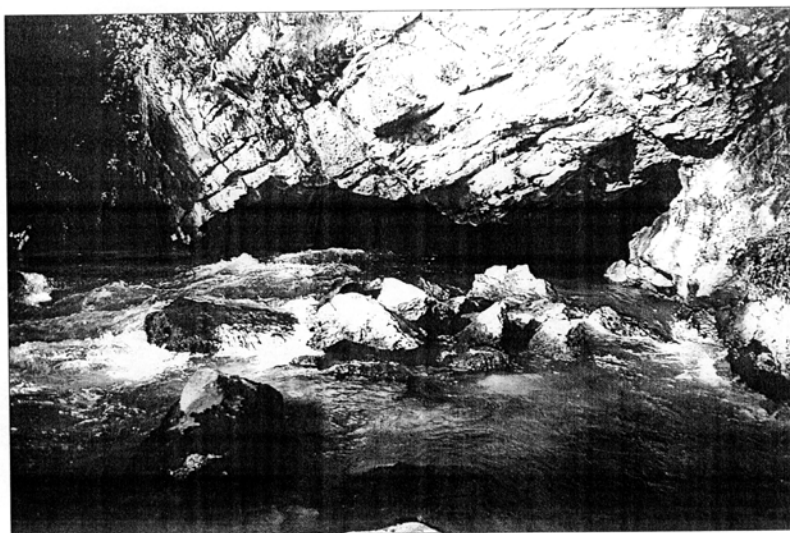


ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ
ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΗΣ ΕΛΛΗΝ. ΓΕΩΛ. ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ

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., ΣΠΥΡΙΔΩΝΟΣ, Ε., ΦΟΥΝΤΟΥΛΗΣ, Ι., ΛΟΓΟΣ, Ε., ΘΕΟΧΑΡΗΣ, Δ., (1997). - Ποσοτική διερεύνηση του υδρογεωλογικού συστήματος της λεκάνης Κάτω Μεσσηνίας. *Πρακτικά 4ου Υδρογεωλογικού Συνεδρίου Ελλ. Επιτρ. Υδρογεωλογίας της Ελλ. Γεωλ. Ετ.,* Νοέμβριος 1997, 259-269, Θεσ/νικη.

ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΩ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

¹Μαριολάκος, Η., ²Σπυρίδωνος Ε., ¹Φουντούλης, Ι., 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 διαθέσιμα μετεωρολογικά στοιχεία και μετρήσεις παροχών πηγών και ποταμών υπολογίστηκε το υδρολογικό ισοζύγιο, ενώ από τις συνεχείς μετρήσεις στάθμης επί δύο έτη (1993-1994) κατασκευάστηκαν ισοπιεζομετρικοί χάρτες. Οι μεταβολές των ισοπιεζομετρικών καμπυλών σχετίζονται τόσο με τη διακύμανση των βροχοπτώσεων με μια υστέρηση δύο μηνών, όσο και με τη νεοτεκτονική δομή της περιοχής.

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. Using the available meteorological data and measurements of spring and river discharge, we calculated the hydrological budget, and isopiezometric maps were constructed from two-year water-level measurements. Changes in isopiezometric contours are related to precipitation fluctuation with a two months delay and to the neotectonic structure.

