

Εφαρμογή γεωφυσικών μεθόδων στον χαρακτηρισμό ενός υπόγειου υδροφορέα μεγάλης ετερογένειας

Κοντής, Ε.¹, Γαλανόπουλος, Δ.² και Τζωράκη, Ο.³

¹Διεύθυνση Υδάτων Β. Αιγαίου, Αποκεντρωμένης Διοίκησης Αιγαίου, evagelos.kontis@apdaiqaiou.gov.gr

²Γενική Γραμματεία Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής, dgal@ypai.gr

³Τμήμα Επιστημών της Θάλασσας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, rania.tzoraki@aegean.gr

Περίληψη

Στα πλαίσια της μελέτης αυτής γίνεται μία συνδυασμένη εξέταση του υπόγειου υδατικού δυναμικού της περιοχής Παρακοίλων, νήσου Λέσβου με χρήση διαφόρων μεθόδων. Πραγματοποιήθηκε γεωφυσική διασκόπηση εντός των ηφαιστειακών σχηματισμών με τη μέθοδο της ειδικής ηλεκτρικής αντιστάσεως και τα αποτελέσματα αυτής βαθμονομήθηκαν και διασταυρώθηκαν με μετρήσεις υπαίθρου από υφιστάμενα υδροληπτικά έργα, που καταγράφηκαν στην περιοχή μελέτης. Στις πεδινές - παράκτιες περιοχές εντοπίζεται υδροφορέας εντός των προσχωσιγενών σχηματισμών, που γίνεται εκμεταλλεύσιμος από σχετικά μεγάλο αριθμό αβαθών γεωτρήσεων και πηγαδιών.

Λέξεις κλειδιά: γεωφυσική έρευνα, υπόγειο νερό, γεωτρήσεις, πηγάδια

Application of geophysical methods in the characterizat on of the aquifer heterogeneity

Kontis, E.¹, Galanopoulos, D.², and Tzoraki, O.³

¹Water Directorate of N. Aegean, Decentralized Administration of Aegean, evagelos.kontis@apdaiqaiou.gov.gr

²General Secretariat of Aegean and Island Policy, dgal@ypai.gr

³Marine Sciences Department, University of the Aegean, rania.tzoraki@aegean.gr

Abstract

The groundwater resources of the region Parakoila, of Lesvos, are examined by the use of various methods. The geophysical method of vertical electrical sounding was applied within the volcanic formations and its results were calibrated and validated by the help of a series of existing hydraulics works in the area. Another aquifer is observed within lowland- coastal alluvial formations, which is exploitable by a relatively large number of shallow boreholes and wells.

Keywords: geophysical research, groundwater, wells, aquifer

1. Εισαγωγή

Στα πλαίσια της μελέτης αυτής πραγματοποιείται μία συνδυασμένη εξέταση του υπόγειου υδατικού δυναμικού της περιοχής Παρακοίλων, νήσου Λέσβου με χρήση γεωφυσικών μεθόδων. Η περιοχή Παρακοίλων είναι κατά βάση μία αγροτική περιοχή, της οποίας όμως η οικονομική και περιβαλλοντική υπόσταση εξαρτάται άμεσα από τα διαθέσιμα υδατικά αποθέματα. Η έντονη γεωργική εκμετάλλευση των πεδινών εκτάσεών της, οι αυξημένες υδρευτικές ανάγκες για κάλυψη αναγκών του οικισμού Παρακοίλων και των τουριστικών καταλυμάτων αλλά και η προστασία των παράκτιων υγροτοπικών περιοχών προσδίδουν ιδιαίτερη σημασία στη μελέτη των υδατικών πόρων της περιοχής. Για τη διερεύνηση του υπόγειου δυναμικού της περιοχής πραγματοποιήθηκε καταρχήν μία γεωφυσική

διασκόπηση, με τη μέθοδο της ειδικής ηλεκτρικής αντιστάσεως. Τα αποτελέσματα της μεθόδου αυτής βαθμονομήθηκαν και διασταυρώθηκαν με μετρήσεις υπαίθρου από υφιστάμενα υδροληπτικά έργα, που λειτουργούν στην περιοχή μελέτης.

