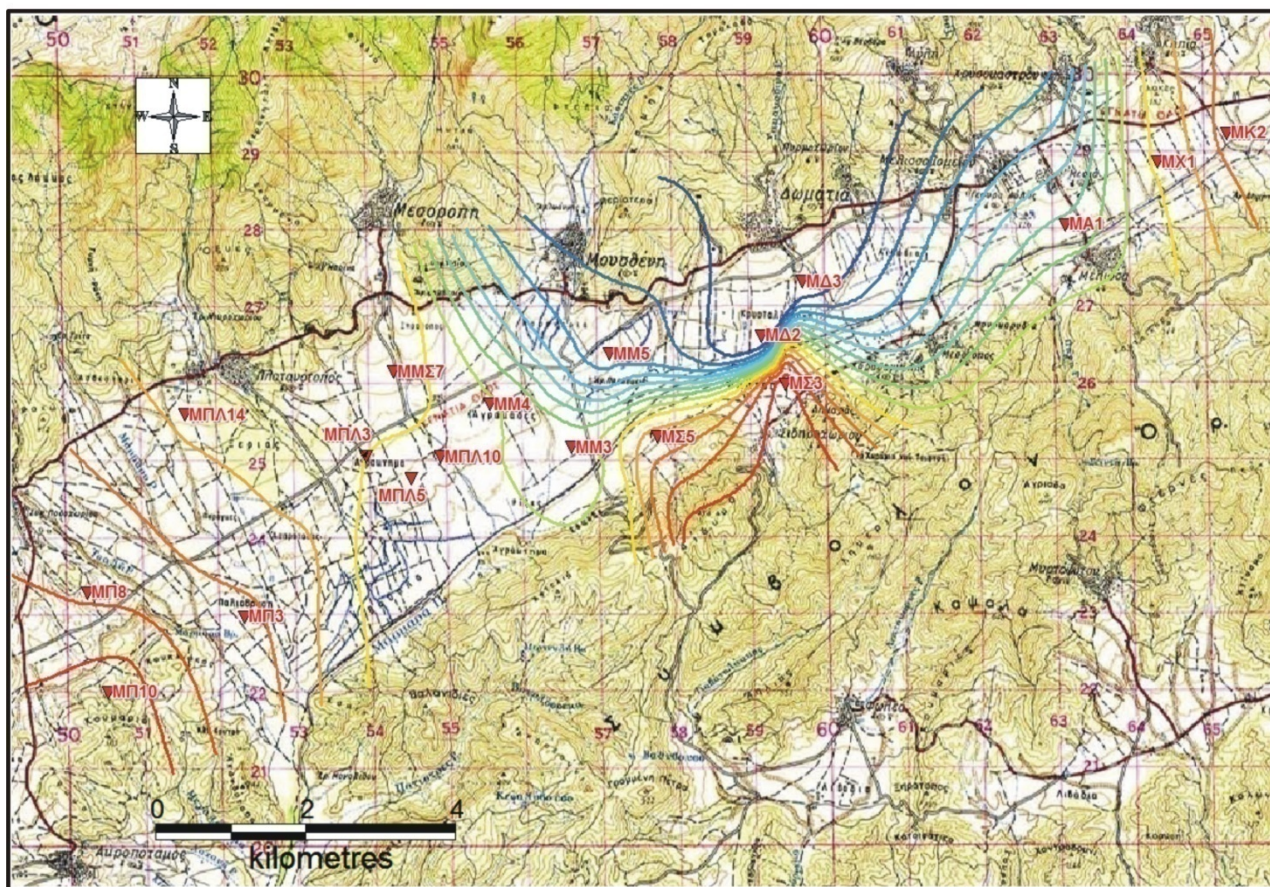
Χάρτης Ισοκατανομής K (mg/lit) Ιουνίου 2005



Χάρτης Ισοκατανομής Na (mg/lit) Ιουνίου 2005



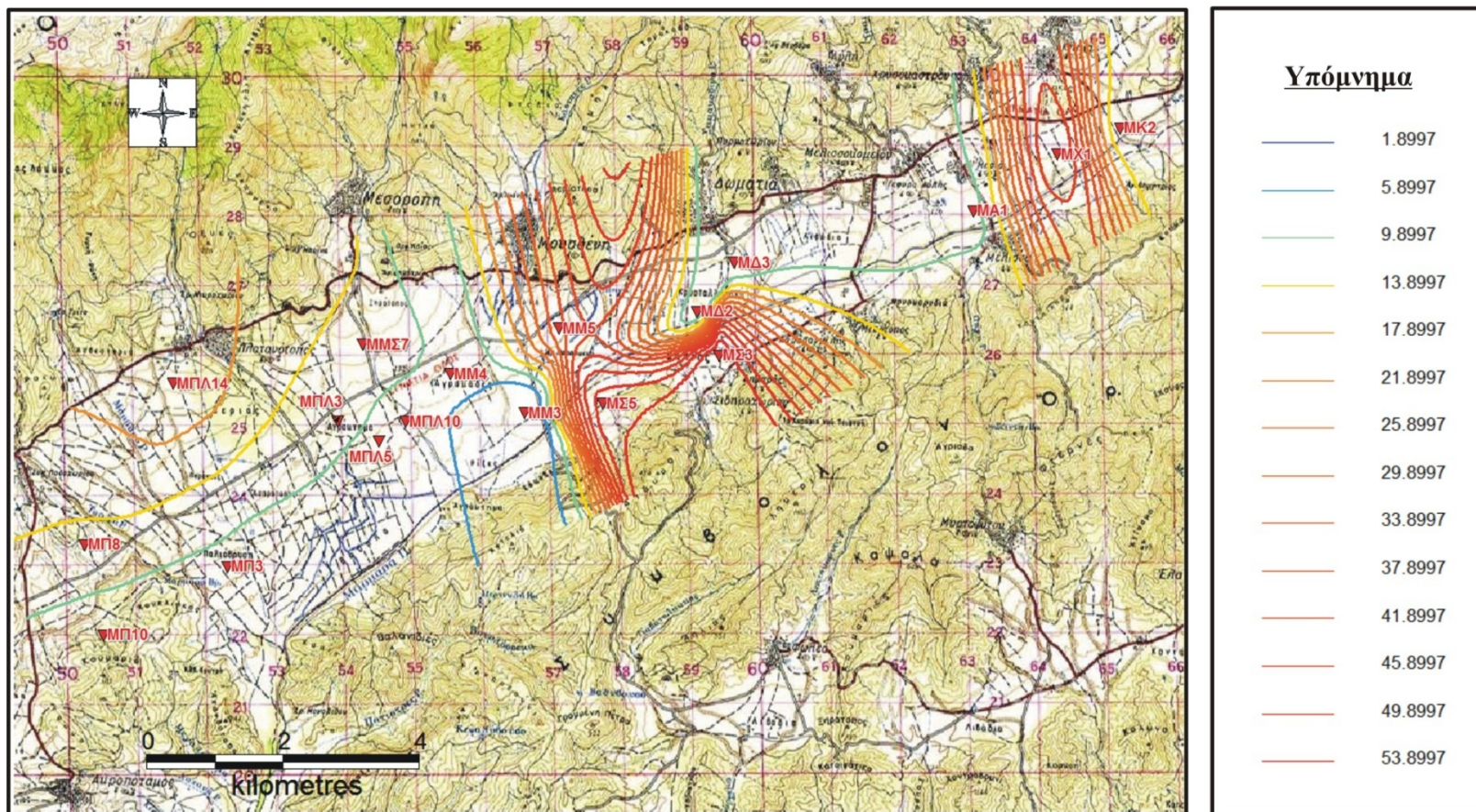
Χάρτης Ισοκατανομής HCO_3 (mg/lit) Ιουνίου 2005



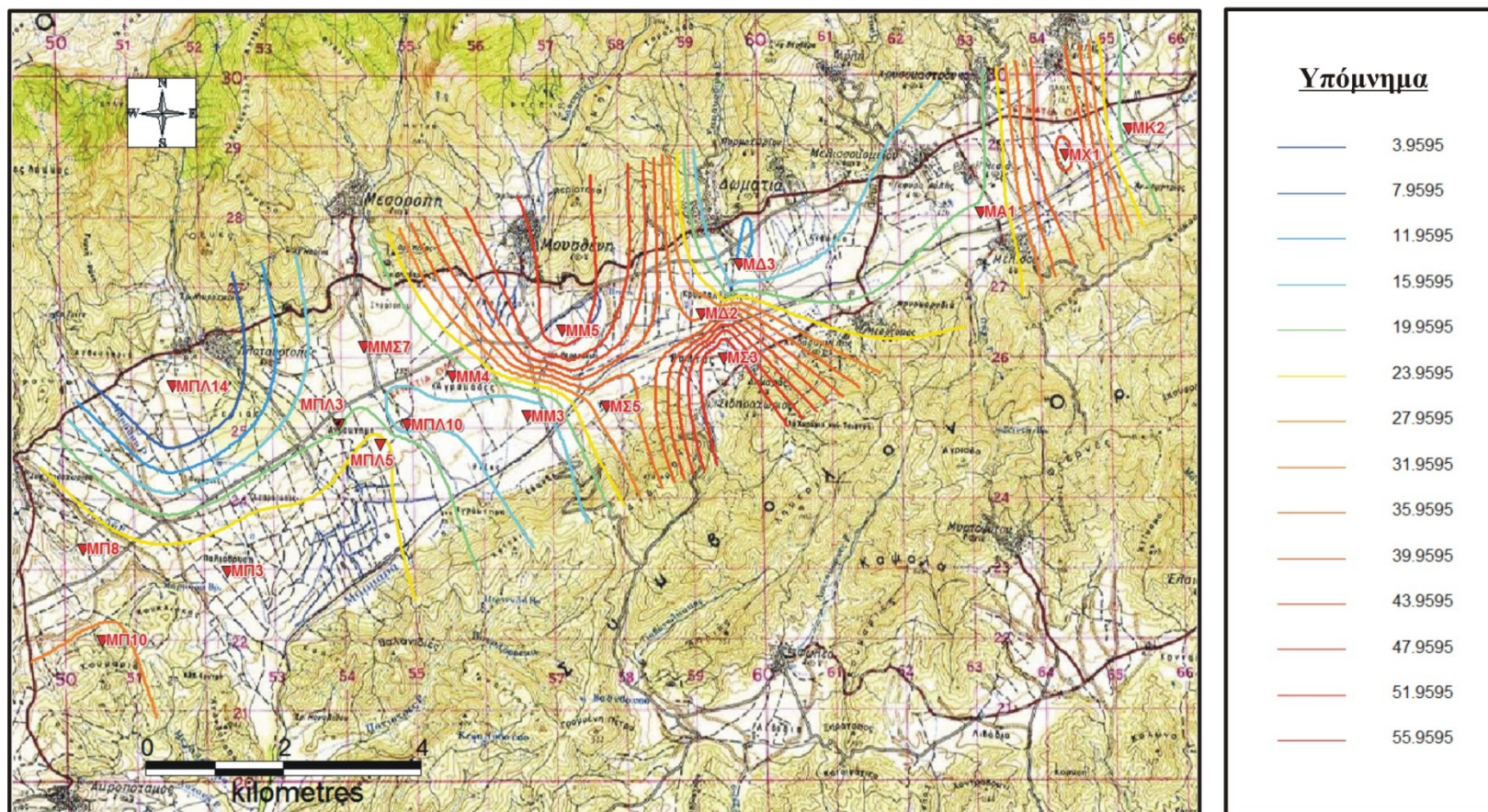
Υπόμνημα

—	88.0248
—	103.0248
—	118.0248
—	133.0248
—	148.0248
—	163.0248
—	178.0248
—	193.0248
—	208.0248
—	223.0248
—	238.0248
—	253.0248
—	268.0248
—	283.0248