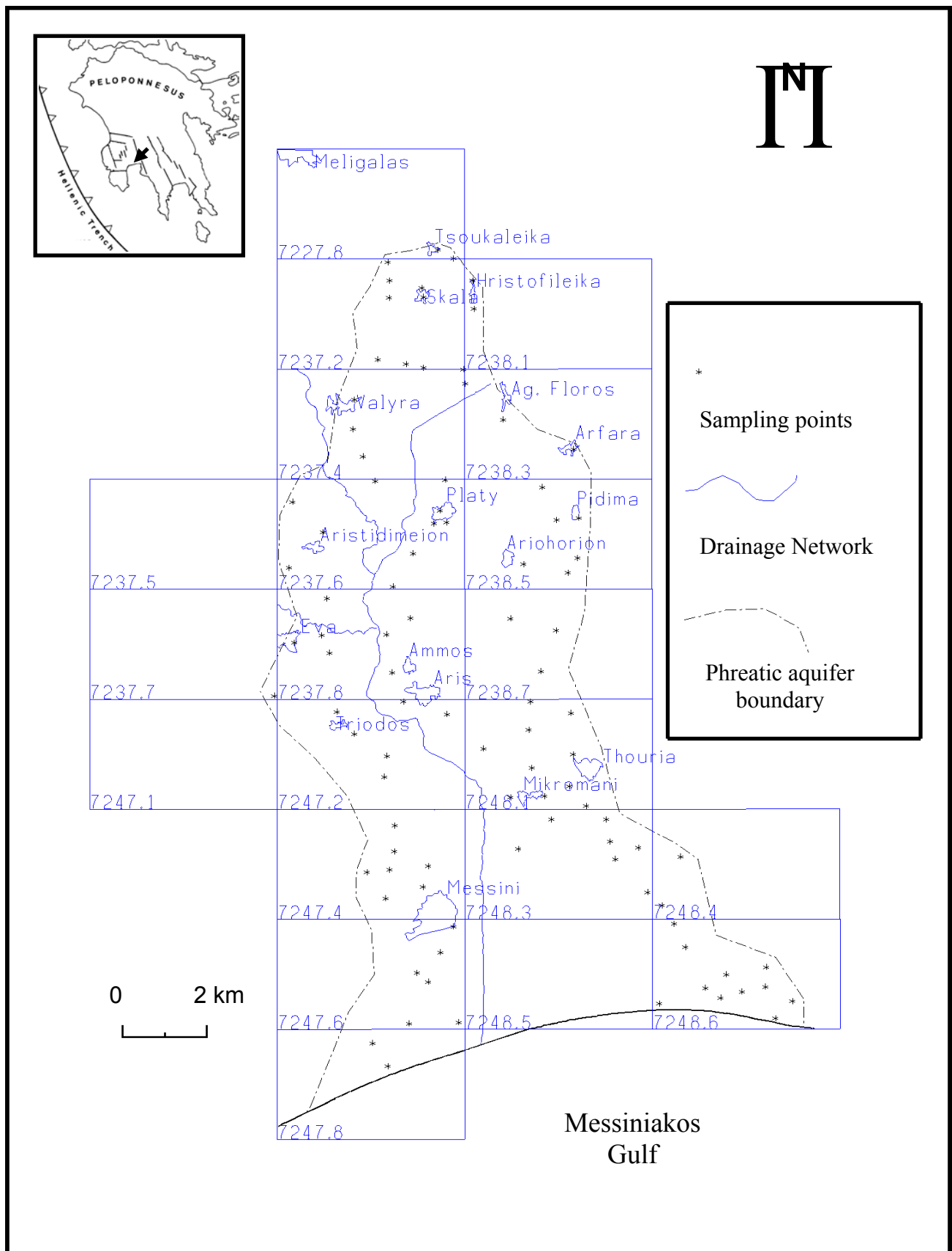
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

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 λεπτομερώς σε κλίμακα 1/5.000: (ι) οι γεωολογικοί σχηματισμοί που απαντούν στη λεκάνη και στα περιθώριά της, (ιι) τα τεκτονικά

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 μετρήσεων στην πεδινή περιοχή της λεκάνης της Κάτω Μεσσηνίας. Οι αριθμοί αναφέρονται στα τοπογραφικά διαγράμματα (κλίμακας 1/5.000) της Γ.Υ.Σ.

Fig. 1 Location map and the sampling points at the plain part of the Kato Messinia basin. The numbers refer to the topographic diagrams (scale 1/5.000) of A.G.S.

στοιχεία και (iii) περισσότερα από 1000 σημεία υδροληψίας (πηγάδια - γεωτρήσεις) της λεκάνης. Προκειμένου να διερευνηθεί ποσοτικά το υδρογεωλογικό σύστημα της λεκάνης έγιναν συνεχείς μετρήσεις ανά μήνα κατά τα έτη 1993-1994, του ελεύθερου υδροφόρου ορίζοντα σε 97 επιλεγμένα σημεία υδροληψίας.

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 Δωρίου 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 Δωρίου 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 του Πλειόκαινου και το Κατώτερο Πλειστόκαινο και εν μέρει κατά το Μέσο Πλειστόκαινο, η περιοχή της Άνω Μεσσηνίας, της λεκάνης του Δωρίου 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 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 φλύσχος κύρια στο βόρειο και τοπικά στο ανατολικό. Στο βόρειο περιθώριο δημιουργεί ένα 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.