2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο κεντρικό τμήμα της νήσου Λέσβου και δυτικά του κόλπου Καλλονής (Σχήμα 1). Το ανάγλυφο της χαρακτηρίζεται από ορεινό έως πεδινό και διασχίζεται από δύο χειμάρρους τον «Ταξιάρχη» (επιφάνεια απορροής 21.4 Km²) και το «Ρέμα Λαγκάδα» (με έκταση λεκάνης απορροής 11,3 Km²). Στις εκβολές των χειμάρρων αυτών αναπτύσσονται παράκτια έλη, που τροφοδοτούνται ταυτόχρονα από τα ποτάμια υδατικά συστήματα αλλά και από θαλασσινό νερό. Από λιθολογικής άποψης, η περιοχή μελέτης δομείται από ηφαιστειακούς σχηματισμούς και προσχλωσιγενείς πεδιάδες (Hecht, 1972-1976, Katsikatsos et. al., 1986, Pe – Piper, G., 1980). Ειδικότερα, οι γεωλογικοί σχηματισμοί που συνιστούν την περιοχή είναι οι ακόλουθοι κατά σειρά αρχαιότητας (Σχ.1) : (α) Κατώτερη μονάδα λαβών (λατιτανδεσίτες, δακίτες, ανδεσίτες). Η μονάδα αυτή διακρίνεται στην κατώτερη και ανώτερη στρώση. Η ανώτερη στρώση εμφανίζει κατά θέσεις έντονη υδροθερμική εξαλλοίωση, με αποτέλεσμα να χαρακτηρίζεται από χαμηλή υδροπερατότητα (π.χ στις περιοχές κοντά στον οικισμό Παρακοίλων καθώς σε περιοχές κατά μήκος του χειμάρρου Ταξιάρχη). (β) Ηφαιστειακά κροκαλοπαγή (πυροκλαστικοί σχηματισμοί) (γ) Ανώτερη μονάδα λαβών (δακίτες, λατίτες, λατιτανδεσίτες, χαλαζιακές – ανδεσιτικές λάβες, μικρής έκτασης ρυοδακίτες και κατά θέσεις πυριτωμένες λάβες). Οι ηφαιστειακοί αυτοί σχηματισμοί αναπτύσσονται κυρίως βόρεια και νότια του οικισμού Παρακοίλων, χαρακτηρίζονται από υψηλή υδροπερατότητα (εξαιτίας δευτερογενούς πορώδους) και φιλοξενούν κατά κανόνα μεγάλης δυναμικότητας υδροφόρα στρώματα και (δ) Προσχλωσιγενής πεδιάδα (τεφροί – ερυθροί άργιλοι, άμμοι, λατύπες, παράκτιοι άμμοι και ποτάμιας αποθέσεις). Πρόκειται για Ολοκαινικούς και Τεταρτογενείς σχηματισμούς, που εντοπίζονται κατά κύριο λόγο στον κάμπο των Παρακοίλων.

2.2 Μεθοδολογία

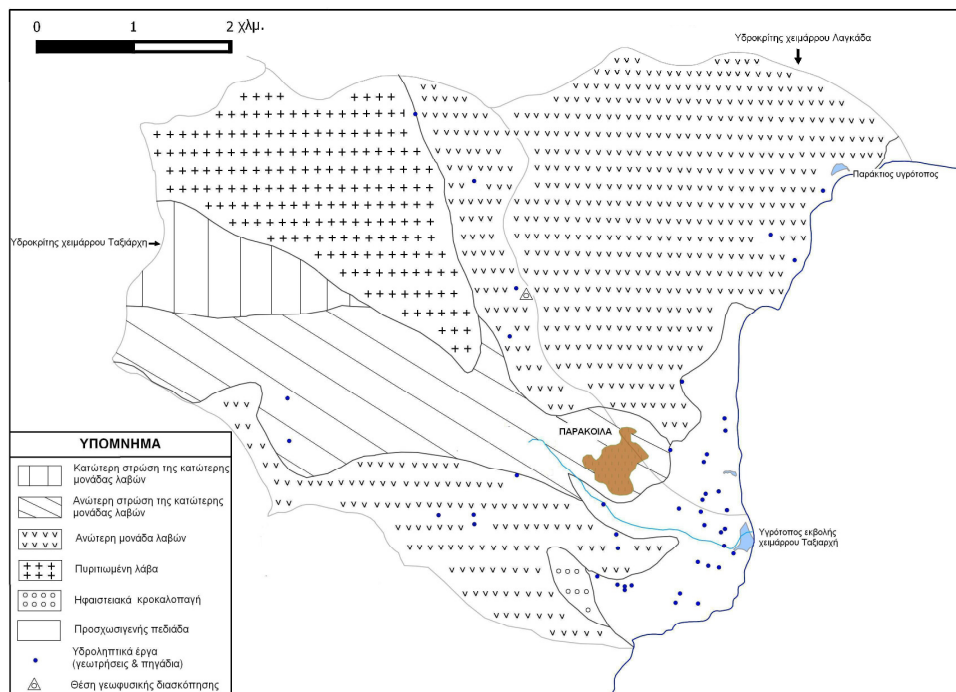
Η γεωφυσική έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή Παρακοίλων της νήσου Λέσβου είχε ως αντικείμενο τον καθορισμό της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης του υπεδάφους (ηφαιστειακών πετρωμάτων ανώτερης μονάδας λαβών) στην περιοχή αυτή με τη γεωηλεκτρική μέθοδο. Η εν λόγω έρευνα περιέλαβε τη διενέργεια μιας *γεωηλεκτρικής διασκόπησης βάθους (Vertical Electrical Sounding)* με μία παραλλαγή της διάταξης ηλεκτροδίων κατά *Schlumberger* που είναι γνωστή, είτε ως διάταξη «*half-Schlumberger*» (Akintorinwa and Abiola, 2012), είτε ως διάταξη «*Axial-Pole Dipole*» (Yadav, 1988). Οι απαραίτητες μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με την ελληνικής κατασκευής συσκευή ATLAS 350 (Galapoulos and Kolettis, 2005).

Επίσης για την διερεύνηση του υδατικού δυναμικού της περιοχής καταγράφηκαν μία σειρά από υδροληπτικά έργα (γεωτρήσεις, πηγάδια), τα οποία υδρομαστεύουν κυρίως τους ηφαιστειακούς σχηματισμούς, αλλά και τους προσχλωσιγενείς σχηματισμούς μέσω αβαθών υδροληψιών (κυρίως πηγάδια). Μία απεικόνιση των έργων αυτών δίνεται στην Σχήμα 1, ενώ στον Πίνακα 1 φαίνονται τα

τεχνικά χαρακτηριστικά των συγκεκριμένων έργων (είδος έργου, βάθος, διάμετρος, υδροστατική στάθμη).

3. Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της γεωφυσικής έρευνας παρουσιάζονται στο Σχήμα 2. Στο σχήμα αυτό φαίνεται αφενός η μεταβολή της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης του υπεδάφους σε συνάρτηση με το μισό της απόστασης των ηλεκτροδίων ρεύματος ($AB/2$) και αφετέρου το αντίστοιχο μονοδιάστατο γεωηλεκτρικό μοντέλο που προέκυψε με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού (Pirttijärvi, 2004). Ειδικότερα, στο μοντέλο αυτό διακρίνονται πέντε γεωηλεκτρικά στρώματα.



Σχήμα 1. Γεωλογικός χάρτης της περιοχής στον οποίο αποτυπώνονται, οι λεκάνες απορροής των χειμάρρων, τα υδροληπτικά έργα καθώς και η θέση γεωφυσικής διασκόπησης.

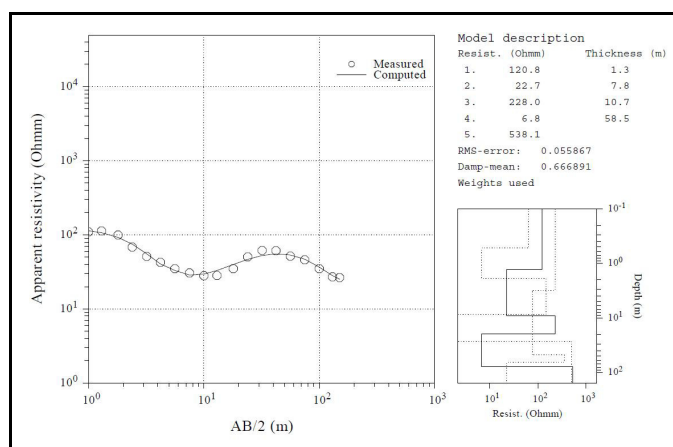
Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά υδροληπτικών έργων.

Είδος έργου	Πλήθος	Βάθος έργου σε m	Υδροστατική στάθμη σε m
Πηγάδια	15	3-7,5	1-3,5
Γεωτρ. διαμ. 2"	3	7-15	2-4
Γεωτρ. διαμ. 6"	1	80	35
Γεωτρ. διαμ. 8"	14	73-150	10-80

4. Συμπεράσματα/Συζήτηση

Τα αποτελέσματα της γεωφυσικής διασκόπησης έδειξαν την ύπαρξη γεωηλεκτρικής ασυνέχειας εντός των ηφαιστειακών σχηματισμών της ανώτερης μονάδας λαβών σε βάθος περίπου 60μ, η οποία σχετίζεται με υδροφόρο στρώμα. Η ύπαρξη υδροφορίας επιβεβαιώνεται από παρακείμενο υδροληπτικό έργο (γεώτρηση βάθους 100μ.), που απαντάται στα ανάντη της γεωφυσικής διασκόπησης και με το

οποίο εντοπίστηκε υδροφορία με υδροστατική στάθμη περίπου στα 70μ. Γενικότερα, οι υδροφορίες που απαντώνται εντός των ηφαιστειακών σχηματισμών εντοπίζονται σε γενικές γραμμές σε μεγάλα βάθη (60-140μ). Από την άλλη πλευρά, ο υδροφορέας που εντοπίζεται εντός των προσχωσιγενών σχηματισμών αντλείται από σχετικά μεγάλο αριθμό αβαθών υδροληψιών (πηγάδια και γεωτρήσεις μικρής διαμέτρου), οι υδροστατικές στάθμες των οποίων κυμαίνονται από 1-4μ. Εντός των προσχωσιγενών σχηματισμών και πλησίον της θάλασσας έχουν πραγματοποιηθεί γεωτρήσεις σχετικά μεγάλου βάθους, οι οποίες εκτός από το υδροφόρο στρώμα που φιλοξενείται στους προσχωματικούς σχηματισμούς συνάντησαν και εκμεταλλεύονται και υδροφόρα σώματα μεγάλης δυναμικότητας, που φιλοξενούνται εντός των υποκείμενων ηφαιστειακών σχηματισμών.



Σχήμα 2. Διάγραμμα μεταβολής της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης και αντίστοιχο μονοδιάστατο γεωηλεκτρικό μοντέλο (κύκλοι: μετρούμενη (measured) ή φαινόμενη (apparent) ειδική ηλεκτρική αντίσταση; Συνεχής γραμμή: γεωηλεκτρικό μοντέλο και αντίστοιχη απόκριση (computed)).

5. Βιβλιογραφία

- Akintorinwa, O. J. and Abiola, O. 2012. Comparison of Schlumberger and modified Schlumberger arrays VES interpretation results. *Rjeas*, 1 (3) 190-196.
- Galanopoulos, D. and Kolettis G. 2005. Investigating the formation of a superficial fracture on Nisyros Island, Greece with the DC resistivity method. *Developments in Volcanology*, 7, 227–240.
- Hecht, J., 1971-1974. Geological map of Lesbos Island (scale 1:50.000), I.G.M.E.
- Katsikatsos, G., Migiros, G., Triantaphyllis, M. and Mettos, A. 1986. Geological structure of internal Hellenides (E. Thessaly – SW Macedonia, Euboea – Attica – Northern Cyclades Islands and Lesbos), I.G.M.E, *Geological and Geophysical Research*, 1991-212.
- Pe – Piper, G., 1980. The Cenozoic volcanic sequence of Lesbos, Greece, *S – Dtsch. Geol. Ges.*, **131**, 899-901.
- Pirttijärvi, M. 2004. DCINV 1-D interpretation of electrical (DC) soundings. *User's guide to version 1.3*. Department of Physics. University of Oulu.
- Yadav, G.S. 1988. Pole-Dipole Resistivity Sounding Technique for Shallow Investigations in Hard Rock Areas. *PAGEOPH*, 127 (1), 63-71.