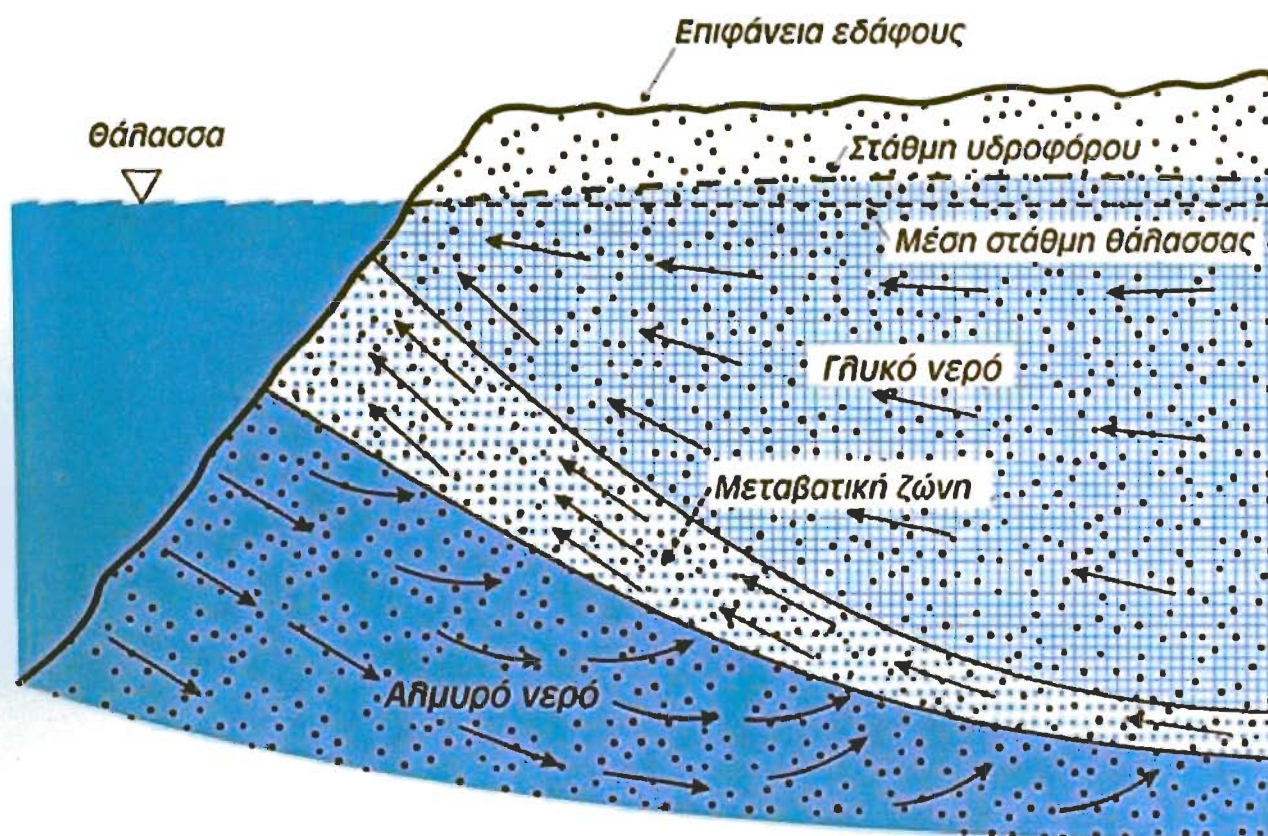


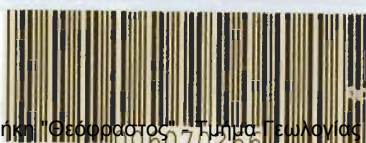
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

Πιεζομετρική Μελέτη Περιοχής Ν.Ρυσίου – Ταγαράδων Λεκάνη Ανθεμούντα



Εισηγητής: Γεώργιος Χ. Σούλιος
Φοιτήτρια : Κασάπη Κωνσταντία – Αναστασία
Α.Ε.Μ. 3666

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2007



Βιβλιοθήκη Θεωρητικής Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Πρόλογος

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας και των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια της διπλωματικής μου εργασίας καθώς επίσης και αναφορές άλλων για τις γεωμορφολογικές, γεωλογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή μελέτης.

Σκοπός της εργασίας είναι η πιεζομετρική μελέτη στα δημοτικά διαμερίσματα Νέου Ρυσίου και Ταγαράδων τα οποία ανήκουν στη λεκάνη του Ανθεμούντα. Η εκπόνηση της εργασίας περιέλαβε αναγνώριση – έρευνα και τοποθέτηση γεωτρήσεων στο χάρτη με σκοπό την πλήρη κάλυψη της περιοχής μελέτης και στη συνέχεια μέτρηση - παρακολούθηση της στάθμης τους.

Εισηγητής της εργασίας είναι ο Καθηγητής Υδρογεωλογίας, στον τομέα Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, του τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, κ^{ος} Γεώργιος Σούλιος, τον οποίο θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά για την πολύτιμη βοήθεια και τις γνώσεις που μου πρόσφερε κατά τη διάρκεια της μελέτης.

Ιδιαίτερη συμβολή στην παρουσίαση της διπλωματικής μου εργασίας είχε επίσης ο Επιστημονικός Συνεργάτης του τομέα κ^{ος} Μιχάλης Σωτηριάδης, τον οποίο ευχαριστώ θερμά.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω την Ανατολική Α.Ε. για τις πληροφορίες που μου έδωσαν σχετικά με τη μελέτη που είχαν πραγματοποιήσει το 2003 για το υδατικό δυναμικό της λεκάνης του Ανθεμούντα με τη μελέτη “Σύσταση και Λειτουργία Φορέα Ορθολογικής Αξιοποίησης Υδατικού Δυναμικού Λεκάνης Ανθεμούντα”.

070266

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Περιεχόμενα

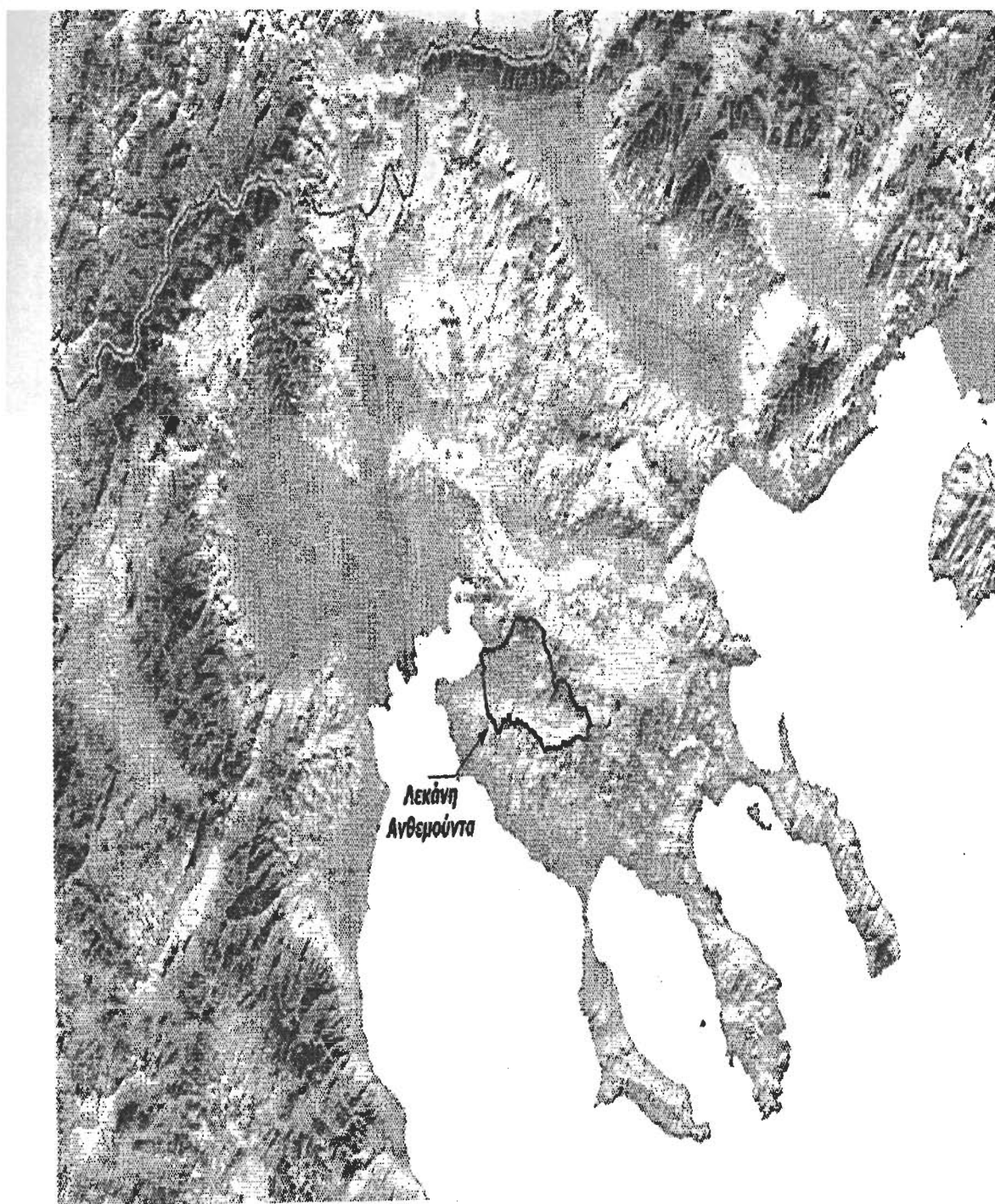
1) Γεωγραφική τοποθέτηση.....	3
2) Γεωμορφολογικά στοιχεία.....	6
3) Γεωλογική δομή περιοχής.....	10
4) Υδρογεωλογία.....	16
5) Πιεζομετρική κατάσταση υδροφορέα.....	20
6) Στοιχεία μελέτης δικτύου υδρογεωτρήσεων.....	24
7) Συμπεράσματα.....	37
8) Παράρτημα Ι.....	40
9) Παράρτημα ΙΙ.....	44
10) Βιβλιογραφικές αναφορές.....	54

1. Γεωγραφική Τοποθέτηση

Η λεκάνη του Ανθεμούντα όπως φαίνεται στο χάρτη 1 (από Ανατολική Α.Ε., Φ.Ο.Α.Υ.Δ., 2003) μακροσκοπικά τοποθετείται στο χώρο της Κεντρικής Μακεδονίας ενώ γεωγραφικά εντάσσεται στην χερσόνησο της Χαλκιδικής καλύπτοντας ένα χώρο 318,3 km².

Πιο συγκεκριμένα, η λεκάνη του Ανθεμούντα καταλαμβάνει το ΝΑ τμήμα του Νομού Θεσσαλονίκης, ενώ οι ορεινές απολήξεις της εντάσσονται στον Νομό Χαλκιδικής. Το δυτικό όριο της λεκάνης απορροής καλύπτει ο κόλπος Θεσσαλονίκης, ενώ το εκτεταμένο λοφώδες συγκρότημα της Αγίας Παρασκευής – Σουρωτής - Μονοπήγαδου οριοθετεί την προς νότο επέκταση. Βόρειο φυσικό όριο της λεκάνης συνιστά η οροσειρά Χορτιάτη-Θέρμου μέχρι τις ημιορεινές παρυφές της Γαλάτιστας – Βάβδου οι οποίες οριοθετούν την προς τα ανατολικά επέκταση της λεκάνης.

Επιπλέον σύμφωνα με τη μελέτη της Ανατολικής Α.Ε. , (Φ.Ο.Α.Υ.Δ. , 2003) η λεκάνη απορροής του Ανθεμούντα συνιστά την δεύτερη σε μέγεθος υδρολογική λεκάνη της χερσονήσου Χαλκιδικής μετά την λεκάνη του Χαβρία.



Σχήμα. 1: Γεωγραφική τοποθέτηση της λεκάνης Ανθεμούντα στο χώρο της Κεντρικής Μακεδονίας

Χάρτης 1 : Η λεκάνη του Ανθεμούντα βρίσκεται ανάμεσα στο Νομό Θεσσαλονίκης και το Νομό Χαλκιδικής και το Θερμαϊκό κόλπο (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003)

Στα τμήματα κατάντη της λεκάνης τα κύρια οικιστικά συγκροτήματα της Θέρμης, Νέας Ραιδεστού, Τριαδίου, Ταγαράδων, Νέου Ρυσίου αποτελούν πόλο έλξης για μόνιμη κατοικία τα τελευταία χρόνια και δεικνύουν έντονη τάση για αστικοποίηση σε σχέση με τα ανάντη τμήματα στα οποία κυριαρχεί αγροτικός πληθυσμός (Βασιλικά, Γαλάτιστα) .

Επιπλέον στο παράκτιο τμήμα της λεκάνης απορροής ανατολικά προς τον Θερμαϊκό κόλπο λόγω της ύπαρξης σημαντικών υποδομών συγκοινωνίας (αεροδρόμιο Μακεδονία, οδικός άξονας Θεσσαλονίκης – Μουδανιών, οδός Θεσσαλονίκης – Μηχανιώνας) απαντάται πυκνό οδικό δίκτυο.

Σε γενικές γραμμές η λεκάνη του Ανθεμούντα εμφανίζει πολυποίκιλες γεωγραφικές ενότητες με διαφορές στις χρήσεις γης οι οποίες καθορίζουν και την ανθρώπινη δραστηριότητα κυρίως στον πρωτογενή τομέα.

Ταυτόχρονα η δραστηριότητα αυτή επιδρά σημαντικά και στην εξέλιξη και διαφοροποίηση των χρήσεων γης με διαφορετικό ρυθμό μεταβολής και μορφοποιητικό αποτέλεσμα.

Όσον αφορά τα Δημοτικά Διαμερίσματα Νέου Ρυσίου και Ταγαράδων τα οποία βρίσκονται στο Δυτικό - Νοτιοδυτικό τμήμα της λεκάνης του Ανθεμούντα όπως φαίνεται στο χάρτη 2(από Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003) ανήκουν στα κατάντη τμήματα της λεκάνης και αποτελούν συνέχεια του παράκτιου τμήματος της λεκάνης που εκτείνεται από το Διαμέρισμα της Επανομής έως το

κομμάτι του Διαμερίσματος της Μίκρας που καταλήγει στο Θερμαϊκό κόλπο.

Αποτελούν νέο-αναπτυχθέντα οικιστικά συγκροτήματα με συνεχώς αυξανόμενο αριθμό μόνιμων κατοίκων καλύπτοντας έκταση 11 km² μέτρηση που προκύπτει από τον τοπογραφικό χάρτη της περιοχής (χάρτης 5, από Γ.Υ.Σ. , κλίμακας 1:25000).

Επίσης στην περιοχή βρίσκουμε μικρό αριθμό επιχειρήσεων όπως φυτώρια, θερμοκήπια λόγω του γεωθερμικού πεδίου δράσης και ακόμη συναντάμε και την “Waterland” η οποία βρίσκεται σε λειτουργία κυρίως τη θερινή περίοδο.

Αξίζει να σημειωθεί πως μεγάλη κατανάλωση νερού προκύπτει από αρκετές μονοκατοικίες (γρασίδι, πισίνες) και πως στην περιοχή υπάρχουν ιδιωτικές γεωτρήσεις στις οποίες η άντληση συνήθως δεν είναι ελεγχόμενη.

2. Γεωμορφολογικά Στοιχεία

Γενικά

Η περιοχή μελέτης όπως φαίνεται στο χάρτη 2 (από Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003) εντάσσεται γεωγραφικά στο Δ-ΝΔ τμήμα της λεκάνης, περιβάλλεται από θάλασσα και πιο συγκεκριμένα από το Θερμαϊκό κόλπο.

Συμπερασματικά, από τη μελέτη της Ανατολική Α.Ε. (Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003) προκύπτει ότι η λεκάνη του Ανθεμούντα αποτελεί ένα γεωμορφολογικό πεδίο σε προχωρημένη κατάσταση γήρατος. Το σχήμα της λεκάνης απορροής είναι επίμηκες, φυλλόμορφο με μια ελαφρή τάση ασυμμετρίας κατά μήκος του άξονα Β-Ν. Το μήκος του μέγιστου άξονα ανάπτυξης της λεκάνης του Ανθεμούντα έχει διεύθυνση ΝΝΑ - ΒΒΔ και εκτείνεται σε μήκος 33 km περίπου από το Αεροδρόμιο της Μίκρας (εκβολές υδατορεύματος Ανθεμούντα) μέχρι την περιοχή του ημιορεινού όγκου του Βάβδου.

Επιπλέον από τη μελέτη της (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003) προκύπτουν οι παρακάτω πληροφορίες για το ανάγλυφο, το υδρογραφικό δίκτυο και τη φυτοκάλυψη της περιοχής.

