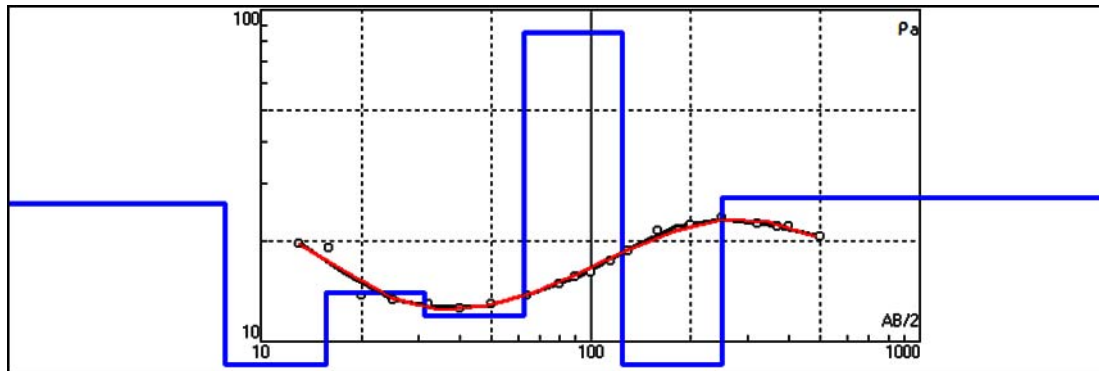


ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Εντοπισμός υδροφόρων στρωμάτων στην περιοχή της Άνω Περαίας με την
χρήση γεωηλεκτρικής μεθόδου**



Κάσινος Ανδρέας

A.E.M. 3999

Επιβλέποντες Καθηγητές :Κ. Βουδούρης & Γ. Βαργεμέζης

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2012

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελ.

1. Εισαγωγή.....	3
2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	
2.1. Γεωγραφική θέση.....	4
2.2. Μορφολογία της περιοχής.....	4
2.3. Κλιματολογικά στοιχεία.....	5
2.4. Υδρολογία της περιοχής	6
3. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	
3.1. Γεωλογικοί σχηματισμοί.....	8
3.2. Τεκτονική της περιοχής.....	11
4. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ	
4.1. Διαμόρφωση υπόγειων υδροφόρων στρωμάτων	13
4.1.1. Ο αλλουβιακός υδροφόρος ορίζοντας	13
4.1.2. Ο υπό πίεση υδροφόρος ορίζοντας.....	14
4.2. Υδρογεώτρησεις.....	15
4.2.1. Γ- 7 Μάνα νερού.....	16
4.2.2. Γ- 21 Καθηγητών.....	18
4.2.3. Γ- 24 Καινούργια.....	20
5. ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ	
5.1. Εισαγωγή.....	22
5.2. Βυθοσκοπήσεις	22
5.2.1. Βυθοσκόπηση 1.....	25
5.2.2. Βυθοσκόπηση 2.....	27
5.2.3. Βυθοσκόπηση 3.....	29
5.2.4. Βυθοσκόπηση 4.....	31
5.2.5. Βυθοσκόπηση 5.....	33

6. ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟΣ ΓΕΩΦΥΣΙΚΩΝ & ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	
6.1. Εισαγωγή.....	35
6.2. Γεωηλεκτρική δομή και διαμόρφωση του υποβάθρου.....	35
6.3. Συσχετισμός Βυθοσκοπήσεων με το προφίλ των Γεωτρήσεων.....	36
6.4. Διαμόρφωση των υδροφόρων στρωμάτων.....	38
 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	 39
 8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	 40

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια των προπτυχιακών σπουδών του φοιτητή Κάσινου Ανδρέα υπό την εποπτεία των καθηγητών κ. Βουδούρη και κ. Βαργιεμέζη του τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Διεξήχθη στην περιοχή Περαιάς Θεσσαλονίκης με αντικείμενο μελέτης της υπόγειας υδροφορίας της περιοχής και τον καθορισμό της δομής του υποβάθρου με τη βοήθεια Ηλεκτρικών Μεθόδων Γεωφυσικής Διασκόπησης.

Το Υδρογεωλογικό μέρος της έρευνας πραγματοποιήθηκε με την εποπτεία του επικ. καθ. κ. Βουδούρη και περιλαμβάνει την αξιολόγηση των υδρογεωλογικών δεδομένων.

Το Γεωφυσικό μέρος της έρευνας πραγματοποιήθηκε με την εποπτεία του επικ. καθ. κ. Βαργιεμέζη. Περιλαμβάνει βυθοσκοπήσεις στην περιοχή της Περαιάς Θεσσαλονίκης, καταγραφή των δεδομένων, αξιολόγηση και αξιοποίηση τους με σκοπό να χαρτογραφηθεί η γεωηλεκτρική δομή των υπόγειων υδροφόρων στρωμάτων.

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής πραγματοποιήθηκαν οι ακόλουθες εργασίες:

1. Βυθοσκοπήσεις στην περιοχή της Περαιάς,
2. Συλλογή των λιθολογικών τομών από γεωτρήσεις της περιοχής,
3. Ανάλυση των γεωφυσικών δεδομένων και καθορισμός της γεωηλεκτρικής δομής του υποβάθρου
4. Συσχετισμός των λιθολογικών τομών των γεωτρήσεων με τις βυθοσκοπήσεις για τον καθορισμό των υδροφόρων στρωμάτων της περιοχής.

Συνδυάζοντας τα υδρογεωλογικά και τα γεωφυσικά δεδομένα θα αποδώσουμε τη δομή των υδροφόρων στρωμάτων στην περιοχή μελέτης.

2.ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

2.1 Γεωγραφική θέση

Ο Δήμος Θερμαϊκού βρίσκεται στο Νομό Θεσσαλονίκης και τοποθετείται στο ανατολικό τμήμα του Θερμαϊκού Κόλπου (Σχ. 2.1). Έχει έκταση 21,74 Km² και συνορεύει με τους Δήμους Μηχανιώνας (Νότια και Δυτικά), Μίκρας (Νότια και Ανατολικά) και Επανομής (Νότια).



Σχήμα 2.1: Θέση του Δήμου Θερμαϊκού.

(Βουδούρης Κ., 2010. Υδρογεωλογική έρευνα ευρύτερης περιοχής Περαιάς, Δήμου Θερμαϊκού Θεσσαλονίκης, Τεχνική έκθεση, ΔΕΥΑ Θερμαϊκού, Ερευνητικό Πρόγραμμα ΕΛΚΕ ΑΠΘ (Κωδ. 83054).

2.2. Μορφολογία της

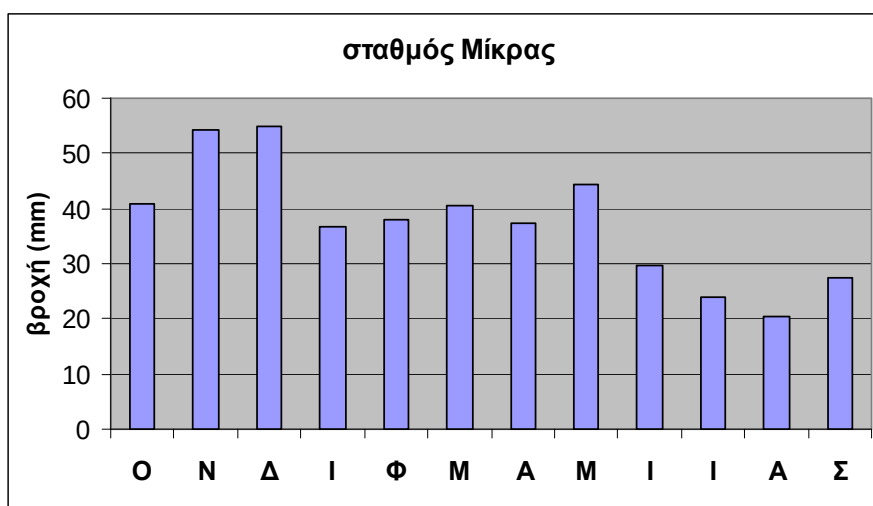
Η περιοχή έρευνας είναι μια υπολεκάνη και ανήκει στην ευρύτερη υδρολογική λεκάνη του Δήμου Θερμαϊκού. Η υπολεκάνη έχει επιμήκη ανάπτυξη από Νότο προς Βορρά. Η υπολεκάνη οριοθετείται στο Βορρά από το ρήγμα της Περαιάς.

2.3. Κλιματολογικά στοιχεία

Το κλίμα της περιοχής είναι Μεσογειακού τύπου. Σε Μεσογειακού τύπου κλίμα, η μέση ετήσια βροχόπτωση έχει μεγάλο εύρος διακύμανσης από ξηρό έως υγρό. Τους θερινούς μήνες επικρατεί ξηρασία ενώ κατά τη διάρκεια του χειμώνα το κλίμα γίνεται πιο υγρό.

Το μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης στην περιοχή για την περίοδο 1959-1997 ανέρχεται σε 448,7 mm (σταθμός Μίκρας, υψόμετρο +4 m).

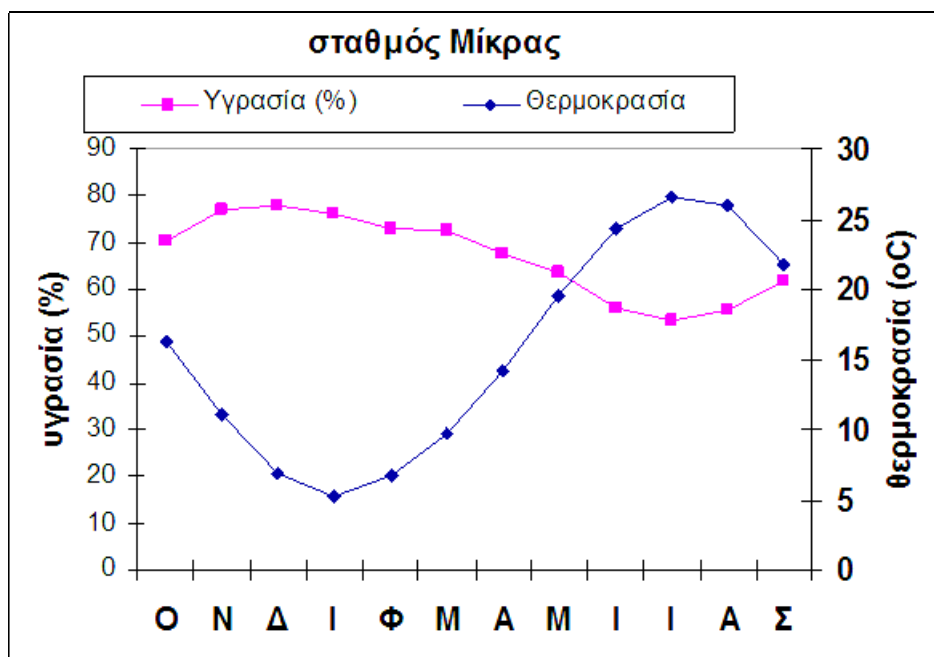
Στο **Σχήμα 2.3.α** φαίνεται η μέση μηνιαία βροχόπτωση στο σταθμό της Μίκρας. Ο μήνας με τη μεγαλύτερη βροχόπτωση είναι ο Δεκέμβριος και ακολουθεί ο Νοέμβριος. Οι πλέον ξηροί μήνες είναι ο Αύγουστος και ο Ιούλιος. Το μέγιστο ύψος 24ωρης διάρκειας καταγράφηκε στις 24/11/1985 και ήταν 84,7 mm.



Σχήμα 2.3.α: Μηνιαία βροχόπτωση στο σταθμό Μίκρας (ΕΜΥ, 1959-1997).

Η μέση ετήσια θερμοκρασία ανέρχεται σε 15,7 °C. Η απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία 42 °C καταγράφηκε στις 7/7/1988 και η απόλυτη ελάχιστη -14 °C καταγράφηκε στις 26/1/1963. Ο θερμότερος μήνας είναι ο Ιούλιος και ο ψυχρότερος ο Ιανουάριος (**Σχ. 2.3.β**).

Η μέση ετήσια σχετική υγρασία είναι 67% και η επικρατούσα διεύθυνση των ανέμων βόρειο-δυτική. Υγρότερος μήνας είναι ο Ιανουάριος και ο μήνας με τη μικρότερη σχετική υγρασία είναι ο Ιούλιος.

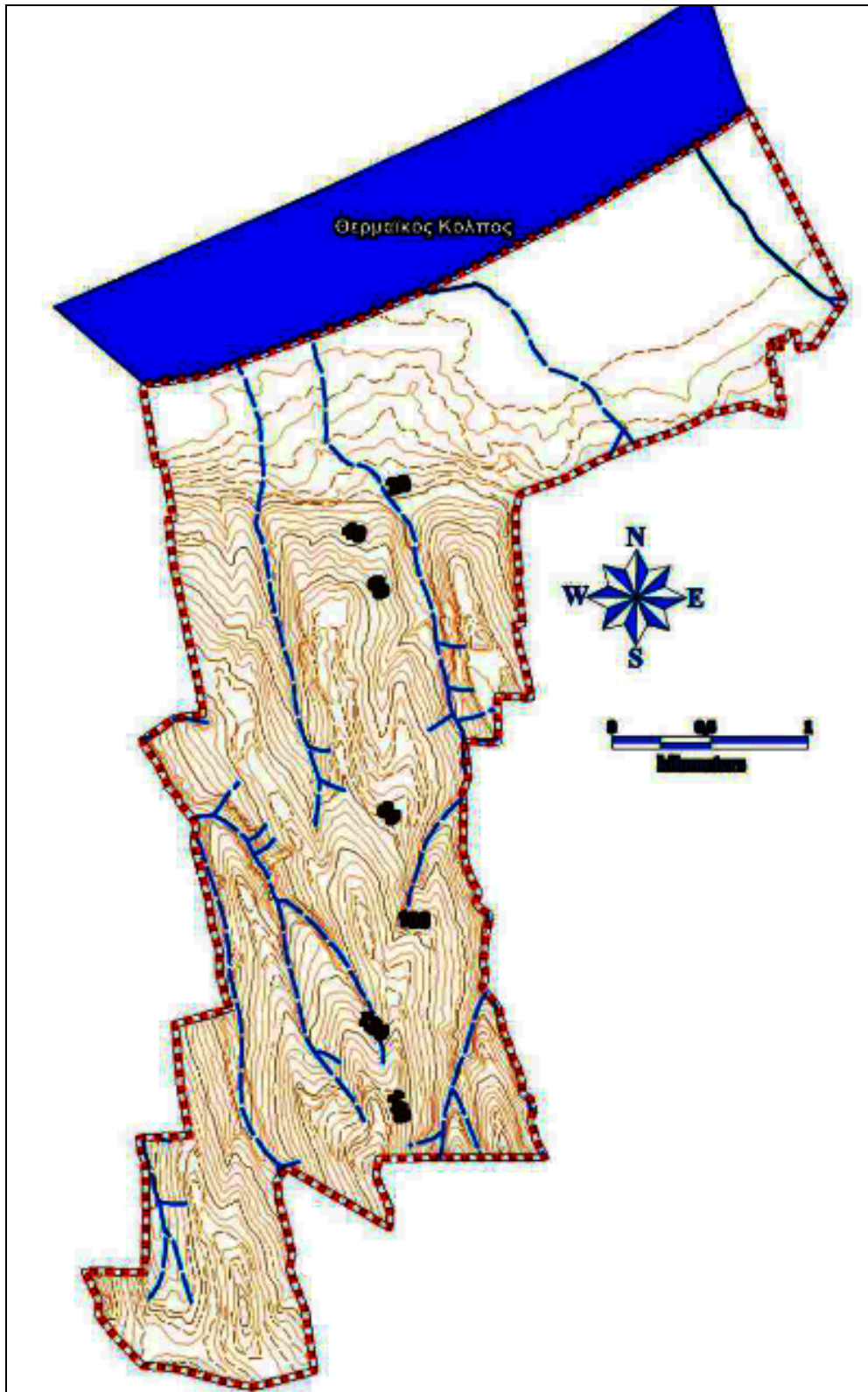


Σχήμα 2.3.β: Μηνιαία υγρασία και θερμοκρασία στο σταθμό Μίκρας (ΕΜΥ, 1959-1997).

