Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

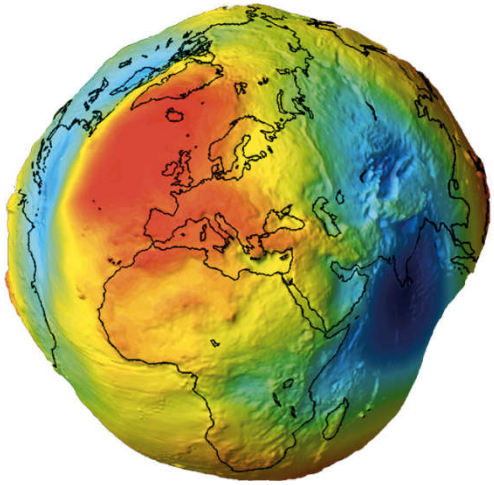
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ

ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΟΥ ΜΑΡΙΑ

ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΥΔΡΟΦΟΡΙΑΣ ΜΕ ΓΕΩΦΥΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΦΚΑ ΑΜΥΝΤΑΙΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2020

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

Οικονομίδου Μαρία

Φοιτήτρια Τμήματος Γεωλογίας

ΑΕΜ: 5160

ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΥΔΡΟΦΟΡΙΑΣ ΜΕΓΕΩΦΥΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΦΚΑ ΑΜΥΝΤΑΙΟΥ

Υποβλήθηκε στο

Τμήμα Γεωλογίας

ΤομέαΓεωφυσικής

Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής

Επιβλέπων Καθηγητής

Βαργεμέζης Γεώργιος, Αναπληρωτής καθηγητής

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

© Οικονομίδου Μαρία, Τμήμα γεωλογίας Α.Π.Θ., Τομέας Γεωφυσικής 2018

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος

ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΥΔΡΟΦΟΡΙΑΣ ΜΕ ΓΕΩΦΥΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΦΚΑ ΑΜΥΝΤΑΙΟΥ-Διπλωματική εργασία

© OikonomidouMaria, School of Geology, Dept. of Geophysics, 2018

All rights reserved.

DETECTION OF UNDERGROUND AQUIFER BY GEOPHYSICAL METHODS IN THE AREA OF KAFKA IN AMYNTAIO- Diploma thesis

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό τοέγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.

Εικόνα εξωφύλλου: Υδρόγειος

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1 ΠΕΡΙΛΗΨΗ 6

2 ABSTRACT 7

3 ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ 8

3.1 Γεωγραφική θέση και γεωλογική μορφολογία 8

3.2 Γεωλογία περιοχής 9

3.3 Τεκτονική της περιοχής 13

4 ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΗ 17

4.1 Αντικείμενο και σημασία της Γεωφυσικής Διασκόπησης 17

4.2 Οι Μέθοδοι Γεωφυσικής Διασκόπησης 18

4.3 Ηλεκτρικές Μέθοδοι 19

4.3.1 Ειδική ηλεκτρική αντίσταση υλικών της γης και μεταβολές της 20

5 ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΥΔΡΟΦΟΡΙΑΣ ΜΕ ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ 23

5.1 Μέθοδος Wenner 24

5.2 Μέθοδος Schlumberger 26

5.3 Μέθοδος CSEM 26

5.4 Μέθοδος TDEM 27

5.5 Μέθοδος ηλεκτρικής τομογραφίας 28

6 ΜΕΛΕΤΗ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΦΚΑ ΑΜΥΝΤΑΙΟΥ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ 32

6.1 Νεότερη μελέτη 34

6.1.1 Τομογραφία ERT 8 35

6.1.2 Τομογραφία ERT 9 37

7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 39

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
ΑΠΘ

1 ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διπλωματική εργασία έχει σκοπό να μελετήσει το υπέδαφος στη περιοχή Κάφκα Αμυνταίου με στόχο τον εντοπισμό υπόγειας υδροφορίας. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της ηλεκτρικής τομογραφίας. Η μέθοδος αυτή συνδυάζει την μέθοδο βυθοσκόπησης με αυτή της όδευσης, με σκοπό την καταγραφή τόσο της πλευρικής όσο και της εις βάθος μεταβολής της γεωηλεκτρικής αντίστασης. Αρχικά, στην εργασία παρατίθενται στοιχεία για την γεωγραφική θέση και την γεωλογική δομή της περιοχής με έμφαση στην τεκτονική της περιοχής. Στη συνεχεία, γίνεται αναφορά στις μεθόδους γεωφυσικής διασκόπησης και πιο εκτενώς στις ηλεκτρικές μεθόδους.Περιγράφονται οι νόμοι του Ohm και του Archie για να περιγράψουν την διάδοση του ηλεκτρικού ρεύματος και την σχέση της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης με το υπόγειο νερό. Αναλύονται κάποιοιβασικοί τύποι διατάξεων των ηλεκτροδίων που χρησιμοποιούνται για την μέθοδο της ηλεκτρικής αντίστασης και απεικονίζονται σχηματικά με βάση τους μαθηματικούς τύπους που τους εκφράζουν. Εν τέλει εξετάζονται οι ηλεκτρικές τομογραφίες που διεξήχθησαν στη περιοχή μελέτης.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

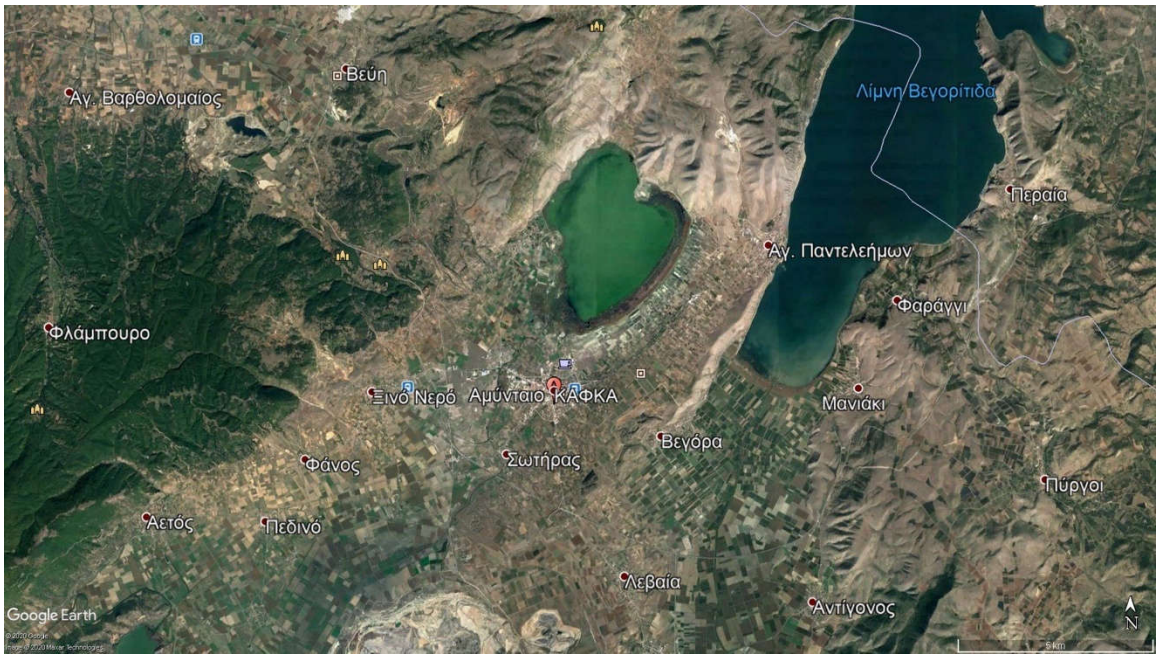
2 ABSTRACT

The following diploma thesis aims to study the underground in the area of Kafka in Amyntaiowith purpose of groundwater aquifer. The method of electrical tomography was used for this purpose. This method combines the method of dredging with that of the route, in order to record both the lateral and the in-depth change of the geoelectric resistance. Initially, the paper presents data on the geographical location and geological structure of the area with emphasis on the tectonics of the area. Next, reference is made to geophysical survey methods and more extensively to electrical methods. Ohm and Archie's laws are described to describe the propagation of electrical current and the relationship of the resistivity with groundwater. Some basic types of electrode arrays used for the electrical resistance method are analyzed and schematicallyillustrated based on the adequate mathematical formulas that. Finally, the electrical tomographies performed in the study of area are presented.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

3 Περιοχή έρευνας



Εικόνα 3.1. Δορυφορική εικόνα απόGoogleEarth

3.1 Γεωγραφική θέση και γεωλογική μορφολογία

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στη περιοχή Κάφκα Αμυνταίου (εικόνα3.1.) που βρίσκεται Βορειοδυτικά στην Ελλάδα στην Δυτική Μακεδονία. Στο Αμύνταιο υπάρχει λεκάνη η οποία αποτελεί το κέντρο της υδρολογικής λεκάνης που σχηματίζεται ανάμεσα στα όρη Βέρνο, Βόρας, Άσκιο και Βέρμιο και περιλαμβάνει τις λίμνες Βεγορίτιδα, Πετρών και Χειμαδίτιδα και Ζάζαρη, με έκταση 354,4 km^2. Συγκεκριμένα, εκτείνεται νοτιοδυτικά της λίμνηςΒεγορίτιδας και της λίμνης Πετρών και βορειοανατολικά της λίμνης Χειμαδίτιδας και της Ζάζαρης. Η λίμνη Πετρών έχει έκταση 12,6 km^2 και βρίσκεται σε υψόμετρο +573 μέτρων με μέγιστο βάθος 5μ. Τροφοδοτείται από την λίμνη Χειμαδίτιδα (έκταση 10,8 km^2, υψ. 560 μ., μέσο βάθος 1μ.) και αυτή με την σειρά της τροφοδοτεί την γειτονική της Βεγορίτιδα (έκταση 54,31 km^2 , μέγιστο βάθος 70μ. υψ. 540μ.) που αποτελείτον τελικό αποδέκτη των νερών της περιοχής. Η λίμνη Ζάζαρη έχει έκταση περίπου 2 Km^2 και βρίσκεται σε υψόμετρο 602 μ. και

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ.

τροφοδοτείται από το ποτάμι του Σκλήθρου. Ο ποταμός Αμύντας είναι το μοναδικό ποτάμι που διασχίζει την πεδιάδα της λεκάνης, και μέσω συστήματος καναλιών και αποχετευτικής τάφρου αποστραγγίζει το πρώην έλος της Χειμαδίτιδας. Η μορφολογία της περιοχής είναι σχετικά ομαλή με υψόμετρο μεταξύ +660 μ. και +595μέτρων. Βόρεια της περιοχής βρίσκονται οι οικισμοί Βεγόρα, Ξινό Νερό και Σωτήρας βρίσκονται. Τα Βαλτόνερα βρίσκονται νοτιοδυτικά και οι Ανάργυροι στα νότια της περιοχής στις παρυφές λοφώδους έξαρσης διαμορφωμένης από την δράση ρήγματος.

