

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

### ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΝΤΛΗΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΧΑΛΚΗΔΟΝΑΣ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ ΕΛΕΝΗ  
ΑΕΜ 3707

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, 2009

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

**ΠΡΟΛΟΓΟΣ**

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ**

**1.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ**

**1.2 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ**

**1.3 ΓΕΩΛΟΓΙΑ**

**1.4 ΥΔΡΟΦΟΡΙΑ**

**1.5 ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΧΑΛΚΗΔΟΝΑΣ**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΝΤΛΗΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ (ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ)**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στα πλαίσια της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας, μου ανατέθηκε η υδρογεωλογική μελέτη της περιοχής Νέας Χαλκηδόνας Θεσσαλονίκης.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον **κ. Κ. Βουδούρη** που μου ανέθεσε το θέμα αυτό και για τη συνεργασία που είχαμε και την αμέριστη υπομονή.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον **κ. Θωμά Σπάχο**, γεωλόγο της Ε.Υ.Α.Θ., που με κατατόπισε σε σχέση με την κατάσταση που επικρατεί στην περιοχή και μου έδωσε όλα εκείνα τα στοιχεία που χρειαζόμουν.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον **κ. Λ. Δρόσο**, πολιτικό μηχανικό της Ε.Υ.Α.Θ., που μου έδωσε όλες τις πολύτιμες πληροφορίες για την ανόρυξη γεωτρήσεων από την πολυετή πείρα του.

Η εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας έγινε στα πλαίσια της πρακτικής μου άσκησης στην Ε.Υ.Α.Θ., τον Απρίλιο του 2006, όπου και με τη βοήθεια των **κ. Σπάχου και Δρόσου**, μπόρεσα να συνελέξω τα στοιχεία που χρειαζόνταν για την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας και με βοήθησαν να βγάλω συμπεράσματα για τη γεωλογία της περιοχής, για την μορφολογία της περιοχής, τους υδροφόρους ορίζοντες με βάση τα δεδομένα της γεωτρητικής έρευνας.

Στο διάστημα αυτό είχα πρόσβαση στα αρχεία των γεωτρήσεων, από τα οποία συνέλεξα στοιχεία που αφορούν τις γεωλογικές τομές των γεωτρήσεων, την θέση των υδροφόρων στρωμάτων, τα δεδομένα των δοκιμαστικών αντλήσεων, τα υδραυλικά χαρακτηριστικά (T, k, d, q) των γεωτρήσεων και τα αποτελέσματα από γεωφυσικές διαγραφίες.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Θα παρατεθούν μερικά στοιχεία για την ευρύτερη περιοχή στην οποία ανήκει και η υπολεκάνη της Χαλκηδόνας, στην οποία αναφέρεται και η παρούσα εργασία.

Η περιοχή αυτή δεν αποτελεί ιδιαίτερη υδρολογική λεκάνη, δεν είναι υδρολογικά ανεξάρτητη. Έχει έκταση 400 km<sup>2</sup> και διαρρέεται από τον ποταμό Αξιό και τον ποταμό Γαλλικό, ενώ πολύ κοντά διέρχεται ο Λουδίας και λίγο πιο μακριά ο Αλιάκμονας.

Ο Γαλλικός έχει ήδη πλήρως στερέψει τα τελευταία χρόνια. Ίσως είχε μια πολύ μικρή επιφανειακή παροχή ελάχιστες μέρες κατά τις εξαιρετικά βροχερές περιόδους. Ακόμη και κατά την διάρκεια σημαντικών πλημμυρών δεν υπήρχε παροχή επιφανειακού νερού στο κατώτερο τμήμα της κοίτης του. Βέβαια υπάρχουν υποεπιφανειακές ροές, στα επιπόλαια στρώματα της κοίτης του, αλλά λόγω έλλειψης συνεχούς ροής η ρύπανση και η μόλυνση είναι τόσο μεγάλη, ώστε το ενίοτε λιμνάζον νερό είναι πρακτικά ακατάλληλο για ύδρευση ή και για κάθε χρήση.

Ο Αξιός, είναι μεγάλος ποταμός, που τα παλαιότερα χρόνια η μέση παροχή του ήταν πάνω από 300 m<sup>3</sup>/sec ή και μεγαλύτερη, η δε παροχή του κατά την ξηρή περίοδο ήταν πάνω από 50 m<sup>3</sup>/sec. Οι πλημμυρικές του παροχές άγγιζαν ή και υπερβαίνανε τα 2.000 m<sup>3</sup>/sec, όση είναι περίπου και η παροχευτικότητα της κοίτης του (2.200 m<sup>3</sup>/sec). Όμως και ο Αξιός τα τελευταία χρόνια έχει μειωμένη μέση ετήσια παροχή (σαφώς κάτω από 200 m<sup>3</sup>/sec) και μάλιστα μέσα στην περιοχή κατά τις ξηρές περιόδους η παροχή του είναι για αρκετές μέρες μηδενική. Όμως κοίτη του έχει συνολικό πλάτος πάνω από 700 m και διαβρεχόμενο συνήθως πάνω από 200 m (ενίοτε και κατά τόπους μέχρι 400 m) και αποτελεί σημαντική πηγή επιτροφοδοσίας των υπόγειων υδροφόρων στρωμάτων.

Στο **Ανατολικό τμήμα** της περιοχής υπάρχει ένας τεράστιος αριθμός γεωτρήσεων που αντλούν μεγάλες ποσότητες νερού, σαφώς περισσότερες από τη φυσική ανανέωση. Συνέπεια αυτού είναι η συνεχής υποχώρηση της στάθμης και η συνακόλουθη συνίζηση των στρωμάτων και η διείδυση θαλάσσιου νερού μέσα στα υδροφόρα.

Στο **Βόρειο τμήμα** υπάρχει επίσης μεγάλος αριθμός γεωτρήσεων και γίνεται σαφώς υπερεκμετάλλευση του υπόγειου νερού, όμως η απόσταση από τη θάλασσα είναι σημαντική, τα πετρώματα είναι παλιά φορτισμένα, διαγεννημένα και έτσι οι αντίστοιχες συνέπειες είναι μικρές ή δεν φαίνονται τόσο έντονα.

Το **κεντρικό και νοτιοδυτικό** τμήμα της περιοχής έχει δίκτυο άρδευσης από επιφανειακά νερά και έχει πολύ λίγες γεωτρήσεις. Ακόμη η έντονη άρδευση, λόγω ορυζοκαλλιέργειας, προκαλεί ουσιαστικά επιτροφοδοσία των υδροφορέων. Όμως λόγω παλαιογεωγραφικής εξέλιξης υπάρχουν υπολειμματικά αλμυρά στρώματα και κατ'επέκταση τα υδροφόρα στρώματα είναι υφάλμυρα.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

### 1.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ

Νέα Χαλκηδόνα, κωμόπολη, έδρα της ομώνυμης κοινότητας, της επαρχίας Θεσσαλονίκης, του νομού Θεσσαλονίκης. Οι κάτοικοι του Δημοτικού Διαμερίσματος Χαλκηδόνας ανέρχονται στους 3.542 ενώ του Δήμου Χαλκηδόνας στους 9.573, σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΣΥΕ από την απογραφή του 2001. Είναι κτισμένη, κοντά στα όρια με το Νομό Πέλλας, στο Δυτικό άκρο της εύφορης πεδιάδας νομού Θεσσαλονίκης που άλλοτε καλύπτονταν από θάλασσα και δημιουργήθηκε από τις προσχώσεις των ποταμών Αλιάκμονα, Λουδία και Αξιού και της Ανθεμόντας .

Την απέραντη εύφορη πεδιάδα διαρρέουν οι ποταμοί: Αλιάκμονας (ΝΔ άκρο), Λουδίας, Αξιός (Βαρδάρης) και Γαλλικός που εκβάλλουν στον Θερμαϊκό κόλπο.

Από τη Χαλκηδόνα διέρχεται η οδός που συνδέει την Θεσσαλονίκη με την Έδεσσα και τη Φλώρινα.

Βρίσκεται σε μια ιδιαίτερα εύφορη πεδινή περιοχή που αρδεύεται από τον ποταμό Αξιό.

Οι κάτοικοι ασχολούνται με τη γεωργία και την κτηνοτροφία. Στην περιοχή καλλιεργούνται βαμβάκι, κηπευτικά, σιτηρά και εκτρέφονται κυρίως βοοειδή και χοίροι. Αξιόλογη είναι επίσης και η τοπική ορνιθοτροφία.

Αρκετοί από τους κατοίκους απασχολούνται στις βιομηχανικές μονάδες επεξεργασίας αγροτικών προϊόντων, ετοιμών ενδυμάτων, τσιμέντων και σωληνουργίας που υπάρχουν στην ευρύτερη περιοχή.



Εικόνα 1 Πολιτικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής του Νομού Θεσσαλονίκης

Κοντά στην περιοχή της Χαλκηδόνας βρίσκεται ο αρχαιολογικός χώρος της Πέλλας που παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον.

Από τον 4ο π.Χ. αιώνα, η Πέλλα ήταν ήδη μια καλά οχυρωμένη πόλη, όπως μαρτυρούν οι ανασκαφές στον αρχαιολογικό της χώρο.

Η πόλη οικοδομήθηκε σύμφωνα με το Ιπποδάμειο σύστημα, γεγονός που επέτρεψε τη μετέπειτα επέκτασή της. Σύμφωνα με τα ευρήματα, είχε ένα εξαιρετικά καλό αποχετευτικό και υδρευτικό σύστημα. Υπολογίζεται ότι η Πέλλα άρχισε να ακμάζει κατά τα τέλη του 4ου π.Χ. αιώνα.

Η αγορά βρίσκεται στο κέντρο της πόλης ενώ τα σπίτια εκτείνονται γύρω της. Το ανάκτορο της περιοχής βρισκόταν σε λόφο, στο βόρειο μέρος της Πέλλας και η έκτασή του αγγίζει τα 6 στρέμματα.

Τα κτερίσματα και τα υπόλοιπα ευρήματα από τα ιερά και την ευρύτερη περιοχή, δίνουν εξαιρετικές μαρτυρίες για την ακμή που γνώρισε η πόλη: καλοδουλεμένα ψηφιδωτά, καθημερινά αντικείμενα, γλυπτά αλλά και τμήματα των ανακτόρων αποκαλύπτουν ότι η περιοχή υπήρξε σημαντικό οικονομικό κέντρο. Η πόλη καταστράφηκε κατά πάσα πιθανότητα από σεισμό και εγκαταλείφθηκε.

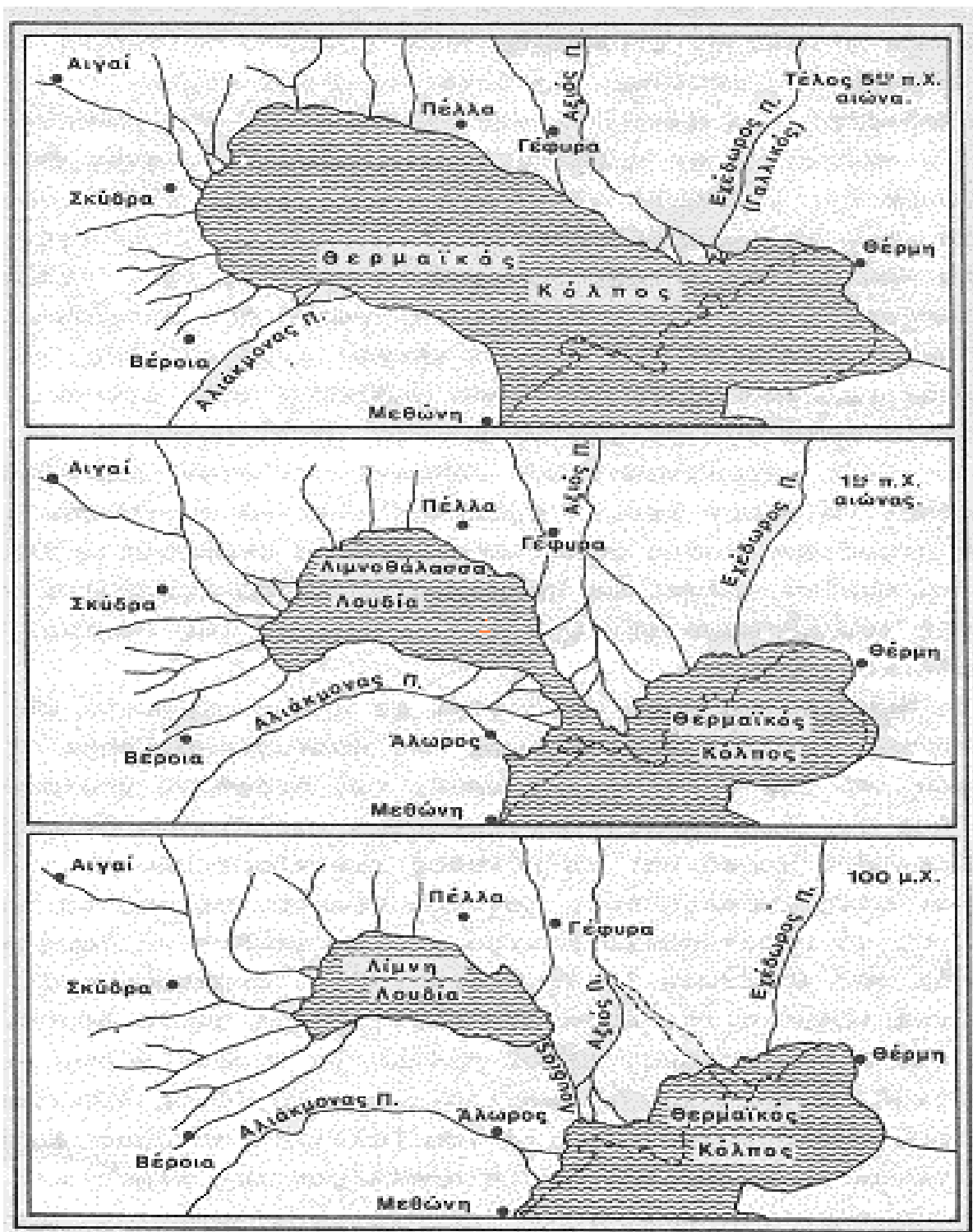
Στο Μουσείο Πέλλας στεγάζονται τα ευρήματα από τον αρχαιολογικό χώρο. Τμήματα οικημάτων, ψηφιδωτά ολόκληρα και άλλα σημαντικά ευρήματα έχουν αποκολληθεί από το σημείο όπου βρέθηκαν και προστατεύονται στις εγκαταστάσεις του.



Εικόνα 2 Αεροφωτογραφία αρχαιολογικού χώρου Πέλλας

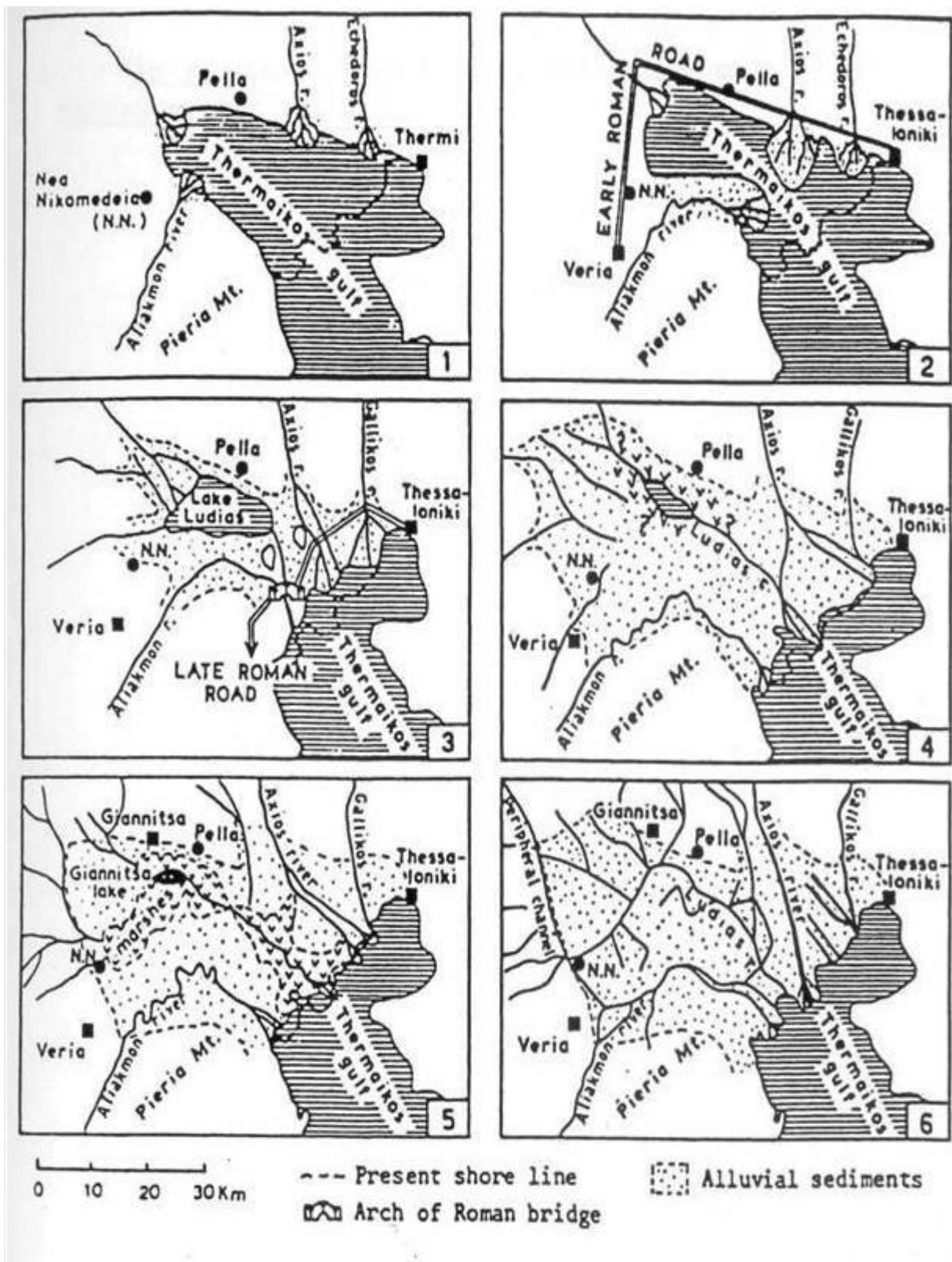


Εικόνα 3 και 4 Αεροφωτογραφίες αρχαιολογικού χώρου Πέλλας



Εικόνα 5 Σχηματική απεικόνιση της γεωμορφολογικής εξέλιξης της ευρύτερης περιοχής μελέτης (Από Μελαδιώτη, 1984).





Εικόνα 6 Παλαιογεωγραφική εξέλιξη της πεδιάδας της Θεσσαλονίκης – Γιαννιτσών (κατά ASTARAS, T.- SOTIRIADIS, L.,1988). 1.Κατά το 500 π.Χ. 2. Ρωμαϊκή εποχή 100 π.Χ. 3. Τέλος Ρωμαϊκής εποχής 500 μ.Χ., 4. Κατά το 1980 μ.Χ, 5. Κατά το 1926 μ.Χ., 6. 1980μ.Χ.

## 1.2 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

### ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ - ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Η Χαλκηδόνα ανήκει στην ευρύτερη περιοχή της πεδιάδας που εκτείνεται Δυτικά της Θεσσαλονίκης καλύπτει μια περιοχή συνολικού εμβαδού περίπου 1700 km<sup>2</sup> (Astaras, Sotiriadis, 1988). Είναι η μεγαλύτερη πεδιάδα της Βορείου Ελλάδος.

Στο Βόρειο, Δυτικό και Νότιο τμήμα της περιβάλλεται από λόφους χαμηλού υψομέτρου και βουνά (Πάικο (1677 m), Βέρμιο (2052 m) ), ενώ Ανατολικά και Νότιο Ανατολικά συναντά τον Θερμαϊκό κόλπο, όπου και αναπτύσσεται μια σειρά από δέλτα.

Διαρρέεται από τους ποταμούς Γαλλικό, Αξιό, Λουδία και Αλιάκμονα.

Η πεδιάδα της Θεσσαλονίκης συνιστά μια ταφρογενή λεκάνη με γενική διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ που δημιουργήθηκε την περίοδο του Πλειοκαίνου λόγω του εκτεταμένου εφελκυστικού πεδίου που επικρατούσε στην περιοχή και είχαμε αποθέσεις μεγάλου πάχους ιζημάτων Πλειοκαίνου – Τεταρτογενούς (Μουντράκης 1990).

Λόγω της φύσεως των σχηματισμών παρατηρούνται πολλές πλευρικές μεταβάσεις και είναι πολύ δύσκολο να δοθεί μια αξιόπιστη γεωλογική αντιπροσωπευτική τομή.

Παρόλα αυτά με βάση κάποιες εργασίες που έγιναν για την περιοχή και με συνδυασμό αυτών μπορούμε να δώσουμε μια σχηματική γεωλογική τομή διαχωρίζοντας το Δυτικό από το Ανατολικό τμήμα της πεδιάδας με άξονα την ευθεία από το όρος Πάικο, την πόλη των Γιαννιτσών, τον ποταμό Λουδία και καταλήγοντας στον Θερμαϊκό κόλπο. Οι εργασίες που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι παρακάτω :

-**Χριστοδούλου, Γ. (1965)**: Πραγματοποίηση τριών βαθειών γεωτρήσεων στην περιοχή (Κλειδί, Κορυφή, Γιαννιτσά).

Η εργασία αυτή καθόρισε τη στρωματογραφία.

-**Μελαδιώτης, Ι. (1984)**, ο οποίος δίνει μια συνθετική γεωλογική τομή και μια γενική γεωλογική περιγραφή της περιοχής .

-**Mercier, J. (1968)**, που ασχολήθηκε με τη γεωτεκτονική εξέλιξη της περιοχής και αναφέρεται στον ευρύτερο χώρο της Κεντρικής Μακεδονίας.

Η περιοχή συνίσταται γεωλογικά από τους εξής σχηματισμούς :

-Σχηματισμοί του Άνω Μειοκαίνου – Κάτω Πλειοκαίνου. Εμφανίζονται κυρίως στο Βόρειο τμήμα της λεκάνης. Έχουν κατά τόπους πολύ διαφορετική λιθολογική και λιθοφασική σύσταση. Δεν έχουν ενιαία σύσταση κ αλληλουχία σε όλη την εξεταζόμενη περιοχή.

Στο **Δυτικό** τμήμα οι σχηματισμοί έχουν την παρακάτω αλληλουχία από κάτω προς τα πάνω :

➤ Κατώτερη σειρά : κλαστικά ιζήματα με πλάγια και διασταυρούμενη στρώση, σχεδόν αδιαβάθμητα. Αδρόκοκκοι άμμοι, κροκαλοπαγή, αμμοχάλικα, ψαμμίτες.

Όλα αυτά υπέρκεινται στρωμάτων ερυθροπηλών με διάσπαρτες κροκάλες και λατύπες. Η φάση είναι ποταμοχειμμάρια –χερσαία.

➤ Ψαμμιτομαργαϊκή σειρά : αδρόκοκκοι ψαμμίτες, χαλαζιακοί ψαμμίτες, μάργες, μαργαικοί ψαμμίτες, μικροκροκαλοπαγή και λίγοι μαργαικοί ασβεστόλιθοι στην περιοχή της Νέας Χαλκηδόνας. Μεγάλο πάχος. Φάση : λιμνοθαλάσσια.

➤ Μαργαικοί ασβεστόλιθοι και μάργες. Εναλλαγές σκληρών ασβεστολίθων με ασβεστόμαργες και μάργες. Φάση : λιμναία. Πάχος: ποικίλο κατά θέσεις. Απαντά κυρίως στην περιοχή της Νέας Χαλκηδόνας.

➤ Χαλαρά κροκαλοπαγή : άργιλλοι, κροκάλες, λατύπες. χερσαία φάση.

Στο **Ανατολικό** τμήμα, αλλά και στο **Κεντρικό** φαίνεται ότι οι σχηματισμοί Άνω Μειοκαίνου –Κάτω Πλειοκαίνου έχουν την εξής σύσταση από κάτω προς τα πάνω :

➤ Σειρά ερυθρών αργίλλων. Διάφοροι άργιλλοι, ερυθροί, κεραμόχρωμοι, ιλυώδεις. Προς το κεντρικό τμήμα αυτοί οι άργιλλοι εξελίσσονται προς ερυθρόχρωμα χαλαρά κροκαλοπαγή, αργίλλους διάσπαρτους με κροκάλες κ.λ.π. Πρόκειται για χερσαίο σχηματισμό με μεγάλο πάχος.

➤ Ψαμμιτομαργαϊκή σειρά: Πρόκειται για σειρά αντίστοιχη του Δυτικού μέρους.

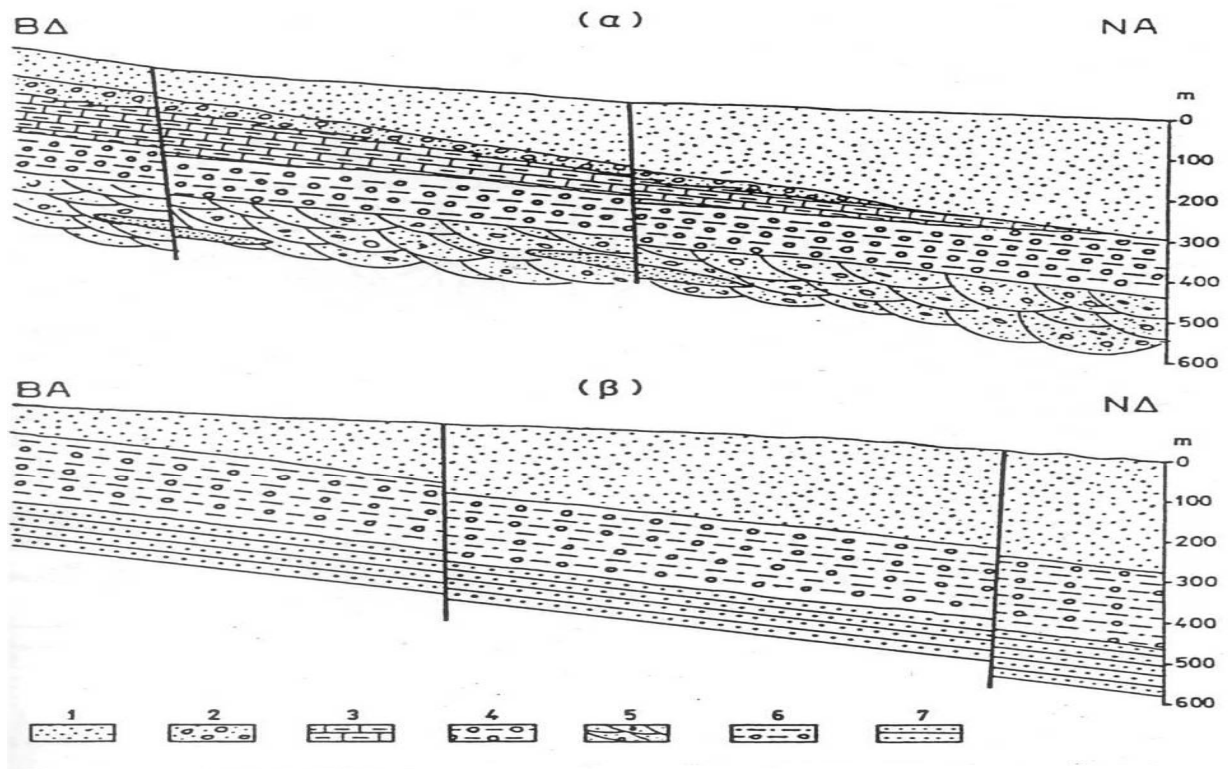
Αποτελείται από συμπαγείς συνεκτικούς ψαμμίτες, μικροκροκαλοπαγή, ψαμμιτομάργες. Ανήκουν κυρίως στο Πλειόκαινο.

Τεταρτογενείς σχηματισμοί: Καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος της εξεταζόμενης περιοχής.

Έχουν πάχος από λίγα μέτρα έως τουλάχιστον 200 m. Λιθολογικά είναι ποικιλότυποι.