2.4 Υδρολογία της περιοχής

Στην ευρύτερη περιοχή η επιφανειακή απορροή γίνεται με ένα μέτρια ανεπτυγμένο υδρογραφικό δίκτυο που εκβάλλει στον κόλπο της Θεσσαλονίκης (Σχήμα 2.4.1). Το υδρογραφικό δίκτυο είναι δενδριτικής μορφής. Οι υδρολογικές λεκάνες των χειμάρρων εμφανίζουν κυρίως παράλληλη διάταξη και επιμήκη μορφή με ανάπτυξη από νότια προς βόρεια, οι οποίες τελικά «σβήνουν» στο ρήγμα της Περαίας όταν συναντούν τα χαλαρά πλευρικά κορήματα του ρήγματος και τις παράκτιες αποθέσεις του Θερμαϊκού Κόλπου. Οι κλίσεις των πρηνών των ρεμάτων κυμαίνονται από 100 έως και περισσότερο από 550 m, δημιουργώντας κατακόρυφα πρηνή με ύψη έως και 5 m.

Στην Άνω Περαία υπάρχουν 3 ρέματα, από τα οποία μόνο το ένα παροχετεύεται με τεχνικά έργα και καταλήγει στη θάλασσα. Οι απορρέουσες ποσότητες μέσω των χειμάρρων είναι σχετικά μικρές, λόγω του χαμηλού ύψους βροχόπτωσης και της παρουσίας περατών και ημι-περατών πετρωμάτων στην περιοχή. Έτσι απορροές καταγράφονται μόνο μετά από έντονες βροχοπτώσεις. Παρόλα αυτά στην περιοχή παρατηρείται έντονη διαβρωτική τάση των επιφανειακών νερών στις κοίτες των ρεμάτων, λόγω της υψηλής επιδεκτικότητας στη διάβρωση των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν την περιοχή.



Σχήμα 2.4.1: Τοπογραφικός χάρτης με το υδρογραφικό δίκτυο του Δ.Δ. Περαιάς.
(Βουδούρης Κ., 2010. Υδρογεωλογική έρευνα ευρύτερης περιοχής Περαιάς, Δήμου Θερμαϊκού
Θεσσαλονίκης, Τεχνική έκθεση, ΔΕΥΑ Θερμαϊκού, Ερευνητικό Πρόγραμμα ΕΛΚΕ ΑΠΘ (Κωδ.
83054).

3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

3.1 Γεωλογικοί σχηματισμοί

Η περιοχή έρευνας από γεωλογικής άποψης εντάσσεται στη γεωτεκτονική ζώνη Αξιού (υποζώνη Παιονίας) (Σχήμα 3.1.1) και δομείται γεωλογικά από μεταλπικούς σχηματισμούς, κυρίως ιζήματα που αποτέθηκαν κατά το Νεογενές – Τεταρτογενές.



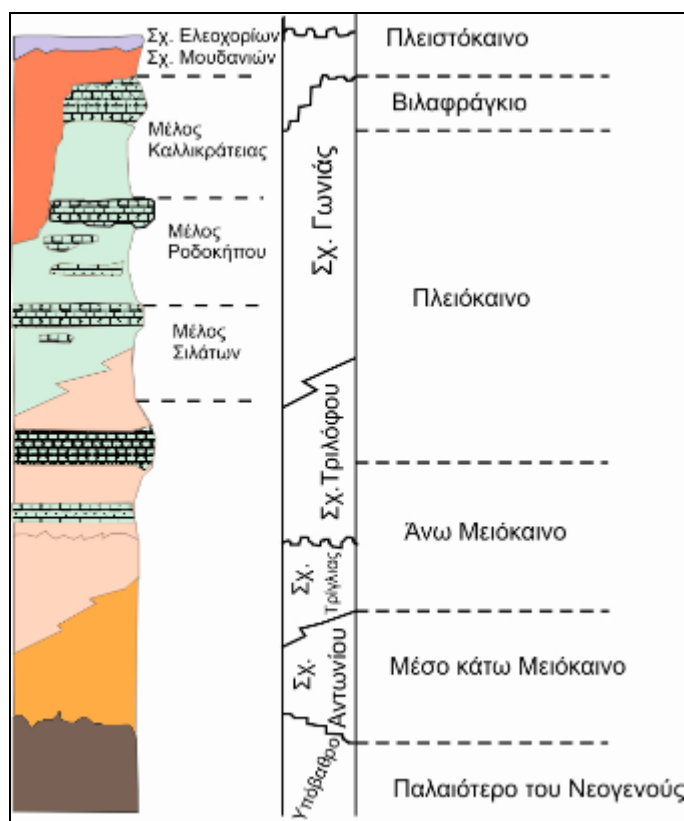
Σχήμα 3.1.1: Γεωτεκτονικό σχήμα των Ελληνίδων ζωνών και η θέση της Περαιάς.

(Mountrakis et al., 1983).

Τα ιζήματα αυτά είναι κυρίως κλαστικά (άμμοι, άργιλοι, κροκάλες κ.ά.), το πάχος τους εκτιμάται περίπου στα 400 m στην περιοχή έρευνας και εκτείνονται από τους πρόποδες του Χορτιάτη έως το ακρωτήριο Μεγάλο Έμβολο και νοτιότερα προς Δυτική Χαλκιδική. Η απόθεση αυτών των ιζημάτων έλαβε χώρα σε διαφορετικά παλαιο-περιβάλλοντα (χερσαίο, λιμναίο, ποτάμιο, ελώδες, υφάλμυρο) και από στρωματογραφική άποψη τα ιζήματα διαχωρίστηκαν στους εξής γεωλογικούς σχηματισμούς (Σχήμα 3.1.2), από τον παλαιότερο προς το νεότερο:

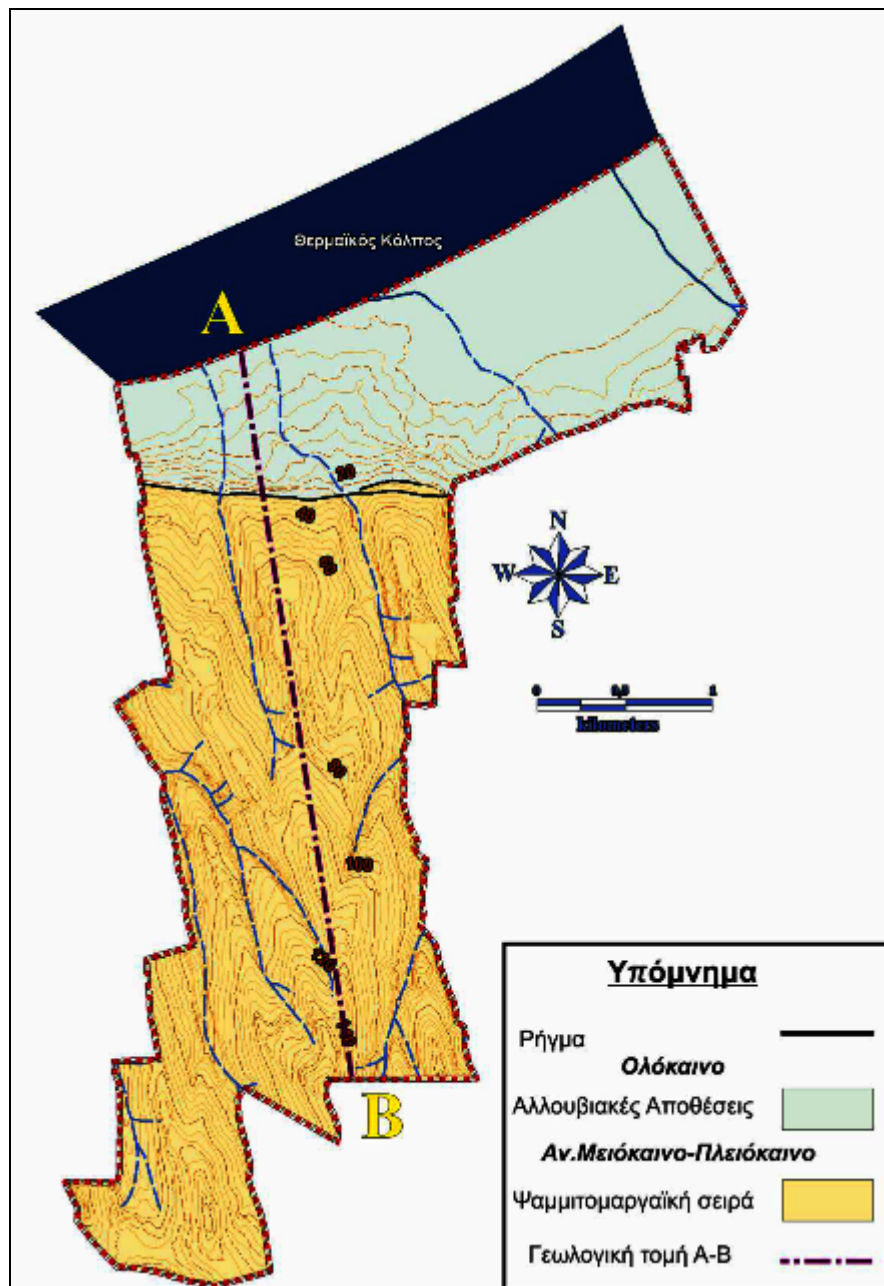
- Σχηματισμός Αντωνίου (Μέσο-Άνω Μειόκαινο): ποταμοχειμάρριες κροκάλες άμμοι.
- Σχηματισμός Τρίγλιας (Άνω Μειόκαινο): χερσαία ερυθροστρώματα.

- Το Δ.Δ. της Περαίας καλύπτεται στη λοφώδη ζώνη (ανάντη του ρήγματος της Περαίας) από το σχηματισμό της Γωνιάς (εναλλαγές στρωμάτων λευκών-λευκότεφρων άμμων, ψαμμιτών, μαργών και τεφροπράσινων μαζωδών αργίλων). Ο σχηματισμός της Γωνιάς είναι γνωστός στη βιβλιογραφία με τον όρο **ψαμμιτομαργαϊκή** σειρά και παρουσιάζει μέση κλίση προς Νότο ίση με 5°. Το πάχος της ψαμμιτομαργαϊκής σειράς είναι μικρό κοντά στη γραμμή επαφής με τη σειρά των ερυθροπηλών (εμφανίζονται ανατολικά της περιοχής έρευνας) λόγω διαβρώσεως, ενώ καθώς απομακρυνόμαστε από αυτήν αυξάνει.



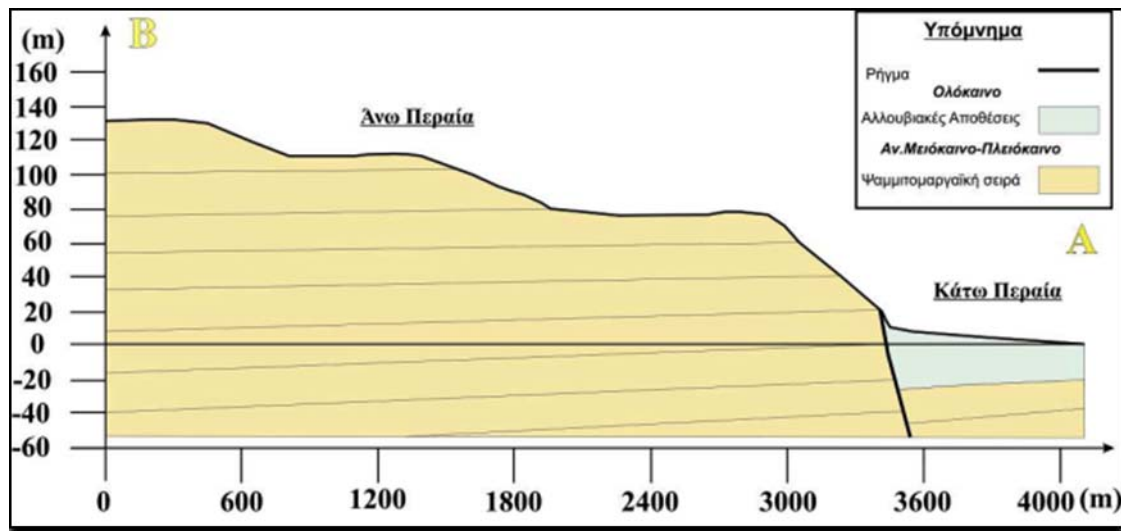
Το παράκτιο τμήμα της περιοχής έρευνας καλύπτεται από αλλουβιακές αποθέσεις (αργίλους, άμμους, χαλίκια, κροκάλες) προϊόντα μεταφοράς και απόθεσης των υλικών διάβρωσης των νεογενών αποθέσεων της λοφώδους ζώνης. Το πάχος των

προσχώσεων κυμαίνεται από λίγα μέτρα στο νότιο τομέα της πεδινής ζώνης έως λίγες δεκάδες μέτρα στην παραθαλάσσια ζώνη.



Σχήμα 3.1.3: Γεωλογικός χάρτης της περιοχής έρευνας.

(Βουδούρης Κ., 2010. Υδρογεωλογική έρευνα ευρύτερης περιοχής Περαιάς, Δήμου Θερμαϊκού Θεσσαλονίκης, Τεχνική έκθεση, ΔΕΥΑ Θερμαϊκού, Ερευνητικό Πρόγραμμα ΕΛΚΕ ΑΠΘ (Κωδ. 83054).



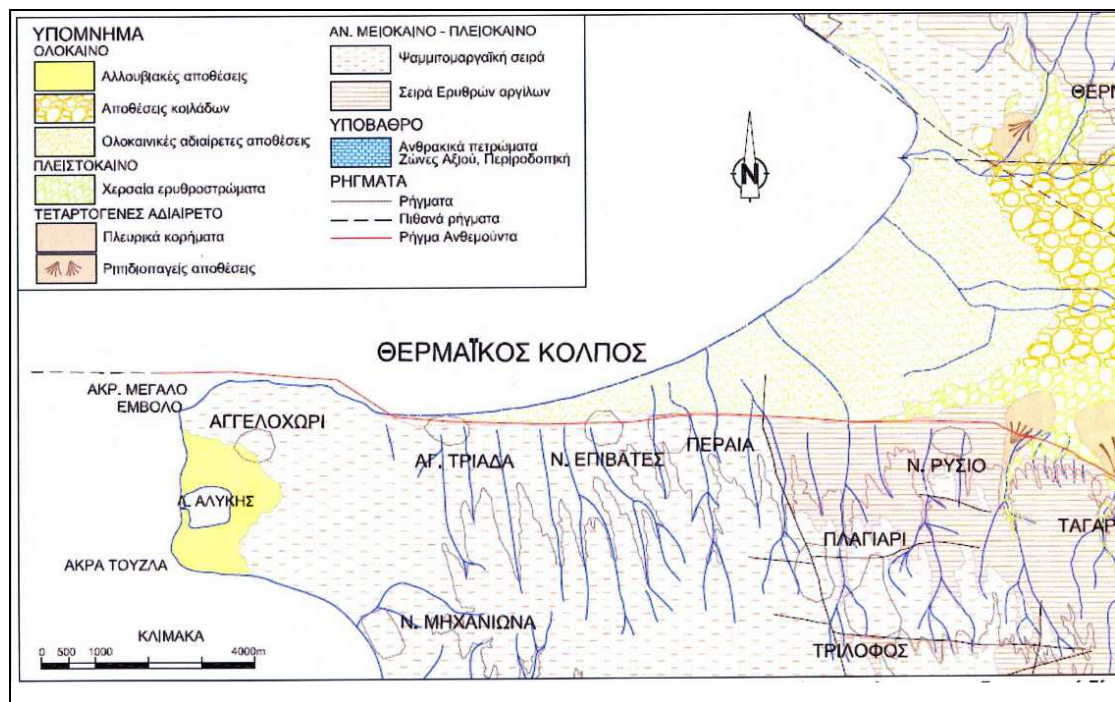
Σχήμα 3.1.4: Γεωλογική τομή της περιοχής έρευνας.