3.2 Γεωλογία περιοχής

Το Αμύνταιο εντοπίζεται εντός των ορίων της Πελαγονικής ζώνης. Η Πελαγονική ζώνη αποτελείται από τα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα του υπόβαθρου, με τους γνευσιωμένους γρανίτες, πάνω στους οποίους έχουν αποτεθεί Μεσοζωικά ιζήματα. Τα Μεσοζωικά ιζήματα αποτελούνται από το Τριαδικό – Ιουρασικό ανθρακικό κάλυμμα και από τα Άνω Κρητιδικά πελαγικά ιζήματα μέσα στα οποία εντοπίζονται και οφειολιθικές μάζες. Ειδικότερα, η Πελαγονική ζώνη αποτελείται από(Brunn1956, Mercier 1968, Μουντράκης 1976, 1979, 1983, Μουντράκης&Σούλιος 1978, Κίλιας 1980, Kilias&Mountrakis 1981):

Κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο

Τα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα του υποβάθρου έχουν μεγάλη εξάπλωση στο χώρο της Πελαγονικής ζώνης, όπου και εμφανίζονται με τη μορφή τεκτονικών λεπιών. Παρά τις διάφορες λιθολογικές ενότητες, τα πετρώματα του υποβάθρου, αντιμετωπίζονται ως παράλληλες κρυσταλλοσχιστώδεις ακολουθίες που έχουν παρόμοια λιθολογική εξέλιξη και που κρυσταλλώθηκαν κάτω από τις ίδιες συνθήκες κατά τη διάρκεια του Παλαιοζωικού ή και του Προκάμβριου. Η μεταμόρφωση του κρυσταλλοσχιστώδους υποβάθρου πραγματοποιήθηκε κατά το Παλαιοζωικό πριν από το Λιθανθρακοφόρο και έγινε σε συνθήκες βαθύτερης πρασινοσχιστολιθικής φάσης έως της ανώτερης αμφιβολιτικής.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

Γνευσιωμένοι γρανίτες Άνω Λιθανθρακοφόρου

Οι γρανίτες αποτελούν μαγματικές διεισδύσεις μέσα στο κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο της Πελαγονικής. Οι διεισδύσεις αυτές είναι παλαιές και σύμφωνα με ραδιοχρονολογήσεις τοποθετούνται στο Άνω Λιθανθρακοφόρο. Το μεγαλύτερο ποσοστό των γρανιτών έχει γνευσιωθεί, σε συνθήκες χαμηλής πρασινοσχιστολιθικής φάσης, λόγω της αλπικής μεταμόρφωσης του Άνω Ιουρασικού -Κάτω Κρητιδικού. Υπάρχουν όμως και τμήματα τα οποία εμφανίζονται χωρίς μεταμόρφωση ή και τμήματα στα οποία εμφανίζονται μαγματικές διεισδύσεις να διαπερνούν η μία την άλλη. Οπότε υπάρχουν και νεότερες διεισδύσεις που ορισμένες από αυτές ίσως να πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της αλπικής ορογένεσης.

Γ) Περμοτριαδικέςμετακλαστικές ακολουθίες

Οι μετακλαστικές ακολουθίες αποτελούνται από κλαστικά ιζήματα που αποτέθηκαν κατά το Πέρμιο και Κάτω Τριαδικό και στη συνέχεια μεταμορφώθηκαν κατά το Ανώτερο Ιουρασικό - Κάτω Κρητιδικό σε συνθήκες χαμηλής πρασινοσχιστολιθικής φάσης.Η μετακλαστική σειρά του περμοτριαδικού αναπτύσσεται κυρίως κατά μήκος του δυτικού περιθωρίου της Πελαγονικής και αντιπροσωπεύει τα ιζήματα της ηπειρωτικής κατωφέρειας. Η ηπειρωτική κατωφέρεια αναπτύχθηκε κατά τη διάρκεια της ηπειρωτικής διάρρηξης που οδήγησε στη δημιουργία της ωκεάνιας περιοχής δυτικά της Πελαγονικής.

Στενά συνδεδεμένα με την ηπειρωτική διάρρηξη είναι και τα ηφαιστειακά υλικά που παρεμβάλλονται στις μετακλαστικές ακολουθίες

Δ) Ανθρακικά καλύμματα Τριαδικού –Ιουρασικού

Η ιζηματογένεση στην Πελαγονική ζώνη κατά τη διάρκεια του Τριαδικού – Ιουρασικού χαρακτηρίζεται ως νηριτική ανθρακική και αποτελεί το λεγόμενο ΄΄Μεσοζωικό ανθρακικό κάλυμμα της Πελαγονικής΄΄. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα νεώτερων ερευνών (Μουντράκης 1983, 1984) το ανθρακικό κάλυμμα της Πελαγονικής

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

στην ουσία αποτελείται από δύο τμήματα, το ανατολικό και το δυτικό, τα οποία και αποτέθηκαν στα αντίστοιχα περιθώρια της ζώνης. Ειδικότερα, για το δυτικό περιθώριο διαπιστώθηκε ότι είναι αυτόχθονο, δηλαδή αποτέθηκε κατά τη διάρκεια του Μέσου Τριαδικού - Κάτω Κρητιδικού πάνω στα Περμοτριαδικάμετακλαστικά ιζήματα όπου το συναντάμε μέχρι και σήμερα. Το πάχος του καλύμματος αυτού είναι περίπου 600 - 800m και αποτελείται από ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους και ελάχιστες λεπτές παρεμβολές πηλιτικώνενστρώσεων.

Το ανατολικό ανθρακικό κάλυμμα αποτέθηκε πάνω στο ανατολικό περιθώριο της Πελαγονικής και στη συνέχεια επωθήθηκε προς τα δυτικά πάνω στο κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο. Και στα δύο καλύμματα γίνεται αισθητή η μεταμόρφωση που πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του Ανώτερου Ιουρασικού - Κάτω Κρητιδικού και σε συνθήκες Πρασινοσχιστολιθικής φάσης. Η μεταμόρφωση αυτή είναι η ίδια που επηρέασε και τα πετρώματα της Περμοτριαδικής ακολουθίας.

Ε) Οφειόλιθοι και συνοδά ιζήματα

Οι οφειολιθικές μάζες και τα συνοδά ιζήματα βαθιάς θάλασσας που εμφανίζονται στο χώρο της Πελαγονικής είναι αλλόχθονοι σχηματισμοί και προέρχονται από τους ωκεάνιους χώρους της Παλαιο - Τηθύος και της Νέο - Τηθύος από όπου και επωθήθηκαν πάνω στο Μεσοζωικό ανθρακικό κάλυμμα. Τα σημαντικότερα υπολείμματα των επωθημένων αυτών μαζών βρίσκονται στο Βούρινο της Κοζάνης (Δίαυλος Κοζάνης) και στην Εύβοια (Δίαυλος Εύβοιας). Κατά την επώθηση των οφειολίθων πάνω στο ανθρακικό κάλυμμα της Πελαγονικής σχηματίστηκε ένατεκτονικό οφειολιθικό μίγμα ή τεκτονικό οφειολιθικό melange. Ο σχηματισμός αυτός προήλθε από τη συσσωμάτωση μικρών και μεγάλων τεμαχίων του ασβεστόλιθου, τμημάτων του πέλματος των λεπιών του οφειολίθου και μέρους των ιζημάτων βαθιάς θάλασσας και προκλήθηκε υπό την επίδραση των τεκτονικών δυνάμεων.

ΣΤ) Επικλυσιγενή ιζήματα Μέσου - Άνω Κρητιδικού

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

Τα θαλάσσια ιζήματα της Μέσο - Άνω Κρητιδικής επίκλησης τοποθετούνται ασύμφωνα πάνω στα ήδη πτυχωμένα Τριαδικοϊουρασικά πετρώματα του ανθρακικού καλύμματος και πάνω στους οφειόλιθους και τα συνοδά πελαγικά ιζήματα, όπου αυτά υπάρχουν. Η επίκληση με την αντίστοιχη απόθεση ιζημάτων άρχισε το Κενομάνιο - Τουρώνιο του Μέσου – Άνω Κρητιδικού ή κατά περίπτωση το Σαντώνιο - Μαιστρίχτιο του Άνω Κρητιδικού.

Η στρωματογραφική διάρθρωση των Μέσο - Άνω Κρητιδικών ιζημάτων είναι η ακόλουθη:

Κροκαλοπαγή, μικρολατυποπαγή και μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι (Κενομάνιο - Τουρώνιο).

Μικρολατυποπαγείς ασβεστόλιθοι (Σαντώνιο – Μαιστρίχτιο).

Συμπαγείς ασβεστόλιθοι με απολιθώματα Orbitoidesmedia (Μαιστρίχτιο).

Φλύσχης που στην αρχή είναι σχιστώδης ασβεστιτικός, εξελίσσεται σε ασβεστοπηλιτικό - ψαμμιτικό και καταλήγει σε πηλιτικό - κροκαλοπαγή (Άνω Μαιστρίχτιο - αρχές Παλαιοκαίνου).

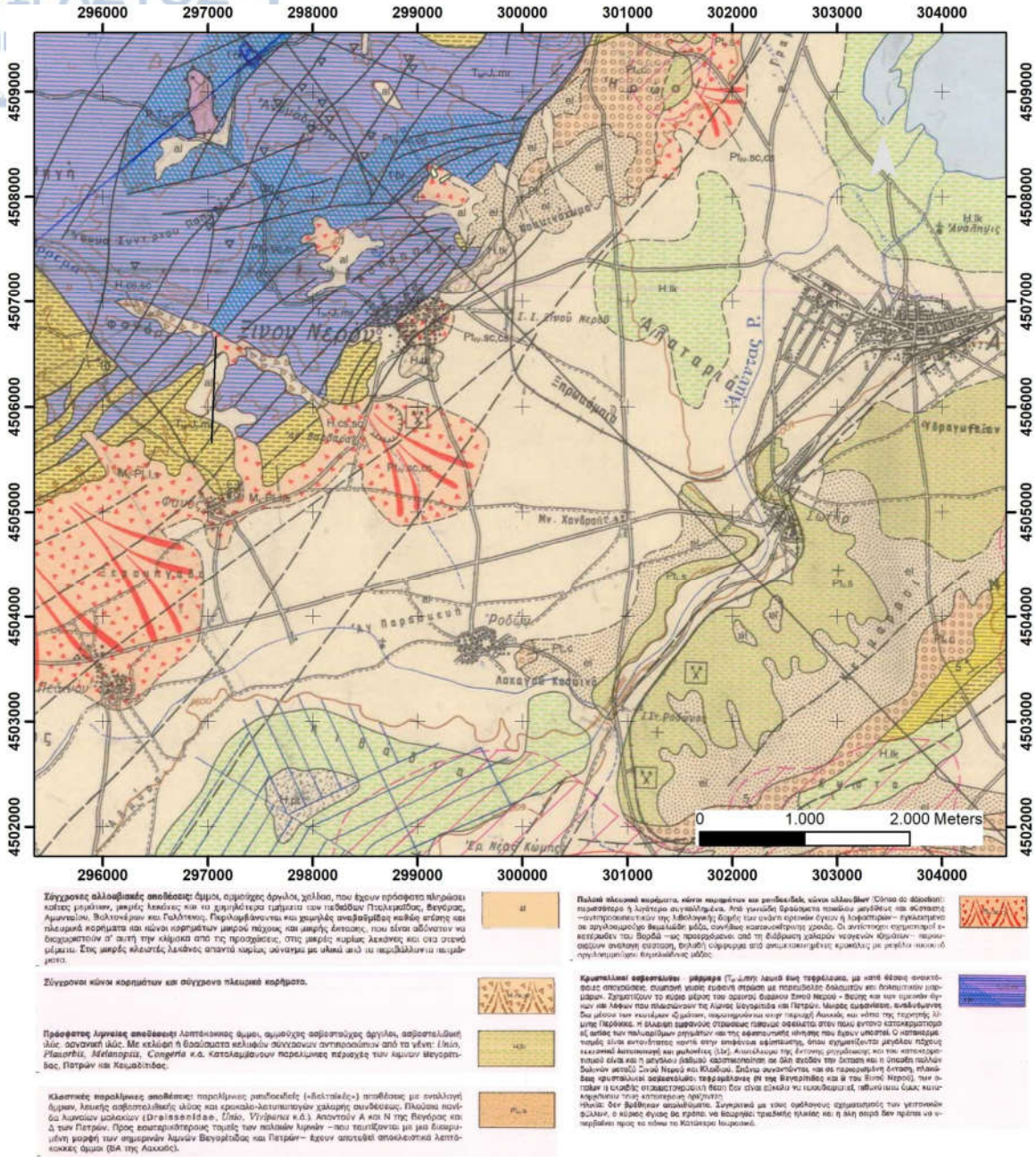
Ζ) Νεογενή και τεταρτογενή ιζήματα

Τα Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα αποθέτονται σε τεκτονικές και μη λεκάνες που σχηματίστηκαν μετά το τέλος των πτυχώσεων. Η λεκάνη Φλώρινας – Πτολεμαΐδας είναι χαρακτηριστικό παράδειγμα τεκτονικής λεκάνης η οποία είναι πληρωμένη με ιζήματα χερσαίας, ποταμοχειμάριας και λιμναίας προέλευσης τα οποία περιλαμβάνουν και τους λιγνίτες. Τα ιζήματα της λεκάνης από τα παλαιότερα προς τα νεότερα είναι:

- Κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, μάργες και ξυλίτες Ανώτερου Μειοκαίνου – Κατώτερου Πλειοκαίνου.
- Ψαμμιτικές μάργες, μάργες, ψαμμίτες και κυρίως άργιλοι με παρεμβολές λιγνιτικών στρωμάτων ηλικίας Πλειοκαίνου.
- Κροκαλοπαγή, ψαμμίτες και ερυθροπηλοί Πλειστοκαίνου.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα



Εικόνα 3.2.Γεωλογικός χάρτης περιοχής Κάφκα

3.3 Τεκτονική της περιοχής

Η νεοτεκτονική και σύγχρονη τεκτονική δράση της περιοχής είναι άμεσα συνδεδεμένη με την αντίστοιχη δράση του ευρύτερου Ελληνικού χώρου (Αιγαίο και

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

γύρω περιοχές), η οποία βρίσκεται κάτω από ένα εκτεταμένο εφελκυστικό πεδίο που δρα από το Μέσο-Ανώτερο Μειόκαινο μέχρι σήμερα.