Περιλαμβάνουν αποθέσεις ποταμών και χειμάρων (ασύνδετα αμμοαργιλλούχα υλικά, κροκάλες, λεπτόκοκκες άμμοι, αργιλλοάμμοι, κ.λ.π.), πλευρικά κορήματα, ιζήματα λιμναία, ιζήματα θαλάσσια διάφορα, αποθέσεις – προσχώσεις διάφορες, εναλλαγές θαλασσίων, ποτάμιων και υφάλμυρων αποθέσεων, συστήματα αναβαθμίδων κ.λ.π. Κυριαρχούν οι θαλάσσιες και ποταμοχειμμάριες αποθέσεις. Υπάρχει έντονη κατακόρυφη εναλλαγή και πλευρική μετάβαση. Είναι υλικό που αποτέθηκε κατά τους πρόσφατους γεωλογικούς χρόνους από τους ποταμούς Γαλλικό, Αξιό, Λουδία και Αλιάκμονα σε παραθαλάσσιο και υποθαλάσσιο περιβάλλον. Μια λεπτομερής γεωλογική τομή είναι πρακτικά αδύνατη. Μόνο σχηματική γεωλογική τομή μπορεί να γίνει.

Έτσι, προέκυψαν οι παρακάτω δύο τομές :



Εικόνα 7 Αντιπροσωπευτικές γεωλογικές τομές στην εξεταζόμενη περιοχή α. Δυτικό τμήμα, β. ανατολικό τμήμα. 1. Τεταρτογενές 2. χαλαρά κροκαλοπαγή 3. Μαργαϊκός ασβεστόλιθος 4. Ψαμμιτομαργαϊκή σειρά 5. Κατώτερη σειρά από κλαστικά ιζήματα 6. Μαργαϊκή – Ψαμμιτομαργαϊκή σειρά. 7 Σειρά ερυθρών αργίλλων, αργίλλων διαφόρων κ.τ.λ.

### 1.3 ΓΕΩΛΟΓΙΑ

#### Η ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ ΧΑΛΚΗΔΟΝΑΣ

Η λεκάνη αυτή αποτελεί συνέχεια, προς το Νότο, της λεκάνης της Ελεούσας. Περιλαμβάνει την περιοχή περίξ των χωριών Παρθένι, Αδεντρο, Βαλτοχώρι και Χαλκηδόνα, που βρίσκεται Νοτιοδυτικά του ποταμού Βαρδαρόβαση, ο οποίος αφού ακολουθήσει πορεία παράλληλη προς το δεξιό ανάχωμα του Αξιού, συμβάλλει με αυτόν αμέσως κατάντη της σιδηροδρομικής γραμμής Θεσσαλονίκης – Πλατύ. Η λεκάνη έχει έκταση 25 km<sup>2</sup> περίπου. Το σύνολο σχεδόν των πετρωμάτων της λεκάνης αυτής αποτελείται από νεογενείς και τεταρτογενείς σχηματισμούς. (μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι, μάργες, άμμοι, κροκάλες ).

Μέσα σε αυτούς τους σχηματισμούς αναπτύσσονται πολύ παραγωγικά υδροφόρα συστήματα. Διακρίνονται κυρίως τρεις υδροφόροι ορίζοντες. Ο πρώτος φτάνει μέχρι βάθους 10 m, ενώ οι άλλοι δύο είναι σε βάθου 40-60 m και στα 100-200 m.

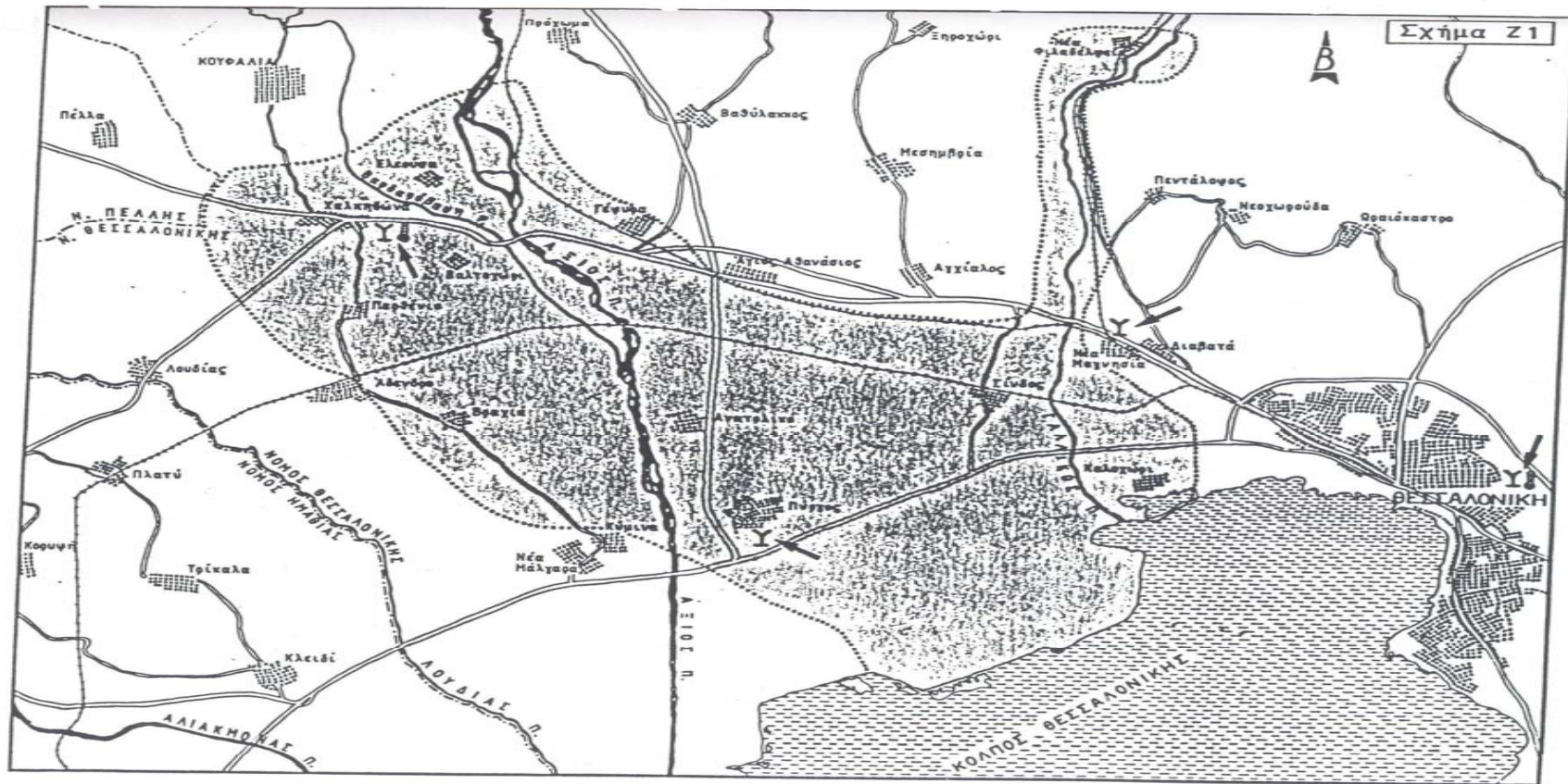
Τα ιζήματα μέσα στα οποία αναπτύσσονται οι υδροφόροι ορίζοντες είναι αλλουβιακές αποθέσεις μέχρι βάθους 80 – 100 m και λιμνοθαλασσια ιζήματα μεγάλου πάχους, σε μεγαλύτερα βάθου. Λόγω της ποικιλομορφίας των ιζημάτων οι υδροφόροι ορίζοντες παρουσιάζουν ιδιομορφίες στην υδροστατική και υδροχημική συμπεριφορά τους.

Ο πρώτος υδροφόρος είναι φρεάτιος και φτάνει μέχρι βάθους 10 m, όπως αναφέρθηκε. Το Βόρειο τμήμα έχει πλευρικές τροφοδοσίες από τον Αξιό ποταμό, ενώ στα Νότια φαίνεται πως αποστραγγίζεται προς το Λουδία.

Ο δεύτερος ορίζοντας, μέσος, βρίσκεται σε βάθος 40-60 m. Αποτελείται κυρίως από κροκάλες, χαλύκια, άμμους θαλάσσιας και χερσοποτάμιας προέλευσης, με τη μορφή φακών. Πρόκειται για ένα υπό πίεση υδροφόρο σύστημα, που το μέγιστο μέρος της τροφοδοσίας του γίνεται από τον Αξιό ποταμό και από επιφανειακούς μαργαϊκούς ασβεστολίθους της περιοχής Χαλκηδόνας- Κουφαλίων -Πέλλας.

Ο τρίτος και βαθύτερος υδροφόρος αναπτύσσεται σε βάθος περίπου 100-200 m. Τα ιζήματα που συναντώνται είναι κροκάλες, χαλίκες και ασβεστόλιθοι. Η τροφοδοσία του γίνεται από τον Αξιό (στο Βόρειο τμήμα) και μερικές φορές από τον σχηματισμό των μαργαϊκών ασβεστολίθων της περιοχής Χαλκηδόνας- Κουφαλίων -Πέλλας. Στο κεντρικό τμήμα του είναι υπό πίεση ενώ στο νότιο μετατρέπεται σε ελεύθερο.

Η υπολεκάνη της Χαλκηδόνας είναι συνδεδεμένη με την λεκάνη απορροής του ποταμού Αξιού. Για αυτό το λόγο και παρακάτω θα αναλυθεί και η γεωλογία της λεκάνης απορροής του Αξιού ποταμού.



Εικόνα 8 Πεδινή περιοχή Δυτικά της Θεσ/νίκης στην οποία ανήκει η υπολεκάνη της Χαλκηδόνας (Από την εργασία : Έρευνα αξιοποίησης υδροφόρων στρωμάτων πεδινής περιοχής ενδιαφέροντος Ο. Υ. Θ., Σούλιος, Θεσ/νίκη 1999. )

#### 1.4 ΥΔΡΟΦΟΡΙΑ

Η περιοχή είναι σχεδόν οριζόντια. Τα κυριότερα υδροφόρα στρώματα είναι οι τεταρτογενείς σχηματισμοί που όπως αναφέρθηκε αποτελούνται από αλληλουχία διαφόρων αποθέσεων κυρίως φερτών υλικών από τους ποταμούς : άμμοι, αμμοχάλικα, χαλίκια, άργιλλοι, ιλύες σε διάφορες αναμειξίες και αλληλουχίες. Πάντως γενικά απαντούν αμμώδη – αμμοχαλικώδη στρώματα με πλούσια υδροφορία σε διάφορα βάρη. Έτσι το τεταρτογενές έχει πλούσια υδροφορία.

Από τα βαθύτερα στρώματα: (Σούλιος, 1999)

-Από τα ψαμμιτομαργαϊκά, έχουν υδροφορία μόνο τα ψαμμιτικά στρώματα. Αντίθετα, τα μαργαϊκά κ αργιλλομαργαϊκά δεν έχουν υδροφορία και οι γεωτρήσεις που τα διαπερνούν αποδίδουν ελάχιστα έως καθόλου.

-Η σειρά των ερυθρών αργίλων – διαφόρων αργίλων είναι σχεδόν στεγανά. Ίσως ελάχιστα εσωτερικά στρώματα χοντροκλαστικά έχουν μικρή υδροφορία.

-Η κατώτερη σειρά από κλαστικά ιζήματα απαντά σε μεγάλα βάρη.

Έχουμε ελάχιστες πληροφορίες. Γενικά έχει περιορισμένη έως ελάχιστη υδροφορία.

-Σημειώνουμε ιδιαίτερα τους μαργαϊκούς ασβεστόλιθους που έχουν πλούσια, ιδιαίτερα πλούσια υδροφορία. Συχνά, οι μαργαϊκοί αυτοί ασβεστόλιθοι έχουν ενδιαστρώσεις ψαμμιτικές, επίσης με αρκετή υδροφορία.

Επειδή το έδαφος είναι σχεδόν επίπεδο με χαμηλό υψόμετρο αρχικά η στάθμη των υδροφόρων είναι σε πολύ μικρό βάθος ( 1 έως 4 m ). Όμως, λόγω της υπεράντλησης, σήμερα η στάθμη βρίσκεται σε βάρη 10 – 15 m ή και μεγαλύτερα.

#### 1.5 ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΧΑΛΚΗΔΟΝΑΣ

Η μελέτη του υδροχημικού χαρακτήρα των υπόγειων υδροφόρων στρωμάτων πραγματοποιήθηκε από τους **Κ.Λουπασάκη**, **Μ. Σωτηριάδη** και **Γ. Σούλιο**, με την ανάλυση δειγμάτων νερού που πάρθηκαν από 62 γεωτρήσεις του δικτύου δειγματοληψίας της ευρύτερης περιοχής. Στα δείγματα που συγκεντρώθηκαν προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα τους σε ιόντα  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ , ενώ παράλληλα μετρήθηκε η ηλεκτρική αγωγιμότητα, R, TDS, PH και η θερμοκρασία τους.



Έτσι αναλυτικά για την περιοχή της Χαλκηδόνας η **αγωγιμότητα** παρουσιάζει χαμηλές τιμές μικρότερες από 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Το  $\text{Ca}^{2+}$  παρουσιάζει σχεδόν την ίδια αναλογική κατανομή με την αγωγιμότητα.

Για το  $\text{Mg}^{2+}$  μπορούμε να πούμε ότι παρουσιάζει αρκετά ψηλές τιμές μεγαλύτερες από 70  $\mu\text{S}/\text{l}$ .

Τα  $\text{Na}^+$  και  $\text{Cl}^-$  παρουσιάζουν στις περισσότερες γεωτρήσεις τιμές μεγαλύτερες από 100 mg/l, ενώ υπάρχουν και γεωτρήσεις που ξεπερνούν τα 500 mg/l.

Τα  $\text{NO}_3^-$  παρουσιάζουν τιμές υψηλότερες των 40 mg/l σε ένα τμήμα της Χαλκηδόνας.

Το  $\text{SO}_4^{2-}$  παρουσιάζει υψηλές τιμές (μεγαλύτερο από 100 mg/l).

Από τη χωρική κατανομή του λόγου  $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$  διαπιστώθηκε ότι στην περιοχή της Χαλκηδόνας οι τιμές είναι μεγαλύτερες από 10. Αυτό σημαίνει ότι τα υπόγεια υδροφόρα στρώματα είτε τροφοδοτούνται από τη θάλασσα είτε επηρεάζονται από την παρουσία υπολειμματικών αλμύρων.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### ΚΑΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

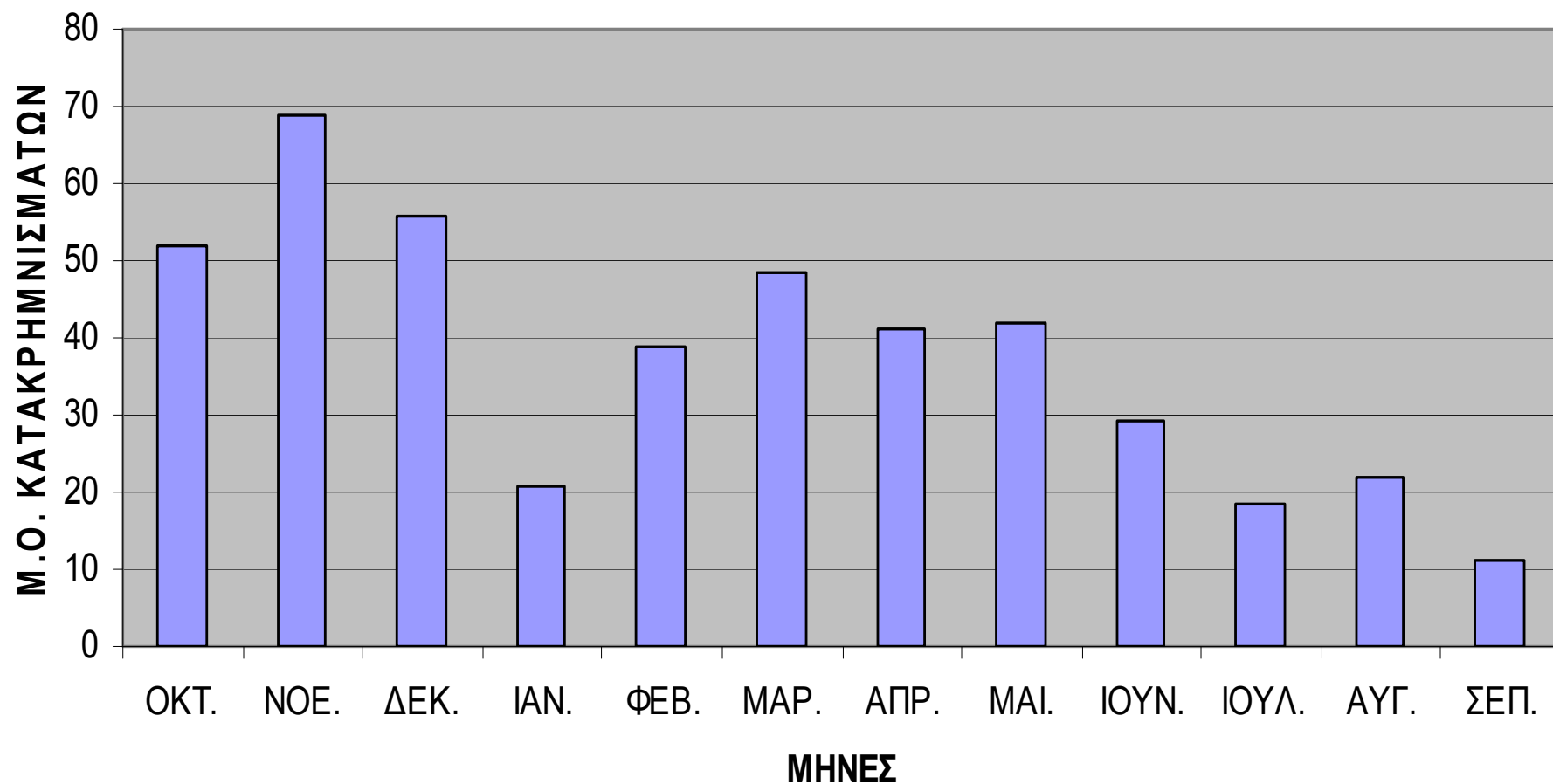
Για τη μελέτη της διακύμανσης των βροχοπτώσεων στην περιοχή έρευνας χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα του βροχομετρικού σταθμού της Χαλκηδόνας, για την περίοδο των υδρολογικών ετών 1980 έως 1992 (πίνακας 1). Στο Σχήμα 2 παρουσιάζεται η πορεία του ετήσιου ύψους βροχόπτωσης του σταθμού, απ' όπου προκύπτει ευρεία διακύμανση τιμών. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής είναι 448,63 mm.

Το υδρολογικό έτος 1985 και μετά το 1990 ήταν τα έτη με το μεγαλύτερο ύψος βροχής, ενώ το 1984 και μετά το 1989 ήταν έτος ξηρασίας. Στο Σχήμα 1. φαίνεται η πορεία του μηνιαίου ύψους βροχής για την ίδια χρονική περίοδο. Από το Σχήμα αυτό προκύπτει ότι ο πλέον υγρός μήνας είναι ο Νοέμβριος και ακολουθούν ο Δεκέμβριος και ο Οκτώβριος.

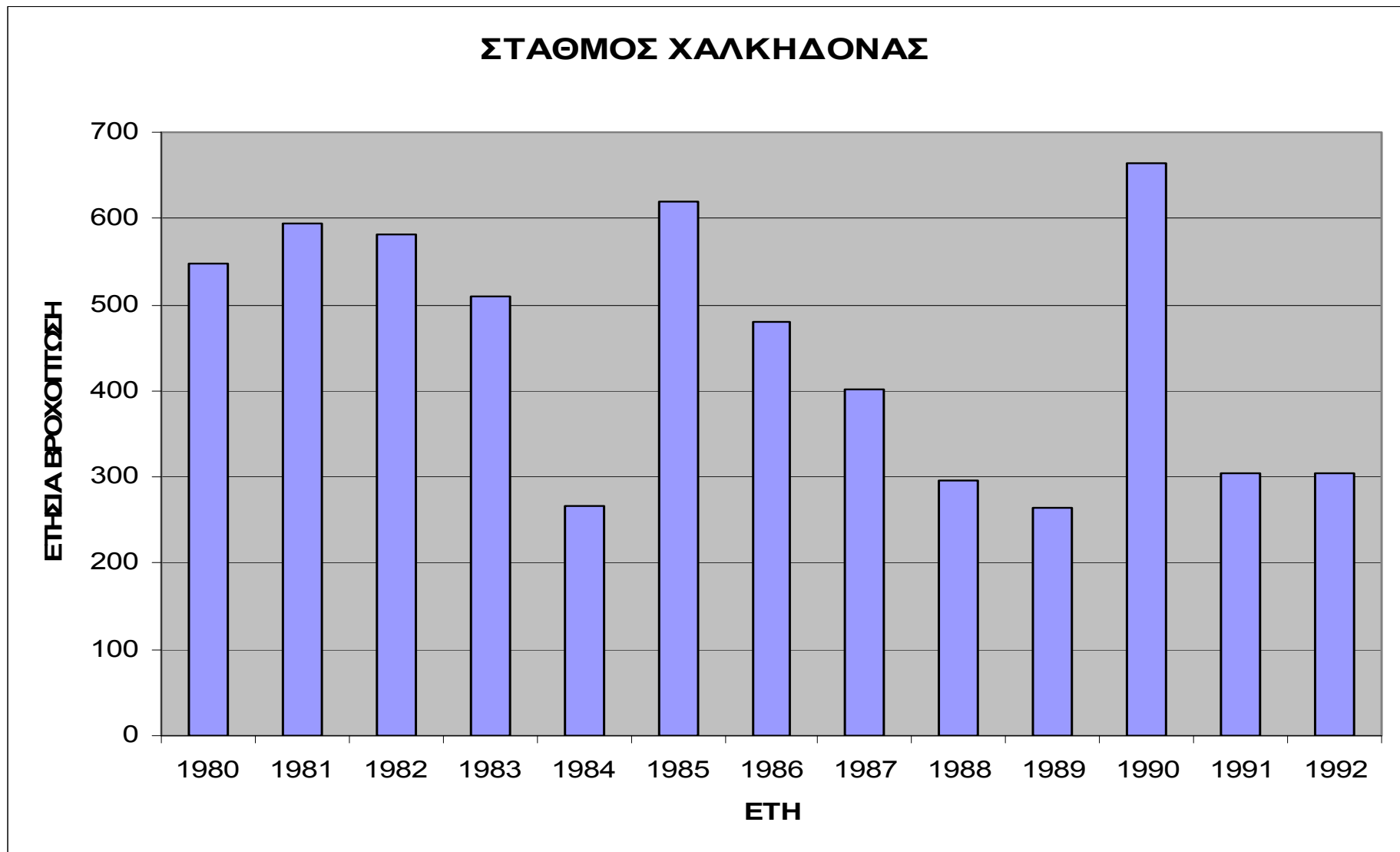
**Πίνακας 1: Μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης (mm) 1980-1992 Σταθμός Χαλκηδόνας: ( Γ.Μ.: 22d 36' Γ.Π. : 40d 44' Υψόμετρο : 15 m)**

	<b>ΟΚΤ.</b>	<b>ΝΟΕ.</b>	<b>ΔΕΚ.</b>	<b>ΙΑΝ.</b>	<b>ΦΕΒ.</b>	<b>ΜΑΡ.</b>	<b>ΑΠΡ.</b>	<b>ΜΑΙ.</b>	<b>ΙΟΥΝ.</b>	<b>ΙΟΥΛ.</b>	<b>ΑΥΓ.</b>	<b>ΣΕΠ.</b>	<b>ΕΤΗΣΙΟ</b>
<b>1980</b>	138.5	49	81.5	54.6	27.6	47	34.4	19.3	5	29	46	15.2	547.1
<b>1981</b>	62.3	91.7	57.1	12	52	55.3	131.3	31.5	6.7	23.5	64	6.5	593.9
<b>1982</b>	125.3	101.2	48.7	5	15.1	48.5	11.2	33.7	120.8	33.2	2	35.9	580.6
<b>1983</b>	11	51	170.3	29	51.6	29.3	52.1	7.5	20	6.5	70.3	12	510.6
<b>1984</b>	0	60	42.5	24	6.5	60	17	21.3	23.1	0	11	2	267.4
<b>1985</b>	19	134	9.6	41.1	197.5	38	0	98.2	59	7.6	7.5	7.5	619
<b>1986</b>	31	49.1	8.3	63.6	49.8	133.7	53.5	49.3	19.5	0	22	0	479.8
<b>1987</b>	104.5	92	31	16	33.3	59.5	19	17.5	21.7	3	0	3.3	400.8
<b>1988</b>	16.2	95.2	43	0	1.5	43.8	15	34.8	24.5	5.5	0	15.7	295.2
<b>1989</b>	49.8	32.7	43.5	0	4.5	2	24.8	53.5	12.5	0	25.5	14.8	263.6
<b>1990</b>	29	68	162.7	9.5	59	59.3	67.6	39.5	22.5	92	30	25.7	664.8
<b>1991</b>	15.5	29.3	0	5.5	3	12	100.5	59.5	38	36	5.5	0.5	305.3
<b>1992</b>	75	43	28	9	2	43.5	7	78	9	3	3	3.7	304.2
<b>M.O.</b>	<b>52.08</b>	<b>68.94</b>	<b>55.86</b>	<b>20.71</b>	<b>38.72</b>	<b>48.61</b>	<b>41.03</b>	<b>41.81</b>	<b>29.41</b>	<b>18.41</b>	<b>22.06</b>	<b>10.98</b>	<b>448.63</b>

## ΣΤΑΘΜΟΣ ΧΑΛΚΗΔΟΝΑΣ



Σχήμα 1: Μέση μηνιαία βροχόπτωση στο σταθμό Χαλκηδόνας



Σχήμα 2: Ετήσια διακύμανση της βροχόπτωσης στο σταθμό Χαλκηδόνας

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

#### ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΝΤΛΗΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ:

Για τον προσδιορισμό των υδραυλικών χαρακτηριστικών πραγματοποιήθηκε ένα μικρό γεωτρητικό αντλητικό πρόγραμμα κατά την περίοδο 1996-1999. Το πρόγραμμα αυτό περιελάμβανε τέσσερις (4) ερευνητικές γεωτρήσεις στις οποίες πραγματοποιήθηκαν δοκιμαστικές αντλήσεις. Οι γεωτρήσεις αυτές έγιναν στο Βορειοδυτικό τμήμα της εξεταζόμενης περιοχής και ήταν καθαρά ερευνητικές. Μπορούν βέβαια να γίνουν παραγωγικές, αλλά δεν έχουν τις απαιτούμενες διαμέτρους, οπότε και η παροχή τους θα είναι κατώτερη από αυτή που μπορεί να δώσει το υδροφόρο στρώμα.

Η τελική διάμετρος όλων αυτών των γεωτρήσεων ήταν 15,5 ίντσες. Η σωλήνωση ήταν 8 ίντσες με σωλήνες ανοξείδωτους με πάχος 4 mm. Το χαλικόφιλτρο ήταν με άμμους διαμέτρου 2-5 mm. Σε όλες τις γεωτρήσεις υπήρχε εσωτερικός χωριστός πιεζομετρικός σωλήνας 1,5 ίντσες και χωριστή πιεζομετρική γεώτρηση. Ατυχώς, για λόγους τεχνικούς, οι πιεζομετρικές γεωτρήσεις δεν λειτούργησαν ικανοποιητικά.