(Βουδούρης Κ., 2010. Υδρογεωλογική έρευνα ευρύτερης περιοχής Περαίας, Δήμου Θερμαϊκού Θεσσαλονίκης, Τεχνική έκθεση, ΔΕΥΑ Θερμαϊκού, Ερευνητικό Πρόγραμμα ΕΛΚΕ ΑΠΘ (Κωδ. 83054).

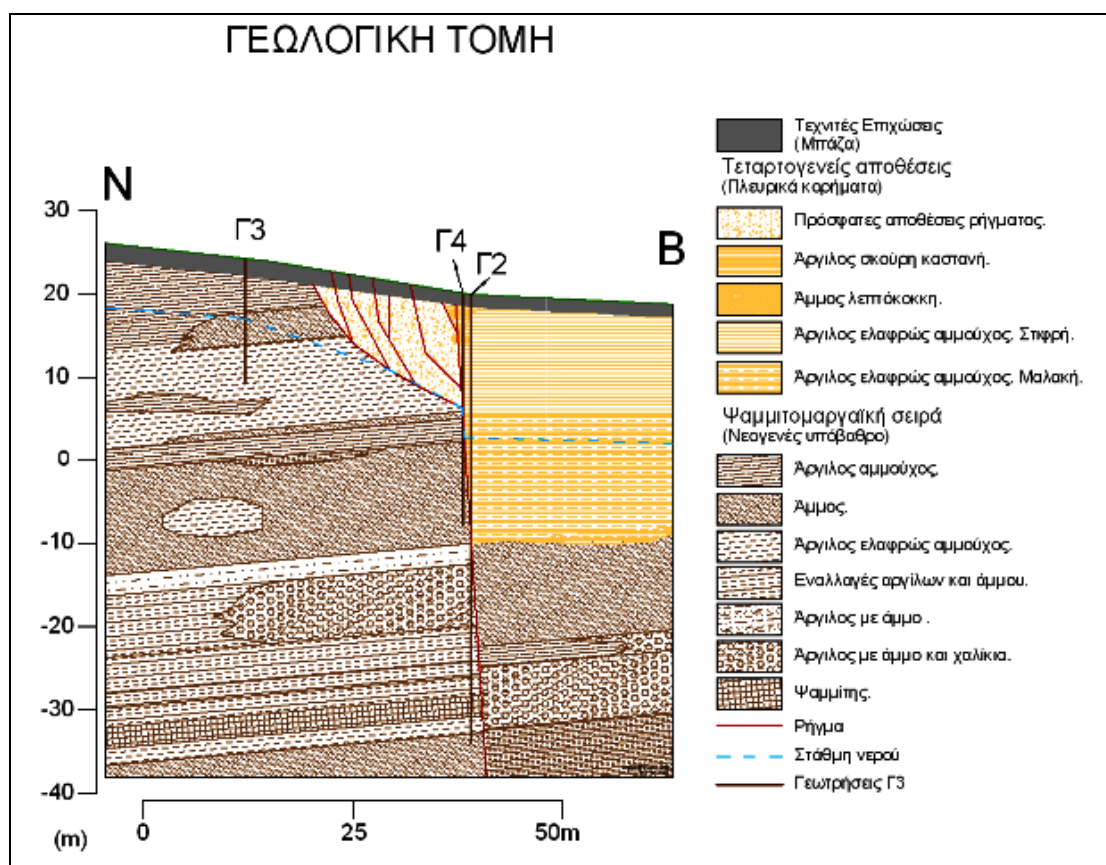
3.2 Τεκτονική της περιοχής

Το κυριότερο ρήγμα της περιοχής έρευνας είναι το ενεργό ρήγμα του Ανθεμούντα με διεύθυνση ανατολής-δύσης και το μήκος του εκτείνεται από το Γαλαρηνό μέχρι και τον οικισμό του Αγγελοχωρίου (Ζερβοπούλου & Παυλίδης, 2005, Μουντράκης et al., 1996, Kockel et al., 1977). Αποτελεί κανονικό ρήγμα με μετάπτωση προς βορρά. Βρίσκεται στο όριο της ψαμμιτομαργαϊκής σειράς και των πρόσφατων παράκτιων αποθέσεων, στο νότιο μορφολογικό όριο της λεκάνης του Ανθεμούντα.

Το ρήγμα της Περαίας αποτελεί τμήμα του ρήγματος του Ανθεμούντα και διαμορφώνει το μορφολογικό ανάγλυφο της περιοχής με απότομα πρανή κατά μήκος του ρήγματος.



Χάρτης 3.2.1: Γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής του Δ.Δ. Περαίας (Παυλίδης κ.α, 2007).



Σχήμα 3.2.2: Γεωλογική τομή κάθετη στο ρήγμα της Περαίας με διεύθυνση Βορράς-Νότος (Παυλίδης κ.α, 2007).

4.ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

4.1.Διαμόρφωση των Υδροφόρων Στρωμάτων

Με βάση τις γεωλογικές συνθήκες της περιοχής έρευνας, δύο είναι οι κύριοι υδροφόροι ορίζοντες που αναπτύσσονται σε αυτήν:

1. Ο αλλουβιακός υδροφόρος ορίζοντας
2. Ο υπό πίεση υδροφόρος ορίζοντας.

4.1.1. Ο αλλουβιακός υδροφόρος ορίζοντας

Στα αδρομερή μέλη (κροκάλες, χάλικες, άμμοι) των αλλουβιακών αποθέσεων της πεδινής ζώνης αναπτύσσεται υπόγεια υδροφορία. Το πάχος των αποθέσεων φθάνει λίγες δεκάδες μέτρα στην παράκτια ζώνη. Μεταξύ των αδρομερών φάσεων παρεμβάλλονται λεπτομερείς φάσεις, υδατο-στεγανές ή αποτελούμενες από μικρής περατότητας υλικά. Το γεγονός αυτό συμβάλλει στη δημιουργία κατά θέσεις, τόσο ελεύθερων (φρεάτιων) όσο και υπό πίεση υδροφόρων στρωμάτων.

Υψηλή περατότητα ($K=10^{-5}$ m/s έως 10^{-2} m/s) παρατηρείται στις παράκτιες αποθέσεις με επικράτηση των άμμων, αλλά και στα τεταρτογενή ιζήματα που καλύπτουν την ψαμμιτομαργαϊκή σειρά (Υδρογεωτεχνική μελέτη και μελέτη γεωλογικής καταλληλότητας για την ίδρυση των Νέων Κοιμητηρίων Δ.Δ. Περαίας).

Η τροφοδοσία των ανωτέρω υδροφόρων στρωμάτων πραγματοποιείται με άμεση κατείσδυση του νερού της βροχόπτωσης και από διηθήσεις των χειμάρρων. Στην επανατροφοδότηση των υδροφόρων στρωμάτων συμβάλουν και οι διηθήσεις των βόθρων και οι διαρροές του δικτύου ύδρευσης. Να σημειωθεί ότι πολλά πηγάδια στην οικιστική ζώνη μετατράπηκαν σε βόθρους.

Η εκμετάλλευση του αλλουβιακού υδροφόρου στρώματος γίνεται με περιορισμένο αριθμό πηγαδιών. Λόγω της αστικοποίησης της περιοχής, καθώς και της ποιοτικής υποβάθμισης, ο υδροφόρος ορίζοντας αυτός δεν παρουσιάζει κανένα υδρογεωλογικό ενδιαφέρον.

4.1.2. Ο υπό πίεση υδροφόρος ορίζοντας

Όπως αναφέρθηκε, η ψαμμιτομαργαϊκή σειρά καλύπτει σημαντικό τμήμα της ημιλοφώδους ζώνης με μικρό πάχος κοντά στη γραμμή επαφής με τη σειρά των ερυθροπηλών, ενώ καθώς απομακρυνόμαστε από αυτήν αυξάνει.

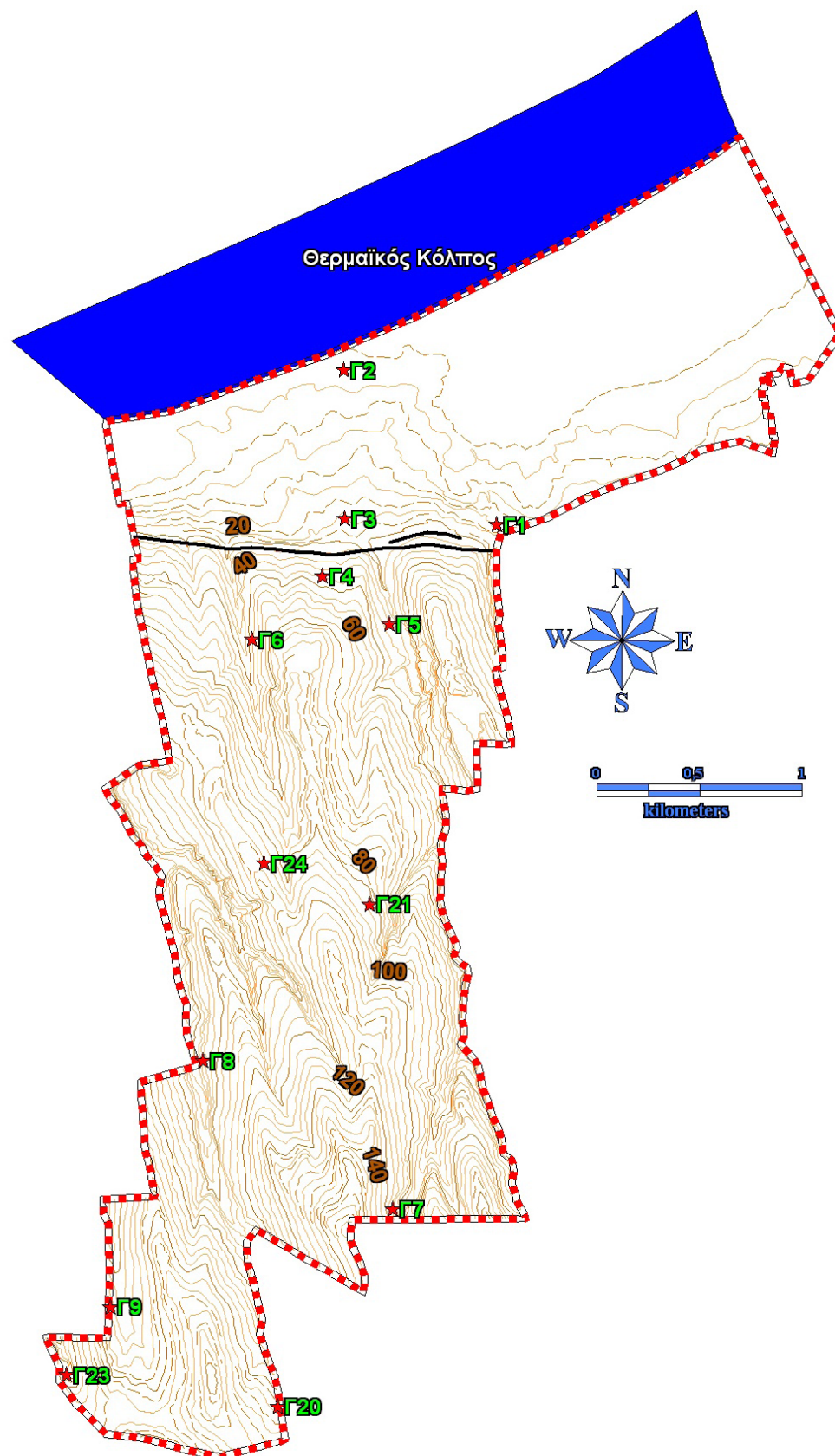
Η σειρά αυτή αποτελείται από εναλλαγές άμμων, ψαμμιτών, μαργών και αργίλων αλλά και φακούς. Από τις εναλλαγές αυτές οι άμμοι εμφανίζουν σχετικά αυξημένη περατότητα ($K \sim 10^{-4}$ m/s).

Σε όλη την περιοχή εμφάνισης της ψαμμιτομαργαϊκής σειράς αναπτύσσονται παράλληλοι υπό πίεση υπόγειοι υδροφορείς. Η τροφοδοσία της ενιαίας υδρογεωλογικής ψαμμιτομαργαϊκής ενότητας γίνεται με κατεισδύση του νερού της βροχής και διήθηση των χειμάρρων. Σύμφωνα με τον Κουμαντάκη (2006) έχει διαπιστωθεί υποθαλάσσια τροφοδοσία των υπό πίεση υδροφορέων της περιοχής από Βορρά.

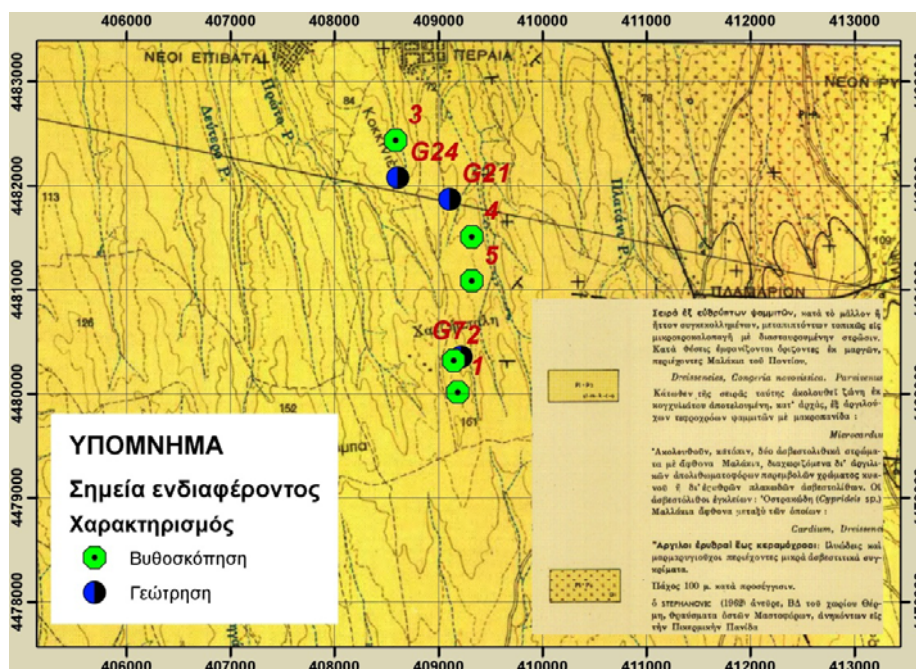
Χαρακτηριστικό της υπόγειας υδροφορίας στην ψαμμιτομαργαϊκή σειρά είναι ότι δεν είναι συνεχής και ομοιόμορφη και αυτό έχει ως συνέπεια να μην συναντάται ικανοποιητική υδροφορία σε οποιαδήποτε θέση και αν ανορυχθεί γεώτρηση. Από τη γεωτρητική έρευνα, έχει διαπιστωθεί ότι πολλές γεωτρήσεις που ανορύχθηκαν στη σειρά αυτή δεν συνάντησαν υδροφορία.

Τους ανωτέρω υδροφόρους ορίζοντες, εκμεταλλεύεται σχεδόν αποκλειστικά τα τελευταία χρόνια, το Δ.Δ. της Περαίας για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών. Το βάθος των γεωτρήσεων στην ψαμμιτομαργαϊκή σειρά στην περιοχή της Περαίας ανέρχεται σε 300m, ενώ σε γειτονικές περιοχές έχει υπερβεί τα 500 m.

4.2.Υδρογεωτρήσεις



Σχήμα 4.2.1: Τοπογραφικός χάρτης του Δ.Δ. Περαιάς με τις θέσεις των Δημοτικών γεωτρήσεων, που σημειώνονται με βάση τους κωδικούς της ΔΕΥΑ Θερμαϊκού.