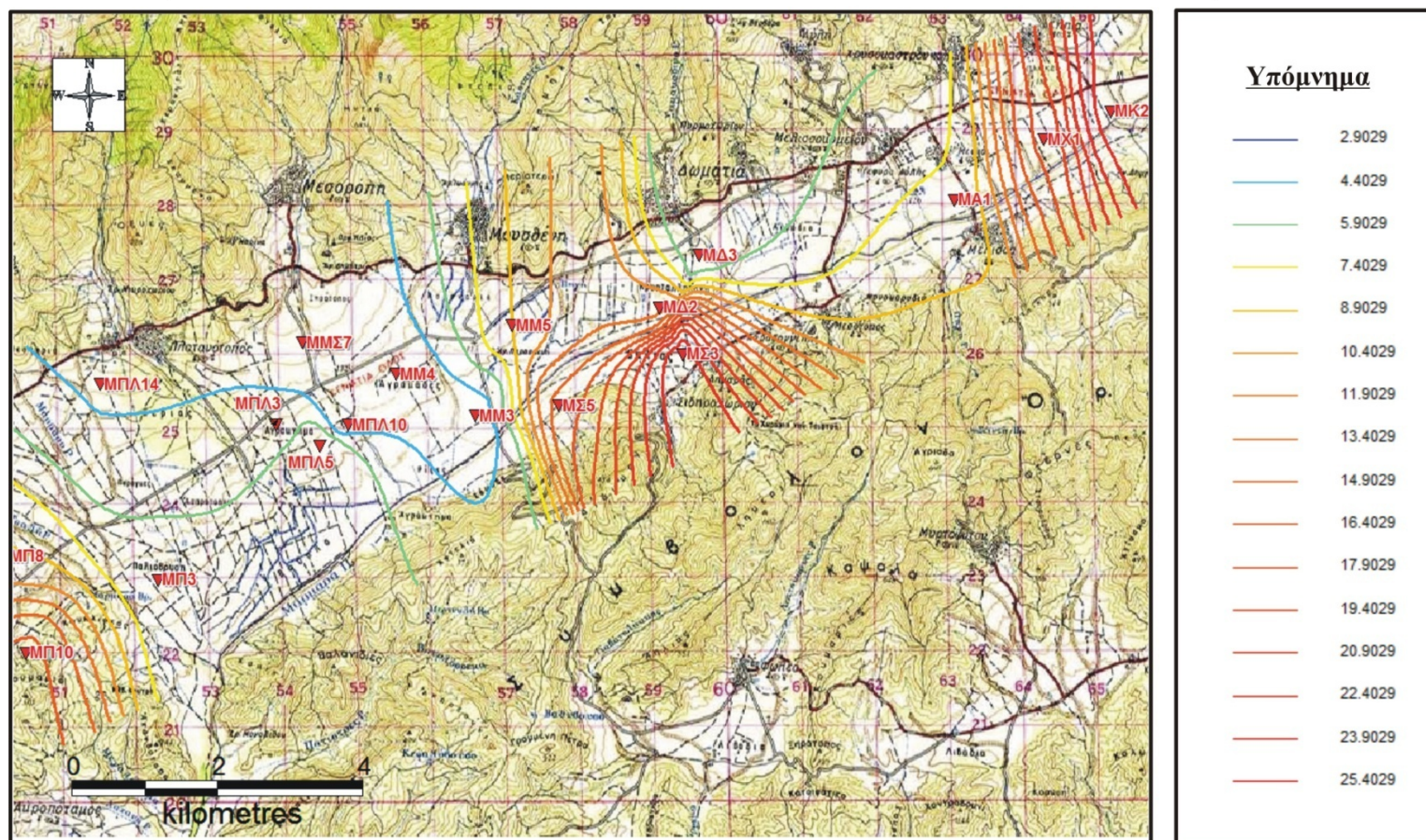
Χάρτης Ισοκατανομής SO_4 Ιουνίου 2005



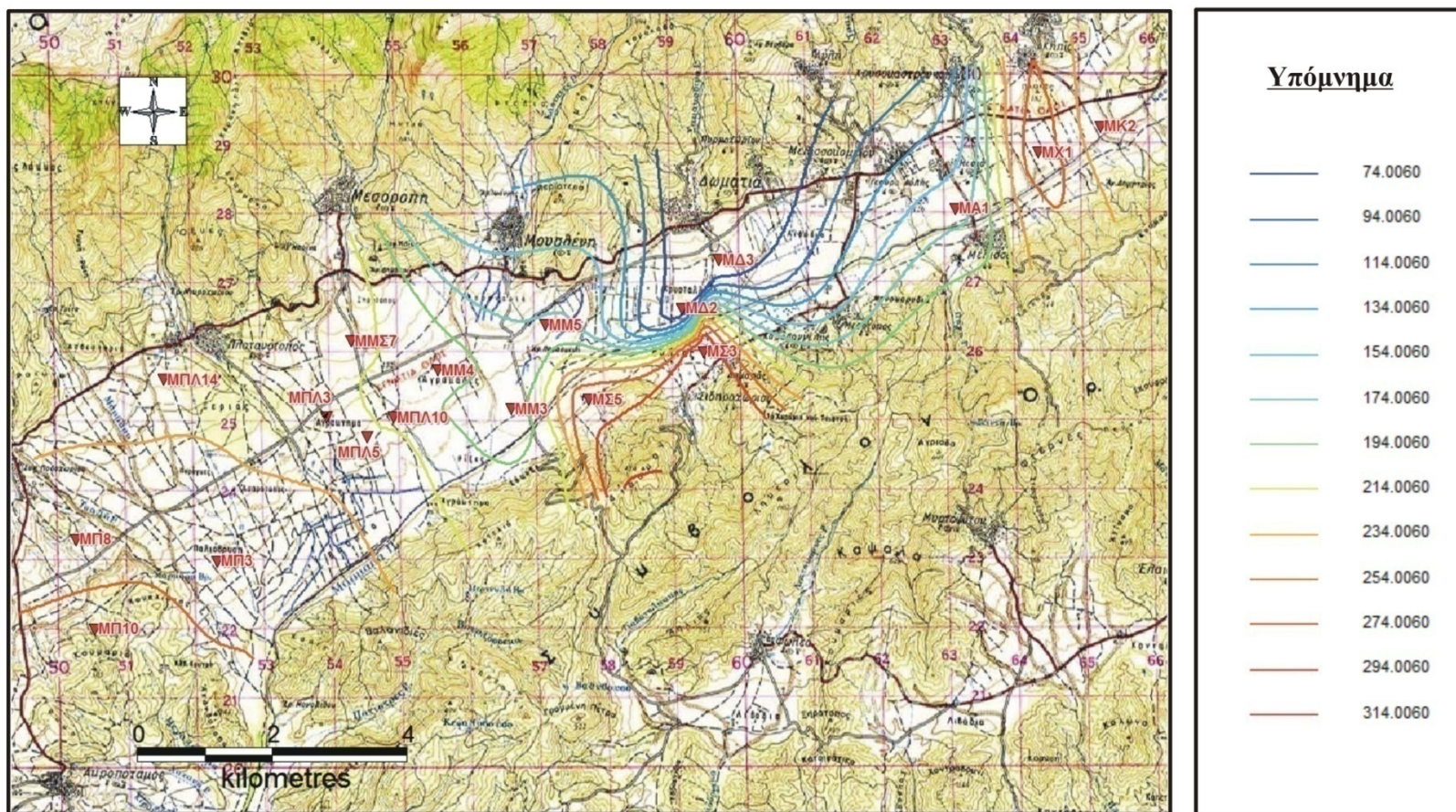
Χάρτης Ισοκατανομής NO_3 (mg/lit) Ιουνίου 2005



Χάρτης Ισοκατανομής Cl (mg/lit) Ιουνίου 2005



Χάρτης Ισοκατανομής Ολικής σκληρότητας Ιουνίου 2005



➤ Δειγματοληψία περιόδου Ιουνίου του 2006.

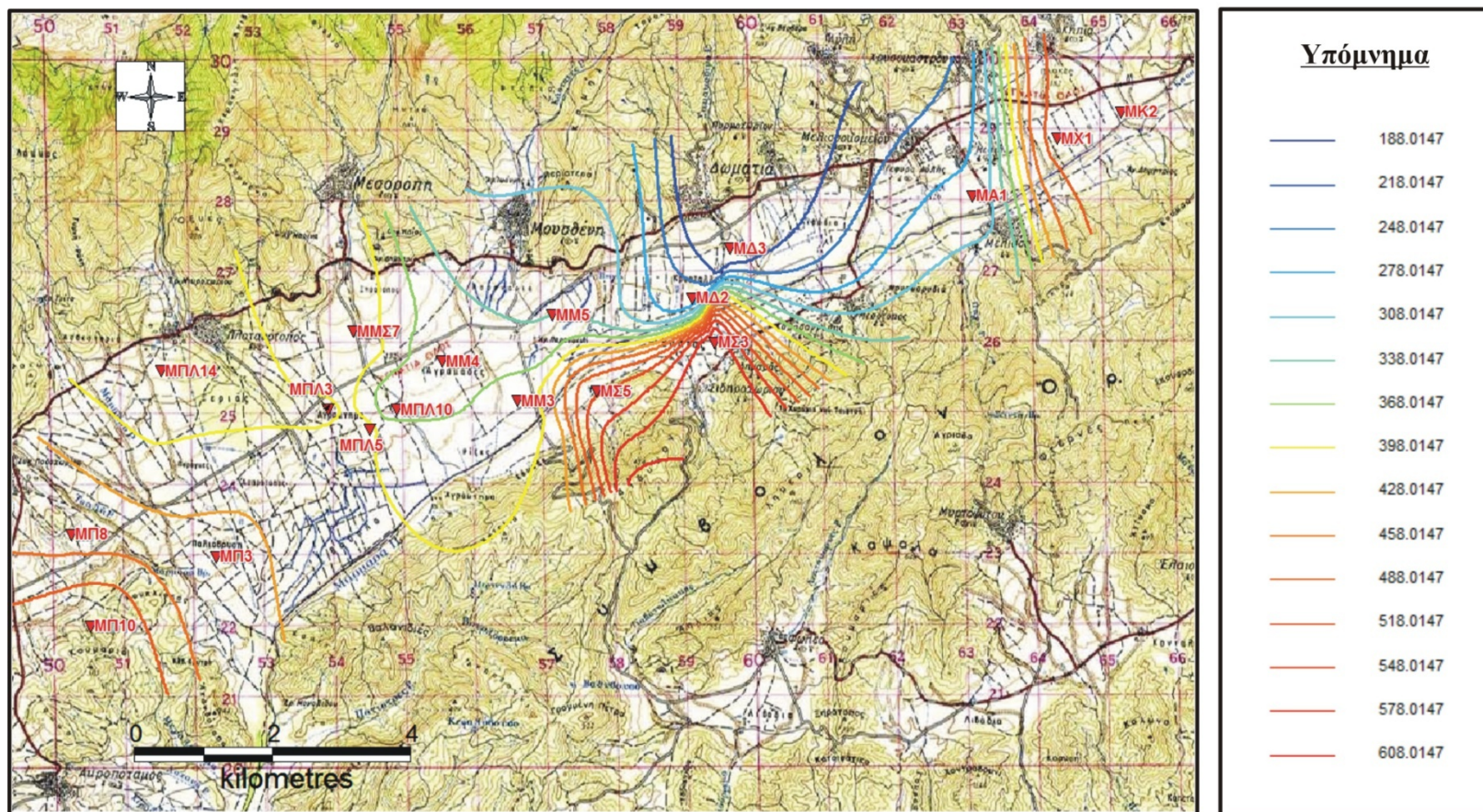
α/α	ΔΕΙΓΜΑ	Αγωγιμότητα (μS/cm)	pH	Ca (mg/lit)	Ca (meq/lit)	Mg (mg/lit)	Mg (meq/lit)	K (mg/lit)	K (meq/lit)	Na (mg/lit)	Na (meq/lit)
1	ΜΜΣ7	414	7.34	71.2	3.553	14.2	1.168	1.8	0.046	6.6	0.287
2	ΜΠ3	435	7.2	78.1	3.897	11.8	0.970	0.7	0.018	6.9	0.300
3	ΜΠ8	449	7.4	80.2	4.002	7.2	0.592	1.1	0.028	10.1	0.439
4	ΜΠ10	512	7.44	81.3	4.057	16.1	1.324	2.1	0.054	20.1	0.874
5	ΜΜ3	380	7.77	50.1	2.500	11.9	0.979	0.8	0.021	4.2	0.183
6	ΜΜ4	353	7.61	76.1	3.797	1.2	0.099	0.7	0.018	4.8	0.209
7	ΜΜ5	338	6.71	64.9	3.239	8.2	0.674	1.8	0.046	11.7	0.509
8	ΜΣ3	598	7.1	112	5.589	9.4	0.773	2.4	0.062	39.6	1.722
9	ΜΣ5	513	7.4	115.7	5.773	4.7	0.387	3.1	0.079	17.2	0.748
10	ΜΚ2	496	7.39	72.4	3.613	11.2	0.921	1.1	0.028	23.3	1.013
11	ΜΑ1	289	7.12	66.7	3.328	3.4	0.280	1.1	0.028	12.2	0.530
12	ΜΧ1	497	7.32	74.1	3.698	13.4	1.102	1.9	0.049	19.7	0.857
13	ΜΠΛ3	397	7.85	70.1	3.498	21.6	1.776	1.4	0.036	6.1	0.265
14	ΜΠΛ5	401	7.62	74.6	3.723	17.1	1.406	1.9	0.049	7.2	0.313
15	ΜΠΛ10	343	7.64	70.1	3.498	12.9	1.061	1.8	0.046	8.8	0.383
16	ΜΠΛ14	387	7.71	81.4	4.062	11.9	0.979	1.4	0.036	6.1	0.265
17	ΜΔ2	264	7.1	17.8	0.888	11.1	0.913	1.6	0.041	15.4	0.670
18	ΜΔ3	188	7.28	24.1	1.203	1.1	0.090	1.9	0.049	12.1	0.526

Πίνακας 4. Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων Ιουνίου 2006.

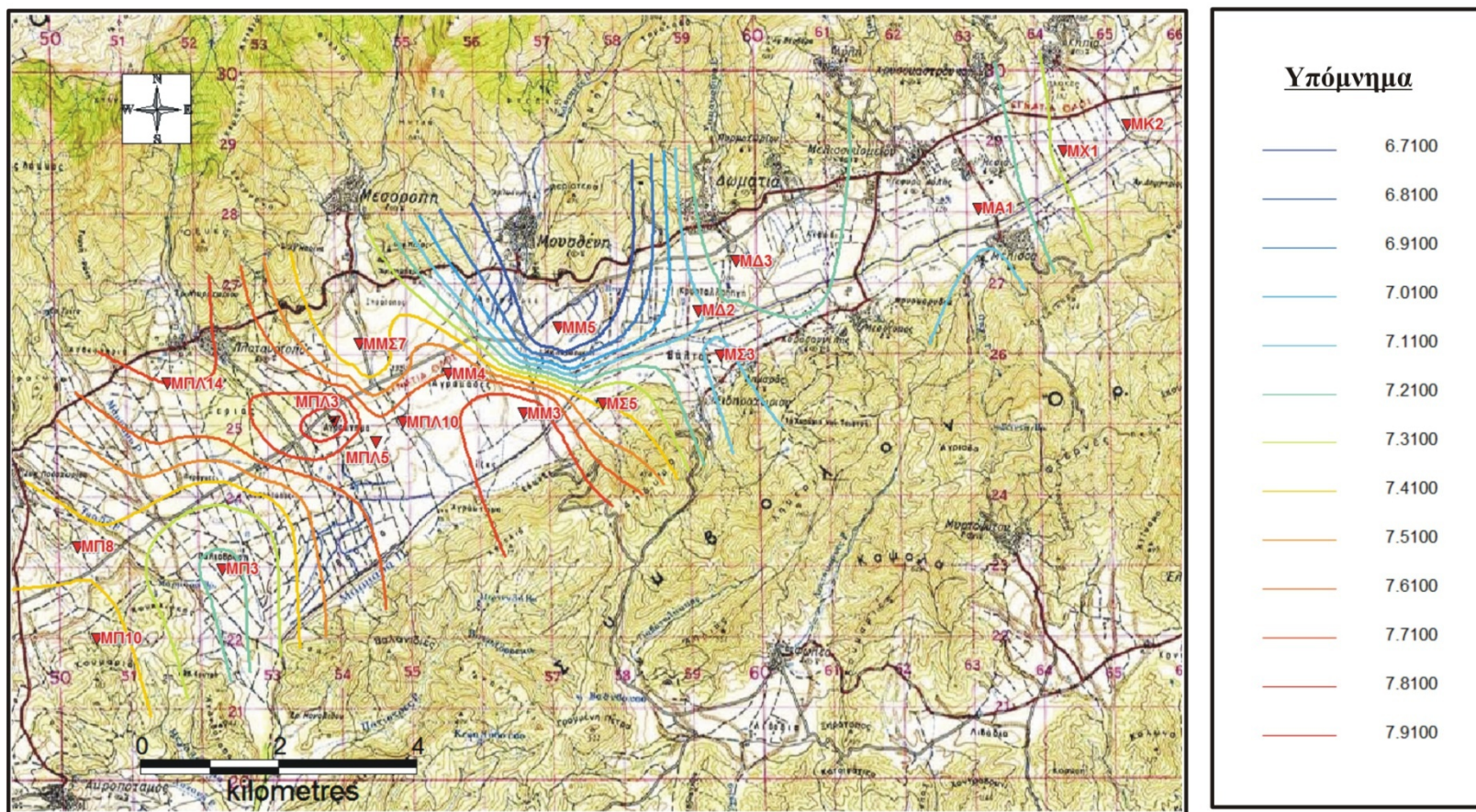
α/α	ΔΕΙΓΜΑ	HCO ₃ (mg/lit)	HCO ₃ (meq/lit)	SO ₄ (mg/lit)	SO ₄ (meq/lit)	NO ₃ (mg/lit)	NO ₃ (meq/lit)	Cl (mg/lit)	Cl (meq/lit)	Ολική Σκληρότητα
1	ΜΜΣ7	239	3.92	14.3	0.30	19.6	0.32	4.4	0.12	239
2	ΜΠ3	262	4.30	8.3	0.17	29.2	0.47	8	0.23	251
3	ΜΠ8	255	4.18	12.4	0.26	22.3	0.36	8.8	0.25	236
4	ΜΠ10	295	4.84	8.9	0.19	30.1	0.49	14.6	0.41	287
5	ΜΜ3	198	3.25	2.1	0.04	15.2	0.25	4.3	0.12	198
6	ΜΜ4	213	3.49	8.3	0.17	19.8	0.32	4.1	0.12	223
7	ΜΜ5	146	2.39	33.4	0.70	50.6	0.82	9.4	0.26	189
8	ΜΣ3	297	4.87	60.1	1.25	51.2	0.83	24.8	0.70	303
9	ΜΣ5	267	4.38	54.3	1.13	34.1	0.55	14.9	0.42	281
10	ΜΚ2	261	4.28	14.5	0.30	14.9	0.24	22.1	0.62	239
11	ΜΑ1	193	3.16	10.4	0.22	23.1	0.37	8.3	0.23	179
12	ΜΧ1	209	3.43	38.5	0.80	43.1	0.70	17.9	0.50	241
13	ΜΠΛ3	279	4.57	12.8	0.27	23.5	0.38	6.3	0.18	239
14	ΜΠΛ5	251	4.11	14.9	0.31	29.8	0.48	9.1	0.26	267
15	ΜΠΛ10	246	4.03	9.4	0.20	17.1	0.28	4.4	0.12	223
16	ΜΠΛ14	271	4.44	21.1	0.44	5.2	0.08	4.9	0.14	253
17	ΜΔ2	99	1.62	6.3	0.13	29.2	0.47	8.9	0.25	81
18	ΜΔ3	82	1.34	6.8	0.14	14.7	0.24	5.1	0.14	69