Οι δοκιμαστικές αντλήσεις σε όλες τις γεωτρήσεις περιλάμβαναν :

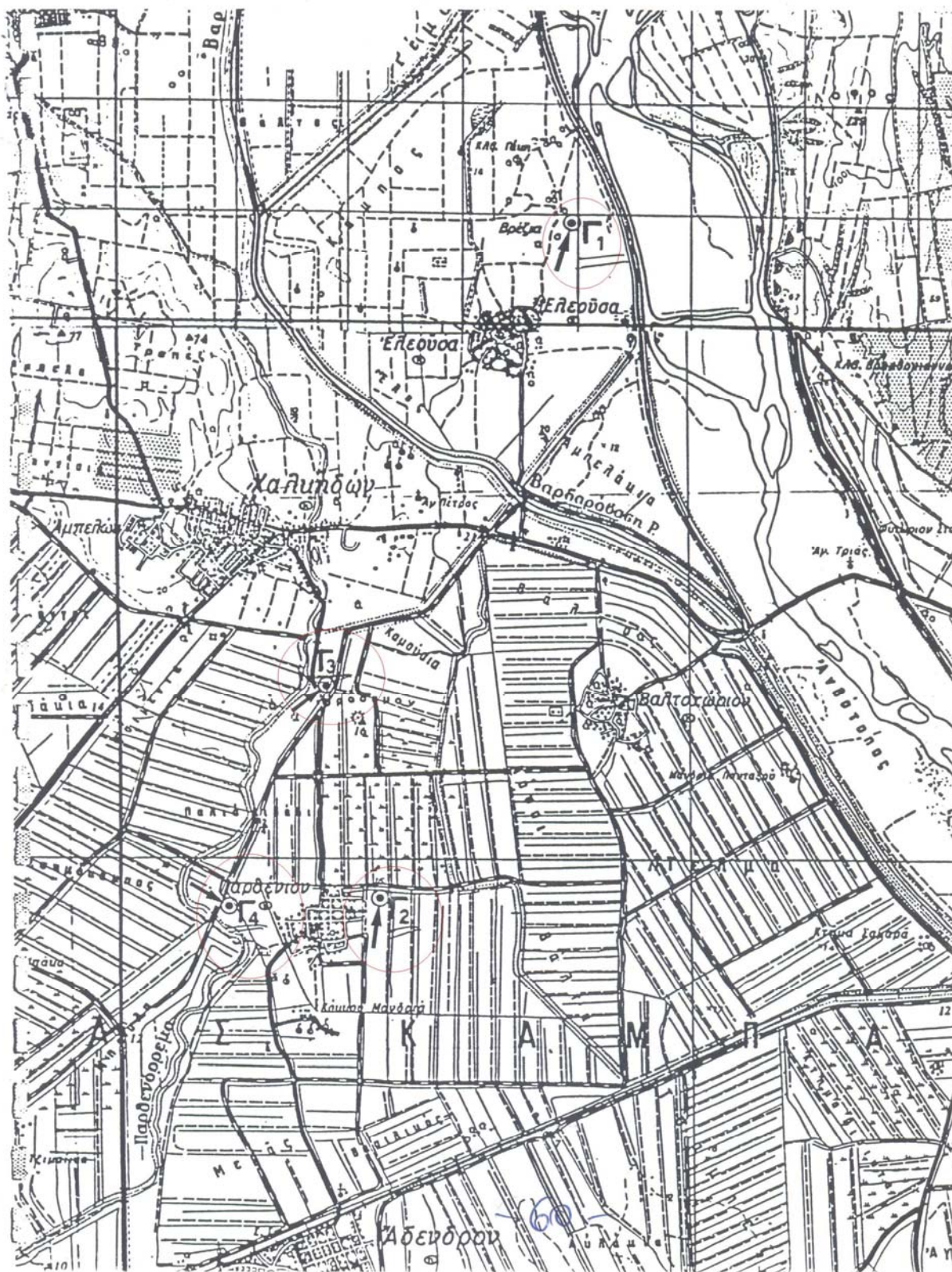
-Μία προάντληση διάρκειας 6-8 ωρών, ώστε να γίνει μία πρώτη εκτίμηση της παροχής που μπορεί να δώσει η γεώτρηση.

-Μία άντληση κατά βαθμίδες διάρκειας 3-4 ωρών κάθε βαθμίδα και με αντίστοιχο χρόνο επανόδου μεταξύ των διαδοχικών βαθμίδων.

-Μία άντληση 24ωρης διάρκειας με σταθερή παροχή και στη συνέχεια με παρακολούθηση της επαναφοράς της στάθμης για όσο χρόνο απαιτείτο. (Μόνο στην γεώτρηση Γ1 δεν έγιναν οι αντλήσεις κατά στάδια.

Κατά τη διάρκεια της 24ωρης άντλησης και συγκεκριμένα κατά τη 18<sup>η</sup> και την 24<sup>η</sup> ώρα άντλησης λήφθηκαν δείγματα νερού τα οποία και αναλύθηκαν στο χημείο του τότε Ο.Υ.Θ. για τη γνώση της ποιότητας του νερού.

Η επεξεργασία των αντλητικών δεδομένων έγινε με τη μέθοδο Theis και Jacob, καθώς και με τη μέθοδο επαναφοράς στάθμης.



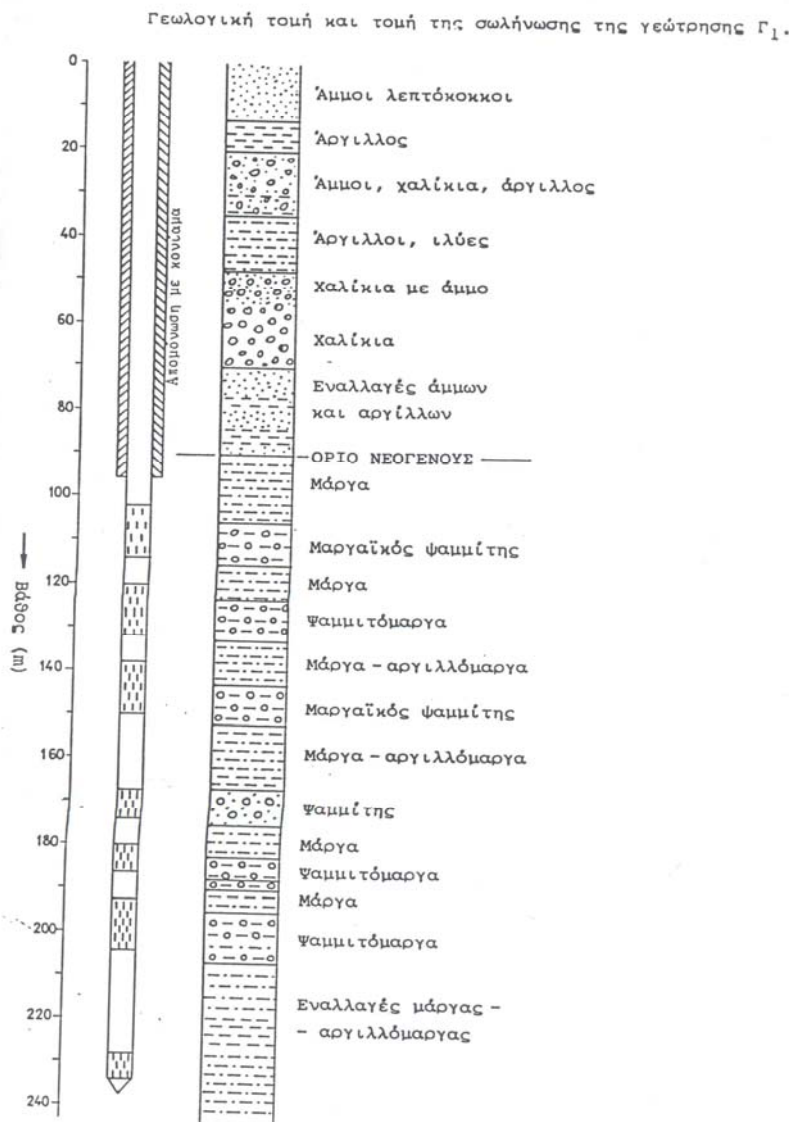
Εικόνα 9 Οι θέσεις των τεσσάρων γεωτρήσεων, Γ1, Γ2, Γ3, Γ4. (Από την εργασία : Έρευνα αξιοποίησης υδροφόρων στρωμάτων πεδινής περιοχής ενδιαφέροντος Ο. Υ. Θ., Σούλιος, Θεσ/νίκη 1999. )



## ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ1:

Η γεώτρηση αυτή, Βόρεια της Ελεούσας έγινε για ειδικό σκοπό: να διαπιστωθεί κατά πόσο βαθειά, προτεταρτογενή στρώματα της περιοχής έχουν υπόγειο νερό χωρίς υψηλή περιεκτικότητα σε ιόντα σιδήρου και μαγγανίου, όπως συμβαίνει με τα αβαθή, τα οποία εντούτοις έχουν πολύ πλούσια υδροφορία.

Η γεώτρηση αυτή έχει συνολικό βάθος διάτρησης 242 m και σωλήνωση (8 ιντσών) μέχρι τα 234 m. Όμως τα πρώτα 96 m πληρώθηκαν με κονίαμα (μεταξύ σωλήνα και στρώματος), ώστε να απομονωθούν πλήρως τα πρώτα υδροφόρα στρώματα και η άντληση να γίνεται αποκλειστικά και μόνο από τα βαθειά, τα νεογενή στρώματα.



Από την προάντληση προέκυψε ότι η παροχή της γεώτρησης ήταν σχετικά χαμηλή ώστε να μην υπάρξει περιθώριο για άντληση κατά στάδια, αφού η διαφορά μεταξύ της παροχής των διαδοχικών σταδίων θα ήταν πολύ μικρή, ώστε τα σχετικά σφάλματα να είναι μεγάλα και η όλη προσπάθεια να μην έχει πρακτική αξία. Αντί αυτού όμως έγινε παρατεταμένη προδοκιμαστική άντληση. Έρευνα αξιοποίησης υδροφόρων στρωμάτων πεδινής περιοχής ενδιαφέροντος Ο. Υ. Θ., Σούλιος, Θεσ/νίκη 1999. )

Κατά την κύρια 24ωρη άντληση με σταθερή παροχή  $25 \text{ m}^3/\text{h}$ , είχαμε τις πτώσεις στάθμης του παρακάτω πίνακα, από τον οποίο προέκυψαν τα διαγράμματα πτώσης στάθμης δ-χρόνου άντλησης  $t$  και επαναφοράς στάθμης. Φαίνεται σαφώς ότι μετά τις 10 πρώτες ώρες άντλησης αντί για την αναμενόμενη συνέχιση της πτώση στάθμης, είχαμε μια μικρή επαναφορά με σημαντικές μάλιστα διακυμάνσεις. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι έγινε «καλλιέργεια» της γεώτρησης και απόφραξη στρωμάτων. Για το πρώτο δεκάωρο από την καμπύλη Jacob προκύπτει ότι η περατότητα του στρώματος ήταν πολύ μικρή μόλις  $k = 7,12 \times 10^{-7} \text{ m/sec}$ , η υδραυλική αγωγιμότητα επίσης πολύ μικρή  $T = 6,6 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{sec}$  και ο συντελεστής εναποθήκευσης  $S = 6,5 \times 10^{-4}$  (υδροφόρο υπό πίεση). Στην πραγματικότητα οι παράμετροι των υδροφόρων είναι καλύτερες, όπως θα φανεί και στην επαναφορά της στάθμης. Για την επαναφορά της στάθμης προκύπτει από το διάγραμμα  $T = 1 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{sec}$  και  $k = 1,5 \times 10^{-6} \text{ m/sec}$ . Πάντως είναι πραγματικά χαμηλές οι παράμετροι και σχετικά μικρή η υδροφορία. Φαίνεται ότι μετά από συστηματική καλλιέργεια η γεώτρηση μπορεί να δώσει μία παροχή  $35 \text{ m}^3/\text{h}$  και αν κατασκευαστεί με μεγάλη διάμετρο τότε η παροχή θα παρουσιάσει αύξηση 10 με 15 %. Παράμετροι σύμφωνα με το πρότυπο Theis :  $T : 7,3 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{sec}$  και  $S = 3,7 \times 10^{-4}$ .

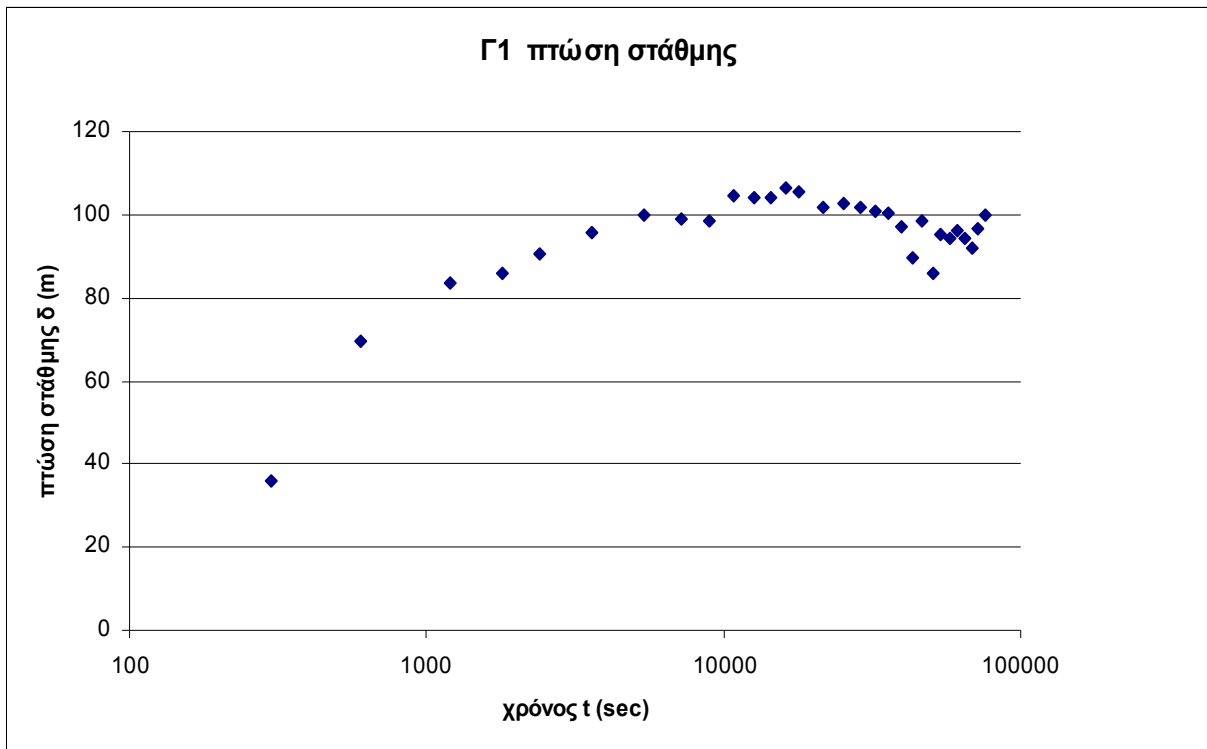


**Πίνακας 2: Αντλητικά δεδομένα της γεώτρησης Γ1**

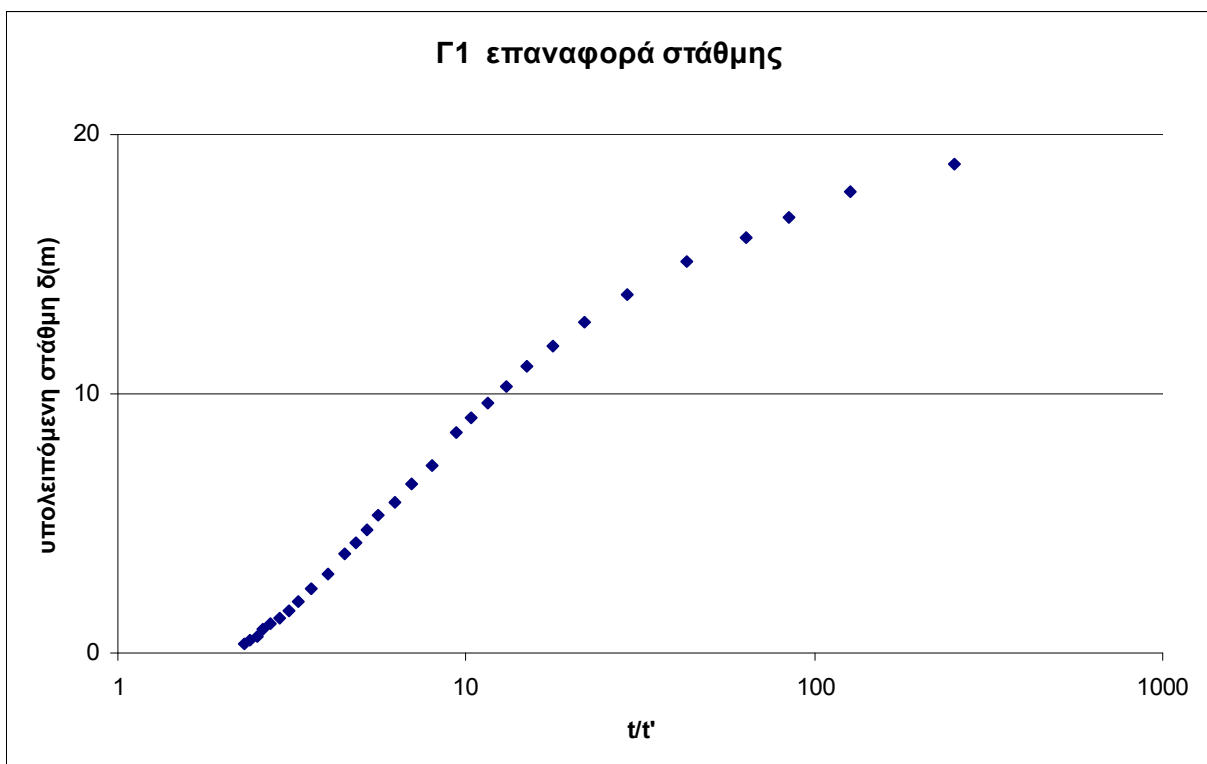
α) πτώση στάθμης			
χρόνος άντλησης t (sec)	παροχή q(m <sup>3</sup> /h)	Στάθμη από επιφάνεια εδάφους (m)	πτώση στάθμης
0	0	18,3	
300	25	54,45	36,15
600	25	87,65	69,35
1200	25	102,07	83,77
1800	25	104,3	86
2400	25	108,8	90,5
3600	25	114,23	95,93
5400	25	118,15	99,85
7200	25	117,34	99,04
9000	25	117,05	98,75
10800	25	122,8	104,5
12600	25	122,57	104,27
14400	25	122,87	104,27
16200	25	124,55	106,25
18000	25	123,93	105,63
21600	25	120,12	101,82
25200	25	121,02	102,72
28800	25	120,2	101,9
32400	25	119,37	101,07
36000	25	118,58	100,28
39600	25	115,3	97
43200	25	108,06	89,76
46800	25	116,87	98,57
50400	25	104,17	85,87
54000	25	113,67	95,37
57600	25	112,62	94,32
61200	25	114,61	96,31
64800	25	112,8	94,5
68400	25	110,25	91,95
72000	25	114,9	96,6
75600	25	118,11	99,81

**Πίνακας 3 : Αντλητικά δεδομένα επαναφοράς στάθμης στη γεώτρηση Γ1**

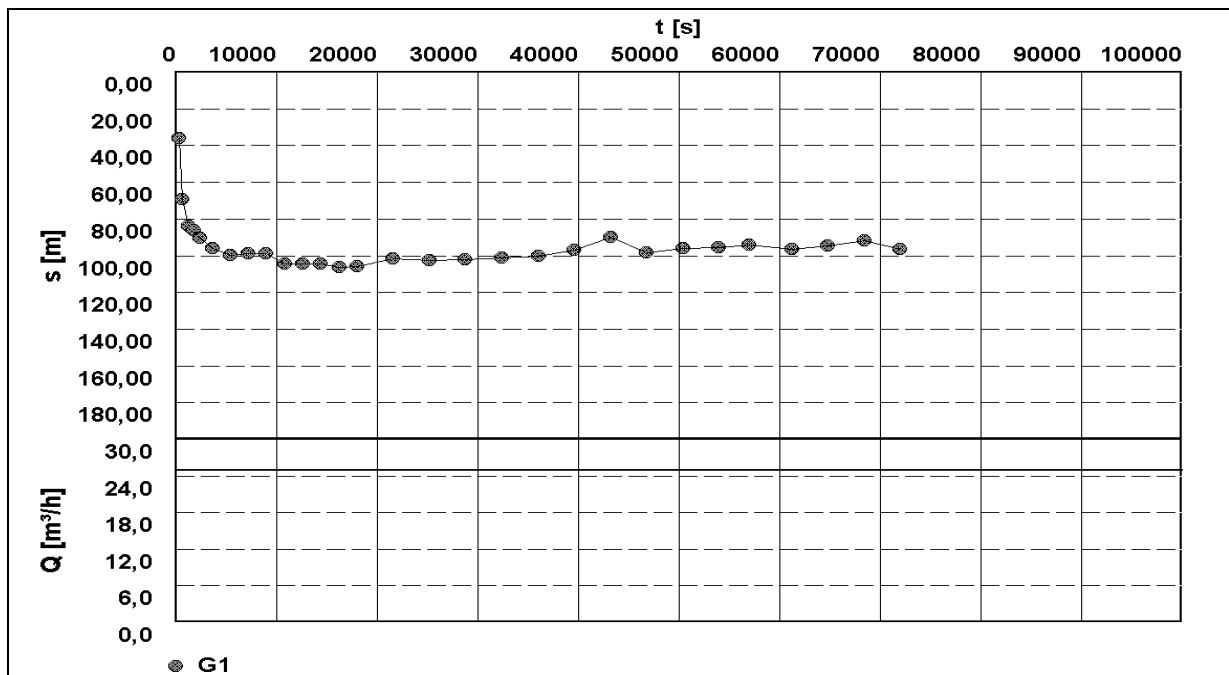
<b>β) επαναφορά στάθμης</b>			
<b>χρόνος από το πέρας της άντλησης t (sec)</b>	<b>t/t'</b>	<b>Δυναμική στάθμη</b>	<b>υπολειπόμενη πτώση στάθμης δ (m)</b>
0		118,11	99,81
300	253	37,2	18,9
600	127	36,1	17,8
900	85	35,1	16,8
1200	64	34,36	16,06
1800	43	33,43	15,13
2700	29	32,14	13,84
3600	22	31,06	12,76
4500	17,8	30,15	11,85
5400	15	29,35	11,05
6300	13	28,59	10,29
7200	11,5	27,95	9,65
8100	10,3	27,4	9,1
9000	9,4	26,84	8,54
10800	8	25,5	7,2
12600	7	24,8	6,5
14400	6,25	24,12	5,82
16200	5,6	23,6	5,3
18000	5,2	23,08	4,78
19800	4,8	22,59	4,29
21600	4,5	22,13	3,83
25200	4	21,36	3,06
28800	3,6	20,79	2,49
32400	3,3	20,26	1,96
36000	3,1	19,95	1,65
39600	2,9	19,67	1,37
43200	2,75	19,45	1,15
46800	2,6	19,2	0,9
50400	2,5	18,97	0,67
54000	2,4	18,78	0,48
57600	2,3	18,64	0,34



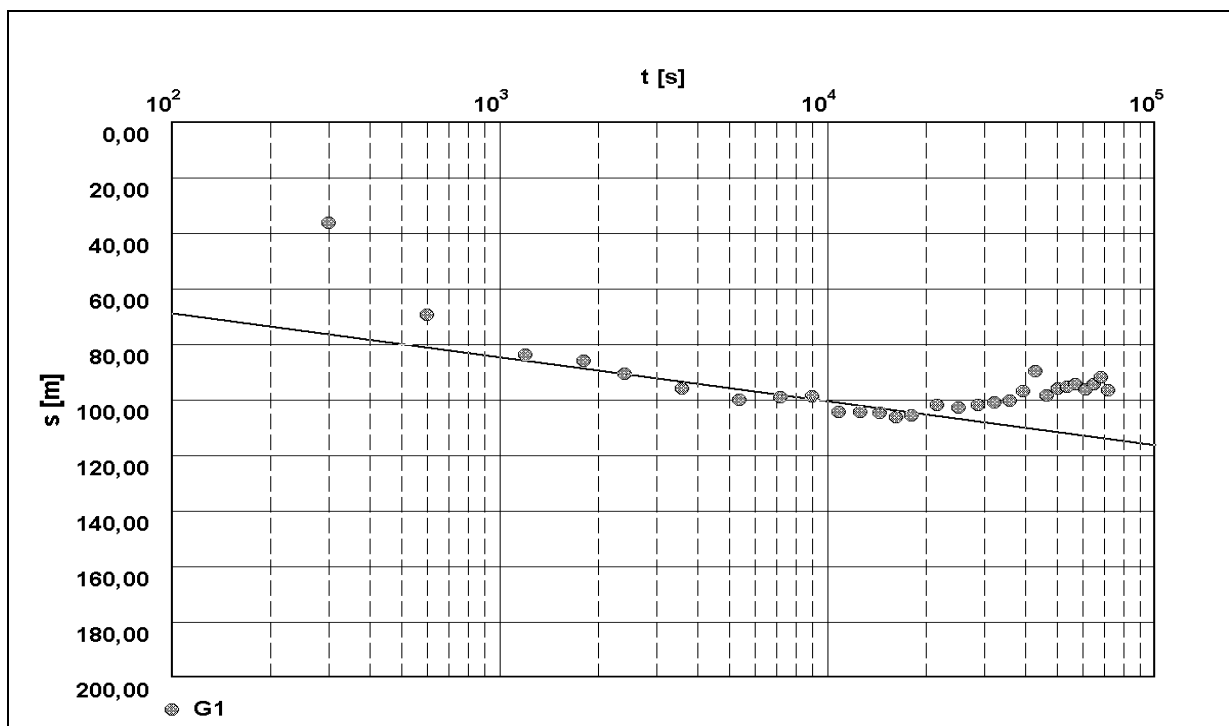
Σχήμα 3 Διάγραμμα πώσης στάθμης στη γεώτρηση Γ1



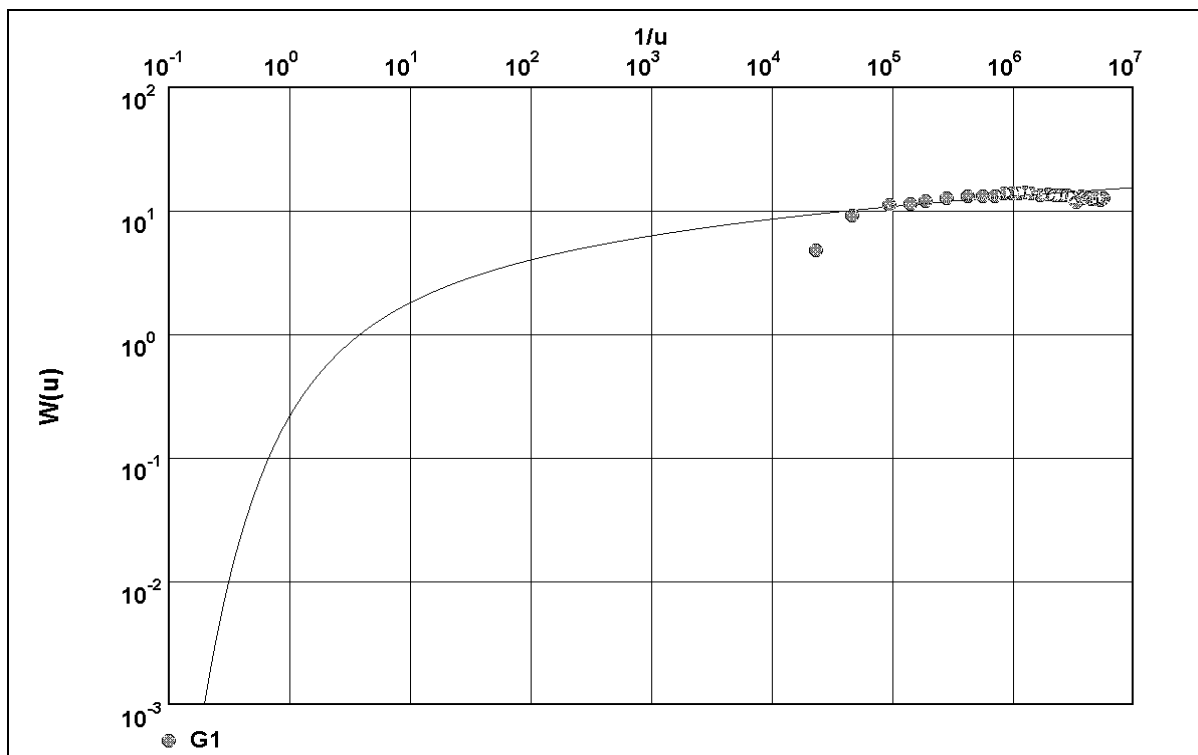
Σχήμα 4 Διάγραμμα επαναφοράς στάθμης στη γεώτρηση Γ1