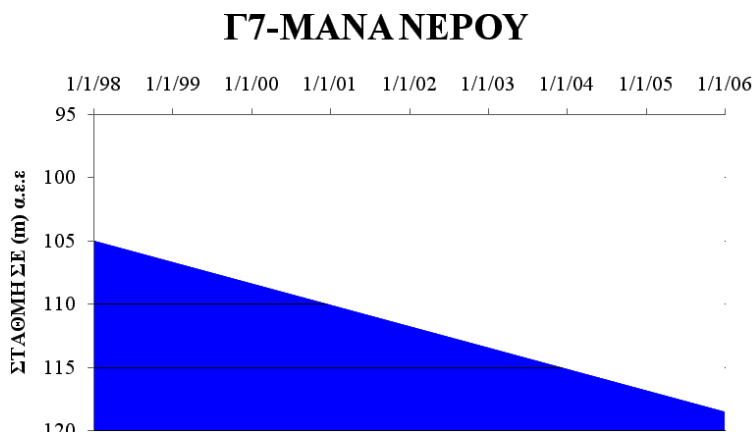


Σχήμα 4.2.2: Γεωλογικός χάρτης με τις θέσεις των βυθοσκοπήσεων και των γεωτρήσεων

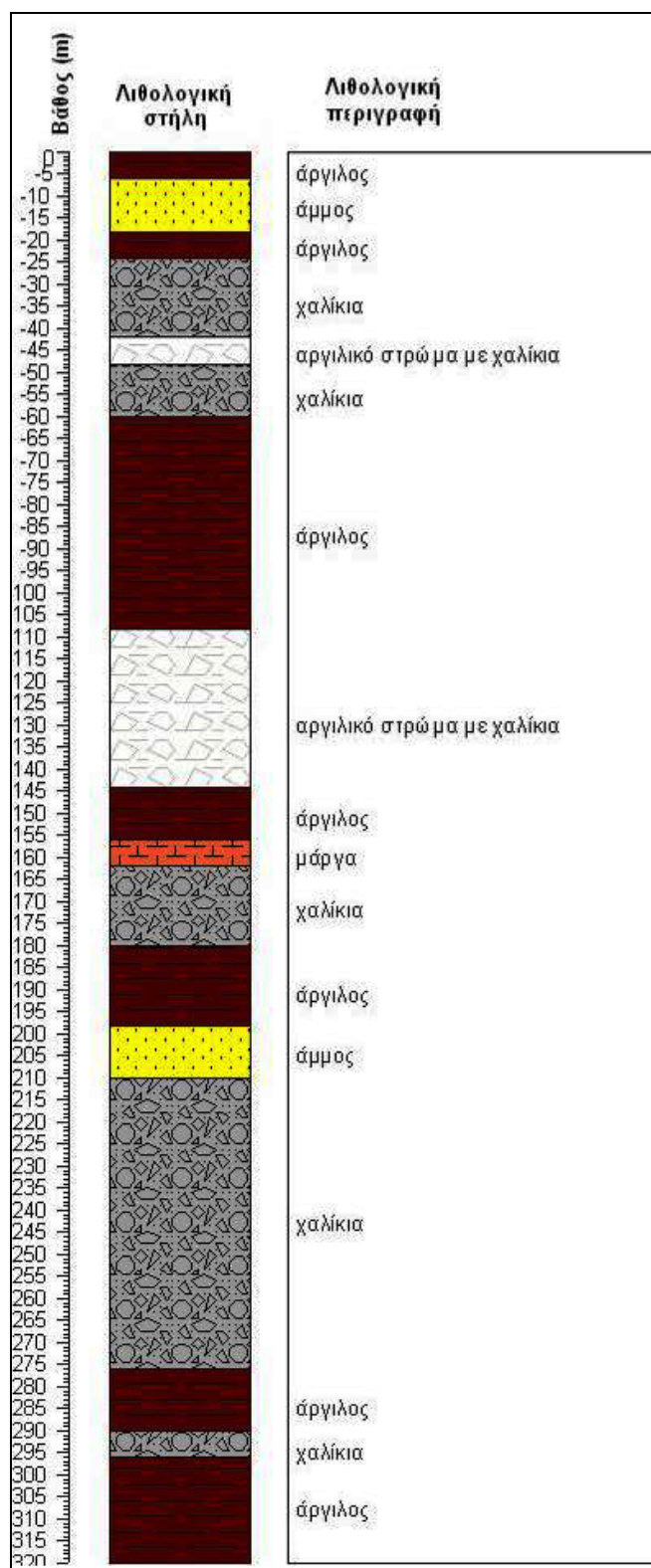
4.2.1 Γ-7 Μάνα Νερού

Η γεώτρηση Γ7 βρίσκεται σε απόλυτο υψόμετρο +112 m και κατασκευάστηκε το 1998 για τις υδρευτικές ανάγκες του Δήμου Περαίας. Το βάθος της είναι 300 m, τα φίλτρα ξεκινούν από τα 46 m και η υδροφορία συναντάται μέσα σε επάλληλα υπό πίεση στρώματα χαλικιών με άμμους που παρεμβάλλονται σε αργιλικά στρώματα.

Αντλεί με παροχή 50 m³/h και η λιθολογική τομή της γεώτρησης παρουσιάζεται στο Σχήμα 5.13. Κατά την κατασκευή της γεώτρησης η στάθμη της μετρήθηκε στα 105 m, ενώ το 2006 έπεσε στα 118,5 m. Έκτοτε δεν κατέστη δυνατή νέα μέτρηση της στάθμης.



Σχήμα 4.2.1.1: Γραφική απεικόνιση των μετρήσεων της στάθμης του υπόγειου νερού στη γεώτρηση Γ7–Μάνα Νερού



Σχήμα 4.2.1.2: Λιθολογική τομή της γεώτρησης Γ7-Μάνα Νερού.

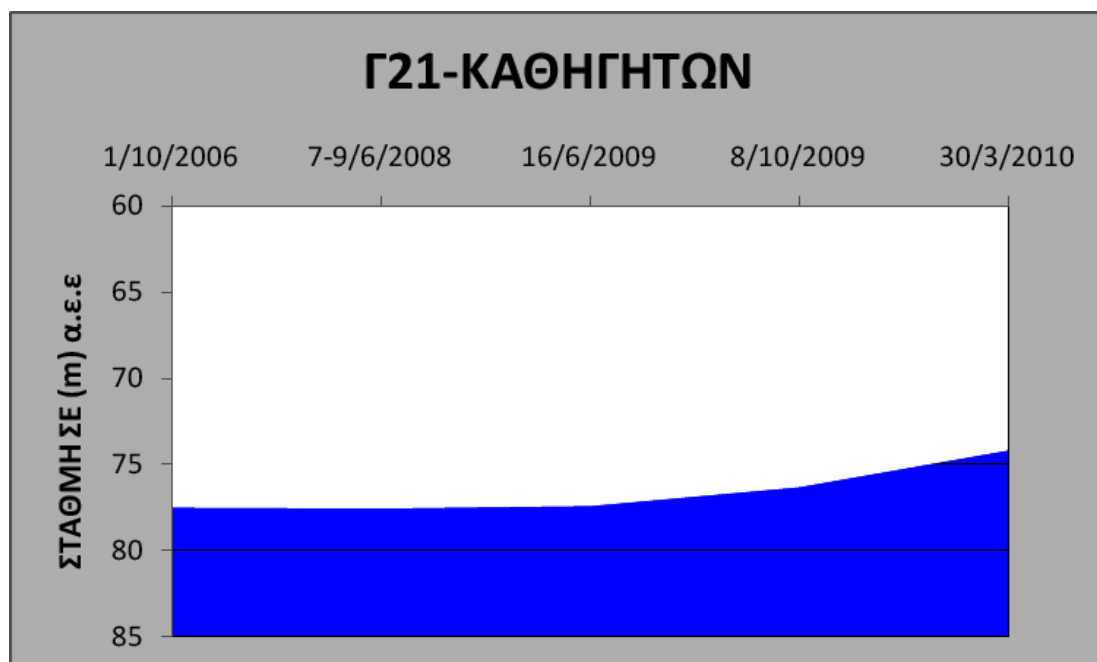
(Βουδούρης Κ., 2010. Υδρογεωλογική έρευνα ευρύτερης περιοχής Περαίας, Δήμου Θερμαϊκού Θεσσαλονίκης, Τεχνική έκθεση, ΔΕΥΑ Θερμαϊκού, Ερευνητικό Πρόγραμμα ΕΛΚΕ ΑΠΘ (Κωδ. 83054).

4.2.2 Γ-21 Καθηγητών (Αγρ. 1053)

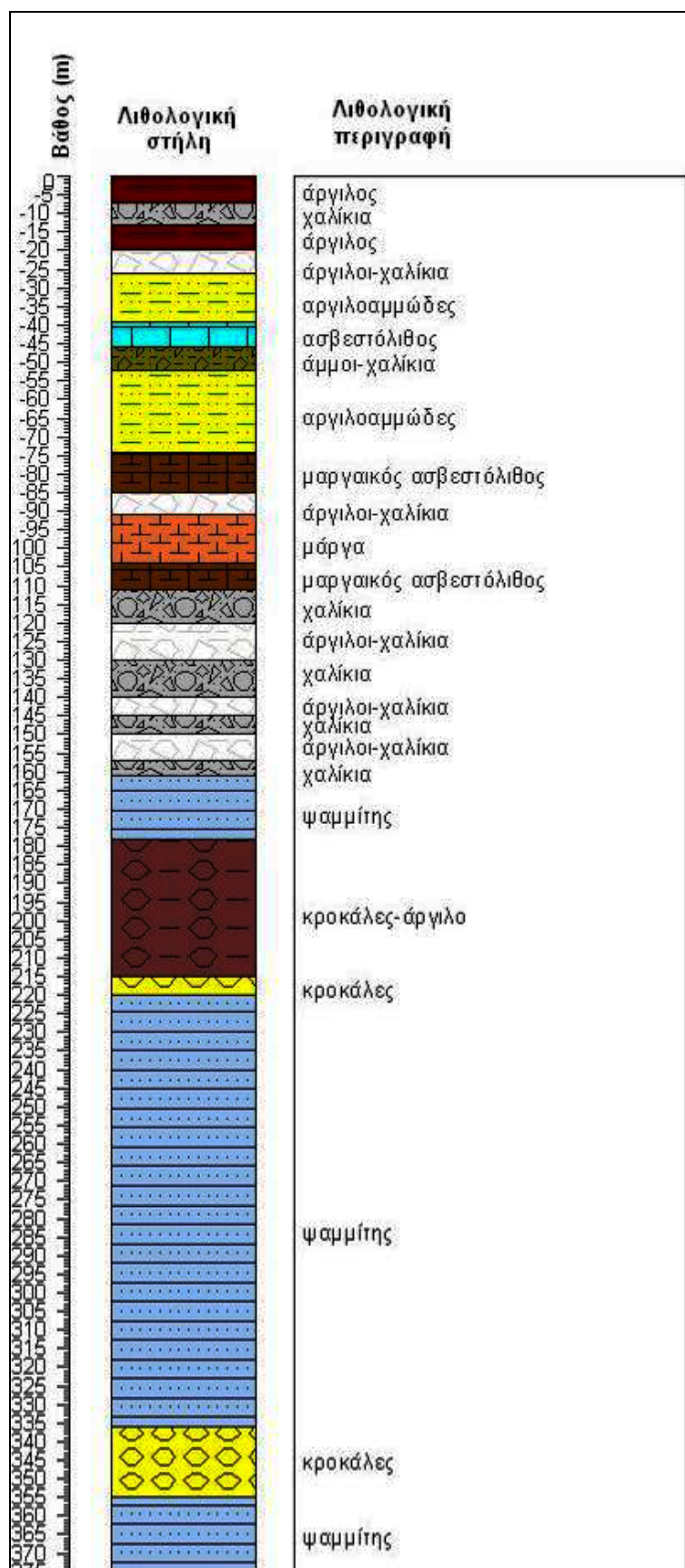
Η γεώτρηση Γ21 κατασκευάστηκε το 2006 και βρίσκεται σε απόλυτο υψόμετρο +82m. Το βάθος της είναι 340 m, τα φίλτρα ξεκινούν από τα 40 m και η υδροφορία συναντάται μέσα σε επάλληλα υπό πίεση στρώματα χαλικιών με άμμους που παρεμβάλλονται ανάμεσα σε στρώματα μαργών, ψαμμιτών και αργίλων. Η άντληση πραγματοποιείται με παροχή 50 m³/h και η λιθολογική τομή της γεώτρησης παρουσιάζεται στο Σχήμα 5.19. Η γεώτρηση κατασκευάστηκε με σκοπό να αντικαταστήσει τις γεωτρήσεις Γ1 και Γ3.

Μετά από μικρό χρόνο λειτουργίας το νερό παρουσίασε μία άσχημη οσμή και η γεώτρηση σταμάτησε να λειτουργεί. Στο αντλούμενο νερό παρατηρούνται μεγάλες ποσότητες άμμου και λεπτόκοκκης τεφρής-πρασινωπής αργίλου με κολλώδη υφή, γεγονός που αποδίδεται σε κακή κατασκευή της γεώτρησης καθώς έχουν τοποθετηθεί φίλτρα σε αργιλικά στρώματα.

Η στάθμη του υπόγειου νερού κατά την κατασκευή της γεώτρησης ήταν 77,5 m και τον Ιούνιο του 2009 παρουσίασε αύξηση 0,9 m. Η τελευταία υγρή υδρολογική χρονιά (2009-2010) είχε ως αποτέλεσμα η στάθμη να ανέβει από τις 9/10/2009 μέχρι τις 30/3/2010 κατά 2,13m. Επίσης η γεώτρηση παρουσιάζει θετικό πιεζομετρικό φορτίο 7,81 m.



Σχήμα 4.2.2.1: Γραφική απεικόνιση των μετρήσεων της στάθμης του υπόγειου νερού στη γεώτρηση Γ21-Καθηγητών



Σχήμα 4.2.2.2: Λιθολογική τομή της γεώτρησης Γ21.

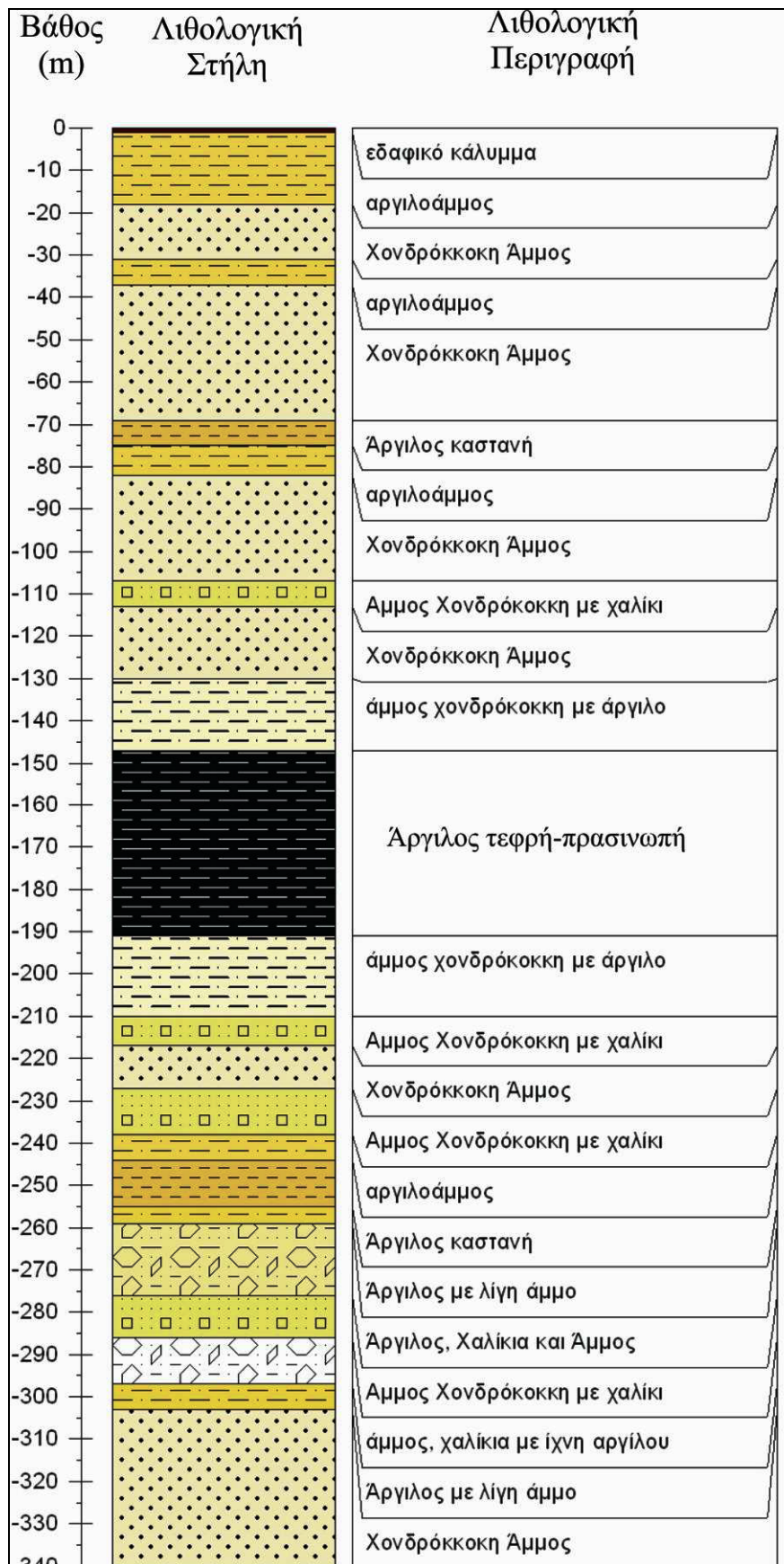
(Βουδούρης Κ., 2010. Υδρογεωλογική έρευνα ευρύτερης περιοχής Περαίας, Δήμου Θερμαϊκού Θεσσαλονίκης, Τεχνική έκθεση, ΔΕΥΑ Θερμαϊκού, Ερευνητικό Πρόγραμμα ΕΛΚΕ ΑΠΘ (Κωδ. 83054).