Ανάγλυφο

Το ανάγλυφο μπορεί να χαρακτηριστεί ομαλό με μικρές ως μέσες κλίσεις, γεγονός που αποδεικνύει πως ο χρόνος συγκέντρωσης του πλεονάσματος της βροχής είναι μεγάλος και κατά συνέπεια η πιθανότητα ταχείας κατείσδυσης αυξάνεται σημαντικά καθώς επίσης συνηγορεί και στην άποψη για ελαττωμένη τάση χερσαίας επεξεργασίας αναγλύφου.

Διαπίστωση που συντελεί κατά ένα μεγάλο ποσοστό στην μείωση των στερεο-παροχών στις εξόδους των υδατορευμάτων της λεκάνης απορροής.

Η επιφανειακή απορροή της υδρολογικής λεκάνης προέρχεται αποκλειστικά μόνο από ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα. Εκφορτίζει δε το υδατικό της περιεχόμενο προς τον Θερμαϊκό κόλπο δια μέσου ενός δικτύου υποπαράλληλων υδατορευμάτων που αποτελεί και το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης απορροής.

Από την αξιολόγηση των μορφομετρικών παραμέτρων του αναγλύφου στην επικράτεια της λεκάνης του Ανθεμούντα είναι φανερή η χαμηλή τάση για μετέπειτα διάβρωση . Οι κλιτύες εμφανίζονται στενές, χαμηλού σχετικά υψομέτρου και επιμήκεις.

Υδρογραφικό Δίκτυο

Το υδρογραφικό δίκτυο είναι δενδριτικής μορφής μέτρια αναπτυγμένο. Αναπτύσσονται λεκάνες μέχρι τρίτης και τέταρτης τάξης (κατά Strahler-1952) σύμφωνα με τη μελέτη της Ανατολικής Α.Ε. (2003) αλλά και της ομάδας του κ^{ου} Παυλίδη Σ. (2007) .

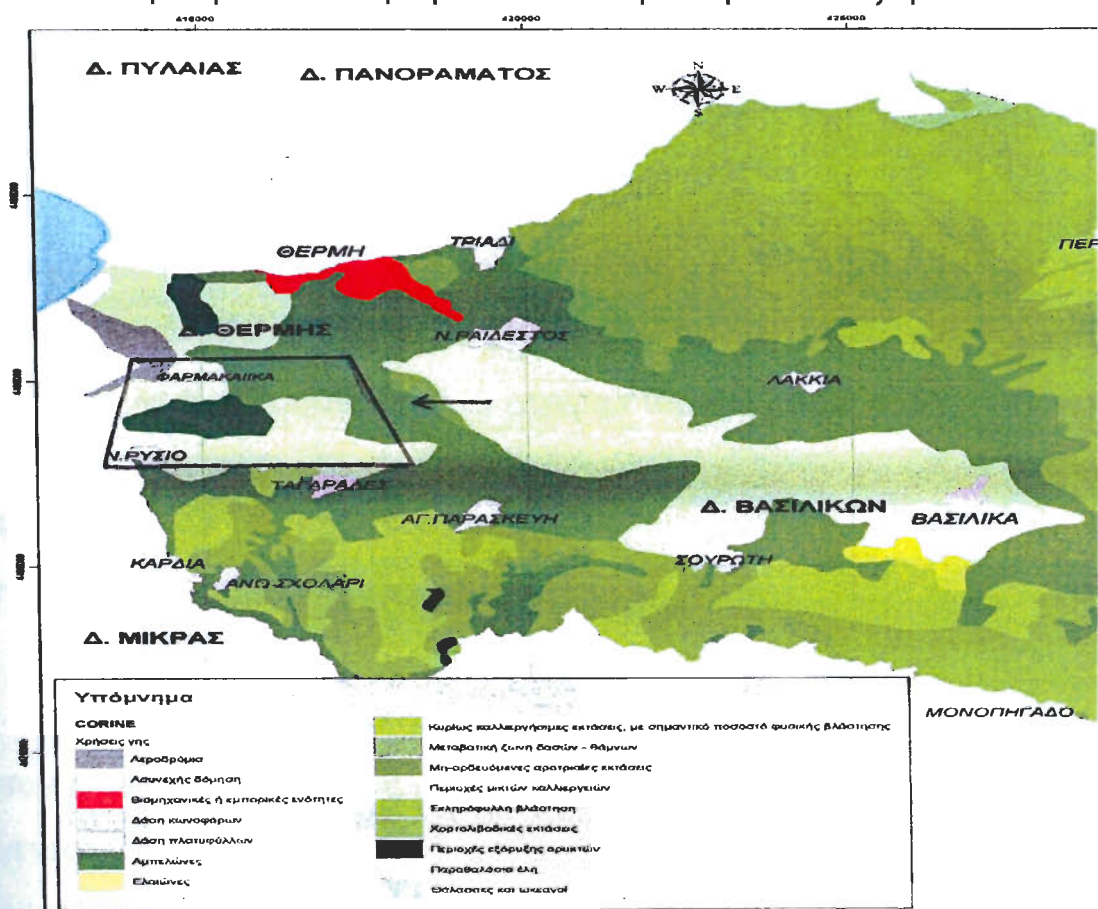
Κύριο φυσιογραφικό χαρακτηριστικό αποτελεί το υδατορεύμα του Ανθεμούντα όπου η ύπαρξη της κοίτης ως μορφή τελικού αποδέκτη των ρευμάτων μεγαλύτερης τάξεως εμφανίζεται μισγάγγεια, επιμήκης, ευθύγραμμη, γεγονός που διευκολύνει τη διαχείριση της επιφανειακής υδρολογίας.

Η υψηλή τιμή υδρογραφικής πυκνότητας αποδεικνύει υψηλό βαθμό υδατοπερατότητας σε σημεία. Τελικά το υδατικό δυναμικό της λεκάνης του Ανθεμούντα μέσω της περιοχής μελέτης

αποδίδεται ολοκληρωτικά στον Θερμαϊκό δια μέσου πολλαπλών υπολεκανών απορροής.

Φυτοκάλυψη

Η φυτοκάλυψη στην περιοχή μελέτης (χάρτης 2, από Ανατολική Α.Ε., 2003) διαφοροποιείται με την πάροδο του χρόνου έντονα λόγω του φαινομένου της «περιαστικοποίησης». Σαν άμεση συνέπεια της παραπάνω οικιστικής τάσης επέρχεται η αλλαγή των χρήσεων της γης επομένως επηρεάζεται και η φυσική φυτοκάλυψη. Η φυτοκάλυψη παρέχει προστασία απέναντι στις διαδικασίες διάβρωσης και αποσάθρωσης ενώ παράλληλα αποτελεί ρυθμιστικό παράγοντα του υδρολογικού ισοζυγίου.



Χάρτης 2 : Περιοχή Μελέτης στη Λεκάνη Ανθεμούντα, (από Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003)

3. Γεωλογική Δομή Περιοχής

Εισαγωγή

Στο χώρο της κεντρικής Μακεδονίας η χερσόνησος της Χαλκιδικής, διευθετεί την προς νότο επέκταση της Αλπικής ορογενετικής λωρίδας. Πιο συγκεκριμένα οι ζώνες της Παιονίας και της Περιοδοπικής καλύπτουν το δυτικό τμήμα της χερσονήσου της Χαλκιδικής, στις ανατολικές παρυφές της Τριτογενούς ηλικίας Λεκάνης του Θερμαϊκού κόλπου .

Οι δυο γεωτεκτονικές ζώνες αναπτύσσονται με μια τυπική ΒΔ-ΝΑ τάση τοποθέτησης των λιθολογικών τους ενοτήτων, αποτελούν δε ένα πολυσύνθετο γεωτεκτονικό πεδίο, στο οποίο συναντώνται ιζηματογενείς φάσεις ποτάμιου, ποταμοχειμάρριου ως λιμναίου παλαιοπεριβάλλοντος πάνω σε ένα αλπικής ηλικίας κρυσταλλικό υπόβαθρο. Στο πολυμεταμορφωμένο κρυσταλλικό υπόβαθρο, διεισδύει ο πυριγενής όγκος του γρανοδιορίτη του Μονοπηγάδου, ασβεσταλκαλικού χημισμού και Τριτογενούς ηλικίας (Ανατολική Α.Ε. , Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003) .

Στα δημοτικά διαμερίσματα Νέου Ρυσίου, Ταγαράδων συναντάμε γεωλογικούς σχηματισμούς της ζώνης Παιονίας με γενική παράταξη των πετρωμάτων ΒΒΔ-ΝΝΑ και με κλίσεις που κυμαίνονται μεταξύ 30°-60° ΒΑ (Ανατολική Α.Ε. , Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003) .

Επικρατούν τεταρτογενή, νεογενή ιζήματα και μεταιζηματογενή πετρώματα. Πρόκειται ουσιαστικά για ιζηματογενείς λιθολογικές φάσεις με πολύπλοκους φασικούς χαρακτήρες – χερσοποτάμιες, λιμνοδελταϊκές, λιμναίες και χερσαίες αποθέσεις που σχηματίστηκαν κατά την εξέλιξη της ταφρογένεσης στον ευρύτερο χώρο Αξιού – Θερμαϊκού και αποτέθηκαν ασύμφωνα επί του πολυπτυχωμένου ήδη Αλπικού υποβάθρου (Μουντράκης Δ. ,1985, «Γεωλογία της Ελλάδας»).

Γενικά οι αποθέσεις αυτές περιλαμβάνουν μεγάλη ποικιλία λιθολογικών τύπων όπως :κροκαλοπαγή, ερυθροστρώματα, άμμους, ψαμμίτες, αργίλλους, μάργες, ασβεστόλιθους και τραβερτίνες (Μουντράκης Δ. ,1985, «Γεωλογία της Ελλάδας»).

Ειδικότερα όσον αφορά τους Νεογενείς σχηματισμούς της περιοχής μελέτης όπως αυτοί φαίνονται στο χάρτη 3 (Φύλλο Βασιλικά, κλίμακας 1:50000, Ι.Γ.Μ.Ε) αποτελούνται από :

A) Σειρά ερυθρών αργίλων : ερυθρές έως κεραμόχρωμες ιλυώδεις άργιλοι με μαρμαρυγία και ασβεστιτικά συγκρίματα, ηλικίας Ανωτ. Μειοκαίνου – Κατ. Πλειστοκαίνου.

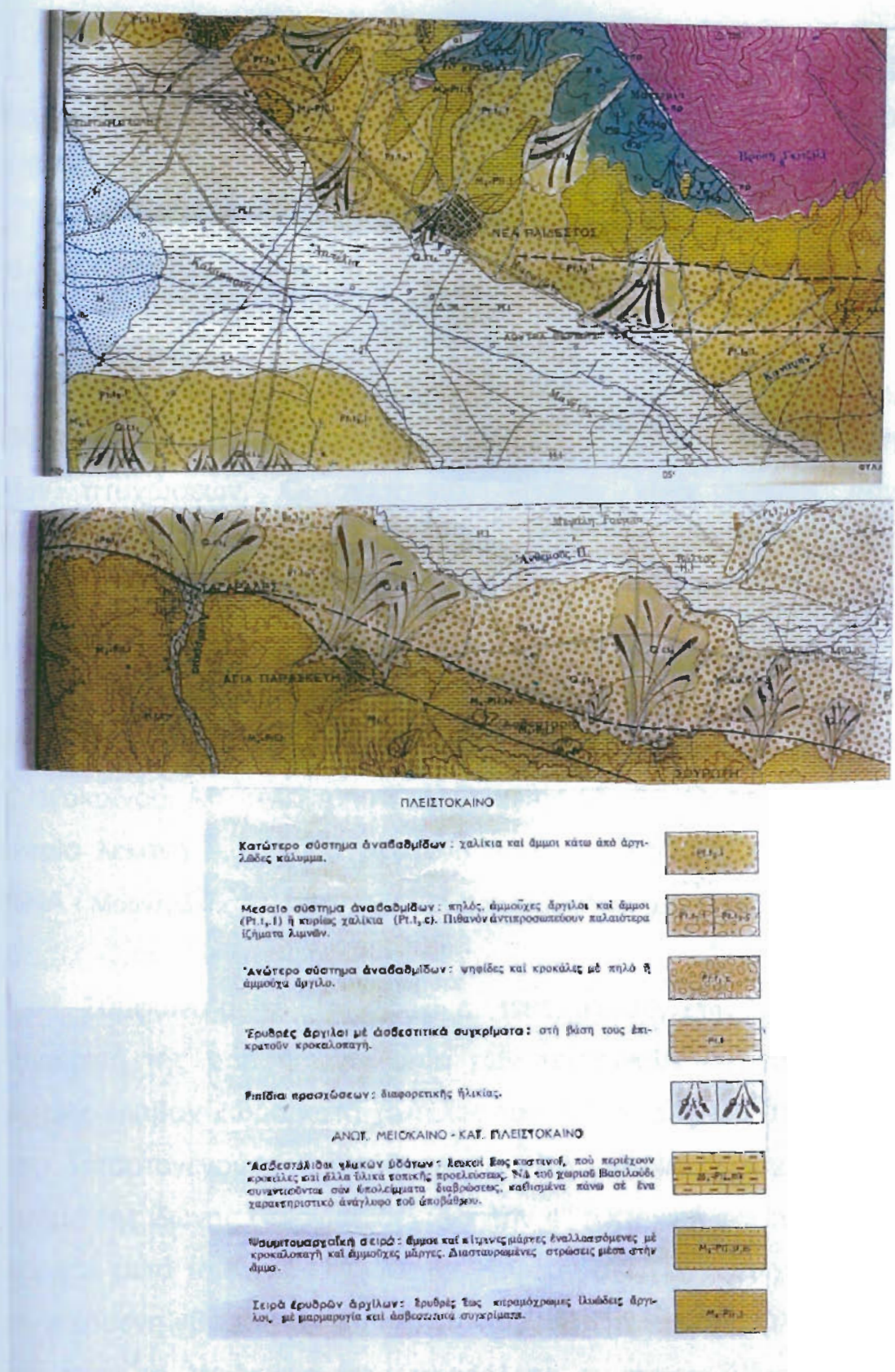
B) Ψαμμιτομαργαϊκή σειρά : ψαμμίτες εύθρυπτοι έως πολύ συμπαγείς, τοπικά μικροκροκαλοπαγή με διασταυρωμένη στρώση. Κατά θέσεις υπάρχουν ορίζοντες με μάργες.

Και οι Τεταρτογενείς σχηματισμοί, χάρτης 3 (Φύλλο Βασιλικά, κλίμακας 1:50000, Ι.Γ.Μ.Ε) της περιοχής μελέτης αποτελούνται από:

- A) Ριπίδια προσχώσεων : ηλικίας Πλειστοκαίνου

- B) Ερυθρές άργιλοι με ασβεστιτικά συγκρίματα : ηλικίας Πλειστοκαίνου όπου στη βάση τους επικρατούν κροκαλοπαγή.

- Γ) Κατώτερο σύστημα αναβαθμίδων : Πλειστοκαινικές αποθέσεις που αποτελούνται κυρίως από αναβαθμίδες και προσχωσιγενή ριπίδια. Τα υλικά που τις συνθέτουν είναι κυρίως χαλίκια και άμμοι κάτω από αργιλώδες κάλυμμα.



**Χάρτης 3 : Γεωλογική Δομή Περιοχής Μελέτης Νέου Ρυσίου - Ταγαράδων
(Φύλλο Βασιλικά, κλίμακας 1:50000, Ι.Γ.Μ.Ε)**

Σχετικά με την ευρύτερη γεωλογική δομή της περιοχής παρατίθεται στο Παραρτημα 1 το φύλλο Βασιλικά με κλίμακα 1:50000 από το Ι.Γ.Μ.Ε. Κεντρικής Μακεδονίας.

Ρηξιγενής Τεκτονική

Τα Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα αποθέτονται όπως είδαμε σε λεκάνες τεκτονικές ή μη που σχηματίστηκαν μετά τη λήξη των πτυχώσεων. Οι τεκτονικές λεκάνες είναι τάφροι που δημιουργήθηκαν από τη νεοτεκτονική δράση(Μουντράκης Δ. ,1985, «Γεωλογία της Ελλάδας»).

Η λεκάνη του Ανθεμούντα είναι μία Νεογενής τεκτονική λεκάνη η οποία διαμορφώθηκε αρχικά κατά τη διάρκεια του Ολιγοκαίνου. Αποτελεί τμήμα της λεκάνης Αξιού – Θεσσαλονίκης η οποία λεκάνη – κοιλάδα μεγάλου πλάτους έχει διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ (Μουντράκης Δ. ,1985, «Γεωλογία της Ελλάδας»).

Σύμφωνα με το (Μουντράκη Δ. ,1985, «Γεωλογία της Ελλάδας») η σημερινή της μορφή είναι αιτία των τεκτονικών διεργασιών, οι οποίες έλαβαν χώρα κατά το τέλος του Νεογενούς και στις αρχές του Τεταρτογενούς, με διεύθυνση Δ –ΒΔ , Α-ΝΑ. Η περιοχή ως τμήμα της Ζώνης Παιονίας δέχτηκε την 4^η τεκτονική φάση η οποία έδρασε μετά το Κάτω Ολιγόκαινο. Η φάση αυτή αντιστοιχεί σε μια συνεχόμενη «βραδεία» φάση τεκτονισμού μετά το κάτω Ολιγόκαινο και πριν το Μειόκαινο που προκάλεσε συμπιεστικά φαινόμενα, επαναλεπνώσεις των στρωμάτων και τεκτονικές αναστροφές.