Πίνακας 5. Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων Ιουνίου 2006.

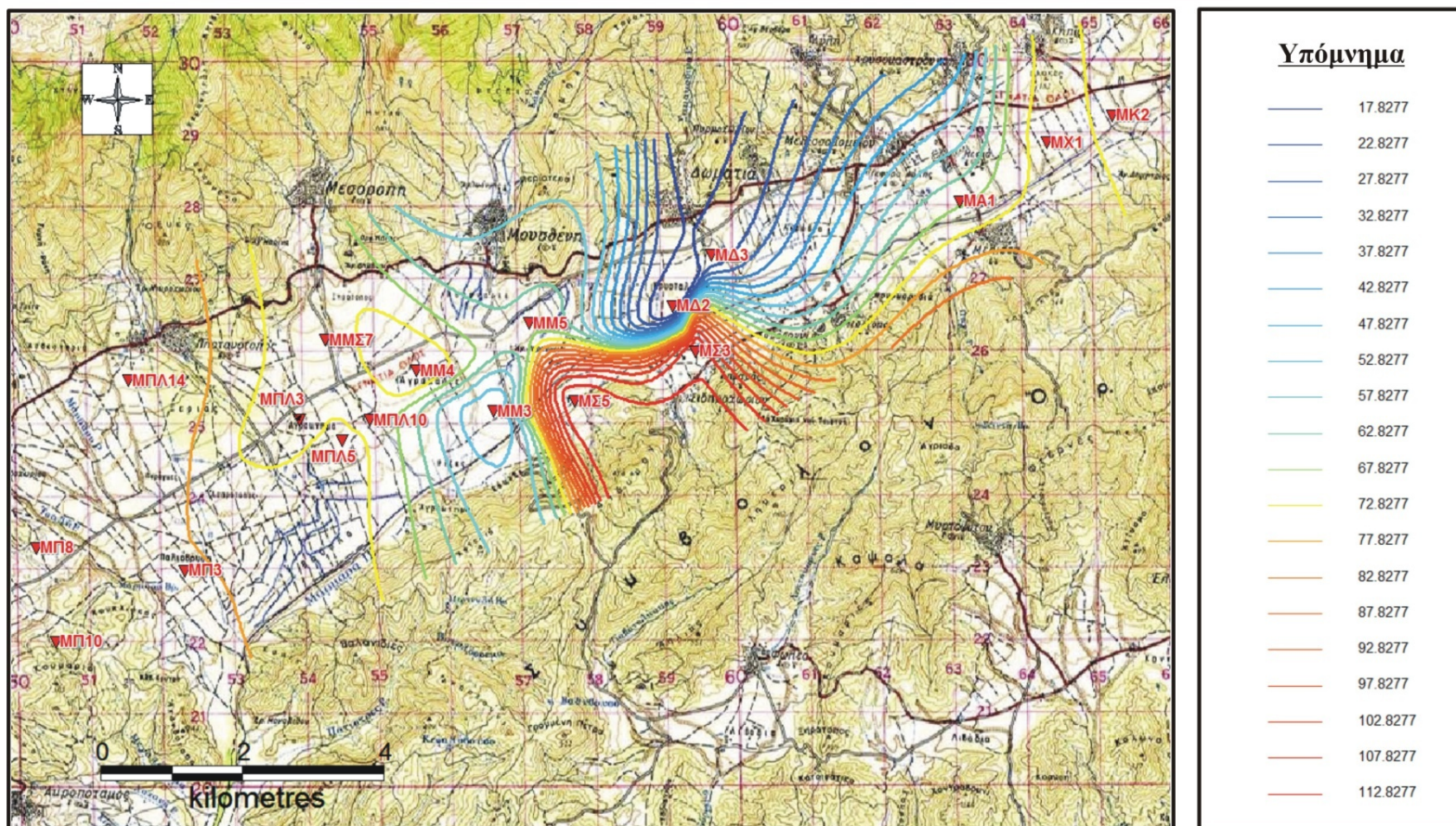
Χάρτης Ισοκατανομής Αγωγιμότητας ($\mu S/cm$) Ιουνίου 2006



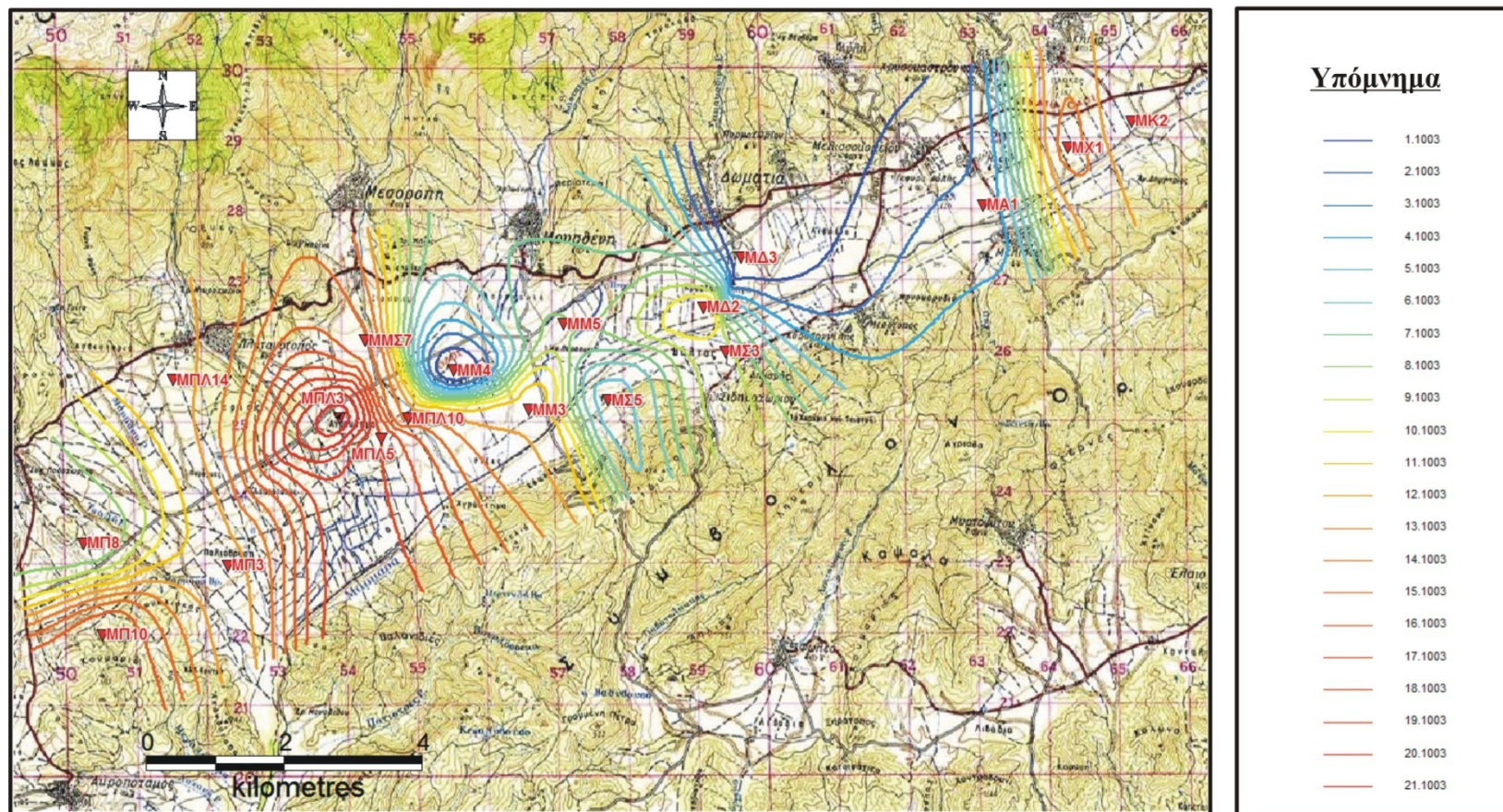
Χάρτης Ισοκατανομής Ph Ιουνίου 2006



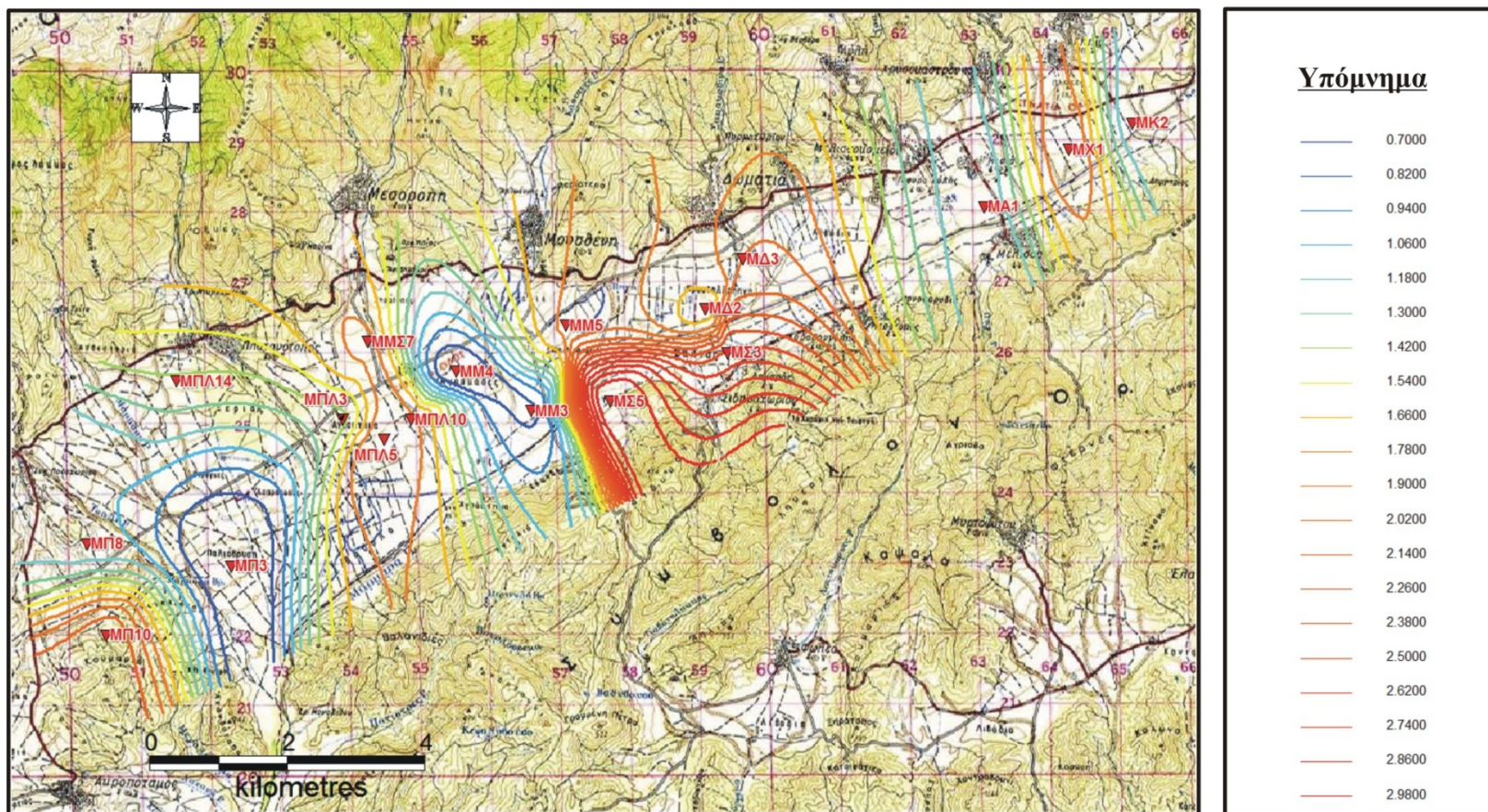
Χάρτης Ισοκατανομής Ca (mg/lit) Ιουνίου 2006



