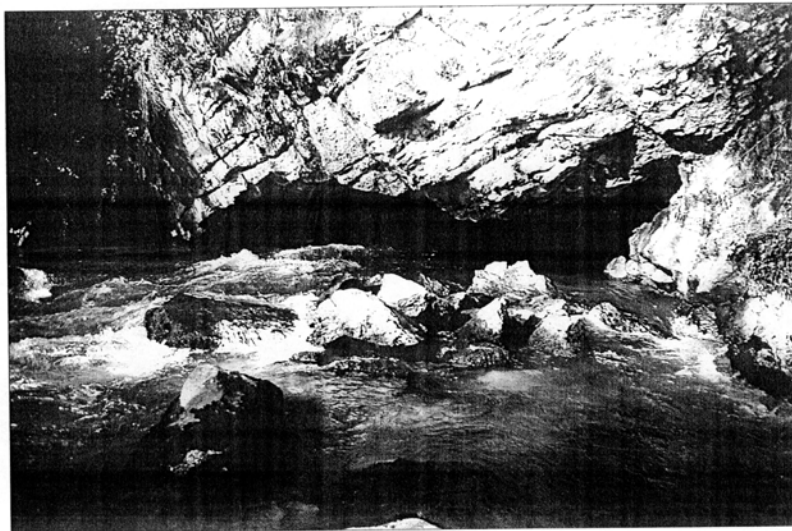


ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ
ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΗΣ ΕΛΛΗΝ. ΓΕΩΛ. ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ

ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΓΕΩΛΟΓΩΝ
ΚΑΙ
ΜΕΤΑΛΛΕΙΟΛΟΓΩΝ ΚΥΠΡΟΥ

4ο ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ

με έμφαση στα θέματα
ποιότητας και μόλυνσης-ρύπανσης
του υπόγειου και επιφανειακού νερού



ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Επιμέλεια: Γεώργιος Σούλιος

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 1997

ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ, Η., ΦΟΥΝΤΟΥΛΗΣ, Ι., ΣΠΥΡΙΔΩΝΟΣ, Ε., ΛΟΓΟΣ, Ε., ΘΕΟΧΑΡΗΣ, Δ., (1997). - Ποιοτική διερεύνηση του υδρογεωλογικού συστήματος της λεκάνης Κάτω Μεσσηνίας. *Πρακτικά 4ου Υδρογεωλογικού Συνεδρίου Ελλ. Επιτρ. Υδρογεωλογίας της Ελλ. Γεωλ. Ετ.*, Νοέμβριος 1997, 270-284, Θεσ/νικη.

ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΩ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

¹Μαριολάκος, Η., ¹Φουντούλης, Ι., ²Σπυρίδωνος Ε., ¹Λόγος Ε., ¹Θεοχάρης, Δ.

Σύνοψη

Για τη μελέτη του ελεύθερου υδροφορέα της Κάτω Μεσσηνίας έγινε λεπτομερής χαρτογράφηση των γεωλογικών σχηματισμών, των τεκτονικών στοιχείων και των σημείων υδροληψίας. Ο υδροφόρος ορίζοντας αναπτύσσεται κυρίως σε θαλάσσιες αποθέσεις πλειστοκαινικής ηλικίας καθώς και σε χερσαίες ολοκαινικές αποθέσεις. Το αλπικό υπόβαθρο (ενότητες Πίνδου και Τρίπολης) εμφανίζεται στα περιθώρια της λεκάνης. Από δύο διαδοχικές δειγματοληψίες το Νοέμβριο 1994 και 1995 κατασκευάστηκαν χάρτες ισοκαμπυλών κατανομής χαρακτηριστικών ιόντων. Συμπεραίνεται ότι οι κατανομές αυτές επηρεάζονται τόσο από το γενικότερο υδρογεωλογικό καθεστώς (πλευρικές εισροές, αδιαπέρατα στρώματα στο υπόβαθρο) όσο και από ανθρώπινες δραστηριότητες (υπεραντλήσεις, χρήση φυτοφαρμάκων).

Abstract

In order to study the unconfined aquifer of Kato Messinia, detailed geologic and tectonic mapping conducted. The aquifer develops mainly in marine deposits of Pleistocene age and Holocene terrestrial formations. Outcrops of the Alpine basement (Pindos and Tripolis units) are found on the flanks of the basin. Based on two successive samplings in November 1994 and 1995, the characteristic-ions distribution contour maps were created. It is concluded that this distribution is affected both by the overall hydrogeological conditions (lateral influx, impermeable substratum beds) and human activities (overpumping, pesticides)

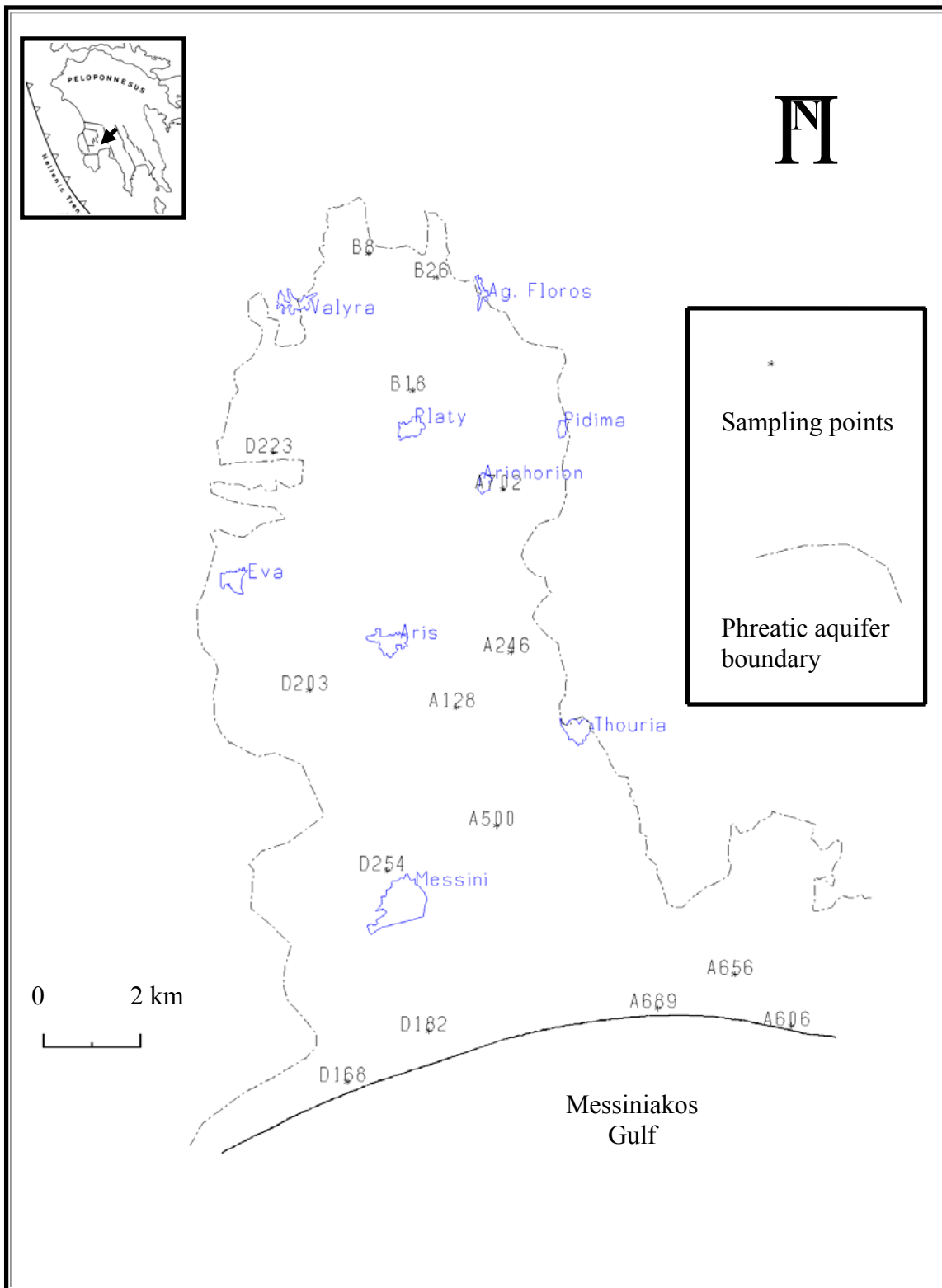
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο ΝΔ τμήμα της Πελοποννήσου αποτελεί δε την προς βορρά προέκταση του Μεσσηνιακού κόλπου στην ξηρά (Εικ. 1). Πιο συγκεκριμένα βρίσκεται μεταξύ των ορέων της Κυπαρισσίας και της Ιθώμης στα δυτικά και των Βρωμοβρυσαϊκών βουνών και των δυτικών απολήξεων του Ταΰγετου στα ανατολικά. Αποτελεί το κατώτερο τμήμα μιας ευρύτερης υδρολογικής λεκάνης, η οποία περικλείεται από τον υδροκρίτη του Ταΰγετου στα ανατολικά, και τον υδροκρίτη των ορέων της Κυπαρισσίας δυτικά.