Στην περίοδο του Νεογενούς – Τεταρτογενούς είχαμε την απόθεση των μεγάλου πάχους μεταλπικών ιζημάτων που κάλυψαν τους αλπικούς σχηματισμούς και απομόνωσαν τα μεγαλέπια – ενότητες της Ζώνης Παιονίας. Επίσης στο Πλειο – τεταρτογενές ακολούθησε έντονη εφελκυστική ρηγμάτωση όλων των σχηματισμών με αποτέλεσμα τη δημιουργία κανονικών ρηγμάτων, η οποία έδωσε την σημερινή εικόνα της Ζώνης Παιονίας καθώς και της περιοχής που μελετάμε. (Μουντράκης Δ. ,1985, «Γεωλογία της Ελλάδας»).

Η κύρια αιτία της συγκεκριμένης διαμόρφωσης λοιπόν είναι τα κανονικά (μεταπτωτικά) ρήγματα, πολλά από τα οποία μάλιστα είναι ενεργά έως και σήμερα, γεγονός που υποδηλώνεται και από την παρουσία των θερμών νερών σε πολλά από αυτά (Παυλίδης Σ. , 2007).

Όσον αφορά τη σεισμική επικινδυνότητα, η περιοχή μελέτης ανήκει σε ζώνη χαμηλής σεισμικότητας, γειτνιάζει όμως με ενεργές σεισμικά περιοχές του βορειοελλαδικού χώρου, όπου ισχυροί και καταστροφικοί σεισμοί έχουν περιγραφεί και καταγραφεί από τους αρχαίους χρόνους έως σήμερα (Παυλίδης Σ. , 2007).

Ανάντη της περιοχής μελέτης διέρχεται το ρήγμα του Ανθεμούντα, το οποίο όμως χαρακτηρίστηκε ενεργό μόνο με γεωλογικά κριτήρια και το οποίο δεν γνωρίζουμε να συνδέεται με κανένα ιστορικά καταγεγραμμένο ισχυρό σεισμό. Η μικροσεισμική δραστηριότητα εξακολουθεί να είναι χαμηλή (Ανατολική Α.Ε. , Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003) .

4. Υδρογεωλογία

Ο υετός αμέσως μετά την πρόσπτωση του, σε μια υδρολογική λεκάνη, έχει τη δυνατότητα εν μέρει να ακολουθήσει τη διεξοδο της επιφανειακής απορροής. Το ποσό των κατακρημνισμάτων το οποίο είναι σε θέση να ακολουθήσει κάθε μια από τις δύο διεξόδους, εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά και τη φύση των λιθολογικών τύπων της λεκάνης απορροής .

Το ποσοστό των κατακρημνισμάτων το οποίο παρουσιάζει τάση να σχηματίσει επιφανειακή απορροή παροχεύεται μέσω του υδρογραφικού δικτύου και καταλήγει στην έξοδο της λεκάνης (Ανατολική Α.Ε. , Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003) .

Αντίθετα ,το ποσό του υετού που κατεισδύει, συμπληρώνει τα αποθέματα των υπόγειων υδροφόρων και κινείται με σχετικά μικρές ταχύτητες. Το υπόγειο νερό είτε προέρχεται από την άμεση κατείσδυση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, είτε από πλευρική διήθηση αποθηκεύεται και κινείται μέσα στους σχηματισμούς της περιοχής υπακούοντας σε βασικούς κανόνες που εξαρτώνται από τη δομή των σχηματισμών(Σούλιος Γ. 1986).

Γενικά η ικανότητα των σχηματισμών να αποθηκεύουν και να μεταβιβάζουν σημαντικές ποσότητες υπόγειου νερού εξαρτάται από την υδρολιθολογική συμπεριφορά τους και έτσι μπορούν να διακριθούν σε περατούς, ημιπερατούς και αδιαπέρατους (Σούλιος Γ. 1986).

Στο δυτικό, νοτιοδυτικό τμήμα της λεκάνης του Ανθεμούντα, στα δημοτικά διαμερίσματα Νέου Ρυσίου, Ταγαράδων συναντάμε νεογενείς σχηματισμούς (χάρτης 3, Φύλλο Βασιλικά, κλίμακας 1:50000, Ι.Γ.Μ.Ε) όπως είναι η σειρά αργίλων η οποία λόγω της σύστασης της δεν δημιουργεί ευνοϊκές υδρολιθολογικές συνθήκες.

Γενικά τα αργιλικά στρώματα είναι αδιαπέρατα και στεγανά και μόνο όταν παρουσιάζουν δευτερογενές πορώδες μπορούν να φιλοξενήσουν μια κακή έως μέτρια υδροφορία (Δημόπουλος Γ. , 1986).

Παράλληλα οι συνθήκες μεταφοράς και απόθεσης των υλικών δείχνουν μικρή απόσταση μεταξύ του υδροκρίτη και της απόστασης των υδατορευμάτων. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το μικρό μήκος των υδατορευμάτων και το σχετικά μικρό υψόμετρο της λεκάνης συνηγορεί στην θέση για μικρές ποσότητες μεταφερόμενων υλικών στον τομέα αυτό της λεκάνης. Ευνοϊκές συνθήκες δημιουργούνται εντός των εκτεταμένων αλλουβιακών ριπιδίων κατά μήκος της εκτεταμένης λοφώδους σειράς (Ταγαράδες) και στον πόδα του νεοτεκτονικού ρήγματος Ανθεμούντα (Ανατολική Α.Ε. , Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003) .

Όσον αφορά τις πλειστοκαινικές αποθέσεις, ο υδρολιθολογικός χαρακτήρας των σχηματισμών αυτών διακρίνεται από το αυξημένο πρωτογενές πορώδες. Αποθέσεις Τεταρτογενούς ηλικίας, οι οποίες κατά το πλείστον συνίστανται λιθολογικά από αδιαβάθμητο υλικό (κροκάλες, λατύπες) και ριπιδιοπαγή υλικά στις

εξόδους και στις κοίτες των υδατορευμάτων (Ανατολική Α.Ε. , Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003) .

Έτσι ο μέσος συντελεστής κατείσδυσης για την περιοχή μελέτης υπολογίζεται περίπου 10% με 25%, τιμή που σε γενικές γραμμές θεωρείται καλή. Παρόλα αυτά εξαιτίας της υδρολογικής απόκρισης(μικρά μήκη υδατορευμάτων, άμεση εκφόρτιση στη θάλασσα) η απορροή εμφανίζεται αυξημένη σε σχέση με την κατείσδυση (Ανατολική Α.Ε. , Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003) .

Η παραπάνω διαπίστωση οδηγεί στο σενάριο της διαχείρισης των επιφανειακών υδάτων προς ενίσχυση του υδατικού ισοζυγίου.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι στη λεκάνη σημαντικός αριθμός πηγών έχουν στερέψει τα τελευταία χρόνια.

Αυτό οφείλεται στην εξάντληση των ρυθμιστικών καθώς και τμήματος των μόνιμων αποθεμάτων της λεκάνης. Η στέρηση των πηγών και κατά επέκταση των αναβλύσεων, έχει σαν αποτέλεσμα και τη μείωση των θερινών απορροών της λεκάνης.

Γεωθερμικό Πεδίο Λεκάνης Ανθεμούντα

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι στην λεκάνη του Ανθεμούντα υπάρχουν πηγές των οποίων το νερό έχει θερμοκρασία υψηλότερη από τη μέση ετήσια θερμοκρασία αέρα

στο σημείο ανάβλυσής τους, συνήθως θερμοκρασία τουλάχιστο 18° με 20° (Φυτίκας, Μ. 2007).

Η θερμοκρασία αυτή του νερού οφείλεται στην εσωτερική θερμοκρασία των πετρωμάτων της Γης. Οι θερμές αυτές πηγές αποτελούν ένα πραγματικό πλούτο, ένα αξιόλογο φυσικό πόρο που μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην οικονομία με πολλούς τρόπους.

Η ευρύτερη περιοχή γεωθερμικού ενδιαφέροντος οριοθετείται από τους οικισμούς Θέρμης, Ν.Ρυσίου και Ταγαράδων του Νομού Θεσσαλονίκης. Η μορφολογία της περιοχής είναι σχετικά ήπια με μέγιστες υψομετρικές διαφορές της τάξης των 10 μέτρων. Στην περιοχή δεν υπάρχουν εγκατεστημένες σημαντικές βιομηχανικές και βιοτεχνικές μονάδες. Μερικές από αυτές είναι η “Waterland” στα δυτικά όρια του ιδιόκτητου οικόπεδου του Δήμου Θέρμης στους Ταγαράδες καθώς και η επιχείρηση Αφοι Σαφραλιώτη Ο.Ε. (έτοιμο σκυρόδεμα, $Q=10\text{m}^3/\text{μέρα}$) στο Νέο Ρύσιο, οι οποίοι δεν χρησιμοποιούν το γεωθερμικό πεδίο δράσης.

Χαρακτηριστική είναι όμως και η παρουσία εγκαταστάσεων που εκμεταλλεύονται τη γεωθερμία της περιοχής όπως το Αθλητικό κέντρο Νέου Ρυσίου με 2 γεωτρήσεις που πραγματοποιήθηκαν το 2005 και μικρός αριθμός θερμοκηπίων με ιδιωτικές γεωτρήσεις.

5. Πιεζομετρική Κατάσταση Υδροφορέα Λεκάνης Ανθεμούντα

Στο παρών κεφάλαιο επιχειρείται η επικαιροποίηση και παρουσίαση της πιεζομετρικής κατάστασης του υδροφορέα της λεκάνης Ανθεμούντα.

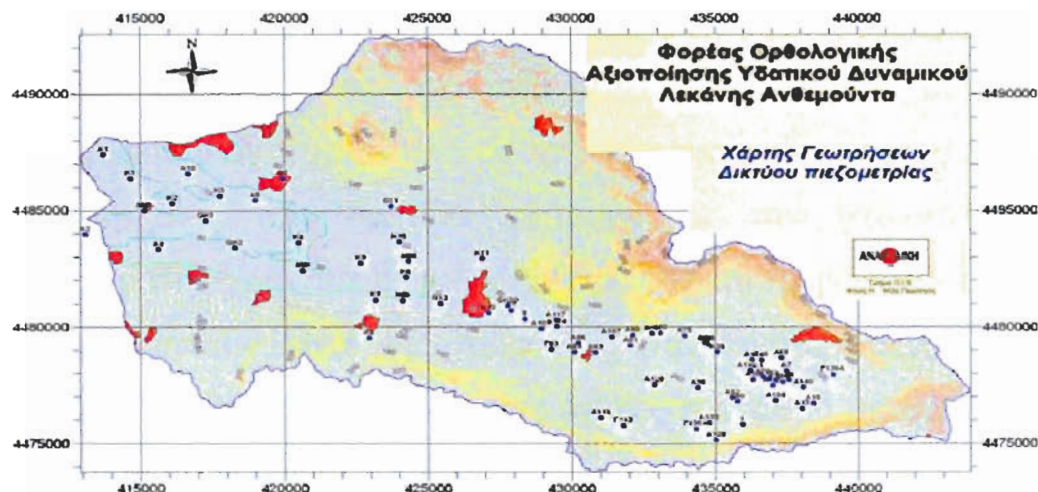
Στο Παράρτημα II παρατίθενται οι πιεζομετρικοί χάρτες που αφορούν το διάστημα Ιουνίου 1993 - Ιουνίου 2002, σύμφωνα με τη μελέτη που πραγματοποιήθηκε από την Ανατολική Α.Ε. (2003).

Απεικονίζεται σε απόλυτα υψόμετρα η πιεζομετρική επιφάνεια για κάθε μία περίοδο που υπάρχουν δεδομένα. Διακρίνονται οι περιοχές μέγιστης ταπείνωσης της στάθμης του υπόγειου υδροφόρου με κίτρινα και πορτοκαλί χρώματα, ενώ γίνεται ευδιάκριτη η διαφορετική συμπεριφορά που παρουσιάζουν οι δύο υπολεκάνες.

Τα στοιχεία αυτών των μετρήσεων συμπεριλαμβάνονται στη μελέτη της Ανατολικής Α.Ε. για το υδατικό δυναμικό της Λεκάνης του Ανθεμούντα και αναφέρονται στην παρούσα εργασία για μία πιο πλήρη εικόνα της κατάστασης που επικρατεί.

Για πρώτη φορά η στάθμη της πιεζομετρικής επιφάνειας στη λεκάνη Ανθεμούντα μετρήθηκε το 1993, με ένα δίκτυο το οποίο αποτελούνταν από πιεζόμετρα που κατασκευάστηκαν από τον «Αναπτυξιακό Σύνδεσμο Ανθεμούντα». Το πρώτο αυτό δίκτυο

πιεζομέτρων εκτεινόταν προς τα ανατολικά μέχρι τα Βασιλικά και δυτικά μέχρι τις εκβολές του ποταμού Ανθεμούντα στον Θερμαϊκό Κόλπο. Αργότερα στο δίκτυο συμπεριλήφθησαν και νέες γεωτρήσεις, ιδιωτικές και δημοτικές χωρίς όμως αυτό να επεκταθεί ανατολικότερα του οικισμού των Βασιλικών μέχρι το 1998 οπότε και ξεκίνησε η παρακολούθηση της πιεζομετρικής επιφάνειας στην υπολεκάνη του Άνω Ανθεμούντα (Γαλαρινό – Γαλάτιστα).



Χάρτης 4: Δίκτυο πιεζομέτρων σε όλη τη λεκάνη του Ανθεμούντα (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003)

Το νέο δίκτυο, μαζί με το προϋπάρχον αφού αξιολογήθηκαν και τροποποιήθηκαν κατέληξαν σήμερα να αποτελούνται από περίπου 50 γεωτρήσεις οι οποίες φαίνονται στο χάρτη 4 (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003).

Το κύριο συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι ο ρυθμός μεταβολής (ταπείνωσης) της στάθμης των υπόγειων υδάτων αυξάνει κατά τα τελευταία 5 χρόνια (1999-2004) στη παράκτια ζώνη (Νέο Ρύσιο) με αποτέλεσμα η πτώση στάθμης να είναι διπλάσια σε σχέση με τη πενταετία 1993-98. Η εικόνα στην υπόλοιπη έκταση της υπολεκάνης του Κ. Ανθεμούντα δείχνει

σταθερή μείωση της στάθμης η οποία συνολικά σε κάποιες περιοχές πλησιάζοντας την περιοχή των Βασιλικών αγγίζει ή ξεπερνάει τα 10 μέτρα (στα Α-ΝΑ της λεκάνης), (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003).

Οι παρατηρούμενες βροχοπτώσεις στους 3 σταθμούς που βρίσκονται πλησιέστερα στη περιοχή μελέτης (Α.Π.Θ, Ε.Μ.Υ. – Αεροδρομίου και ΕΘΙΑΓΕ) κατανεμήθηκαν σε υγρές και ξηρές περιόδους ανά έτος σε αναλογία με τις σταθμημετρήσεις και χαρτογραφήθηκαν παράλληλα με τα βάθη της στάθμης σε 10 από τις γεωτρήσεις του δικτύου ανάλογα με την ικανοποιητική πληρότητα στις χρονοσειρές των δεδομένων και τα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι – όπως και ήταν αναμενόμενο – ότι υπάρχουν κάποιες γεωτρήσεις στις οποίες η στάθμη μεταβάλλεται παράλληλα με τις βροχοπτώσεις, ενώ κάποιες άλλες φαίνονται να παρουσιάζουν μια χρονική υστέρηση στην απόκριση τους δηλαδή ανάλογη ανύψωση ή ταπείνωση. Επιπλέον υπάρχει διαφοροποίηση και μεταξύ του τρόπου που τα βροχομετρικά δεδομένα καθενός σταθμού σχετίζονται με τις μεταβολές στις στάθμες (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003).

Βαθμός συσχέτισης

Υπάρχουν γεωτρήσεις και άρα περιοχές της λεκάνης στις οποίες ο εμπλουτισμός γίνεται απευθείας από τα κατακρημνίσματα και μεσολαβεί μικρό χρονικό διάστημα για να γίνει αυτό. Στις περιοχές αυτές ο συντελεστής συσχέτισης λαμβάνει μεγάλες τιμές 0,7 – 1. Χαρακτηριστική είναι η εικόνα σε αρκετά πιεζόμετρα που

βρίσκονται στην υπολεκάνη του Α. Ανθεμούντα (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003). .