4.2.3 Γ-24 Καινούργια (Αγρ. 880)

Η γεώτρηση Γ24 κατασκευάστηκε το 2008 και βρίσκεται σε απόλυτο υψόμετρο +89m. Το βάθος της είναι 330 m, τα φίλτρα ξεκινούν από τα 150 m και η υδροφορία συναντάται μέσα σε στρώματα χαλικιών με άμμους που παρεμβάλλονται ανάμεσα σε στρώματα μαργών, ψαμμιτών και αργίλων. Αντλεί με παροχή 50 m³/h και κατασκευάστηκε με σκοπό να αντικαταστήσει τις γεωτρήσεις που βρίσκονται μέσα στην οικιστική ζώνη. Η στάθμη του νερού της γεώτρησης κατά την κατασκευή της μετρήθηκε στα 105 m. Άλλες μετρήσεις δε μπόρεσαν να γίνουν καθώς το πιεζόμετρο της γεώτρησης δεν λειτούργησε καθόλου.

Κατά τη διάρκεια της κατασκευής η ερευνητική ομάδα του Α.Π.Θ. παρακολούθησε τμήμα της κατασκευής με σκοπό να συλλέξει στοιχεία για τη λιθολογία της περιοχής. Με βάση τα στοιχεία της διάτρησης κατασκευάστηκε η λιθολογική τομή της γεώτρησης (Σχήμα 5.22). Με βάση το πρόβλημα της νιτρορύπανσης στη γεώτρηση Γ8 και την εισροή λεπτόκοκκων υλικών στη γεώτρηση Γ21 (παρόμοιας σύστασης με τα στρώματα σε βάθος 150-190 m της γεώτρησης Γ24) προτάθηκε η τοποθέτηση των φίλτρων σε βάθος μεγαλύτερο των 200 m.

Παρόλα αυτά, όπως προκύπτει από τη λιθολογική τομή του κατασκευαστή, στη γεώτρηση τοποθετήθηκαν φίλτρα εντός των στρωμάτων της τεφρής-πρασινωπής αργίλου (βάθος 150-190 m) με αποτέλεσμα σε διάστημα 2 μηνών από την κατασκευή να αντλεί ποσότητες λεπτόκοκκου υλικού από το στρώμα αυτό.



Σχήμα 4.2.3.1: Λιθολογική τομή της γεώτρησης Γ24 κατά Α.Π.Θ.

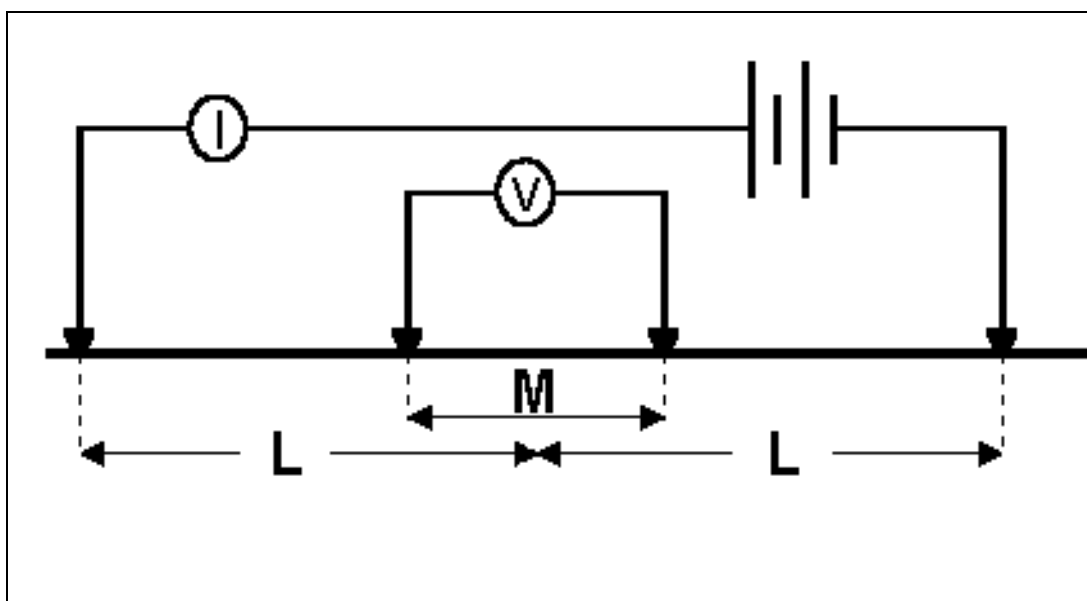
5. ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ

5.1. Εισαγωγή

Στην ενότητα αυτή θα ασχοληθούμε με τις γεωφυσικές διασκοπήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή. Πιο συγκεκριμένα θα χαρτογραφήσουμε τη γεωηλεκτρική δομή του υποβάθρου.

5.2. Βυθοσκοπήσεις

Στη περιοχή πραγματοποιήθηκαν ηλεκτρικές μέθοδοι γεωφυσικής διασκόπησης. Συγκεκριμένα εφαρμόστηκε η μέθοδος της Ειδικής Ηλεκτρικής Αντίστασης και χρησιμοποιήθηκε η διάταξη ηλεκτροδίων Schlumberger. Στην διάταξη αυτή, η απόσταση $MN=2l$ μεταξύ των ηλεκτροδίων δυναμικού, είναι πολύ μικρότερη από την απόσταση $AB=2L$, μεταξύ των ηλεκτροδίων ρεύματος ($L \gg l$).

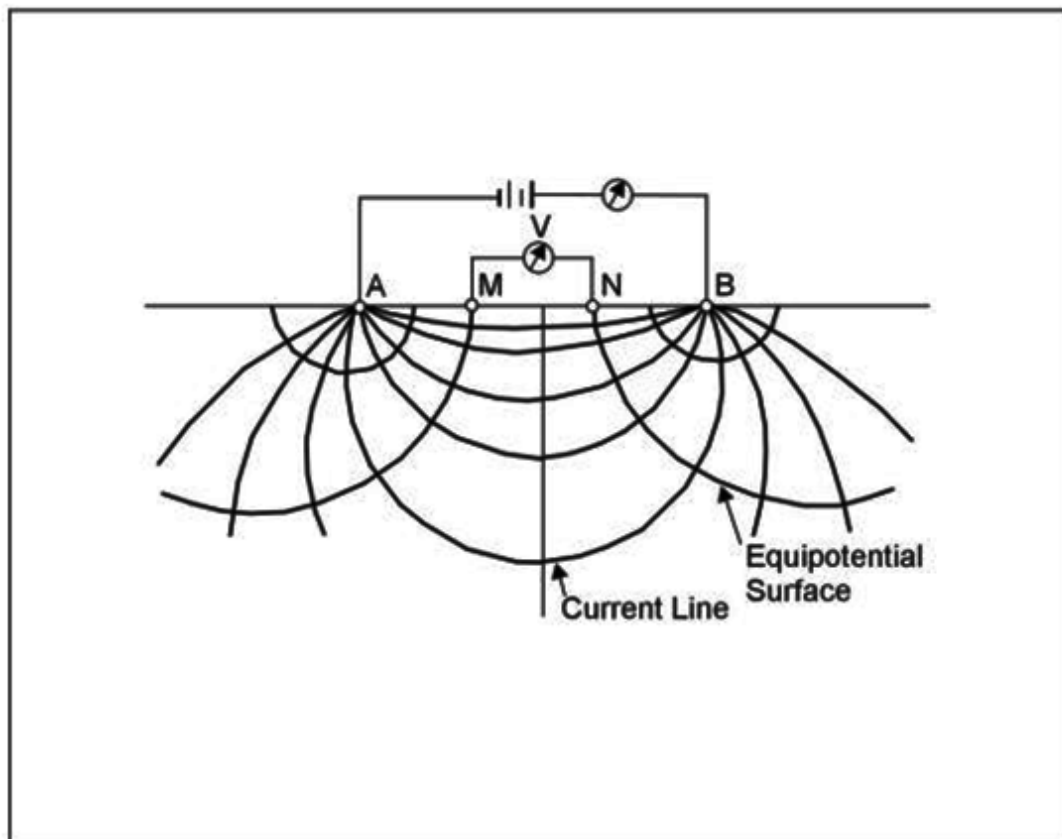


Σχήμα 5.2.1: Διάταξη ηλεκτροδίων στις γεωφυσικές διασκοπήσεις.

(<http://geophysics.ou.edu/enviro/electric/index.html>)

Διαβιβάζεται στο έδαφος ηλεκτρικό ρεύμα με δύο ηλεκτρόδια ρεύματος A, B και μετρίεται σε διάφορες θέσεις του εδάφους το δυναμικό που δημιουργεί το ρεύμα αυτό με δύο ηλεκτρόδια δυναμικού M, N. Πραγματοποιούνται μετρήσεις τόσο της έντασης ρεύματος (I) όσο και του δυναμικού (ΔV) που παράγεται με στόχο τον καθορισμό της κατανομής της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης, ρ , στο υπέδαφος. Η κατανομή της

ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης στο υπέδαφος ονομάζεται γεωηλεκτρική δομή. Συνεπώς, άμεσος στόχος της μεθόδου της ειδικής αντίστασης είναι ο καθορισμός της γεωηλεκτρικής δομής του υπεδάφους, ενώ η γεωλογική ερμηνεία της δομής αυτής αποτελεί τον τελικό στόχο, ο οποίος παρουσιάζει δυσκολίες και απαιτεί συνήθως πρόσθετα στοιχεία (γεωλογικά, γεωφυσικά κλπ).



Σχήμα 5.2.2: Σχέση απόστασης ηλεκτροδίων με το βάθος της βυθοσκόπησης.

(<http://www.epa.gov>)

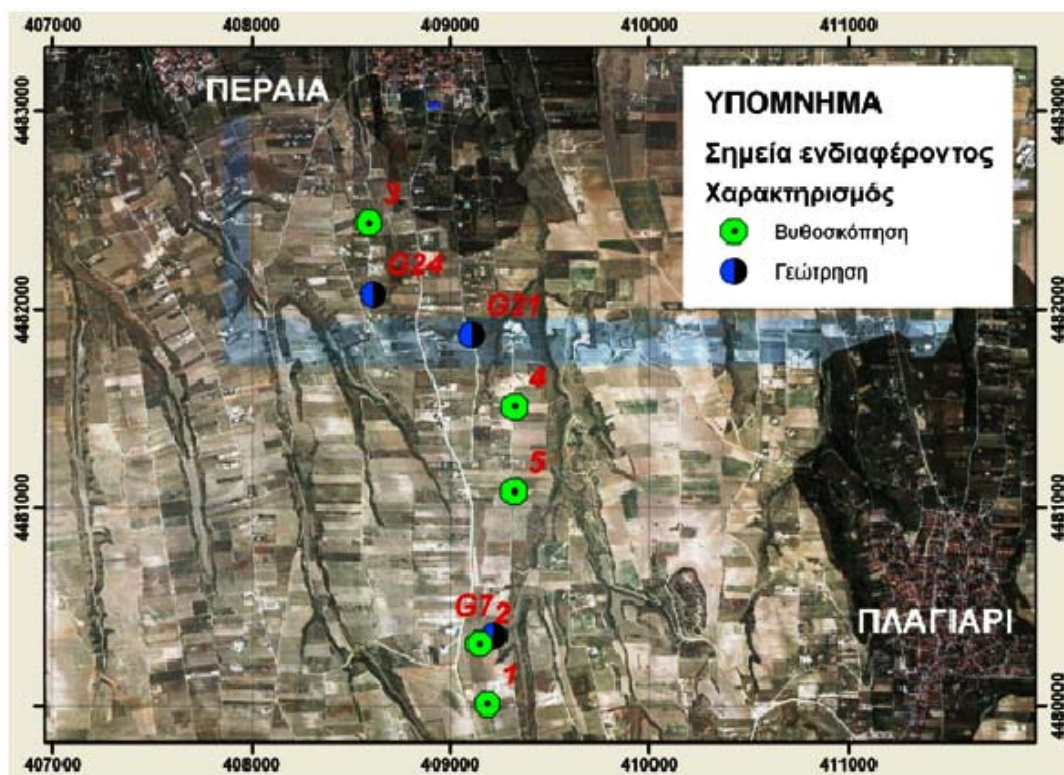
Για την πραγματοποίηση των γεωηλεκτρικών μετρήσεων έχουν προταθεί διάφοροι τρόποι διάταξης των ηλεκτροδίων στην επιφάνεια της γης. Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκε η διάταξη Schlumberger. Στην διάταξη αυτή, η απόσταση $MN=2l$ μεταξύ των ηλεκτροδίων δυναμικού, είναι πολύ μικρότερη από την απόσταση $AB=2L$, μεταξύ των ηλεκτροδίων ρεύματος ($L \gg l$).

Κάθε βυθοσκόπηση αποτελείται από σειρά μετρήσεων κατά τις οποίες αυξάνεται λογαριθμικά η απόσταση των ηλεκτροδίων ρεύματος ($AB/2$) ενώ η απόσταση των ηλεκτροδίων δυναμικού ($MN/2$) αυξάνεται συνήθως όταν το δυναμικό που μετράται πλησιάζει την ακρίβεια του οργάνου μέτρησης. Αυξανόμενη της απόστασης των ηλεκτροδίων ρεύματος αυξάνεται και το βάθος διεξόδου του (βλ. Σχήμα). Συνεπώς, η φαινόμενη αντίσταση που υπολογίζεται διαμορφώνεται με βάση

κάθε φορά από τα βαθύτερα γεωλογικά στρώματα που διαρρέονται από το ηλεκτρικό ρεύμα.