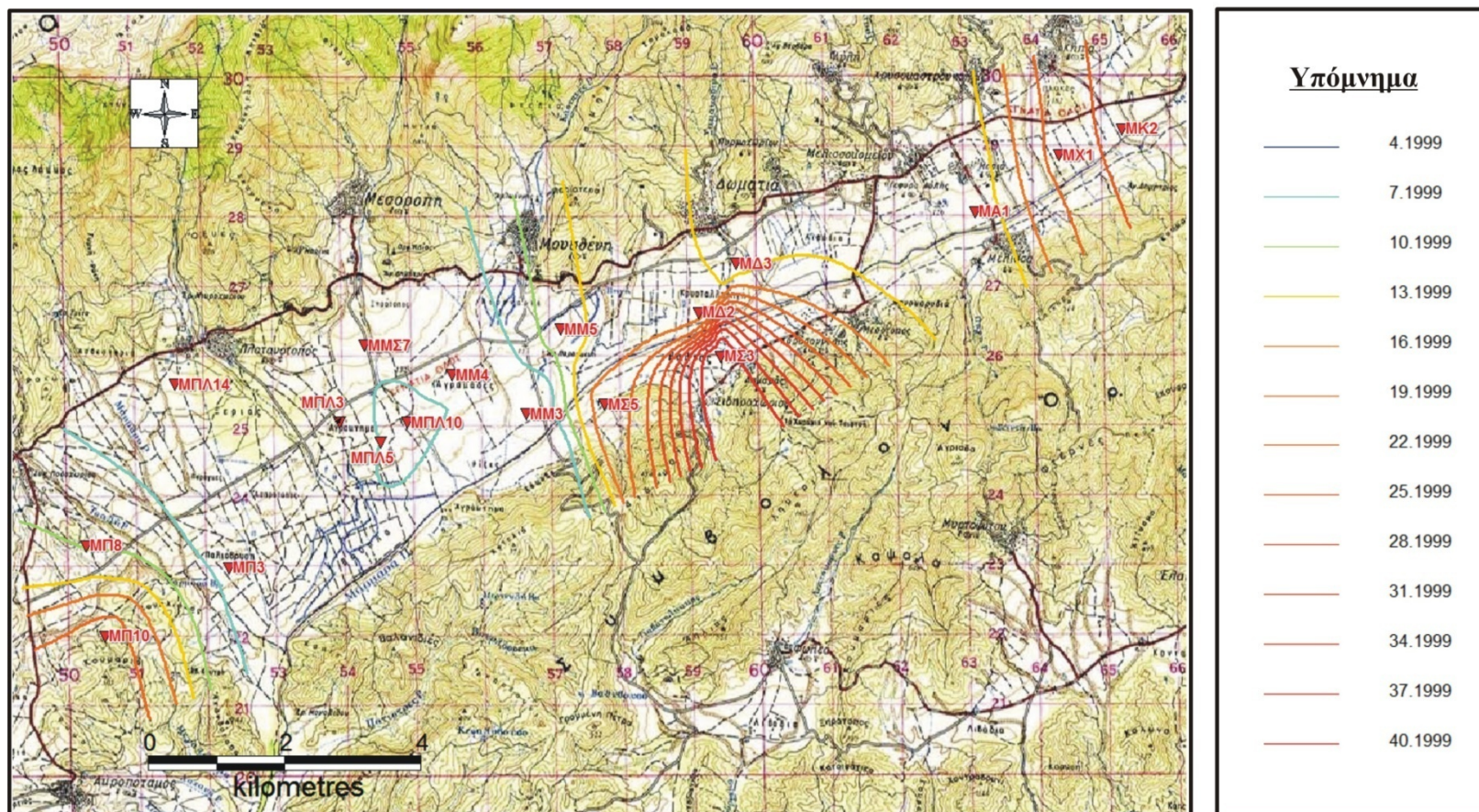
Χάρτης Ισοκατανομής Mg (mg/lit) Ιουνίου 2006



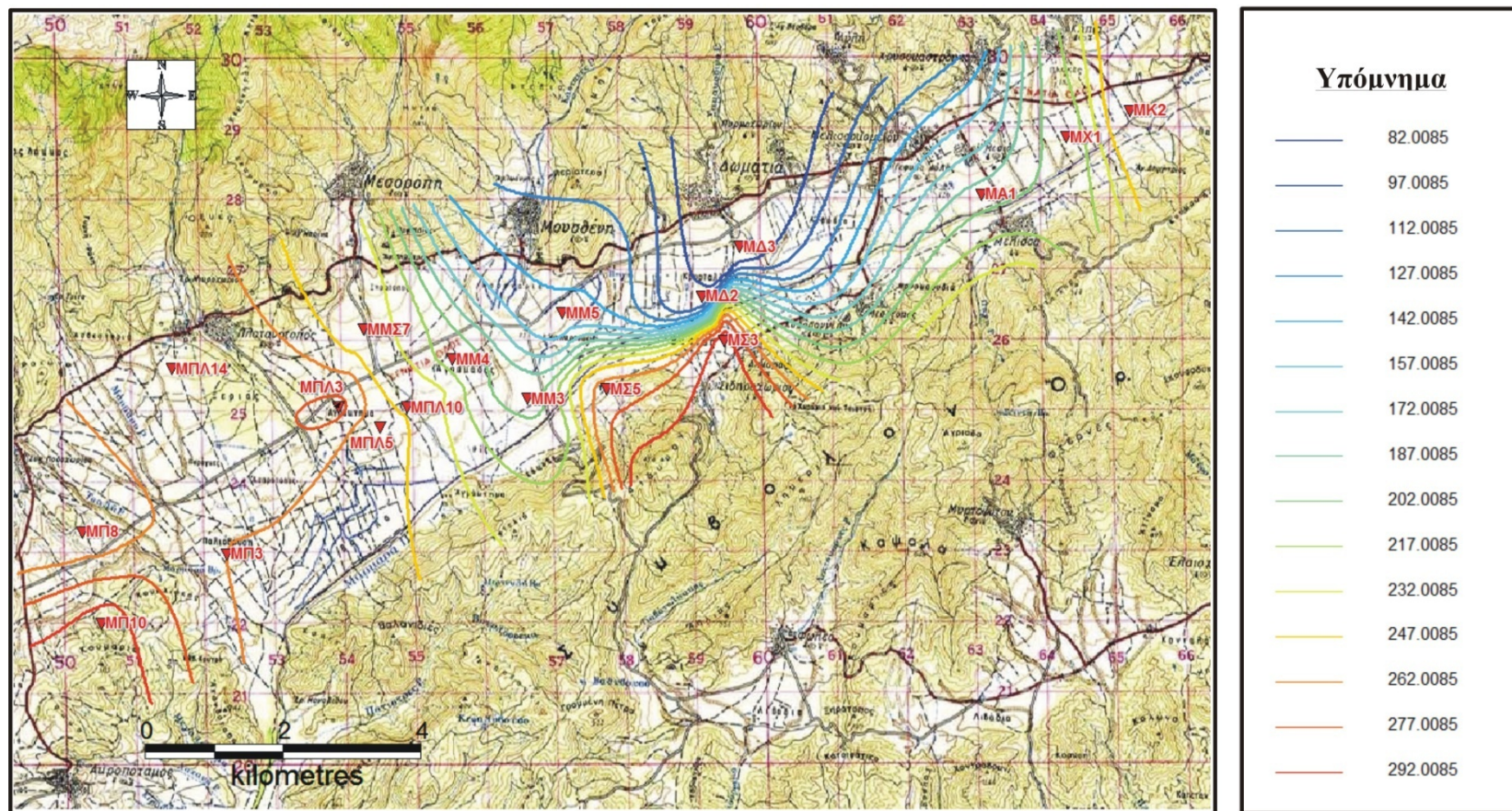
Χάρτης Ισοκατανομής K (mg/lit) Ιουνίου 2006



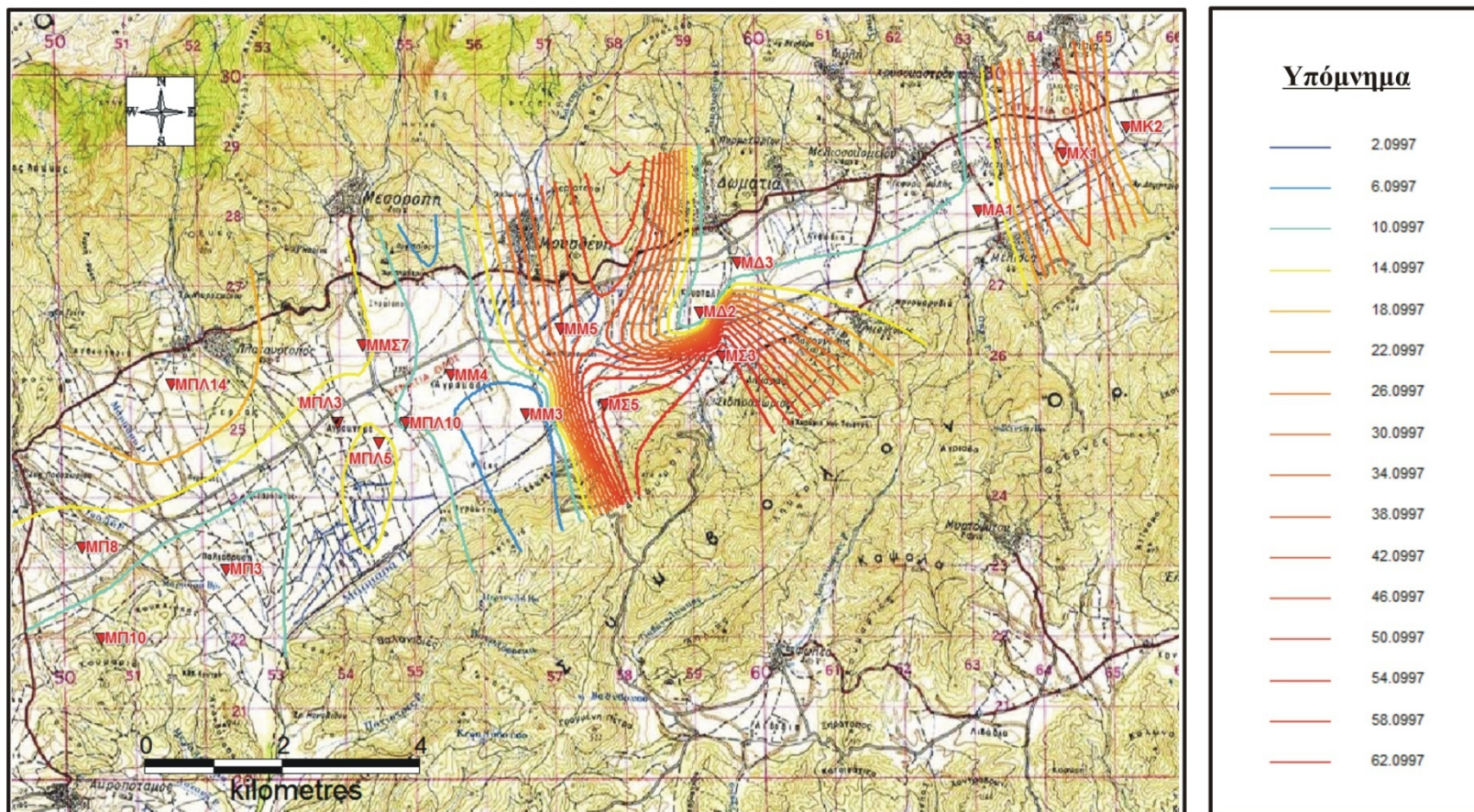
Χάρτης Ισοκατανομής Na (mg/lit) Ιουνίου 2006



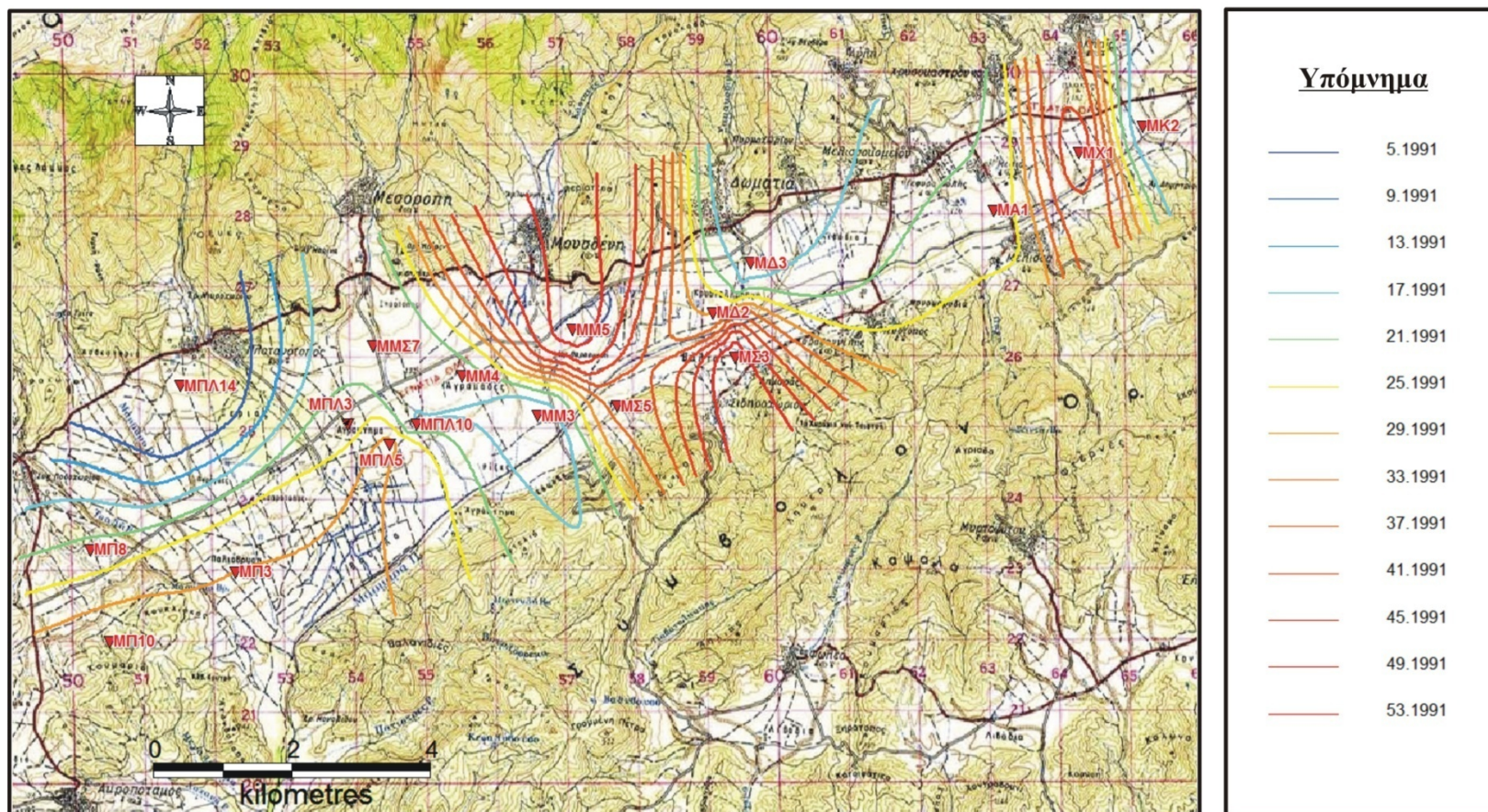
Χάρτης Ισοκατανομής HCO_3 (mg/lit) Ιουνίου 2006