Με ανάλογο τρόπο προκύπτουν περιοχές στις οποίες η διακύμανση των κατακρημνισμάτων μέσα στα έτη δε φαίνεται να σχετίζεται με τις αυξομειώσεις της στάθμης των υπόγειων υδάτων (ο βαθμός συσχέτισης παίρνει τιμές κοντά στο μηδέν). Είναι προφανές ότι στις περιοχές αυτές ρυθμιστικός παράγοντας που καθορίζει την εξέλιξη των υπόγειων υδατικών αποθεμάτων, είναι οι αντλήσεις αλλά και οι ιδιαίτερες γεωλογικές και εδαφολογικές συνθήκες (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003). .

Οπότε στην υδρολογική λεκάνη του Ανθεμούντα διακρίνουμε δύο κύριους υδροφόρους. Ο ένας αναπτύσσεται από τη περιοχή των Βασιλικών μέχρι την παράκτια ζώνη του κάτω ρου, ενώ ο δεύτερος αναπτύσσεται εντός των ιζηματογενών στρωμάτων της περιοχής της υπολεκάνης Γαλάτιστας – Γαλαρινού (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003). .

Η συμπεριφορά των δύο υδροφόρων διαφοροποιείται όσον αφορά τη πιεζομετρία γεγονός που μαζί με τα στοιχεία υδροχημείας και τη γεωλογική πληροφορία που είναι γνωστή για την ευρύτερη περιοχή οδηγούν σε εκτίμηση ότι πρόκειται ουσιαστικά για δύο διακριτούς αλλά όχι ανεξάρτητους υδροφόρους (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003). .

Από τη μελέτη της Ανατολικής προκύπτει ότι για την περιοχή της υπολεκάνης του Κ. Ανθεμούντα μέσα στο διάστημα 1993 – 2004 η στάθμη του βαθύτερου υδροφόρου έπεσε σημαντικά

ξεπερνώντας σε κάποιες περιοχές ακόμα και τα δέκα μέτρα. Η υπολεκάνη του Α. Ανθεμούντα παρουσιάζει διαφορετική εικόνα, όπως είναι γνωστό ο υδροφόρος που αναπτύσσεται εκεί βρίσκεται σε μεγαλύτερο υψόμετρο και έχει μικρότερο δυναμικό από τον προηγούμενο.

Η Πιεζομετρική κατάσταση του υδροφορέα εμφανίζεται σαν το αποτέλεσμα φυσικών και ανθρωπογενών παρεμβάσεων. Είναι προφανές ότι η επίδραση του ανθρώπου στον υδροφορέα είναι έντονη με άμεσο αποτέλεσμα η συμπεριφορά των υπόγειων αποθεμάτων να ρυθμίζεται από τις αντλήσεις.

6. Στοιχεία μελέτης δικτύου υδρογεωτρήσεων

Η περιοχή μελέτης της διπλωματικής εργασίας εντοπίζεται στα Δημοτικά διαμερίσματα Νέου Ρυσίου και Ταγαράδων όπως φαίνεται στο χάρτη 5 (από Γ.Υ.Σ ,κλίμακας 1:25000). Δυτικά οριοθετείται από το δρόμο Θεσσαλονίκης – Μηχανιώνας, Ανατολικά φτάνει μέχρι το Δημοτικό διαμέρισμα Ταγαράδων ενώ ενδιάμεσα παρεμβάλλεται ένα τμήμα του δρόμου Χαλκιδικής. Οικιστικά στην περιοχή βρίσκουμε διεσπαρμένες μονοκατοικίες καθώς και τους κύριους οικισμούς Ν.Ρυσίου και Ταγαράδων.



Χάρτης 5 : Περιοχή πιεζομετρικής μελέτης Νέου Ρυσίου - Ταγαράδων (από Γ.Υ.Σ , κλίμακας 1:25.000)

Αρχικά χρειάστηκαν 4 φύλλα τοπογραφικών χαρτών της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού τα οποία έχουν κλίμακα 1:5000. Για πρακτικούς λόγους έγινε σμίκρυνση των χαρτών από την κλίμακα 1:5000 σε κλίμακα 1:10000. Με βάση τους τοπογραφικούς χάρτες της περιοχής υπολογίσαμε με ακρίβεια τα σημεία των γεωτρήσεων.

Πραγματοποιήθηκαν οδεύσεις προς διάφορες κατευθύνσεις με σκοπό την εύρεση υδρογεωτρήσεων . Τοποθετήθηκαν όλες οι γεωτρήσεις που βρίσκονται στην περιοχή στο χάρτη 1:10000 και κυρίως αυτές που είναι κατάλληλες για μέτρηση στάθμης. Στη συνέχεια θα περαστούν με ακρίβεια στο χάρτη 1:25000 και αφού γίνουν οι μετρήσεις στάθμης των γεωτρήσεων θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του Πιεζομετρικού Χάρτη.

Καθότι ύστερα από επανειλημμένες οδεύσεις στην περιοχή συνέχιζε να υπάρχει ένα κομμάτι του χάρτη στο οποίο δεν είχαν εντοπιστεί γεωτρήσεις, χρειάστηκε η συμβολή των φορέων της περιοχής. Βρέθηκαν κάποιες γεωτρήσεις που για διάφορους λόγους (ήταν σε λειτουργία, δεν είχαν πιεζόμετρα κ.λ.π.) όμως δεν ήταν κατάλληλες για μέτρηση στάθμης.

Για την υδρευτική γεώτρηση στο Δημοτικό διαμέρισμα Ταγαράδων δόθηκαν οι παρακάτω πληροφορίες : σε περιόδους λειτουργίας της έχει παροχή $50 \text{ m}^3/\text{h}$, το νερό της προσυγκεντρώνεται σε δύο δεξαμενές που βρίσκονται σε πολύ κοντινή απόσταση και έχουν χωρητικότητα 100m^3 η κάθε μία, καθώς και σε μια άλλη δεξαμενή χωρητικότητας 500m^3 για την τροφοδοσία του οικισμού .

Επιπλέον βρέθηκαν στοιχεία από το γεωλόγο της Τεχνικής Υπηρεσίας, κ^ο Στέλιο Μιχαηλίδη για τη γεώτρηση που βρίσκεται στο γήπεδο των Ταγαράδων .Η αρδευτική γεώτρηση που βρίσκεται στο γήπεδο Ταγαράδων μέχρι τέλους του 2006 ήταν εκτός λειτουργίας και τα χαρακτηριστικά της φαίνονται παρακάτω στο σχήμα 1 (Δήμος Θέρμης, Ιούλιος 2000).

Σχεδόν όλες οι γεωτρήσεις μέτρησης στην περιοχή που πραγματοποιείται η μελέτη είναι αρδευτικές. Σύμφωνα με
οι γεωτρήσεις είναι βαθιές με τα βάθη τους να κυμαίνονται από 100 έως 170 μέτρα και με ικανοποιητικές παροχές. Επιπλέον η ποιότητα του νερού είναι καλή τόσο για άρδευση όσο και ύδρευση.

ΕΡΓΟ : ΑΡΔΕΥΤΙΚΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗ

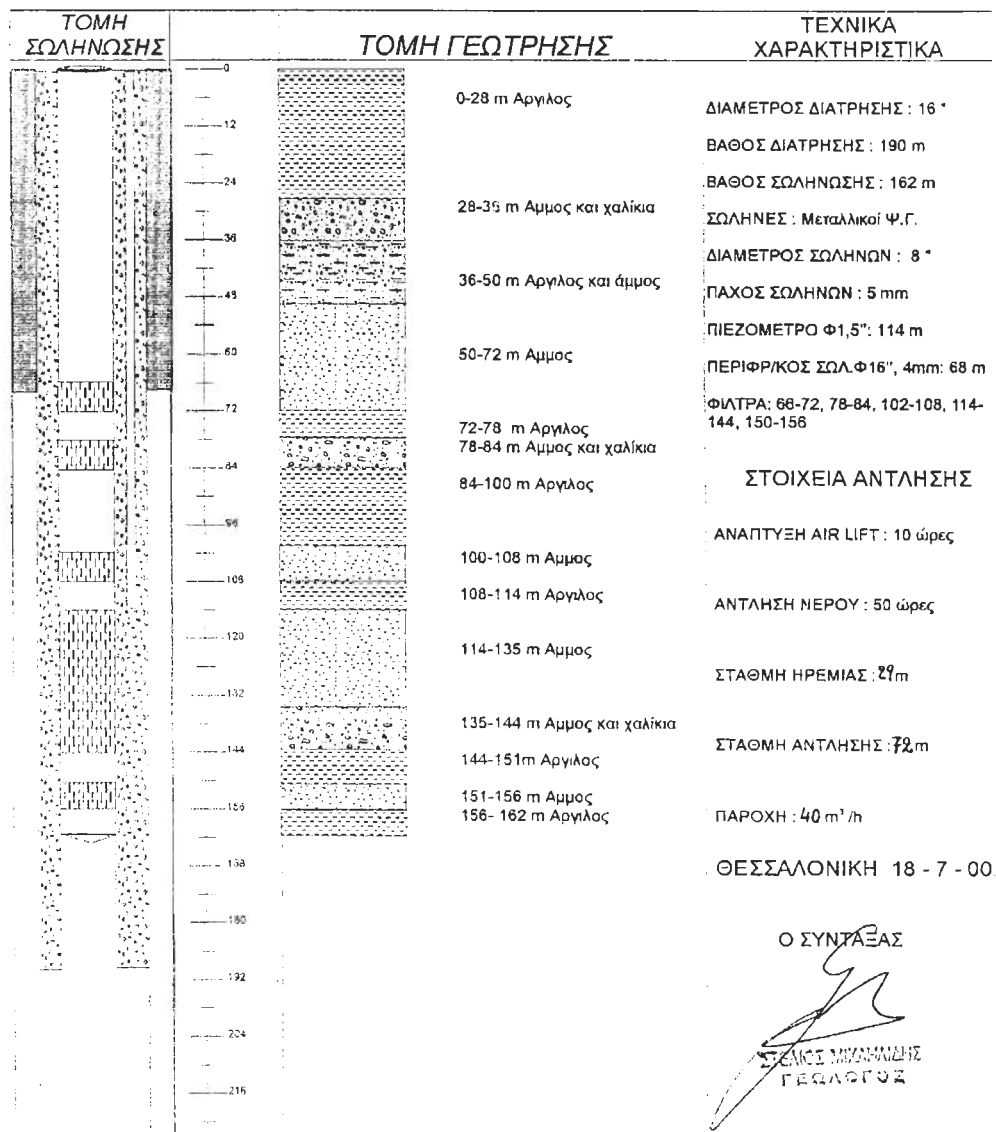
ΠΕΡΙΟΧΗ : Δ/Δ ΤΑΓΑΡΑΔΩΝ

ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ : ΔΗΜΟΣ ΘΕΡΜΗΣ Ν. ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ

ΑΝΑΔΟΧΟΣ : Παπαδόπουλος Παναγιώτης

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ : Παπαδόπουλος Παναγιώτης

ΧΡΟΝΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ : ΙΟΥΛΙΟΣ 2000



Σχήμα 1 : Τομή της αρδευτικής Γεώτρησης G2 που βρίσκεται στο γήπεδο Ταγαράδων (από Δήμο Θέρμης – Τεχνική Υπηρεσία, Ιούλιος 2000).

Παράλληλα με τη συλλογή πληροφοριών για τις υδρογεωτρήσεις της περιοχής μελέτης, προγραμματίσαμε τις ημερομηνίες που θα βγούμε για μέτρηση στάθμης. Οι μετρήσεις κατά κύριο λόγο πραγματοποιούνται 2 φορές το χρόνο, στο τέλος της υγρής περιόδου και πριν ξεκινήσει η έντονη άντληση για την ικανοποίηση των αρδευτικών αναγκών (Απρίλιος-Μάιος) και επαναλαμβάνεται στην αρχή της υγρής περιόδου (Οκτώβριος-Νοέμβριος). Οι συγκεκριμένες χρονικές στιγμές, όπως είναι γενικά αποδεκτό, θα μας αποκαλύψουν την μέγιστη και ελάχιστη στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα της λεκάνης.

Σημαντική αναφορά θεωρείται και η καταγραφή των καιρικών συνθηκών την περίοδο των μετρήσεων. Το μήνα Οκτώβριο του έτους 2005 ο καιρός ήταν σχετικά αίθριος με ορισμένες βροχοπτώσεις μικρής έντασης και μεγάλης διάρκειας και ο προηγούμενος μήνας – Σεπτέμβριος είχε καθαρά αίθριο καιρό. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε στην αρχή της «υγρής» χειμερινής περιόδου. Η δεύτερη μέτρηση πραγματοποιήθηκε τέλος Απριλίου, όπου θεωρείται το τέλος της «υγρής» περιόδου και η αρχή της «ξηρής» περιόδου του καλοκαιριού. Ο χειμώνας που προηγήθηκε ήταν “βαρύς” (έτος 2006) με αρκετές περιόδους χιονοπτώσεων και βροχοπτώσεων. Επιπλέον αξίζει να σημειωθεί πως στα τέλη του μήνα Απριλίου, όπως παρατηρήθηκε, στην περιοχή ξεκινάει το πότισμα των καλλιεργειών.

Σε κάθε μία μέτρηση στάθμης σημειώνουμε το βάθος στάθμης ηρεμίας , κάνοντας διορθώσεις στη μέτρηση του σταθμημέτρου ανάλογα με το απόλυτο υψόμετρο και τη

μορφολογία του εδάφους και βρίσκουμε το απόλυτο υψόμετρο στάθμης. Τα στοιχεία των μετρήσεων βρίσκονται στον Πίνακα 1.

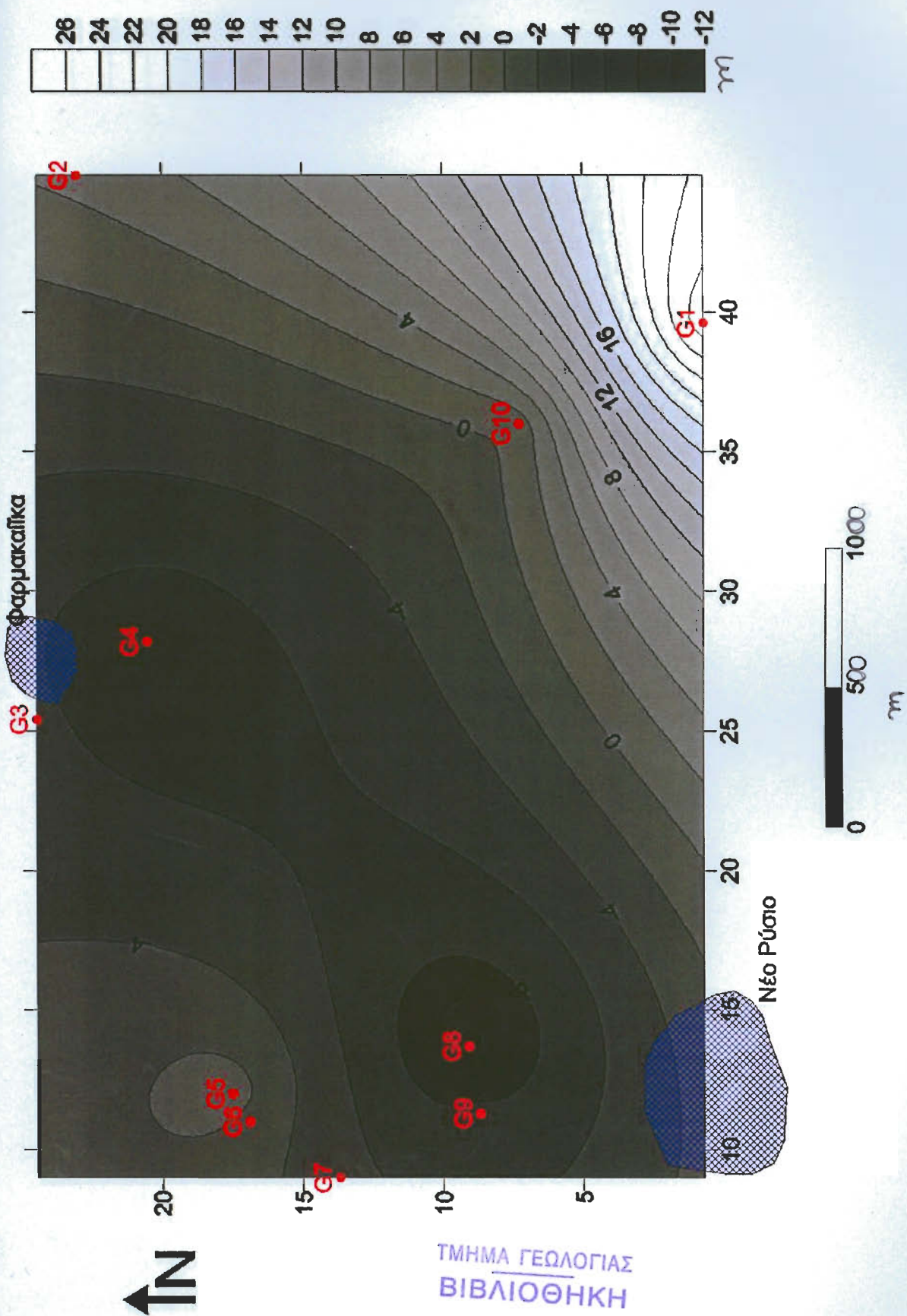
Αφού υπολογίσουμε για όλες τις γεωτρήσεις του δικτύου μέτρησης το απόλυτο υψόμετρο στάθμης, μπορούμε να προβούμε στην κατασκευή του Πιεζομετρικού Χάρτη και στην εξαγωγή συμπερασμάτων για την περιοχή μελέτης.