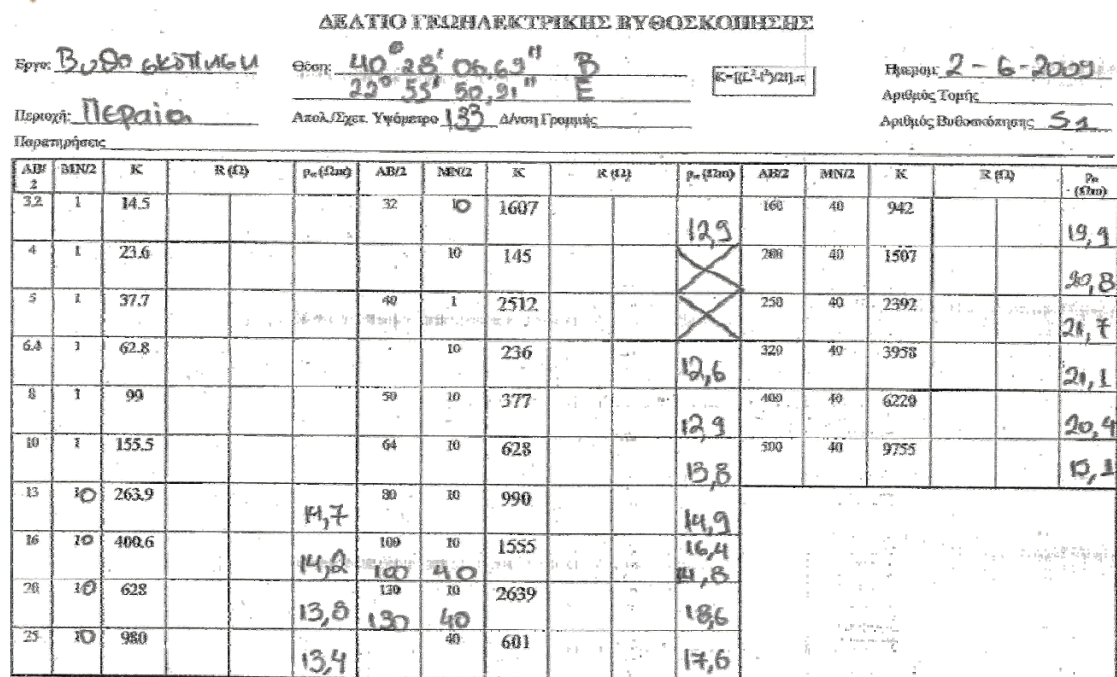
Η κατανομή της υπολογιζόμενης φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης με την απόσταση $AB/2$, επιτρέπει με τη διαδικασία της αντιστροφής, τον καθορισμό της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης με το βάθος.

Προγραμματίστηκε η υλοποίηση πέντε βυθοσκοπήσεων. Οι βυθοσκοπήσεις αυτές τοποθετήθηκαν κοντά στις γεωτρήσεις του Δήμου Περαιάς G7, G21, G24 όπως φαίνεται στο χάρτη. Στόχος ήταν ο εντοπισμός του βάθους και των φαινόμενων αντιστάσεων των σχηματισμών σε κάθε βυθοσκόπηση με συνέπεια την ηλεκτρική χαρτογράφηση της τομής και βέβαια ο καθορισμός της στρωματογραφίας σε σχέση με τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά των ιζηματογενών αποθέσεων.



Σχήμα 5.2.3: Τοπογραφικός χάρτης με τις θέσεις των γεωτρήσεων και των βυθοσκοπήσεων.

5.2.1. Βυθοσκόπηση 1



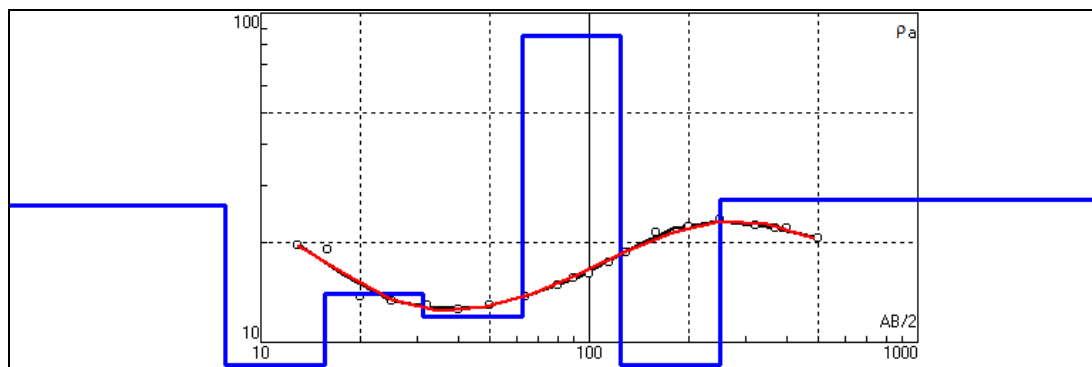
Σχήμα 5.2.1.1: Δελτίο υπαίθρου βυθοσκόπησης 1.

Στη βυθοσκόπηση 1 με συντεταγμένες $40^{\circ} 28' 06,69''$ B , $22^{\circ} 55' 50,91''$ και απόλυτο υψόμετρο 133 m, μετά από την ανάλυση της καμπύλης έχουν εντοπιστεί 7 διαφορετικά τμήματα του υπεδάφους με διαφορετικές φαινόμενες αντιστάσεις.

Αναλυτικότερα, από την επιφάνεια μέχρι το βάθος 7.8 m εντοπίζουμε ένα τμήμα πάχους 7,8 m και φαινόμενης αντίστασης $\rho=25,96$. Από τα 7,8 μέχρι τα 15,6 m ένα τμήμα φαινόμενης αντίστασης $\rho=7,353$. Από τα 15,6 μέχρι 31,22 m τμήμα φαινόμενης αντίστασης $\rho=14,03$, από 31,22 μέχρι τα 62,46 $\rho=11,93$, από 62,46 μέχρι 125 m τμήμα $\rho=85,21$, από τα 125 μέχρι τα 250 m τμήμα $\rho=4,399$ και τέλος εντοπίζουμε από τα 250 m και κάτω $\rho=27,03$.

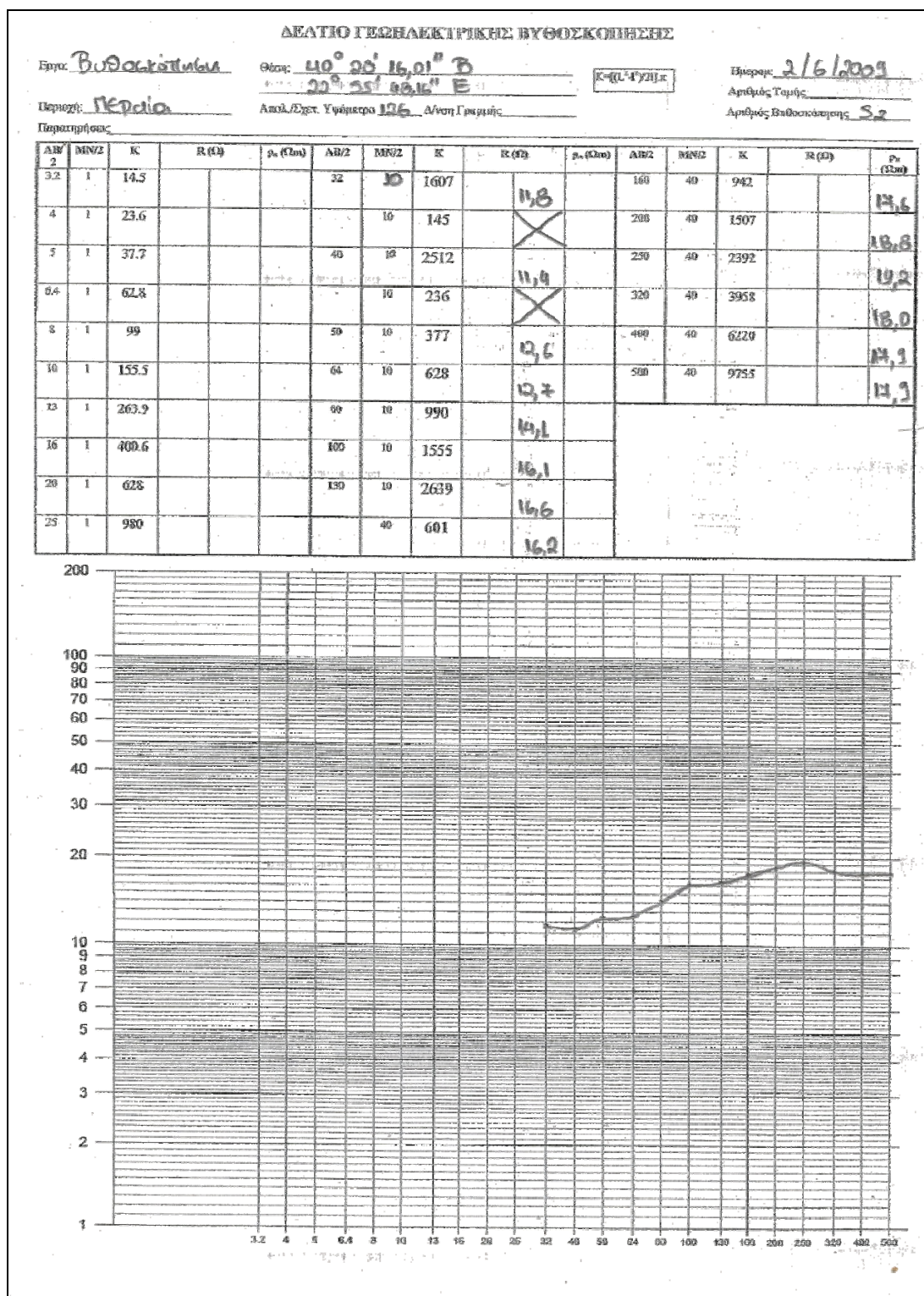
N	ρ	h	d	Alt
1	25.96	7.8	7.8	128.2
2	7.353	7.805	15.6	120.4
3	14.03	15.61	31.22	104.7
4	11.93	31.24	62.46	73.54
5	85.21	62.5	125	11.04
6	4.439	125	250	-113.9
7	27.03			

Σχήμα 5.2.1.2: Πίνακας επεξεργασίας δεδομένων ρ, h, d της βυθοσκόπησης 1.



Σχήμα 5.2.1.3: Διάγραμμα AB/2 με το ρ της βυθοσκόπησης 1.

5.2.2. Βυθοσκόπηση 2



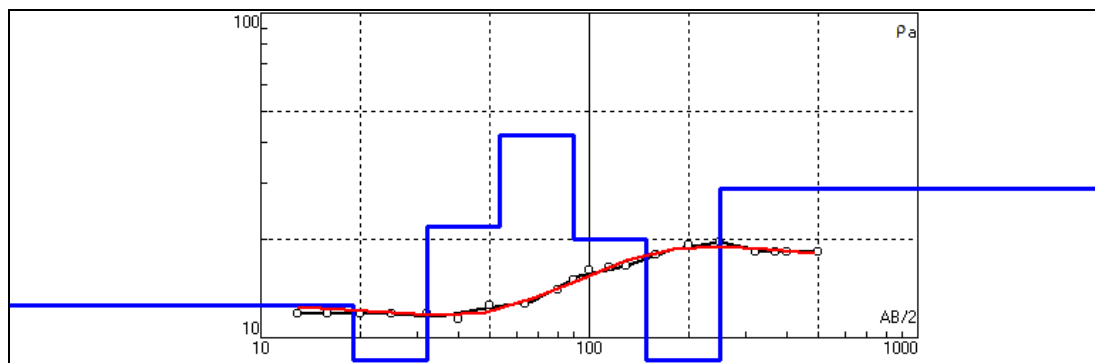
Σχήμα 5.2.2.1: Δελτίο υπαίθρου βυθοσκόπησης 2.

Στη βυθοσκόπηση 2 με συντεταγμένες 40° 28' 16,01'' Β, 22° 55' 48,16'' και απόλυτο υψόμετρο 126 m, μετά από την ανάλυση της καμπύλης έχουν εντοπιστεί 7 διαφορετικά τμήματα του υπεδάφους με διαφορετικές φαινόμενες αντιστάσεις.

Αναλυτικότερα, από την επιφάνεια μέχρι το βάθος 19,2 m εντοπίζουμε ένα τμήμα πάχους 19 m και φαινόμενης αντίστασης $\rho=12,6$. Από τα 19,2 μέχρι τα 32,1 m ένα τμήμα φαινόμενης αντίστασης $\rho=6,56$. Από τα 32,1 μέχρι 53,6 m τμήμα φαινόμενης αντίστασης $\rho=22$, από 53,6 μέχρι τα 89,6 m $\rho=42$, από 89.6 μέχρι 150 m τμήμα $\rho=20,1$, από τα 150 μέχρι τα 250 m τμήμα $\rho=7,69$ και τέλος εντοπίζουμε από τα 250 m και κάτω $\rho=28,7$.

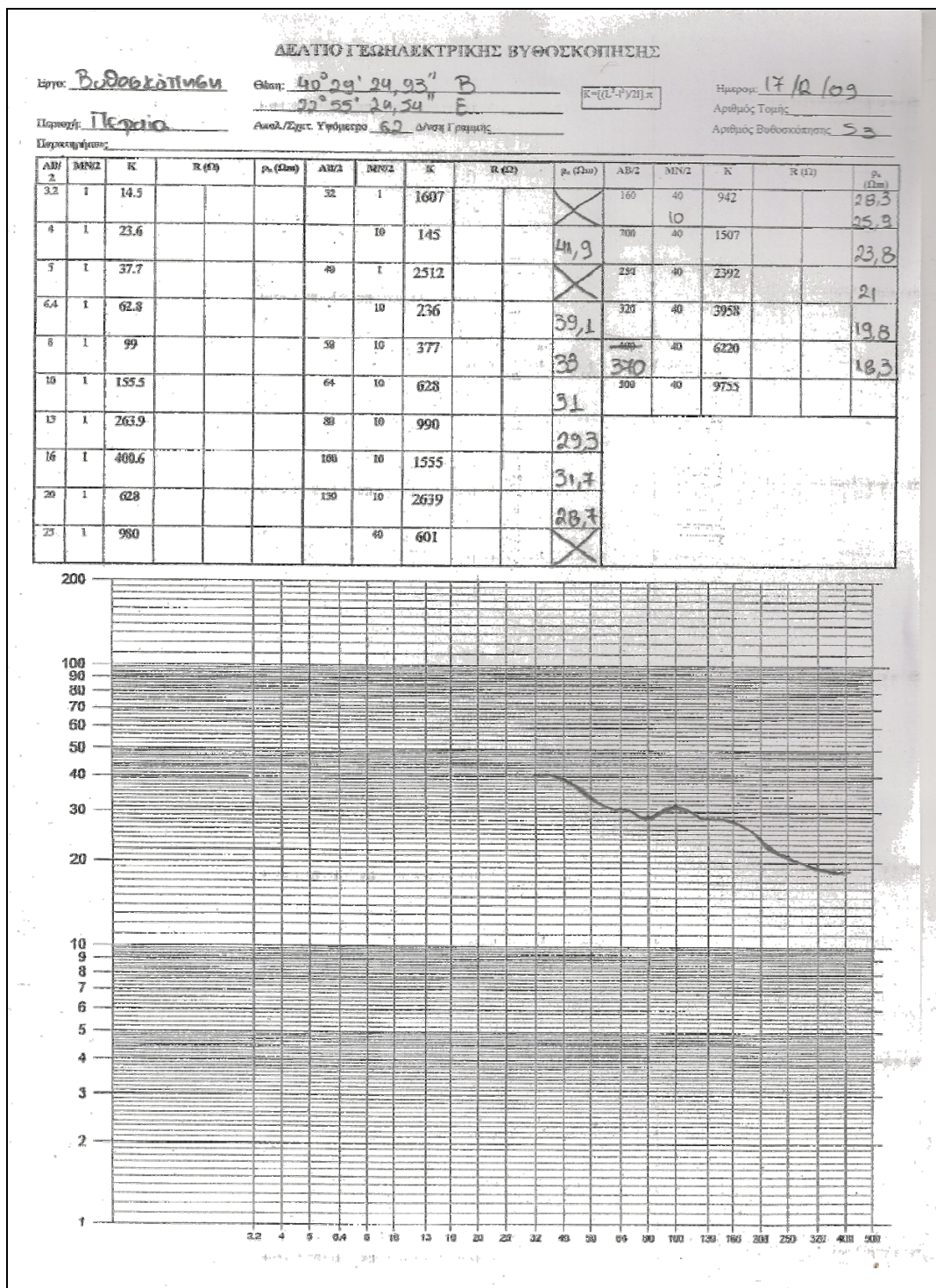
N	ρ	h	d	Alt
1	12.6	19.2	19.2	108.8
2	6.56	12.9	32.1	95.92
3	22	21.5	53.6	74.4
4	42	36	89.6	38.45
5	20.1	60.1	150	-21.62
6	7.69	100	250	-122
7	28.7			

Σχήμα 5.2.2.2: Πίνακας επεξεργασίας δεδομένων ρ, h, d της βυθοσκόπησης 2.



Σχήμα 5.2.2.3: Διάγραμμα $AB/2$ με το ρ της βυθοσκόπησης.

5.2.3. Βυθοσκόπηση 3



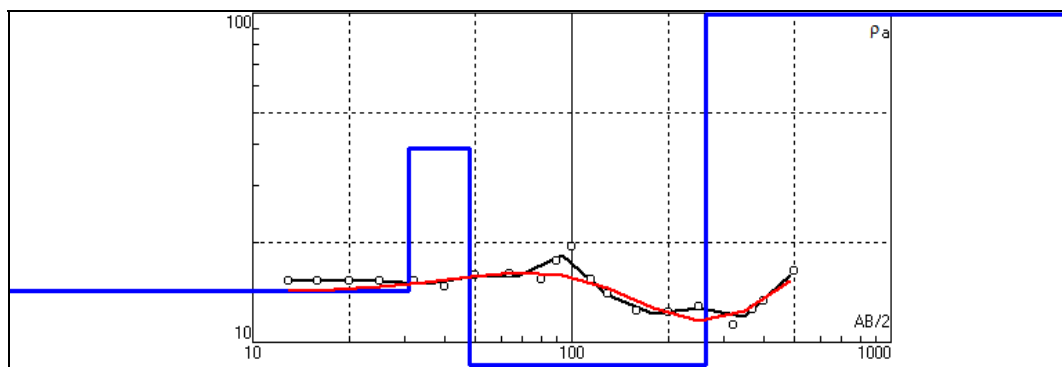
Σχήμα 5.2.3.1: Δελτίο υπαίθρου βυθοσκόπησης 3.

Στη βυθοσκόπηση 3 με συντεταγμένες 40° 29' 24,23'' B , 22° 55' 24,55'' και απόλυτο υψόμετρο 62 m, μετά από την ανάλυση της καμπύλης έχουν εντοπιστεί 6 διαφορετικά τμήματα του υπεδάφους με διαφορετικές φαινόμενες αντιστάσεις.

Αναλυτικότερα, από την επιφάνεια μέχρι το βάθος 30,9 m εντοπίζουμε ένα τμήμα πάχους 31 m και φαινόμενης αντίστασης $\rho=14,3$. Από τα 30,9 μέχρι τα 47,9 m ένα τμήμα φαινόμενης αντίστασης $\rho=38,7$. Από τα 47,9 μέχρι 171 m τμήμα φαινόμενης αντίστασης $\rho=8,01$, από 171 μέχρι τα 182 $\rho=4,16$, από 182 μέχρι 262 m τμήμα $\rho=7,38$ και τέλος εντοπίζουμε από τα 262 m και κάτω $\rho=583$.

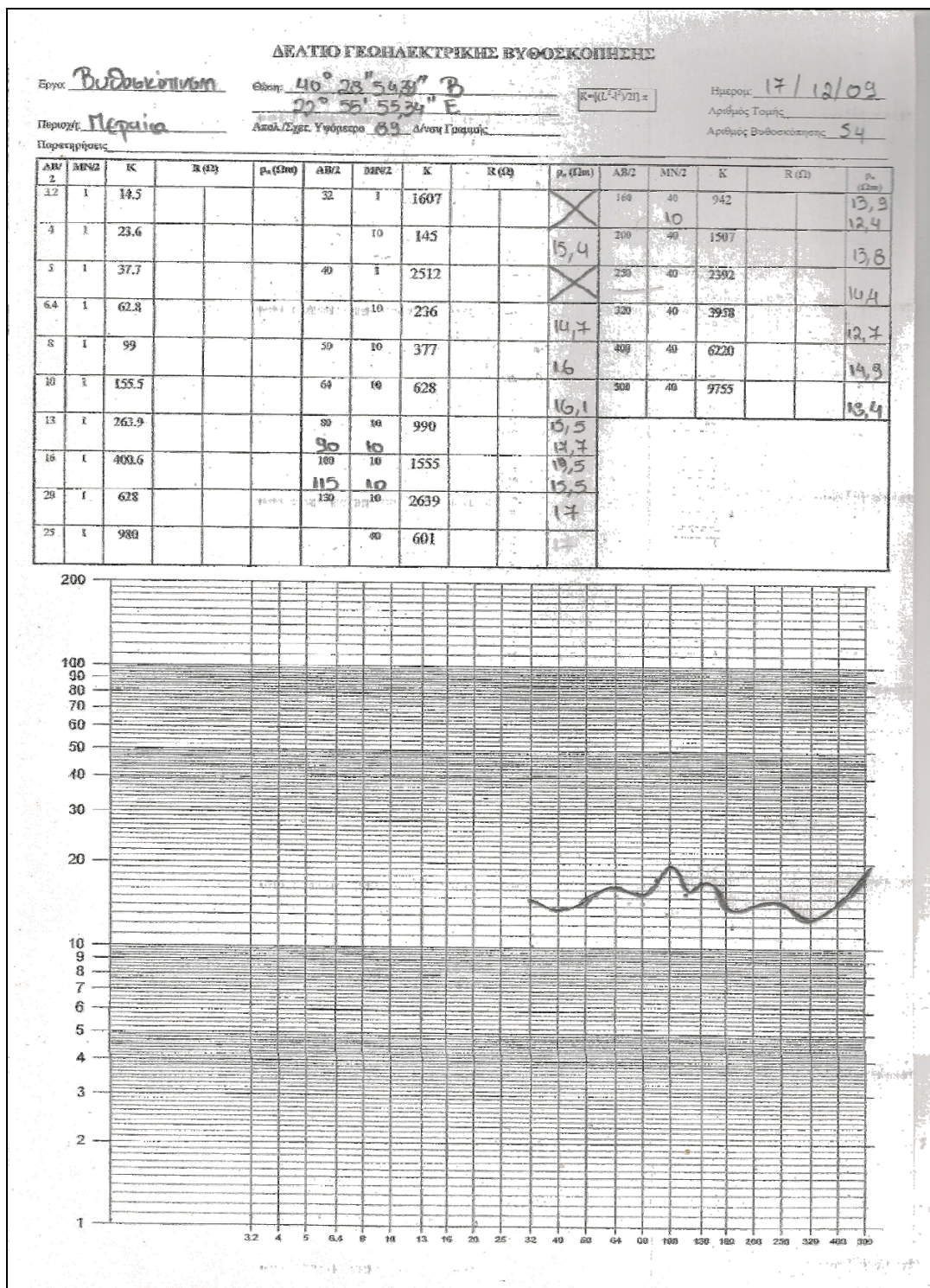
N	ρ	h	d	Alt
1	14.3	30.9	30.9	33.1
2	38.7	17	47.9	16.1
3	8.01	123	171	-106.5
4	4.16	11.2	182	-118.7
5	7.38	80.2	262	-198.3
6	583			

Σχήμα 5.2.3.2: Πίνακας επεξεργασίας δεδομένων ρ, h, d της βυθοσκόπησης 3.



Σχήμα 5.2.3.3: Διάγραμμα $AB/2$ με το ρ της βυθοσκόπησης 3.

5.2.4. Βυθοσκόπηση 4



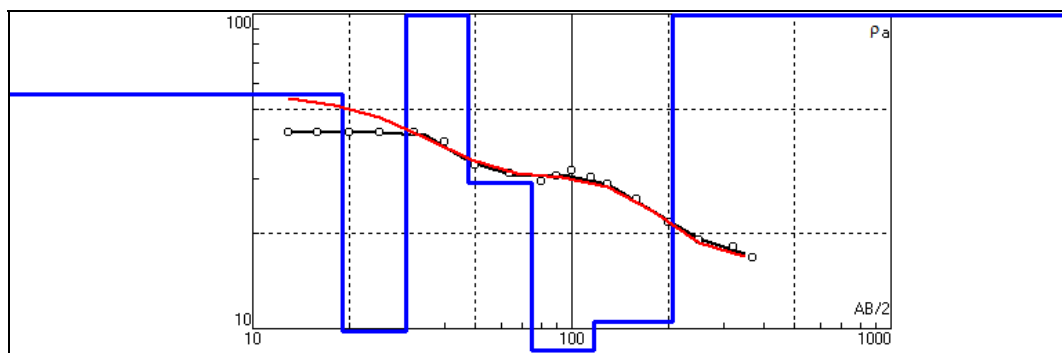
Σχήμα 5.2.4.1: Δελτίο υπαίθρου βυθόσκόπησης 4.

Στη βυθόσκόπηση 4 με συντεταγμένες 40° 28' 54,39'' B, 22° 55' 55,34'' και απόλυτο υψόμετρο 89 m, μετά από την ανάλυση της καμπύλης έχουν εντοπιστεί 7 διαφορετικά τμήματα του υπεδάφους με διαφορετικές φαινόμενες αντιστάσεις.

Αναλυτικότερα, από την επιφάνεια μέχρι το βάθος 19,2 m εντοπίζουμε ένα τμήμα πάχους 19 m και φαινόμενης αντίστασης $\rho=55,8$. Από τα 19,2 μέχρι τα 30,2 m ένα τμήμα φαινόμενης αντίστασης $\rho=9,8$. Από τα 30,2 μέχρι 47,5 m τμήμα φαινόμενης αντίστασης $\rho=106$, από 47,5 μέχρι τα 74,8 m $\rho=29,1$, από 74,8 μέχρι 118 m τμήμα $\rho=3,13$, από τα 118 μέχρι τα 207 m τμήμα $\rho=10,6$ και τέλος εντοπίζουμε από τα 207 m και κάτω $\rho=603$

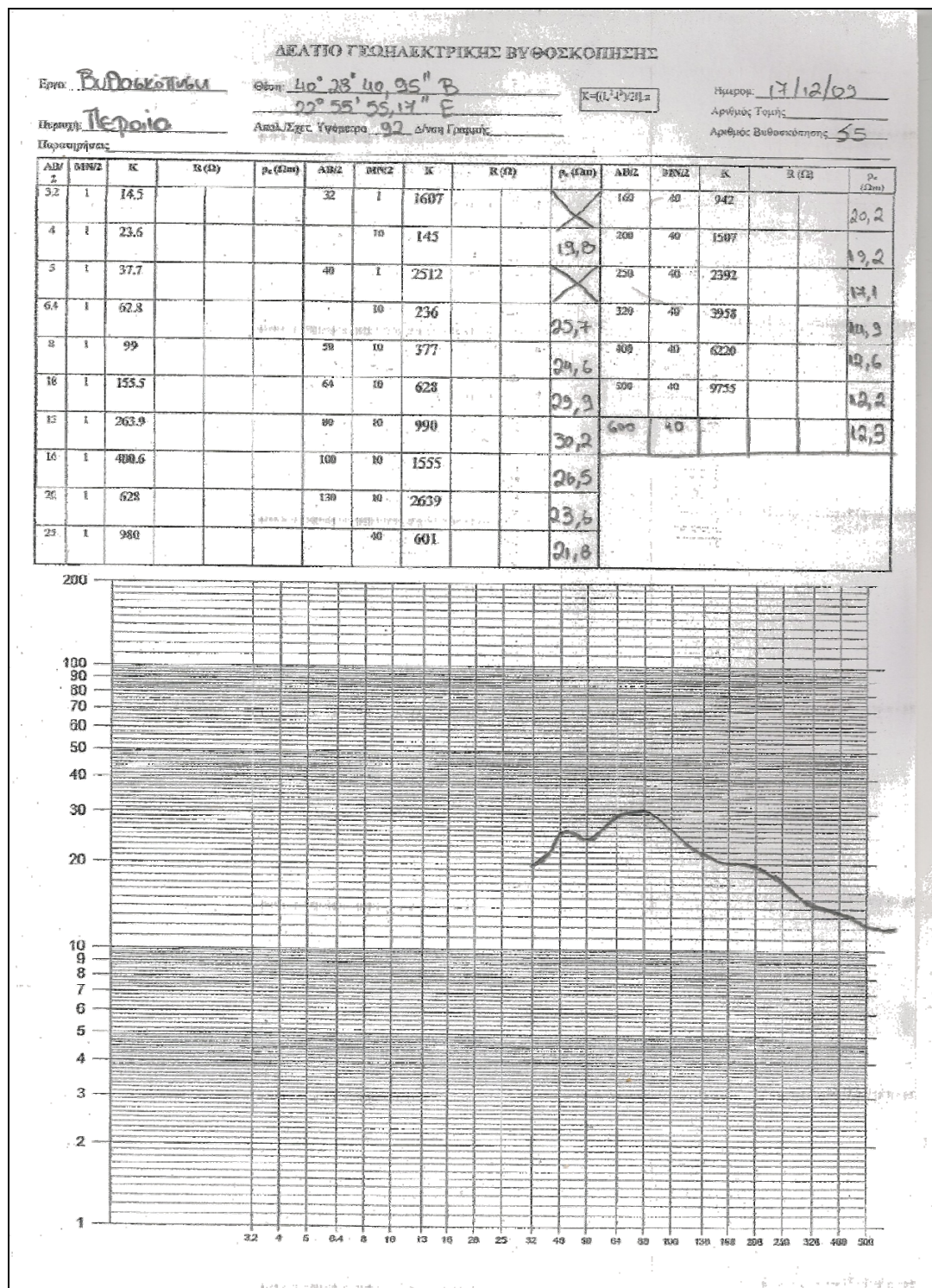
N	ρ	h	d	Alt
1	55.8	19.2	19.2	69.8
2	9.8	11	30.2	58.8
3	106	17.3	47.5	41.49
4	29.1	27.2	74.8	14.25
5	3.13	42.8	118	-28.6
6	10.6	89.7	207	-118.1
7	603			

Σχήμα 5.2.4.2: Πίνακας επεξεργασίας δεδομένων ρ, h, d της βυθοσκόπησης 4.



Σχήμα 5.2.4.3: Διάγραμμα AB/2 με το ρ της βυθοσκόπησης 4.

5.2.5. Βυθοσκόπηση 5



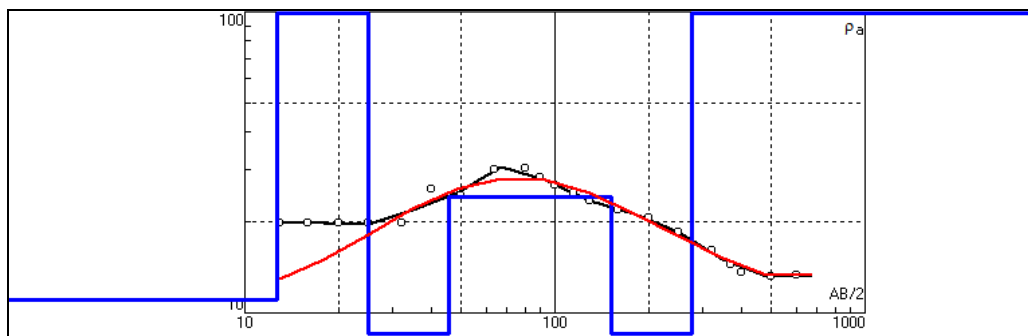
Σχήμα 5.2.5.1: Δελτίο υπαίθρου βυθοσκόπησης 5.

Στη βυθοσκόπηση 5 με συντεταγμένες 40° 28' 40,95" Β , 22° 55' 55,17" και απόλυτο υψόμετρο 92 m, μετά από την ανάλυση της καμπύλης έχουν εντοπιστεί 6 διαφορετικά τμήματα του υπεδάφους με διαφορετικές φαινόμενες αντιστάσεις.