Σχήμα 5 Διάγραμμα πτώσης στάθμης με το χρόνο στη γεώτρηση Γ1



Σχήμα 6 Διάγραμμα Jacob στη γεώτρηση Γ1



Σχήμα 7 Διάγραμμα Theis στη γεώτρηση Γ1

### Ποιότητα νερού

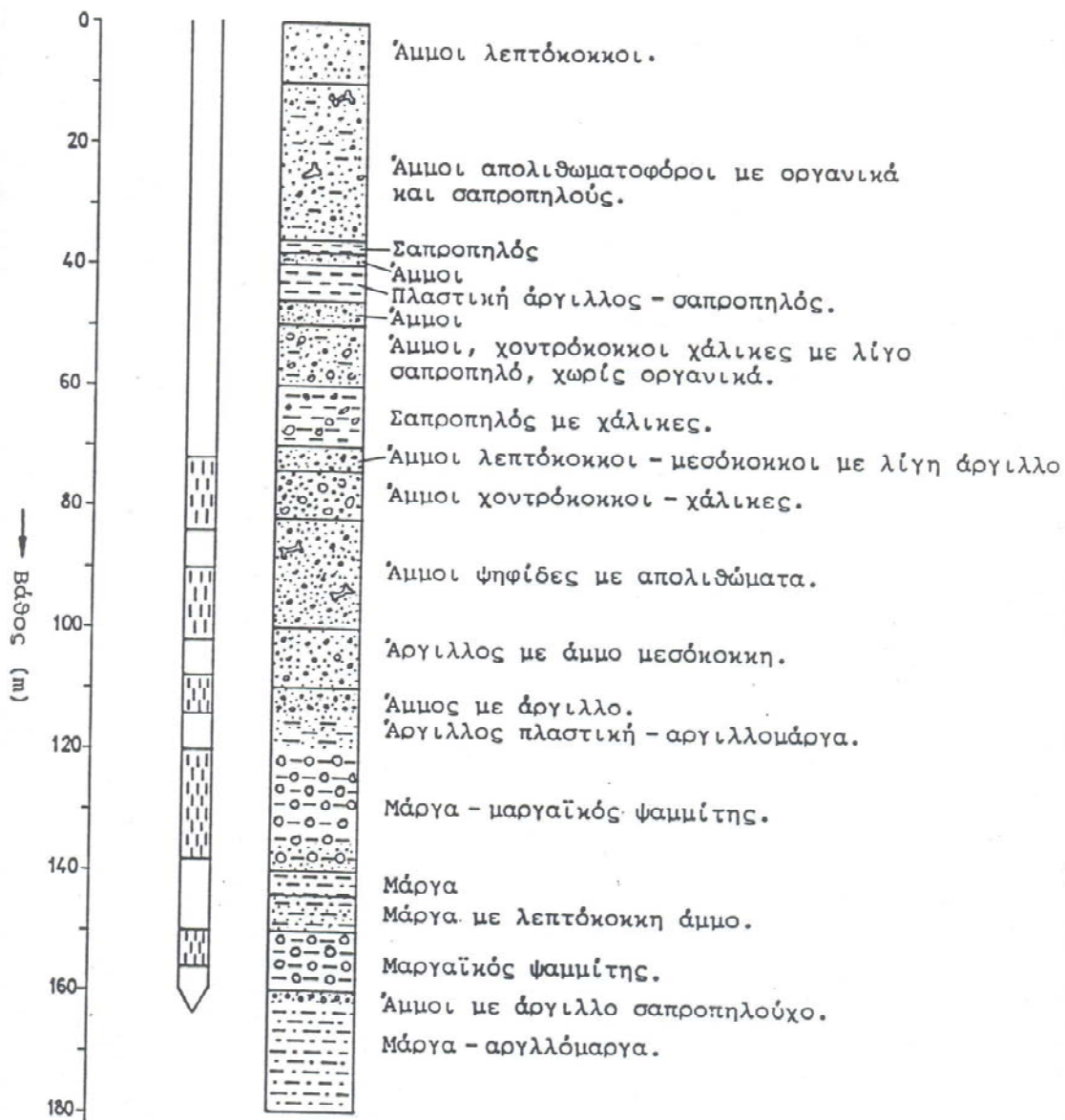
Η ανάλυση δειγμάτων νερού, που έγινε κατά την έρευνα αξιοποίησης των υδροφόρων στρωμάτων της πεδινής περιοχής ενδιαφέροντος Ο.Υ.Θ. , με υπεύθυνο των Γεώργιο Σούλιο, έδειξε ότι το νερό της γεώτρησης Γ1 είναι γενικά καλό. Έχει ηλεκτρική αγωγιμότητα 840  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , χλωριούχα μόλις 36  $\text{mgr}/\text{lit}$ , αλλά έχει υψηλή θολότητα (λόγω του ότι δεν «καθάρισε» η γεώτρηση και χρειάζεται πολλές μέρες άντλησης ακόμη). Όμως όταν το νερό αφέθηκε επί πολλές ώρες σε ηρεμία, άφησε ίζημα, «κατακάθι», το οποίο είχε μεγάλη ποσότητα σιδήρου (2,96  $\text{mgr}/\text{lit}$ ) ενώ το νερό είχε μόλις 0,30  $\text{mgr}/\text{lit}$ . Κάτι αντίστοιχο συμβαίνει και με το μαγγάνιο. Αυτό σημαίνει ότι αν η γεώτρηση αντληθεί πολλές μέρες (10 έως 30) πιθανότατα θα «καθαρίσει» και θα έχουμε αποδεκτή ποιότητα.

Επομένως, κατά πάσα πιθανότητα και με βάση και άλλες πληροφορίες, θεωρούμε ότι είναι δυνατό να αξιοποιηθούν τα βαθειά υδροφόρα στρώματα στην περιοχή της ελεούσας με απομόνωση των ανωτέρων (80-120 m). Τα παραπάνω επιβεβαιώνουν τη διαπίστωση που είχε κάνει ο τότε Ο.Υ.Θ. (Δ. Δρόσος) το 1997, ένα χρόνο πριν εκτελεστεί η παραπάνω γεώτρηση.

## ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ2:

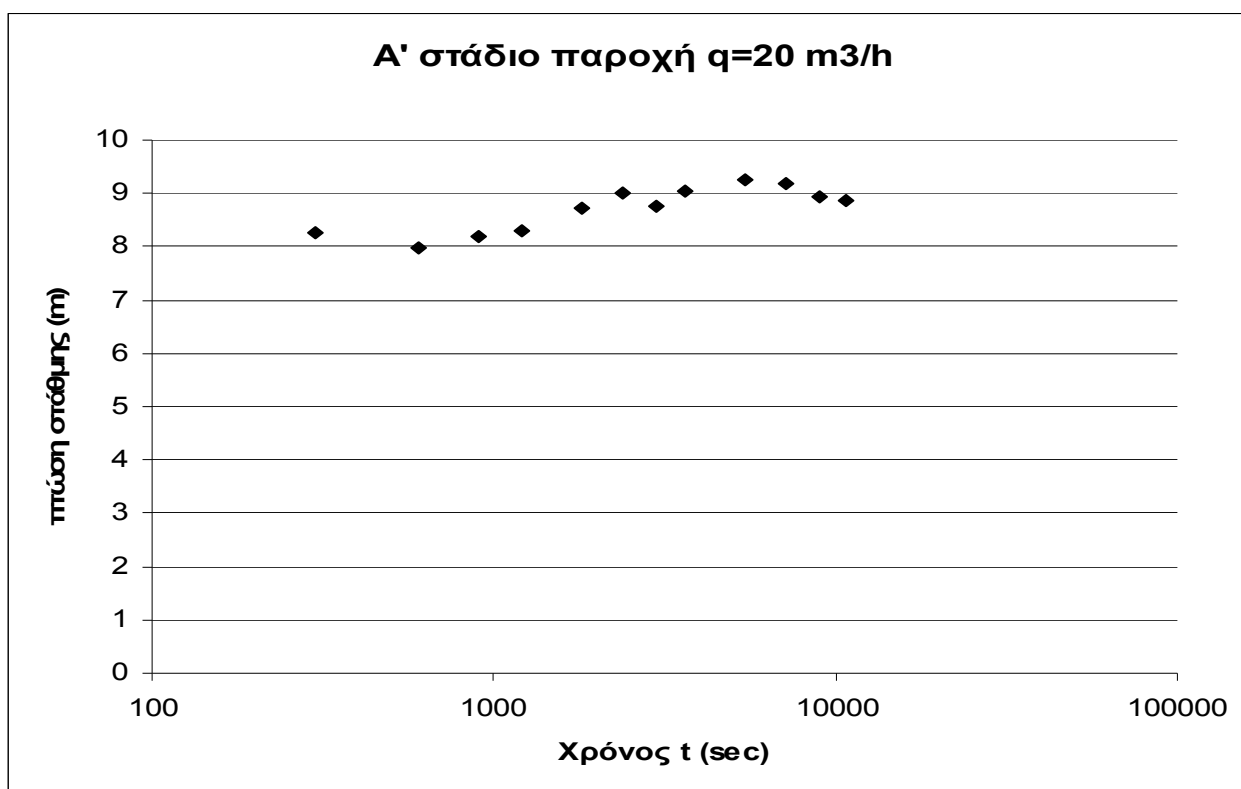
Η γεώτρηση αυτή έγινε στο χωριό Παρθένι και σε μικρή απόσταση από αυτό. Το βάθος της γεώτρησης αυτής φτάνει τα 170 m και η σωλήνωση της ήταν μέχρι τα 162 m. Από την προάντληση προέκυψε ότι η παροχή της γεώτρησης είναι μέτρια έως ικανοποιητική. Έτσι έγιναν κατά στάδια αντλήσεις με διαδοχικές παροχές 20 m<sup>3</sup>/h, 35 m<sup>3</sup>/h και 45 m<sup>3</sup>/h και συνεχώς 24ωρη άντληση με παροχές 40 m<sup>3</sup>/h.

Γεωλογική τομή και τομή σωλήνωσης της γεώτρησης Γ2.

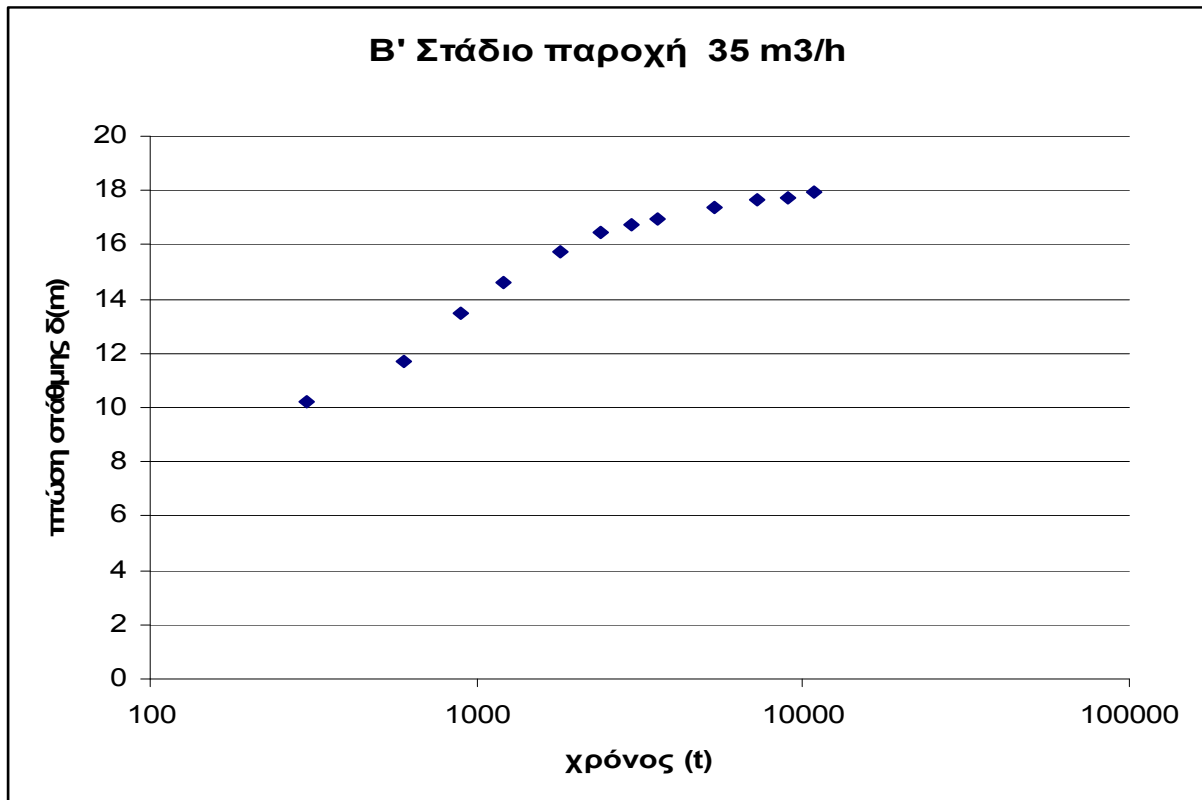


Πίνακας 4: Αντλητικά δεδομένα γεώτρησης Γ2

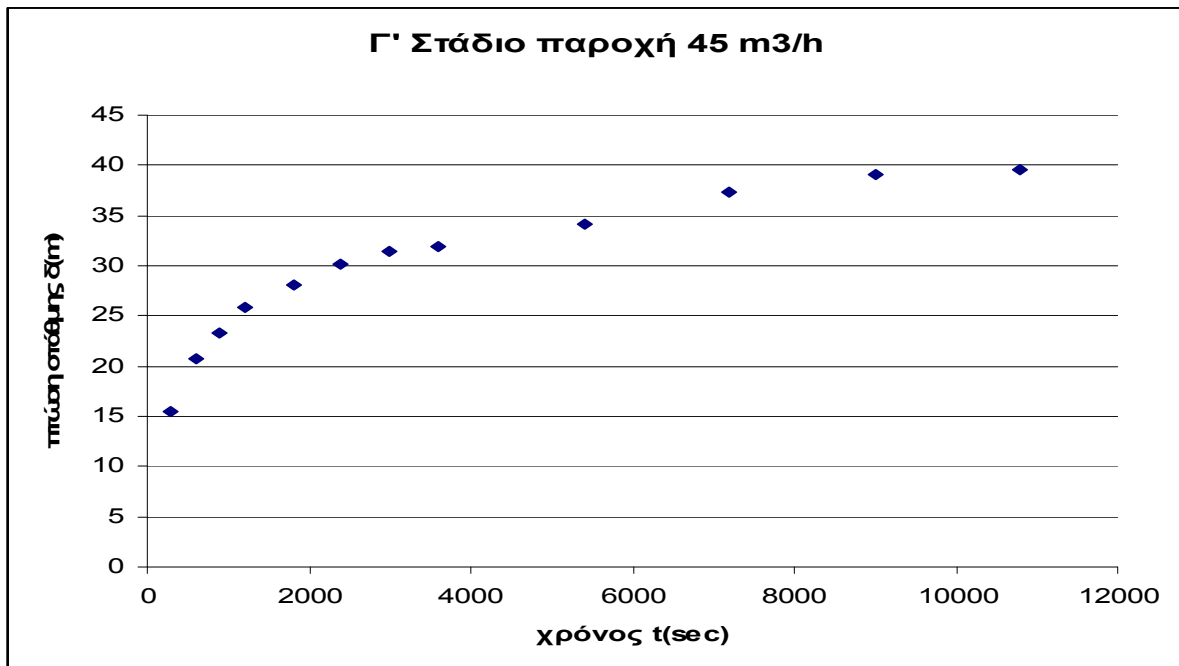
α) πτώση στάθμης Γ2						
	Α' Στάδιο 20 m <sup>3</sup> /h		Β' Στάδιο 35 m <sup>3</sup> /h		Γ' Στάδιο 45 m <sup>3</sup> /h	
χρόνος άντλησης t (sec)	Δυναμική στάθμη (m)	πτώση στάθμης (m)	Δυναμική στάθμη (m)	πτώση στάθμης (m)	Δυναμική στάθμη (m)	πτώση στάθμης (m)
0	14,13		14,14		14,16	
300	22,41	8,28	24,35	10,21	29,67	15,51
600	22,11	7,98	25,81	11,67	34,89	20,73
900	22,33	8,2	27,65	13,51	37,4	23,24
1200	22,44	8,31	28,73	14,59	40,05	25,89
1800	22,85	8,72	29,88	15,74	42,32	28,16
2400	23,14	9,01	30,57	16,43	44,27	30,11
3000	22,9	8,77	30,86	16,72	45,52	31,36
3600	23,19	9,06	31,08	16,94	46,08	31,92
5400	23,37	9,24	31,54	17,4	48,37	34,21
7200	23,32	9,19	31,78	17,64	51,5	37,34
9000	23,07	8,94	31,89	17,75	53,2	39,04
10800	23	8,87	32,1	17,96	53,79	39,63



Σχήμα 8 Διάγραμμα πτώσης στάθμης στο Α στάδιο άντλησης με  $q = 30 \text{ m}^3/\text{h}$  στη γεώτρηση Γ2



Σχήμα 9 Διάγραμμα πτώσης στάθμης στο Β στάδιο άντλησης με  $q = 35 \text{ m}^3/\text{h}$  στη γεώτρηση Γ2

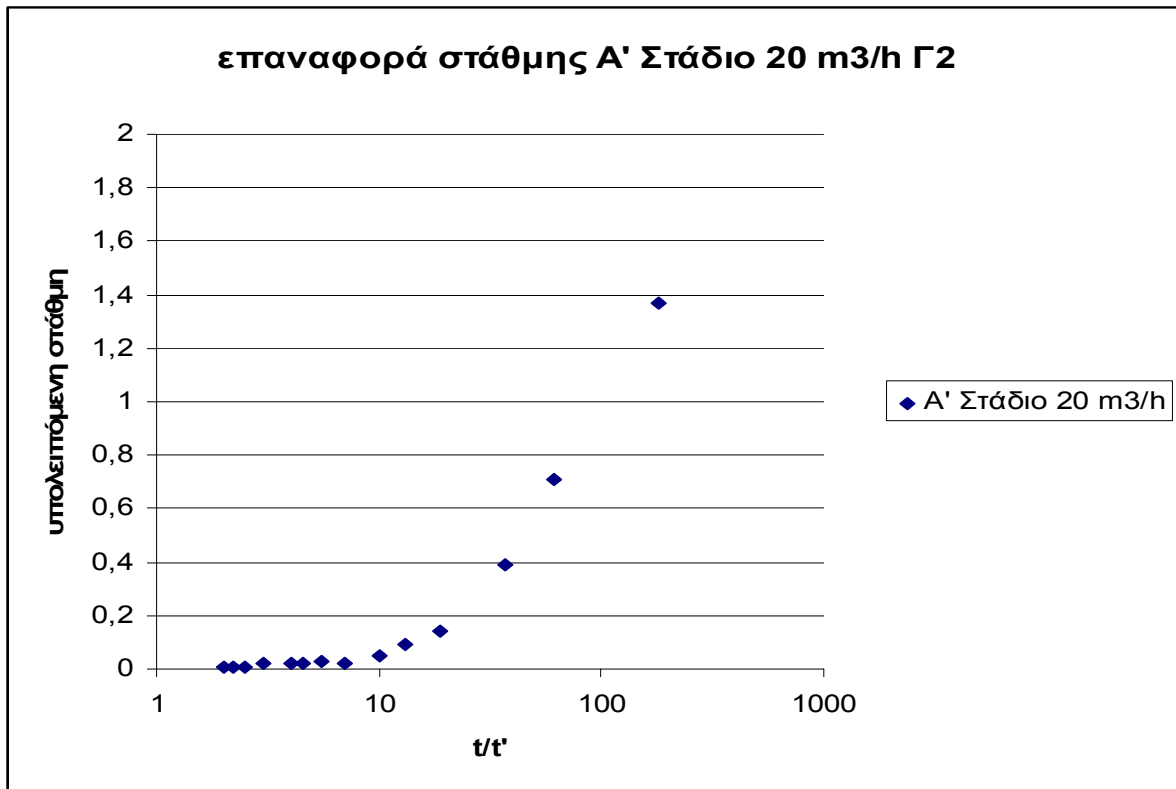


Σχήμα 10 Διάγραμμα πτώσης στάθμης στο Γ στάδιο άντλησης με  $q = 45 \text{ m}^3/\text{h}$  στη γεώτρηση Γ2

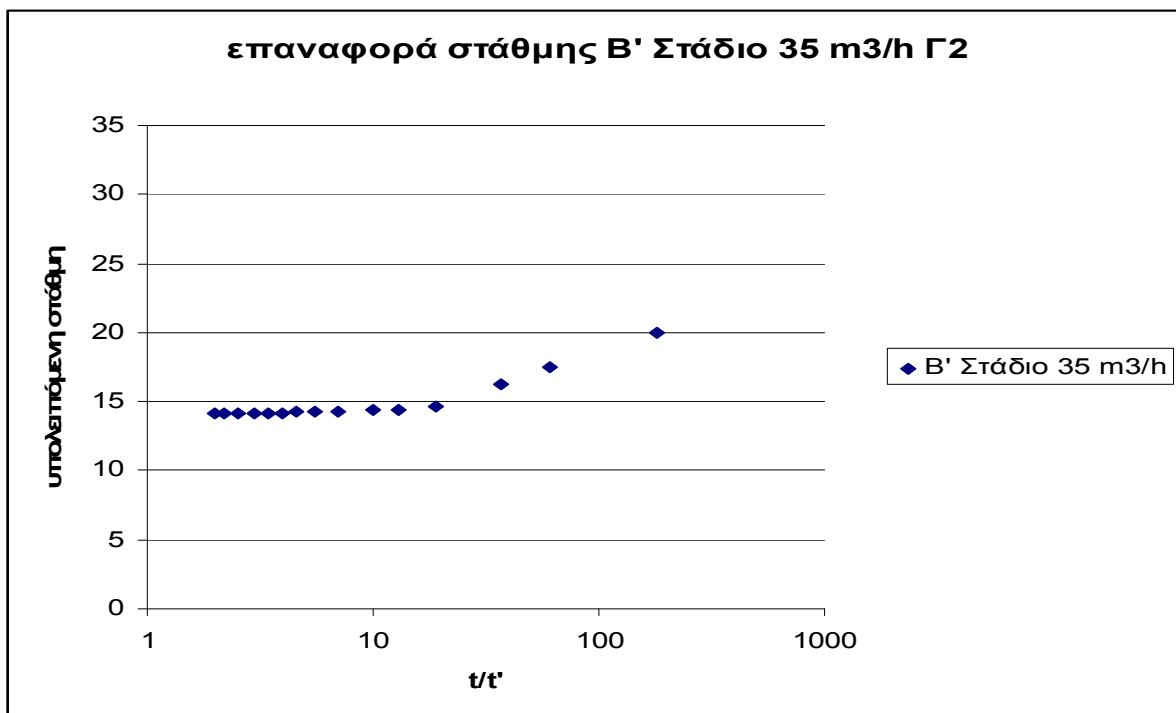


Πίνακας 5: Δεδομένα επαναφοράς της στάθμης στη γεώτρηση Γ2

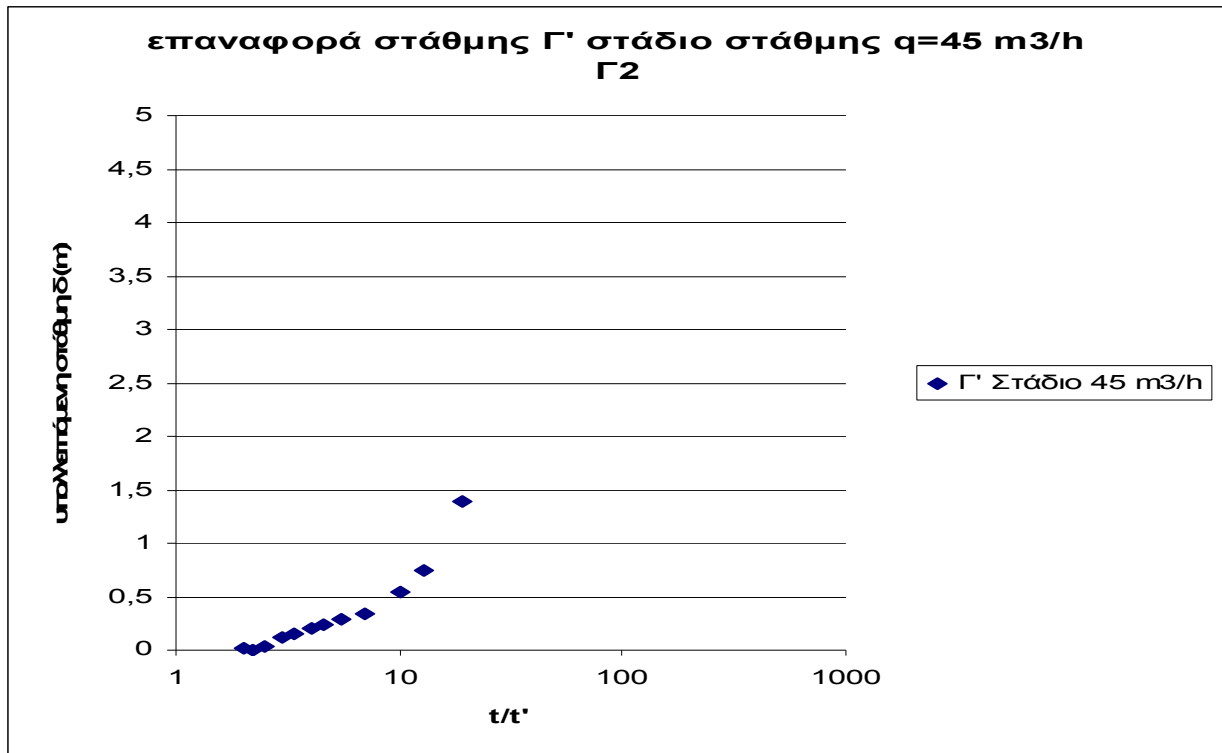
β) επαναφορά στάθμης						
	Α' Στάδιο 20 m <sup>3</sup> /h		Β' Στάδιο 35 m <sup>3</sup> /h		Γ' Στάδιο 45 m <sup>3</sup> /h	
t/t'	Δυναμική στάθμη	υπολειπόμενη πτώση στάθμης δ (m)	Δυναμική στάθμη	υπολειπόμενη πτώση στάθμης δ (m)	Δυναμική στάθμη	υπολειπόμενη πτώση στάθμης δ (m)
	23	8,87	32,1	32,1	53,79	39,62
181	15,5	1,37	20,04	20,04	41,58	27,41
61	14,84	0,71	17,46	17,46	31	16,83
37	14,52	0,39	16,22	16,22	20,35	6,18
19	14,27	0,14	14,63	14,63	15,56	1,39
13	14,22	0,09	14,41	14,41	17,91	0,74
10	14,18	0,05	14,35	14,35	14,71	0,54
7	14,15	0,02	14,27	14,27	14,51	0,34
5,5	14,16	0,03	14,24	14,24	14,46	0,29
4,6	14,15	0,02	14,22	14,22	14,4	0,23
4	14,15	0,02	14,18	14,18	14,37	0,2
3,4			14,17	14,17	14,33	0,16
3	14,15	0,02	14,17	14,17	14,29	0,12
2,5	14,14	0,01	14,17	14,17	14,21	0,04
2,2	14,14	0,01	14,16	14,16	14,17	0
2	14,14	0,01	14,16	14,16	14,15	0,02



Σχήμα 11 Διάγραμμα επιαναφοράς στάθμης στο Α στάδιο άντλησης με  $q = 20 \text{ m}^3/\text{h}$  στη γεώτρηση Γ2



Σχήμα 12 Διάγραμμα επιαναφοράς στάθμης στο Β στάδιο άντλησης με  $q = 35 \text{ m}^3/\text{h}$  στη γεώτρηση Γ2



Σχήμα 13 Διάγραμμα επαναφοράς στάθμης στο Γ στάδιο άντλησης με  $q = 45 \text{ m}^3/\text{h}$  στη γεώτρηση Γ2

Από τα παραπάνω διαγράμματα, προκύπτει ότι δεν καλλιεργήθηκε πλήρως η γεώτρηση Γ2 και προκύπτουν τα εξής στοιχεία:

$k = 10^{-5} \times 10^6 \text{ m/sec}$ ,  $T = 5 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{sec}$ . Η παροχή εκμετάλλευσης περίπου  $50\text{-}60 \text{ m}^3/\text{h}$ , ενώ αν κατασκευασθεί γεώτρηση με μεγαλύτερη διάμετρο, η παροχή θα είναι τουλάχιστον  $80 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Ενώ από την εφαρμογή των προτύπων Jacob και Theis στην 24ωρη άντληση με σταθερή παροχή  $q = 40 \text{ m}^3/\text{h}$ , για το πρότυπο του Jacob προκύπτουν οι τιμές  $T = 3 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$  και  $S = 3,7 \times 10^{-2}$ , ενώ για το πρότυπο του Theis προκύπτουν οι τιμές  $T = 3,5 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$  και  $S = 8,25 \times 10^{-3}$ .