Προετοιμάζουμε τον τοπογραφικό χάρτη κλίμακας 1:25000, με μορφή αξόνων συντεταγμένων x-y, προκειμένου να βρούμε τη θέση κάθε σημείου γεώτρησης στο χάρτη. Θα χρησιμοποιήσουμε στον υπολογιστή το πρόγραμμα "surfer 7.0" για τη δημιουργία του Πιεζομετρικού Χάρτη. Ως δεδομένα δίνονται η θέση (x,y) κάθε γεώτρησης στο χάρτη κλίμακας 1:25000 και η αντίστοιχη τιμή απόλυτου υψομέτρου στάθμης.

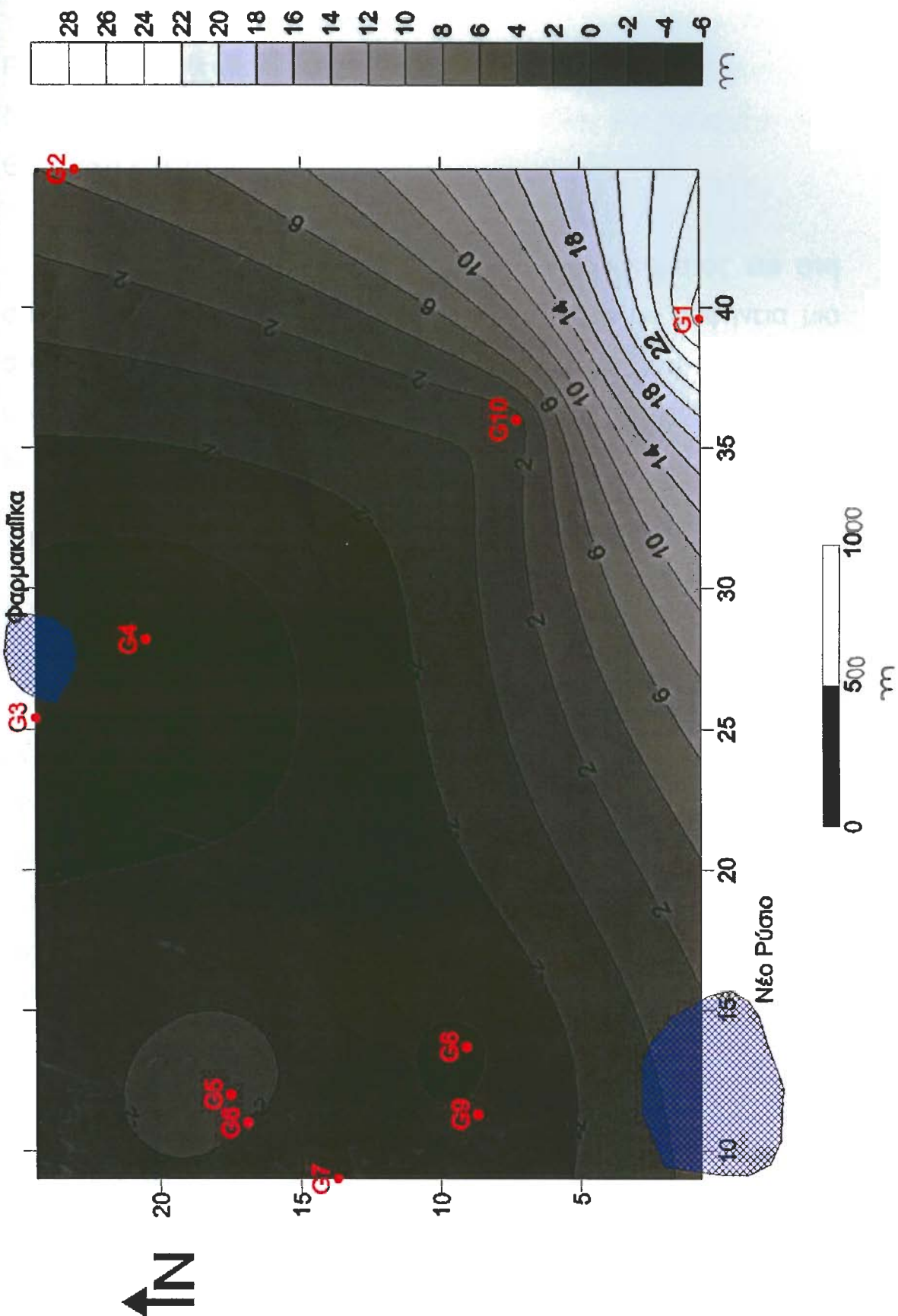
Ακολουθούν ο πίνακας 1 με τις μετρήσεις υψομέτρου και στάθμης καθώς και οι Πιεζομετρικοί χάρτες 5 και 6 για τις δύο περιόδους μέτρησης στάθμης Οκτωβρίου και Απριλίου.

<u>Τοποθεσία</u>	<u>Γεώτρηση</u>	<u>Βάθος</u> <u>Στάθμης</u> <u>Οκτωβρίου</u> <u>(m)</u>	<u>Βάθος</u> <u>Στάθμης</u> <u>Απριλίου</u> <u>(m)</u>	<u>Υψόμετρο</u> <u>Γεώτρησης</u> <u>(m)</u>	<u>Απόλυτο</u> <u>Υψόμετρο</u> <u>Στάθμης</u> <u>Οκτωβρίου</u> <u>(m)</u>	<u>Απόλυτο</u> <u>Υψόμετρο</u> <u>Στάθμης</u> <u>Απριλίου</u> <u>(m)</u>
<u>Λόφος</u> <u>Ταγαράδων</u>	G1	28,56	27,04	56,00	27,44	28,96
<u>Γήπεδο</u> <u>Ταγαράδων</u>	G2	10,42	8,59	13,00	2,58	4,41
<u>Φαρμακαϊίκα1</u>	G3	11,64	11,00	6,00	-5,64	-5,00
<u>Φαρμακαϊίκα2</u>	G4	16,37	14,7	9,00	-7,37	-5,70
<u>Γεωθερμική1</u>	G5	7,32	6,90	6,40	-0,92	-0,50
<u>Γεωθερμική2</u>	G6	9,85	9,38	7,10	-2,75	-2,28
<u>Ρύσιο1</u>	G7	17,15	15,10	11,80	-5,35	-3,3
<u>Ρύσιο2</u>	G8	30,28	24,16	19,80	-10,48	-4,36
<u>Ρύσιο3</u>	G9	27,65	23,92	20,10	-7,55	-3,82
<u>Υδρευτική</u> <u>Ταγαράδων</u>	G10	26,23	25,95	27,00	0,77	1,05

Πίνακας 1: Μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή μελέτης



Χάρτης 5: Πιεζομετρικός Χάρτης μετρήσεων στάθμης Οκτωβρίου



Χάρτης 6: Πιεζομετρικός Χάρτης μετρήσεων στάθμης Απριλίου

Η διεύθυνση ροής είναι ΝΑ – ΒΔ από τους οικισμούς Νέου Ρυσίου και Ταγαράδων προς τον ποταμό Ανθεμούντα ο οποίος διέρχεται πίσω από τον οικισμό Φαρμακαΐικα και καταλήγει στο Θερμαϊκό κόλπο .

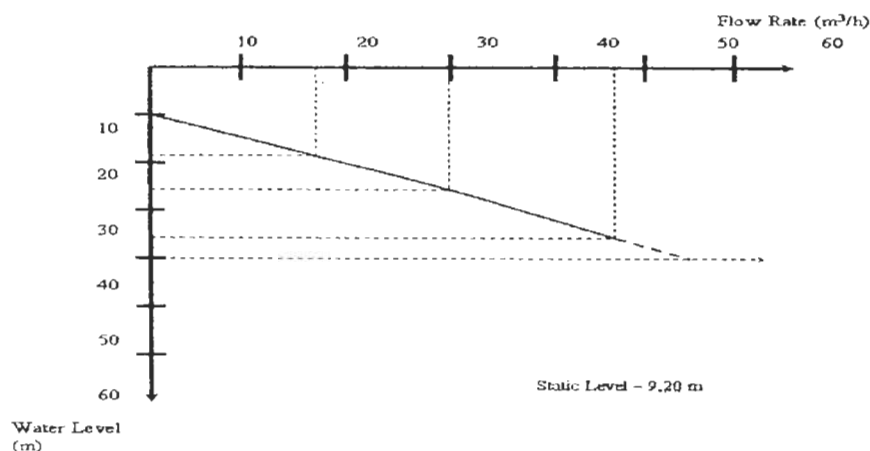
Η παρατήρηση των σχημάτων του παραρτήματος και στη συνέχεια και των δικών μας μετρήσεων δείχνει με σαφήνεια μια συνεχή ταπείνωση της πιεζομετρικής επιφάνειας του βαθύτερου υδροφορέα της λεκάνης στα κατάντη τμήματα αυτής (Υπολεκάνη Κ. Ανθεμούντα).

Η συμπεριφορά της πιεζομετρίας σε σχέση με τις βροχοπτώσεις μπορεί να αποτελέσει σημαντικό εργαλείο για την εκτίμηση του τρόπου και του ρυθμού τροφοδοσίας – εμπλουτισμού μιας περιοχής. Η εποχική διακύμανση της στάθμης φαίνεται ανεξάρτητη από τα κατακρημνίσματα γεγονός που αναδεικνύει την ουσιαστική εξάρτηση της μεταβολής των αποθεμάτων από τις καταναλώσεις. Παρ' όλα αυτά η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα παραμένει σταθερή δείχνοντας ότι προς το παρόν ο ρυθμός εμπλουτισμού ικανοποιεί τις απαιτήσεις με αποτέλεσμα τα αποθέματα να διατηρούνται σταθερά(Σούλιος, Γ. 2004).

Πιο αναλυτικά για τη γεωθερμική γεώτρηση G5 έχουν πραγματοποιηθεί από την ομάδα του κ^{ου} Φυτίκα μετρήσεις θερμοκρασίας και στάθμης κατά την άντληση νερού οι οποίες παρατίθενται στον πίνακα 2 και πιο παραστατικά στο διάγραμμα 1 που ακολουθεί φαίνεται η γραμμική σχέση της μεταβολής της στάθμης του υδροφόρου και της παροχής της πηγής.

ΩΡΑ	ΣΤΑΘΜΗ ΝΕΡΟΥ (m)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ
7:45	8,95	21,6°C
8:00	28,40	24,8°C
8:15	33,20	26,9°C
8:30	34,50	27,9°C
9:30	34,80	28,4°C
10:00	35,05	28,3°C
10:30	35,25	28°C
11:00	35,70	28°C
11:30	37,90	29°C
12:10	36,10	28°C
13:00	36,20	28°C
14:00	36,20	29°C
14:39		28°C
15:10		28°C

Πίνακας 2: Στοιχεία μετρήσεων της G5 γεωθερμικής γεώτρησης (Φυτίκας, Μ. 2007)



Διάγραμμα 1: Γραμμική σχέση της μεταβολής της στάθμης του υδροφόρου και της παροχής της πηγής (Φυτίκας, Μ. 2007)

Προτάσεις

Τα περισσότερα προβλήματα αναφορικά με την επάρκεια των υπόγειων υδατικών πόρων σε επίπεδο λεκανών απορροής απορρέουν από αντλήσεις και τις εν γένει ανθρώπινες δραστηριότητες. Η αξιολόγηση ενός τέτοιου θέματος σχετίζεται άμεσα με την συστηματική, αξιόπιστη και μακροχρόνια καταγραφή και αξιολόγηση μετρήσεων τόσο των ποσοτικών όσο και των ποιοτικών παραμέτρων του υπόγειου νερού.

Παρόλα αυτά η έλλειψη ορθολογικά οργανωμένου δικτύου συλλογής υδρολογικής πληροφορίας στην περιοχή μελέτης καθώς και συγκεκριμένων προδιαγραφών στην συλλογή αυτής της πληροφορίας, καθιστά ελλειμματική κάθε προσπάθεια αξιολόγησης των υπόγειων υδάτων. Η παραπάνω κατάσταση δημιουργεί δυσκολίες πραγματοποίησης μακροχρόνιας διερεύνησης των παραμέτρων των υπόγειων υδροφόρων .

Για την περιοχή μελέτης συνιστάται μια σειρά από δράσεις οι οποίες πλαισιώνονται κάτω από ένα σκεπτικό διερεύνησης των παραμέτρων των υπόγειων υδροφόρων.

Προτείνεται η έναρξη διεξοδικής χωροχρονικής παρακολούθησης της στάθμης των υπόγειων υδροφόρων με παράλληλη ανόρυξη πιεζομέτρων σε περιοχές λεκάνης όπου η κάλυψη χαρακτηρίζεται ανεπαρκής. Επιπλέον κρίνεται απαραίτητη η εκτέλεση διαγραφιών (loggings) τόσο στα υπάρχοντα πιεζόμετρα παρακολούθησης όσο και στα προτεινόμενα προς ανόρυξη με

σκοπό το συσχετισμό ανάμεσα στους αντλούμενους υδροφόρους ορίζοντες(Σούλιος, Γ. 2004).

Αναφορικά και με την επιφανειακή υδρολογία προτείνεται η καταγραφή των εστιών ρύπανσης σε επίπεδο υδρολογικής λεκάνης και διερεύνηση δυνητικής τρωτότητας των επιφανειακών και υπόγειων αποθεμάτων αναφορικά με τις εστίες ρύπανσης (Σούλιος, Γ. 2004).

7. Συμπεράσματα

Παίρνοντας υπόψη τα ανωτέρω είμαστε σε θέση να προτείνουμε την κατεύθυνση προς την οποία θα πρέπει να οδηγηθεί η διαχείριση των υδατικών πόρων της λεκάνης.

Επισημαίνοντας αρχικά ότι:

1. Υπάρχει αυξημένη ζήτηση νερού τόσο για άρδευση, βιομηχανία, ύδρευση, αστική χρήση η οποία θα συνεχιστεί και στο μέλλον με τη μορφή σχετικών κοινωνικών πιέσεων. Οι πιέσεις αυτές δε θα αφορούν μόνοι την αύξηση της ποσότητας του διαθέσιμου νερού, αλλά και την εξασφάλιση της καλής ποιότητας του.
2. Είναι γεγονός ότι λαμβάνει χώρα σπατάλη νερού κυρίως λόγω του σημαντικού αριθμού ιδιωτικών γεωτρήσεων με άγνωστη παροχή άντλησης στην περιοχή.

3. Παρά το αρνητικό ισοζύγιο στη λεκάνη η επιφανειακή απορροή δείχνει περίσσεια νερού (Ανατολική Α.Ε. 2003)
4. Ο τρόπος και ο βαθμός με τον οποίο οι δύο υδροφόροι επικοινωνούν και αλληλοεπηρεάζονται δεν έχει μελετηθεί και αποτελεί ένα κρίσιμο θέμα για τον μελλοντικό σχεδιασμό έργων νερού και τον σχεδιασμό διαχείρισης του υδατικού δυναμικού.

Προτείνουμε:

1. Εξακρίβωση της κατάστασης στους βαθείς υδροφόρους ορίζοντες, οι οποίοι δεν αξιοποιούνται και η γνώση μας για αυτούς είναι περιορισμένη
2. Διερεύνηση αν οι υπόγειοι υδροφόροι δύνανται να εμπλουτισθούν τεχνητά με κλίνες κατείσδυσης.
3. Να απαγορευθεί η έκχυση υγρών αποβλήτων σε έγκοιλα όπου και αν βρίσκονται με σκοπό την προστασία των υπόγειων υδροφόρων
4. Να αρχίσει συστηματική ενημέρωση των αγροτών, των φορέων τους καθώς και των υπολοίπων κατοίκων της περιοχής σε ότι αφορά την εξοικονόμηση του αρδευτικού και υδρευτικού νερού.
5. Υδρολογικές μελέτες με στόχο την διερεύνηση της υδρολογικής απόκρισης της περιοχής αλλά και ολόκληρης της λεκάνης του Ανθεμούντα σε επίπεδο επιφανειακής υδρολογίας. Μια τέτοια προσέγγιση σε μετέπειτα στάδιο θα

σηματοδοτήσει θέσεις περιβαλλοντικώς, υδρολογικώς και υδρογεωλογικώς αποδεκτές για κατασκευή φραγμάτων.