Στα πλαίσια της μελέτης αυτής χαρτογραφήθηκαν: (i) οι γεωλογικοί σχηματισμοί που απαντούν στη λεκάνη και στα περιθώριά της, (ii) τα τεκτονικά στοιχεία, (iii) τα σημεία υδροληψίας (πηγάδια - γεωτρήσεις) της λεκάνης. Προκειμένου να διερευνηθεί ποιοτικά το υδρογεωλογικό σύστημα της

¹ Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Πανεπιστημιούπολη Ζωγράφου, 157 84, Αθήνα

² F.U. Berlin, Institut f. Geologie, Geophysik und Geoinformatik, FR Geoinformatik - Mathematische Geologie, Malteserstr. 74 -100, Haus D, D-122 49 Berlin



Εικ. 1. Η γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης με τα σημεία δειγματοληψίας στο πεδινό τμήμα της λεκάνης της Κάτω Μεσσηνίας.

Fig. 1. Location map and the sampling points at the plain part of the Kato Messinia basin.

λεκάνης έγιναν χημικές αναλύσεις σε 15 επιλεγμένα σημεία υδροληψίας. Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε το Νοέμβριο των ετών 1994 και 1995.

ΓΕΩΛΟΓΙΑ – ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Η νεοτεκτονική δομή της Μεσσηνίας, η οποία και έχει καθορίσει την υδρογεωλογική συμπεριφορά της ευρύτερης περιοχής, χαρακτηρίζεται από την παρουσία μεγάλων βυθισμάτων και κεράτων, τα οποία οριοθετούνται μεταξύ τους με μεγάλες ρηξιγενείς ζώνες. Τέτοιες μεγάλες δομές είναι το τεκτονικό κέρασ του Ταΰγετου, το τεκτονικό βύθισμα Κυπαρισσίας – Καλαμάτας και η σύνθετη μορφοτεκτονική δομή των ορέων της Κυπαρισσίας (**Εικ. 2**) (Mariolakos *et al.*, 1994).

Στα περιθώρια ή και στο εσωτερικό αυτών των 1ης τάξης μακροδομών, απαντούν άλλες μικρότερες νεοτεκτονικές δομές 2ης, 3ης τάξης (μικρότερα βυθίσματα και κέρατα) τα οποία διατάσσονται παράλληλα ή εγκάρσια στις 1ης τάξης μακροδομές. Έτσι μέσα στο τεκτονικό βύθισμα Κυπαρισσίας – Καλαμάτας διακρίνονται οι ακόλουθες νεοτεκτονικές μακροδομές 2ης τάξης (**Εικ. 2**):

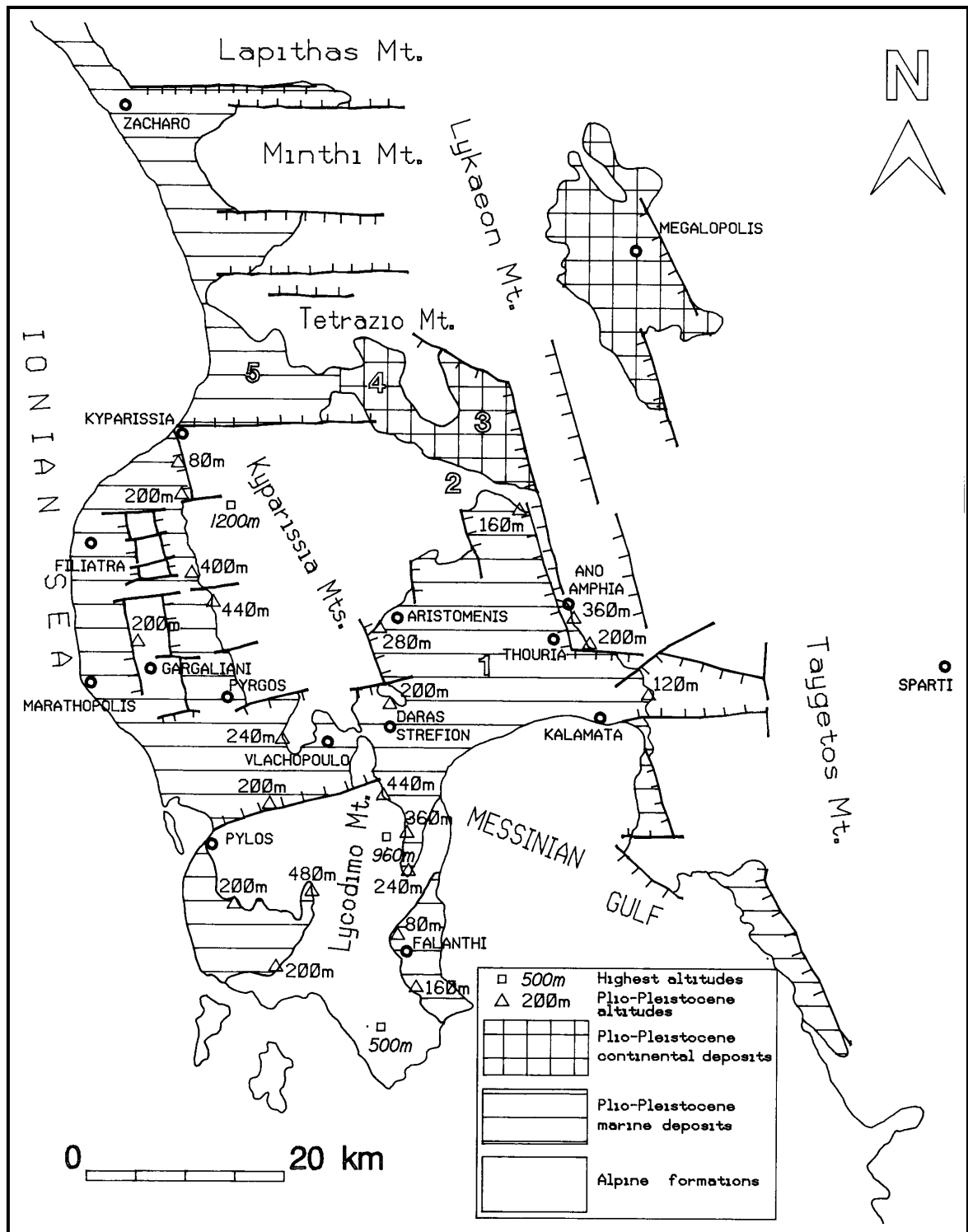
- Το τεκτονικό βύθισμα Κάτω Μεσσηνίας
- Το τεκτονικό κέρασ Μελιγαλά
- Το τεκτονικό βύθισμα Άνω Μεσσηνίας
- Η λεκάνη του Δώριου και
- Το τεκτονικό βύθισμα Κυπαρισσίας – Καλού Νερού.

Το τεκτονικό βύθισμα της Κάτω Μεσσηνίας μαζί με το τεκτονικό βύθισμα της Άνω Μεσσηνίας στο βόρειο τμήμα, τη λεκάνη του Δώριου και το τεκτονικό βύθισμα Κυπαρισσίας – Καλού Νερού στα δυτικά σχηματίζουν μία στενή λωρίδα ξηράς μικρού σχετικά υψομέτρου, που αλλού είναι επίπεδη και αλλού λοφώδης, η οποία ενώνει τον Κυπαρισσιακό με τον Μεσσηνιακό κόλπο. Σε παλαιότερες γεωλογικές εποχές, κυρίως κατά το Τέλος Πλειόκαινου και το Κατώτερο Πλειστόκαινο και εν μέρει κατά το Μέσο Πλειστόκαινο, η περιοχή της Άνω Μεσσηνίας, της λεκάνης του Δώριου και ένα τμήμα του χώρου του Κοπανακίου αποτελούσε ένα παλαιοϊσθμό που συνέδεε τον παλαιοκόλπο της Μεσσηνίας με τον παλαιοκόλπο Καλού Νερού – Κυπαρισσίας, όπως μαρτυρούν οι αποθέσεις που απαντούν στην περιοχή (Μαριολάκος, 1988, Φουντούλης, 1994, Mariolakos *et al.*, 1994).

Τα γεωλογικά, τεκτονικά, γεωφυσικά όσο και δεδομένα που προέρχονται από τη μελέτη των πυρήνων πολλών σχετικά γεωτρήσεων, που έχουν γίνει στο πεδινό τμήμα όλων των λεκανών δείχνουν ότι η μορφοτεκτονική εξέλιξη του τεκτονικού βυθίσματος Κυπαρισσίας – Καλαμάτας, γενικότερα, αλλά και της λεκάνης Κάτω Μεσσηνίας ειδικότερα, είναι περισσότερο πολύπλοκη από την παραδοχή της ύπαρξης ενός απλού τεκτονικού βυθίσματος (Μαριολάκος, 1988, Mariolakos *et al.*, 1997).