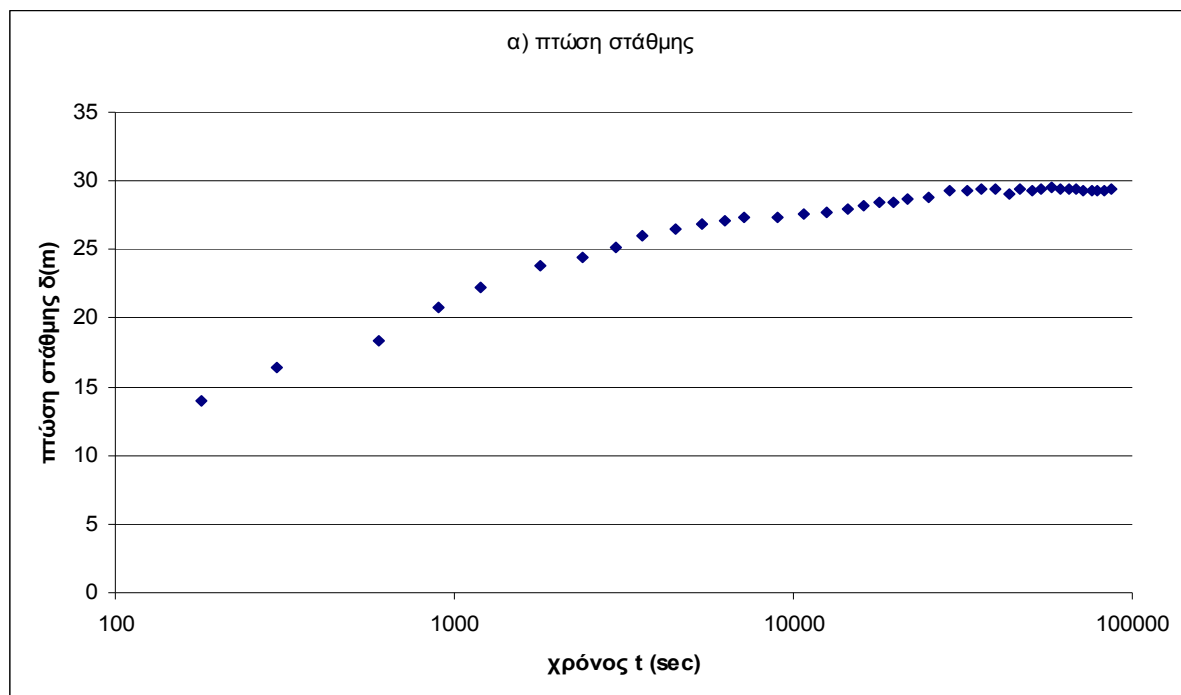
Πίνακας 6: Αντλητικά δεδομένα της 24ωρης άντλησης με σταθερή παροχή  $q = 40 \text{ m}^3/\text{h}$  της γεώτρησης Γ2

δοκιμαστική 24ωρη άντληση στη γεώτρηση Γ2 με σταθερή παροχή $q = 40 \text{ m}^3/\text{h}$				
α) πτώση στάθμης				
χρόνος άντλησης $t \text{ (h ,min)}$	χρόνος άντλησης $t$ (sec)	παροχή $q(\text{m}^3/\text{h})$	Δυναμική στάθμη	πτώση στάθμης
0			14,15	
3	180	40	28,17	14,02
5	300		30,56	16,41
10	600		32,49	18,34
15	900		34,93	20,78
20	1200		36,45	22,3
30	1800	40	37,91	23,76
40	2400		38,54	24,39
50	3000		39,33	25,18
1h00	3600		40,21	26,06
1h15	4500		40,66	26,51
1h30	5400	40	41,06	26,91
1h45	6300		41,3	27,15
2h00	7200		41,54	27,39
2h30	9000		41,48	27,33
3h00	10800	40	41,68	27,53
3h30	12600		41,84	27,69
4h00	14400		42,07	27,92
4h30	16200		42,34	28,19
5h00	18000		42,62	28,47
5h30	19800		42,54	28,39
6h00	21600	40	42,83	28,68
7h00	25200		42,95	28,8
8h00	28800		43,41	29,26
9h00	32400		43,48	29,33
10h00	36000		43,56	29,41
11h00	39600		43,57	29,42
12h00	43200	40	43,19	29,04
13h00	46800		43,55	29,4
14h00	50400		43,48	29,33
15h00	54000		43,51	29,36
16h00	57600		43,69	29,54
17h00	61200		43,5	29,35
18h00	64800	40	43,56	29,41
19h00	68400		43,51	29,36
20h00	72000		43,47	29,32
21h00	75600		43,44	29,29
22h00	79200		43,45	29,3
23h00	82800		43,48	29,33
24h00	86400	40	43,55	29,4

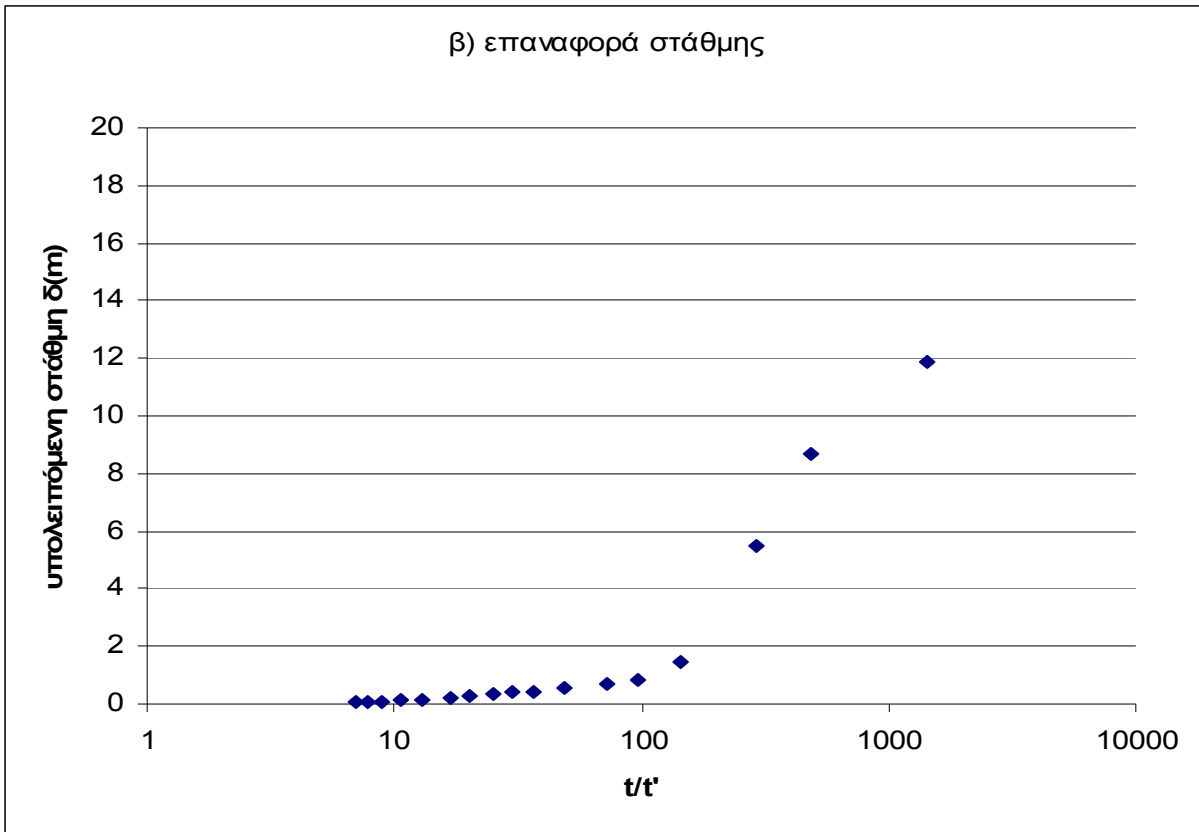
Πίνακας 7: Δεδομένα επαναφοράς της στάθμης στη γεώτρηση Γ2

β) επαναφορά στάθμης				
χρόνος από το πέρας της άντλησης t (h )	χρόνος από το πέρας της άντλησης t (sec)	t/t'	Δυναμική στάθμη	υπολειπόμενη πτώση στάθμης δ (m)
0			43,55	29,4
1	60	1441	26,05	11,9
3	180	481	22,8	8,65
5	300	289	19,65	5,5
10	600	145	15,58	1,43
15	900	97	15,01	0,86
20	1200	73	14,84	0,69
30	1800	49	14,68	0,53
40	2400	37	14,6	0,45
50	3000	29,8	14,55	0,4
1h00	3600	25	14,5	0,35
1h15	4500	20,2	14,45	0,3
1h30	5400	17	14,38	0,23
2h00	7200	13	14,31	0,16
2h30	9000	10,6	14,28	0,13
3h00	10800	9	14,25	0,1
3h30	12600	7,8	14,23	0,08
4h00	14400	7	14,21	0,06

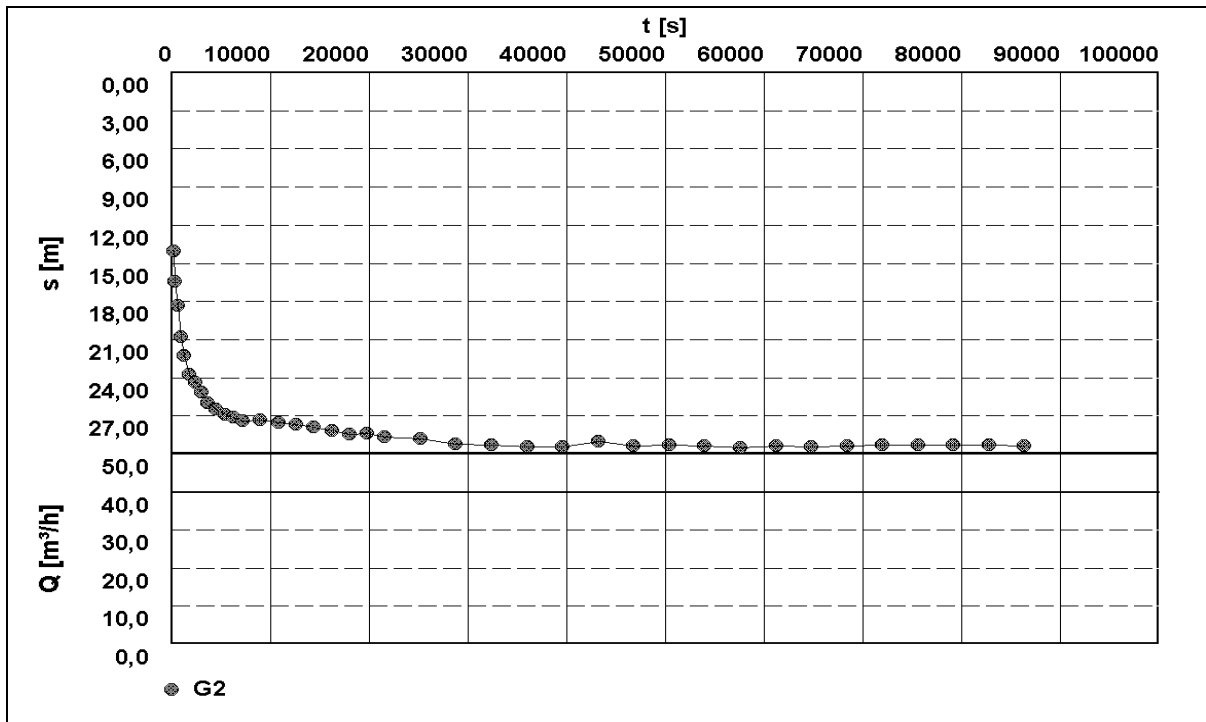
δοκιμαστική 24ωρη άντληση στη γεώτρηση Γ2 με σταθερή παροχή  $q = 40 \text{ m}^3/\text{h}$



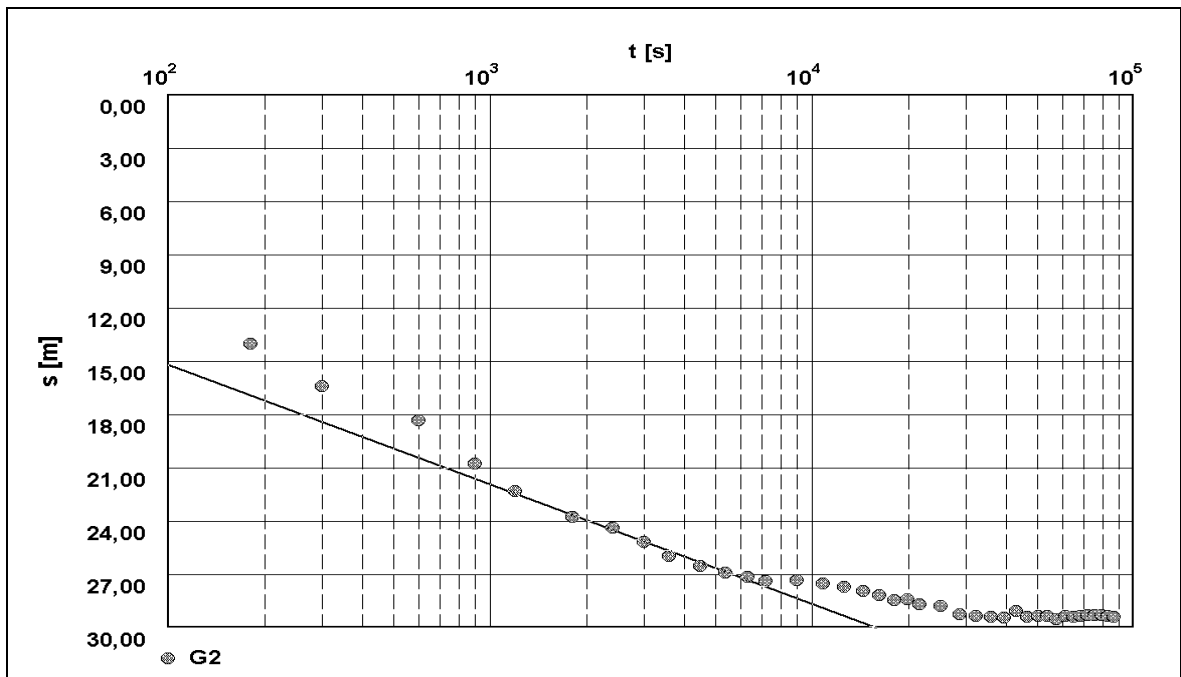
Σχήμα 14 Διάγραμμα πτώσης στάθμης στη γεώτρηση Γ2 κατά την δοκιμαστική 24ωρη άντληση με σταθερή παροχή  $q = 40 \text{ m}^3/\text{h}$



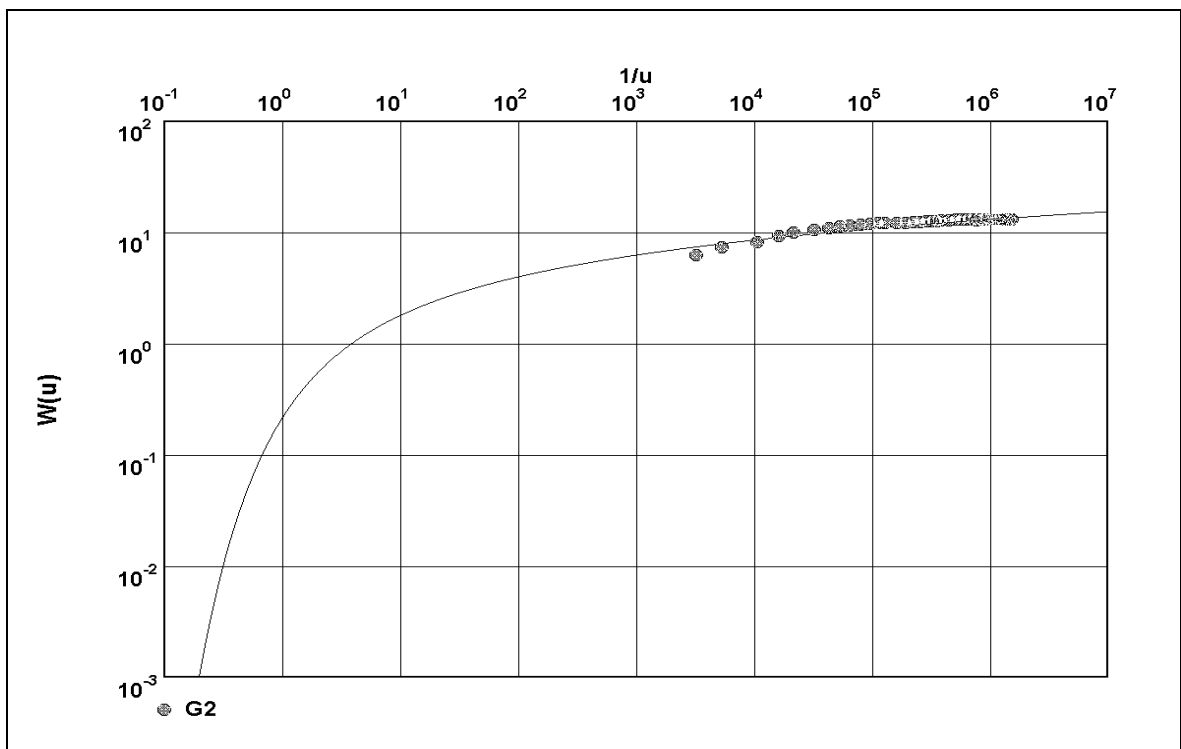
Σχήμα 15 Διάγραμμα επαναφοράς στάθμης στη γεώτρηση Γ2 κατά την δοκιμαστική 24ωρη άντληση με σταθερή παροχή  $q = 40 \text{ m}^3/\text{h}$



Σχήμα 16 Διάγραμμα πτώσης στάθμης με το χρόνο στη γεώτρηση Γ2



Σχήμα 17 Διάγραμμα Jacob στη γεώτρηση Γ2



Σχήμα 18 Διάγραμμα Theis στη γεώτρηση Γ2

### **Ποιότητα νερού**

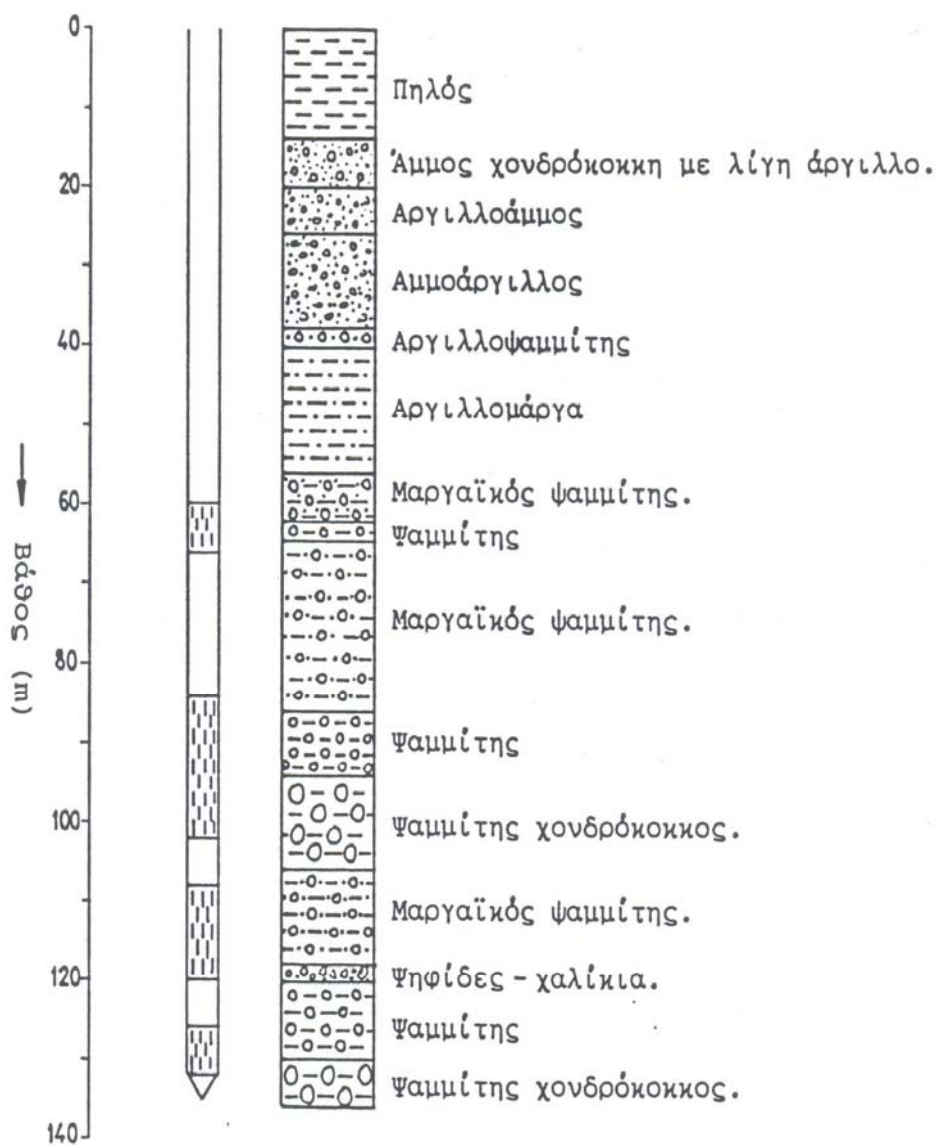
Η ανάλυση δειγμάτων νερού, που έγινε κατά την έρευνα αξιοποίησης των υδροφόρων στρωμάτων της πεδινής περιοχής ενδιαφέροντος Ο.Υ.Θ. , με υπεύθυνο των Γεώργιο Σούλιο, έδειξε ότι το νερό της γεώτρησης έχει μεγάλη ηλεκτρική αγωγιμότητα η οποία μάλιστα ενώ στην αρχή της άντλησης ήταν 1200-1400  $\mu\text{S}/\text{cm}$  αυξάνονταν συνεχώς και έφθασε στο τέλος της άντλησης στο 2200-2400  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Η περιεκτικότητα του σε χλωριούχα είναι υψηλή (500  $\text{mgr}/\text{lit}$  ). Η περιεκτικότητα σε ιόντα σιδήρου και μαγγανίου μειώνεται με την άντληση και φθάνει σε τιμές κάτω από τα ανώτατα επιτρεπτά όρια (π.χ. σίδηρος 0,198  $\text{mgr}/\text{lit}$  ,μαγγάνιο 0,046  $\text{mgr}/\text{lit}$ ). Υπάρχει όμως αυξημένη περιεκτικότητα σε ασβέστιο (178  $\text{mgr}/\text{lit}$  ) που όμως δεν αποτελεί απογορευτικό όριο. Το πρόβλημα στην προκειμένη περίπτωση είναι η υψηλή περιεκτικότητα σε χλωριούχα και η συνακόλουθη υψηλή τιμή ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Το νερό της γεώτρησης αυτής δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτοτελώς για ύδρευση. Μπορεί πιθανώς να αναμιχθεί με το άλλο νερό του υδραγωγείου και να χρησιμοποιηθεί.



### ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ3:

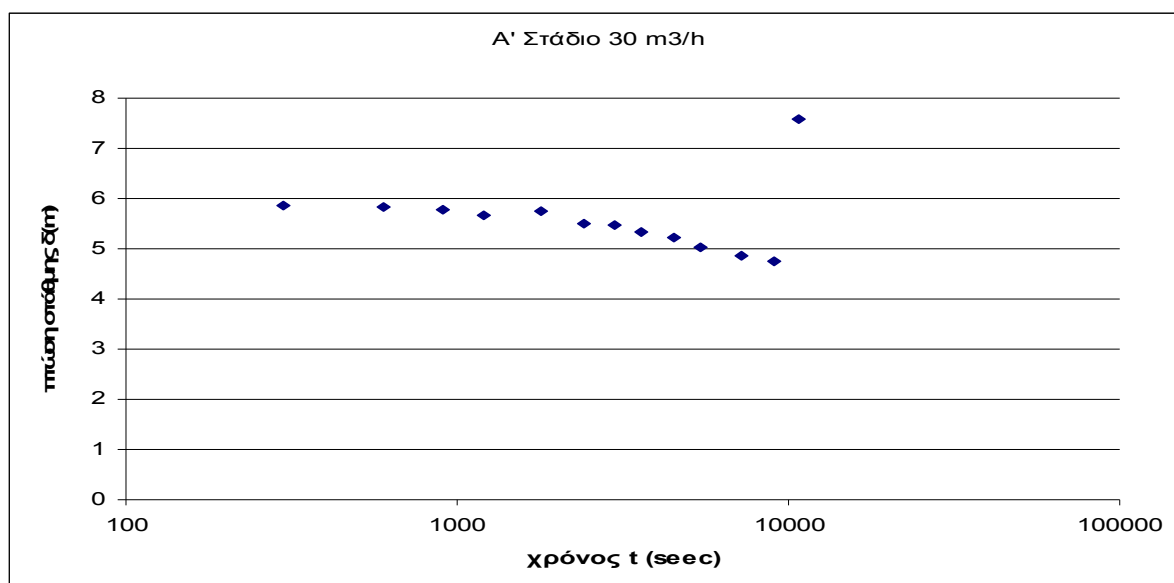
Έγινε νότια της Νέας Χαλκιδόνας. Η γεώτρηση αυτή έφτασε μέχρι το βάθος των 140 m και σωληνώθηκε μέχρι τα 138 m. Η προάντληση έδειξε ότι η γεώτρηση Γ3 έχει τεράστια παροχή. Η κατά στάδια άντληση έγινε με παροχές 30 m<sup>3</sup>/h, 50 m<sup>3</sup>/h και 90 m<sup>3</sup>/h. Η 24ωρη συνεχής άντληση έγινε με παροχή 80 m<sup>3</sup>/h.

Γεωλογική τομή και τομή σωλήνωσης της γεώτρησης Γ3.