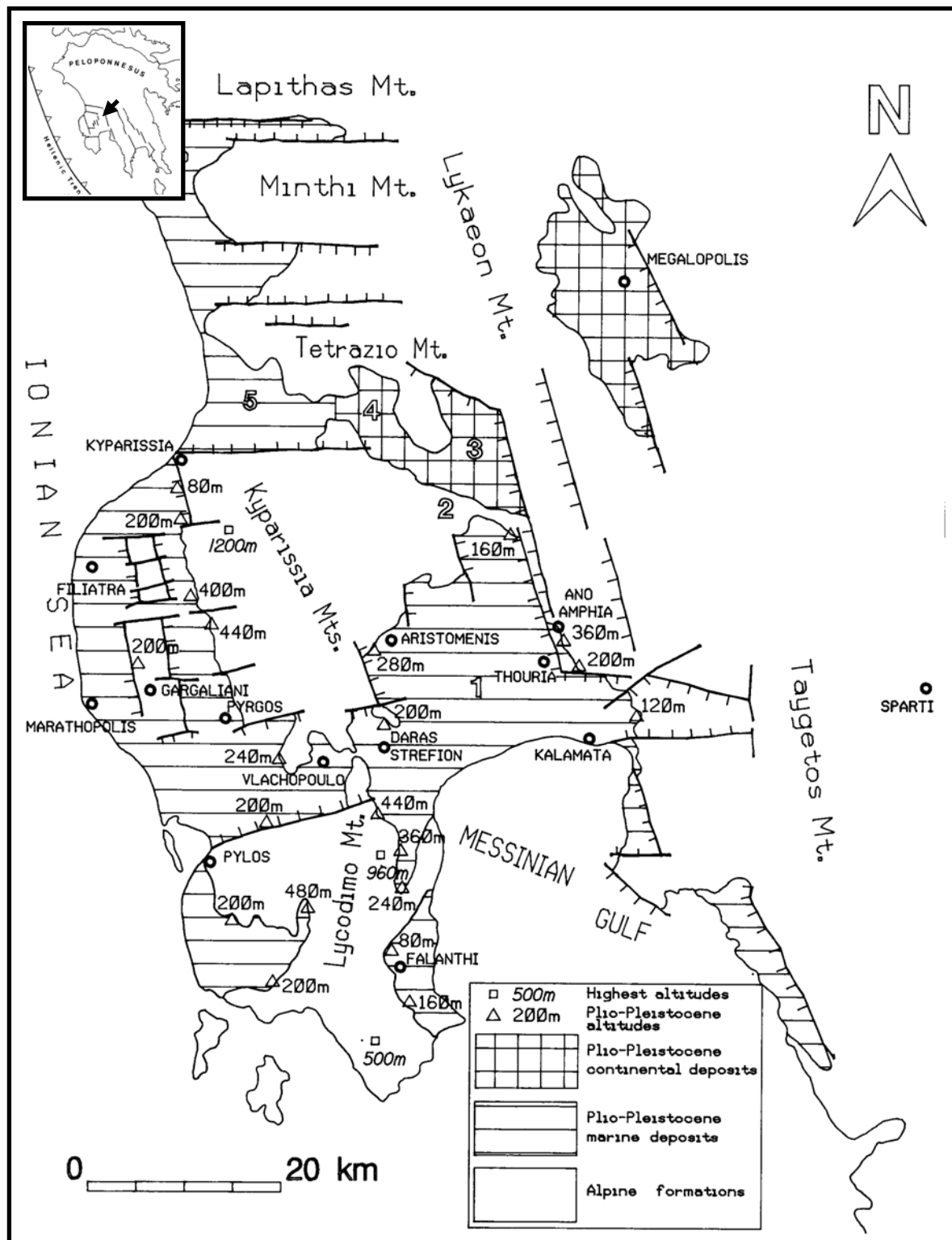
Η ενότητα **Πίνδου** αποτελείται κυρίως από πελαγικούς λεπτοπλακώδεις ασβεστόλιθους, ραδιολαρίτες και κλαστικές αποθέσεις που αποτελούνται από εναλλαγές μαργών ψαμμιτών πηλιτών (‘πρώτος φλύσχος’ και φλύσχος). Από τεκτονική άποψη, είναι επωθημένη πάνω στην ενότητα της Τρίπολης, είναι πολυπτυχωμένη και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

- ii. Οι μεταλικοί σχηματισμοί καλύπτουν ασύμφωνα το παλαιοανάγλυφο των αλπικών ενοτήτων, αποτελούνται δε από θαλάσσιες και χερσαίες αποθέσεις. Οι θαλάσσιες μεταλικές 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).
- iii. 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.
- iv. Παρατηρείται ανομοιομορφία της φάσης των κλαστικών ιζημάτων (θαλάσσια – χερσαία).
- v. 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 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

α. Στοιχεία.

Στην περιοχή μετρήθηκαν οι στάθμες σε 97 επιλεγμένα φρέατα συνολικά από τα οποία 88 βρίσκονται στο φρεάτιο υδροφορέα, (**Εικ. 1**) από τον Ιανουάριο 1993 έως το Δεκέμβριο 1994 ανά μηνιαίο διάστημα. Τα κλιματολογικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν προέρχονται από τους μετεωρολογικούς σταθμούς Καλαμάτας, Ανάληψης, Ζευγολατιού και Πηδήματος.



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)

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.

Τα τοπογραφικά στοιχεία ψηφιοποιήθηκαν από τοπογραφικά διαγράμματα της Γ.Υ.Σ. σε κλίμακα 1/5.000, ενώ τα γεωλογικά στοιχεία προέρχονται από (ι) τους γεωλογικούς χάρτες του ΙΓΜΕ σε κλίμακα 1/50.000, φύλλα Καλαμάτα και Μελιγαλάς και (ιι) τη χαρτογράφηση που πραγματοποιήθηκε σε συγκεκριμένες περιοχές σε κλίμακα 1/10.000.

β. Υδρολογικό ισοζύγιο.

Το υδρολογικό ισοζύγιο υπολογίστηκε για το διάστημα 1984 - 1987, για το οποίο υπάρχουν κοινές μετρήσεις στους μετεωρολογικούς σταθμούς, στις παροχές των πηγών και των ποταμών που επηρεάζουν την περιοχή μελέτης.

Η μέση ετήσια βροχόπτωση στην περιοχή είναι $P = 881,79 \text{ mm}$ για τα έτη **1984-1987**, ενώ για το χρονικό διάστημα **1956-1989** που λειτουργούν οι σταθμοί μέτρησης είναι **924.14 mm**.