Τα γενικά γεωλογικά και γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης είναι:

- i. Στην περιοχή και πιο ειδικά στα περιθώρια του τεκτονικού βυθίσματος απαντούν δύο αλπικές γεωτεκτονικές ενότητες της **Πίνδου** και της **Τρίπολης**. Η ενότητα **Πίνδου** εμφανίζεται κυρίως στο δυτικό περιθώριο του τεκτονικού βυθίσματος, ενώ η ενότητα **Τρίπολης** στο ανατολικό και το βόρειο περιθώριο. Η ενότητα **Τρίπολης** αποτελείται από νηριτικούς ανθρακικούς σχηματισμούς και φλύσχη. Τα ανθρακικά πετρώματα απαντούν κύρια στο ανατολικό περιθώριο, ενώ ο φλύσχη κύρια στο βόρειο και τοπικά στο ανατολικό. Στο βόρειο περιθώριο δημιουργεί ένα



Εικ. 2. Οι 1ης και 2ης τάξης νεοτεκτονικές μακροδομές. Οι 2ης τάξης νεοτεκτονικές μακροδομές του βυθίσματος Καλαμάτας - Κυπαρισσίας είναι: 1: βύθισμα Κάτω Μεσσηνίας, 2: κέρασ Μελιγαλά, 3: βύθισμα Άνω Μεσσηνίας, 4: λεκάνη Δωρίου, 5: βύθισμα Κυπαρισσίας - Καλού Νερού. (από Mariolakos et al., 1994)

Fig. 2. 1st and 2nd order neotectonic macrostructures. The 2nd order neotectonic macrostructure of Kalamata - Kyparissia graben are: 1: Kato Messinia graben, 2: Meligala horst, 3: Ano Messinia graben, 4: Dorion basin, 5: Kyparissia - Kalo Nero graben. (after Mariolakos et al., 1994)

τεκτονικό κέρασ (Μελιγαλά), το οποίο παρεμβάλλεται μεταξύ των τεκτονικών βυθισμάτων Άνω και Κάτω Μεσσηνίας (Εικ. 2). Η επαφή του φλύσχη με τα υποκείμενα ανθρακικά είναι συνήθως τεκτονοϊζηματογενής. Πρόκειται δηλαδή για επιφάνειες ρηγμάτων, που έγιναν είτε πριν είτε κατά τα αρχικά στάδια της ιζηματογένεσης και τα οποία καλύφθηκαν κατόπιν με τα ιζήματα του φλύσχη.

Η ενότητα Πίνδου αποτελείται κυρίως από πελαγικούς λεπτοπλακώδεις ασβεστόλιθους, ραδιολαρίτες και κλαστικές αποθέσεις που αποτελούνται από εναλλαγές μαργών ψαμμιτών πηλιτών (‘πρώτος φλύσχη’ και φλύσχη). Από τεκτονική άποψη, είναι επωθημένη πάνω στην ενότητα της Τρίπολης, είναι πολυπτυχωμένη και παρουσιάζει πολλές λεπιώσεις με διεύθυνση άξονα πτυχών ΒΒΔ-ΝΝΑ. Οι αξονικές επιφάνειες αλλά και οι επιφάνειες επιπτεύσεων κλίνουν γενικά προς τα ανατολικά, χωρίς να αποκλείονται και τοπικές παρεκκλίσεις.

- i. Οι μεταλλικοί σχηματισμοί καλύπτουν ασύμφωνα το παλαιοανάγλυφο των αλπικών ενοτήτων, αποτελούνται δε από θαλάσσιες και χερσαίες αποθέσεις. Οι θαλάσσιες μεταλλικές αποθέσεις αποτελούνται από μάργες, ψαμμίτες, άμμους και κροκαλοπαγή, το πάχος των οποίων διαφέρει από θέση σε θέση. Το πάχος των αποθέσεων αυτών έχει εκτιμηθεί ότι είναι περισσότερο από 500 μέτρα κοντά στην πόλη της Καλαμάτας (Μαριολάκος, 1994).
- ii. Οι υπερκείμενες χερσαίες αποθέσεις αποτελούνται κυρίως από κοκκινόχρωμες πυριτικές άμμους, ψαμμίτες και κροκαλοπαγή, τα οποία πρέπει να είναι Μέσο- Άνω-πλειστοκαινικής ηλικίας. Το Ολόκαινο αντιπροσωπεύεται από χαλαρές κυρίως αποθέσεις, με μορφή κώνων κορημάτων, πλευρικών κορημάτων και παράκτιων αποθέσεων.
- iii. Παρατηρείται ανομοιομορφία στη φάση των κλαστικών ιζημάτων (θαλάσσια – χερσαία).
- iv. Τα αποδεδειγμένα θαλάσσια κατωπλειστοκαινικής ηλικίας ιζήματα (Μαρκοπούλου-Διακαντώνη *et al.*, 1988) στο ανατολικό περιθώριο της λεκάνης βρίσκονται σήμερα σε απόλυτο υψόμετρο μεγαλύτερο των 450 μέτρων (περιοχή Άνω Άμφειας), ενώ στο δυτικό περιθώριο σε απόλυτο υψόμετρο 380 μέτρων (περιοχή Αριστομένη) (Μαριολάκος *et al.*, 1994). Αντίθετα η λεκάνη της Άνω Μεσσηνίας η οποία βρίσκεται σήμερα σε απόλυτο υψόμετρο όχι μεγαλύτερο των 200 μέτρων, στην περιοχή δε Ανθούσας – Μελιγαλά είναι σε υψόμετρο μικρότερο των 100 μέτρων, έχει πληρωθεί με αποκλειστικά χερσαίες αποθέσεις το δε χαμηλότερο σημείο του αλπικού υποβάθρου της λεκάνης, παρά τη γενική ανύψωση της ευρύτερης περιοχής μετά το Κατώτερο Πλειστόκαινο, σήμερα βρίσκεται πολύ χαμηλότερα από τη σημερινή στάθμη της θάλασσας. Πιο συγκεκριμένα βρίσκεται περίπου 200 μέτρα χαμηλότερα (Μαριολάκος, 1988).

3. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

α. Στοιχεία.

Στην περιοχή μετρήθηκαν οι στάθμες σε 97 επιλεγμένα φρέατα συνολικά, (Εικ. 1) από τον Ιανουάριο 1993 έως το Δεκέμβριο 1994 ανά μηνιαίο διάστημα. Επίσης το Νοέμβριο 1994 και 1995 πάρθηκαν δείγματα για υδροχημικές αναλύσεις από 15 πηγάδια (Εικ. 1, πίνακες I και II).

Η επεξεργασία των στοιχείων καθώς και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων σε μορφή χαρτών έγιναν με το σύστημα τρισδιάστατης μοντελοποίησης ENTEC/SURPAC 2000 της αυστραλιανής εταιρείας SSI.

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι (1994)

Στοιχεία δείγματος	T = 25 ⁰ C		ΧΙΛΙΟΣΤΟΓΡΑΜΜΑ / ΛΙΤΡΟ (mg/l)								
	pH	Αγωγιμότητα μS/cm	ΚΑΤΙΟΝΤΑ				ΑΝΙΟΝΤΑ				
			Ca	Mg	Na	K	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃
A128	7,10	580	59,30	13,60	29,90	3,50	0,00	69,60	63,80	77,80	62,00
A246	7,50	2080	238,90	88,50	128,70	2,70	0,00	422,30	200,30	588,40	0,00
A500	7,60	2215	248,50	97,30	119,50	3,90	0,00	555,30	273,00	427,50	0,00
A606	7,30	890	118,60	24,30	34,50	6,60	0,00	336,80	53,20	96,10	37,20
A656	7,60	1320	152,30	43,30	64,40	2,70	0,00	301,40	102,80	170,50	161,20
A680	7,90	1700	158,70	38,90	137,90	23,50	0,00	372,20	262,40	184,00	27,90
A702	7,50	580	65,70	17,50	24,80	9,80	0,00	170,90	35,50	104,70	3,10
B8	7,40	1215	139,50	31,60	73,60	2,00	0,00	357,60	141,80	103,70	43,40
B18	7,40	480	67,30	6,80	22,10	3,50	0,00	214,80	33,70	21,10	9,30
B26	7,50	545	64,10	19,50	20,70	2,00	0,00	219,70	35,50	53,80	3,10
D168	7,50	3350	615,60	40,90	147,10	23,50	0,00	153,80	212,70	960,60	778,10
D182	8,00	1215	96,20	10,20	147,10	14,10	0,00	244,10	81,50	171,90	161,20
D203	7,00	1370	165,10	41,80	80,90	2,30	0,00	554,10	113,50	136,90	6,20
D223	7,50	845	129,90	14,10	33,30	2,00	0,00	358,80	63,80	72,00	3,10
D254	7,00	1160	139,50	28,20	52,40	3,50	0,00	85,40	102,80	160,90	248,00

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ (1995)