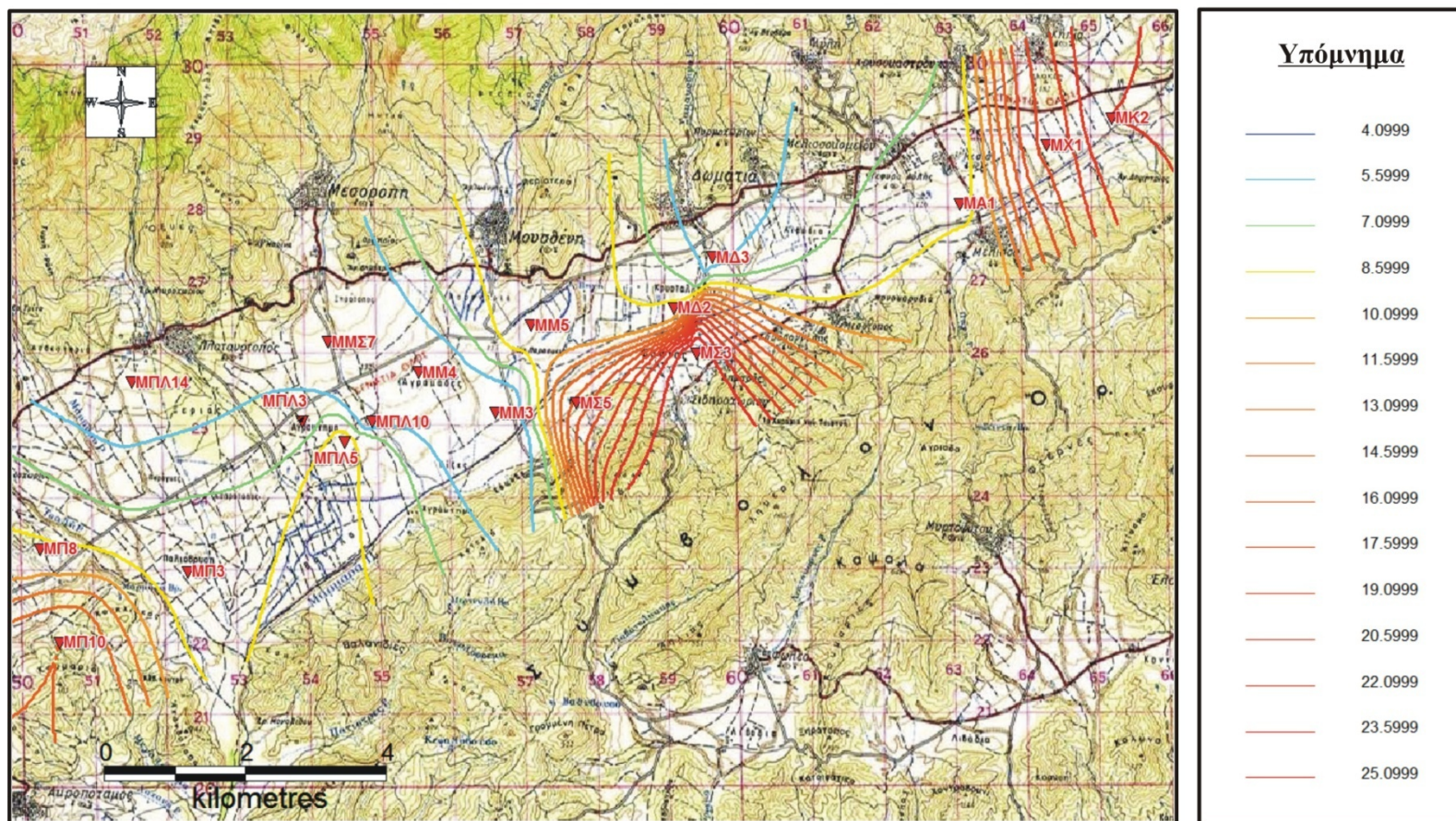
Χάρτης Ισοκατανομής SO_4 Ιουνίου 2006



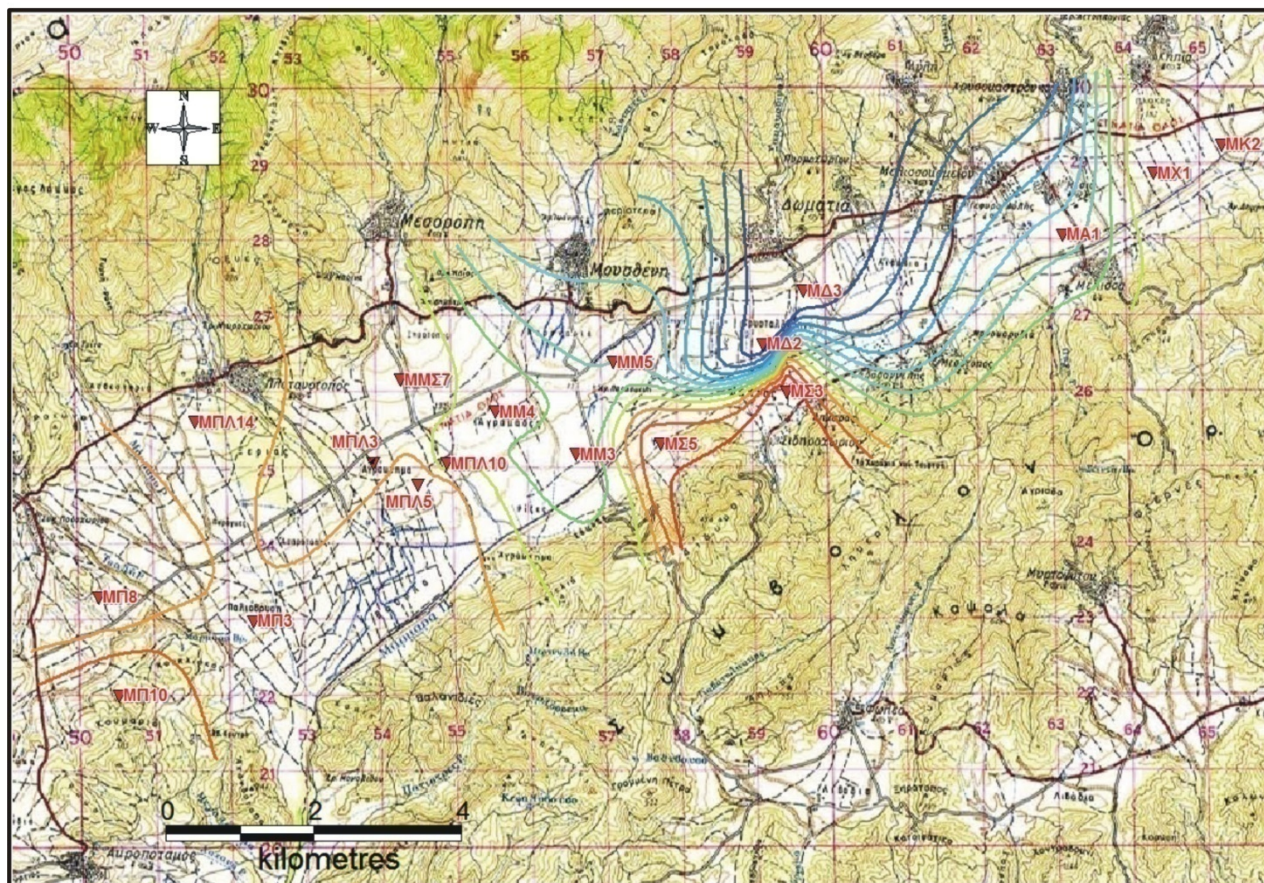
Χάρτης Ισοκατανομής NO_3 (mg/lit) Ιουνίου 2006



Χάρτης Ισοκατανομής Cl (mg/lit) Ιουνίου 2006



Χάρτης Ισοκατανομής Ολικής σκληρότητας Ιουνίου 2006

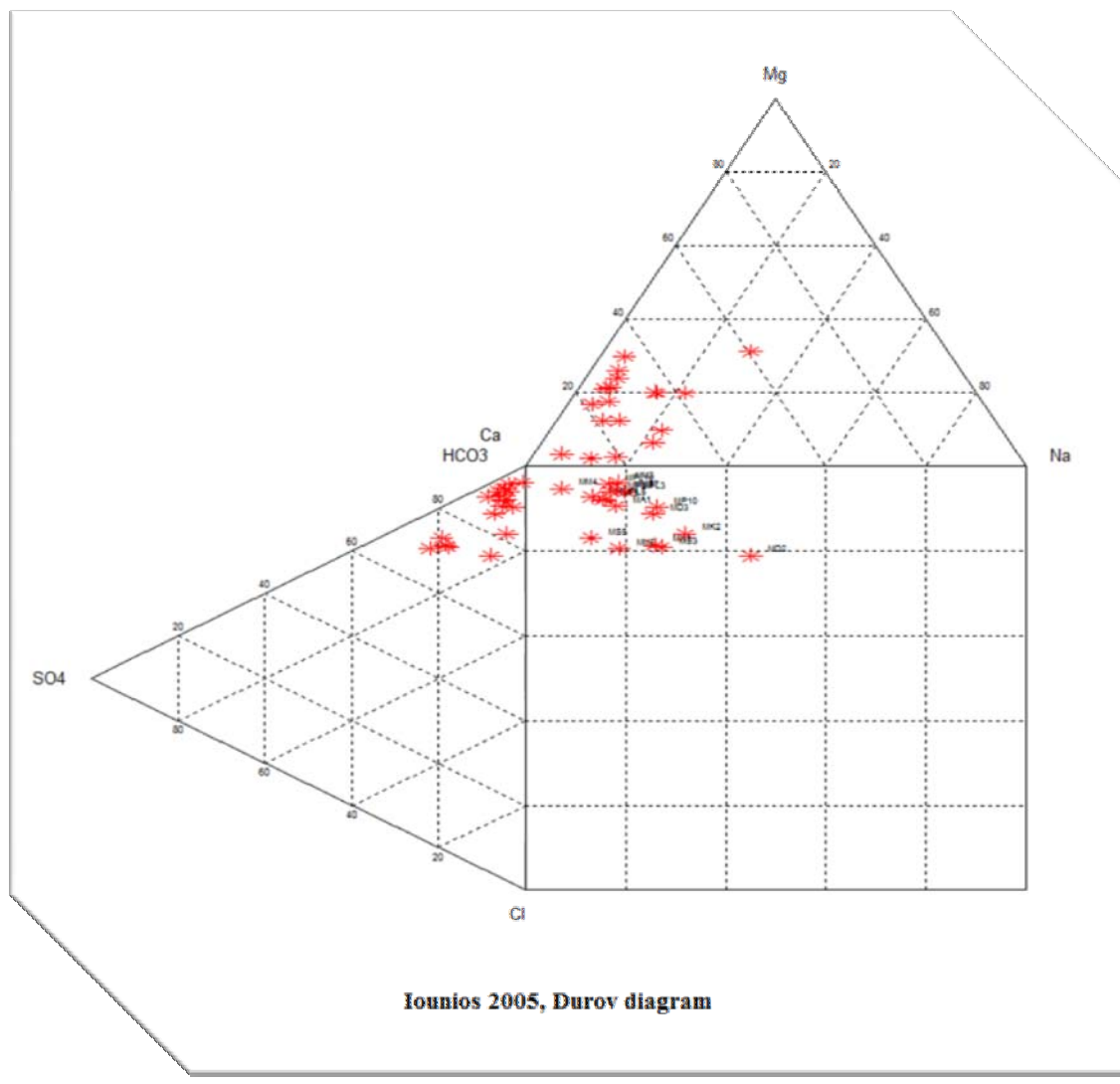


Υπόμνημα

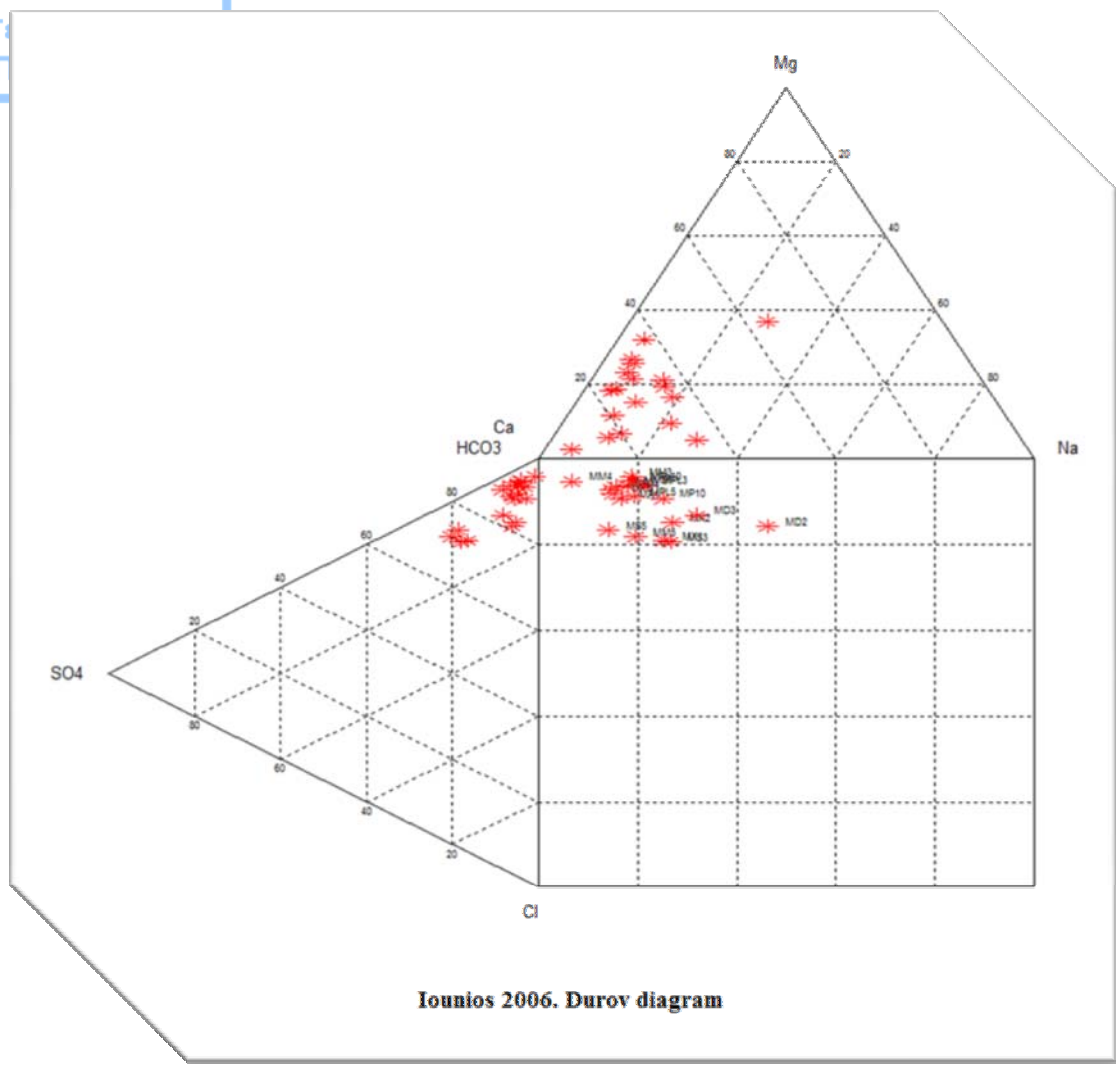
—	69.0052
—	89.0052
—	109.0052
—	129.0052
—	149.0052
—	169.0052
—	189.0052
—	209.0052
—	229.0052
—	249.0052
—	269.0052
—	289.0052
—	309.0052

5.2 Υδροχημικά διαγράμματα των στοιχείων και Σκληρότητα.