Για τη σωστή διαχείριση θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ακριβείς χωρικά καταναλώσεις νερού και η ακριβής κάλυψη γης. Σε κάθε περίπτωση, τα στοιχεία και συμπεράσματα που προέκυψαν από τη μελέτη θα αποτελέσουν τη βάση προς την κατεύθυνση αυτή.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

ΥΛΛΟ ΒΑΣΙΛΙΚΑ

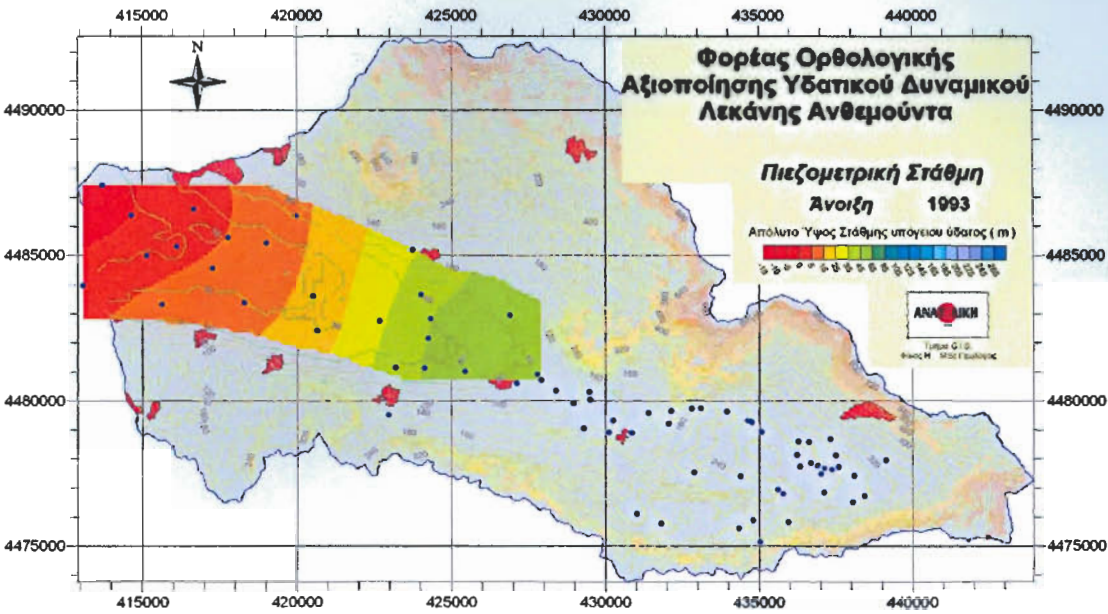




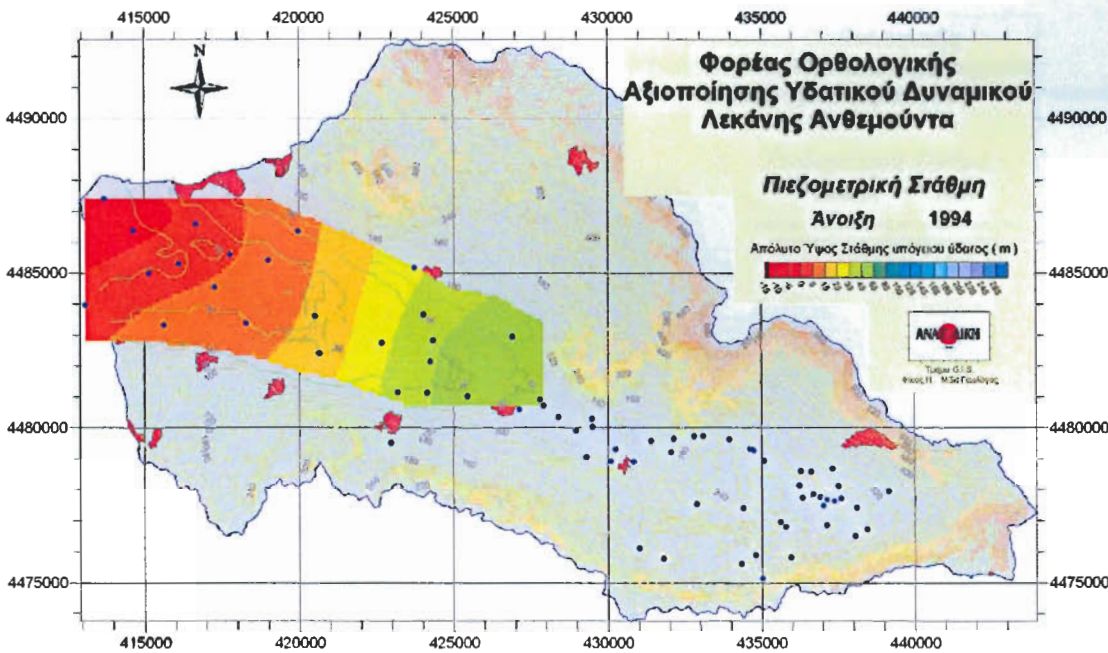
ΥΠΟΜΝΗΜΑ	LEGEND
ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ	SEDIMENTARY ROCK
ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΙΣ	QUATERNARY
ΟΛΟΚΑΙΝΟ	HOLOCENE
*Αλλουβιακές αποθέσεις.	Alluvial deposits.
Λιμνικά ιζήματα (Λίμνης Λαγκαδά): άμμοι και λεπτόκοκκοι άμμοι, πλούσιες σε μαργαρίτα.	Locustrine sediments (Lagada lake): sandy clay rich in mica.
*Αποθέσεις στις κοίτες ποταμών και χειμάρρων: άμμοι και ψηφίδες.	Deposits in river and torrent beds: sandy clay.
Προσχώσεις κοιλάδων: άμμοι και ψηφίδες.	Valley deposits: sandy clay.
Κατώτερη βαθμίδα του κατώτερου συστήματος άναβαθμιδών: χαλίκια.	Lower stage of the lowest terrace system: gravel.
*Ολοκαινικές αποθέσεις αδιαίρετες: παρακτινικές αποθέσεις (άμμοι, σύννευμα), προσχώσεις πεδιάδων, έρυθρές άργιλοι με άσβεστικά συγκρίματα. Στη βάση επικρατούν κροκαλοπαγή.	Holocene deposits undivided: coastal deposits (sands, red clay with calcareous concretionary bodies merates dominate.
ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ	PLEISTOCENE
Κατώτερο σύστημα άναβαθμιδών: χαλίκια και άμμοι κάτω από άργιλλώδες κάλυμμα.	Lower terrace system: gravels and sand under
Μεσαίο σύστημα άναβαθμιδών: πηλός, άμμοι και άμμοι (Pt ₁ , I) ή κυρίως χαλίκια (Pt ₁ , c). Πιθανόν άντικροσσώσεων παλαιότερα ιζήματα λιμνών.	Middle terrace system: loam, sandy clay and gravel (Pt ₁ , c). Probably they represent older li
*Ανώτερο σύστημα άναβαθμιδών: ψηφίδες και κροκάλες με πηλό ή άμμοχμ άργιλλω.	Upper terrace system: grits and pebbles with
*Έρυθρές άργιλοι με άσβεστικά συγκρίματα: στη βάση τους επικρατούν κροκαλοπαγή.	Red clays with calcareous concretionary bodies red clays the conglomerates dominate.
Ρητίνια προσχώσεων: διαφορετικής ηλικίας.	Fans: of different age.
ΑΝΩΤ. ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ - ΚΑΤ. ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ	UPPER MIOCENE-LOWER PLEI
*Ασβεστόλιθοι χυκών όστών: Λευκοί έως καστονοί, που περιέχουν κροκάλες και άλλα έλικά τοπικής προέλευσης. ΝΑ του χωριού Βασιλειούδι συναντιούνται σαν υπολείμματα διαβρώσεως, καθισμένα πάνω σε ένα χαρακτηριστικό ανάγλυφο του έποβάθρου.	Locustrine limestones: white to brown, containing material of local origin. SW of Vassiloudi village 1 remnants, overlying on a characteristic relief of
Ψαμματομαργαίικη σειρά: άμμοι και κίτρινες μάργες έναλλασσόμενες με κροκαλοπαγή και άμμοι και μάργες. Διαστρωματωμένες στρώσεις μέσα στην άμμο.	Sandstone-marl series: sand and yellow marls: rates and sandy marls. Cross-bedding within the
Σειρά έρυθρών άργιλλων: έρυθρές έως κίτρινοχρωμες υλώδεις άργιλλοι, με μαργαρίτα και άσβεστικά συγκρίματα.	Red clay series: red to brick red, silty clays, concretionary bodies.
ΜΕΤΑΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ	METASEDIMENTARY
ΕΠΙΘΗΤΑ ΔΙΣΤΡΗΣ ΒΡΥΣΗΣ - ΧΟΡΤΙΑΤΗ	ASPRI VRISSE - CHORTIAT
ΚΑΤΩΤΕΡΟ - ΜΕΣΟ ΙΟΥΡΑΙΚΟ (J)	LOWER - MIDDLE JUR

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II

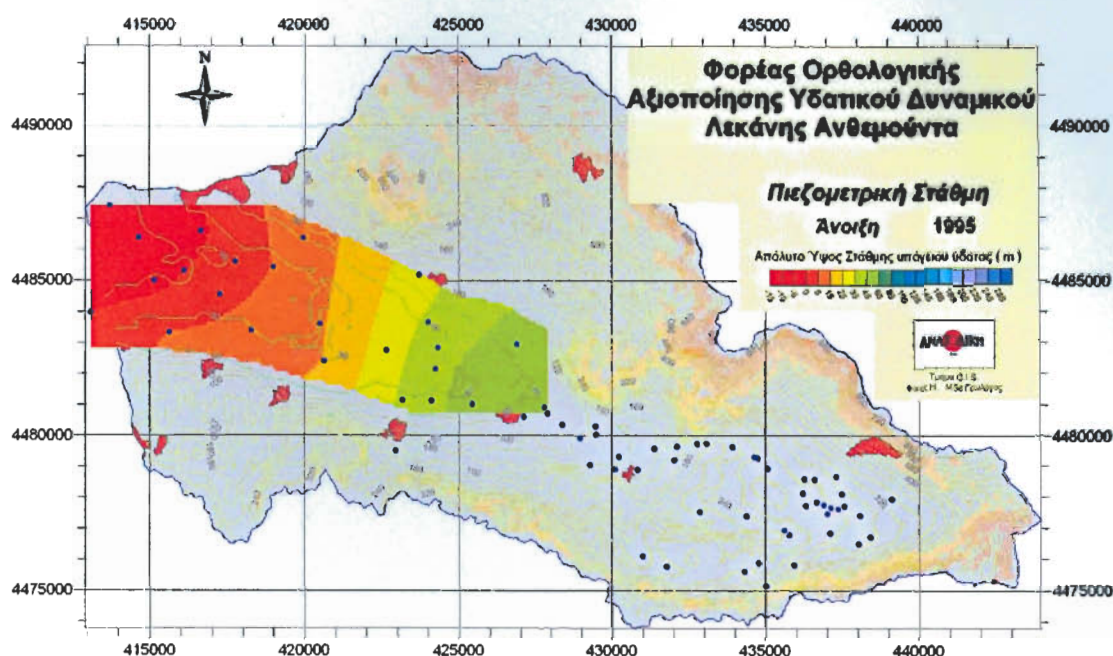
ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΑΣ



Σχήμα 1: Πιεζομετρική επιφάνεια βαθύ υδροφορέα λεκάνης
Ανθεμούντα – Άνοιξη 1993 (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003)

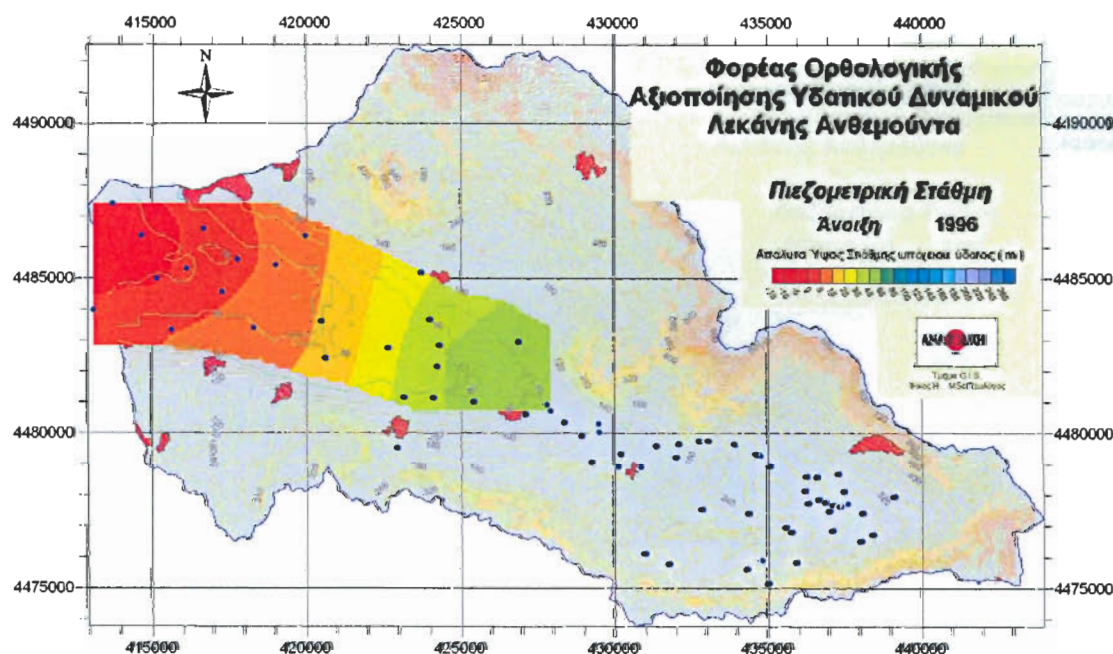


Σχήμα 2: Πιεζομετρική επιφάνεια βαθύ υδροφορέα λεκάνης
Ανθεμούντα – Άνοιξη 1994 (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003)

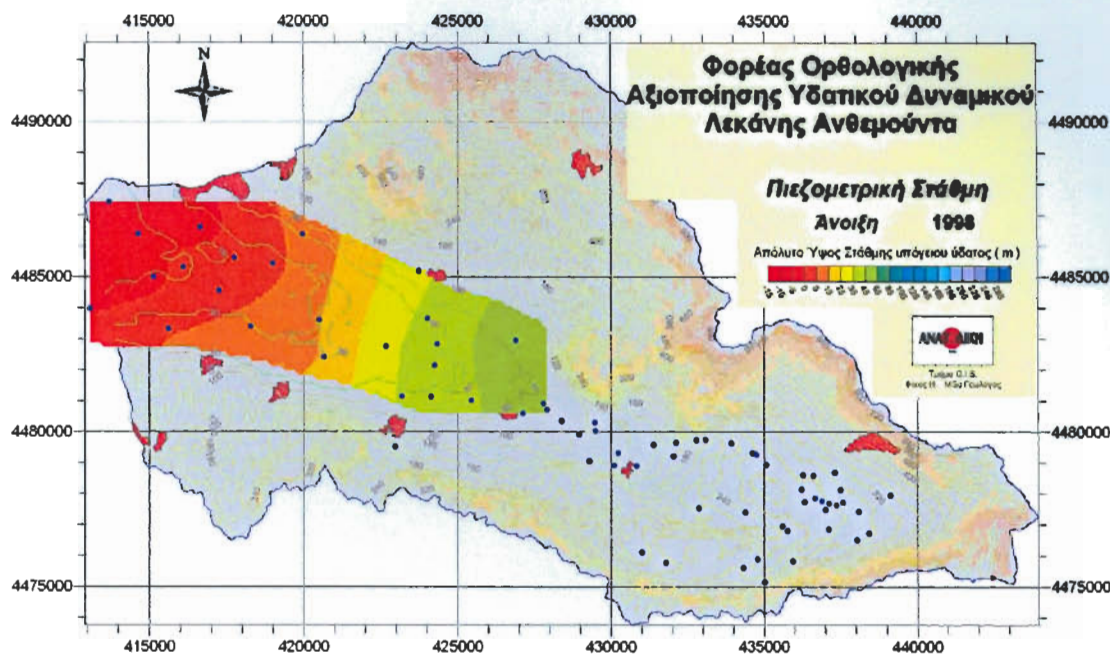


Σχήμα 3: Πιεζομετρική επιφάνεια βαθύ υδροφορέα λεκάνης
Ανθεμούντα – Άνοιξη 1995 (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003)