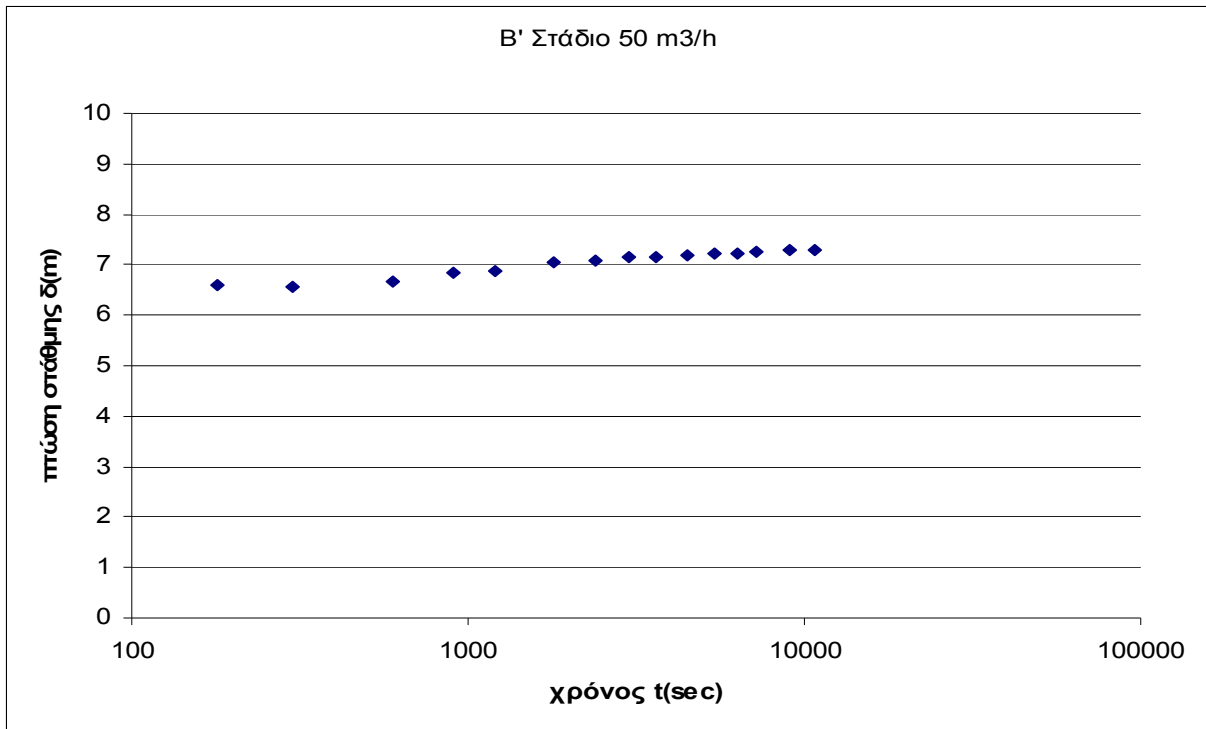


Πίνακας 8: Αντλητικά δεδομένα της γεώτρησης Γ3

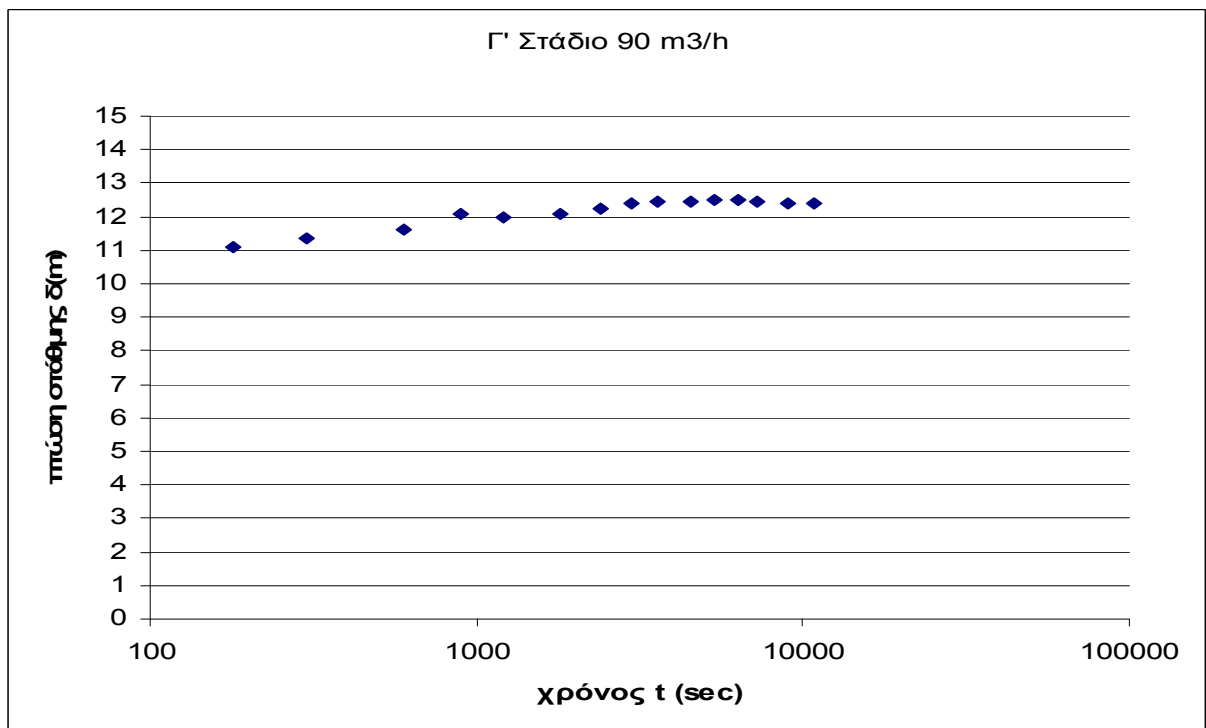
α) πτώση στάθμης						
	Α' Στάδιο 30 m <sup>3</sup> /h		Β' Στάδιο 50 m <sup>3</sup> /h		Γ' Στάδιο 90 m <sup>3</sup> /h	
χρόνος άντλησης t (sec)	Δυναμική στάθμη	πτώση στάθμης	Δυναμική στάθμη	πτώση στάθμης	Δυναμική στάθμη	πτώση στάθμης
0	25,39		21,87		21,9	
180			28,45	6,58	33,01	11,11
300	31,26	5,87	28,42	6,55	33,25	11,35
600	31,21	5,82	28,54	6,67	33,5	11,6
900	31,16	5,77	28,7	6,83	33,96	12,06
1200	31,07	5,68	28,75	6,88	33,88	11,98
1800	31,14	5,75	28,92	7,05	34	12,1
2400	30,9	5,51	28,97	7,1	34,15	12,25
3000	30,87	5,48	29,02	7,15	34,28	12,38
3600	30,73	5,34	29,03	7,16	34,33	12,43
4500	30,61	5,22	29,06	7,19	34,35	12,45
5400	30,41	5,02	29,1	7,23	34,41	12,51
6300			29,08	7,21	34,4	12,5
7200	30,26	4,87	29,11	7,24	34,37	12,47
9000	30,14	4,75	29,15	7,28	34,32	12,42



Σχήμα 19 Διάγραμμα πτώσης στάθμης στο Α στάδιο άντλησης με  $q = 30 \text{ m}^3/\text{h}$  στη γεώτρηση Γ3



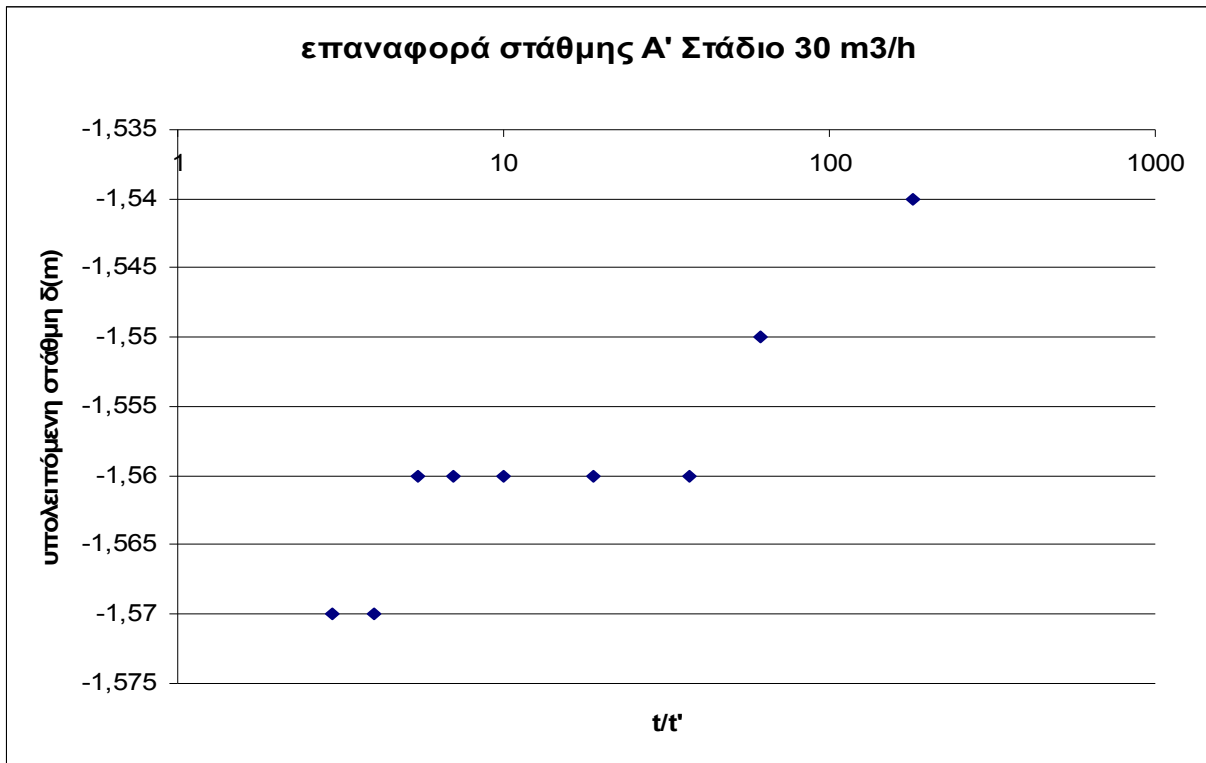
Σχήμα 20 Διάγραμμα πτώσης στάθμης στο Β στάδιο άντλησης με  $q = 50 \text{ m}^3/\text{h}$  στη γεώτρηση Γ3



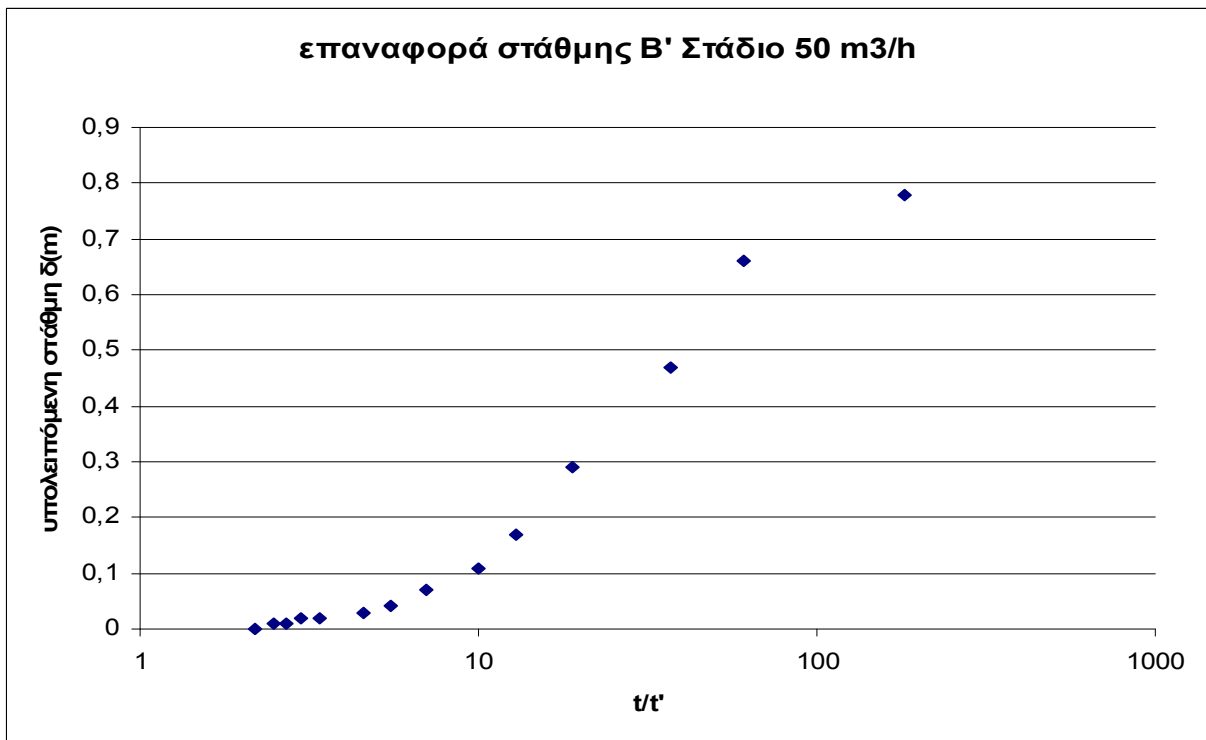
Σχήμα 21 Διάγραμμα πτώσης στάθμης στο Γ στάδιο άντλησης με  $q = 90 \text{ m}^3/\text{h}$  στη γεώτρηση Γ3

Πίνακας 9: Δεδομένα επαναφοράς της στάθμης στη γεώτρηση Γ3

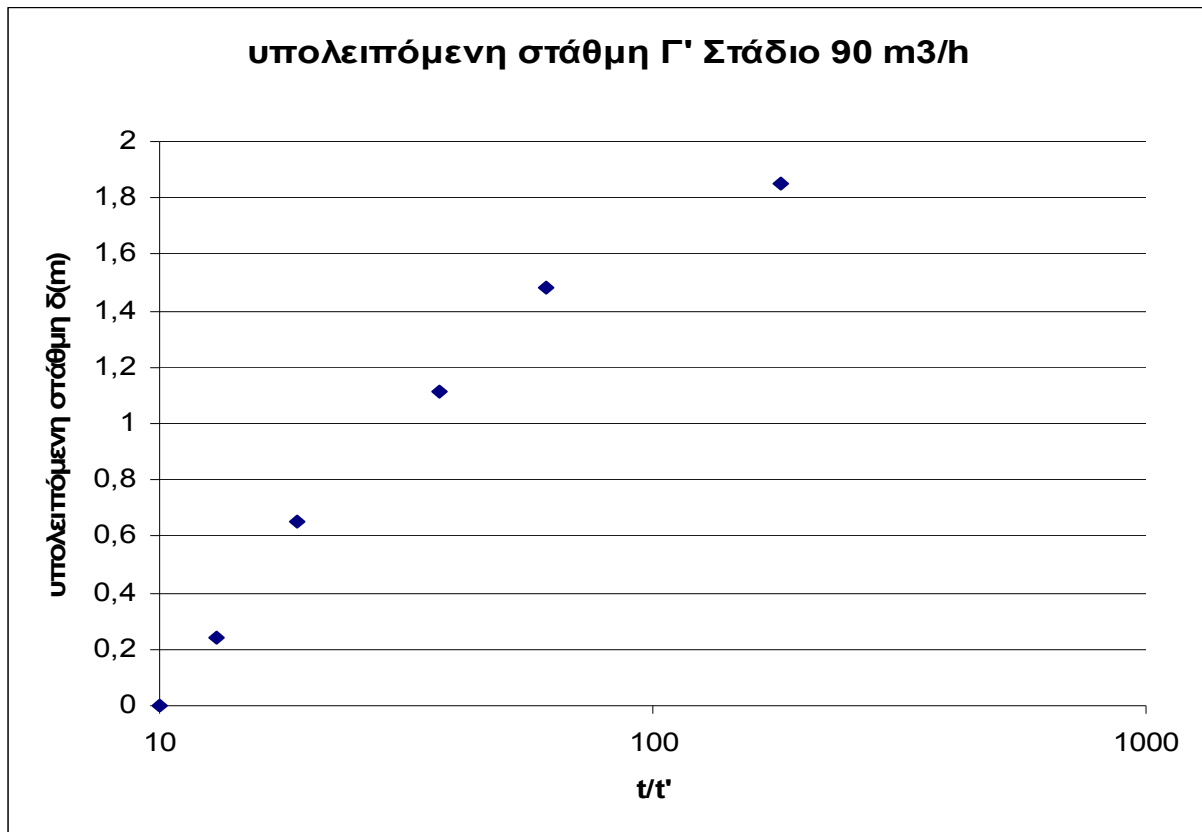
β) επαναφορά στάθμης						
	Α' Στάδιο 30 m <sup>3</sup> /h		Β' Στάδιο 50 m <sup>3</sup> /h		Γ' Στάδιο 90 m <sup>3</sup> /h	
t/t'	Δυναμική στάθμη	υπολειπόμενη πτώση στάθμης δ (m)	Δυναμική στάθμη	υπολειπόμενη πτώση στάθμης δ (m)	Δυναμική στάθμη	υπολειπόμενη πτώση στάθμης δ (m)
	29,96					
181	23,85	-1,54			23,75	1,85
61	23,84	-1,55	22,65	0,78	23,38	1,48
37	23,83	-1,56	22,53	0,66	23,01	1,11
19	23,83	-1,56	22,34	0,47	22,55	0,65
13			22,16	0,29	22,14	0,24
10	23,83	-1,56	22,04	0,17	21,9	0
7	23,83	-1,56	21,98	0,11	21,75	-0,15
5,5	23,83	-1,56	21,94	0,07	21,42	-0,48
4,6			21,91	0,04	21,33	-0,57
4	23,82	-1,57	21,9	0,03	21,28	-0,62
3,4					21,23	-0,67
3	23,82	-1,57	21,89	0,02	21,19	-0,71
2,7			21,89	0,02		
2,5			21,88	0,01	21,14	-0,76
2,2			21,88	0,01		
2			21,87	0	21,12	-0,78



Σχήμα 22 Διάγραμμα επαναφοράς στάθμης στο Α στάδιο άντλησης με  $q = 30 \text{ m}^3/\text{h}$  στη γεώτρηση Γ3



Σχήμα 23 Διάγραμμα επαναφοράς στάθμης στο Β στάδιο άντλησης με  $q = 50 \text{ m}^3/\text{h}$  στη γεώτρηση Γ3



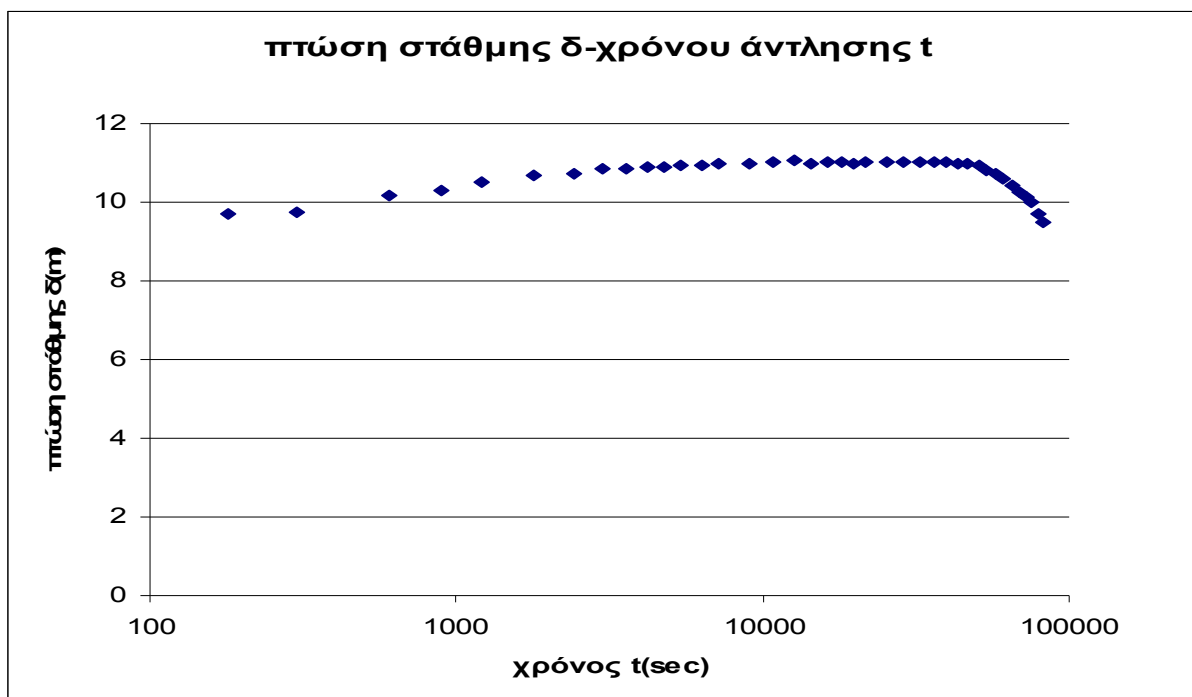
Σχήμα 24 Διάγραμμα επαναφοράς στάθμης στο Γ στάδιο άντλησης με  $q = 90 \text{ m}^3/\text{h}$  στη γεώτρηση Γ3

Πίνακας 10: Αντλητικά δεδομένα της 24ωρης άντλησης με σταθερή παροχή  $q = 80 \text{ m}^3/\text{h}$  της γεώτρησης Γ3

<b>δοκιμαστική 24ωρη άντληση στη γεωτρηση Γ3 με σταθερή παροχή <math>q = 80 \text{ m}^3/\text{h}</math></b>				
<b>α) πτώση στάθμης</b>				
<b>χρόνος άντλησης t (h ,min)</b>	<b>χρόνος άντλησης t (sec)</b>	<b>παροχή q(m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Δυναμική στάθμη</b>	<b>πτώση στάθμης</b>
0			20,15	
1	60		29,21	9,06
3	180		28,86	8,71
5	300	80	29,86	9,71
10	600		29,88	9,73
15	900		30,34	10,19
20	1200		30,44	10,29
30	1800	80	30,67	10,52
40	2400		30,84	10,69
50	3000		30,87	10,72
1h00	3600	80	30,98	10,83
1h10	4200		31	10,85
1h20	4800		31,05	10,9
1h30	5400		31,06	10,91
1h45	6300		31,09	10,94
2h00	7200	80	31,1	10,95
2h30	9000		31,14	10,99
3h00	10800		31,11	10,96
3h30	12600		31,17	11,02
4h00	14400		31,21	11,06
4h30	16200		31,15	11
5h00	18000	80	31,17	11,02
5h30	19800		31,16	11,01
6h00	21600	80	31,11	10,96
7h00	25200		31,19	11,04
8h00	28800		31,18	11,03
9h00	32400		31,19	11,04
10h00	36000		31,17	11,02
11h00	39600		31,18	11,03
12h00	43200	80	31,17	11,02
13h00	46800		31,15	11
14h00	50400		31,11	10,96
15h00	54000		31,07	10,92
16h00	57600		30,94	10,79
17h00	61200		30,89	10,74
18h00	64800	80	30,74	10,59
19h00	68400		30,57	10,42
20h00	72000		30,4	10,25
21h00	75600		30,28	10,13
22h00	79200		30,13	9,98
23h00	82800		29,86	9,71
24h00	86400	80	29,62	9,47

Πίνακας 11: Δεδομένα επαναφοράς της στάθμης στη γεώτρηση Γ3

β) επαναφορά στάθμης			
χρόνος από το πέρας της άντλησης t (sec)	t/t'	Δυναμική στάθμη	υπολειπόμενη πτώση στάθμης δ (m)
		29,62	9,47
60	2,2	21,25	0,2
180	2,5	20,9	1
300	3,5	20,73	2
600	4,5	20,42	4
900	4,9	20,22	4,1
1200	6,1	20,11	6
1800	7	19,94	7,4
2400	8	19,83	9
3000	10	19,75	10,1
3600	13	19,69	11,5
4200	15	19,64	12
4800	18	19,59	12,8
5400	20	19,57	14
6300	21	19,51	15
7200	41	19,47	16
9000	65	19,39	17
10800	85	19,35	17,8
12600	140	19,32	18
14400	270	19,3	19

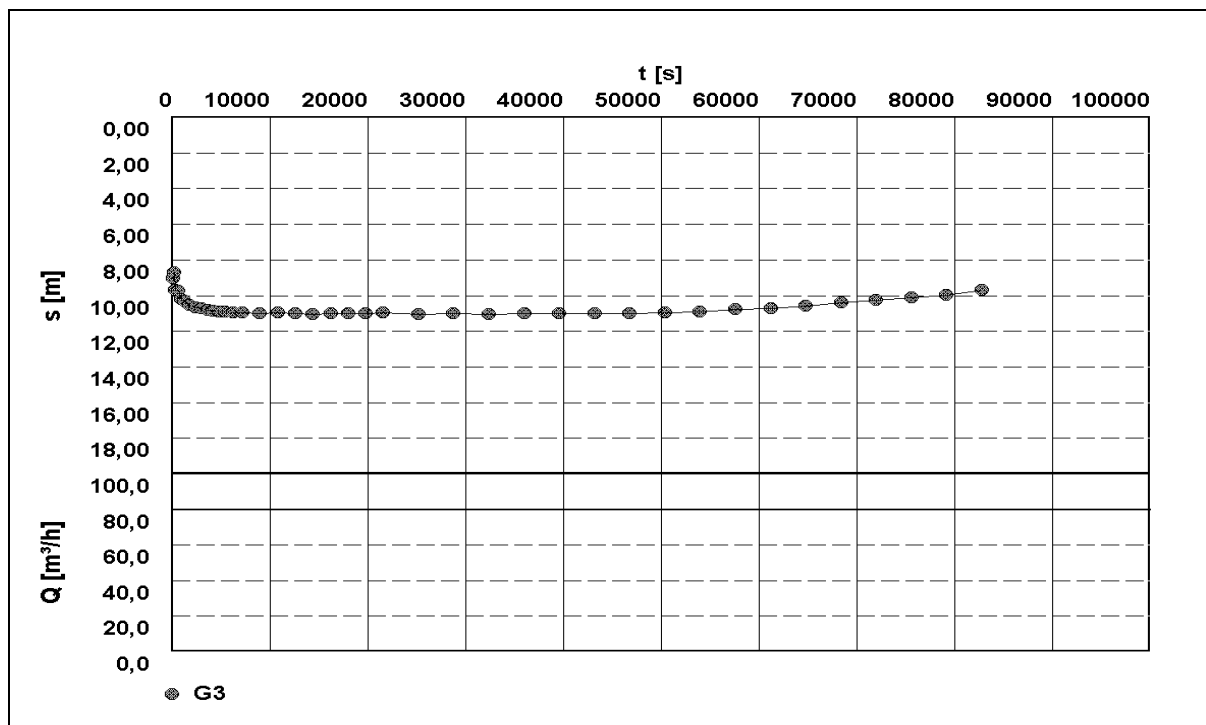


Σχήμα 25 Διάγραμμα πτώσης στάθμης – χρόνου t κατά την 24ωρη άντληση με  $q = 80 \text{ m}^3/\text{h}$  στη γεώτρηση Γ3

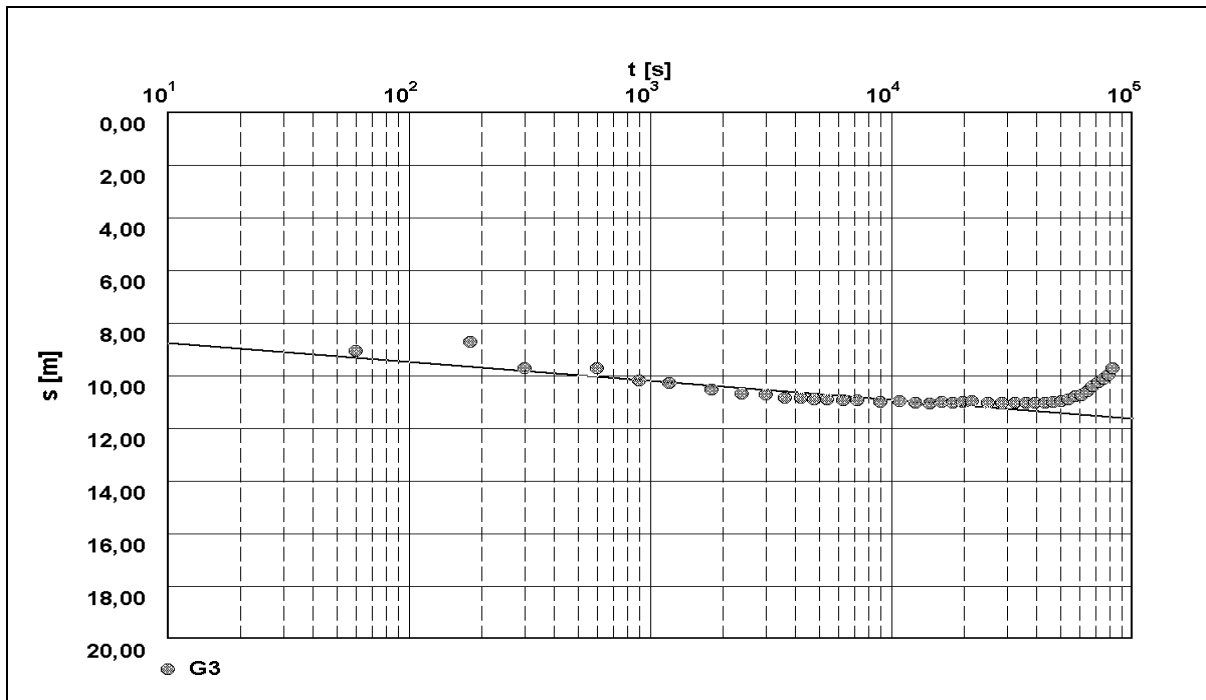




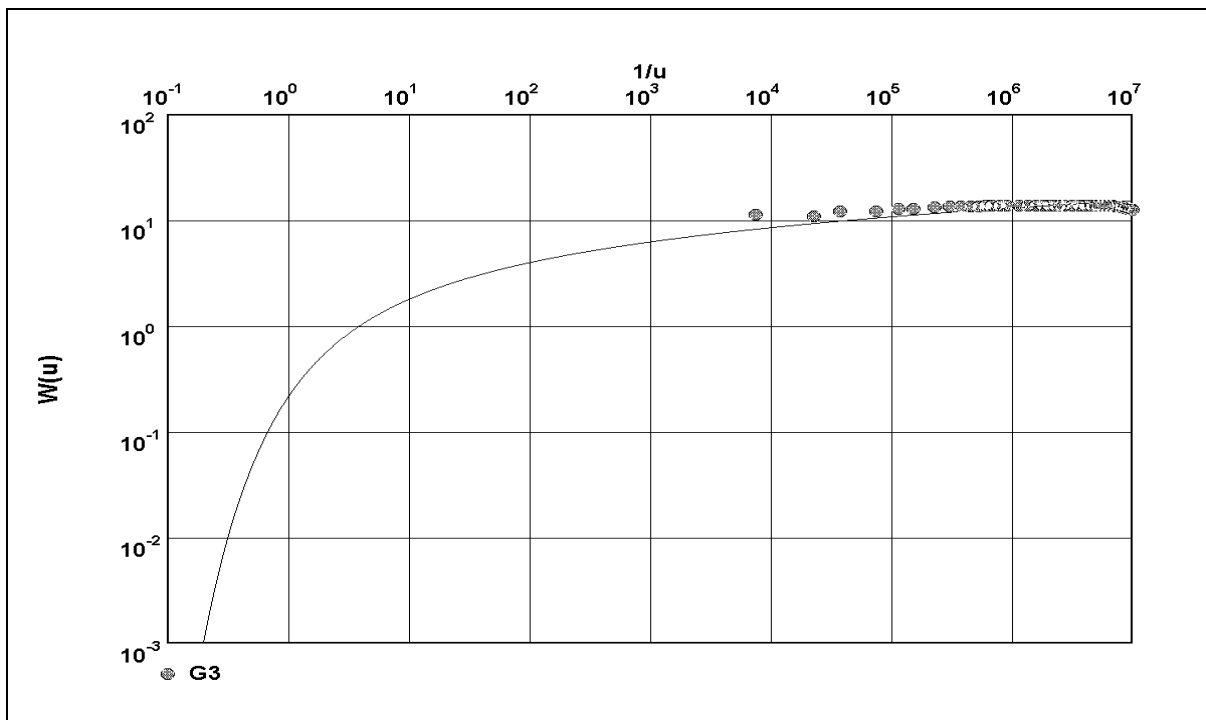
Σχήμα 26 Διάγραμμα επαναφοράς στάθμης κατά την 24ωρη άντληση με  $q = 80 \text{ m}^3/\text{h}$  στη γεώτρηση Γ3



Σχήμα 27 Διάγραμμα πτώσης στάθμης με το χρόνο στη γεώτρηση Γ3



Σχήμα 28 Διάγραμμα Jacob στη γεώτρηση Γ3



Σχήμα 29 Διάγραμμα Theis στη γεώτρηση Γ3

Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτουν τα εξής :

Οι υδραυλικές παράμετροι φαίνεται ότι είναι:  $T = 5 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sec}$ ,  $k = 2 \times 10^{-4} \text{ m/sec}$ , εκμεταλλεύσιμη παροχή πολύ πάνω από  $120 \text{ m}^3/\text{h}$  πιθανότατα πάνω από  $150 \text{ m}^3/\text{h}$  και αυτό γιατί η καμπύλη παροχής –πτώσης στάθμης είναι κοίλη αντί για κυρτή λόγω καλλιέργειας και ακόμη το αντλητικό συγκρότημα δεν μας επέτρεπε άντληση με παροχή πάνω από  $120 \text{ m}^3/\text{h}$ , ενώ το υδροφόρο σαφώς μπορούσε πιθανότατα να δώσει πάνω από  $200 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Ενώ από την εφαρμογή των προτύπων Jacob και Theis στην 24ωρη άντληση με σταθερή παροχή  $q = 80 \text{ m}^3/\text{h}$ , για το πρότυπο του Jacob προκύπτουν οι τιμές  $T = 5,6 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  και  $S = 10^{-3}$ , ενώ για το πρότυπο του Theis προκύπτουν οι τιμές  $T = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  και  $S = 6,3 \times 10^{-3}$ .