Στοιχεία δείγματος	T = 25 ⁰ C		ΧΙΛΙΟΣΤΟΓΡΑΜΜΑ / ΛΙΤΡΟ (mg/l)								
	pH	Αγωγιμότητα μS/cm	ΚΑΤΙΟΝΤΑ				ΑΝΙΟΝΤΑ				
			Ca	Mg	Na	K	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃
A128	7,00	739	78,60	17,50	31,30	4,70	0,00	42,70	70,90	110,50	11,60
A246	7,40	2103	250,10	91,40	112,70	2,70	0,00	418,60	184,40	614,80	1,20
A500	7,40	2294	259,70	99,20	134,30	2,30	0,00	580,90	283,60	451,50	0,00
A606	7,40	919	125,00	24,80	34,50	8,20	0,00	339,30	56,70	100,40	49,60
A656	7,00	1326	153,90	44,70	126,90	2,70	0,00	288,00	101,00	182,50	341,10
A680	7,60	1761	171,50	42,80	132,40	26,20	0,00	341,70	226,90	174,80	173,60
A702	7,00	674	75,40	20,90	25,30	7,40	0,00	85,40	35,50	118,60	124,00
B10	7,30	1087	133,10	29,20	59,30	5,90	0,00	329,50	113,50	104,70	55,80
B18	7,20	467	65,70	5,80	22,10	5,50	0,00	183,10	39,00	33,60	0,00
B26	7,30	561	72,10	17,50	19,80	1,20	0,00	222,10	35,50	57,60	0,00
D168	7,50	3022	546,70	34,00	117,20	14,10	0,00	142,80	173,70	946,20	527,10
D182	7,40	978	89,80	10,70	107,60	10,60	0,00	244,10	70,90	115,80	11,60
D203	7,20	1391	176,40	38,90	74,50	2,70	0,00	528,40	134,70	122,50	12,40
D223	7,50	957	152,30	15,10	33,10	1,60	0,00	364,90	70,90	88,90	24,80
D254	7,00	1103	141,10	24,80	46,00	2,70	0,00	97,60	65,60	189,70	226,30

Τα τοπογραφικά στοιχεία ψηφιοποιήθηκαν από χάρτες της Γ.Υ.Σ. σε κλίμακα 1:5000, ενώ τα γεωλογικά στοιχεία προέρχονται από τους γεωλογικούς χάρτες του ΙΓΜΕ σε κλίμακα 1/50.000, φύλλα Καλαμάτα και Μελιγαλάς

β. Υδροχημεία

Κατασκευάστηκαν χάρτες κατανομής με τη μορφή ισόποσων καμπυλών και για τις δύο δειγματοληψίες, για τα ιόντα Cl^- , τα HCO_3^- , τα NO_3^- και K^+ (**Εικ. 3, 4, 5, 6**). Επίσης κατασκευάστηκαν χάρτες των διαφορών μεταξύ των δύο διαδοχικών μετρήσεων (**Εικ. 7**).

Οι χάρτες κατανομής των υδροχημικών παραμέτρων κατασκευάστηκαν με τη μέθοδο του τριγωνισμού (Davis, 1986). Με τη μέθοδο αυτή ενώνονται τα σημεία των μετρήσεων μεταξύ τους ώστε να σχηματίσουν αλληλάλληλα τρίγωνα. Το αποτέλεσμα είναι ένα μη κανονικό τριγωνικό δίκτυο (ΤΙΝ). Πρακτικά πρόκειται για επάλληλη εφαρμογή της μεθόδου του υδρογεωλογικού τριγώνου, δηλαδή προϋποτίθεται γραμμική μεταβολή του παρεμβαλλόμενου μεγέθους μεταξύ των σημείων μέτρησης. Πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι :

- δεν απαιτείται προηγούμενη επεξεργασία και μετατροπή των στοιχείων, όπως στις μεθόδους κανάβου (gridding methods)
- η υπολογιζόμενη επιφάνεια έχει στα σημεία μέτρησης πάντα τη μετρημένη τιμή
- επιτρέπει την εισαγωγή στον υπολογισμό επιπλέον κριτηρίων που αφορούν την υπολογιζόμενη επιφάνεια, όπως θέση και είδος (περατό/αδιαπέρατο) των ορίων ενός υδροφορέα.

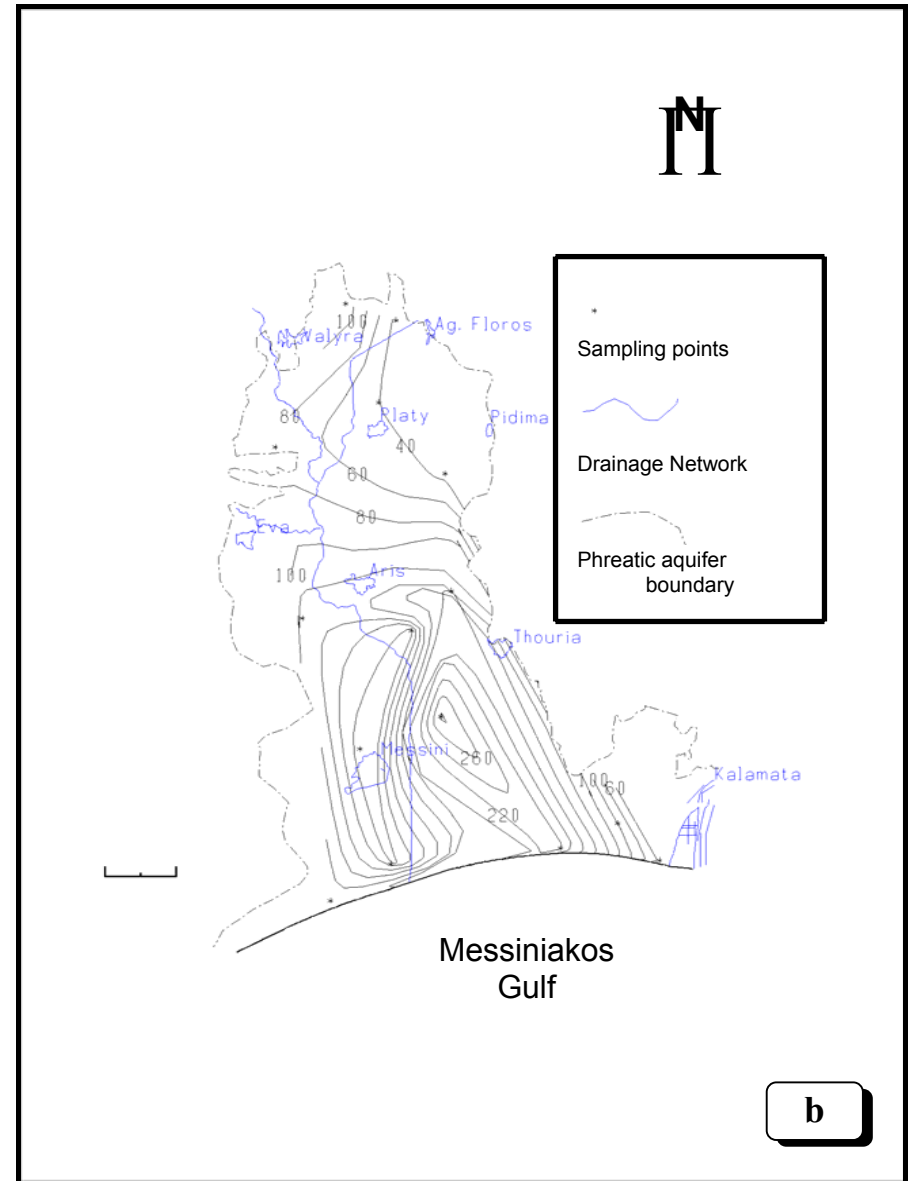
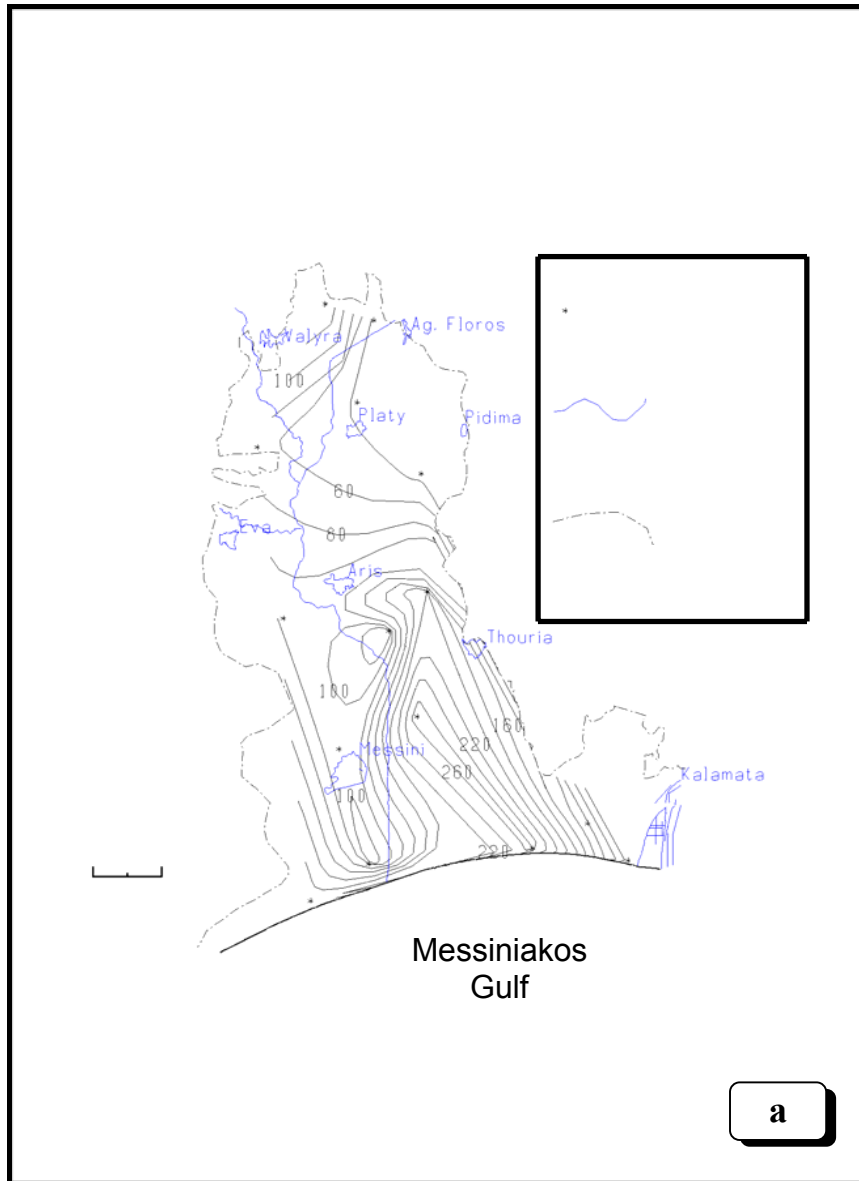
Στην περίπτωση που τα σημεία παρατήρησης είναι αραιά διατεταγμένα, οι υπολογιζόμενες ισόποσες καμπύλες είναι γωνιώδεις.