Αναλυτικότερα, από την επιφάνεια μέχρι το βάθος 12,7 m εντοπίζουμε ένα τμήμα πάχους 13 m και φαινόμενης αντίστασης $\rho=11,1$. Από τα 12,7 μέχρι τα 24,9 m ένα τμήμα φαινόμενης αντίστασης $\rho=140$. Από τα 24,9 μέχρι 45,6 m τμήμα φαινόμενης αντίστασης $\rho=5,58$, από 45,6 μέχρι τα 152 $\rho=24,4$, από 152 μέχρι 277 m τμήμα $\rho=2,76$ και τέλος εντοπίζουμε από τα 277 m και κάτω $\rho=290$.

N	ρ	h	d	Alt
1	11.1	12.7	12.7	81.3
2	140	12.2	24.9	69.1
3	5.58	20.7	45.6	48.4
4	24.4	106	152	-57.6
5	2.76	125	277	-182.4
6	290			

Σχήμα 5.2.5.2: Πίνακας επεξεργασίας δεδομένων ρ, h, d της βυθοσκοπήσης 5.



Σχήμα 5.2.5.3: Διάγραμμα AB/2 με το ρ της βυθοσκοπήσης 5.

6. ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟΣ ΓΕΩΦΥΣΙΚΩΝ & ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

6.1 Εισαγωγή

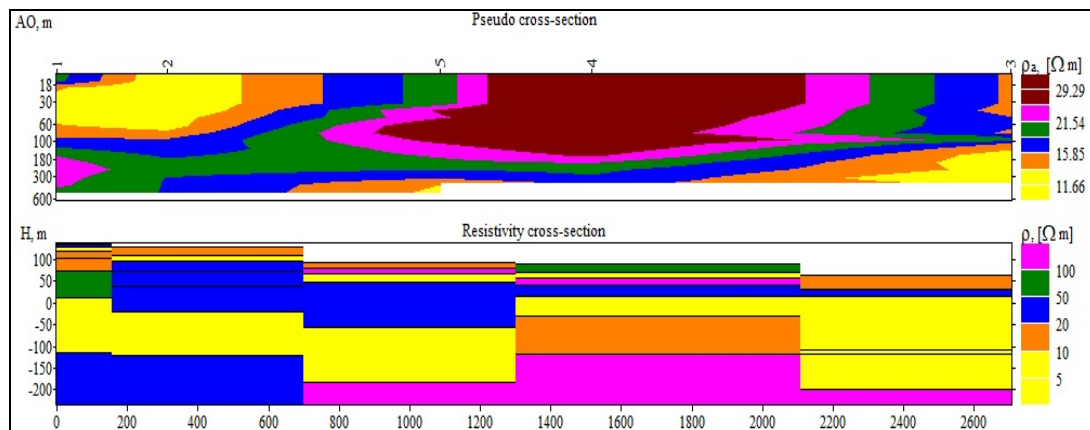
Αρχικά για να μπορέσουμε να συσχετίσουμε τις φαινόμενες αντιστάσεις με τους σχηματισμούς του υποβάθρου πρέπει να συσχετίσουμε τις αντιστάσεις με το αναμενόμενο είδος πετρώματος. Συμφώνα λοιπόν με τα πετρώματα που υπάρχουν και ξέρουμε από τις γεωτρήσεις της περιοχής έχει γίνει η εξής βαθμονόμηση-συσχετισμός αντιστάσεων-πετρωμάτων.

Πίνακας 1: Πίνακας αντιστοιχήσεις αντιστάσεων με πετρώματα

Ειδική ηλεκτρική αντίσταση (Ohm-m)	Αναμενόμενο είδος πετρώματος	Χρωματική κλίμακα
0-10	Αργιλικά στρώματα	A
10-20	Αργιλοαμμώδη με πιθανά διάσπαρτα χαλίκια	B
20-30	Αμμοαργιλώδη με στρώσεις χαλίκων	C
30-50	Κροκάλες και χαλίκια υδροφόρα	D
50-80	Μαργαϊκοί σχηματισμοί	E
80-150	Ψαμμίτης	F
>150	Σχηματισμός υποβάθρου	G

6.2. Γεωηλεκτρική δομή και διαμόρφωση του υποβάθρου

Με την βοήθεια του προγράμματος αντιστροφής IP2WIN δημιουργήσαμε μια ψευδοτομή της περιοχής συνδυάζοντας τις ηλεκτρικές βυθοσκοπήσεις και τις φαινόμενες και πραγματικές αντιστάσεις. Έτσι σε μια νοητή ευθεία που περνά κοντά από όλες τις βυθοσκοπήσεις τις βάλαμε σε σειρά τις αναγάγαμε στο ίδιο ύψος και δημιουργήσαμε δυο ψευδοτομές φαινομένων και πραγματικών αντιστάσεων σε σχέση με το βάθος. Με κατεύθυνση βορρά-νότου και με σειρά βυθοσκοπήσεων 1,2,5,4,3 δημιουργήσαμε τις ψευδοτομές του σχήματος 6.2.1. Η πρώτη τομή είναι πραγματικής αντίστασης με το βάθος και η δεύτερη φαινόμενη αντίσταση με το βάθος.

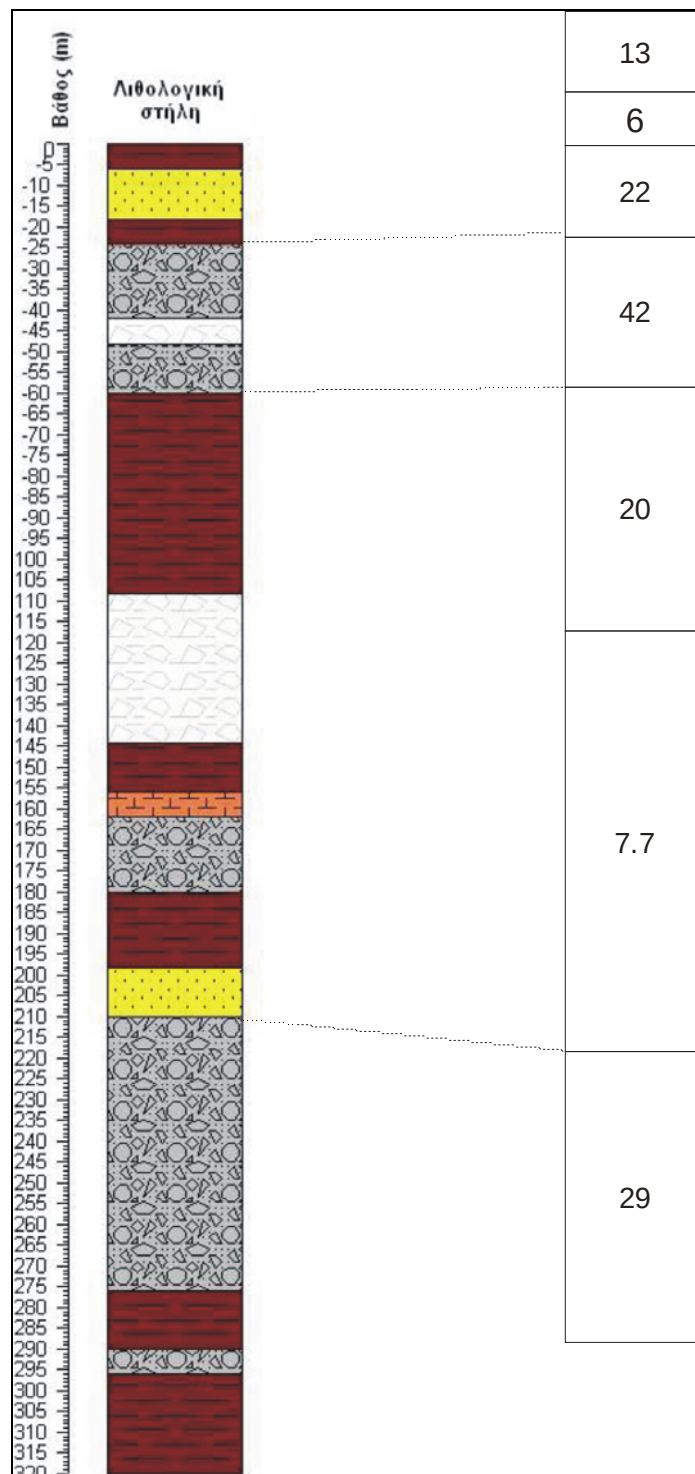


Σχήμα 6.2.1: Ψευδωτομές φαινόμενων ειδικών αντιστάσεων με το βάθος.

6.3. Συσχετισμός Βυθοσκοπήσεων με τα Προφίλ των Γεωτρήσεων

Τα αρχικά δεδομένα των βυθοσκοπήσεων αναφέρονται στην κατανομή της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης με την απόσταση του ημιαναπτύγματος ηλεκτροδίων. Η συνέχεια της επεξεργασίας αναφέρεται στην διαδικασία της αντιστροφής που στόχο έχει τον υπολογισμό της κατανομής της ειδικής αντίστασης με το βάθος. Η ειδική αντίσταση είναι αυτή που χαρακτηρίζει την σύσταση των γεωλογικών σχηματισμών και αποτελεί τελικό στοιχείο αξιολόγησης της γεωφυσικής έρευνας σε σχέση με την γεωλογική δομή της περιοχής. Χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα αντιστροφής γεωμετρικών βυθοσκοπήσεων IPI2WIN.

Μετά από επεξεργασία με το πρόγραμμα αντιστροφής IPI2WIN πήραμε αποτελέσματα και στις 5 βυθοσκοπήσεις. Μετά μπορέσαμε και συσχετίσαμε την γενική στρωματογραφική στήλη της περιοχής με αντιστάσεις και βγάλαμε τα εξής συμπεράσματα που βλέπουμε στην παρακάτω στήλη.



Σχήμα 6.3.1: Συσχετισμός γενικής στρωματογραφικής στήλης της περιοχής με γενική στήλη αντιστάσεων της περιοχής.

6.4 Διαμόρφωση των υπόγειων υδροφόρων στρωμάτων

Αναλύοντας λοιπόν τα δεδομένα που συλλέξαμε και δημιουργώντας τις τομές, παρατηρήσαμε ότι έχουμε δυο σημεία τα όποια μπορούν να εμφανίσουν υδροφορία. Έτσι βρήκαμε ότι το πρώτο σημείο που πιθανά να υπάρχει υδροφορία είναι περίπου στο βάθος 30-50 μέτρα και το δεύτερο είναι 210-280 μέτρα.

Στη συνέχεια μπορέσαμε και συνδυάσαμε την γενική στρωματογραφική στήλη της περιοχής μαζί με τις αντιστάσεις που μετρήσαμε. Παρατήσαμε ότι υπήρξε μια ταύτιση της στήλης με τις αντιστάσεις που μετρήσαμε. Δηλαδή βρήκαμε ότι περίπου στο βάθος 30-50 μέτρων υπάρχει ένδειξη υδροφορίας που στην στήλη το βάθος αυτό ταυτίζεται με χαλίκια, που είναι ο σχηματισμός που περιμένουμε να υπάρχει υπόγεια υδροφορία. Στην συνέχεια βρήκαμε αντίστοιχες αντιστάσεις το βάθος 210-280 μέτρα που στην γενική στρωματογραφική στήλη αντιστοιχεί πάλι σε κροκάλες.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκαν γεωφυσικές διασκοπήσεις ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης κατά Schlumberger, στην περιοχή της Άνω Περαίας για τον εντοπισμό υδροφόρων στρωμάτων. Από την ανάλυση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα.

Αρχικά με την ανάλυση των μετρήσεων και τον συσχετισμό των αντιστάσεων με τη στρωματογραφική στήλη υπήρξε μια πρώτη ταύτιση μεταξύ τους. Δεν υπήρχε πολύ καλή ταύτιση σε πολλά σημεία και σε περιοχές που διεξήχθησαν οι βυθοσκοπήσεις. Αυτό οφείλεται στον θόρυβο που περιείχαν οι μετρήσεις μας.

Άλλο ένα πρόβλημα που προέκυψε, ήταν η απόσταση και το υψόμετρο. Αναφορικά με την απόσταση εννοούμε την απόσταση που είχαν οι βυθοσκοπήσεις με την πιο κοντινή γεώτρηση της περιοχής. Έτσι λόγω αναγλύφου και της μη προσβασιμότητας των γεωτρήσεων (ύπαρξη περίφραξης, δυσκολία προσέγγισης, κ.λπ.) ή της μη καταλληλότητας για διεξαγωγή βυθοσκόπησης με ημιανάπτυγμα 500 μέτρων, μεταφέρθηκε το σημείο της βυθοσκόπησης σε μεγάλη απόσταση από τα σημεία που είχαμε αρχικά ορίσει κατάλληλα για τη δοκιμή. Με την αλλαγή αυτή, γεωγραφικά βρισκόμασταν σε πλαγιά βουνού και μαζί με την απόσταση που πέραναμε άλλαζε και το υψόμετρο των βυθοσκοπήσεων.

Παρόλα τα προβλήματα τα κύρια υδροφόρα στρώματα εντοπίστηκαν. Για τους παραπάνω λόγους δεν μπορέσαμε να εντοπίσουμε άλλα υδροφόρα στρώματα μικρότερου πάχους, που στο σύνολό τους μπορεί να είχανε μια υπολογίσιμη υδροφορία. Αυτό γίνεται φανερό στη βυθοσκόπηση 2 που ήταν σε παρά πολύ κοντινή η απόσταση από την G7 και είχαμε μια σχεδόν τέλεια ταύτιση μεταξύ τους. Εντοπίστηκαν σχεδόν όλες οι εναλλαγές πετρωμάτων που είχανε καταγραφεί και στις λιθολογικές τομές των γεωτρήσεων.

Το βάθος μιας νέας προτεινόμενης υδρογεώτρησης στην περιοχή, θα έπρεπε να φτάνει τουλάχιστον μέχρι τα 320 m και αυτό γιατί από τις βυθοσκοπήσεις και τις λιθολογικές τομές των γεωτρήσεων προκύπτει καθαρά ότι ο σημαντικός και κύριος υδροφορέας βρίσκεται σε βάθος 220-290 m από την επιφάνεια του εδάφους.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βουβαλίδης Κ., (2004): ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ, Τμήμα Εκδόσεων Α.Π.Θ.
- Βουδούρης Κ., (2000): ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, Εκδόσεις Τζιόλα.
- Μουντράκης Δ., (2010): ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ, University Studio Press.
- Σούλιος Γ., (1996): ΓΕΝΙΚΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ, ΠΡΩΤΟΣ ΤΟΜΟΣ, University Studio Press.
- Σούλιος Γ., (1996): ΓΕΝΙΚΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ, ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΤΟΜΟΣ, University Studio Press.
- Σούλιος Γ., (2004): ΓΕΝΙΚΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ, ΤΡΙΤΟΣ ΤΟΜΟΣ, Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη.
- Σούλιος Γ., (2006): ΓΕΝΙΚΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ, ΤΕΤΑΡΤΟΣ ΤΟΜΟΣ, University Studio Press.
- Μουντράκης Δ., (2007): ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ, University Studio Press.
- Κίλιας Α., (1997): ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ, Τμήμα Εκδόσεων Α.Π.Θ.
- Δημόπουλος Γ., (2007): ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ, Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη.
- Google Earth(<http://www.google.com/earth>)
- Καζάκης Ν., (2006): ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΥΔΡΟΦΟΡΩΝ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ, Διπλωματική Εργασία του ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ.
- Παπαζάχου Β., (1996): ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΑ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ, Τμήμα Εκδόσεων Α.Π.Θ.
- Ρήγας Μ. (2007): ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΤΗΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΕΣΑΟΡΙΑΣ (ΚΥΠΡΟΣ) ΜΕ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ, Μεταπτυχιακή Διπλωματική του ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ, Τμήματος ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ.

- Yoram Rubin and Susan S. Hubbard (2005): HYDROGEOPHYSICS , Springer.
- Βουδούρης Κ., 2010. Υδρογεωλογική έρευνα ευρύτερης περιοχής Περαιάς, Δήμου Θερμαϊκού Θεσσαλονίκης, Τεχνική έκθεση, ΔΕΥΑ Θερμαϊκού, Ερευνητικό Πρόγραμμα ΕΛΚΕ ΑΠΘ (Κωδ. 83054).