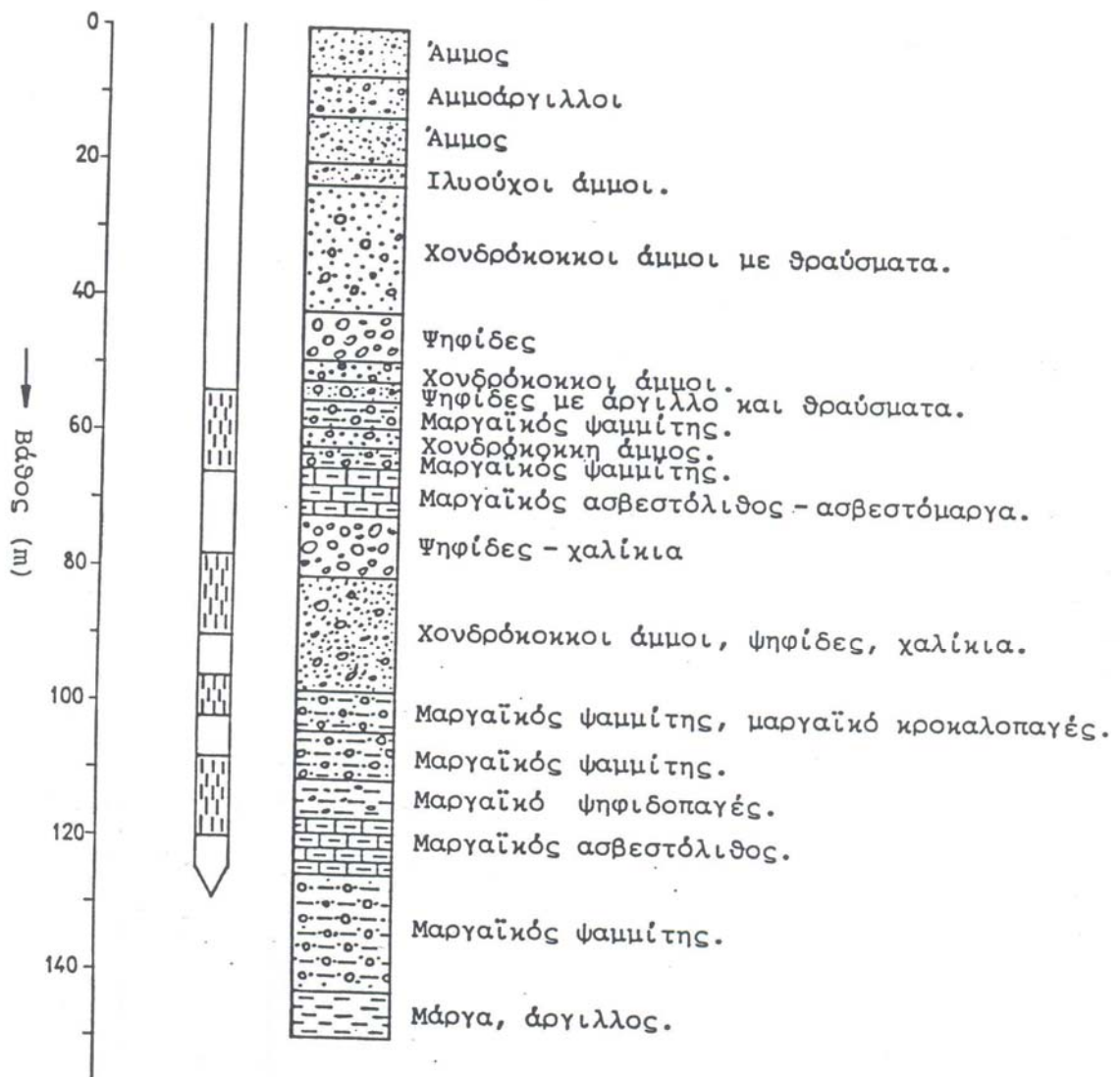
### **Ποιότητα νερού**

Η ανάλυση δειγμάτων νερού, που έγινε κατά την έρευνα αξιοποίησης των υδροφόρων στρωμάτων της πεδινής περιοχής ενδιαφέροντος Ο.Υ.Θ. , με υπεύθυνο των Γεώργιο Σούλιο, έδειξε ότι το νερό της γεώτρησης Γ3 είναι πολύ καλό. Κάποιες τιμές π.χ. θολότητας που υπερβαίνει ελαφρά σε μια περίπτωση την ανώτατη τιμή δεν δημιουργούν ανησυχία. Χρειάζεται πραγματικά μεγαλύτερος χρόνος άντλησης ,οπότε το νερό θα «καθαρίσει». Το νερό της γεώτρησης αυτής είναι ποιοτικά αποδεκτό και ίσως θα σημειώναμε πολύ καλό.

#### ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ4:

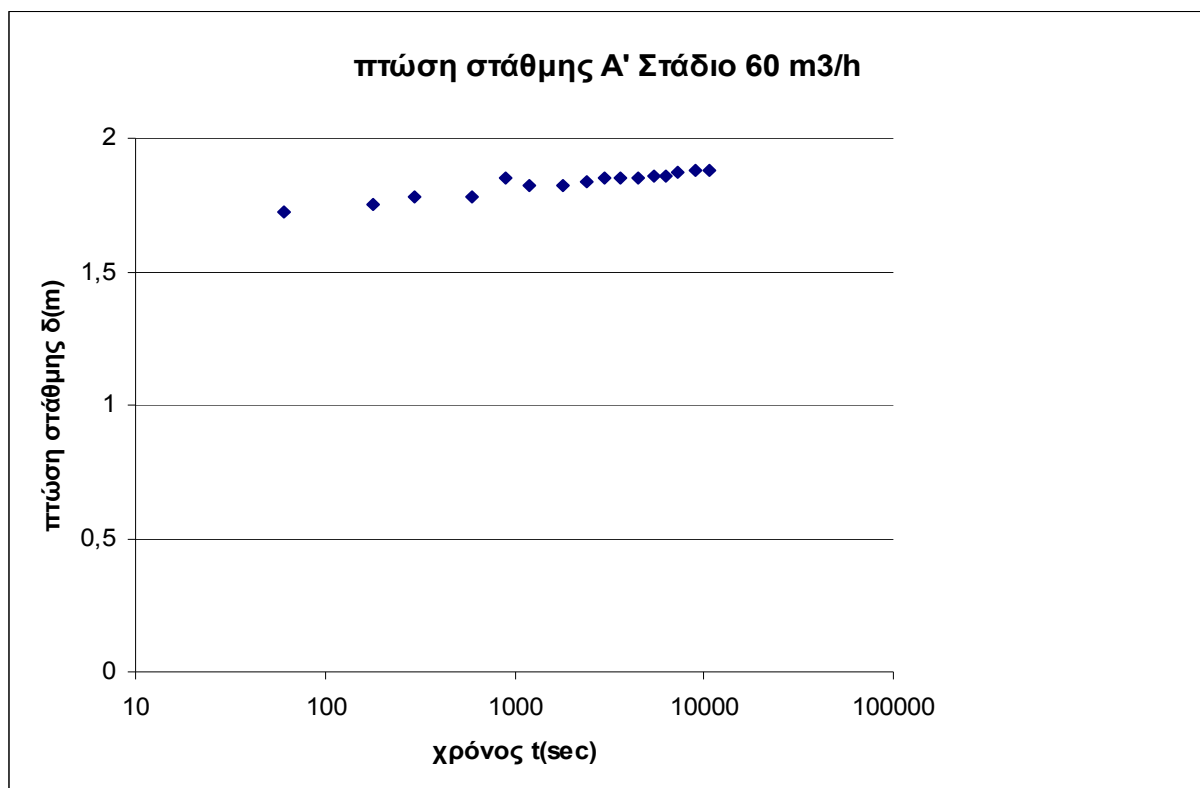
Έγινε δυτικά του Παρθενίου και σε απόσταση περίπου 1.000 m από αυτό. Η γεώτρηση είχε βάθος περίπου 159 m και η σωλήνωση έφτασε μέχρι τα 130 m. Η προάντληση έδειξε ότι η γεώτρηση μπορεί να δώσει τεράστια παροχή. Έτσι η άντληση κατά στάδια έγινε με διαδοχικές παροχές 60 m<sup>3</sup>/h, 85 m<sup>3</sup>/h και 120 m<sup>3</sup>/h και η 24ωρη συνεχώς με παροχή 100 m<sup>3</sup>/h. Σημειώνουμε ότι με την παροχή των 120 m<sup>3</sup>/h η πτώση στάθμης ήταν μόλις 5,59 m που σημαίνει ότι με πτώση στάθμης 30-40 m η παροχή θα ήταν πολύ πάνω από 200 m<sup>3</sup>/h πιθανότατα πάνω από 300 m<sup>3</sup>/h. Πρόκειται για γεώτρηση με τεράστια παροχή.

Γεωλογική τομή και τομή σωλήνωσης της γεώτρησης Γ4.

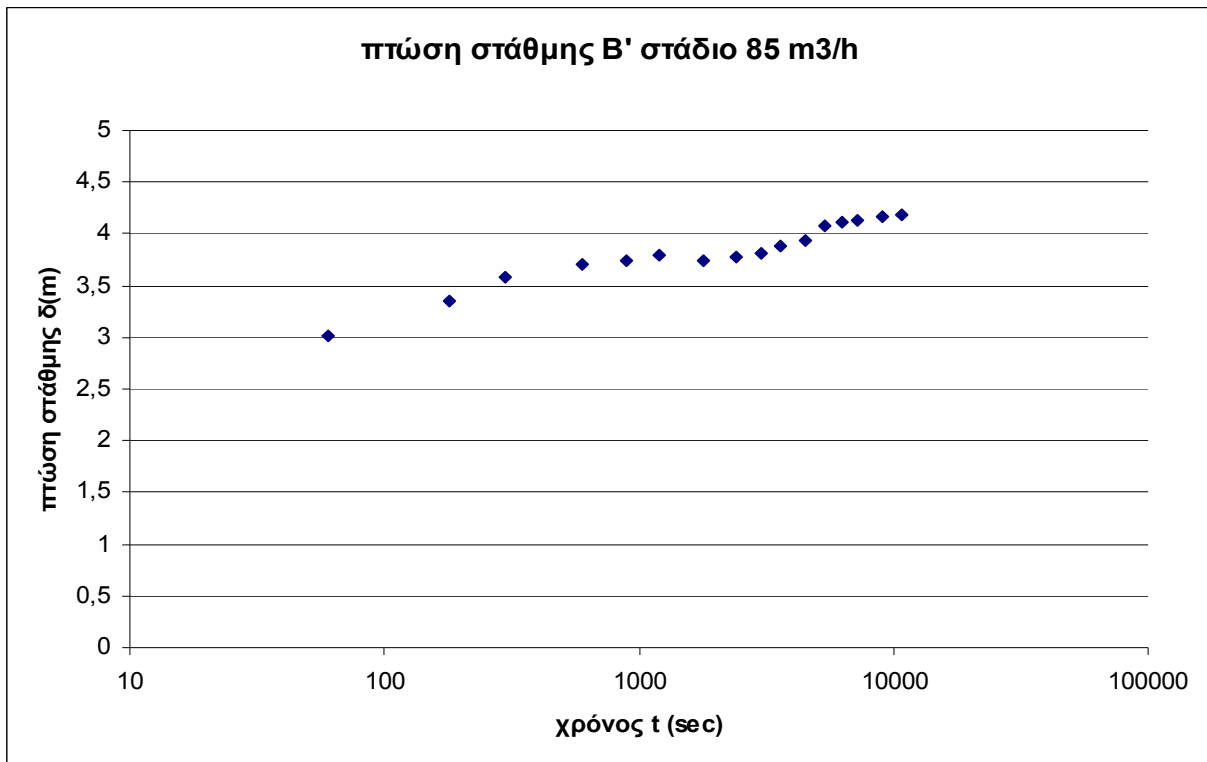


Πίνακας 12: Αντλητικά δεδομένα της γεώτρησης Γ4

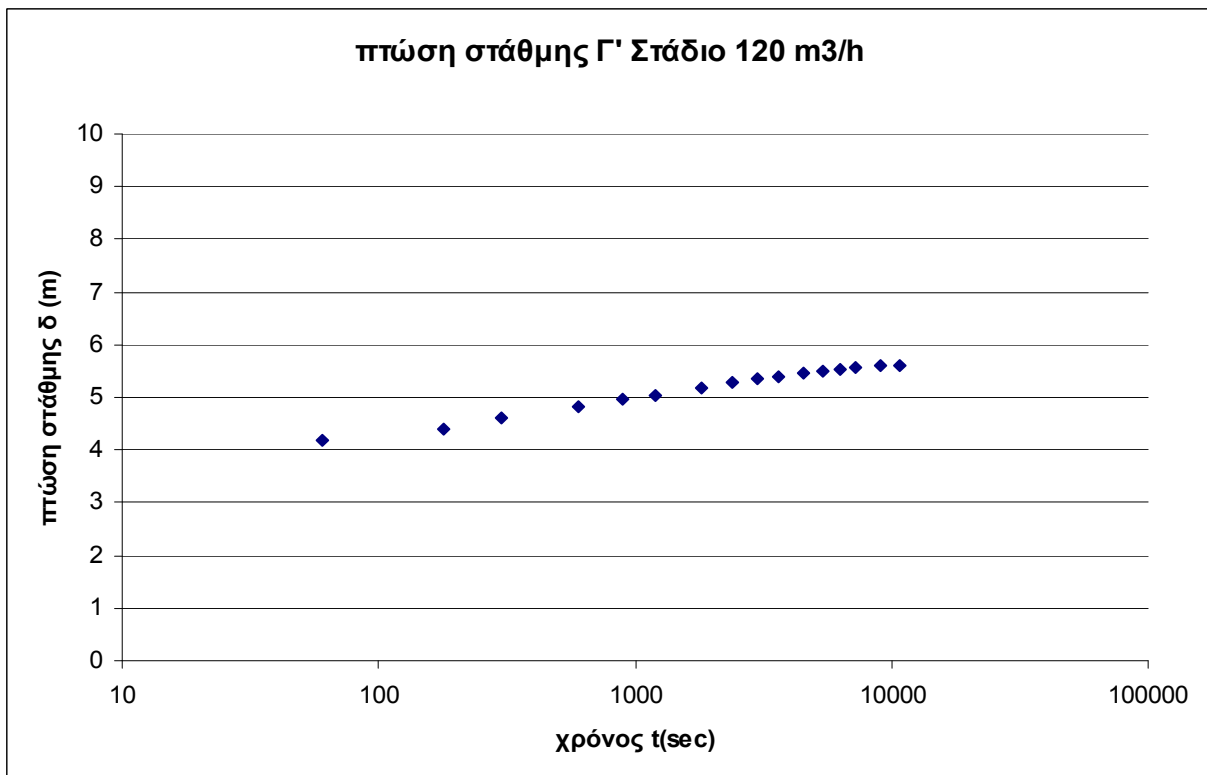
α) πτώση στάθμης						
	Α' Στάδιο 60 m <sup>3</sup> /h		Β' Στάδιο 85 m <sup>3</sup> /h		Γ' Στάδιο 120 m <sup>3</sup> /h	
χρόνος άντλησης t (sec)	Δυναμική στάθμη	πτώση στάθμης	Δυναμική στάθμη	πτώση στάθμης	Δυναμική στάθμη	πτώση στάθμης
0	14,25		14,07		14,14	
60	15,97	1,72	17,08	3,01	18,34	4,2
180	16	1,75	17,42	3,35	18,54	4,4
300	16,03	1,78	17,65	3,58	18,74	4,6
600	16,03	1,78	17,78	3,71	18,95	4,81
900	16	1,85	17,81	3,74	19,1	4,96
1200	16,07	1,82	17,87	3,8	19,19	5,05
1800	16,07	1,82	17,82	3,75	19,31	5,17
2400	16,09	1,84	17,85	3,78	19,44	5,3
3000	16,1	1,85	17,88	3,81	19,48	5,34
3600	16,1	1,85	17,95	3,88	19,54	5,4
4500	16,1	1,85	18	3,93	19,6	5,46
5400	16,11	1,86	18,14	4,07	19,63	5,49
6300	16,11	1,86	18,18	4,11	19,67	5,53
7200	16,12	1,87	18,21	4,14	19,72	5,58
9000	16,13	1,88	18,23	4,16	19,74	5,6
10800	16,13	1,88	18,26	4,19	19,73	5,59



Σχήμα 30 Διάγραμμα πτώσης στάθμης κατά το Α στάδιο με  $q = 60 \text{ m}^3/\text{h}$  στη γεώτρηση Γ4.



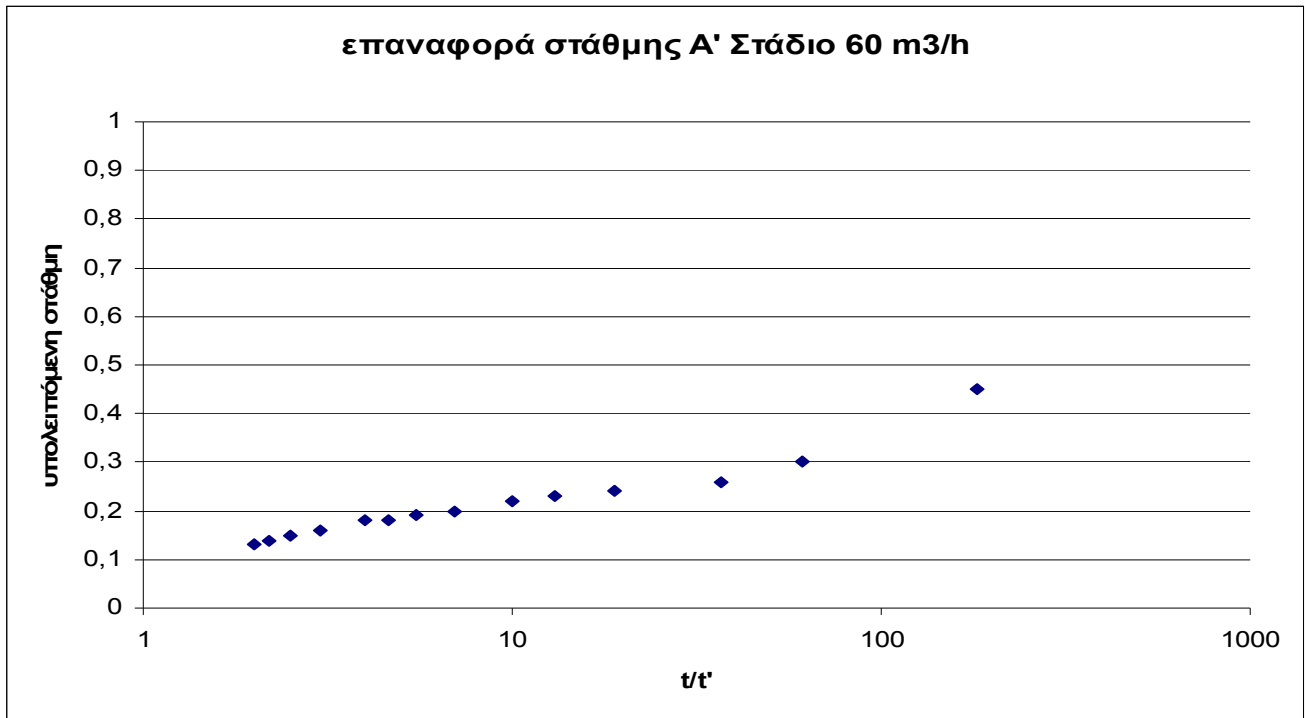
Σχήμα 31 Διάγραμμα πτώσης στάθμης κατά το Β στάδιο με  $q = 85 \text{ m}^3/\text{h}$  στη γεώτρηση Γ4.



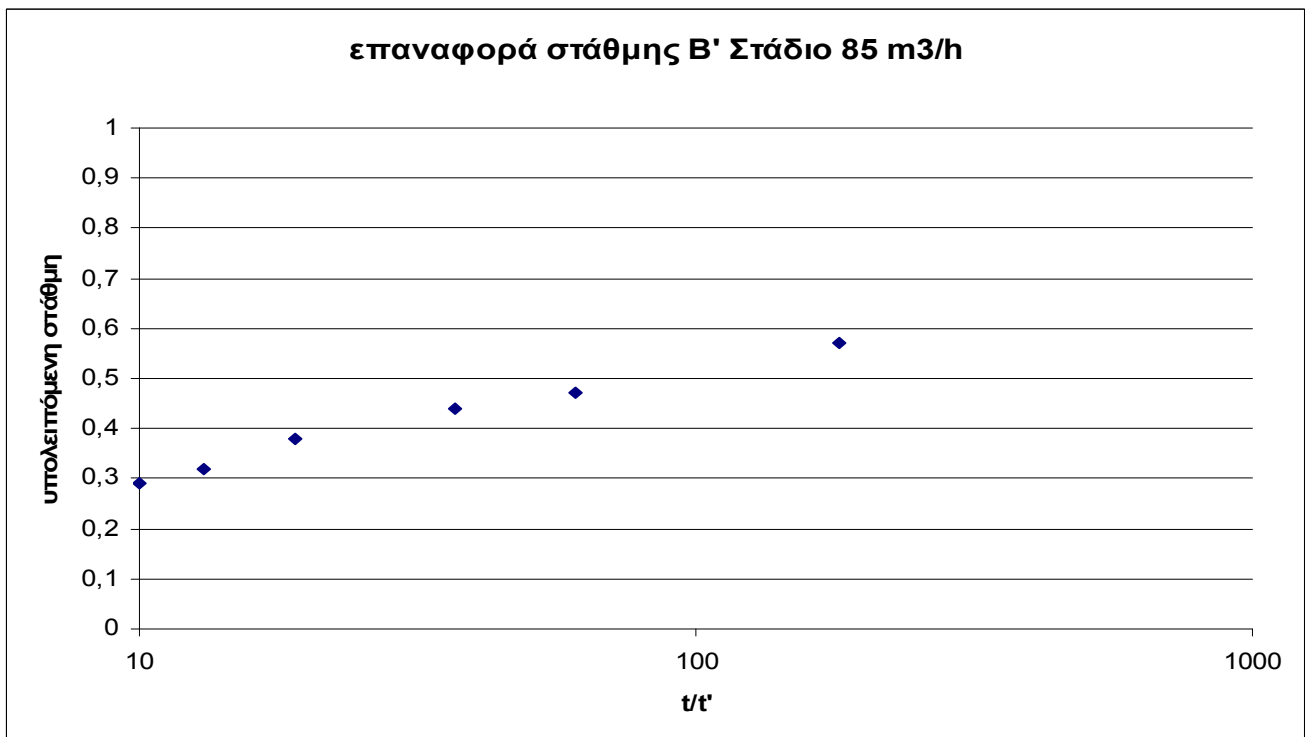
Σχήμα 32 Διάγραμμα πτώσης στάθμης κατά το Γ στάδιο με  $q = 120 \text{ m}^3/\text{h}$  στη γεώτρηση Γ4.