➤ Διαγράμματα Durov - Σχολιασμός τους.

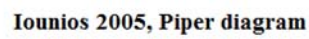


Σχήμα 5.2.1.: Διάγραμμα Durov για τις δειγματοληψίες στην περίοδο Ιουνίου 2005.



Σχήμα 5.2.2.: Διάγραμμα Durov για τις δειγματοληψίες στην περίοδο Ιουνίου 2006.

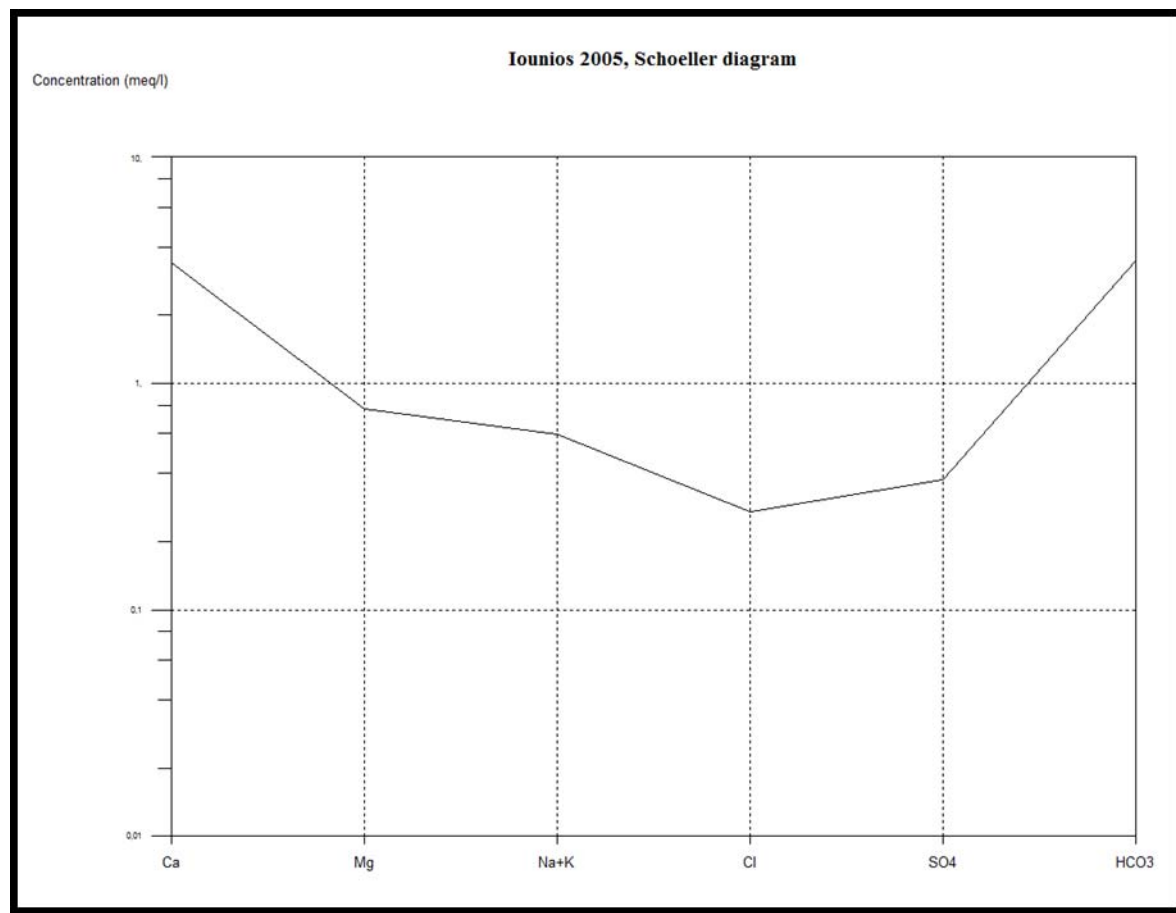
Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω διαγράμματα συμπεραίνουμε πως τα στοιχεία που περιέχουν τα νερά στην περιοχή προέρχονται από ιοντική ανταλλαγή (σχήματα 5.2.1. και 5.2.2.).



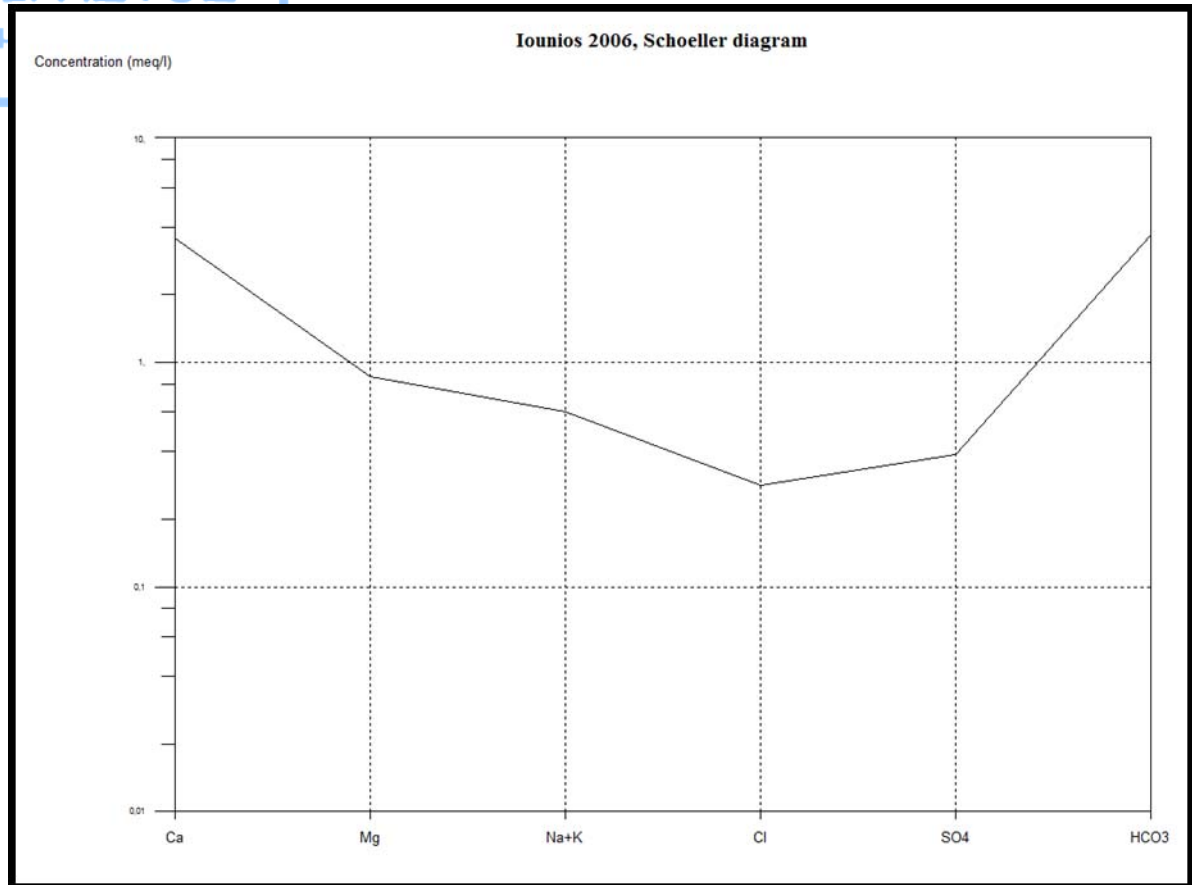
Σχήμα 5.2.3.: Διάγραμμα Piper για τις δειγματοληψίες στην περίοδο Ιουνίου 2005.

Παρατηρώντας τα διαγράμματα Pipefit που προέκυψαν για τα δεδομένα μας οδηγούμαστε στα εξής συμπεράσματα, τα υπόγεια νερά στην περιοχή είναι ασβεστομαγνησιούχα ανθρακικά και ψυχρά ή ελαφρώς θερμά μετεωρικά νερά (σχήματα 5.2.3 και 5.2.4).

➤ Διαγράμματα Schoeller –Σχολιασμός τους.



Σχήμα 5.2.5.: Διάγραμμα Schoeller για την μέση τιμή από τις δειγματοληψίες στην περίοδο Ιουνίου 2005.



Σχήμα 5.2.6.: Διάγραμμα Schoeller για την μέση τιμή από τις δειγματοληψίες στην περίοδο Ιουνίου 2006.

Από τα διαγράμματα Schoeller συμπεραίνουμε ότι στην ευρύτερη περιοχή της λεκάνης μελέτης τα νερά είναι γλυκά (σχήματα 5.2.5. και 5.2.6.).

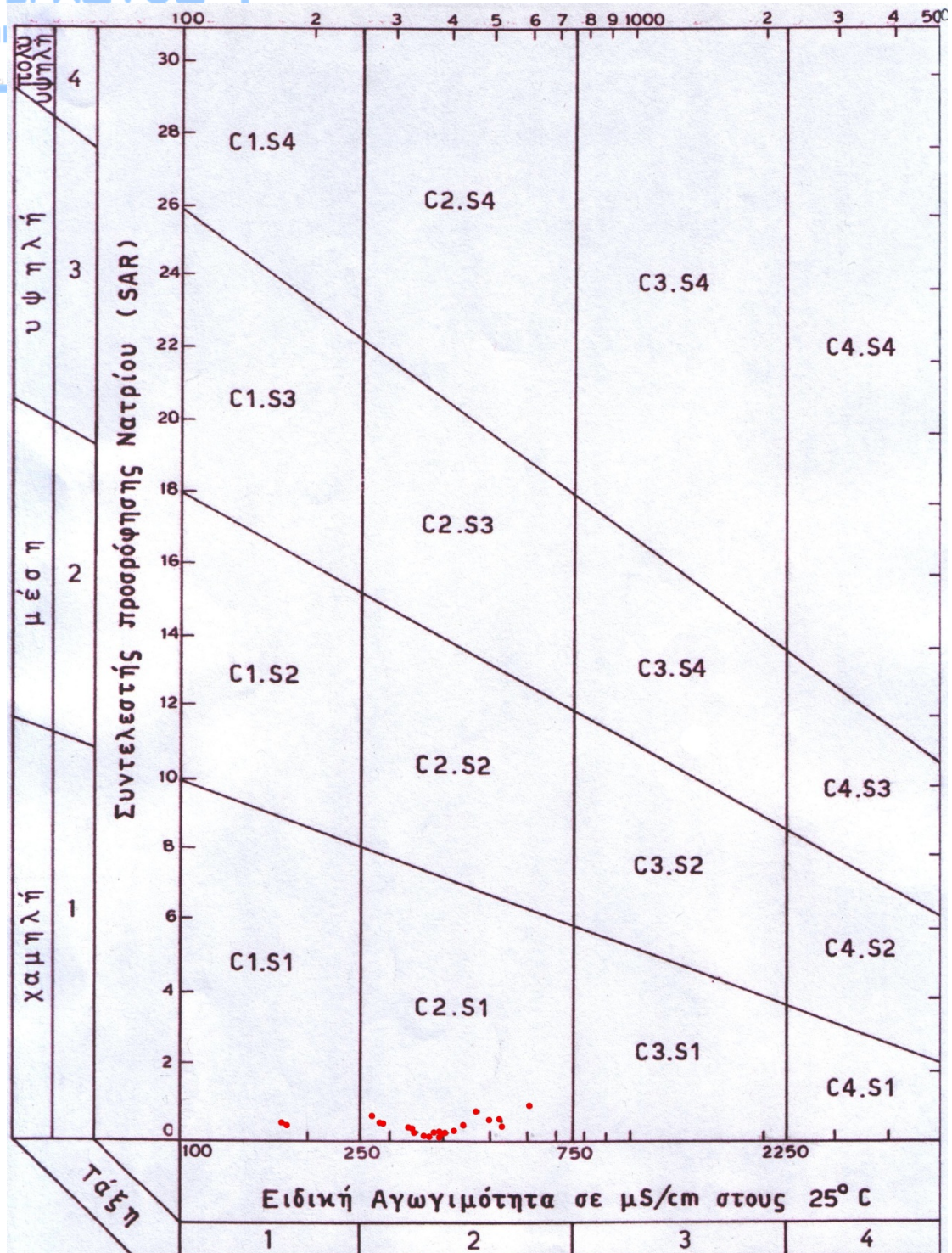
➤ Διαγράμματα ταξινόμησης αρδευτικών νερών – Σχολιασμός τους.

α/α	ΔΕΙΓΜΑ	Αγωγιμότητα R(μS/cm)	SAR
1	ΜΜΣ7	405	0.183
2	ΜΠ3	427	0.195
3	ΜΠ8	457	0.299
4	ΜΠ10	535	0.605
5	ΜΜ3	376	0.146
6	ΜΜ4	360	0.157
7	ΜΜ5	347	0.363
8	ΜΣ3	624	0.949
9	ΜΣ5	531	0.427
10	ΜΚ2	485	0.819
11	ΜΑ1	297	0.503
12	ΜΧ1	506	0.584
13	ΜΠΛ3	395	0.138
14	ΜΠΛ5	396	0.150
15	ΜΠΛ10	353	0.221
16	ΜΠΛ14	390	0.141
17	ΜΔ2	273	0.755
18	ΜΔ3	173	0.481

Πίνακας 6. Συντελεστής προσρόφησης Νατρίου S.A.R. Ιουνίου 2005.