Η εξατμισοδιαπνοή υπολογίστηκε από τον τύπο του **TURC (1951)**, με χρήση της διορθωμένης θερμοκρασίας $T_A = 14.29 ^\circ\text{C}$ και είναι $I = 607,69 \text{ mm}$ ή **68.9%**.

Η συνολική επιφάνεια της υδρολογικής λεκάνης της Κάτω Μεσσηνίας είναι περίπου **300 km²**, ενώ η επιφάνεια των ιζημάτων όπου αναπτύσσεται ο φρεάτιος υδροφόρος ορίζοντας είναι **132 km²**.

Από τις παραπάνω τιμές ο όγκος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων υπολογίζεται σε $P = 2.12 \times 10^8 \text{ m}^3$.

Ο όγκος της εξατμισοδιαπνοής αντίστοιχα είναι $E = 1.46 \times 10^8 \text{ m}^3$.

Η απορροή υπολογίστηκε με βάση τις μετρήσεις της ΥΕΒ στους ποταμούς Άρι και Πάμισο, στο χρονικό διάστημα 1978 - 1994 (όχι συνεχείς μετρήσεις). Από τις τιμές αυτές αφαιρέθηκαν οι εισροές από την επιφανειακή απορροή της Άνω Μεσσηνίας (Μαριολάκος, 1988, Σπυρίδωνος, 1994), όπως μετρήθηκαν στον ποταμό Μαυροζούμενα το χρονικό διάστημα 1976-1979 (ΥΠ. ΓΕΩΡΓΙΑΣ, ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΓΓΕΙΩΝ ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ, 1979).

Αυτός ο υπολογισμός μας δίνει όγκο νερού που απορρέει της τάξης των: $R = 1.19 \times 10^8 \text{ m}^3$.

Τέλος, από τον γενικό τύπο του υδρολογικού ισοζυγίου $P = E + R + I$ η κατείδυση υπολογίστηκε σε $I = 6.72 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Εάν χρησιμοποιηθούν όλα τα διαθέσιμα στοιχεία, (χωρίς όμως καμία χρονική επικάλυψη μεταξύ τους) τότε η κατείδυση παίρνει τιμή $I = 1.68 \times 10^7 \text{ m}^3$.

Λόγω της διαφορετικής χρονικής κάλυψης των διαφόρων μετρήσεων οι τιμές αυτές πρέπει να θεωρηθούν ενδεικτικές.

γ. Πιεζομετρία

Προκειμένου να κατασκευαστεί χάρτης της στάθμης του ελεύθερου υδροφόρου ορίζοντα, έγιναν συνεχείς μετρήσεις της στάθμης ανά μήνα επί 2 έτη (1993 - 1994) σε 88 επιλεγμένα σημεία υδροληψίας. Από τις μετρήσεις στα επιλεγμένα φρέατα κατασκευάστηκαν ισοπιεζομετρικοί χάρτες και μάλιστα ένας για την υψηλότερη (Απρίλιος) και χαμηλότερη (Αύγουστος) στάθμη του έτους

1993 (**Εικ. 3**) και ένας για την υψηλότερη (Απρίλιος) και χαμηλότερη (Αύγουστος) στάθμη του έτους 1994 (**Εικ. 4**).

Οι πιεζομετρικές επιφάνειες κατασκευάστηκαν με τη μέθοδο του τριγωνισμού (Davis, 1986). Με τη μέθοδο αυτή ενώνονται τα σημεία των μετρήσεων μεταξύ τους ώστε να σχηματίσουν αλληπάλληλα τρίγωνα. Το αποτέλεσμα είναι ένα μη κανονικό τριγωνικό δίκτυο (ΤΙΝ). Πρακτικά πρόκειται για επάλληλη εφαρμογή της μεθόδου του υδρογεωλογικού τριγώνου. 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.