Η μέθοδος αυτή δεν λαμβάνει υπ' όψιν τις διαδικασίες μεταφοράς και αποδόμησης των διαλυμένων ουσιών στο νερό, είναι όμως η πλέον συντηρητική μέθοδος παρεμβολής και ενδείκνυται στην περίπτωση αραιής διάταξης των στοιχείων, όπως συμβαίνει στην περίπτωσή μας.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

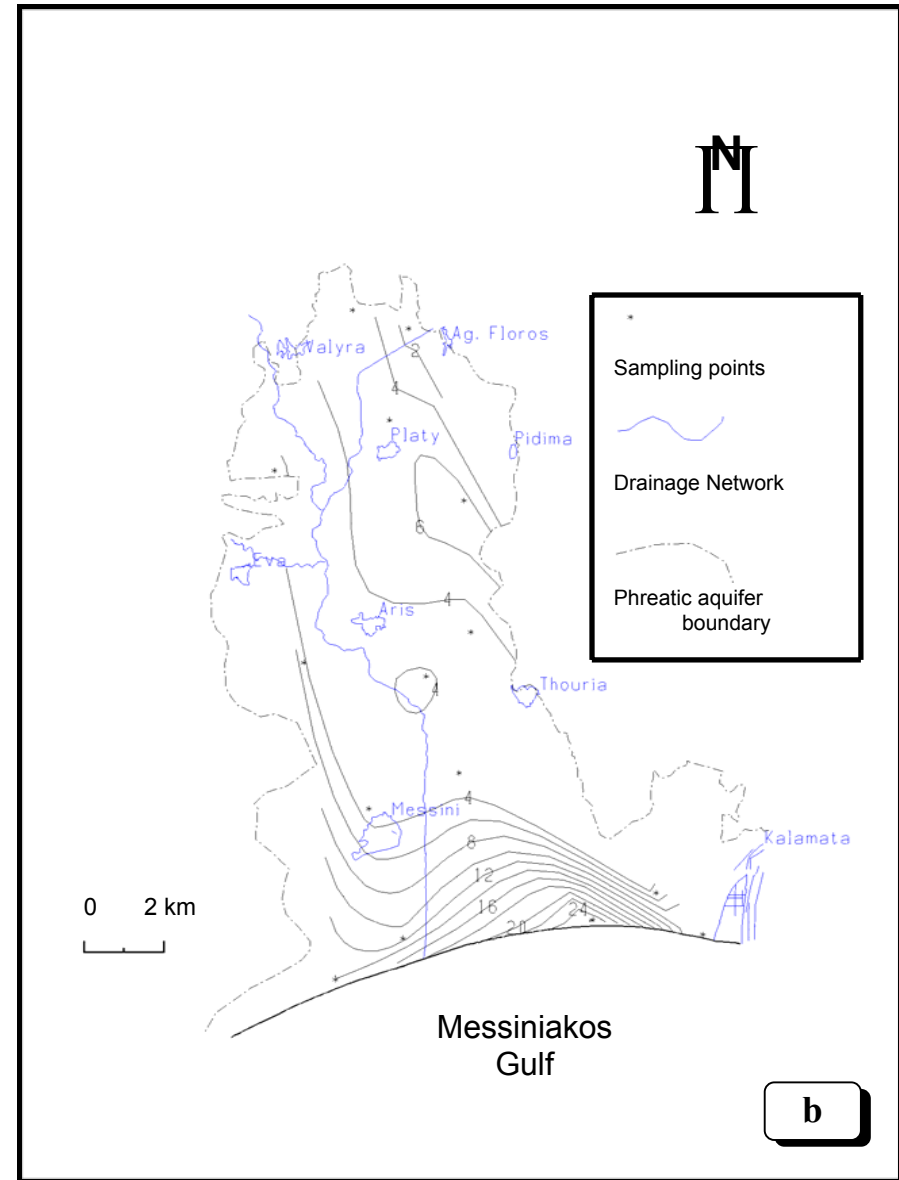
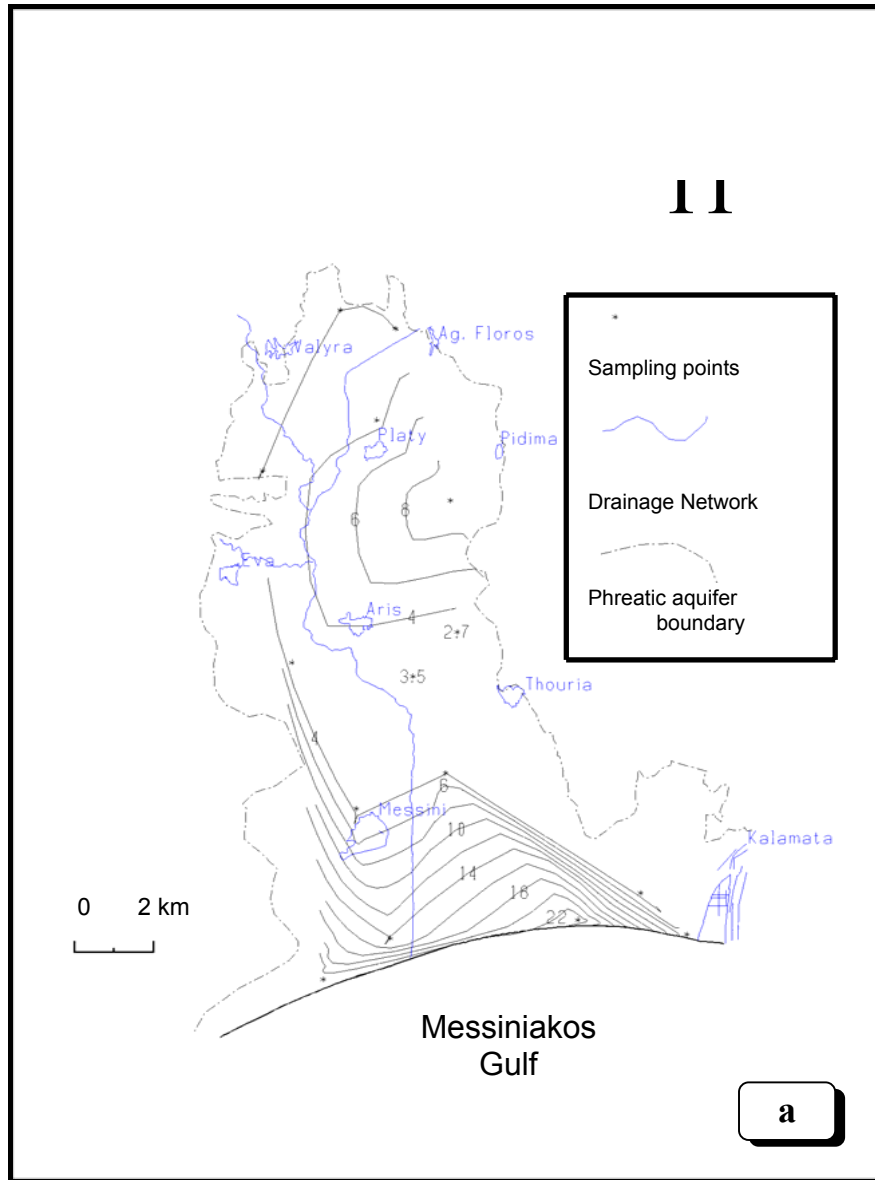
Από την μελέτη των χαρτών των εικόνων 3, 4, 5, 6, 7, αλλά και την κατανομή των υπόλοιπων παραμέτρων (**πιν. Ι και ΙΙ**) μπορούν να γίνουν οι παρακάτω παρατηρήσεις :

- Η κατανομή των ανιόντων χλωρίου (**Εικ 3**), καθώς και των κατιόντων καλίου (**Εικ. 4**) και νατρίου παρουσιάζει μία αύξηση στο παράκτιο τμήμα του υδροφορέα με μορφή αντίστροφη από αυτήν της πιεζομετρικής επιφάνειας. Αυτό επιβεβαιώνει τις σχετικές διαπιστώσεις για διείσδυση του θαλασσινού νερού κατά την ποσοτική μελέτη του υδροφορέα, όπου παρατηρήθηκαν κατά θέσεις κοντά στην παραλία τιμές στάθμης κάτω από το επίπεδο της θάλασσας. Επίσης, παρατηρούμε στο χάρτη της **Εικ. 7a** (διαφορά μέτρησης 1994 μείον 1995) ότι η συγκεντρώσεις του χλωρίου αυξάνονται στο δυτικό μέρος (αρνητικές τιμές) ενώ μειώνονται στο ανατολικό. Αυτό σχετίζεται πιθανά με υπεραντλήσεις στα δυτικά και αυξημένη πλευρική τροφοδοσία στα ανατολικά.
- τα κατιόντα μαγνησίου παρουσιάζουν μία ελαφρά αύξηση προς το ανατολικό όριο της λεκάνης.
- τα κατιόντα ασβεστίου και τα νιτρικά παρουσιάζουν μία ισοκατανομή σε όλη τη λεκάνη, εκτός από το δείγμα Δ 168, που παρουσιάζει γι' αυτά τα δύο στοιχεία πολύ αυξημένες τιμές.