Η αρχική μεγάλη λεκάνη, που αναπτύχθηκε κατά τη διεύθυνση του κύριου ορεογραφικού άξονα των Ελληνίδων, δηλαδή ΒΔ-ΝΑ, και οι σχεδόν κάθετες σ' αυτή υπολεκάνεςέχουν τεκτονική προέλευση. Πιθανότερη ηλικία της αρχικής δημιουργίας της λεκάνης θεωρείται εκείνη του Μέσου-Ανώτερου Μειόκαινου. (Παυλίδης, 1985).

Δύο κύριες διευθύνσεις ρηγμάτων δεσπόζουν στην περιοχή, η πρώτη ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης συνδέεται με τα αρχικά στάδια εξέλιξης της λεκάνης και η δεύτερη ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης με τα νεότερα στάδια. Τα ρήγματα της 1ης διεύθυνσης έχουν μεγάλο μήκος, αλλά είναι καλυμμένα στο μεγαλύτερό τους μέρος με νεότερα ιζήματα. Τα συνιζηματογενή ρήγματα με μεταβαλλόμενο άλμα που παρατηρήθηκαν στα Πλειστοκαινικά ιζήματα συνηγορούν για το ότι η περιοχή βρίσκεται σε τεκτονική δράση από το Ανώτερο Μειόκαινο μέχρι τουλάχιστον το Μέσο Τεταρτογενέςσυνεχώς, αφετέρου είναι ενδείξεις για μια πιθανή συνεχιζόμενη ενεργό τεκτονική δράση. Πέρα από αυτά όμως, για ορισμένα ρήγματα της περιοχής υπάρχουν επιπρόσθετα στοιχεία για την ενεργό δράση τους. (Μαράτος, 1960) (Ματαράγκος, 1981) (Μουντράκης 1983).

Μετά την ανάλυση των κύριων τεκτονικών δομών και τον προσδιορισμό των κινηματικών αξόνων των διαφόρων τεκτονικών κινήσεων που συνέβησαν στην ευρύτερη περιοχή της λεκάνης Φλώρινας-Βεγορίτιδας-Πτολεμαΐδας, μπορούν να διατυπωθούν γενικότερα συμπεράσματα για το πεδίο των τεκτονικών φάσεων και τη γεωτεκτονική εξέλιξη της περιοχής.(Μουντράκης, 1982-1983;Faugeres&Vergely, 1974;Lyberisetal 1982;Mercier, 1981).

Κατά τη διάρκεια του Ανωτέρου Μειοκαίνου και πριν από την απόθεση των λιμναίων ιζημάτων, εκδηλώθηκε εκτεταμένη εφελκυστική φάση, με διεύθυνση ΒΒΑ-ΝΝΔ. Αυτή ήταν υπεύθυνη για την αρχική δημιουργία του τεκτονικού βυθίσματος της λεκάνης και τη δημιουργία ή επαναδραστηριοποίηση κανονικών ρηγμάτων με κύρια διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ. Το εφελκυστικό αυτό πεδίο επηρέασε ιζήματα του Κατώτερου Πλειστοκαίνου, άρα η δράση του επεκτείνεται σ' ολόκληρο το Ανώτερο Νεογενές. Το

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

εφελκυστικό αυτό πεδίο των τάσεων είχε σταθερή ΒΑ-ΝΔ διεύθυνση σ' ολόκληρο τον εσωτερικό χώρο του Αιγαίου.

Μια μετα-Μεσομειοκαινική συμπιεστική φάση προηγήθηκε ή διέκοψε τον εφελκυσμό του Ανωτέρου Μειοκαίνου-Πλειοκαίνου. Η διεύθυνσή της ήταν ΑΒΑ-ΔΝΔ. Μια δεύτερη ομάδα συμπιεστικών τεκτονικών επεισοδίων (ανάστροφα ρήγματα ΒΑ-ΝΔ, εφιππεύσεις) τοποθετούνται μεταξύ Ανώτερου Πλειόκαινου και Κατώτερου Πλειστόκαινου. Πρόκειται για μικρής έκτασης ασθενικά φαινόμενα συμπίεσης. Η διεύθυνση των συγκεκριμένων πιθανών συμπιεστικών τάσεων είναι ΒΒΔ-ΝΝΑ με ταυτόχρονη συνιστώσα εφελκυσμού ΑΒΑ-ΔΝΔ. Για τα φαινόμενα αυτά δεν είναι σίγουρο αν συγκροτούν μία ενιαία τεκτονική φάση ή αποτελούν τοπικά συμπιεστικά επεισόδια.

Κατά το Πλειοπλειστόκαινο (μετά το πέρας της πλειοκαινικής ιζηματογένεσης) και μέχρι σήμερα αναπτύσσεται ένα νέο πεδίο εφελκυστικών δυνάμεων διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ. Το πεδίο αυτό δημιούργησε μεγάλα μεταποθετικά κανονικά ρήγματα με κύριαδιεύθυνση ΒΑ- ΝΔ, τα οποία επηρέασαν τα πλειοκαινικά ιζήματα ήεπαναδραστηριοποίησαν παλαιότερες ρηξιγενείς γραμμές. Η εφελκυστική φάση του Τεταρτογενούς και τα ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης ρήγματα έπαιξαν τον πιο ουσιαστικό ρόλο στη νεοτεκτονική εξέλιξη της περιοχής. Η τεκτονική αυτή φάση συνεχίζεται μέχρι και σήμερα, όπως διαπιστώνεται από πολύ πρόσφατες επαναδραστηριοποιήσεις ρηγμάτων τόσο στα ιζήματα όσο και στους ασβεστόλιθους των ανατολικών περιθωρίων της λεκάνης. Το εκτεταμένο αυτό πεδίο της Τεταρτογενούς περιόδου, το οποίο τεκμηριώνεται από τις γεωλογικές αποδείξεις, βρίσκεται σε ικανοποιητική συμφωνία με μετρήσεις σύγχρονων τάσεων απευθείας (in situ) στη φύση (Paquin&Froidevaux, 1982).

Οι νεοτεκτονικές φάσεις συμπίεσης και εφελκυσμού, που ερευνήθηκαν στη Δυτ. Μακεδονία, είναι συνέπεια μιας ευρύτερης και ανάλογης δράσης σ' ολόκληρο το χώρο του Αιγαίου. Στην περιοχή της Δυτ. Μακεδονίας δεν είναι ακόμη με μεγάλη ακρίβεια προσδιορισμένη η φάση συμπίεσης του Ανώτερου Μειοκαίνου. Δηλαδή δεν έχει προσδιορισθεί τόσο ο χρόνος δράσης της όσο και ο μηχανισμός αυτής. Η εφελκυστική

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

φάση του Πλειόκαινου είναι παρόμοια με την αντίστοιχη που επικρατούσε στον ευρύτερο χώρο του Αιγαίου, τόσο στη χρονική διάρκεια όσο και στη διεύθυνση. Τα νεότερα συμπιεστικά επεισόδια στη λεκάνη τοποθετούνται χρονικά στο Ανώτερο Πλειόκαινο ή στο όριο Πλειο- πλειστόκαινου χωρίς να έχει διευκρινιστεί ακόμη η φύση τους. Τέλος, η νεότερη φάση εφελκυσμού, που εκδηλώθηκε από το Κατώτερο Τεταρτογενές, ήταν ιδιαίτερα έντονη και φαίνεται πως συνεχίζει μέχρι σήμερα. Η γενική διεύθυνσή της και το είδος των ρηγμάτων της περιοχής μελέτης βρίσκονται σε πλήρη συμφωνία με το εκτεταμένο σύγχρονο εφελκυστικό πεδίο που επικρατεί στον ευρύτερο χώρο του Αιγαίου. Το πεδίο αυτό των εφελκυστικών τάσεων δεν είναι σταθερό στη διεύθυνσή του, αλλά μεταβάλλεται από ΒΑ στη Δυτική Τουρκία σε σχεδόν Β-Ν στο Κεντρικό Αιγαίο και Κεντρική Μακεδονία και τέλος σε ΒΔ-ΝΑ στη Δυτική Μακεδονία(Kingetal, 1981).Σημαντικός είναι ο ρόλος των ρηγμάτων ΒΑ-ΝΔ ως ΑΒΑ-ΔΝΔ διεύθυνσης στη σύγχρονη τεκτονική της ευρύτερης περιοχής. Τα ρήγματα αυτά δρουν σαν κύρια ρήγματα και σε συνδυασμό με τα αντιθετικά τους σχηματίζουν κλιμακωτά βυθίσματα κατά μήκος μιας αξονικής διεύθυνσης από τα βόρεια προς τα νότια. Τέλος, μόνο βάσει γεωλογικών κριτήριων, ορισμένα από τα παραπάνω ρήγματα μπορούν να χαρακτηριστούν ενεργά. Η περιοχή στο σύνολό της παρουσιάζει έντονη νεοτεκτονική δραστηριότητα και ήπια σεισμική δράση με αποτέλεσμα να χαρακτηρίζεται από γεωλογικής πλευράς ενεργή.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

4.1 Αντικείμενο και σημασία της Γεωφυσικής Διασκόπησης

Γεωφυσική Διασκόπηση είναι η μελέτη της δομής των απρόσιτων στην άμεση παρατήρηση επιφανειακών στρωμάτων του γήινου φλοιού, με βάση τις μετρήσεις των γεωφυσικών μεγεθών και με την εφαρμογή θεμελιωδών νόμων της φυσικής. Σκοπός της γεωφυσικής διασκόπησης είναι ο εντοπισμός γεωλογικών συνθηκών οικονομικής σημασίας.

Γεωλογικές συνθήκες οικονομικής σημασίας είναι κυρίως οι συνθήκες, που ευνοούν το σχηματισμό υγρών, αερίων ή στερεών κοιτασμάτων, όπως είναι τα κοιτάσματα πετρελαίου, φυσικών αερίων, μεταλλευμάτων, ορυκτών ανθράκων, κλπ.

Οι φυσικές ποσότητες που υπολογίζονται είναι οι χρόνοι διαδρομής των τεχνητά παραγόμενων ελαστικών κυμάτων, η ένταση του πεδίου βαρύτητας, η ένταση του μαγνητικού πεδίου, το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου, κλπ.Οι μετρήσεις των μεγεθών που αυτών χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό άλλων μεγεθών που αμέσως περιγράφουν τις φυσικές ιδιότητες των γήινων πετρωμάτων. Τα μεγέθη αυτά είναι η ταχύτητα διάδοσης των ελαστικών κυμάτων, η πυκνότητα των πετρωμάτων, η μαγνητική επιδεκτικότητα, η ηλεκτρική αγωγιμότητα, κλπ. Οι υποπλογισμοί αυτοί βασίζονται σε θεμελιώδεις αρχές, όπως είναι οι νόμοι της διάθλασης και της ανάκλασης των κυμάτων, ο νόμος της παγκόσμιας έλξης, οι βασικοί νόμοι του μαγνητισμού και ηλεκτρισμού, κλπ.

Ιδιαίτερα σημαντικό είναι πως κατά τη πραγματοποίηση της Γεωφυσικής Διασκόπησης δεν ενδιαφερόμαστε γι’ αυτές τις ίδιες τιμές των διαφόρων φυσικών μεγεθών, αλλά για τις μεταβολές τους, οι οποίες οφείλονται στις ανωμαλίες της δομής του φλοιού όπου υπάρχουν πετρελαιοφόρα ή μεταλλοφόρα κοιτάσματα.