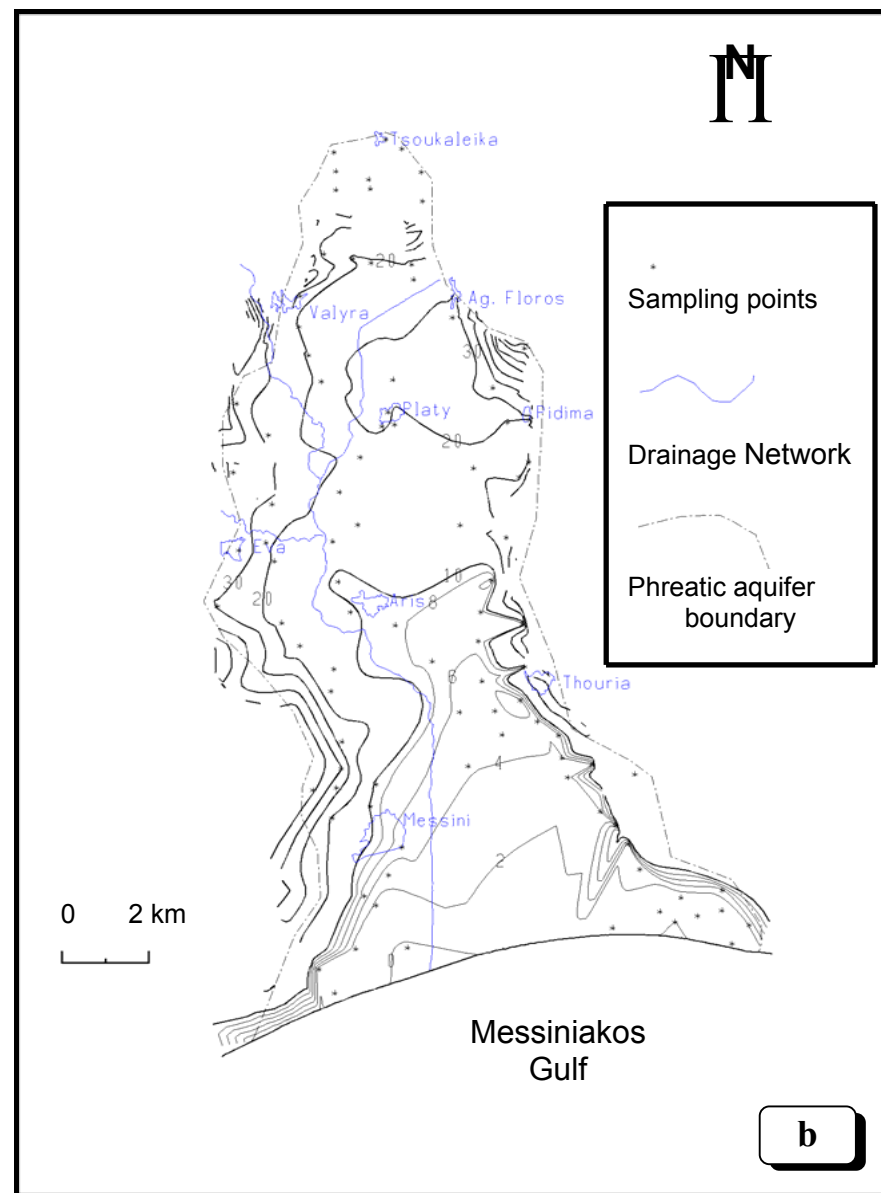
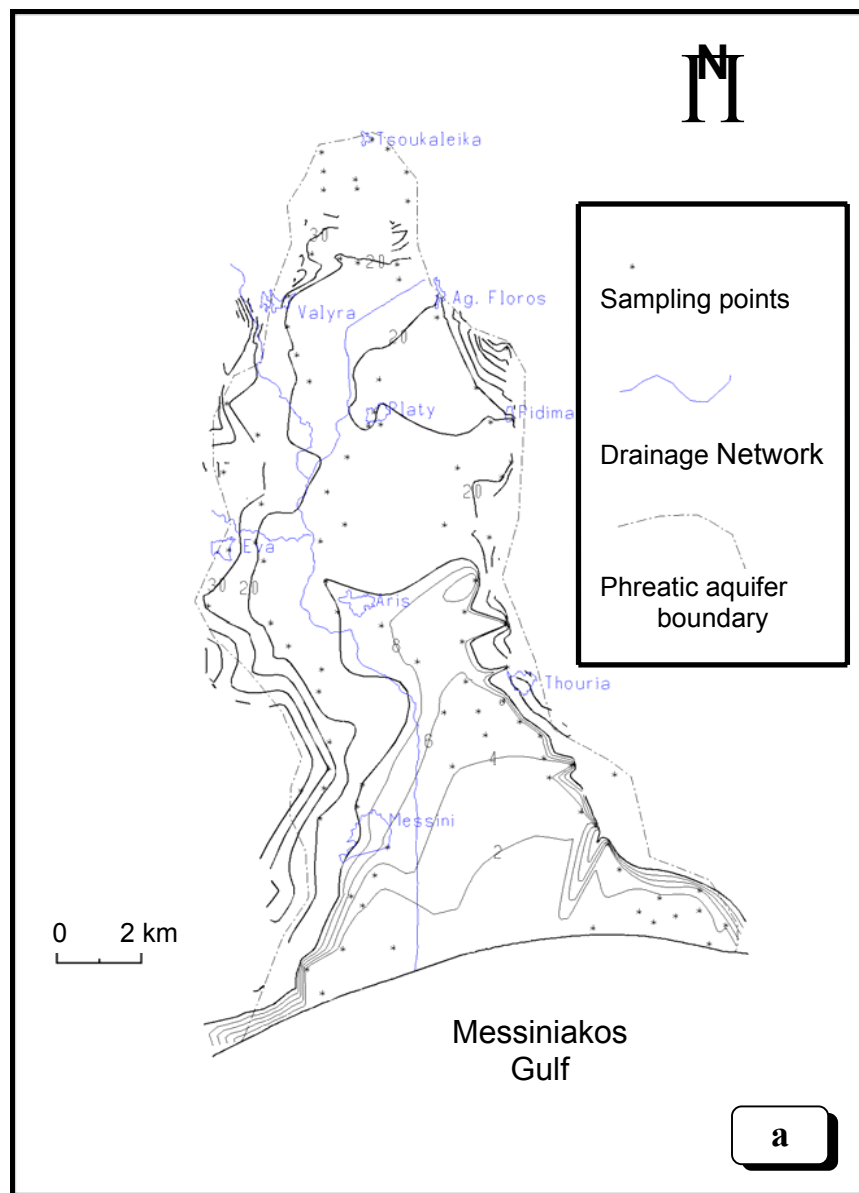
Στην περίπτωση που τα σημεία παρατήρησης είναι αραιά διατεταγμένα, οι υπολογιζόμενες ισοκαμπύλες είναιγωνιώδεις.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