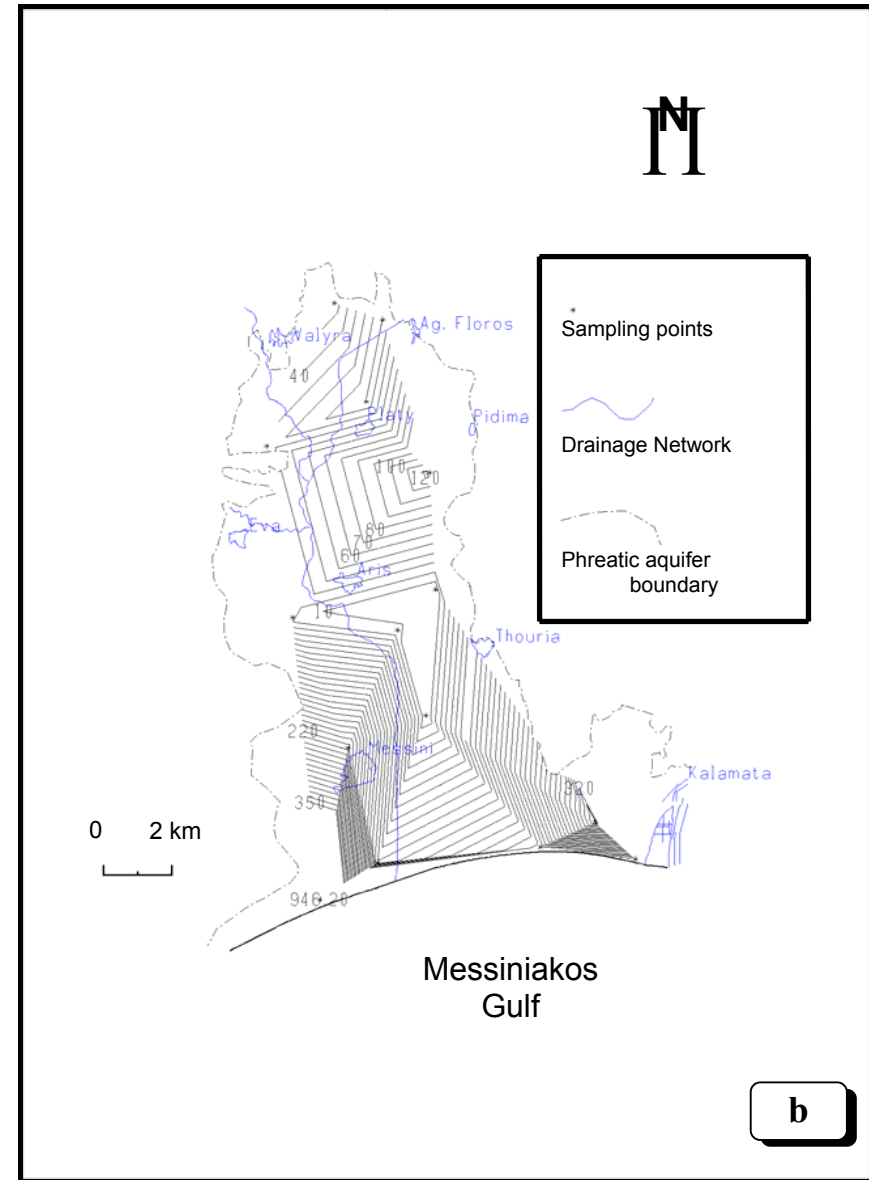
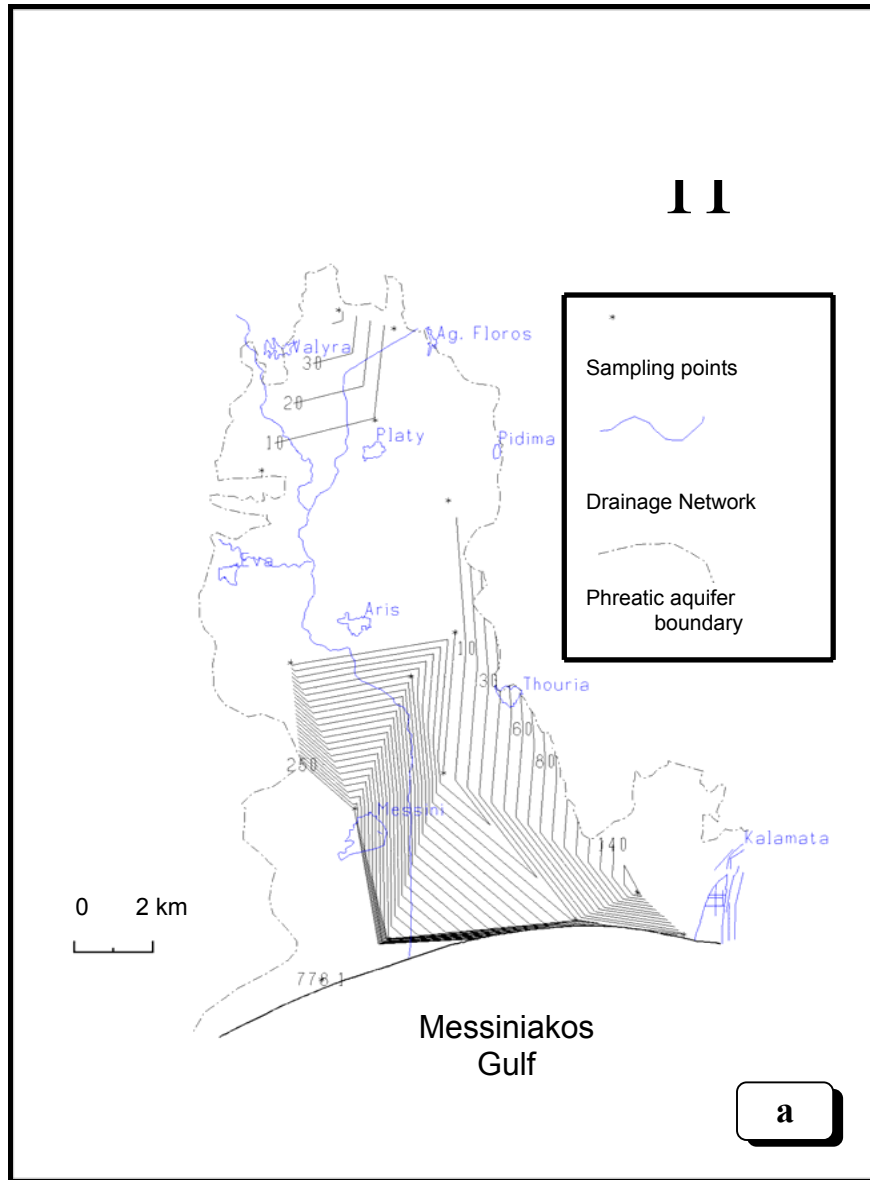