Η βασική σημασία της Γεωφυσικής Διασκόπησης, έγκειται στο γεγονός πως, με τον προσδιορισμό πιθανών δομών που σχετίζονται με κοιτάσματα πετρελαίου,

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

αυξάνεται η πιθανότητα επιτυχών γεωτρήσεων. Σημαντικό είναι επίσης το οικονομικό όφελος από την εφαρμογή των μεθόδων Γεωφυσικής Διασκόπησης στην ανεύρεση μεταλλευμάτων. Πέρα απ' αυτά γεωφυσικές μέθοδοι, σε συνδυασμό με γεωλογικές μεθόδους, εφαρμόζονται για τον καθορισμό μηχανικών ιδιοτήτων του εδάφους θεμελίωσης τεχνικών έργων (φραγμάτων, κλπ), για τον εντοπισμό υδροφόρων οριζόντων, γεωθερμικών πεδίων, κλπ.

4.2 Οι Μέθοδοι Γεωφυσικής Διασκόπησης

Οι βασικές μέθοδοι γεωφυσικής διασκόπησης διακρίνονται σε πέντε κατηγορίες. Αυτές είναι οι σεισμικές, που διακρίνονται στις μεθόδους διάθλασης και ανάκλασης, οι βαρυτομετρικές, οι μαγνητικές, οι ηλεκτρικές και οι ηλεκτρομαγνητικές μέθοδοι. Εκτός από τις βασικές αυτές μεθόδους εφαρμόζονται σε ειδικές περιπτώσεις και ορισμένες άλλες μέθοδοι όπως είναι η ραδιομετρική μέθοδος και η θερμική μέθοδος.

Παρότι οι βασικές αρχές στις οποίες βασίζονται οι μέθοδοι Γεωφυσικής Διασκόπησης είναι απλές, πολλές απ' τις μεθόδους αυτές είναι αρκετά πολύπλοκες και η εφαρμογή τους εμφανίζει σημαντικές δυσκολίες. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η δομή των επιφανειακών στρωμάτων της Γης είναι πολύπλοκη. Πολλές γεωφυσικές μέθοδοι, που επινοήθηκαν αρχικά για τη μελέτη των φυσικών ιδιοτήτων του εσωτερικού της Γης γενικά, εφαρμόστηκαν με επιτυχία για την ανακάλυψη γεωλογικών δομών οικονομικής σημασίας. Υπάρχουν, όμως, μέθοδοι που επινοήθηκαν για τη Γεωφυσική Διασκόπηση αποκλειστικά και ορισμένες από αυτές βρήκαν αργότερα εφαρμογή στη μελέτη των βαθύτερων στρωμάτων της Γης.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

4.3 Ηλεκτρικές Μέθοδοι

Με τις ηλεκτρικές μεθόδους γεωφυσικής διασκόπησης επιδιώκεται ο καθορισμός των ηλεκτρικών ιδιοτήτων των πετρωμάτων των επιφανειακών στρωμάτων του φλοιού της Γης με μετρήσεις ηλεκτρικών ποσοτήτων στην επιφάνεια της Γης. Η ποσότητα που μετράμε συνήθως είναι, η ηλεκτρική τάση, ενώ η ποσότητα η οποία παρουσιάζει περισσότερο ενδιαφέρον και της οποίας επιδιώκεται ο καθορισμός της και η μελέτη της κατανομής των τιμών της μέσα στα επιφανειακά στρώματα του φλοιού της Γης είναι η ειδική ηλεκτρική αντίσταση.

Υπάρχουν πολλές ηλεκτρικές μέθοδοι γεωφυσικής διασκόπησης, αλλά οι σπουδαιότερες απ' αυτές είναι η μέθοδος της ειδικής αντίστασης, η μέθοδος των ισοδυναμικών γραμμών, η μέθοδος της επαγόμενης πολικότητας, η μέθοδος του φυσικού δυναμικού και η μέθοδος των τελλουρικών ρευμάτων.

Οι μέθοδοι αυτές διακρίνονται σε δύο γενικές κατηγορίες. Σε εκείνες που βασίζονται σε μετρήσεις ηλεκτρικών μεγεθών φυσικών ηλεκτρικών ρευμάτων ή πεδίων και σε εκείνες που βασίζονται σε μετρήσεις ηλεκτρικών μεγεθών τα οποία εξαρτώνται από παραγόμενα τεχνητά ηλεκτρικά ρεύματα ή πεδία. Γι' αυτό, οι μέθοδοι της πρώτης κατηγορίας μοιάζουν με τις βαρυτικές και μαγνητικές μεθόδους, οι οποίες βασίζονται σε φυσικά πεδία, ενώ οι μέθοδοι της δεύτερης κατηγορίας μοιάζουν με τις σεισμικές μεθόδους οι οποίες βασίζονται σε τεχνητά παραγόμενα ελαστικά κύματα. Οι μέθοδοι του φυσικού δυναμικού και των τελλουρικών ρευμάτων ανήκουν στην πρώτη κατηγορία των γεωηλεκτρικών μεθόδων, ενώ οι άλλες τρεις μέθοδοι ανήκουν στη δεύτερη κατηγορία.

Οι ηλεκτρικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται κυρίως στην αναζήτηση μεταλλευμάτων και γεωθερμικών πεδίων, στην Υδρογεωλογία, και στην Τεχνική Γεωλογία για την ανεύρεση του βάθους του μητρικού πετρώματος σε τοποθεσίες κατασκευής τεχνητών φραγμάτων, κλπ. Επίσης, χρησιμοποιούνται πολύ λιγότερο στη διασκόπηση πετρελαίου, γιατί μ' αυτές μπορούμε να μελετήσουμε μόνο τα

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

επιφανειακά στρώματα της Γης. Σε λίγες περιπτώσεις οι γεωηλεκτρικές μέθοδοι μπορούν να δώσουν πληροφορίες για βάθη μεγαλύτερα των 2000m.

Στη παρούσα διπλωματική εργασία ενδιαφερόμαστε για τον προσδιορισμό της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης.

4.3.1 Ειδική ηλεκτρική αντίσταση υλικών της Γης και μεταβολές της

Λόγω του ότι η ποσότητα R του νόμου Ohm δεν εξαρτάται από τις διαστάσεις του υλικού στο οποίο έχει εισαχθεί το ρεύμα I, αναφέρθηκε ο όρος της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης ρ. Η ειδική ηλεκτρική αντίσταση ρ ενός στερεού κυλινδρικού σώματος ισούται με το γινόμενο της ηλεκτρικής αντίστασης R με την επιφάνεια διατομής του σώματος S προς το μήκος L του σώματος και εκφράζεται:

$$P = \frac{RS}{L}$$

P= ειδική ηλεκτρική αντίσταση σε μονάδες Ohm*m

R= ηλεκτρική αντίσταση σε μονάδες Ohm

S= διατομή σώματος σε μονάδες m^2

L= μήκος σώματος σε μονάδες m

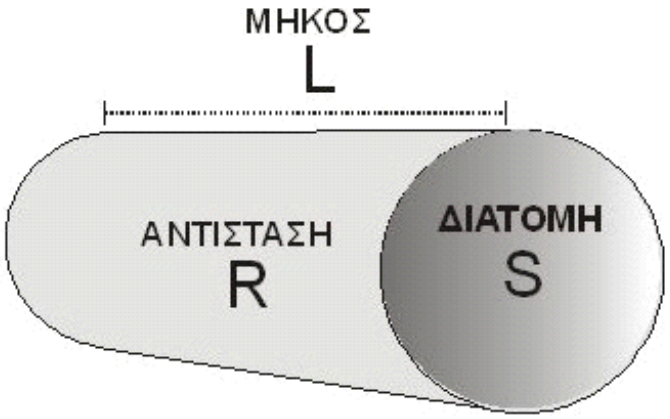
Η αντίστροφη ποσότητα της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης ονομάζεται ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα, συμβολίζεται με το σ και μετράται σε μονάδες Siemens ανά μέτρο (S/m).

Η ειδική ηλεκτρική αντίσταση ρ εκφράζει την ευκολία με την οποία περνάει το ρεύμα μέσα από το μέσο το οποίο χαρακτηρίζει, και εξαρτάται από την θερμοκρασία, την πίεση, την παρουσία νερού καθώς και την χημική του σύσταση, το μέγεθος των πόρων των σχηματισμών και την ορυκτολογική σύσταση. Επομένως, χαμηλές τιμές της ειδικής αντίστασης σε έναν σχηματισμό δείχνουν ότι το ρεύμα ρέει με ευκολία μέσα

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ.

από αυτόν σε αντίθεση με την περίπτωση που έχουμε υψηλές τιμές της παραμέτρου όπου το ρεύμα ρέει με μεγαλύτερη δυσκολία. Χαρακτηριστικά παραδείγματα σχηματισμών με χαμηλές τιμές ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης αποτελούν τα ιζηματογενή πετρώματα ενώ τα μεταμορφωμένα και τα πυριγενή παρουσιάζουν συνήθως υψηλές τιμές αντίστασης.



Εικόνα 4.1. Αναπαράσταση της έκφρασης της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης.

Η ειδική ηλεκτρική αντίσταση είναι μια μεταβλητή παράμετρος η οποία παρουσιάζει διαφορετικές τιμές στα διάφορα πετρώματα και πολλές φορές ακόμα και στον ίδιο σχηματισμό. Η αιτία της διακύμανσης των τιμών οφείλεται στην παρουσία νερού μέσα στους σχηματισμούς το οποίο εξαρτάται από το πορώδες και από τον δείκτη GSI.

Το πορώδες εκφράζει τον αριθμό των διακένων σε ένα πέτρωμα ενώ ο δείκτης GSI αποτελεί μια παράμετρο η οποία συνδέεται με την ταξινόμηση βραχόμαζας.

Η σχέση που συνδέει το πορώδες ενός σχηματισμού με την ειδική ηλεκτρική αντίσταση προέρχεται από τον νόμο του ARCHIE και η μαθηματική της έκφραση είναι η εξής (Archie,1942):

$$\rho = \alpha \, \rho_{\upsilon} \phi^{-m}$$

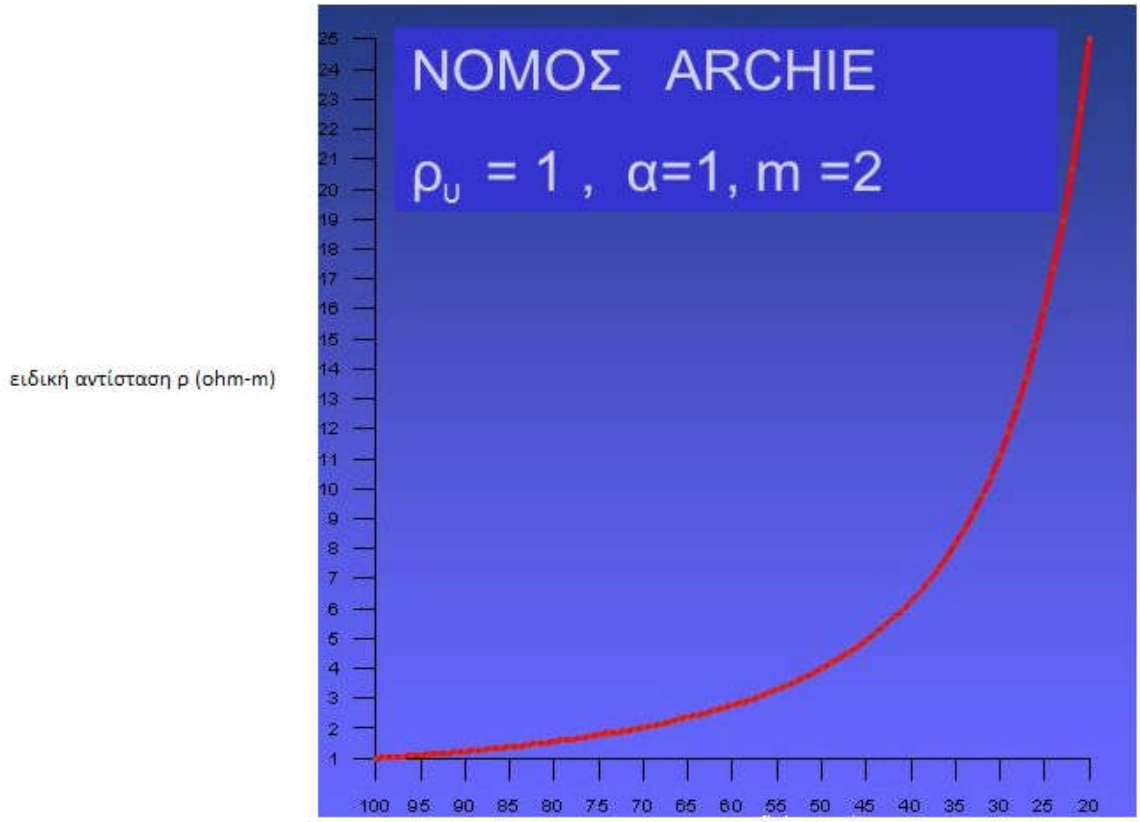
ρ= αντίσταση του νερού των πόρων

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ.