Πίνακας 13: Δεδομένα επαναφοράς της στάθμης στη γεώτρηση Γ4

β) επαναφορά στάθμης						
	Α' Στάδιο 60 m <sup>3</sup> /h		Β' Στάδιο 85 m <sup>3</sup> /h		Γ' Στάδιο 120 m <sup>3</sup> /h	
t/t'	Δυναμική στάθμη	υπολειπόμενη πτώση στάθμης δ (m)	Δυναμική στάθμη	υπολειπόμενη πτώση στάθμης δ (m)	Δυναμική στάθμη	υπολειπόμενη πτώση στάθμης δ (m)
	16,13		18,26		19,73	
181	14,52	0,45	14,64	0,57	14,83	0,69
61	14,37	0,3	14,54	0,47	14,75	0,61
37	14,33	0,26	14,51	0,44	14,69	0,55
19	14,31	0,24	14,45	0,38	14,6	0,46
13	14,3	0,23	14,39	0,32	14,55	0,41
10	14,29	0,22	14,36	0,29	14,5	0,36
7	14,27	0,2	14,34	0,27	14,46	0,32
5,5	14,26	0,19	14,32	0,25	14,43	0,29
4,6	14,25	0,18	14,29	0,22	14,4	0,26
4	14,25	0,18	14,27	0,2	14,38	0,24
3,4			14,22	0,15		
3	14,23	0,16			14,33	0,19
2,5	14,22	0,15	14,2	0,13	14,29	0,15
2,2	14,21	0,14	14,18	0,11	14,27	0,13
2	14,2	0,13	14,14	0,07	14,25	0,11

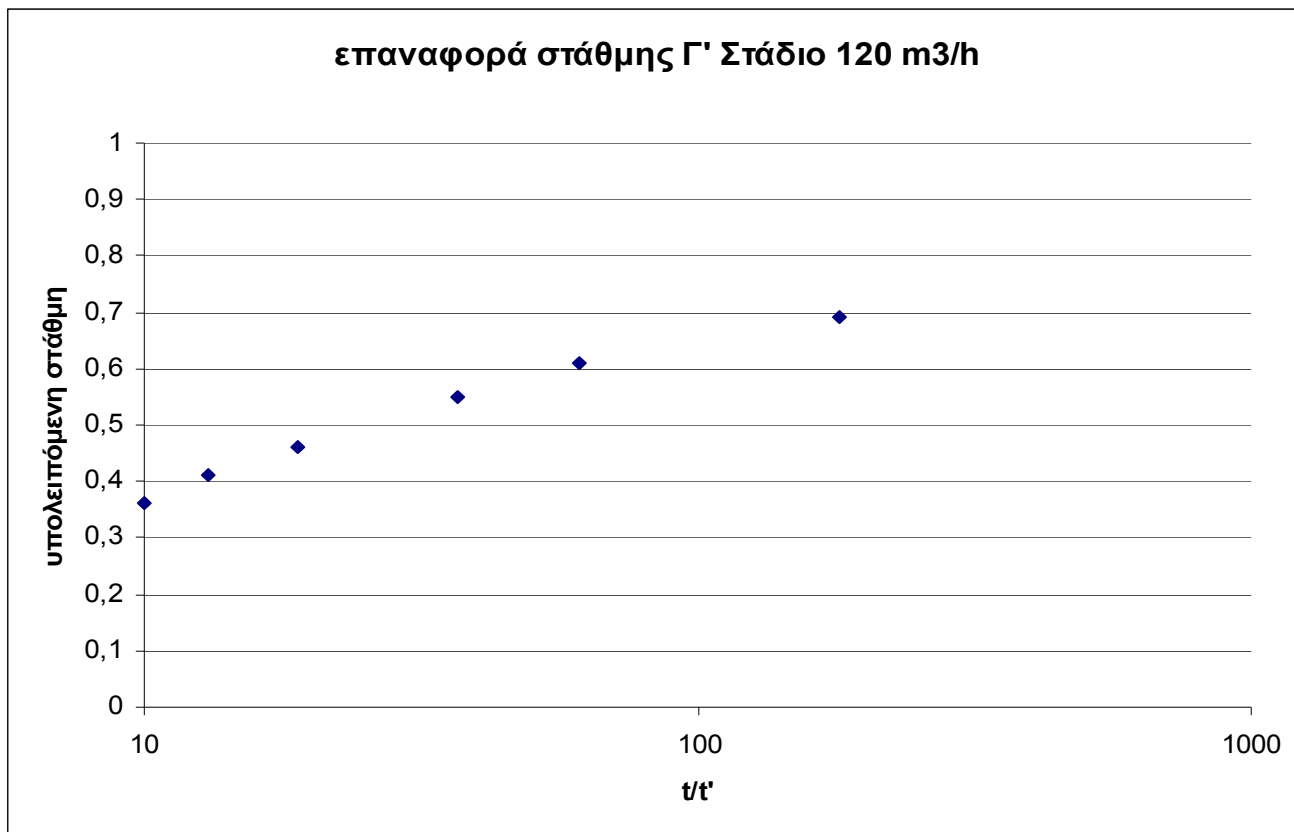


Σχήμα 33 Διάγραμμα επαναφοράς στάθμης κατά το Α στάδιο με  $q = 60 \text{ m}^3/\text{h}$  στη γεώτρηση Γ4



Σχήμα 34 Διάγραμμα επαναφοράς στάθμης κατά το Β στάδιο με  $q = 85 \text{ m}^3/\text{h}$  στη γεώτρηση Γ4



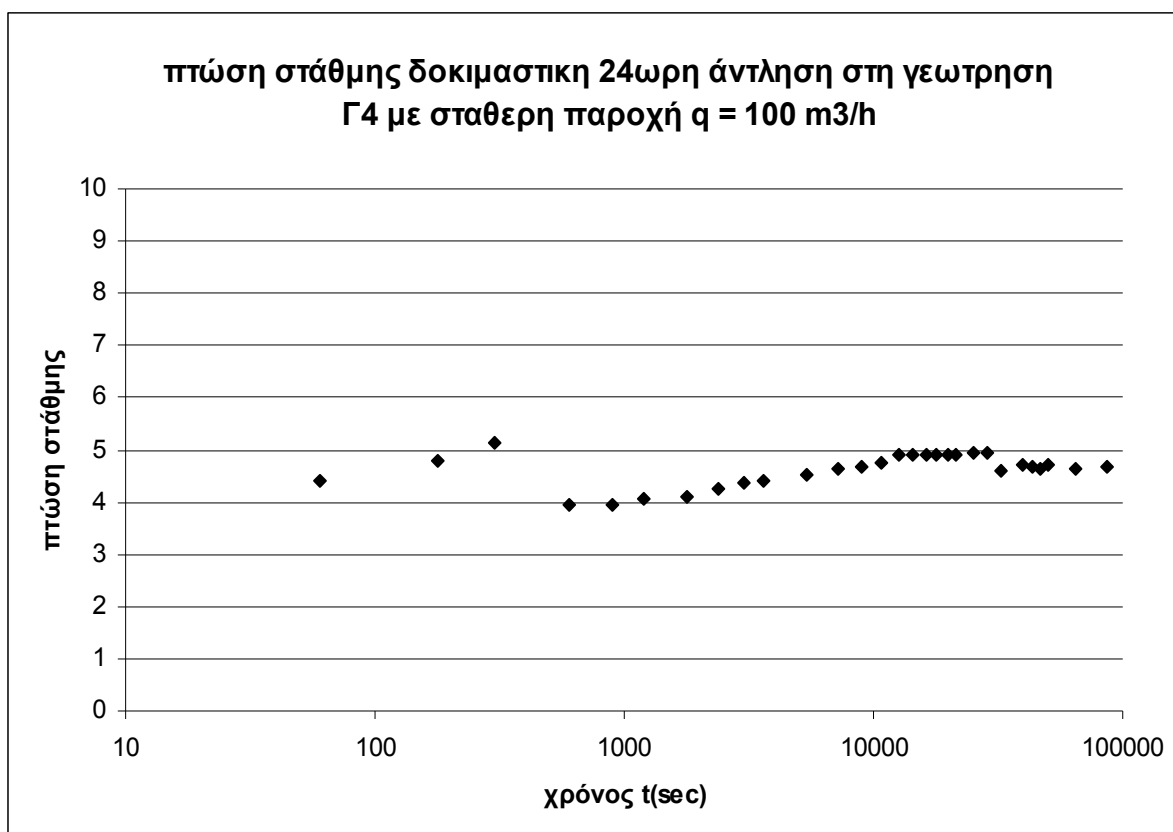


Σχήμα 35 Διάγραμμα επαναφοράς στάθμης κατά το Γ στάδιο με  $q = 120 \text{ m}^3/\text{h}$  στη γεώτρηση Γ4

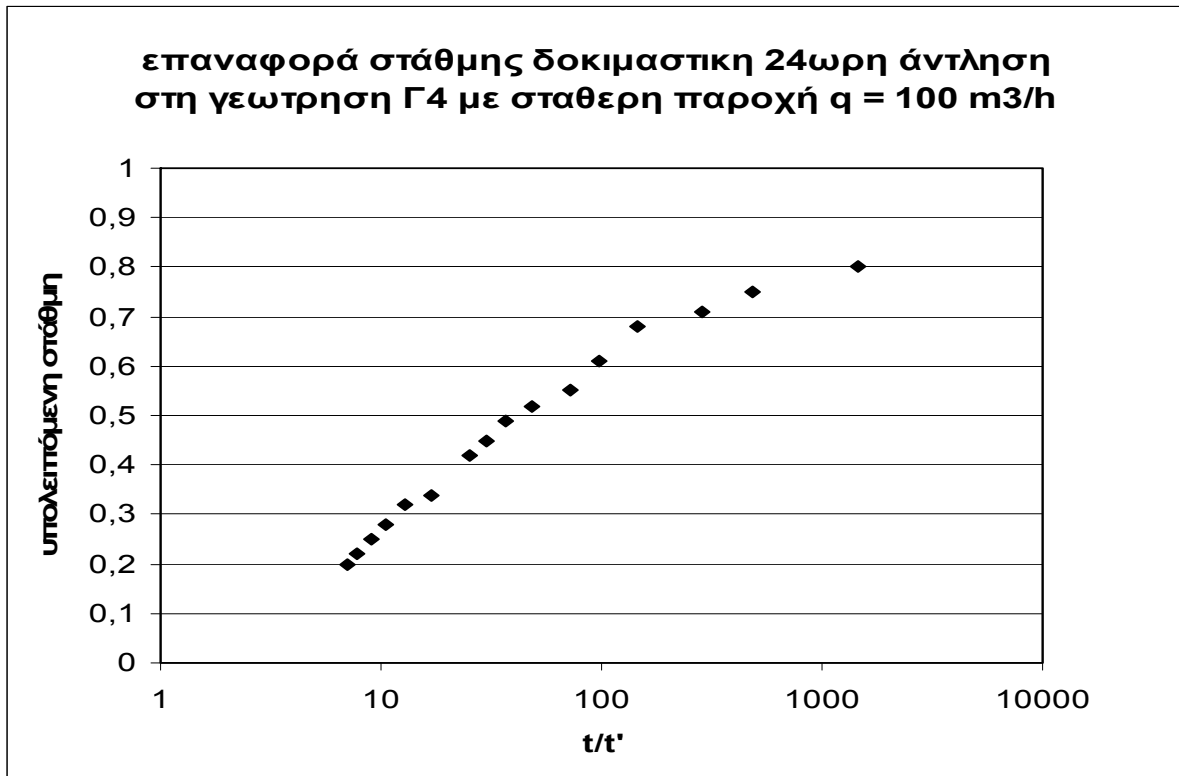
Πίνακας 14: Αντλητικά δεδομένα της 24ωρης άντλησης με σταθερή παροχή  $q = 100 \text{ m}^3/\text{h}$  της γεώτρησης Γ4

<b>δοκιμαστική 24ωρη άντληση στη γεωτρηση Γ4 με σταθερη παροχή <math>q = 100 \text{ m}^3/\text{h}</math></b>			
<b>α) πτώση στάθμης</b>			
<b>χρόνος άντλησης t (sec)</b>	<b>παροχή q(m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Δυναμική στάθμη</b>	<b>πτώση στάθμης</b>
		14,1	
60	115	18,5	4,4
180		18,9	4,8
300	100	19,22	5,12
600		18,04	3,94
900		18,05	3,95
1200		18,15	4,05
1800		18,2	4,1
2400		18,34	4,24
3000		18,46	4,36
3600	100	18,52	4,42
5400		18,61	4,51
7200		18,73	4,63
9000		18,77	4,67
10800	100	18,84	4,74
12600		19	4,9
14400		19,02	4,92
16200		19	4,9
18000	100	19,01	4,91
19800		19	4,9
21600		19,01	4,91
25200		19,06	4,96
28800	100	19,06	4,96
32400		18,7	4,6
39600		18,8	4,7
43200	100	18,78	4,68
46800		18,73	4,63
50400		18,8	4,7
64800	100	18,75	4,65
86400		18,78	4,68

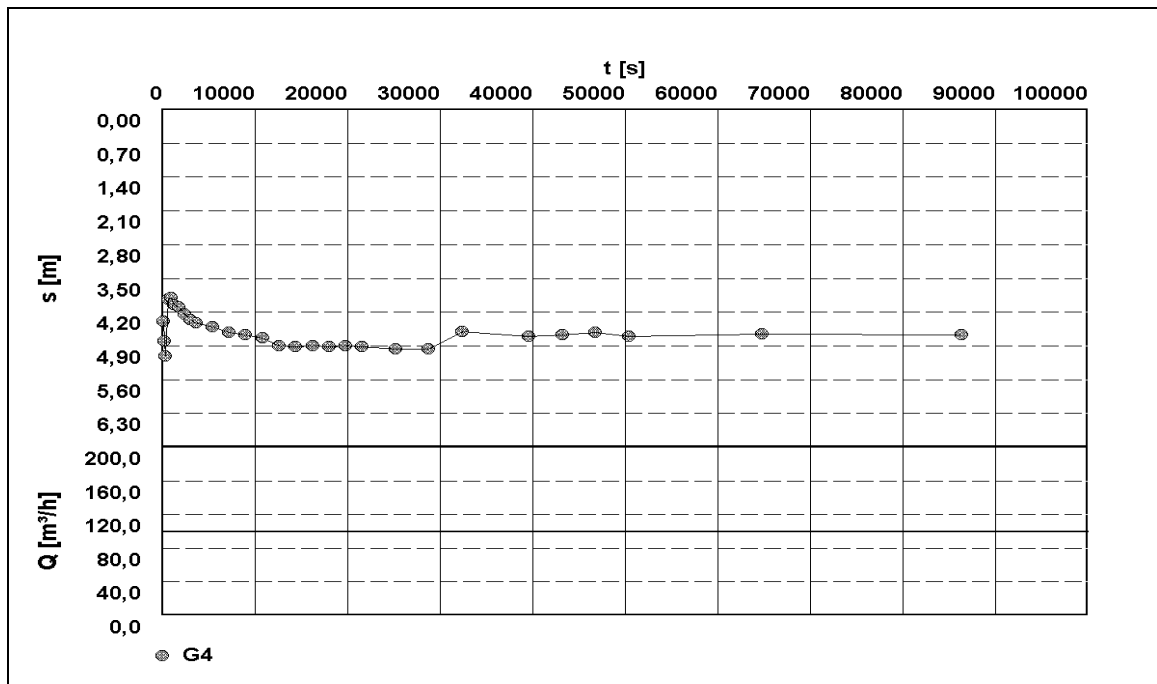
β) επαναφορά στάθμης			
χρόνος από το πέρας της άντλησης t (sec)	t/t'	Δυναμική στάθμη	υπολειπόμενη πτώση στάθμης δ (m)
		18,78	4,68
60	1441	14,9	0,8
180	481	14,85	0,75
300	289	14,81	0,71
600	145	14,78	0,68
900	97	14,71	0,61
1200	73	14,65	0,55
1800	49	14,62	0,52
2400	37	14,59	0,49
3000	29,8	14,55	0,45
3600	25	14,52	0,42
5400	17	14,44	0,34
7200	13	14,42	0,32
9000	10,6	14,38	0,28
10800	9	14,35	0,25
12600	7,8	14,32	0,22
14400	7	14,3	0,2



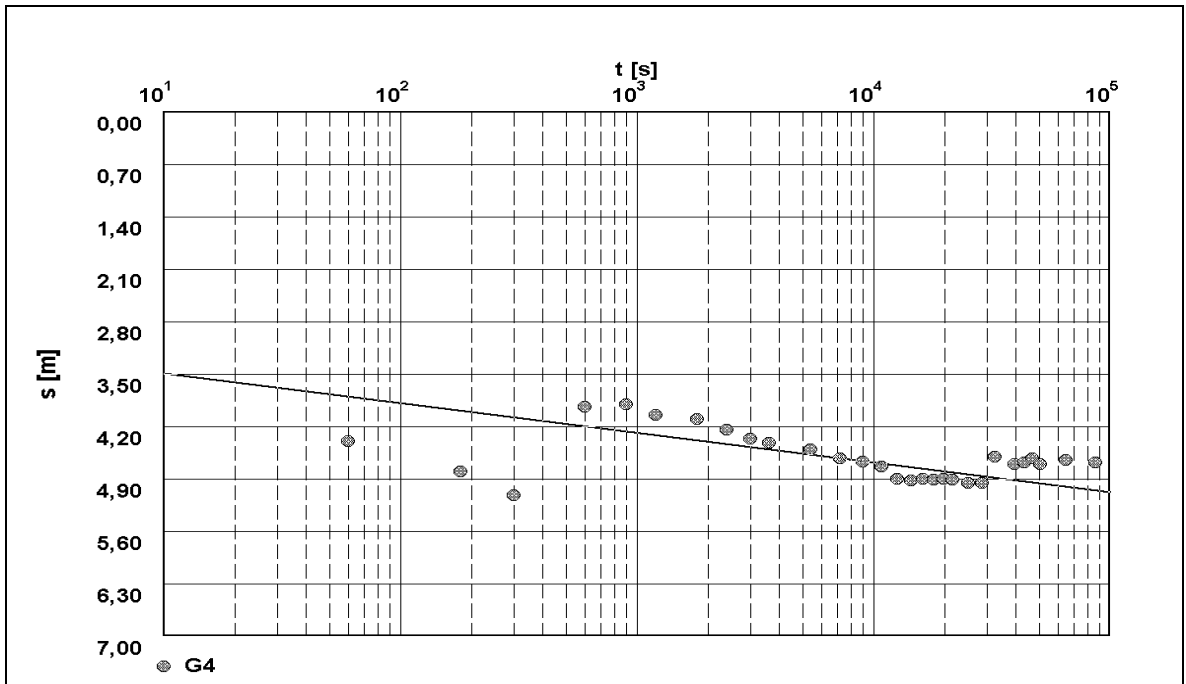
Σχήμα 36 Διάγραμμα πτώσης στάθμης κατά την 24ωρη δοκιμαστική άντληση με q = 100 m<sup>3</sup>/h στη γεώτρηση Γ4



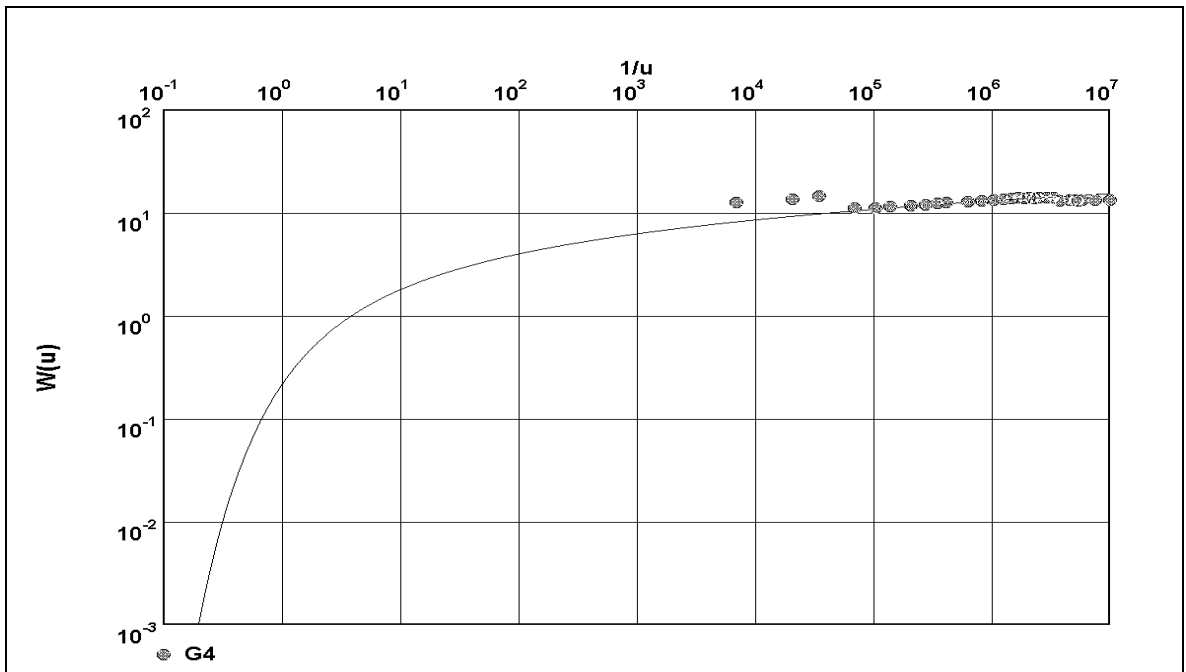
Σχήμα 37 Διάγραμμα επαναφοράς στάθμης κατά την 24ωρη δοκιμαστική άντληση με  $q = 100 \text{ m}^3/\text{h}$  στη γεώτρηση Γ4



Σχήμα 38 Διάγραμμα πτώσης στάθμης με το χρόνο στη γεώτρηση Γ4



Σχήμα 39 Διάγραμμα Jacob στη γεώτρηση Γ4



Σχήμα 40 Διάγραμμα Theis στη γεώτρηση Γ4

Από τα πιο πάνω προκύπτουν τα εξής υδραυλικά στοιχεία:  $T = 1-2 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{sec}$ ,  $k = 5-8 \times 10^{-4} \text{ m}/\text{sec}$ . Πρόκειται για ιδιαίτερα πλούσια υδροφορία. Η εκμεταλλεύσιμη παροχή φαίνεται ότι είναι τουλάχιστον της τάξης των  $200 \text{ m}^3/\text{h}$  ή πιθανότατα και μεγαλύτερη.

Ενώ από την εφαρμογή των προτύπων Jacob και Theis στην 24ωρη άντληση με σταθερή παροχή  $q = 100 \text{ m}^3/\text{h}$ , για το πρότυπο του Jacob προκύπτουν οι τιμές  $T = 6,3 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  και  $S = 2,2 \times 10^{-2}$ , ενώ για το πρότυπο του Theis προκύπτουν οι τιμές  $T = 1,28 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$  και  $S = 4 \times 10^{-2}$ .

### Ποιότητα νερού

Η ανάλυση δειγμάτων νερού, που έγινε κατά την έρευνα αξιοποίησης των υδροφόρων στρωμάτων της πεδινής περιοχής ενδιαφέροντος Ο.Υ.Θ. , με υπεύθυνο των Γεώργιο Σούλιο, έδειξε ότι το νερό της γεώτρησης Γ4 έχει σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε χλωριούχα (περίπου  $350 \text{ mgr}/\text{lt}$ ). Επίσης έχει υψηλή τιμή ηλεκτρικής αγωγιμότητας ( $1.750-1800 \text{ }\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Οι τιμές της περιεκτικότητας σε άλλα ιόντα είναι σαφώς κάτω από τα ανώτατα επιτρεπτά όρια. π.χ. σίδηρος  $0,01 \text{ mgr}/\text{lt}$  ,μαγγάνιο  $0,035 \text{ mgr}/\text{lt}$  κ.λπ. Το νερό της γεώτρησης αυτής μπορεί αναμφισβήτητα να μπει στο δίκτυο της Ύδρευσης της Θεσσαλονίκης.

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ THEIS ΚΑΙ JACOB

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται συνοπτικά οι τιμές των παραμέτρων T και S που προέκυψαν από τις εφαρμογές των προτύπων Theis και Jacob αντίστοιχα.

	Theis		Jacob	
	T (m <sup>2</sup> /h)	S	T (m <sup>2</sup> /h)	S
<b>Γ1</b>	$7,3 \times 10^{-5}$	$3,7 \times 10^{-4}$	$6,6 \times 10^{-5}$	$6,5 \times 10^{-4}$
<b>Γ2</b>	$3,5 \times 10^{-4}$	$8,25 \times 10^{-3}$	$3 \times 10^{-4}$	$3,7 \times 10^{-2}$
<b>Γ3</b>	$2 \times 10^{-3}$	$6,3 \times 10^{-3}$	$5,6 \times 10^{-3}$	$10^{-3}$
<b>Γ4</b>	$6,3 \times 10^{-3}$	$2,2 \times 10^{-2}$	$1,28 \times 10^{-2}$	$4 \times 10^{-2}$

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ

Από τη συνολική έκταση της λεκάνης της Χαλκηδόνας, που όπως αναφέρθηκε είναι 25 km<sup>2</sup>, μόνο στο βόρειο τμήμα της λεκάνης γίνεται σοβαρή εκμετάλλευση, σε μια έκταση 6 km<sup>2</sup>, με σκοπό κυρίως την ύδρευση.

Οι γεωτρήσεις που έγιναν στην περιοχή της Χαλκηδόνας κατασκευάστηκαν κυρίως κατά μήκος του υδραγωγείου που έρχεται από τις πηγές Αραβησσού και παράλληλα στο δημόσιο δρόμο.

Συνολικά υπάρχουν οι εξείς γεωτρήσεις από τη Γέφυρα Αξιού προς την Χαλκηδόνα, Φ60(200), Φ63(200), Φ62(200), Φ61, Φ60(300), Φ55, Φ54, Φ58, Φ52(100) ΚΑΙ Φ53(120). Οι περισσότερες από τις γεωτρήσεις αυτές κατασκευάστηκαν το 1990-1991, μετά σημείωσαν λειψυδρία.

Δυτικά της Χαλκηδόνας έχουν κατασκευαστεί επίσης γεωτρήσεις παράλληλα με το δημόσιο δρόμο (σε απόσταση 50 m από αυτόν) δίπλα στον αγωγό της Αραβησσού. Οι παραπάνω γεωτρήσεις παράγουν συνολικά περί τα 30.000 m<sup>3</sup> νερού την ημέρα, ή 14.000.000 m<sup>3</sup>/έτος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι καλυπτουν μια έκταση 6 km<sup>2</sup> περίπου υπολογίζεται ότι αντλούνται 14.000.000 /6 = 2.330.00 m<sup>3</sup> ετησίως από κάθε τετραγωνικό χιλιόμετρο επιφάνειας του υδροφόρου ορίζοντα. Το στοιχείο αυτό επιβεβαιώνει την παραδοχή ότι η παραγωγικότητα των υδροφόρων οριζόντων της περιοχής είναι της τάξης των 2 εκατομμυρίων m<sup>3</sup>/έτος για κάθε km<sup>2</sup> επιφάνειας υδροφόρου ορίζοντα.

Με βάση τα παραπάνω, εάν η εκμετάλλευση επεκτείνονταν σε ολόκληρη την έκταση της λεκάνης της Χαλκηδόνας, θα είναι δυνατόν να αντληθούν από την περιοχή αυτή 50 εκατομμύρια m<sup>3</sup> νερού ετησίως.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την υδρολογική μελέτη της περιοχής της Χαλκηδόνος στα πλαίσια της διπλωματικής μου εργασίας προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- 1) Η ευρύτερη περιοχή μελέτης καταλαμβάνει τα διοικητικά όρια του Δήμου Χαλκηδόνος.
- 2) Η περιοχή γεωλογικά καλύπτεται από μεγάλου πάχους Τεταρτογενείς αποθέσεις, οι οποίες αποτελούνται απόεναλλαγές άμμων, χαλικιών, κροκαλών, αργίλων και ιλύων.
- 3) Εντός των ανωτέρων σχηματισμών αναπτύσσονται σημαντικοί υδροφόροι υπό πίεση.
- 4) Η παροχή εκμετάλλευσης των γεωτρήσεων κυμαίνεται από 90 έως 100 m<sup>3</sup>/h.
- 5) Η ποιότητα των νερών παρουσιάζεται να είναι αρκετά καλή.

Η συνεχής παρακολούθηση των γεωτρήσεων της περιοχής και η μείωση της άντλησης, για την αποφυγή υπεράντλησης, θα εξασφαλίζει την ποιότητα αλλά και ποσότητα του προσφερόμενου ύδατος.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Δημόπουλος, Γ., και Λουπασάκης, Κ., (2004) : Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας Α. Π. Θ. : Συμβολή στη μελέτη μηχανισμού λειτουργίας των πηγών Αραβησσού και του υδατικού δυναμικού του ομώνυμου υδροφόρου ορίζοντα. (ΝΟΜΟΥ ΠΕΛΛΑΣ). Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας Τομ. XXXVI 2004. Πρακτικά συνεδρίου, Θεσ/νικη, Απρίλιος 2004.
- 2) Λουπασάκης, Κ., Σωτηριάδης, Μ., Σούλιος, Γ. (1997): Υδροχημικά χαρακτηριστικά του υπόγειου νερού της πεδινής περιοχής μεταξύ Θεσ/νικης και Ν. Χαλκηδόνας. Πρακτικά 4<sup>ου</sup> Παν. Υδρογεωλογικού συνεδρίου, 194-212.
- 3) Μουντράκης, Δ. (1985): Γεωλογία Ελλάδας UNIVERSITY STUDIO PRESS Θεσ/νικη.
- 4) Σούλιος, Γ. (1985): Γενική Υδρογεωλογία. Τόμοι Α, Β, Γ. Θεσ/νικη.
- 5) Σούλιος, Γ. (1999): Έρευνα αξιοποίησης υδροφόρων στρωμάτων πεδινής περιοχής ενδιαφέροντος Ο. Υ. Θ. Τελική έκθεση ερευνητικού προγράμματος. Τμήμα Γεωλογίας, Α. Π. Θ.
- 6) ΥΠ.ΠΟ. – Τ.Δ.Π.Ε.Α.Ε. : Συντήρηση-Ανάδειξη αρχαιολογικού χώρου Πέλλας και της περιοχής της. Διεύθυνση: <http://skopas.culture.gr/pella/pella1.htm>
- 7) <http://perivallon.pblogs.gr/files/f/147186-water1.jpg>