α. Πιεζομετρία

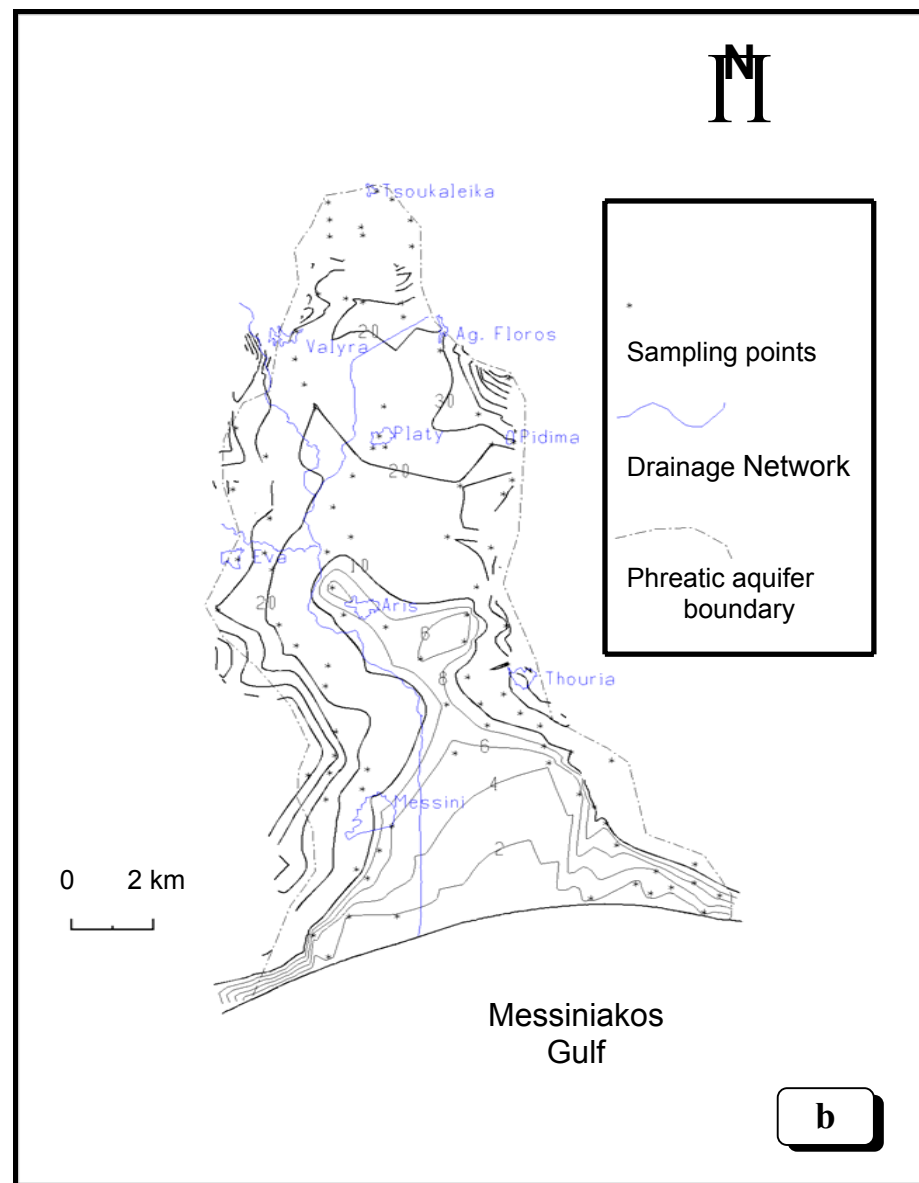
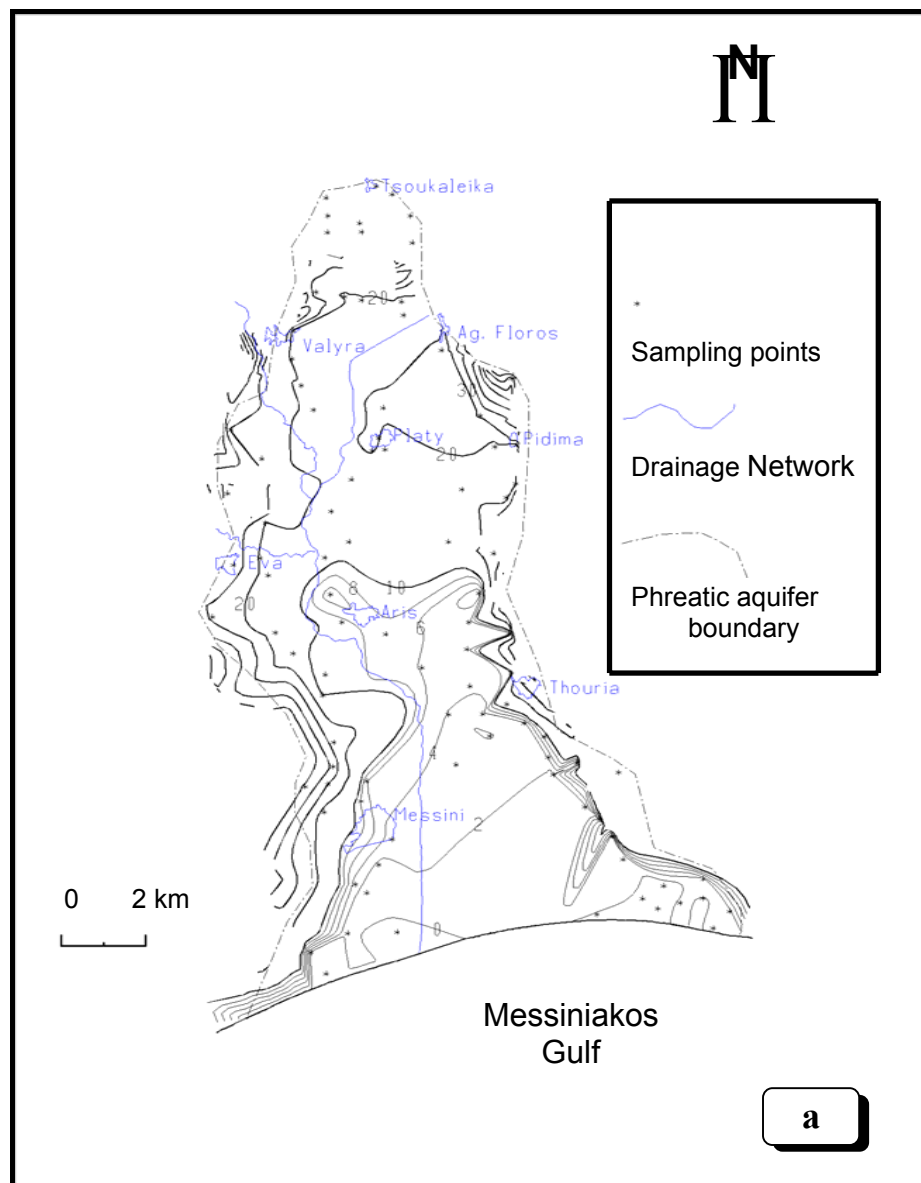
Από τους χάρτες των Εικόνων 3 και 4 μπορούν να γίνουν οι ακόλουθες παρατηρήσεις:

- παρατηρείται μία υστέρηση δύο μηνών μεταξύ των μεγίστων και ελαχίστων τιμών της στάθμης και των αντίστοιχων των βροχοπτώσεων (**Εικ. 5**).
- Η πιεζομετρική επιφάνεια παρουσιάζει στο πεδινό τμήμα πολύ μικρή υδραυλική κλίση 0.1 %. Βορειότερα της κοινότητας Άμμος η κλίση αυτή αυξάνεται προς το βόρειο όριο του υδροφορέα σταδιακά μέχρι το 1 %. Μόνο στις παρυφές της λεκάνης, ακολουθώντας και τη μορφολογία του εδάφους φτάνει σε τιμές ως και 6 %
- στο παραλιακό τμήμα παρατηρούνται εποχιακά και αρνητικές τιμές της πιεζομετρικής στάθμης, κάτι που ευνοεί τη διείσδυση του θαλασσινού νερού.
- ο υδροφορέας τροφοδοτείται επιφανειακά από τους παρακείμενους ορεινούς όγκους. Το υπόβαθρό του είναι κυρίως αδιαπέρατοι σχηματισμοί. Μόνο σε ορισμένες περιοχές στα ανατολικά έρχονται τα ιζήματα σε απ' ευθείας επαφή με τους ασβεστόλιθους της Τρίπολης (Λαίκα ΒΑ της Καλαμάτας, Πήδημα, Αγ. Φλώρος). Στις περιοχές αυτές εκφορτίζονται σημαντικές καρστικές πηγές.
- Στο ανατολικό περιθώριο της λεκάνης η πλευρική τροφοδοσία εκφράζεται σαφώς στη μορφή των ισοπιεζομετρικών καμπυλών στην περιοχή μεταξύ των πηγών Αγ. Φλώρου και Πηδήματος. Στο τμήμα μεταξύ των χωριών Πήδημα και Θουρία η μορφή των ισοπιεζομετρικών καμπυλών ελέγχεται από την παρουσία μαργαϊκών οριζόντων σημαντικού πάχους των θαλάσσιων πλειστοκαινικών αποθέσεων.