ϕ= πορώδες

α, m= σταθερές



Εικόνα 4.2.Μεταβολή της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης ρ σύμφωνα με τον νόμο του Archie.

Τύπος εδάφους	Ειδική ηλεκτρική αντίσταση ρ (Ohm-m)
Έλη	30
Άργιλος-πηλός	100
Υγρή άμμος	200
Υγρά χαλίκια	500
Ξηρή άμμος	1000
Ξηρά χαλίκια	3000

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

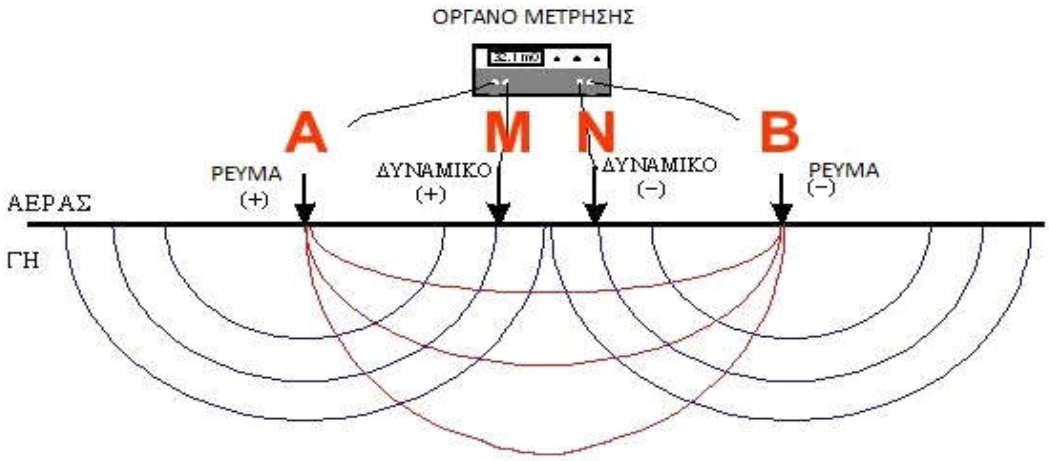
Οι ηλεκτρικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται συνήθως σε υδρογεωφυσικές έρευνες για τον χαρακτηρισμό των λιθολογικών ιδιοτήτων των υποεπιφανειακών σχηματισμών και για τον χαρακτηρισμό και την παρακολούθηση του κορεσμού και της αλατότητας του υγρού πόρων. Οι ηλεκτρικές παράμετροι που συνήθως μετρούνται είναι η διαπερατότητα και η αγωγιμότητα. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν μετρήσεις διείσδυσης για τον υπολογισμό του πορώδους των σχηματισμών και της περιεκτικότητας τους σε νερό. Οι μετρήσεις ηλεκτρικής αγωγιμότητας είναι ευαίσθητες στο περιεχόμενο νερού, στην αγωγιμότητα του νερού και στη λιθολογία. Οι πετροφυσικές σχέσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη των αποκρίσεων ηλεκτρικής αγωγιμότητας πετρωμάτων και εδαφών σε σχέση με αυτές τις παραμέτρους ελέγχου. Οι υδρολογικές ιδιότητες των υποεπιφανειακών σχηματισμών μπορούν να εκτιμηθούν με τη παρακολούθηση της διαπερατότητας των δοκιμών διείσδυσης νερού στη ζώνη κατείσδυσης ή τη παρακολούθηση της αγωγιμότητας των δοκιμών στην κορεσμένη ζώνη.

Οι συνθήκες των υπόγειων υδάτων σε μια τοποθεσία περιγράφονται κυρίως, μέσω της κατανομής των διαπερατών στρωμάτων (όπως άμμος, χαλίκι, σπασμένος βράχος και αδιαπέρατων ή χαμηλά διαπερατών στρωμάτων (όπως πηλός μέχρι συμπαγής βράχος) στην κάτω επιφάνεια. Για να επιτευχθεί μια εικόνα αυτών των υπόγειων κατασκευών απαιτείται επαρκής αντίθεση των πετροφυσικών ιδιοτήτων. Σεισμικές ταχύτητες (που σχετίζονται με ελαστικές ιδιότητες και πυκνότητα), ηλεκτρική αγωγιμότητα και διηλεκτρική σταθερά είναι οι πιο σχετικές πετροφυσικές ιδιότητες για γεωφυσική εξερεύνηση υπόγειων υδάτων.

Οι ελαστικές ιδιότητες των πετρωμάτων επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από το πορώδες. Π.χ. το πολύ πορώδες υλικό είναι πιο συμπιεσμένο από το υλικό χαμηλότερου πορώδους. Οι σεισμικές ταχύτητες επηρεάζονται επίσης από το πορώδες.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα



Εικόνα 5.1. Απεικόνιση της βασικής διάταξης των ηλεκτροδίων

5.1 Μέθοδος Wenner

Η μέθοδος οριζόντιου προφίλ Wenner χρησιμοποιεί έναν σταθερό διαχωρισμό μεταξύ όλων των ηλεκτροδίων, έτσι ώστε AM = MN = NB, δηλαδή όλες οι αποστάσεις να είναι ίσες και χαρακτηρίζεται από την απόσταση A. Η απόσταση A πρέπει να επιλεγεί πολύ προσεκτικά, χρησιμοποιώντας πληροφορίες που λαμβάνονται από τις καμπύλες VES. Και τα τέσσερα ηλεκτρόδια κινούνται ως μονάδα σταθερής απόστασης κατά μήκος μιας αναμενόμενης ανωμαλίας. Αυτή η μέθοδος έρευνας παρέχει πληροφορίες για οριζόντιες αλλαγές στην αντίσταση σε ένα ορισμένο εύρος βάθους.

Η πραγματική αντίσταση δείχνει την αντίσταση που έχει ένα γεωλογικό υλικό στην διέλευση ενός ηλεκτρικού ρεύματος.

Η φαινόμενη αντίσταση είναι μια μετρημένη τιμή και υπολογίζεται με τέσσερα ηλεκτρόδια στην επιφάνεια, (Εικόνα 5.1.). Η φαινόμενη αντίσταση είναι συνάρτηση των πραγματικών αντιστάσεων στρώματος, των ορίων τους και της θέσης των ηλεκτροδίων. Εάν το υπόστρωμα είναι ομοιογενές, η φαινόμενη αντίσταση είναι μια καλή προσέγγιση της πραγματικής αντίστασης.

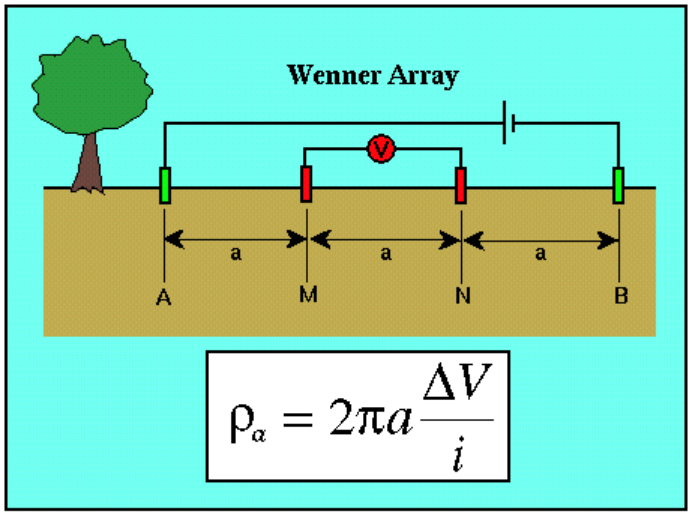
Η ερμηνευμένη αντίσταση βασίζεται σε ένα μοντέλο αντίστασης βάθους που αναπαράγει την παρατηρούμενη αντίσταση είτε από βυθοσκόπησηείτε από οριζόντιο

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

προφίλ Wenner. Τα προβλήματα ερμηνείας, όπως η μη μοναδικότητα δείχνουν ότι διαφορετικά μοντέλα μπορούν παράγουν την ίδια καμπύλη μοντέλου. Πρέπει λοιπόν, να εξεταστούν και να εμφανιστούν στην ερμηνεία. Συχνά το πιο κατάλληλο μοντέλο καμπύλης παρουσιάζει μια καλή εκτίμηση της πραγματικής αντίστασης, καθώς υπάρχουν λίγες επιλογές για τη δημιουργία μιας εναλλακτικής καλά συσχετισμένης καμπύλης. Σε άλλες περιπτώσεις, ωστόσο, η μη μοναδικότητα είναι τόσο περίπλοκη που άλλες έρευνες, όπως σεισμικά ή δοκιμαστικά φρεάτια είναι απαραίτητα για τη διάκριση της σωστής δομής από άλλες.

Η εργαστηριακή αντίσταση δείγματος λαμβάνεται από εργαστηριακή μέτρηση δείγματος. Τα πλεονεκτήματα είναι ο έλεγχος της αγωγιμότητας του πόρου, η θερμοκρασία και το πορώδες. Το δείγμα, ωστόσο, δεν είναι in-situ και η κατάσταση του στην περιοχή μέτρησης μπορεί να διαφέρει σημαντικά. Επίσης, υπάρχουν οριακά αποτελέσματα του δοχείου δείγματος που δεν μπορεί πάντοτε να διαχωριστεί σαφώς από τα αποτελέσματα αγωγιμότητας του δείγματος.



Εικόνα 5.2. Διάταξη Wenner

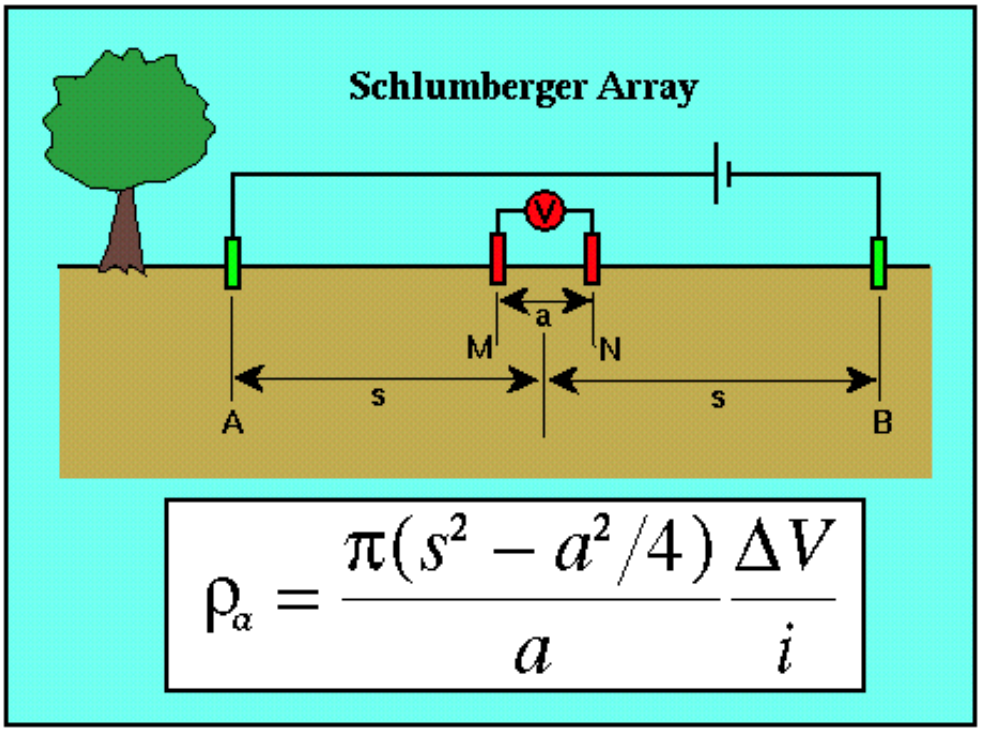
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ.