Εικ. 3 Χάρτης κατανομής CT με τη μορφή ισόποσων καμπυλών: *a)* 1994, *b)* 1995

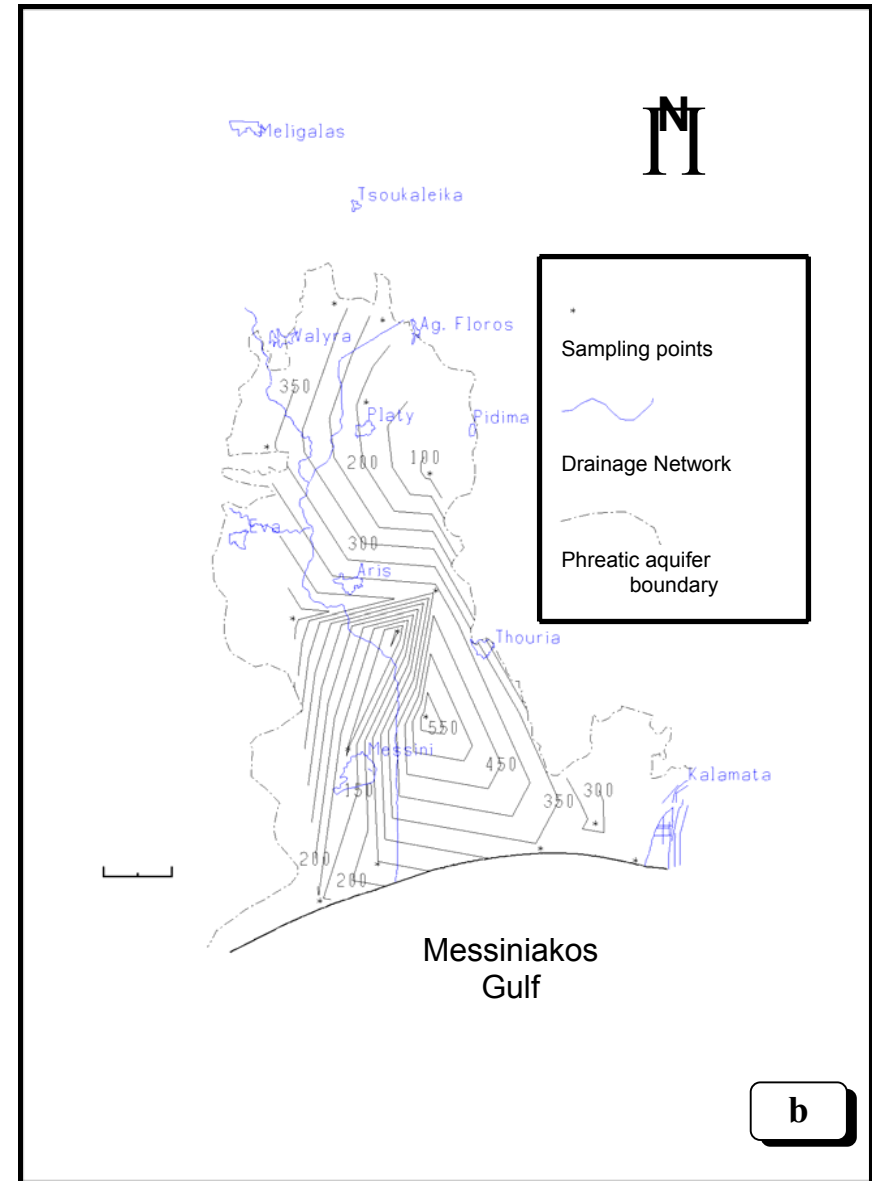
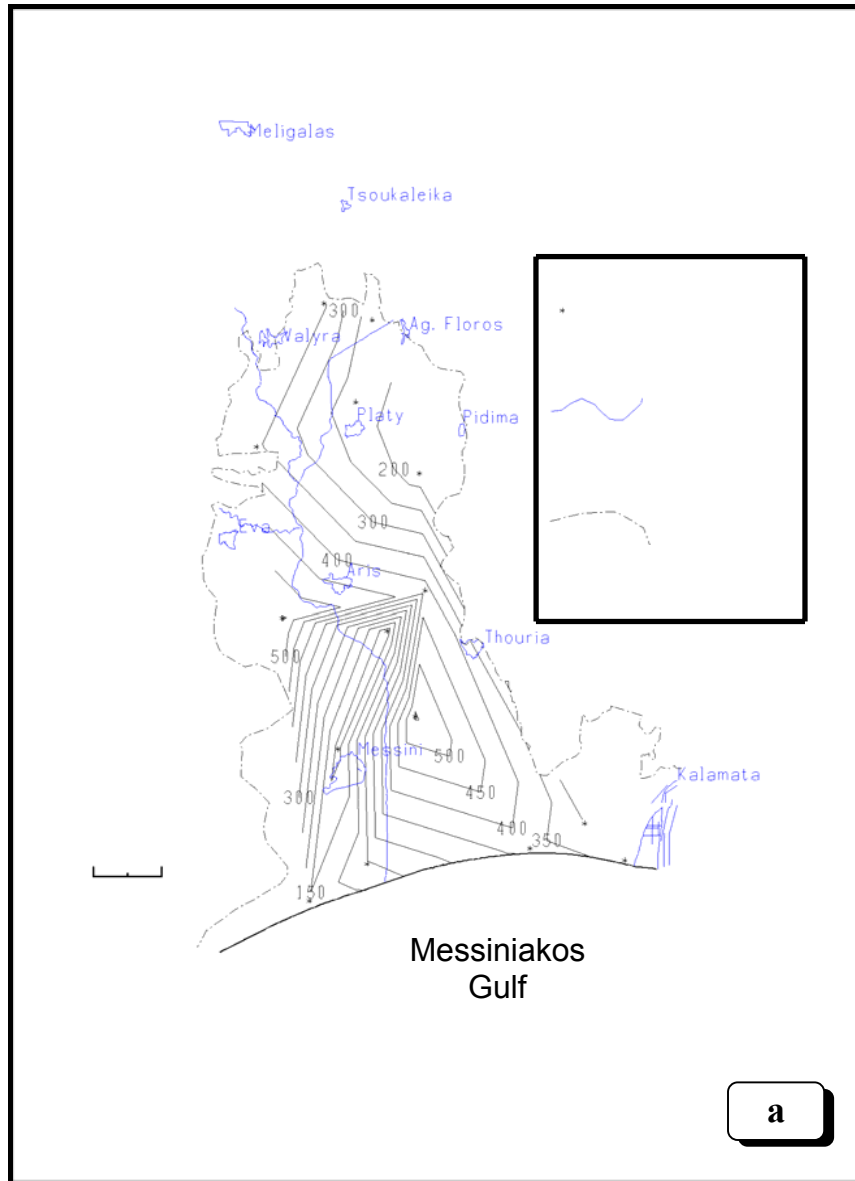
Fig. 3 Contour map of the CT distribution: *a)* 1994, *b)* 1995.



Εικ. 4 Χάρτης κατανομής K^+ με τη μορφή ισόποσων καμπυλών: **a)** 1994, **b)** 1995
Fig. 4 Contour map of the K^+ distribution: **a)** 1994, **b)** 1995.