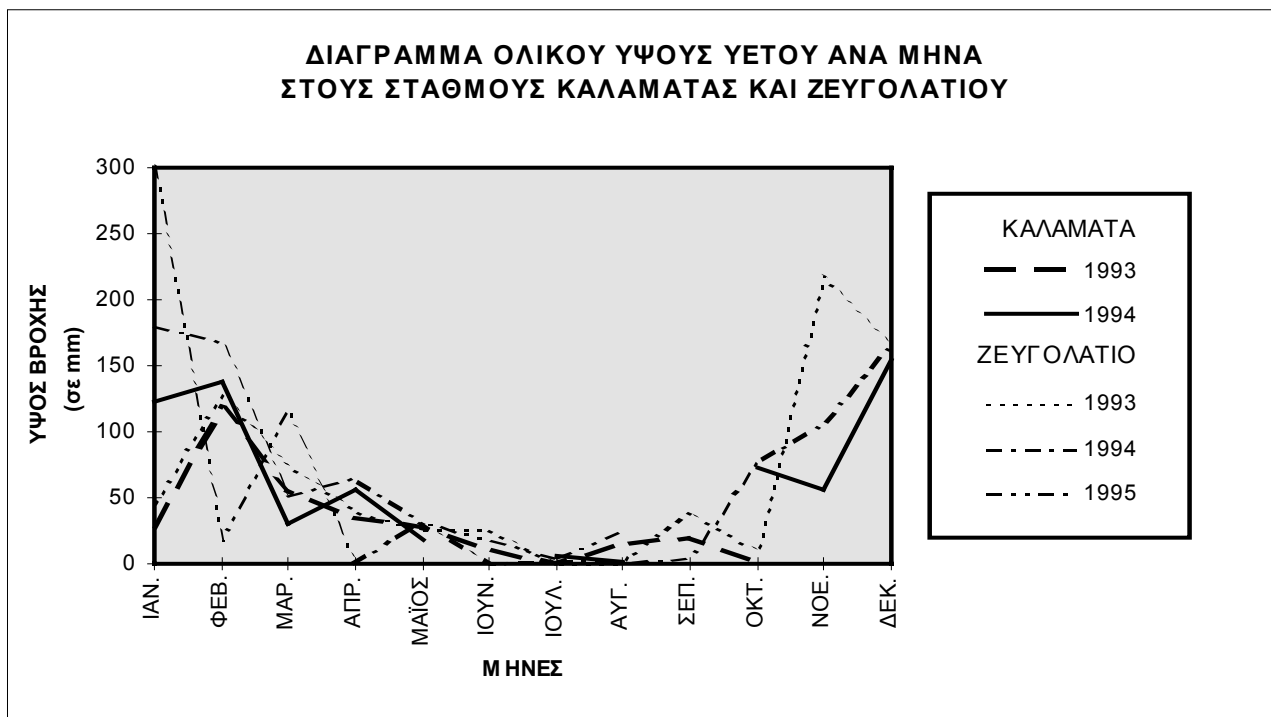
Εικ. 3 Πιεζομετρικός χάρτης του φρεάτιου υδροφορέα της λεκάνης της Κάτω Μεσσηνίας: **α)** Απρίλιος 1993, **β)** Απρίλιος 1994.

Fig. 3 Piezometric map of the phreatic aquifer of Kato Messinia basin: **a)** April 1993, **b)** April 1994.



Εικ. 4 Πιεζομετρικός χάρτης του φρεάτιου υδροφορέα της λεκάνης της Κάτω Μεσσηνίας: **α)** Αύγουστος 1993, **β)** Αύγουστος 1994.

Fig. 4 Piezometric map of the phreatic aquifer of Kato Messinia basin: **a)** August 1993, **b)** August 1994.



Εικ. 5 : Διάγραμμα ολικού ύψους νετού ανά μήνα στους σταθμούς Καλαμάτας και Ζευγολατιού.

- Στο δυτικό περιθώριο η μορφή των ισοπιεζομετρικών καμπυλών δεν δικαιολογείται από την τοπογραφία και τη λιθολογία, αλλά ελέγχεται από την παρουσία ρηξιγενών ζωνών (Εικ. 2.) οι οποίες δεν εμφανίζονται στην επιφάνεια.
- στο βόρειο τμήμα η λεκάνη τροφοδοτείται από την επιφανειακή απορροή της Άνω Μεσσηνίας.
- στο ανατολικό τμήμα οι γραμμές ροής συγκλίνουν προς τον άξονα του ποταμού Άρι.

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 και η αναφορά τους δεν υπονοεί προώθησή τους από τα Πανεπιστήμια Αθηνών και Βερολίνου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ 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., Μαριολάκος, Ι., Λόγος, Ε., Λόζιος, Σ., Φουντούλης, Ι., 1988.** Στρωματογραφικές παρατηρήσεις στα μεταλλικά ιζήματα της περιοχής Θουρίας – Άνω Αμφειας (Ν. Μεσσηνίας) και η νεοτεκτονική ερμηνεία τους. *Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ.*, **XXIII/3**, 275-295.

- Μαριολάκος, 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 (Peloponnessos, 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
- Σπυρίδωνος, Ε., 1994.** Μελέτη του ελεύθερου υδροφορέα της λεκάνης Άνω Μεσσηνίας με τη χρήση μαθηματικού ομοιώματος. *Πρακτ. 7ου Συν. της Ελλ. Γεωλ. Ετ.*, υπό εκτύπωση
- 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 Εγγείων 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.