5.2 Μέθοδος Schlumberger

Η βυθοσκόπησηSchlumberger χρησιμοποιείται για τη διερεύνηση της αλλαγής της αντίστασης με το βάθος (Kunetz, 1966). Ο διαχωρισμός μεταξύ των δύο ηλεκτροδίων ρεύματος (AB) επεκτείνεται διαδοχικά ενώ τα δύο ηλεκτρόδια δυναμικού (MN) έχουν μικρή απομάκρυνση και παραμένουν ακίνητα στη θέση ήχου βάθους.

Η μετρούμενη μονάδα είναι η φαινόμενη αντίσταση, ρ , που είναι το γινόμενο του γεωμετρικού παράγοντα, K, με την αντίσταση ως πηλίκο του μετρούμενου δυναμικού, V, και της έντασης του ρεύματος, I. Η φαινόμενη αντίσταση απεικονίζεται έναντι AB/2 σε διλογαριθμικό χαρτί, με αποτέλεσμα μία κατακόρυφη καμπύλη ηλεκτρικού ήχου (VES). Η καμπύλη VES δείχνει την αλλαγή της αντίστασης με το βάθος, καθώς η αποτελεσματική διείσδυση αυξάνεται με την αύξηση της απόστασης των ηλεκτροδίων ρεύματος. Η καμπύλη VES ερμηνεύεται με την αντιστοίχιση της καμπύλης με το μοντέλο καμπυλών των πολλαπλών επιπέδων.



Εικόνα 5.3. Διάταξη Schlumberger

5.3 Μέθοδος CSEM

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

Η μέθοδος επαγωγής ελεγχόμενης πηγής ηλεκτρομαγνητικής (CSEM) αποτελεί κορυφαία γεωφυσική τεχνική σε υδρογεωλογικές μελέτες. Ωστόσο, είναι αρκετά συχνά παρεξηγημένη σε σύγκριση με άλλες κοινές τεχνικές εφαρμοσμένης γεωφυσικής: συγκεκριμένα, σεισμική ανάκλαση και διάθλαση, μαγνητική, βαρύτητα και ραντάρ που διεισδύει στο έδαφος (GPR).

Στις μέθοδοι CSEM ο πειραματιστής έχει γνώση και έλεγχο του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου που μεταδίδεται στο έδαφος και συνεπώς αποκλείει τα μαγνητοτελλουρικά, τις σχετικές μεθόδους φυσικής πηγής και τις διάφορες μεθόδους μη ελεγχόμενης πηγής που περιλαμβάνουν, για παράδειγμα, ραδιοφωνικές μεταδόσεις.

Με την ανάπτυξη φορητών και φθηνών επίγειων οργάνων, τα συστήματα CSEM εφαρμόστηκαν στην αναζήτηση υπογείων υδάτων σε ξηρά ή σκληρά περιβάλλοντα.

Η μέθοδος CSEM είναι ευαίσθητη στην ηλεκτρική αγωγιμότητα κατά μέσο όρο σε σχέση με τον όγκο του εδάφους στο οποίο προκαλούνται ηλεκτρικά ρεύματα. Μεταξύ των επιφανειακών γεωφυσικών μεθόδων που ανιχνεύουν μεγάλες ηλεκτρικές ιδιότητες του εδάφους, το CSEM προσφέρει βαθύτερη ικανότητα διείσδυσης από τις τεχνικές GPR και μεγαλύτερη ισχύ επίλυσης από τις μεθόδους αντίστασης DC. Η μέθοδος CSEM είναι καλή για αγώγιμα εδάφη ή ζώνες υψηλής ανακλαστικότητας ραντάρ όπου το GPR αντιμετωπίζει συχνά δυσκολίες. Η μέθοδος CSEM αποδίδει επίσης καλά σε εδάφη υψηλής αντοχής.

5.4 Μέθοδος TDEM

Η αγωγιμότητα του εδάφους μπορεί να εκτιμηθεί από τις αποκρίσεις βρόχων TDEM με ανάλυση των χρόνων κατά τους οποίους συμβαίνουν αντιστροφές σημείων στα διάφορα πηνία RX. Μερικές φορές βοηθάει, από την άλλη πλευρά, να μετατραπούν τα δεδομένα TDEM σε μια φαινόμενη καμπύλη αγωγιμότητας. Ορίζεται η φαινόμενη αγωγιμότητα (Spies and Frischknecht, 1991) ως η αγωγιμότητα του ομοιόμορφου ημιχώρουπου θα δημιουργούσε την παρατηρούμενη απόκριση σε κάθε διακριτό χρόνο μέτρησης μετά την έξοδο TX. Ωστόσο, χρειάζεται προσοχή για

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

ορισμένες δομές ηλεκτρικής αγωγιμότητας σε συγκεκριμένες χρονικές πύλες, καθώς η φαινόμενη αγωγιμότητα μπορεί να είναι ανύπαρκτη ή πολύτιμη. Η τάση μιας φαινόμενης καμπύλης αγωγιμότητας με αυξανόμενο χρόνο είναι περίπου ενδεικτική της τάσης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας κάτω από την επιφάνεια με αυξανόμενο βάθος, υποθέτοντας ότι μια στρωματοποιημένη δομή είναι καλή προσέγγιση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας των υποκείμενων γεωλογικών σχηματισμών.

5.5 Μέθοδος ηλεκτρικής τομογραφίας

Η μέθοδος της ηλεκτρικής τομογραφίας είναι μία σχετικά νέα μέθοδος που έχει εξελιχθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια. Οι παραδοσιακές δισδιάστατες μετρήσεις παρουσίαζαν κάποιες δυσκολίες όπως η αργή λήψη μετρήσεων στο έδαφος και η δυσκολία στην ερμηνεία των μετρήσεων. Σύμφωνα με τις εξελίξεις των τελευταίων χρόνων η μέθοδος αυτή έχει γίνει περισσότερο εύχρηστη με χρήση οργάνων που επιτρέπουν την αυτοματοποιημένη λήψη μετρήσεων. Επιπλέον, οι εξελιγμένες τεχνικές ερμηνείας επιτρέπουν την ακριβή απεικόνιση των γεωηλεκτρικών ιδιοτήτων του υπεδάφους. Οι ηλεκτρικές μέθοδοι εφαρμόζονται με επιτυχία όταν υπάρχει σημαντική αντίθεση στις ηλεκτρικές ιδιότητες μεταξύ του υπό μελέτη γεωλογικού σχηματισμού και του ευρύτερου γεωλογικού περιβάλλοντος.

Η ηλεκτρική τομογραφία (sounding και profiling), η βυθοσκόπηση (sounding) και η όδευση (profiling) είναι οι συνηθέστερες μέθοδοι των ηλεκτρικών μεθόδων γεωφυσικής διασκόπησης. Με την ηλεκτρική τομογραφία, (συνδυασμός όδευσης και βυθοσκόπησης), παίρνουμε πληροφορίες τόσο για την πλευρική όσοκαι για τη σε βάθος μεταβολή της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης.

Οι δισδιάστατες γεωηλεκτρικές διασκοπήσεις έχουν εξελιχθεί για τις απαιτήσεις ερευνών μεγάλης κλίμακας: μια σειρά από ηλεκτρόδια τοποθετούνται στην επιφάνεια του εδάφους καιμέσω ενός πολυκάναλου καλωδίου και ενός συστήματος πολυπλεξίας λαμβάνονται αυτόματα μετρήσεις όδευσης πάνω από την περιοχή ενδιαφέροντος με συνεχώς αυξανόμενες αποστάσεις ηλεκτροδίων.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

Ο όρος ηλεκτρική τομογραφία (ΗΤ) περιγράφει γενικά έναν τύπο μετρήσεων της φαινόμενης ηλεκτρικής αντίστασης του υπεδάφους. Μπορεί να θεωρηθεί ως συνδυασμός δύο "παραδοσιακών" τεχνικών μέτρησης: της όδευσης και της βυθοσκόπησης. Ειδικότερα, η ηλεκτρική τομογραφία μπορεί να περιγραφεί ως μία σειρά από συνεχόμενες ηλεκτρικές βυθοσκοπήσεις κατά μήκος της γραμμής έρευνας ή ως μία σειρά από οδεύσεις πάνω από την ίδια περιοχή με διαδοχικά αυξανόμενες αποστάσεις ηλεκτροδίων. Έτσι λαμβάνονται πληροφορίας τόσο για την κατακόρυφη όσο και για την οριζόντια μεταβολή της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης στην περιοχή μελέτης και επομένως έχουμε μία πληρέστερη "εικόνα" του υπεδάφους.

Η ραγδαία ανάπτυξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών έδωσε τη δυνατότητα ανάπτυξης πλήρως αυτοματοποιημένων μαθηματικών αλγορίθμων ερμηνείας που μπορούν να δώσουν “ακριβείς” εικόνες των ηλεκτρικών ιδιοτήτων του υπεδάφους. Αυτοί οι αλγόριθμοι ονομάζονται “αλγόριθμοι αντιστροφής” με τους οποίους γίνεται η επεξεργασία των δεδομένων (Loke, 2000, 2002). Ο αλγόριθμος αυτός είναι δυσδιάστατης μη γραμμικής αντιστροφής και εκτελεί επαναληπτική βελτιστοποίηση βασισμένος σε ένα πρόγραμμα μοντελοποίησης με πεπερασμένα στοιχεία. Ο αλγόριθμος είναι τελείως αυτοματοποιημένος και χρησιμοποιεί το σχήμα της αντιστροφής Occam (Constableetal. 1987).

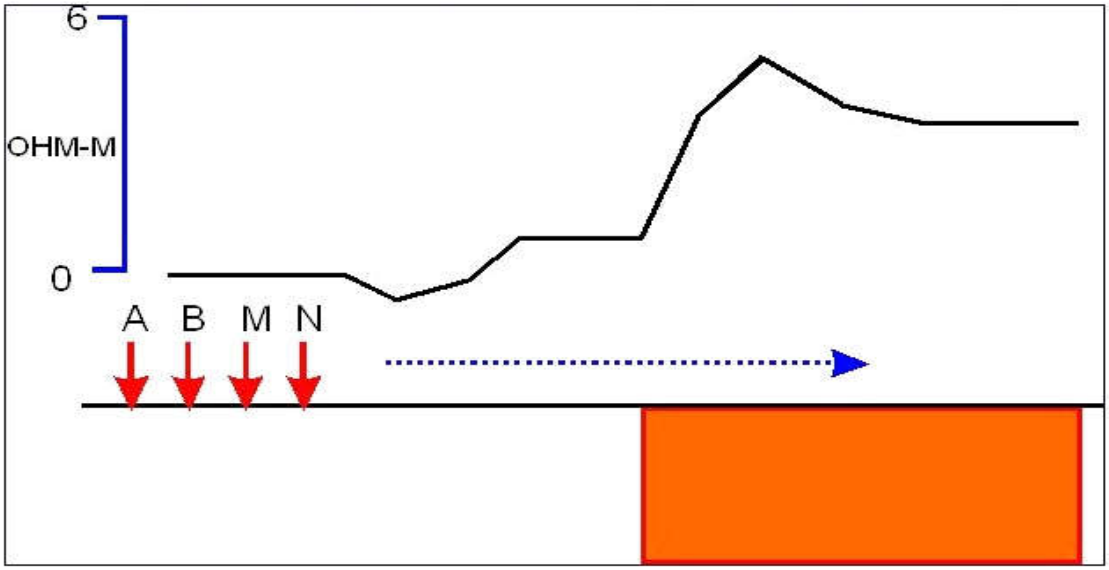
Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά της ΗΤ είναι ότι σε σύγκριση με τις άλλες τεχνικές λαμβάνεται ένας αρκετά μεγάλος αριθμός μετρήσεων (άρα και χρήσιμης πληροφορίας). Με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται η διακριτική ικανότητα και ανάλυση της γεωηλεκτρικής μεθόδου. Όμως, λόγω του μεγάλου αριθμού τους, οι μετρήσεις δεν μπορούν να ληφθούν με χειροκίνητη αλλαγή των ηλεκτροδίων αλλά μόνο με συστήματα αυτοματοποιημένων πολυπλεκτών. Τέτοια συστήματα έχουν αναπτυχθεί από το 1990 και μετά, γεγονός ενδεικτικό της ανάπτυξης της ΗΤ αλλά και του αναπόφευκτου κόστους εφαρμογής της μεθοδολογίας.