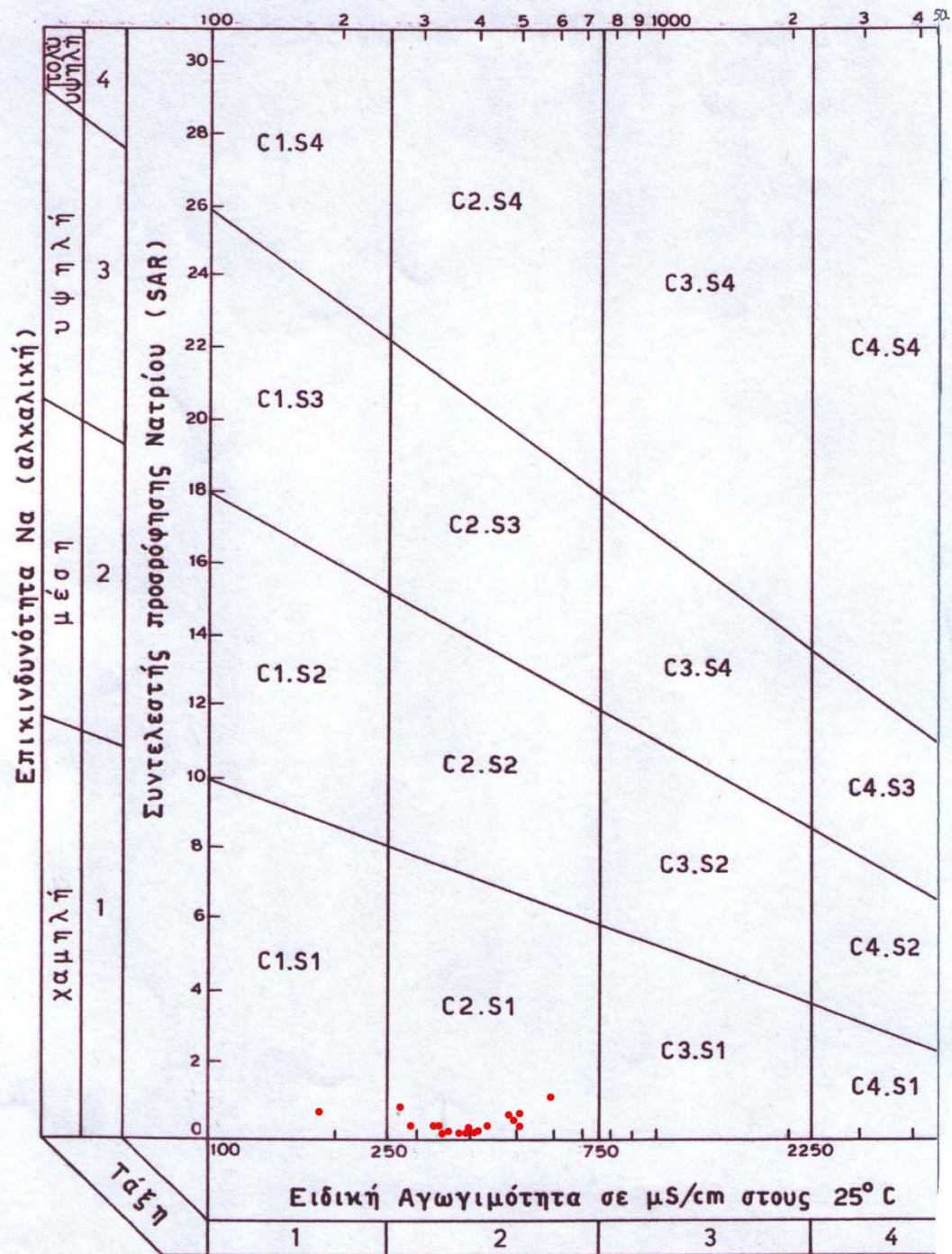
α/α	ΔΕΙΓΜΑ	Αγωγιμότητα R(μS/cm)	SAR
1	ΜΜΣ7	414	0.187
2	ΜΠ3	435	0.192
3	ΜΠ8	449	0.290
4	ΜΠ10	512	0.533
5	ΜΜ3	380	0.138
6	ΜΜ4	353	0.150
7	ΜΜ5	338	0.364
8	ΜΣ3	598	0.965
9	ΜΣ5	513	0.426
10	ΜΚ2	496	0.673
11	ΜΑ1	289	0.395
12	ΜΧ1	497	0.553
13	ΜΠΛ3	397	0.163
14	ΜΠΛ5	401	0.195
15	ΜΠΛ10	343	0.253
16	ΜΠΛ14	387	0.167
17	ΜΔ2	264	0.706
18	ΜΔ3	188	0.654

Πίνακας 7. Συντελεστής προσρόφησης Νατρίου S.A.R. Ιουνίου 2006.



Διάγραμμα SAR Ιούνιος 2005

Σχήμα 5.2.7. Ποιοτική κατάταξη των υπογείων νερών για αρδευτικές χρήσεις κατά U.S. Salinity Laboratory, για την περίοδο δειγματοληψίας του Ιουνίου 2005.



Διάγραμμα SAR Ιούνιος 2006

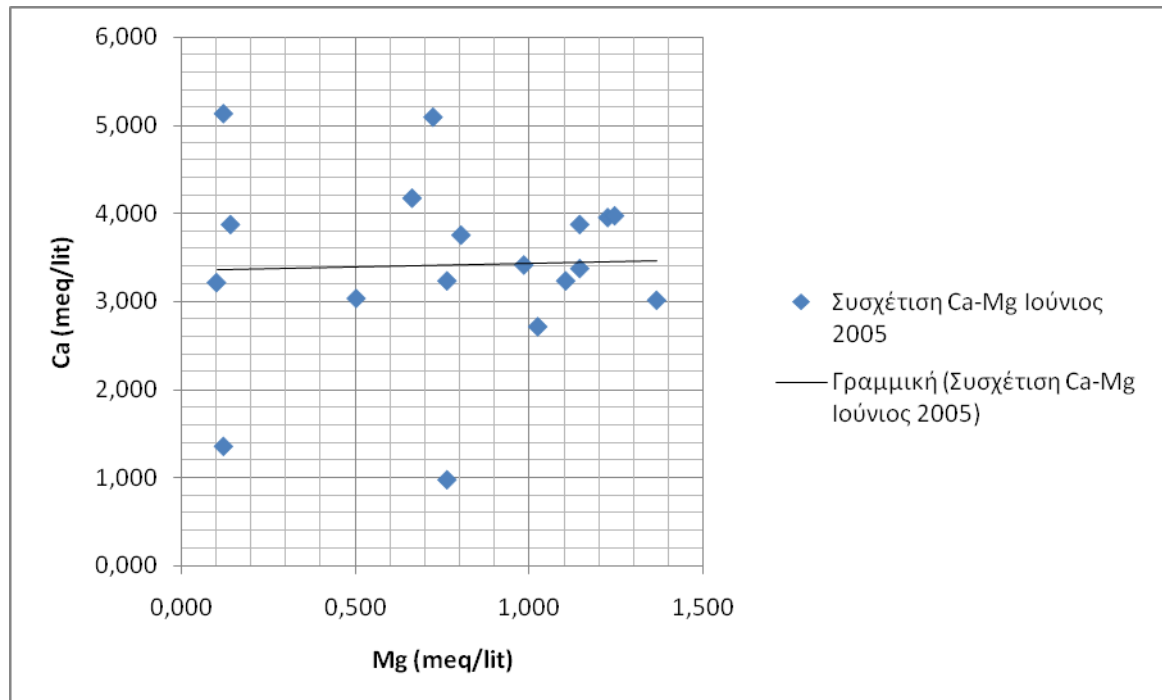
Σχήμα 5.2.8. Ποιοτική κατάταξη των υπογείων νερών για αρδευτικές χρήσεις κατά U.S. Salinity Laboratory, για την περίοδο δειγματοληψίας του Ιουνίου 2006.



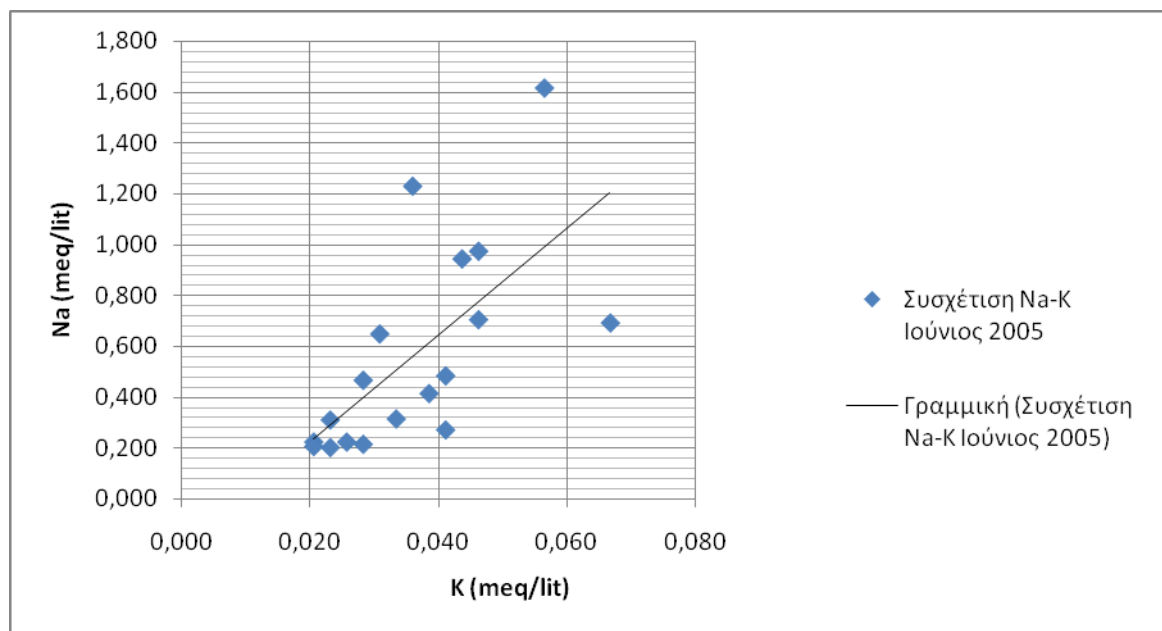
Σύμφωνα με τα διαγράμματα ταξινόμησης αρδευτικών νερών καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως τα νερά στην περιοχή μελέτης είναι καλής μέχρι μέτριας ποιότητας (κατηγορία C2.S1) και θα πρέπει να χρησιμοποιούνται με προφύλαξη στα βαρεία εδάφη που δεν αποστραγγίζονται καλά και επίσης με επιφύλαξη για ευαίσθητα φυτά.

Εξαίρεση αποτελεί η Γεώτρηση ΜΔ3 η οποία ανήκει στην κατηγορία C1-S1 της οποίας τα νερά χαρακτηρίζονται ως ποιοτικά καλά.

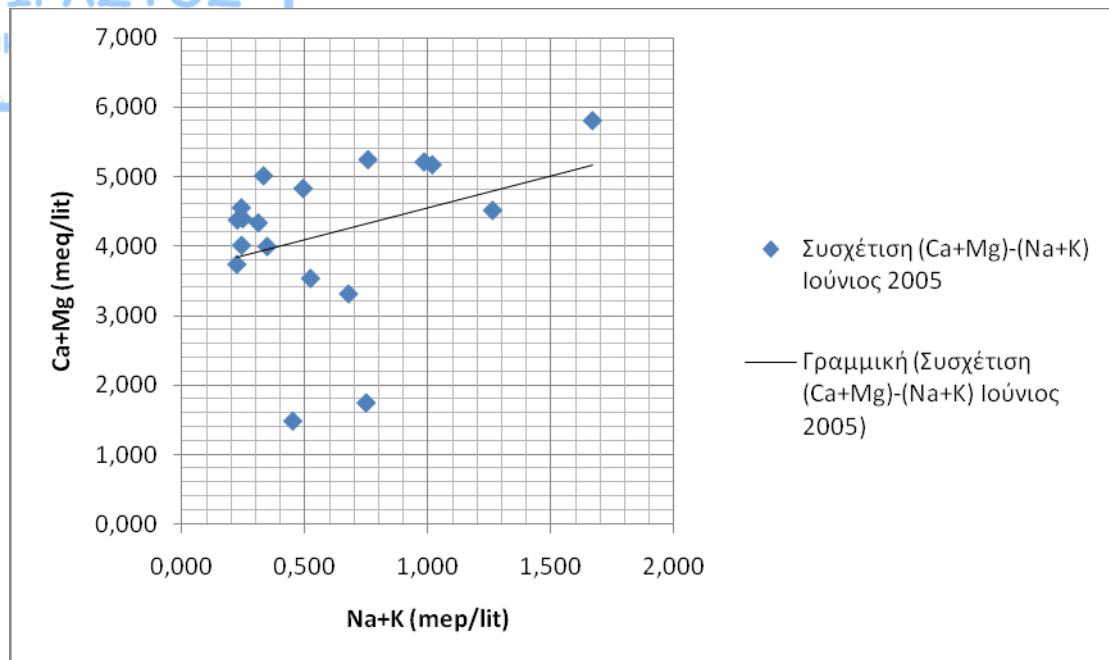
➤ Συσχετιστικά Διαγράμματα νερών.



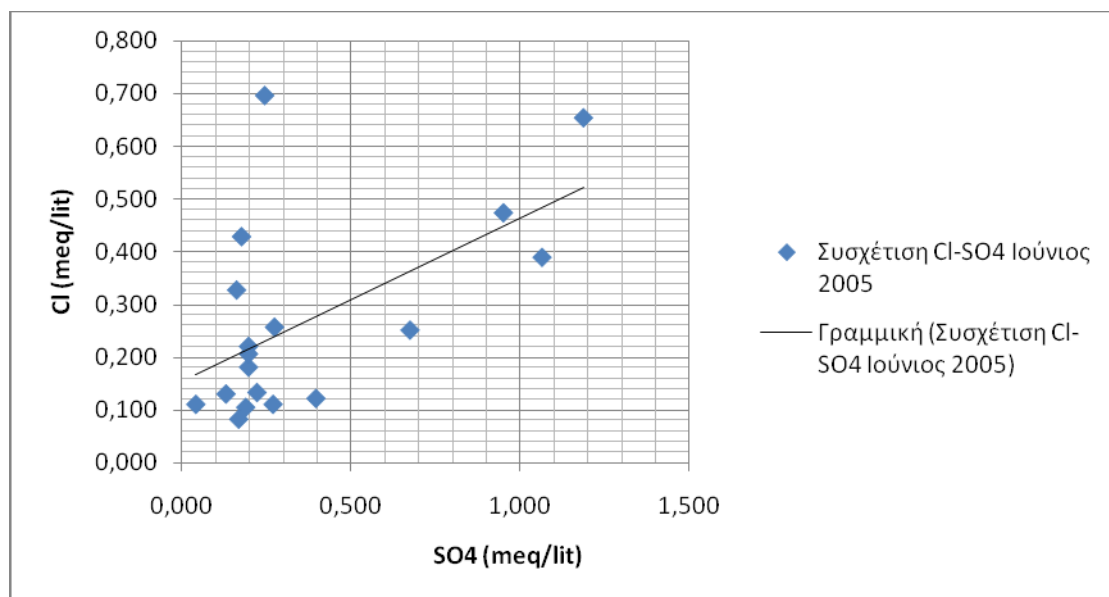
Σχήμα 5.2.9. Συσχέτιση Ca-Mg κατά την περίοδο δειγματοληψίας του Ιουνίου 2005.