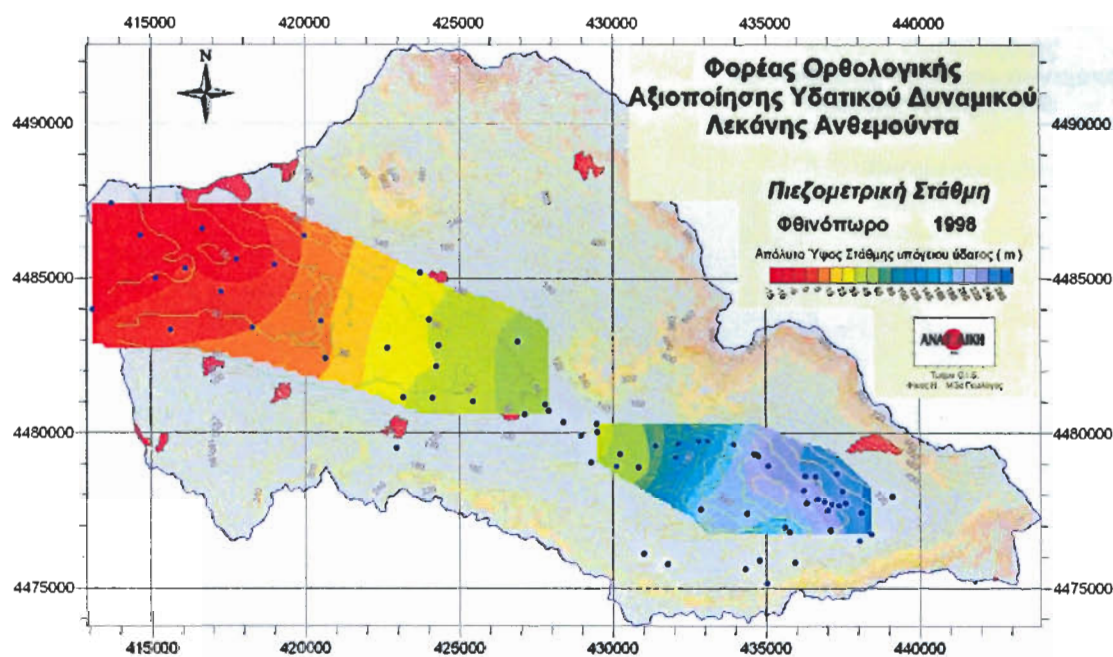
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



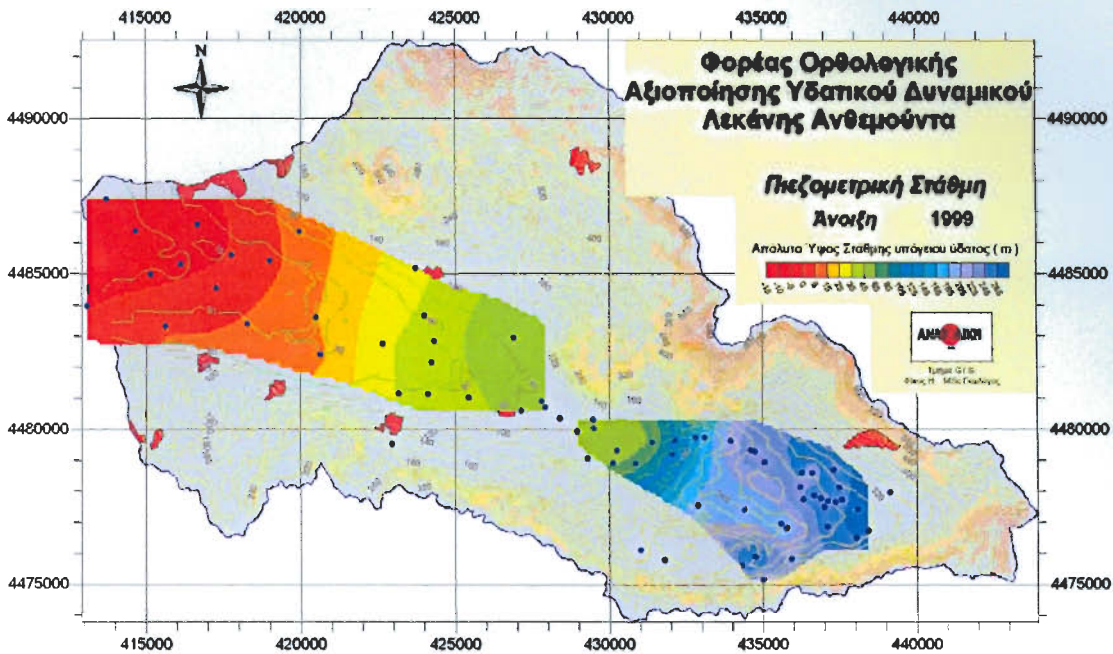
Σχήμα 4: Πιεζομετρική επιφάνεια βαθύ υδροφορέα λεκάνης
Ανθεμούντα – Άνοιξη 1996 (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003)



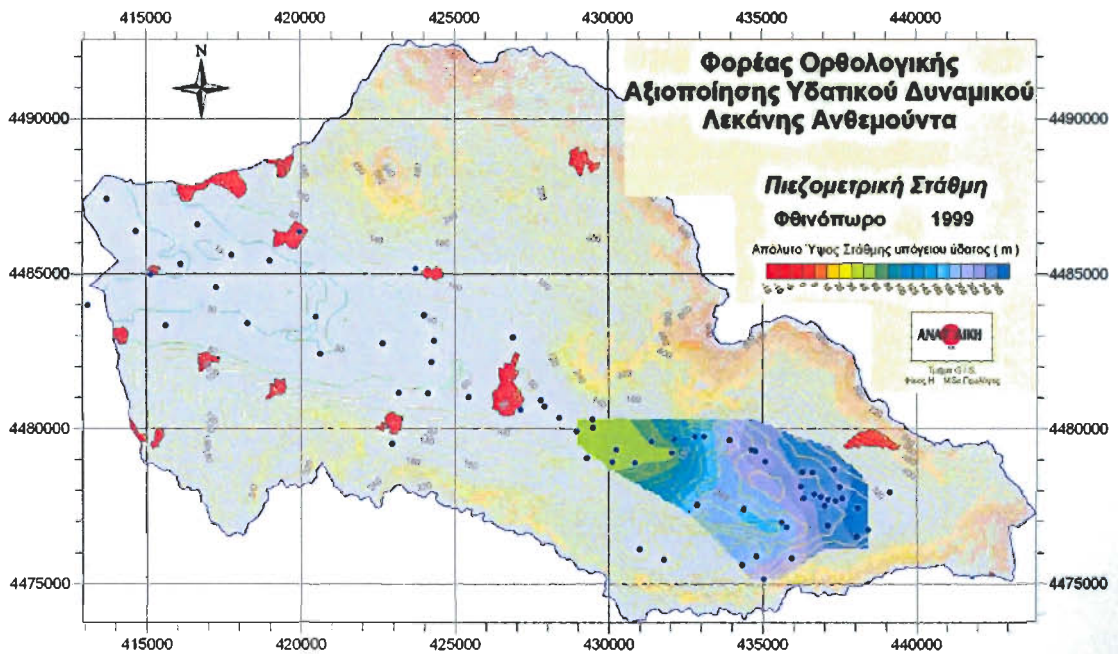
Σχήμα 5: Πιεζομετρική επιφάνεια βαθύ υδροφορέα λεκάνης Ανθεμούντα – Άνοιξη 1998 (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003)



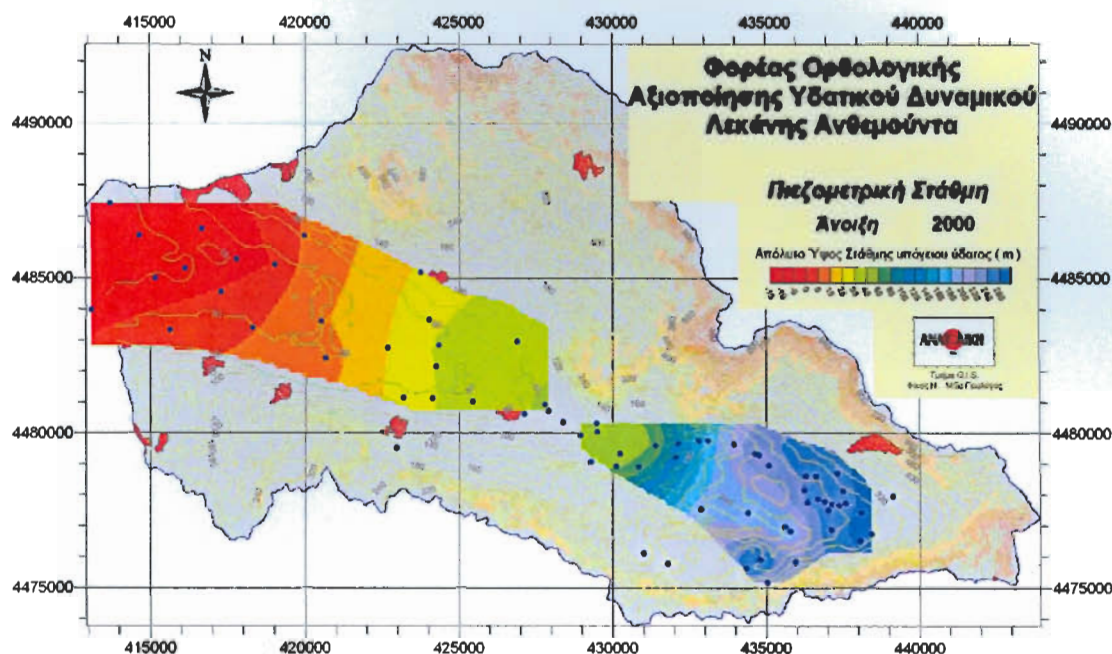
Σχήμα 6: Πιεζομετρική επιφάνεια βαθύ υδροφορέα λεκάνης Ανθεμούντα – Φθινόπωρο 1998 (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003)



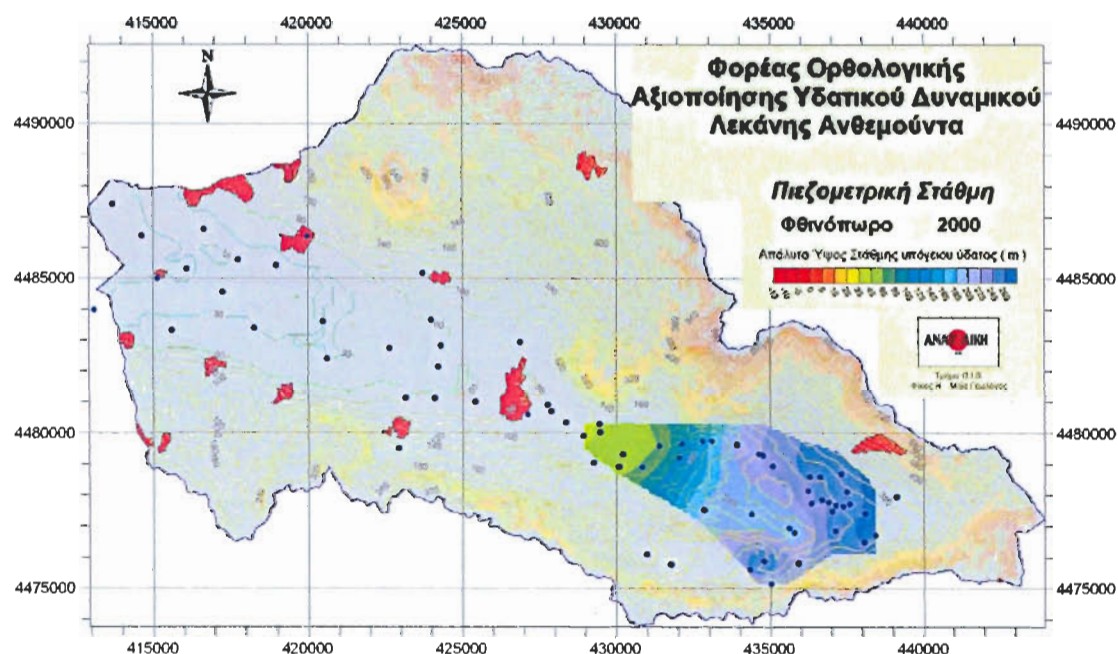
Σχήμα 7: Πιεζομετρική επιφάνεια βαθύ υδροφορέα λεκάνης Ανθεμούντα – Άνοιξη 1999 (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003)



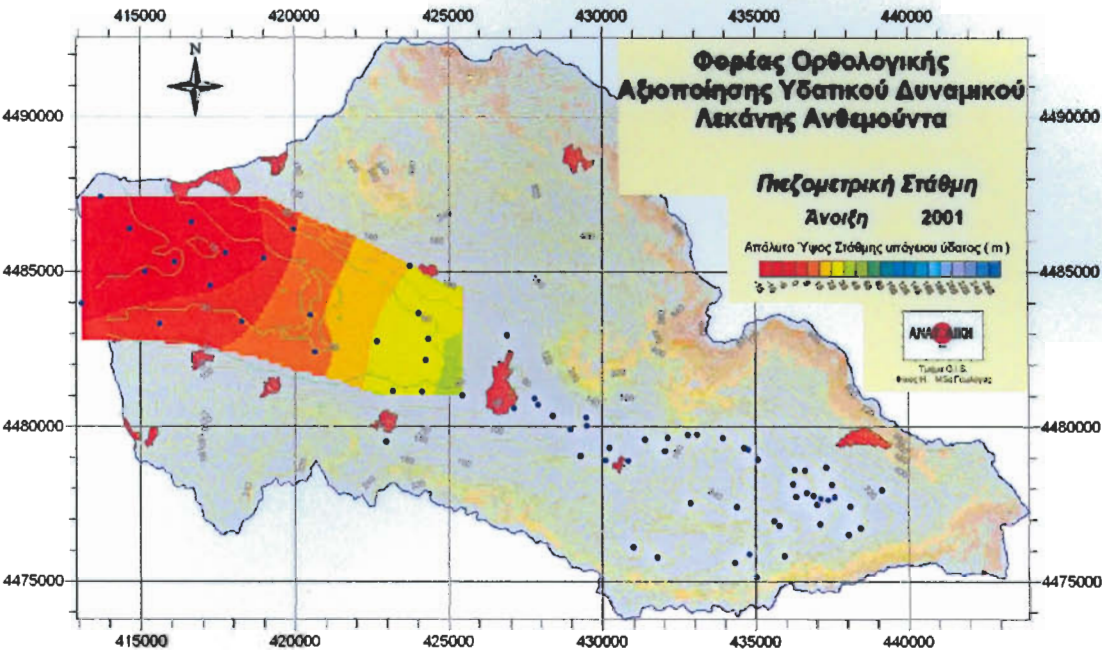
Σχήμα 8: Πιεζομετρική επιφάνεια βαθύ υδροφορέα λεκάνης Ανθεμούντα – Φθινόπωρο 1999 (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003)



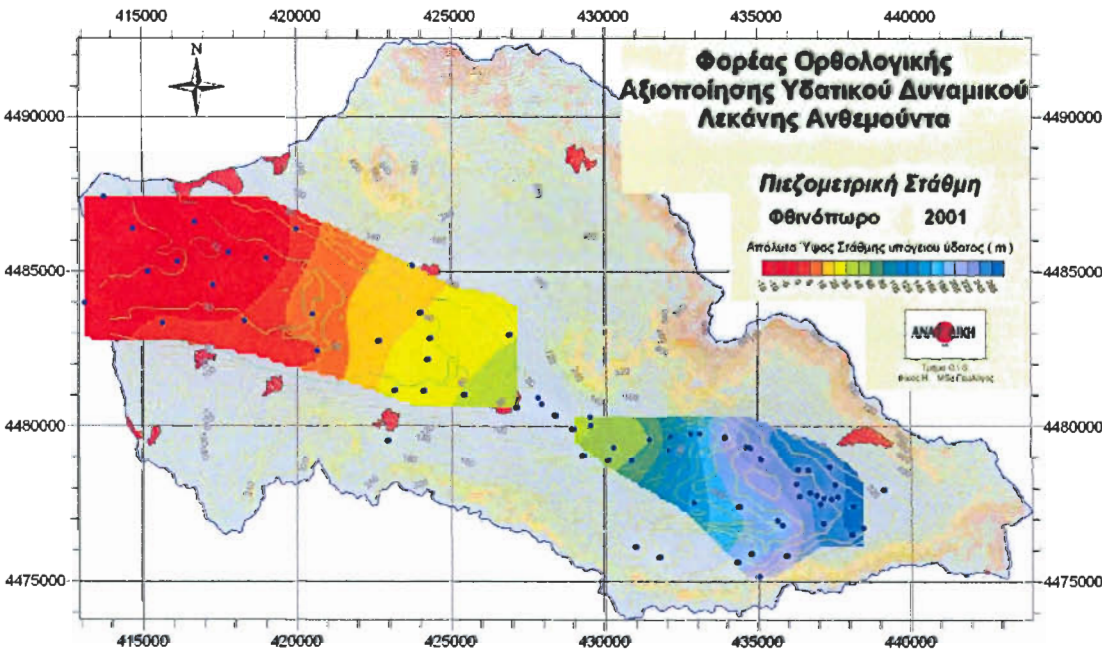
Σχήμα 9: Πιεζομετρική επιφάνεια βαθύ υδροφορέα λεκάνης
Ανθεμούντα – Άνοιξη 2000 (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003)



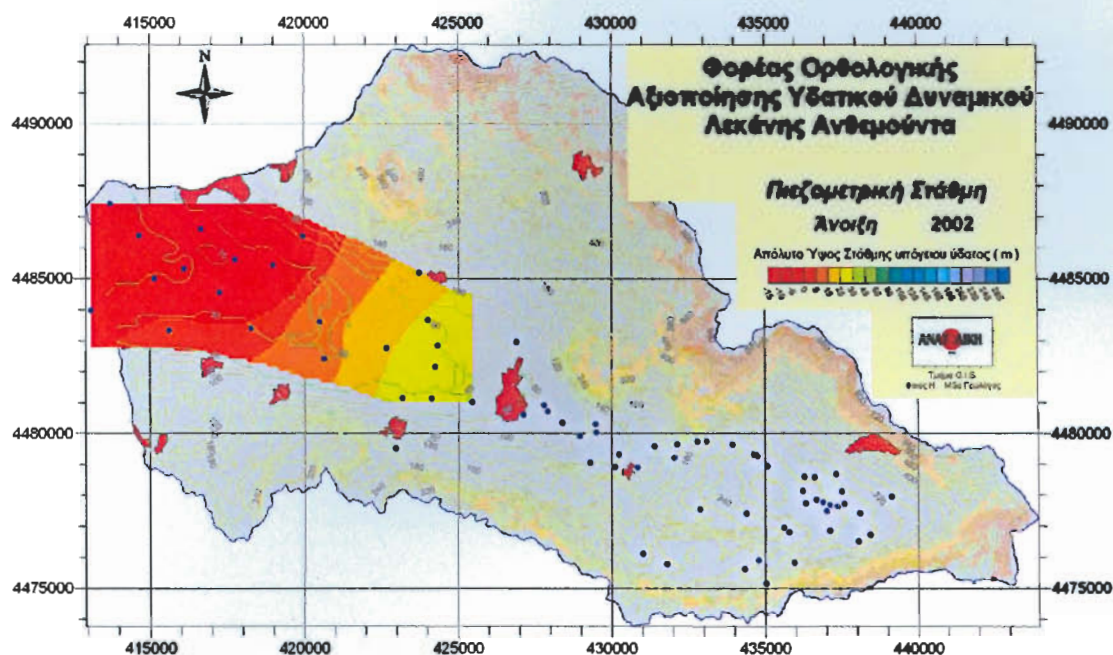
Σχήμα 10: Πιεζομετρική επιφάνεια βαθύ υδροφορέα λεκάνης
Ανθεμούντα – Φθινόπωρο 2000 (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003)



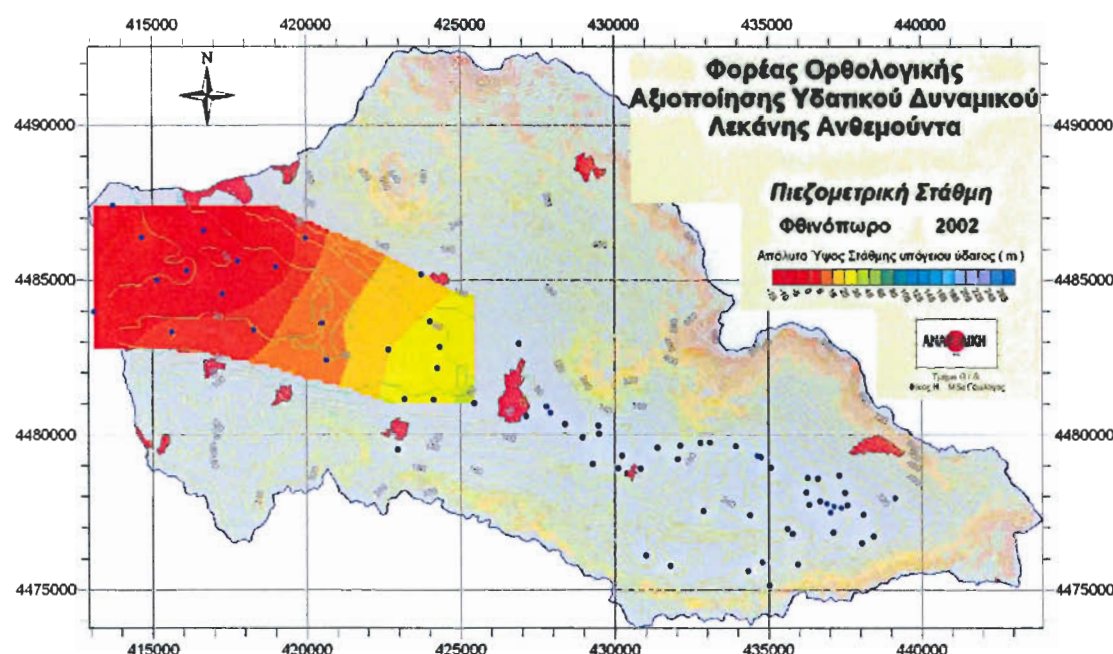
Σχήμα 11: Πιεζομετρική επιφάνεια βαθύ υδροφορέα λεκάνης Ανθεμούντα – Άνοιξη 2001 (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003)



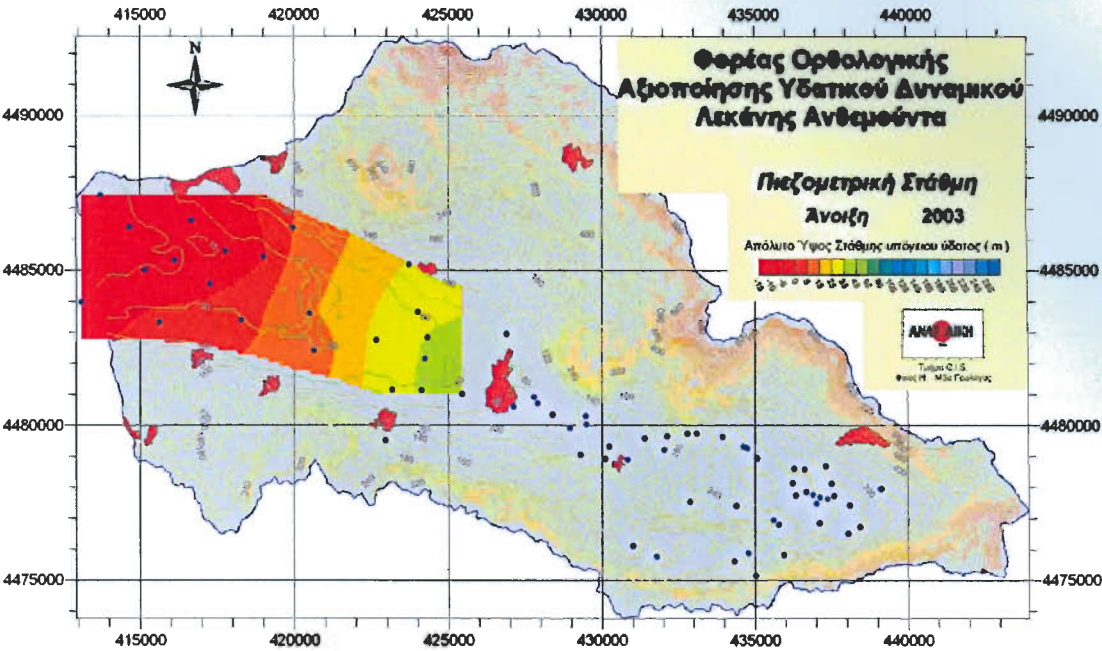
Σχήμα 12: Πιεζομετρική επιφάνεια βαθύ υδροφορέα λεκάνης Ανθεμούντα – Φθινόπωρο 2001 (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003)



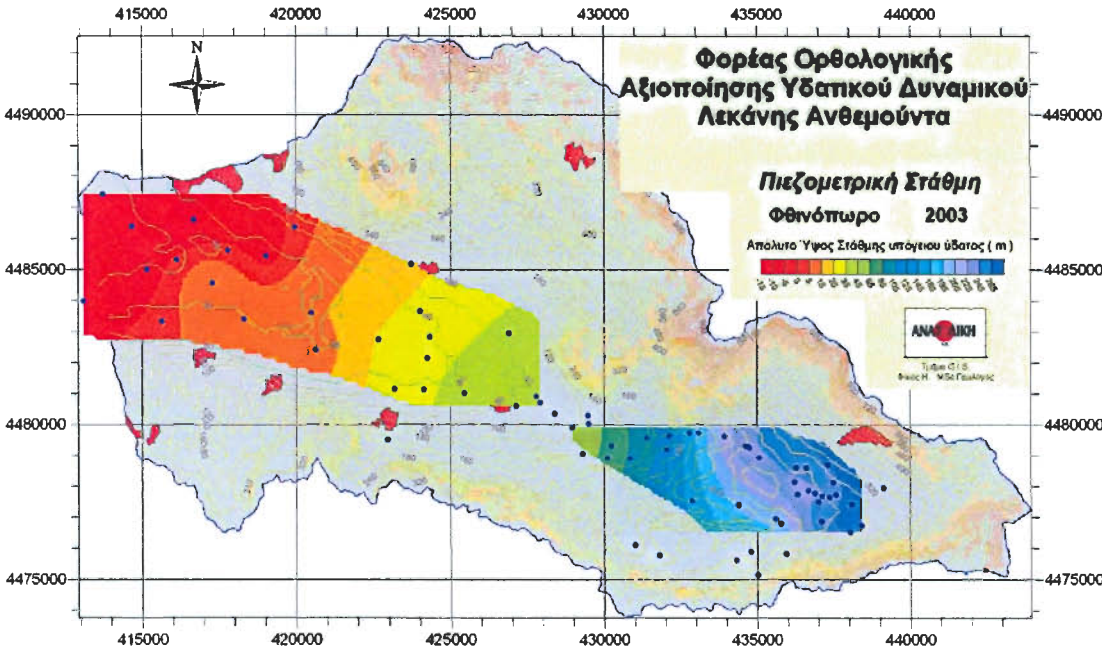
Σχήμα 13: Πιεζομετρική επιφάνεια βαθύ υδροφορέα λεκάνης Ανθεμούντα – Άνοιξη 2002 (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003)



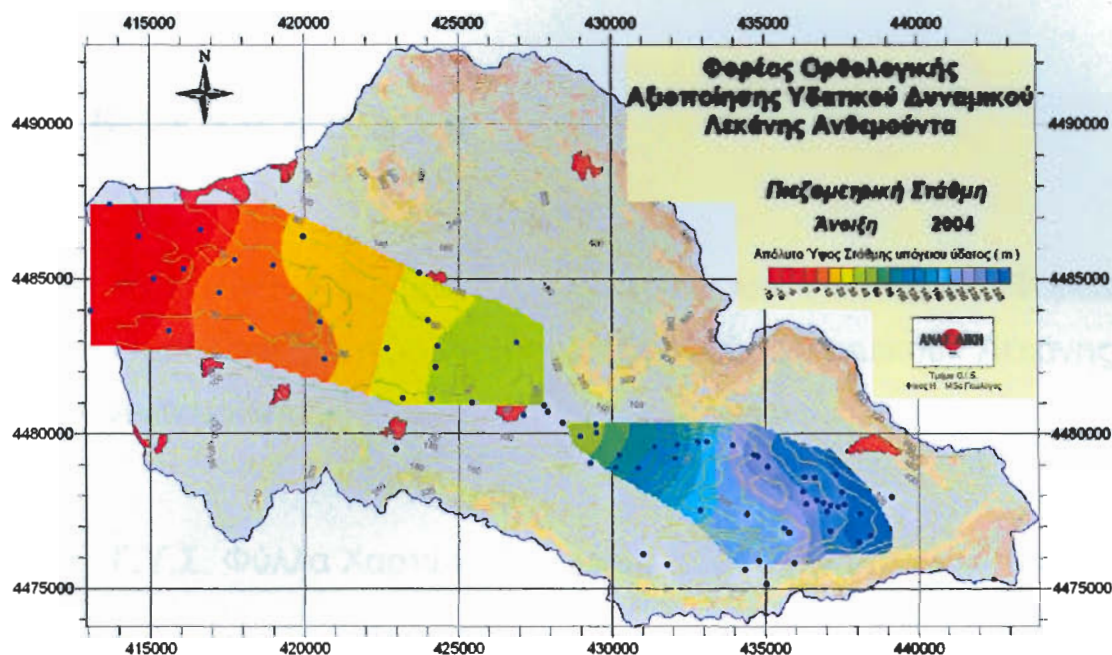
Σχήμα 14: Πιεζομετρική επιφάνεια βαθύ υδροφορέα λεκάνης Ανθεμούντα – Φθινόπωρο 2002 (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003)



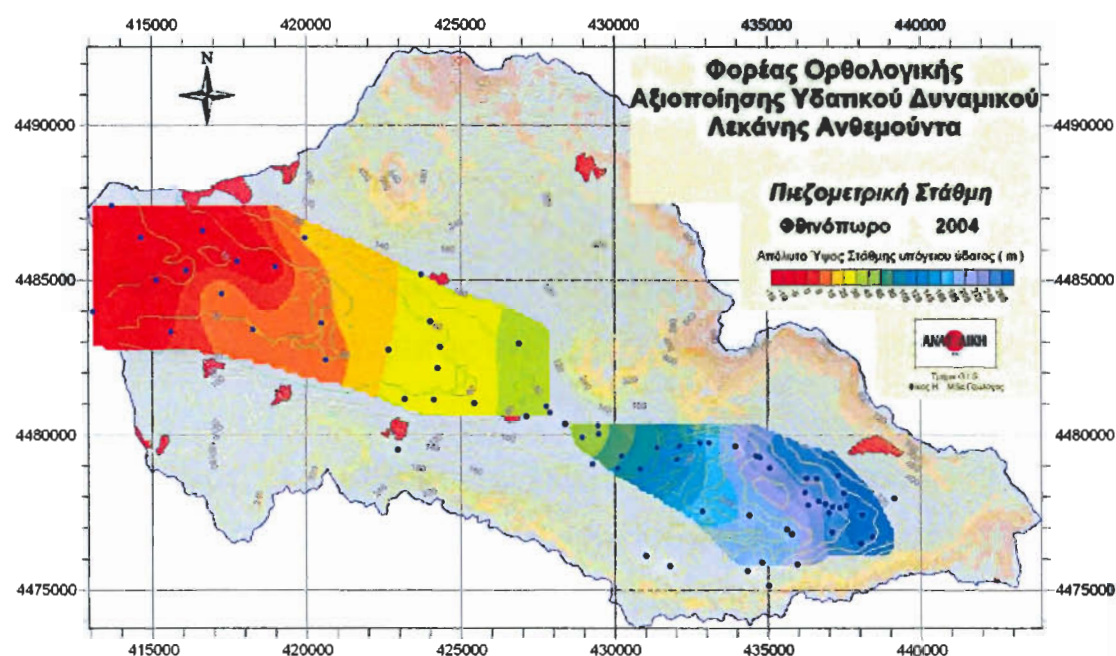
Σχήμα 15: Πιεζομετρική επιφάνεια βαθύ υδροφορέα λεκάνης Ανθεμούντα – Άνοιξη 2003 (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003)



Σχήμα 16: Πιεζομετρική επιφάνεια βαθύ υδροφορέα λεκάνης Ανθεμούντα – Φθινόπωρο 2003 (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003)



Σχήμα 17: Πιεζομετρική επιφάνεια βαθύ υδροφορέα λεκάνης
Ανθεμούντα – Άνοιξη 2004 (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003)



Σχήμα 18: Πιεζομετρική επιφάνεια βαθύ υδροφορέα λεκάνης
Ανθεμούντα – Φθινόπωρο 2004 (Ανατολική Α.Ε. Φ.Ο.Α.Υ.Δ. 2003)

Βιβλιογραφία

- I. Ανατολική Α.Ε. (2003): «Σύσταση και Λειτουργία Φορέα Ορθολογικής Αξιοποίησης Υδατικού Δυναμικού Λεκάνης Ανθεμούντα»
- II. Γ.Υ.Σ. Φύλλα Χαρτών , Κλίμακας 1:5000 (Βασιλικών , *Θέρμης*)
- III. Δημόπουλος, Γ. (1986): «Τεχνική Γεωλογία».-Σελίδες 122-123
- IV. Ι.Γ.Μ.Ε Φύλλα Χαρτών , Κλίμακας 1:50000 (Βασιλικών , *Θέρμης*)
- V. Μουντράκης, Δ. (1985): «Γεωλογία της Ελλάδας». – Σελίδες 70-72, 195-202
- VI. Παυλίδης, Σ. (2007): «Γεωλογική και Σεισμοτεκτονική Έρευνα του Ρήγματος στο Δ.Δ. Περαίας του Δ.Θερμαϊκού»
- VII. Σούλιος, Γ. (1986): «Γενική Υδρογεωλογία». – Πρώτος τόμος, Γ. Οι ροές του Υπόγειου Νερού.- Σελίδες 208-218
- VIII. Σούλιος, Γ. (2004): «Γενική Υδρογεωλογία». – Τρίτος τόμος, ΣΤ. Αποθέματα και Διαχείριση του Υπόγειου Νερού.- Σελίδες 20-26, 93-97

- ΙΧ. Φυτίκας, Μ. (2007): «Report of the activities of Aristotle University of Thessaloniki, subcontractor of certh, in the groundhit project»