Με στόχο την αξιόπιστη ερμηνεία και επεξεργασία των ηλεκτρικών μετρήσεων, νέες τεχνικές έχουν προταθεί. Οι τεχνικές αυτές επιδιώκουν την επίλυση του αντίστροφου γεωηλεκτρικού προβλήματοςείτε με χρήση προσεγγιστικών μεθόδων, π.χ.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

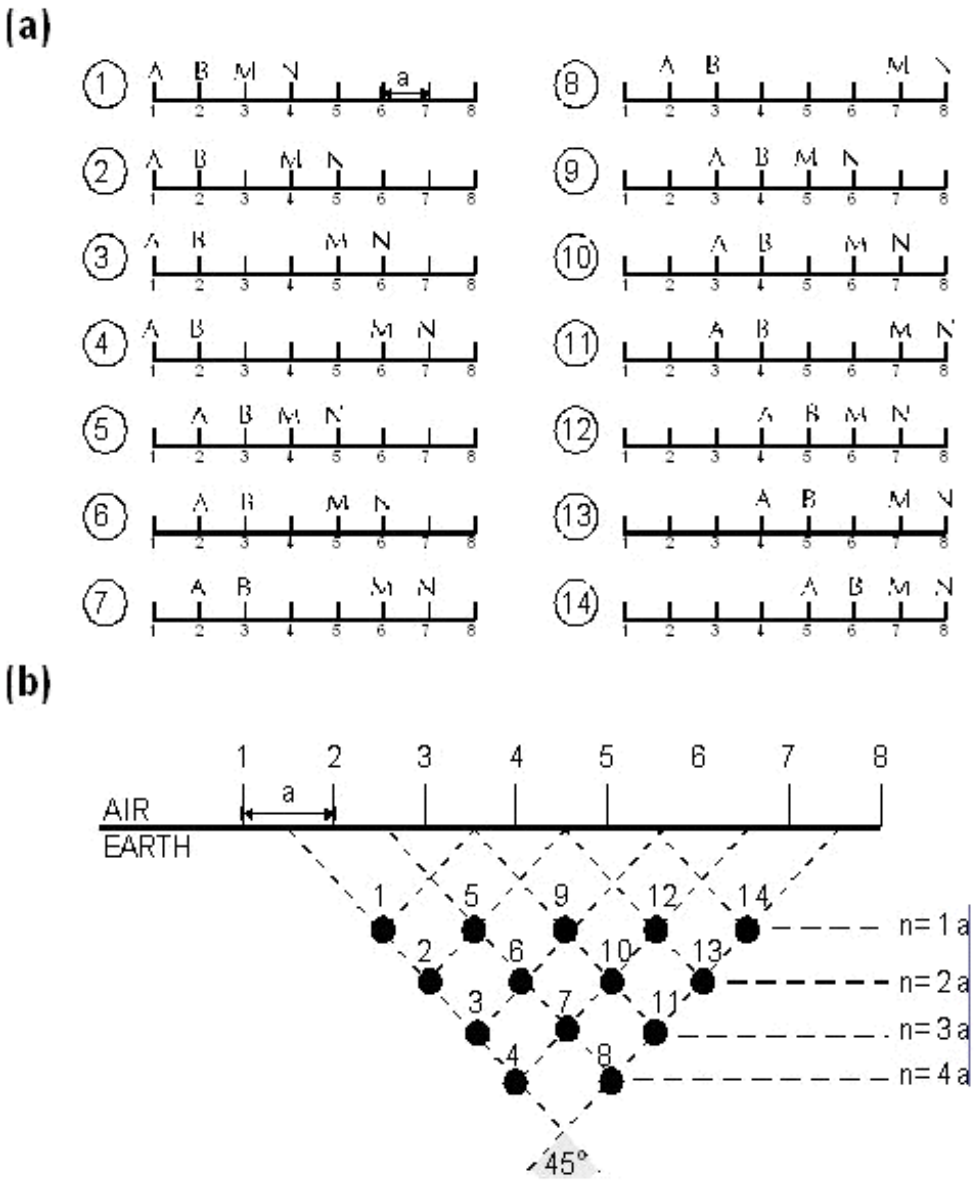
μέθοδος Zhody-Barker, μέθοδος οπισθοπροβολής, είτε με τη χρήση υπαρχόντων μη γραμμικών τεχνικών αντιστροφής που προσαρμόζονται στο πρόβλημα της HT (Tsourlos, 1995).



Εικόνα 5.4.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα



Εικόνα 5.5.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

Σε παλαιότερη μελέτη διεξήχθησαντρεις ηλεκτρικές τομογραφίες (Εικόνα 6.1.) για την εύρεση της καταλληλότερης θέσης και την πραγματοποίηση της γεώτρησης ώστε να βαθμονομηθούν οι τιμές της αντίστασης. Στα σχήματα των τομογραφιών απεικονίζεται η μεταβολή της πραγματικής ειδικής αντίστασης δισδιάστατα (σε μήκος και βάθος). Η μεταβολή αυτή παριστάνεται με διάφορα χρώματα, στην δεξιά μεριά του σχήματος. Κάθε πέτρωμα ή και κάθε τμήμα του πετρώματος, ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν σε αυτό παρουσιάζει διαφορετική αντίσταση και επομένως διαφορετικό χρώμα στο γεωηλεκτρικό μοντέλο.

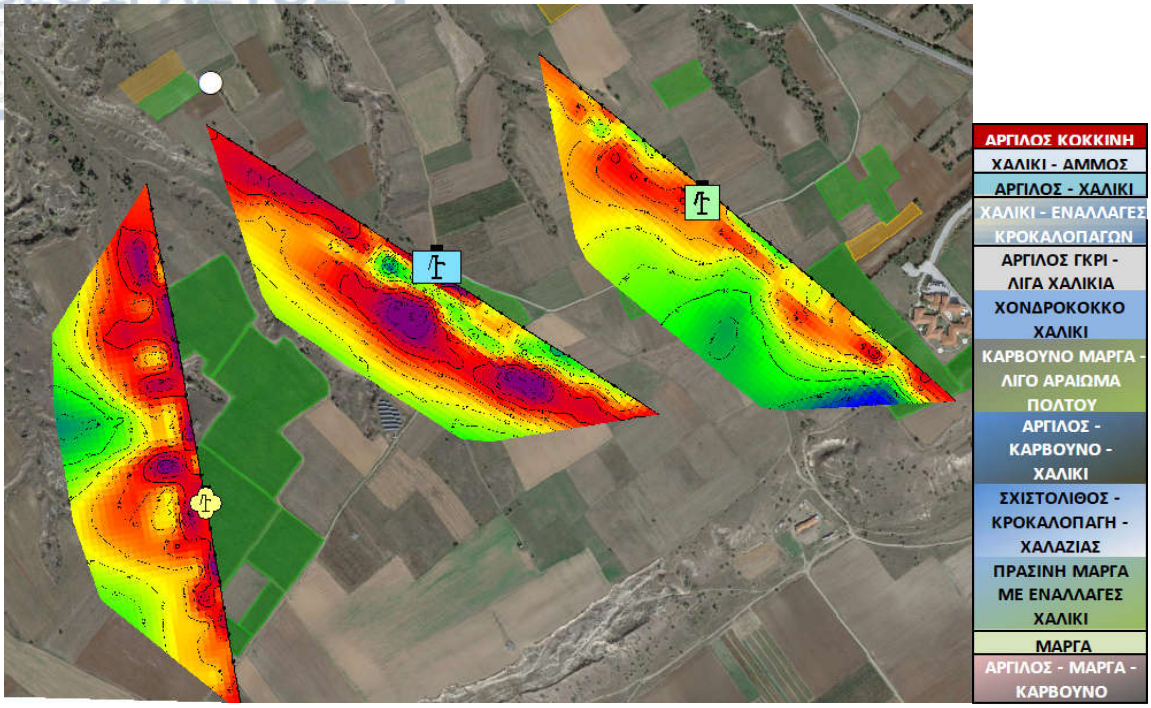
Η θέση στην οποία πραγματοποιήθηκε η γεώτρηση είχε μήκος 500 μέτρα (μεσαία τομογραφίαστην εικόνα 6.1.) και βάθος 200-220 μέτρα. Διατρήθηκαν σχετικά σκληροί σχηματισμοί από τα 50 μέχρι τα 120 μέτρα της γεώτρησης.

Εναλλακτική θέση για πιθανή γεώτρηση αποτέλεσε και το σημείο που ορίζεται στα 400 μέτρα της τομογραφίας ERT3. Οι συντεταγμένες της θέσης που προτάθηκαν είναι: X 302235 και Y 4502907.

Η γεώτρηση μπορούσε να φτάσει και στο βάθος των 200-250 μέτρων αφού σύμφωνα με την τομογραφία τα αδρόκοκκα υλικά συνεχίζονται μέχρι το βάθος αυτό. Σε κάθε σε κάθε περίπτωση όμως καθορίζεται σύμφωνα με τα στοιχεία της διάτρησης.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



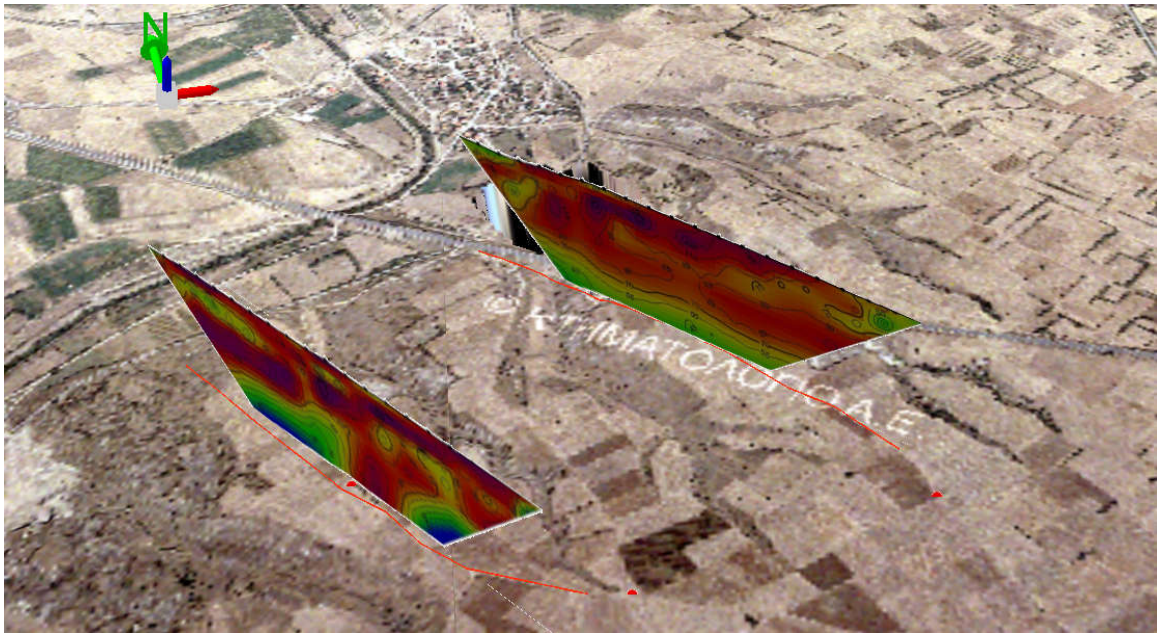
Εικόνα 6.1.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

6.1 Νεότερη μελέτη

Οι νεότερες τομογραφίες συνέβαλαν στον εντοπισμόυπόγειας υδροφορίας στη περιοχή μελέτης. Για τον σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν οι ηλεκτρικές τομογραφίες ERT 8, ERT 9 (Εικόνα 6.2.).