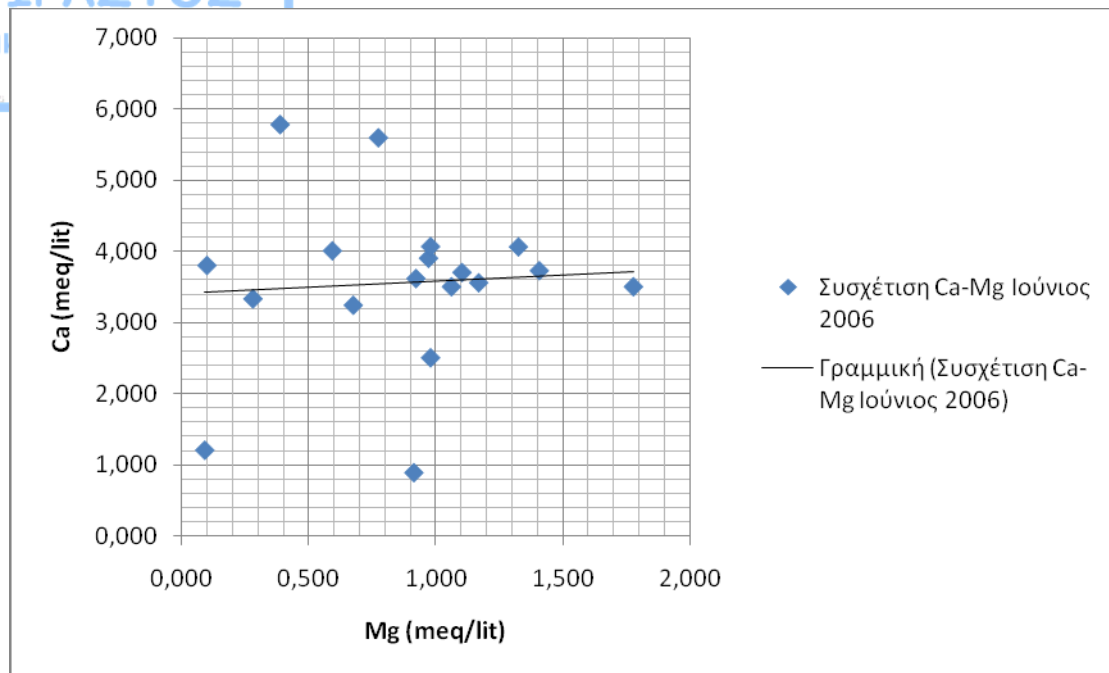
Σχήμα 5.2.10. Συσχέτιση Na-K κατά την περίοδο δειγματοληψίας του Ιουνίου 2005.



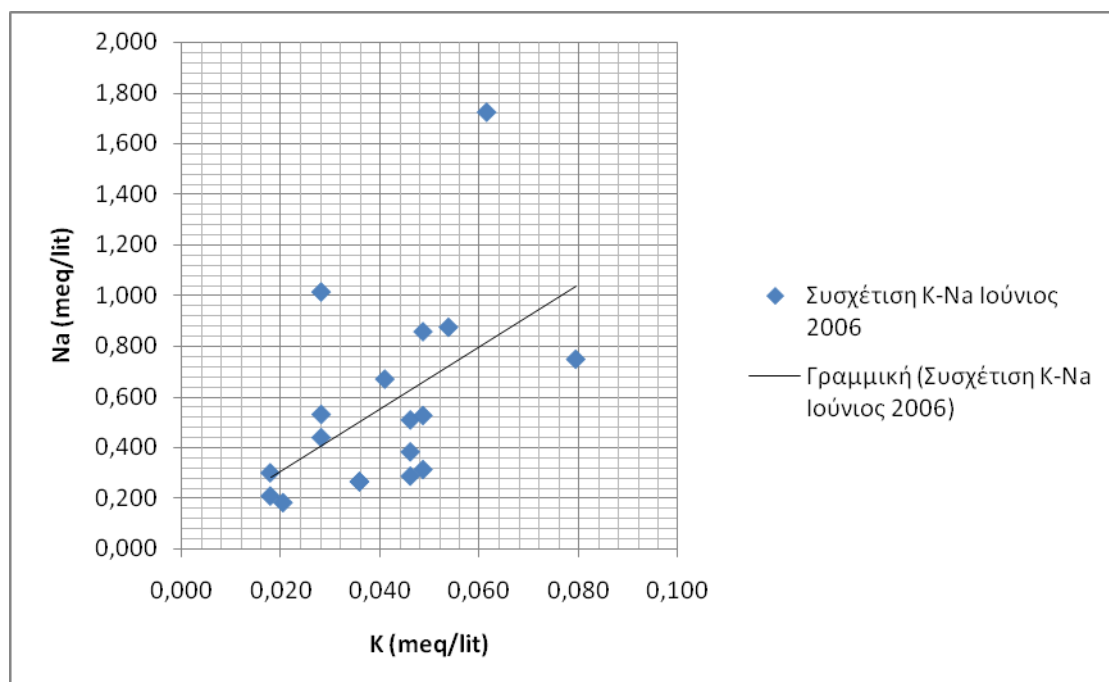
Σχήμα 5.2.11. Συσχέτιση (Ca+Mg)-(Na+K) κατά την περίοδο δειγματοληψίας του Ιουνίου 2005.



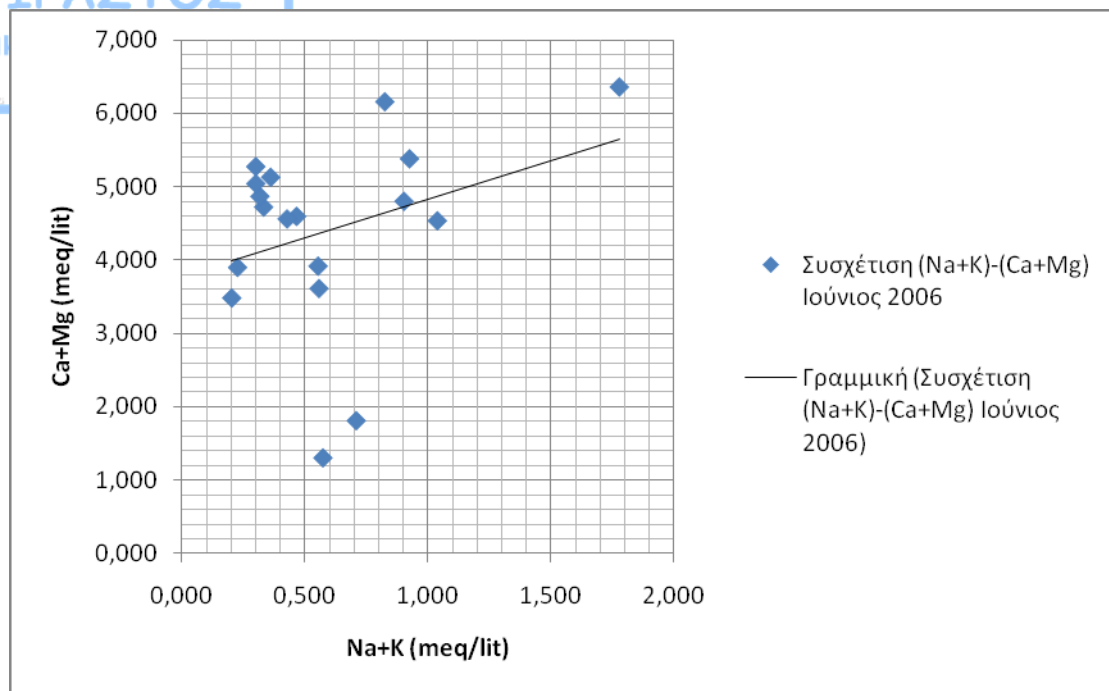
Σχήμα 5.2.12. Συσχέτιση Cl-SO₄ κατά την περίοδο δειγματοληψίας του Ιουνίου 2005.



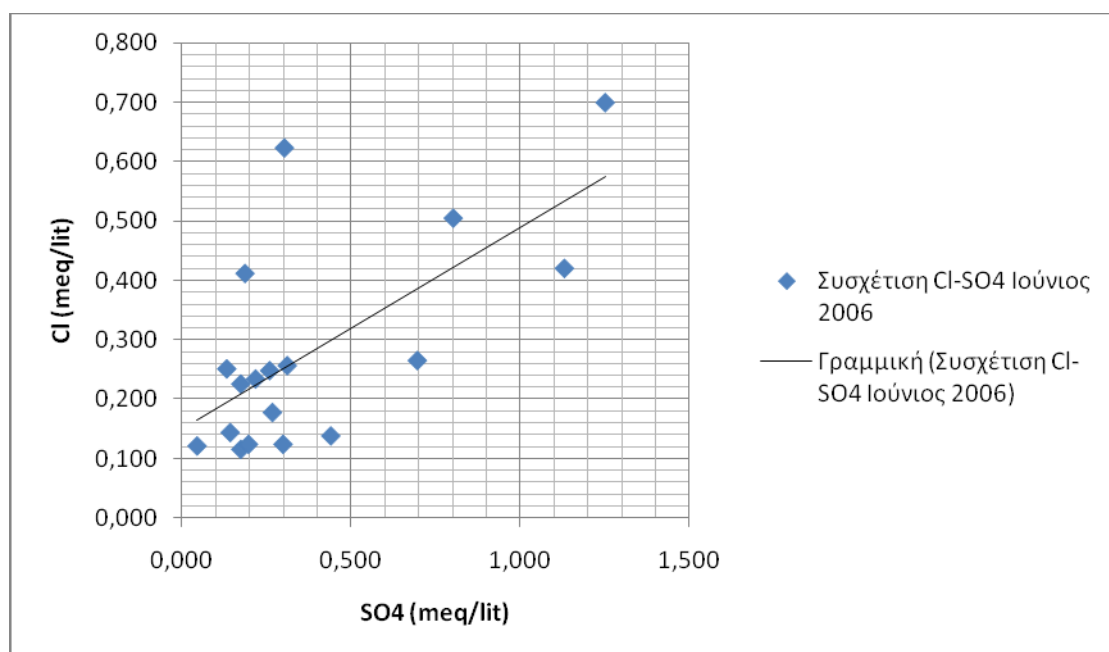
Σχήμα 5.2.13. Συσχέτιση Ca-Mg κατά την περίοδο δειγματοληψίας του Ιουνίου 2006.



Σχήμα 5.2.14. Συσχέτιση Na-K κατά την περίοδο δειγματοληψίας του Ιουνίου 2006.



Σχήμα 5.2.15. Συσχέτιση (Ca+Mg)-(Na+K) κατά την περίοδο δειγματοληψίας του Ιουνίου 2006.

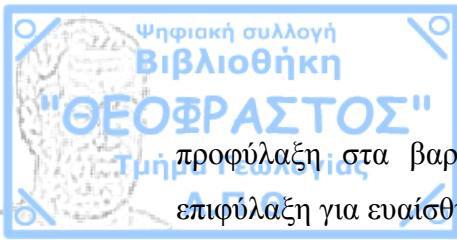


Σχήμα 5.2.16. Συσχέτιση Cl-SO₄ κατά την περίοδο δειγματοληψίας του Ιουνίου 2006.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνοψίζοντας όλα τα επιμέρους συμπεράσματα στα οποία καταλήξαμε ερμηνεύοντας τόσο τους θεματικούς χάρτες όσο τα χημικά διαγράμματα και τους πίνακες, μας γίνεται φανερό πως έχουμε

- Βρίσκεται κυρίως σε πάνω σε χερσαίες αποθέσεις και αλλουβιακά ριπίδια.
- $Ph \approx 6,7 - 7,85$.
- Ca^{++} χαμηλά.
- Mg^{++} χαμηλά.
- Na^{++} χαμηλά.
- K^{+} χαμηλά.
- HCO_3^{-} μέτρια
- SO_4^{--} χαμηλά με λίγες εξαιρέσεις.
- Cl^{-} χαμηλά.
- NO_3^{-} μέτρια.
- Το νερό είναι αρκετά σκληρό, με συγκεντρώσεις από 200 – 400 p.p.m. ή mg/l. Το νερό αυτό είναι κατάλληλο για κάποια φυτά που αντέχουν σε τέτοιες σκληρότητες όπως είναι οι *Vallisneria gigantea*, κάποια από τα *Ceratopteris species* και κάποια από τα *Anubias species*. Στην Ελλάδα τα νερά χαρακτηρίζονται μάλλον σκληρά, επί το πλείστον, αφού οι υδροφόροι ορίζοντες απαντώνται μέσα σε ασβεστολιθικούς θύλακες και επιπροσθέτως διαλυμένα πυριτικά, θειούχα και άλλα άλατα δημιουργούν συγκεκριμένες ποιότητες νερού.
- Προέρχονται από ιοντική ανταλλαγή.
- Είναι ασβεστο-μαγνησιούχο ανθρακικό.
- Είναι ψυχρά ή ελαφρώς θερμά μετεωρικά νερά.
- Γλυκά νερά.
- Είναι καλής μέχρι μέτριας ποιότητας και θα πρέπει να χρησιμοποιούνται με



προφύλαξη στα βαρέα εδάφη που δεν αποστραγγίζονται καλά και επίσης με επιφύλαξη για ευαίσθητα φυτά.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- *Βουδούρης, Κ., 2005. Θέματα Υδρογεωλογίας Περιβάλλοντος. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα εκδόσεων Α.Π.Θ.*
- *Βουδούρης, Κ., Νίκας, Κ., Αντωνάκος, Α., 2004. Μελέτη της Εξέλιξης του Μετώπου Υφαλμύρωσης σε Παράκτιους Υδροφόρους Ορίζοντες. Η περίπτωση του Παράκτιου Τμήματος της ΒΔ Αχαΐας. Πρακτικά 10^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας. Τόμος 4^{ος}. Θεσσαλονίκη.*
- *Δημόπουλος, Γ., 2004. Σημειώσεις του μαθήματος «Γεωλογικές – Περιβαλλοντικές Μελέτες Τεχνικών Έργων». Θεσσαλονίκη.*
- *Μουντράκης, Δ., 1985. Γεωλογία της Ελλάδας. University Studio Press.*
- *Σούλιος, Γ., 1996. Γενική Υδρογεωλογία, Πρώτος Τόμος, Ανατύπωση. University Studio Press. Θεσσαλονίκη.*
- *Φυτίκας, Μ., Ανδρίτσος, Ν., 2004. Γεωθερμία. Εκδόσεις Τζιόλα. Θεσσαλονίκη.*
- *Σούλιος, Γ., 2005. Γενική Υδρογεωλογία, Τέταρτος Τόμος. Θεσσαλονίκη.*