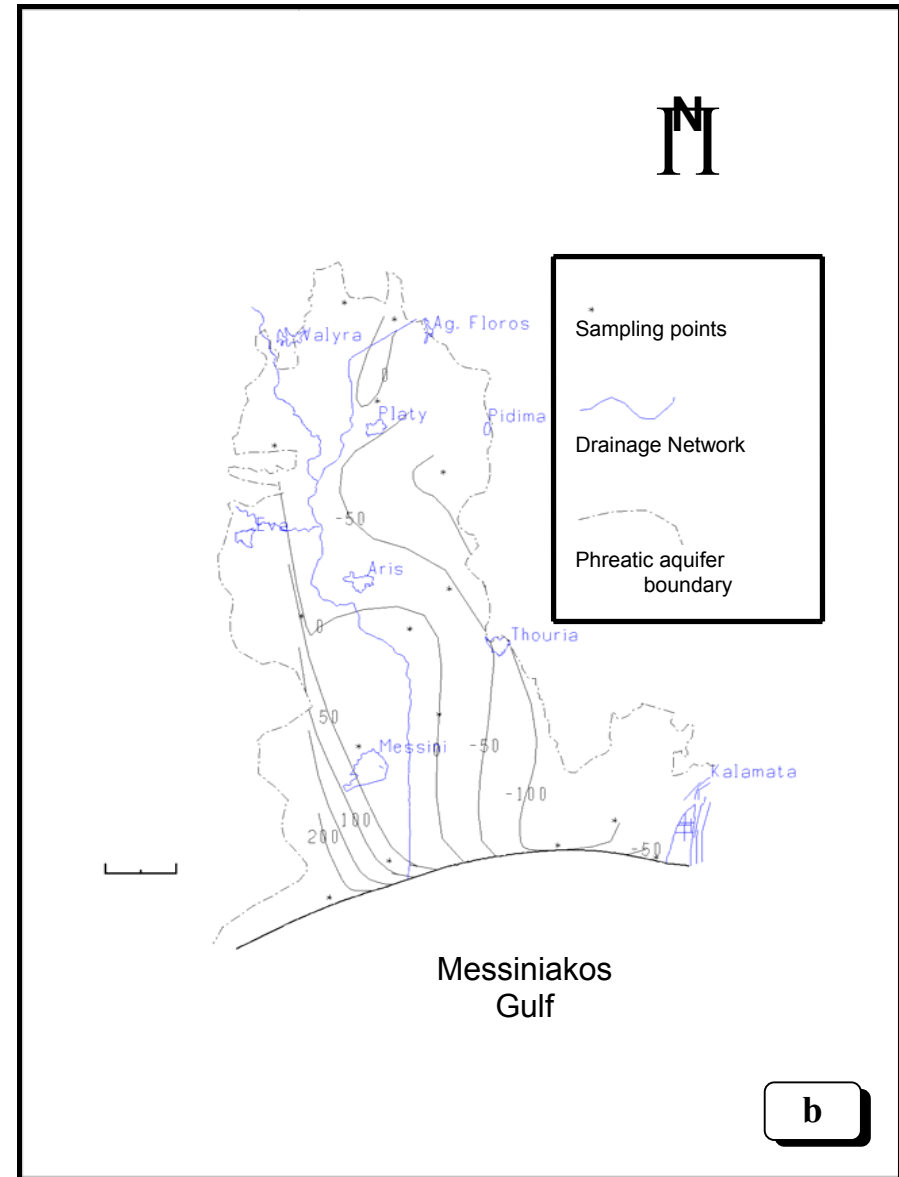
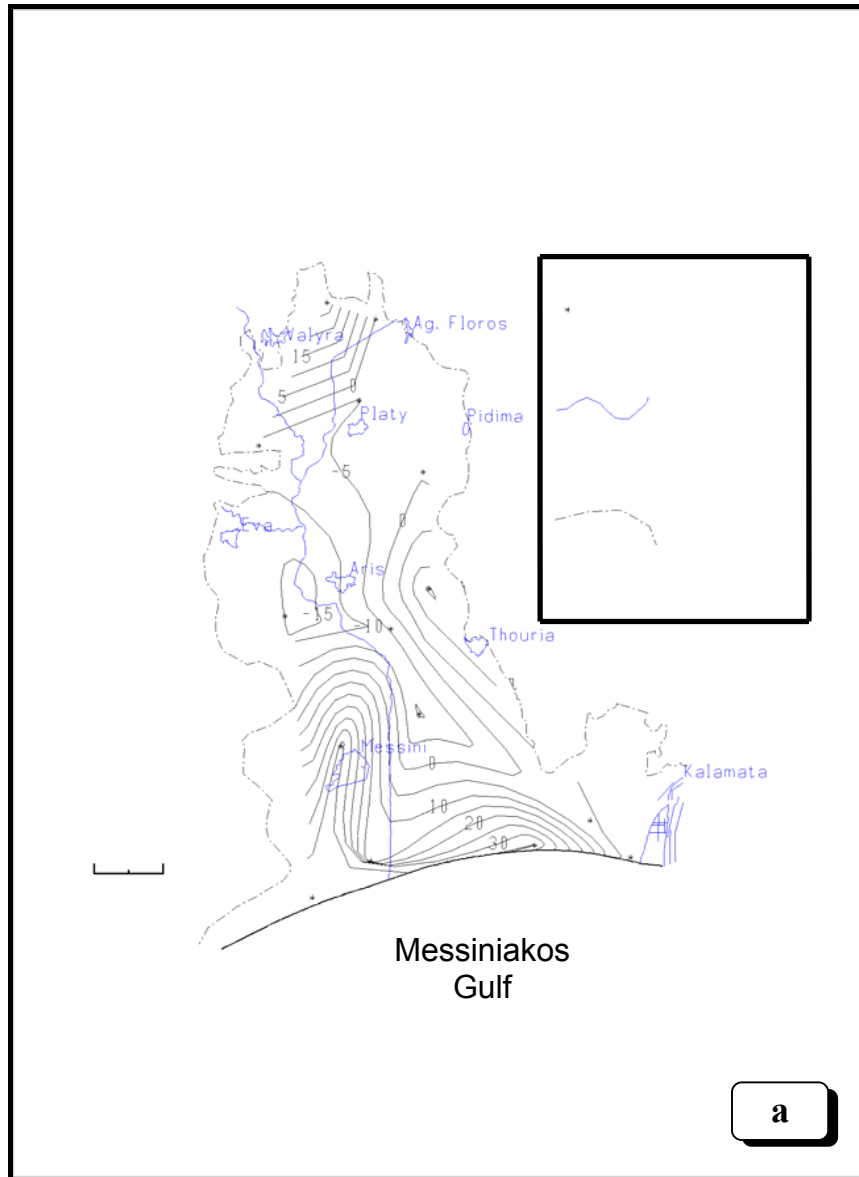


Εικ. 5 Χάρτης κατανομής NO_3^- με τη μορφή ισόποσων καμπυλών: **a)** 1994, **b)** 1995
Fig. 5 Contour map of the NO_3^- distribution: **a)** 1994, **b)** 1995.



Εικ. 6 Χάρτης κατανομής HCO_3^- με τη μορφή ισόποσων καμπυλών: **a)** 1994, **b)** 1995

Fig. 6 Contour map of the HCO_3^- distribution: **a)** 1994, **b)** 1995.



Εικ. 7 Χάρτης κατανομής της διαφοράς μέτρησης 1994 μείον 1995 με τη μορφή ισόποσων καμπυλών: **a)** Cl^- , **b)** NO_3^-
Fig. 7 Contour map of the differences between the 1994 minus 1995 measurements: **a)** Cl^- , **b)** NO_3^- .

Πιθανά αυτό να οφείλεται στη χρήση μαρμαρόσκονης για τη ρύθμιση του pH του εδάφους από τους καλλιεργητές πατάτας. Ο χάρτης των διαφορών (**Εικ. 7b**) δείχνει μία σημαντική μείωση στα δυτικά, που οφείλεται κυρίως στη χαμηλότερη τιμή στο πηγάδι Δ168.

- Τα όξινα ανθρακικά ιόντα παρουσιάζουν και στα δύο έτη αυξημένες τιμές (**Εικ. 6**) στις περιοχές των πλευρικών εισροών από το ανατολικό περιθώριο της λεκάνης (ανθρακικά ενότητας Τρίπολης), και η μορφή των ισοκαμπυλών κατανομής παρουσιάζει ομοιότητες με τη μορφή των ισοπιεζομετρικών καμπυλών στο ανατολικό περιθώριο.

Θερμές ευχαριστίες προς τη Γ.Γ.Ε.Τ. και τη Νομαρχία Μεσσηνίας για τη χρηματοδότηση του ερευνητικού προγράμματος

Τα προγράμματα Η/Υ αναφέρονται για λόγους αναγνώρισης ενώ η αναφορά τους δεν υπονοεί προώθησή τους από τα Πανεπιστήμια Αθηνών και Βερολίνου.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Davis, J. C., 1986.** Statistics and Data Analysis in Geology, 646 p., *Second Edition*, John Wiley & sons, New York
- Μαρκοπούλου-Διακαντώνη, Α., Μίρκου, Μ.Ρ., Μαρσιολάκος, Ι., Λόγος, Ε., Λόζιος, Σ., Φουντούλης, Ι., 1988.** Στρωματογραφικές παρατηρήσεις στα μεταλλικά ιζήματα της περιοχής Θουρίας – Άνω Άμφειας (Ν. Μεσσηνίας) και η νεοτεκτονική ερμηνεία τους. *Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ., XXIII/3*, 275-295.
- Μαρσιολάκος, Η., 1988.** Η εφαρμογή του νόμου του Darcy σε κλειστά γεωμορφολογικά συστήματα παράδειγμα: Η λεκάνη της Άνω Μεσσηνίας (ΝΔ Πελοπόννησος). *Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ., XX/3*, 77-96, Αθήνα.
- Mariolakis, I., Fountoulis, I., Marcopoulou-Diacantoni, A., Mirkou, M.R., 1994.** Some remarks on the kinematic evolution of Messinia province (SW Peloponnesus, Greece) during the Pleistocene based on neotectonic, stratigraphic and paleoecological observations. *Mónster. Forsch. Geol. Palaont., 76*, 371-380, Mónster.
- Mariolakis, I., Fountoulis, I., Kranis, H., 1997.** Paleoseismic events recorded in the Pleistocene sediments at the area of Kalamata (Peloponnesos, Greece). *Journal of Geodynamics, 24*, Issues 1-4, 75-84.
- Perrier, R. & Κατσικάτσος, Γ. σε συνεργασία με Bizon, G., Fleury, J.J., Σκούρτση-Κορωναίου, Β., 1989.** Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, 1:50000, φύλλο Μελιγαλάς, *Εκδόσεις ΙΓΜΕ*, Αθήνα.
- Σούλιος, Γ.Χ., 1986.** Γενική Υδρογεωλογία, 1^{ος} Τόμος, σ. 295, *UNIVERSITY STUDIO PRESS*, Θεσσαλονίκη
- Turc, L. 1951.** Nouvelle formule pour le calcul du bilan de l' eau en fonction des valeurs moyennes annuelles de précipitations et de la température. *C.R. Ac. Sc.* vol. 233.
- Φουντούλης, Ι., 1994.** Νεοτεκτονική εξέλιξη της Κεντροδυτικής Πελοποννήσου. *Διδακτορική διατριβή, Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών*, 226 σελ..
- Υπουργείο Γεωργίας, Γενική Διεύθυνση Εργείων Βελτιώσεων, 1979.** Υδρογεωλογική μελέτη πεδιάδος Άνω Μεσσηνίας, *Γεωρευνητική Ε.Π.Ε.*, Αθήνα.
- Ψώνης, Κ. σε συνεργασία με Τσαπραλή, Β., Σκούρτση-Κορωναίου, Β., Βαρτή-Ματαράγκα, Μ., Πετρίδου, Β. 1986.** Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, 1:50000, φύλλο Καλαμάτα, *Εκδόσεις ΙΓΜΕ*, Αθήνα.