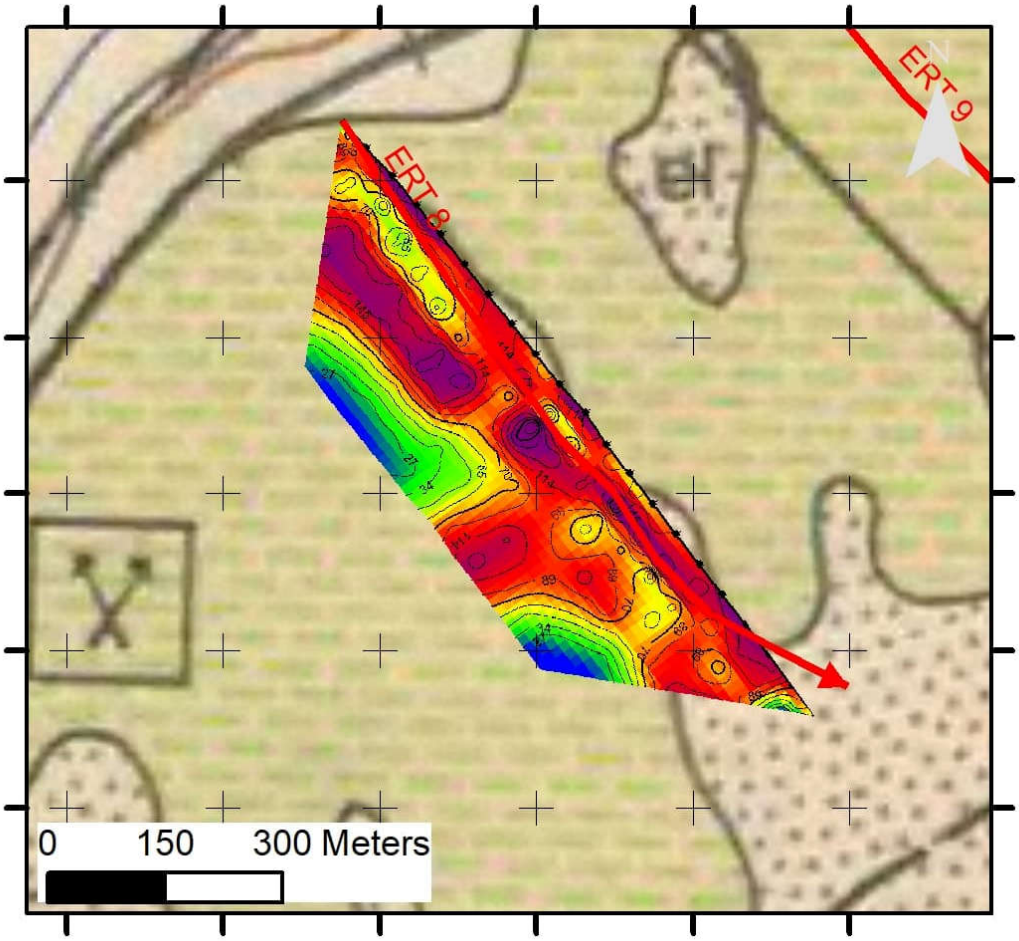
Εικόνα 6.2.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

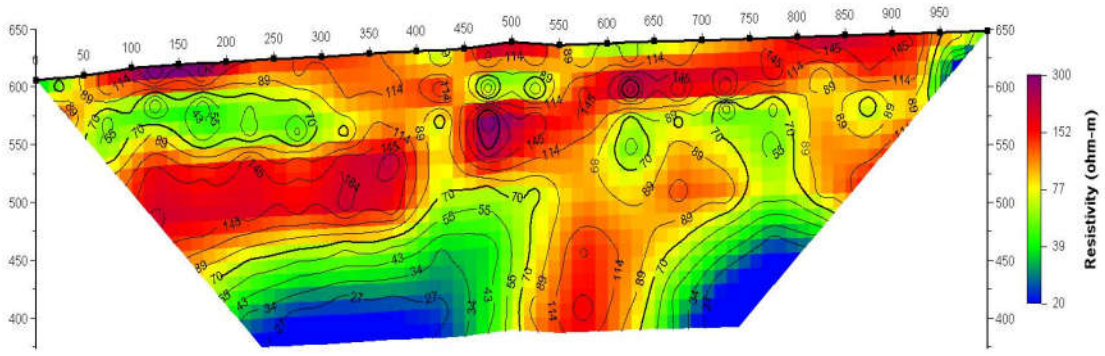
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

6.1.1 Τομογραφία ERT8

Η τομογραφία ERT8 (εικόνα 6.3., 6.4.)πραγματοποιήθηκε σε μήκος 1000 μέτρων και βάθος περίπου 275 μέτρων.



Εικόνα 6.3. Τομογραφία ERT 8 πάνω στον χάρτη



Εικόνα 6.4. ΤομογραφίαERT 8

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

Η κατανομή των μεταβολών της αντίστασης στην τομογραφία ERT 8 είναι η εξής:

Οι μικρότερες τιμές της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης 20-27 Ohm*mσε βάθος 225-275 περίπου μέτρων και μήκος 200 με 400 μέτρα. Επίσης, σε βάθος 200-250 μέτρων και μήκος 700 με 800 μέτρα. Οι χαμηλές αυτές τιμές δηλώνουνπιθανή παρουσία γεωθερμικών ρευστώνή και αργιλομαργαϊκώνυλικών.

Μεσαίες τιμές της αντίστασης 27-114Ohm*m παρατηρούνται στα πρώτα 350 μέτρα μήκος σε βάθος 25-75 μέτρων. Επίσης, σε βάθος 150-250 μέτρων και μήκος 400-500, σε βάθος 150-250 μέτρων σε μήκος 600-700 μέτρων. Σε μήκος 700-800 μέτρων με βάθος 50-200 μέτρων. Επιπλέον διακρίνονται και μικρότερες εκτάσεις στα 400-425 μέτρα μήκος με βάθος 100-200 μέτρων, στα 550-700 μέτρα μήκος και βάθος 50-125 μέτρα περίπου. Στα 25 μέτρα περίπου βάθος και μήκος 50 μέτρα, 400-450 και 550-700. Ακόμη μία μεταξύ 450-550 μέτρα μήκος και βάθος 50-100 μέτρα.Στα σημεία αυτά πιθανόν βρίσκονταιμεταλπικά χερσαία ιζήματα.

Οι μεγαλύτερες αντιστάσεις 114-300Ohm*m βρίσκονταισχεδόν σε όλο το μήκος της τομής σε βάθος 0-100 μέτρων. Στο βάθος των 50-100 μέτρων με μήκος 450-550 μέτρα, στα πρώτα 400 μέτρα μήκος με 75-150 μέτρα βάθος και σε βάθος 150-200 μέτρα και μήκος 500-600 μέτρα. Συνεπώς σε αυτά τα σημεία είναι πιθανή η παρουσία χερσαίων ιζηματογενών πετρωμάτων παλαιοζωικής ηλικίας.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον σημειώνεται στο μήκος των 400-450 μέτρων και στα πρώτα 350 μέτρα. Επίσης κατά μήκος των 450-550 και 550-650 μέτρων στην τομογραφία. Σε αυτές τις περιοχές παρατηρείται διακοπή στη στην συνέχεια των υψηλών αντιστάσεων (κυρίως πλευρικές ασυνέχειες) από χαμηλές και μεσαίες ειδικές αντιστάσεις

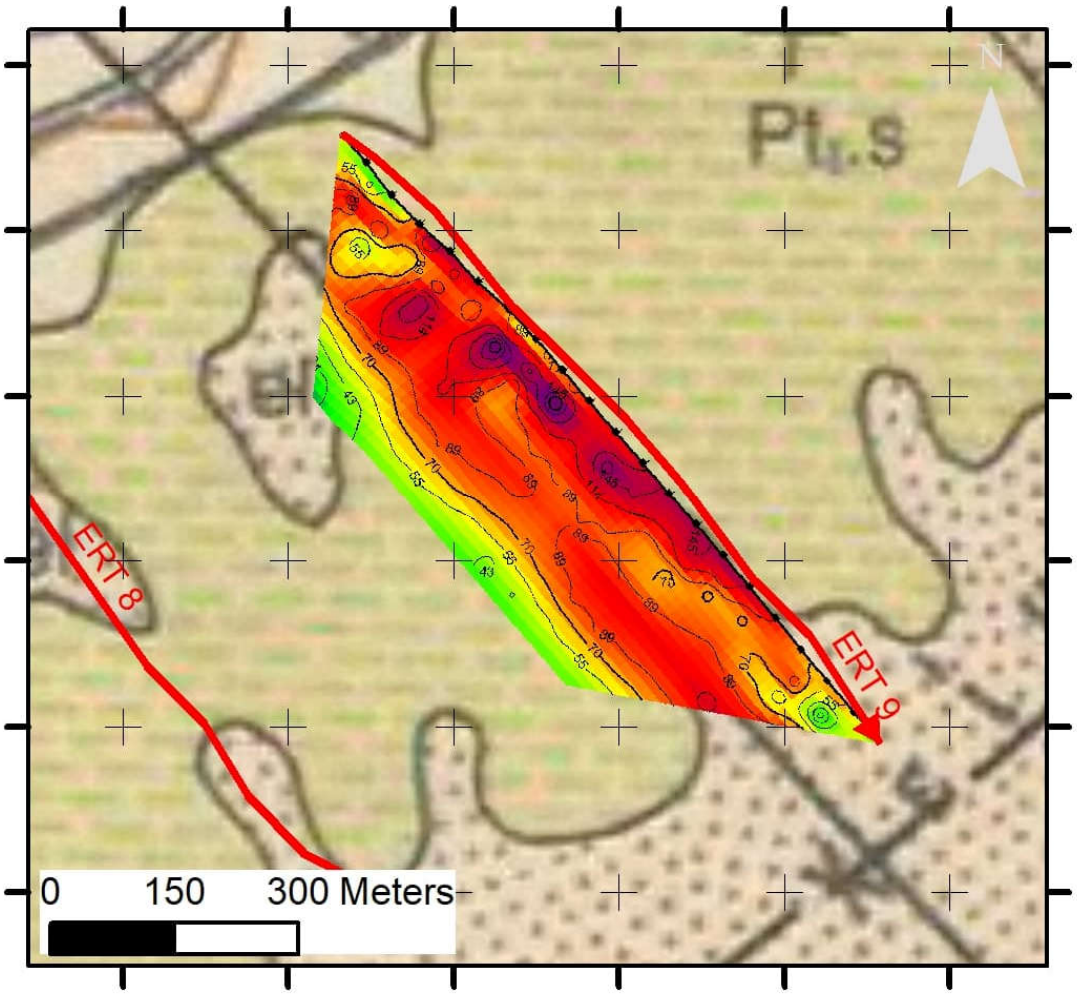
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ.

6.1.2 Τομογραφία ERT9

Στην τομογραφία ERT 9 (Εικόνα 6.5.) σχεδόν σε όλο το μήκος της και μέχρι το βάθος των 200 μέτρων παρατηρούνται μεγάλες αντιστάσεις (κόκκινο στη τομογραφία). Οπότε υπάρχει ένα στρώμα μεγάλων αντιστάσεων. Οι υψηλές αντιστάσεις του δηλώνουν την αδρόκοκκη σύσταση του.

Συνεπώς, οποιαδήποτε θέση σε αυτή τη τομή καθίσταται ως καλύτερη.



Εικόνα 6.5. Τομογραφία ERT 9 πάνω στον χάρτη

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

Reinhard K., Daniel W. Urish, James Fuller, Mary O' Reilly: Use of geoelectrical methods in groundwater pollution surveys in a coastal environment, 140,141, 1994.

Reinhard Krish: Groundwater Geophysics A Tool for Hydrogeology, 1, 119, 120.

DAVID P. LESMES and SMULIK P.FRIEDMAN: RELATIONSHIPS BETWEEN THE ELECTRICAL AND HYDROGEOLOGICAL PROPERTIES OF ROCKS AND SOILS, 114, 122.

MARK E. EVERETT, MAX A. MEJU: NEAR-SURFACE CONTROLLED SOURCE ELECTROMAGNETIC INDUCTION: BACKGROUND AND RECENT ANDVANCES, 157, 158, 161, 167.

ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ

Μουντράκης, Δ. (2010) Γεωλογία της Ελλάδας. Univ. Stud. Press, Θεσσαλονίκη.

Παπαζάχος Β.Κ. (2013). Εισαγωγή στη γεωφυσική, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Τσούρλος, Π., Βαργεμέζης, Γ. Ηλεκτρομαγνητικές Μέθοδοι Γεωφυσικής Διασκόπησης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

ΓανταδάκηΑννα : «ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΗ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑΣ ΣΕ ΧΩΡΟ ΑΝΕΓΕΡΣΗΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΜΗ.ΠΕΡ. ΤΟΥ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ», διπλωματική διατριβή.

Αντωνέριας Δημήτριος Διερεύνηση των <<Τεχνικογεωλογικών – Γεωτεχνικών συνθηκών στη λεκάνη Αμυνταίου του Νομού Φλώρινας.>>,διπλωματική Εργασία, ΑΘΗΝΑ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2016.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης