

2012



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
9/7/2012

Προπτυχιακοί φοιτητές:
Τσιλφίδης Γεώργιος

Επιβλέπων καθηγητής:
Βαργεμέζης Γεώργιος

[ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟ VLF ΓΙΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΥΔΡΟΦΟΡΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΛΑΤΕΙΑ Ν.ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ]

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	Ε
ΙΣΑΓΩΓΗ	3
2.	Γ
ΕΩΛΟΓΙΚΑ-ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	5
ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ.....	7
Αντικείμενο και σημασία της γεωφυσικής διασκόπησης	
Μέθοδοι γεωφυσικής διασκόπησης	
Μέθοδοι έρευνας νερού – Κριτήρια	
Μέθοδοι έρευνας σε μαλακά στρώματα	
Μέθοδοι έρευνας σε σκληρά πετρώματα	
Μέθοδος VLF	
3.	Π
ΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΗΣ	
VLF.....	10
4.	Δ
ΙΑΣΚΟΠΗΣΗ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ VLF.....	14
5.	
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	25
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	26

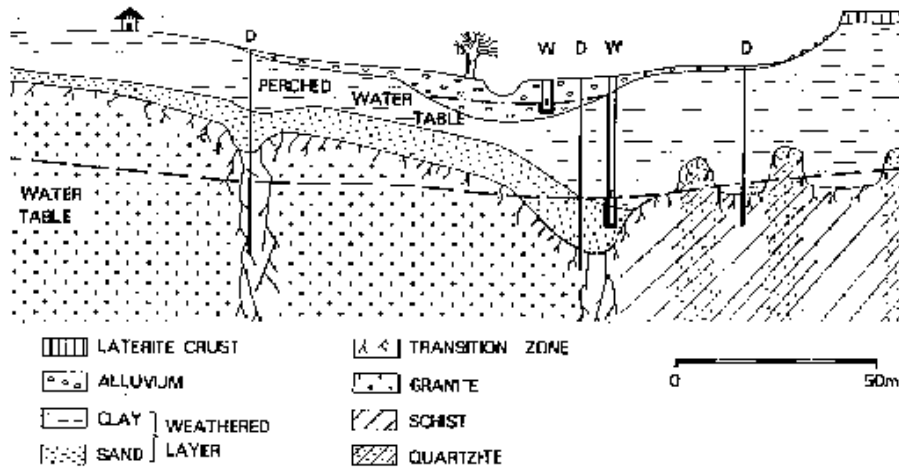
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Γενικά

Οι γεωλογικές μέθοδοι έρευνας, που περιλαμβάνουν την ερμηνεία των γεωλογικών δεδομένων και έρευνα στο πεδίο, αποτελούν ένα σημαντικό πρώτο βήμα σε οποιαδήποτε υδρογεωλογική έρευνα. Η χρησιμοποίηση των τηλεμετρικών τεχνικών από αεροπλάνο και δορυφόρους αποκτούν συνεχώς μεγαλύτερη σημασία για την κατανόηση των υδρογεωλογικών συνθηκών. Από την άλλη μεριά, οι γεωφυσικές τεχνικές, ιδιαίτερα η γεωηλεκτρική και σεισμική διάθλαση, δίνουν έμμεσες μόνο υδρογεωλογικές πληροφορίες, οι οποίες πρέπει να συνδυαστούν με τα στοιχεία της επιφανειακής υδρογεωλογικής έρευνας και με εκείνα των γεωτρητικών εργασιών. Είναι φανερό λοιπόν, ότι μόνη η υδρογεωλογική έρευνα επιφάνειας ή μόνη η υπόγεια υδρογεωλογική έρευνα δεν αρκούν για να αποδώσουν με ακρίβεια τις φυσικές υδρογεωλογικές συνθήκες που επικρατούν στο υπέδαφος μιας περιοχής. Χρειάζεται συνδυασμένη χρήση της επιφανειακής, υπόγειας, ακόμη και αέριας έρευνας προκειμένου να καταλήξουμε σε παραδεκτές λύσεις των υδρογεωλογικών προβλημάτων. Από την άλλη μεριά, η μεθοδολογία της έρευνας προσαρμόζεται στον τύπο των γεωλογικών σχηματισμών και των πιθανών υδροφόρων που ερευνώνται.

Ανεξάρτητα από τον τύπο των γεωλογικών σχηματισμών που επικρατούν σε μια περιοχή, η υδρογεωλογική έρευνα επιφάνειας περιλαμβάνει: τη γεωλογική έρευνα, την απογραφή των υδάτινων πόρων, την τηλεμετρική έρευνα, την εφαρμοσμένη γεωμορφολογική έρευνα, την χαρτογράφηση των υπογείων νερών και την γεωφυσική έρευνα. Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η περιγραφή του τρόπου διεξαγωγής και τα αποτελέσματα της Γεωφυσικής Διασκόπησης η οποία πραγματοποιήθηκε σε ιδιόκτητο κτήμα στην περιοχή Πλατεία του Ν. Θεσσαλονίκης. Οι εργασίες αυτές στόχο έχουν τον εντοπισμό υπόγειας υδροφορίας και τον καθορισμό θέσης κατασκευής ερευνητικής υδρογεώτρησης. Σκοπός της έρευνας αυτής είναι ο καθορισμός της γεωλογικής δομής στην περιοχή έρευνας που παρουσιάζουν υδρογεωλογικό ενδιαφέρον με βάση τα γεωλογικά στοιχεία. Η γεωφυσική έρευνα οδηγεί στον ακριβέστερο και λεπτομερέστερο καθορισμό της Τεκτονικής και

της Γεωλογικής δομής στο συγκεκριμένο χώρο. Πιο συγκεκριμένα, η γεωφυσική δομή μελετήθηκε κάνοντας χρήση της ηλεκτρομαγνητικής διασκόπησης VLF που επιτρέπει τον εντοπισμό ρηγμάτων και ζωνών καταπόνησης των σχηματισμών για τις οποίες δεν υπάρχει επιφανειακή ένδειξη και μέσα στις οποίες πραγματοποιείται κυκλοφορία υπόγειου νερού.



Σχ. 1. Παράδειγμα υπόγειας υδροφορίας σε περιβάλλον συμπαγών σχηματισμών όπου η υπόγειο νερό συναντάται σε τεκτονισμένες ζώνες.

7.

8.

2

7

ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ-ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

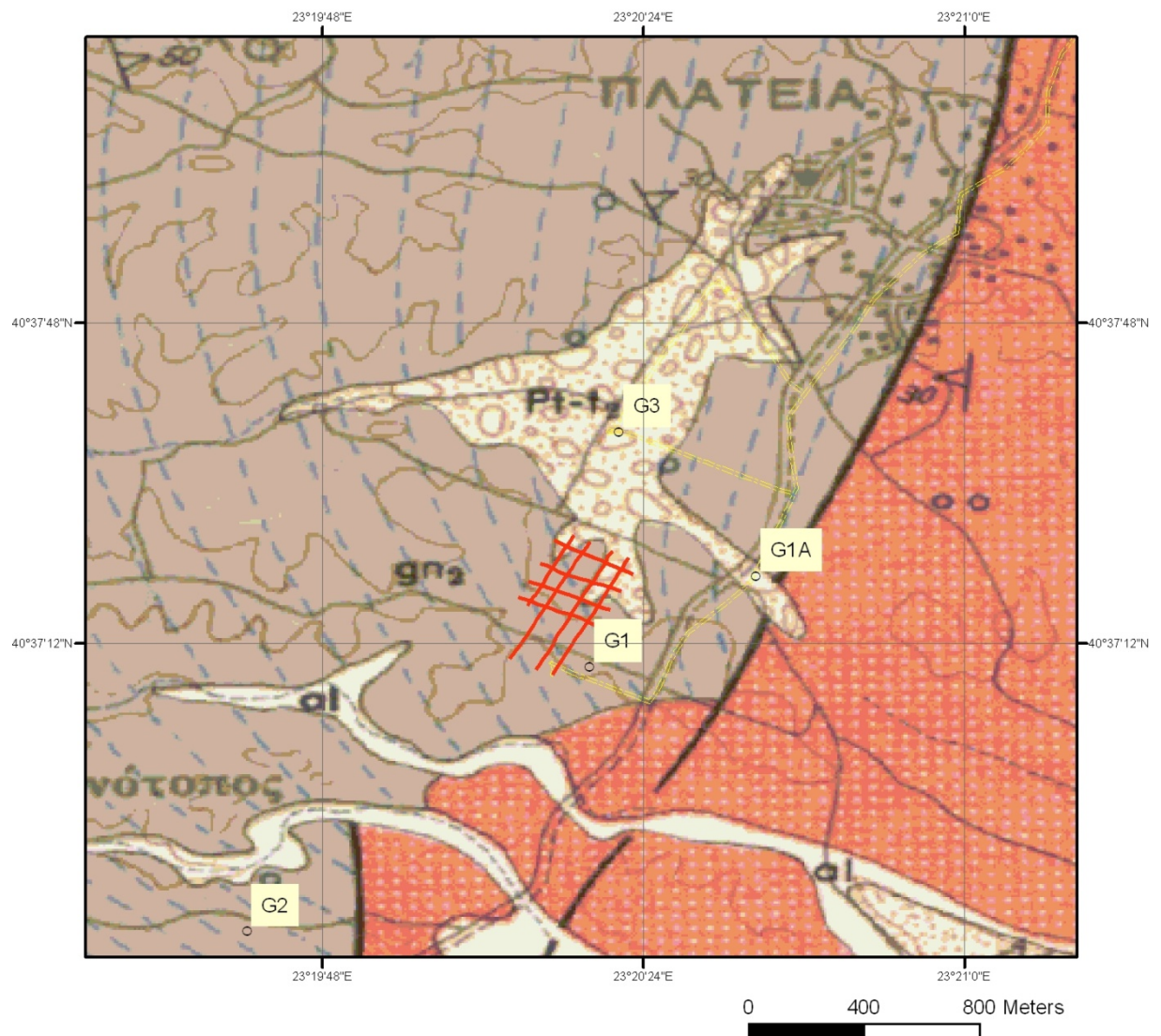
Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που συγκροτούν την γεωλογική δομή της περιοχής είναι οι (Γεωλογικός χάρτης ΙΓΜΕ, κλίμακα 1:50.000, φύλλο ΖΑΓΚΛΙΒΕΡΙ):

Μεσαίο σύστημα αναβαθμίδων (Pt.t₂.c): χαλίκια.

Διμαρμαρυγιακοί γνεύσιοι (gn₂): σκοτεινότεφροι ή καστανοί, λεπτο- έως μεσόκοκοι, με τοπικές μεταβάσεις προς οφθαλμογνεύσιους.

Διμαρμαρυγιακός και βιοτιτικός γρανίτης (γ₂ τύπου Αρναίας): Σχιστώδης, μεσόκοκκος έως πηγματιτικός.

Στο σχήμα 3 παρουσιάζεται απόσπασμα του γεωλογικού χάρτη της περιοχής (ΙΓΜΕ, φύλλο Ζαγκλιβέρι).



Σχήμα 3. Απόσπασμα γεωλογικού χάρτη ΙΓΜΕ.

Η περιοχή έρευνας βρίσκεται κυρίως μέσα στον σχηματισμό των γνευσίων ενώ τμήμα της τοποθετείται στον σχηματισμό του μεσαίου συστήματος αναβαθμίδων που αποτελείται από άμμους και χαλίκια οι οποίες όμως δεν αναμένεται να έχουν σημαντικό πάχος.

Εκμεταλλεύσιμη υπόγεια υδροφορία αναμένεται κυρίως σε ρηξιγενείς ζώνες του σχηματισμού των γνευσίων μέσα στις οποίες είναι δυνατή η κυκλοφορία νερού. Μικρότερης παροχής υδροφορία αναμένεται επίσης στον σχηματισμό των χαλίκων συνδεδεμένη κυρίως με την αποστράγγιση των επιφανειακών νερών.

ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

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 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 ,βασικά ,εκείνες οι συνθήκες, που ευνοούν το σχηματισμό υγρών, αερίων ή στερεών κοιτασμάτων , όπως είναι τα κοιτάσματα πετρελαίου , φυσικών αερίων , μεταλλευμάτων , ορυκτών ανθράκων κλπ.

Μετρούμενες φυσικές ποσότητες 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 αυτών γίνονται σε ορισμένη απόσταση από τη δομή που θέλουμε να καθορίσουμε , με διάφορα όργανα όπως είναι τα σεισμόμετρα , τα βαρυτόμετρα , τα μαγνητόμετρα ,τα βολτόμετρα , κλπ.

Οι μετρήσεις των μεγεθών που αναφέραμε παραπάνω, 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 υπολογισμοί 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.

Πρέπει να τονισθεί ότι , κατά την πραγματοποίηση της γεωφυσικής διασκόπησης , δεν ενδιαφερόμαστε γι' αυτές τις ίδιες τιμές των διαφόρων φυσικών μεγεθών , αλλά για τις μεταβολές τους , οι οποίες οφείλονται σε εκείνες από τις ανωμαλίες της δομής του φλοιού που συνυπάρχουν με πε-τρελαιοφόρα ή μεταλλοφόρα κοιτάσματα.

Η βασική σημασία της γεωφυσικής διασκόπησης , οφείλεται στο ότι, με προσδιορισμό πιθανών δομών που σχετίζονται με κοιτάσματα πετρελαίου , 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

Οι μέθοδοι γεωφυσικής διασκόπησης

Οι βασικές μέθοδοι γεωφυσικής διασκόπησης διακρίνονται σε πέντε κατηγορίες . Αυτές είναι οι **σεισμικές** , που διακρίνονται στις μεθόδους ανάκλασης και διάθλασης , 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**.

Παρακάτω θα αναλυθούν οι σεισμικές και ηλεκτρομαγνητικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στην έρευνα για νερό.

Μέθοδοι έρευνας νερού – Κριτήρια

Το νερό μέσα στο έδαφος εντοπίζεται σε δύο είδη στρωμάτων:

- Σε μαλακά στρώματα
- Σε σκληρά πετρώματα

Οι μέθοδοι έρευνας που χρησιμοποιούνται σήμερα, εξαρτώνται από το είδος του στρώματος.

Μέθοδοι έρευνας σε μαλακά στρώματα

Τα ονομαζόμενα "μαλακά" στρώματα είναι εκείνα που απαντώνται στις πεδινές περιοχές. Πρόκειται για παράλληλες προς το έδαφος στρώσεις άμμων ή χαλικιών που υπάρχουν κάτω από το έδαφος σε διάφορα βάθη και μέσα σε αυτά κυκλοφορεί νερό.

Η γεωφυσική μέθοδος που μπορεί να εντοπίσει τα στρώματα αυτά από την επιφάνεια του εδάφους είναι η μέθοδος της **ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης**.

Μέσω ενός ειδικού οργάνου, στέλνουμε ηλεκτρικό ρεύμα στο έδαφος, μεγάλης έντασης. Παράλληλα μετρούμε την τάση που προκαλείται από το ρεύμα αυτό σε δύο ηλεκτρόδια. Με τον τρόπο αυτό μετρούμε τις αντιστάσεις όλων των στρωμάτων από την επιφάνεια μέχρι όποιο βάθος θέλουμε. Γνωρίζοντας πλέον τα υπόγεια γεωλογικά στρώματα, τι είναι το καθένα και σε τι βάθος και συνδυάζοντας και άλλες πληροφορίες για την περιοχή που ερευνούμε μπορούμε να καταλάβουμε εάν κάποιο από αυτά έχει νερό και σε ποιο βάθος.

Μέθοδοι έρευνας σε σκληρά πετρώματα

Το νερό στις ημιορεινές και ορεινές περιοχές δεν εντοπίζεται πλέον μέσα σε μαλακά στρώματα. Στις περιοχές αυτές τα πετρώματα είναι όπως λέμε "σκληρά" ή αλλιώς βραχώδη. Το νερό μέσα σε αυτά κυκλοφορεί μέσα σε ρήγματα ή ρωγμές και έχει ακανόνιστη πορεία.

Στην περίπτωση αυτή, η μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι εντελώς διαφορετική. Πρόκειται για την λεγόμενη **ηλεκτρομαγνητική μέθοδο "πολύ χαμηλής συχνότητας", ή αλλιώς την μέθοδο VLF.**

Πως όμως μπορούν να γίνουν αντιληπτά αυτά τα ρήγματα και οι ρωγμές μέσα στο έδαφος;

Η πιο απλή εξήγηση είναι αυτή που ακολουθεί: Εδώ η εξήγηση είναι πιο δύσκολη και θα χρειασθούμε λίγο περισσότερες γνώσεις Φυσικής. Σκεφθείτε ότι σε όλο τον κόσμο, υπάρχουν ραδιοφωνικοί σταθμοί εκπομπής που εκπέμπουν με πολύ μεγάλη ισχύ ηλεκτρομαγνητικά κύματα που διαχέονται σε όλη την υφήλιο. Τα κύματα αυτά, ιδιαίτερα εκείνα που έχουν πολύ χαμηλή συχνότητα (από 15 έως 30 KHZ) μπορούν και εισχωρούν βαθιά μέσα στο έδαφος.

Τι συμβαίνει όμως όταν αυτά τα κύματα συναντήσουν μέσα στο έδαφος μια περιοχή με ρωγμές που είναι γεμάτη με νερό; Με βάση την πρωταρχική αρχή της Φυσικής που λέει το γνωστό Δράση - Αντίδραση, θα δημιουργηθούν γύρω από τις ζώνες ρωγμών κάποια "δευτερεύοντα" όπως λέμε κύματα, πολύ ασθενέστερα βέβαια.

Η γεωφυσική, χρησιμοποιώντας ένα πολύ ευαίσθητο όργανο, μπορεί να ανιχνεύει αυτά τα ασθενέστερα κύματα και να εντοπίζει με πολύ μεγάλη ακρίβεια τις περιοχές που έχει νερό.

Περιγραφή μεθόδου VLF

Μέθοδος VLF (Very Low Frequency)

Βασική αρχή λειτουργίας: Κατ' αρχήν το νερό στην φύση δεν εντοπίζεται μόνο μέσα σε υδροφόρα στρώματα. Σε ορεινές και βραχώδεις περιοχές, τα νερά από τις βροχές ή από την τήξη του χιονιού αναγκάζονται να διεισδύσουν μέσα σε σκληρά και συνεκτικά πετρώματα και να ακολουθήσουν την δαιδαλώδη πορεία τους προς το επίπεδο της θάλασσας.

Τα πετρώματα αυτά πολλές φορές παρουσιάζουν ρήγματα μέσα στα οποία η κυκλοφορία του νερού είναι πολύ πιο εύκολη λόγω των κενών

που έχουν δημιουργηθεί. Τα ρήγματα αυτά εν τούτοις δεν είναι πάντοτε ορατά στην επιφάνεια του εδάφους για διαφόρους λόγους, είναι όμως εύκολο να βρεθούν με την ηλεκτρομαγνητική μέθοδο VLF.

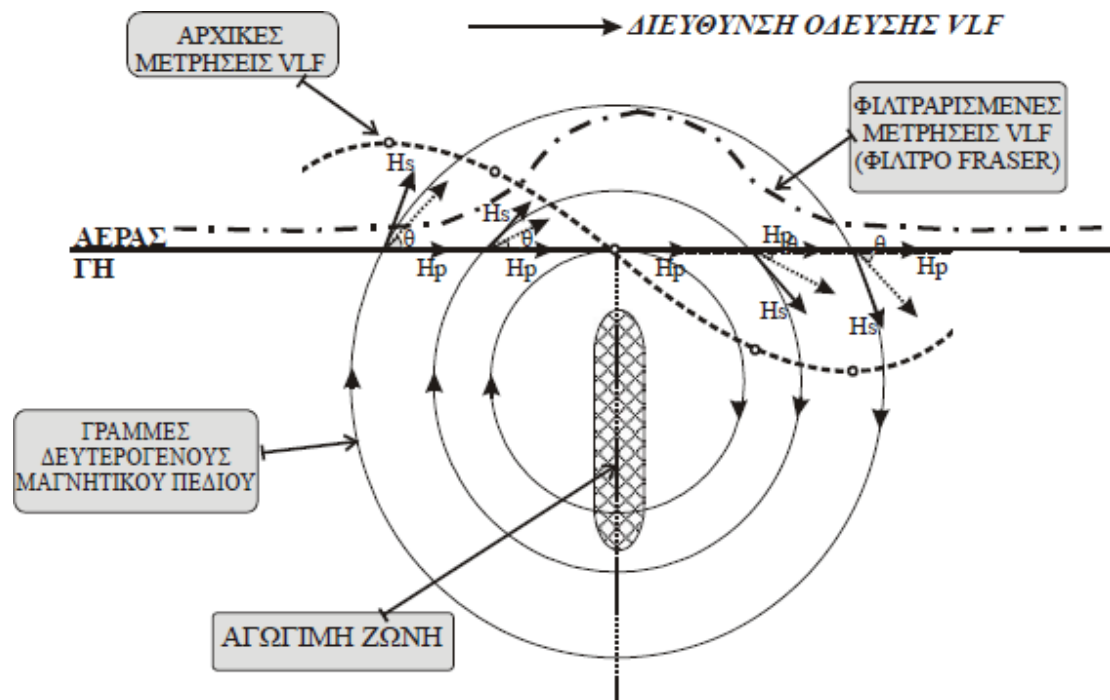
Διαδικασία μετρήσεων: Η μέθοδος χρησιμοποιεί ένα όργανο(WADI) που είναι πολύ ευαίσθητο στις μεταβολές του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου. Ουσιαστικά το όργανο αυτό μπορεί να μετρήσεις απειροελάχιστες μεταβολές στην τιμή και την διεύθυνση του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου, σε κάποιο σημείο της Γής. Εδώ πριν συνεχίσουμε θα πρέπει να ορίσουμε την διαφορά μεταξύ γήινου μαγνητικού πεδίου και ηλεκτρομαγνητικού πεδίου.

Το γήινο μαγνητικό πεδίο είναι ένα μέγεθος που είναι αμετάβλητο στο χρόνο (εκτός βέβαια από τις πολύ αργές γήινες μαγνητικές μεταβολές) και που δεν οφείλεται σε κάποια ανθρώπινη ενέργεια. Εν τούτοις, η Γή κατακλύζεται από μια πληθώρα ηλεκτρομαγνητικών πεδίων τα οποία έχει δημιουργήσει ο άνθρωπος για διάφορους σκοπούς (ραδιοεπικοινωνίες, τηλεοπτικές μεταδόσεις, δορυφόροι κλπ).

Η ηλεκτρομαγνητική μέθοδος VLF χρησιμοποιεί ένα είδος ηλεκτρομαγνητικών πεδίων για να εντοπίσει το νερό και μάλιστα εκείνα που βρίσκονται σε πολύ χαμηλές περιοχές συχνοτήτων (από όπου και το όνομα Very Low Frequency).

Το ηλεκτρομαγνητικό αυτό πεδίο το οποίο σημειωτέον εκπέμπεται από κάποιο πολύ ισχυρό σταθμό ανά την υφήλιο και χρησιμεύει κυρίως στις ραδιοεπικοινωνίες δημιουργεί μέσα στα ρήγματα που κυκλοφορεί νερό ένα πολύ μικρό και ασθενές δευτερεύον ηλεκτρομαγνητικό πεδίο σύμφωνα με την αρχή της «επαγωγής» ή καλύτερα της «δράσης - αντίδρασης» όπως μάθαμε στη Φυσική. Το πολύ ασθενές αυτό πεδίο είναι σε θέση να ανιχνεύει μια συσκευή VLF. Μια γεώτρηση πάνω σε ένα υδροφόρο ρήγμα θα δώσει με βεβαιότητα σημαντική παροχή.

- Οι ανωμαλίες που μετρούνται με τη μέθοδο VLF παρουσιάζουν διπολική μορφή.
- Κατά την όδευση πάνω από ένα αγωγίμο σώμα αρχικά η γωνία κλίσης (ανάλογη με την ένταση της πραγματικής συνιστώσας του μαγνητικού πεδίου) παίρνει θετικές τιμές πριν περάσει πάνω από τον αγωγό, μηδενίζεται ακριβώς πάνω από τον αγωγό και τέλος παίρνει αρνητικές μετά από τον αγωγό.



• Η βασική επεξεργασία που εφαρμόζεται στις μετρήσεις VLF έτσι ώστε η ανωμαλία να αποκτήσει μορφή που καθιστά ευκολότερη την ερμηνεία είναι η χρήση ψηφιακών φίλτρων (φίλτρα Fraser).

• Προϋπόθεση για τον εντοπισμό καλού αγωγού με τη μέθοδο VLF είναι η πραγματική συνιστώσα να παρουσιάζει θετική κορυφή. Όσο μεγαλύτερο είναι το πλάτος της κορυφής τόσο πιο αγωγίμο είναι το σώμα.

• Η διάκριση του πόσο καλός αγωγός είναι το αγωγίμο σώμα γίνεται από την παρατήρηση της φανταστικής συνιστώσας. Οι βασικές αρχές παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

• Το κέντρο του στόχου βρίσκεται στο σημείο του μέγιστου πλάτους (κορυφή) της πραγματικής συνιστώσας (φιλτραρισμένα δεδομένα).

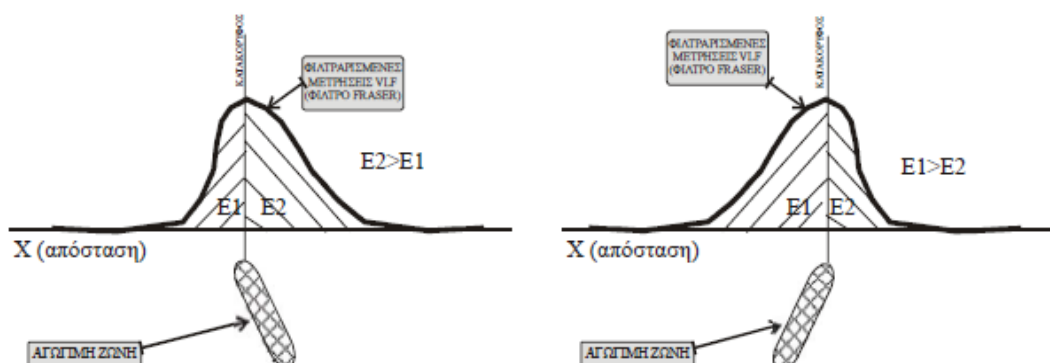
• Το βάθος του στόχου είναι περίπου το μισό το μήκος της ανωμαλίας. **(Προσοχή :** ο πρακτικός αυτός κανόνας είναι τελείως προσεγγιστικός και συχνά δε δίνει το πραγματικό βάθος του στόχου. Είναι όμως χρήσιμος για να γίνει σύγκριση μεταξύ του βάθους των στόχων που εμφανίζονται στο ίδιο profile μέτρησης)

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΑΝΩΜΑΛΙΑΣ VLF

(Η πραγματική συνιστώσα να παρουσιάζει θετική κορυφή μεγάλου πλάτους)

ΦΑΝΤΑΣΤΙΚΗ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ (Φιλτραρισμένα δεδομένα)	ΑΓΩΓΟΣ (Αντίθεση στόχου με το περιβάλλον)	ΠΙΘΑΝΟΣ ΣΤΟΧΟΣ
Αρνητική σχετικά μεγάλου πλάτους	Πολύ καλός	Ρηξιγενής ζώνη με αργιλική πλήρωση ή μεταλλοφορία ή υφαλμύρωση
Αρνητική ή θετική με πολύ μικρό πλάτος (κοντά στο μηδέν)	Καλός –Μέτριος	Ρηξιγενής ζώνη με μεγάλη πιθανότητα Υδροφορίας
Θετική σχετικά μεγάλου πλάτους	Μέτριος –κακός	Ρηξιγενής ζώνη με μικρή πιθανότητα Υδροφορίας, ή πιθανή διείσδυση

- Για να βρούμε την κλίση του στόχου φέρνουμε την κατακόρυφο που περνά από το κέντρο της ανωμαλίας και η οποία χωρίζει την ανωμαλία σε δυο σκέλη E_1 , E_2 . Ο στόχος έχει κλίση προς το σκέλος που έχει το μεγαλύτερο εμβαδόν.

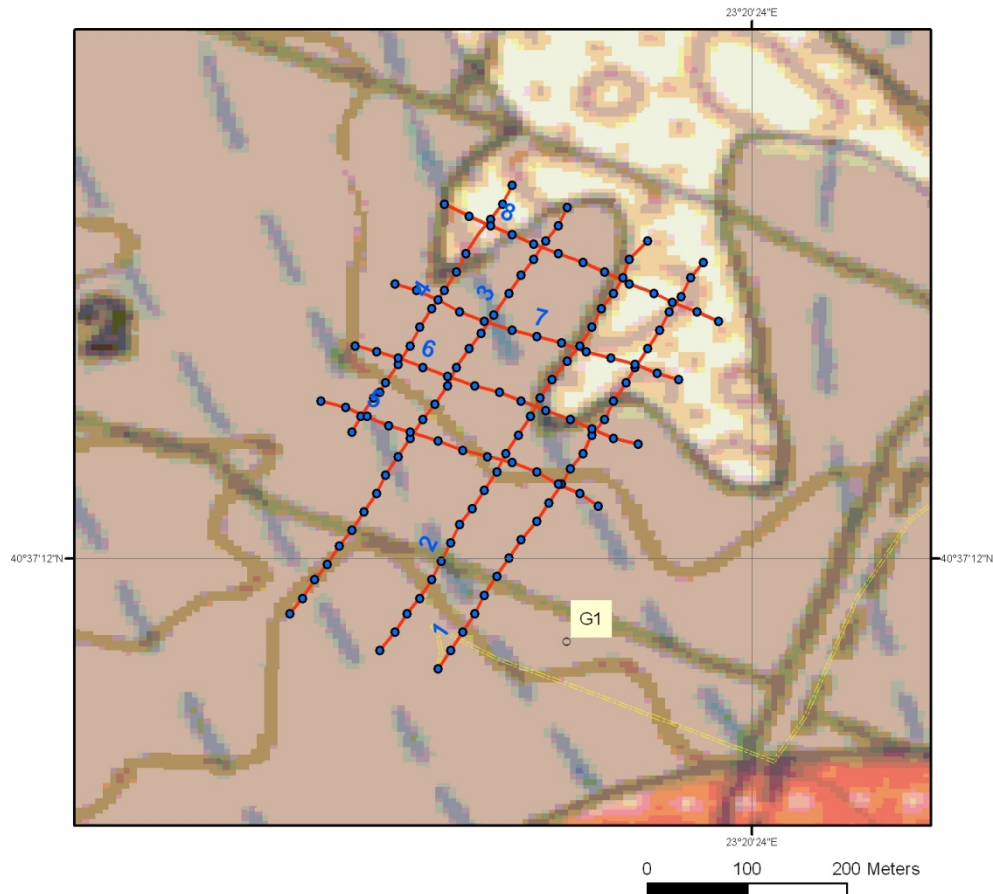


ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΗ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ VLF



Η συσκευή WADI

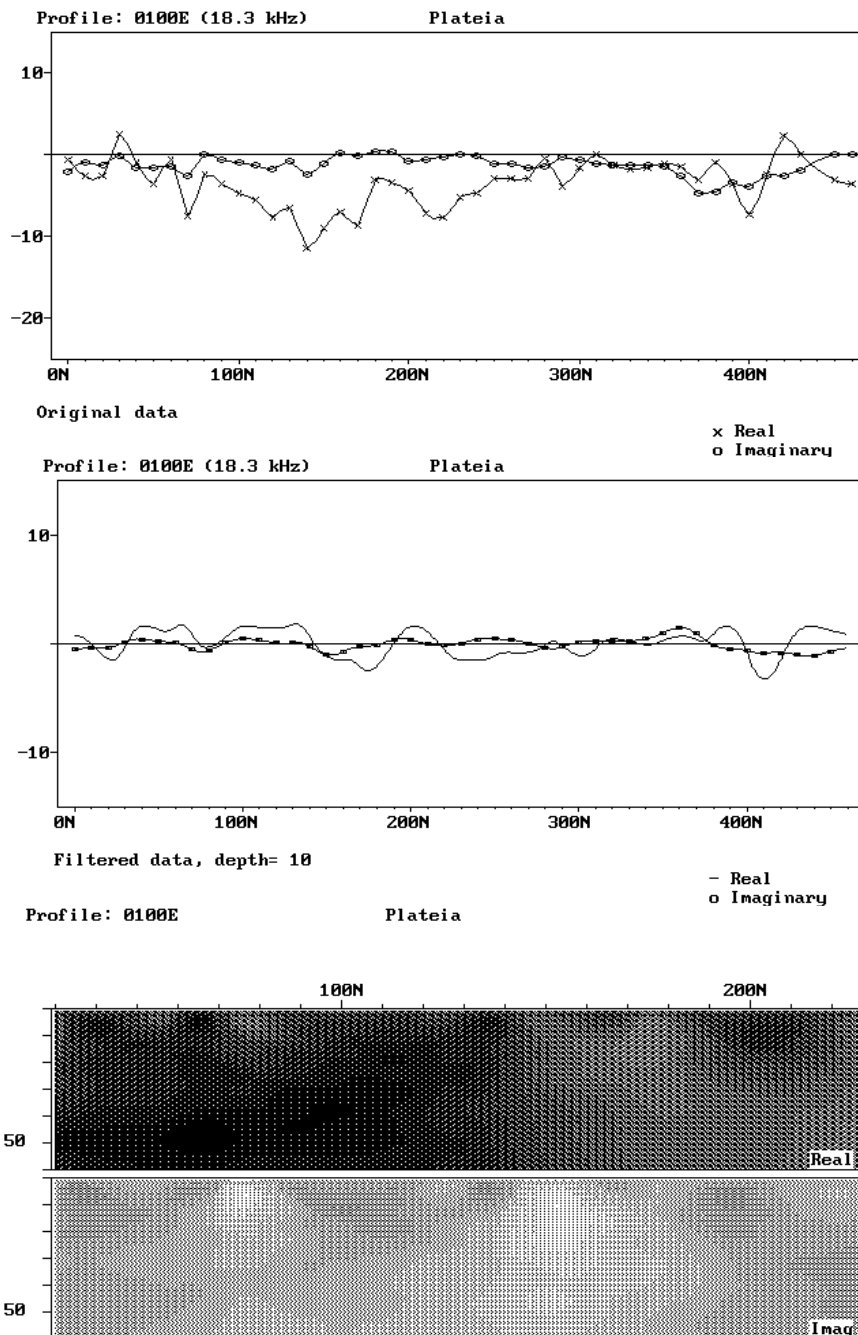
Στον χάρτη του σχήματος 4, παρουσιάζεται η περιοχή έρευνας. Η ακρίβεια των θέσεων τόσο των γεωτρήσεων όσο και των οδεύσεων VLF εξασφαλίστηκε με τη χρήση συσκευής GPS (Garmin 12XL).



Σχ. 4. Γεωφυσική έρευνα στην περιοχή έρευνας.

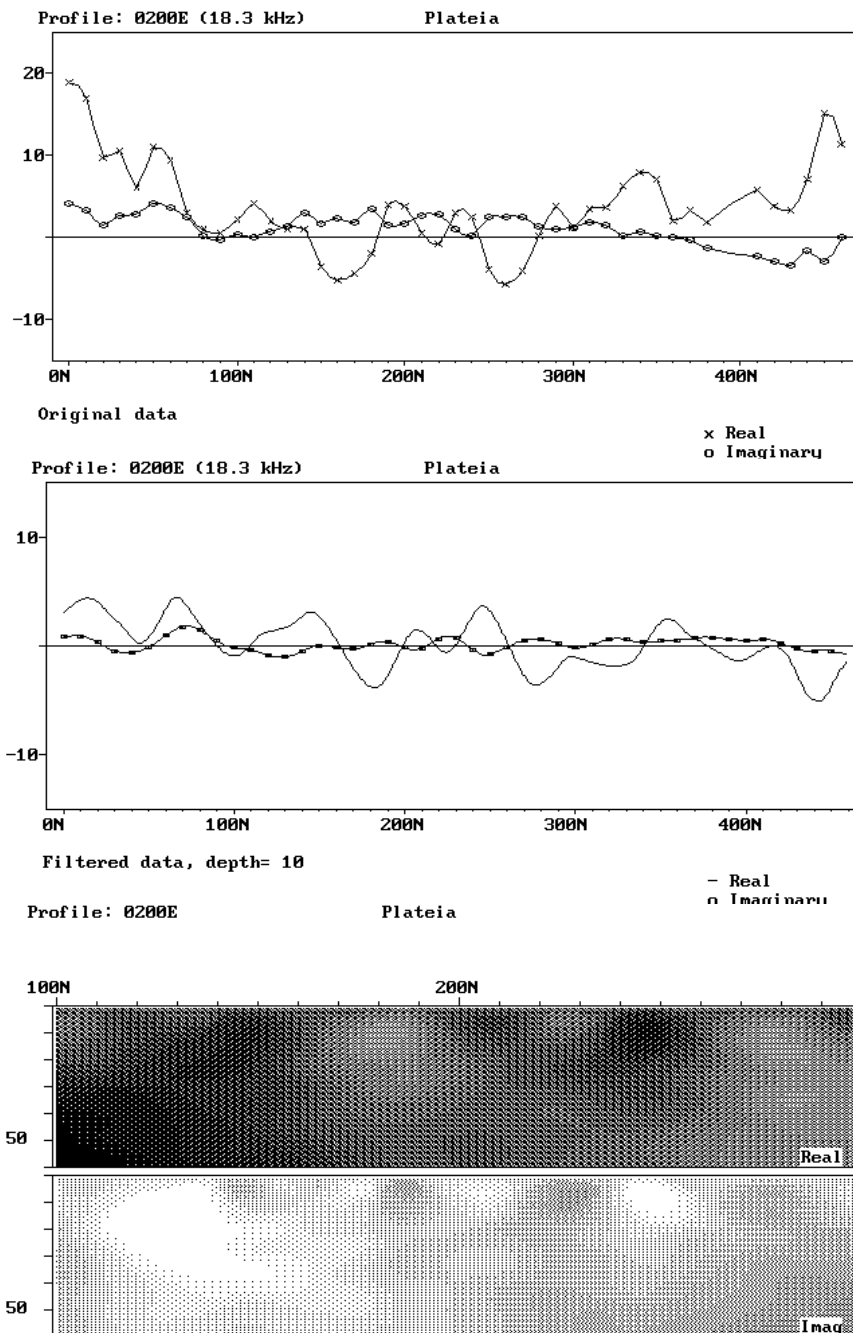
Στο Σχήμα 4, οι κόκκινες γραμμές δείχνουν τις οδεύσεις VLF που πραγματοποιήθηκαν, και οι μπλε κύκλοι τις στάσεις VLF ανά 20 μέτρα.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι μετρήσεις που έγιναν στις οδεύσεις που παρουσιάζονται στον χάρτη, καθώς και οι τιμές που προκύπτουν από την σχετική επεξεργασία.



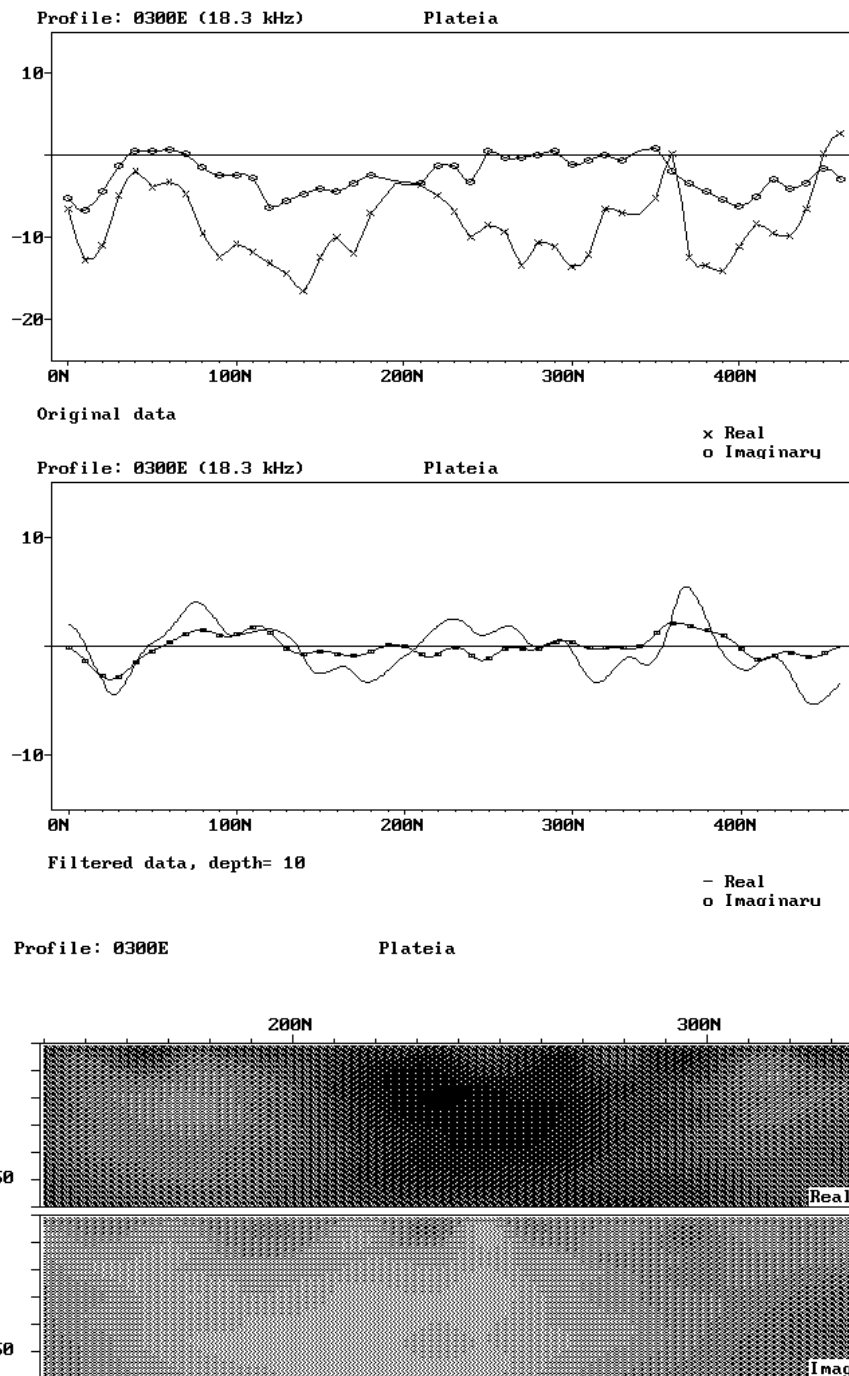
Σχ. 5. Αποτελέσματα της όδευσης VLF κατά μήκος της που σημειώνεται ως 1 στο γενικό χάρτη. Το πάνω τμήμα του σχήματος δείχνει τη μεταβολή της πραγματικής και της φανταστικής συνιστώσας του δευτερογενούς μαγνητικού πεδίου ενώ στο κεντρικό τμήμα φαίνεται η φιλτραρισμένη έκδοση των μεταβολών αυτών. Η κατανομή της πυκνότητας ρεύματος που προκύπτει τόσο από την πραγματική όσο και από τη φανταστική συνιστώσα φαίνεται στο κάτω τμήμα του

σχήματος.

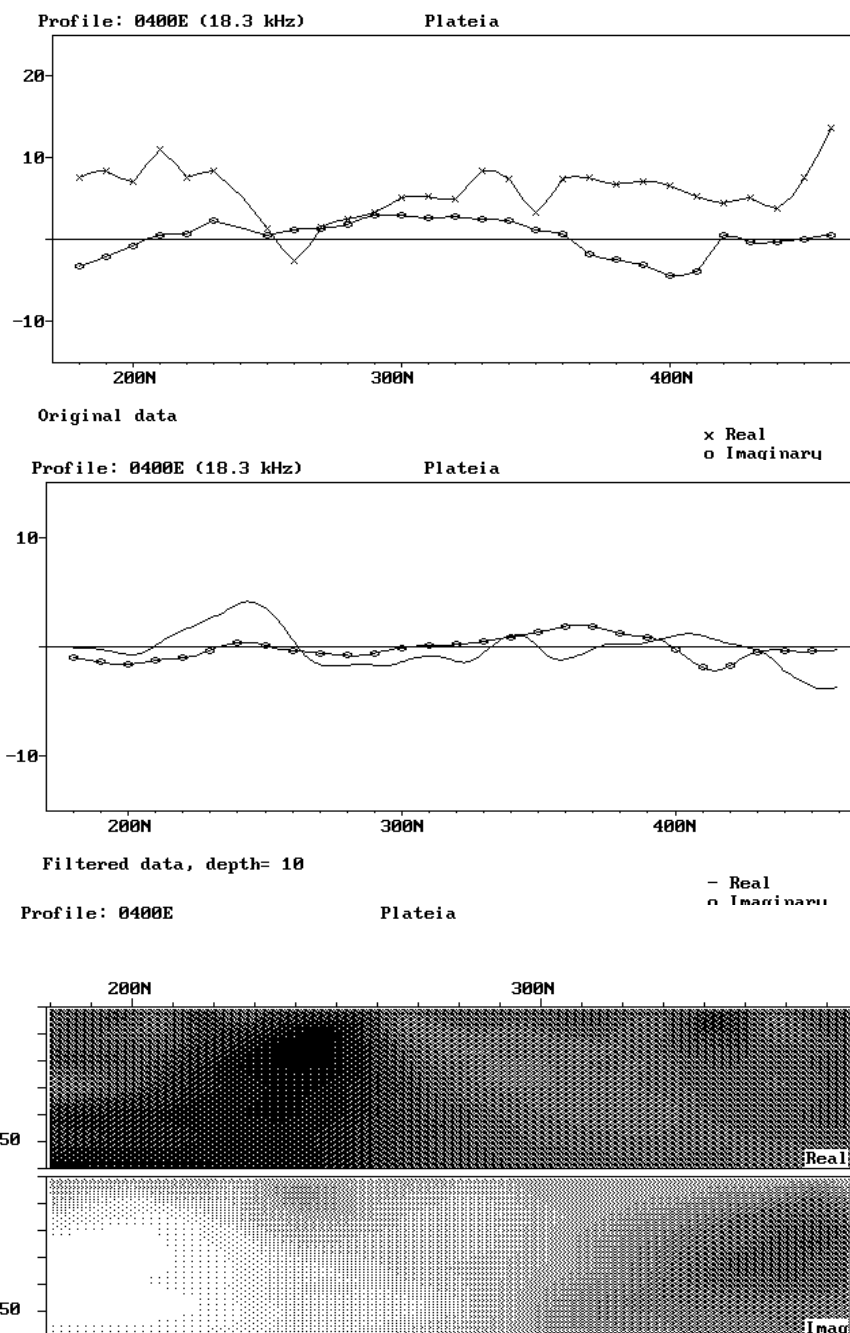


Σχ. 6. Αποτελέσματα της όδευσης VLF κατά μήκος της που σημειώνεται ως 2 στο γενικό χάρτη. Το πάνω τμήμα του σχήματος δείχνει τη μεταβολή της πραγματικής και της φανταστικής συνιστώσας του δευτερογενούς μαγνητικού πεδίου ενώ στο κεντρικό τμήμα φαίνεται η φιλτραρισμένη έκδοση των μεταβολών αυτών. Η κατανομή της πυκνότητας ρεύματος που προκύπτει τόσο από την πραγματική όσο και από τη φανταστική συνιστώσα φαίνεται στο κάτω τμήμα του

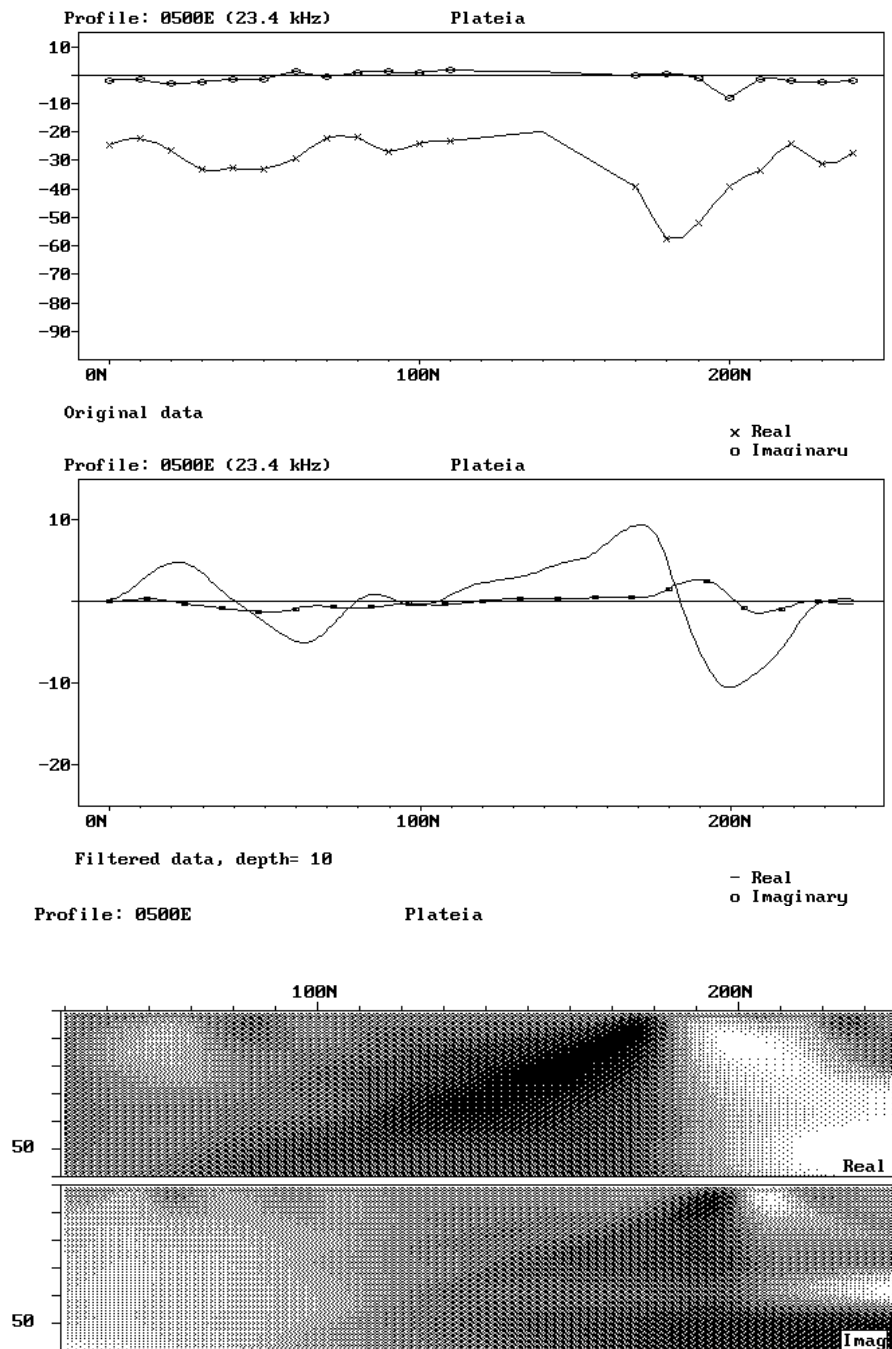
σχήματος.



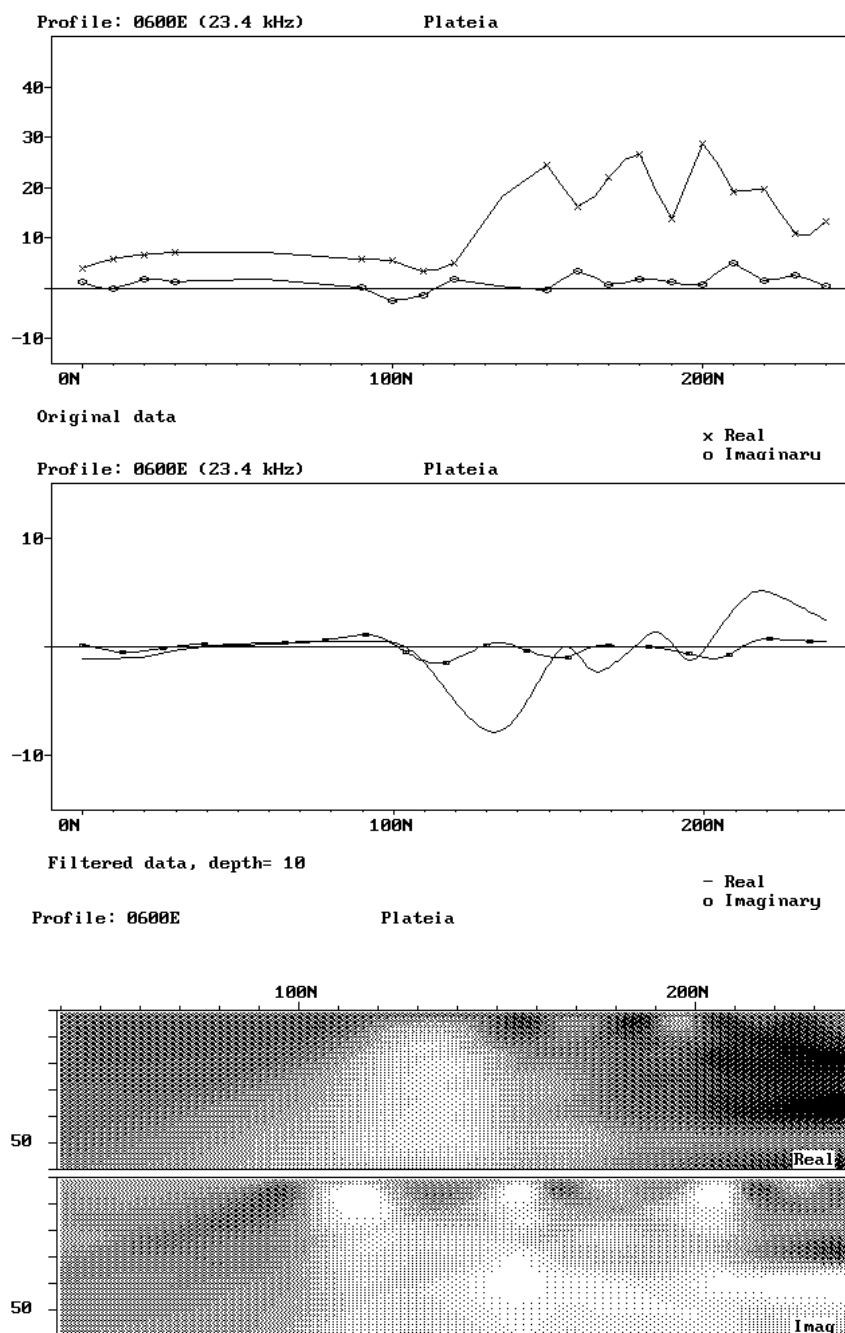
Σχ. 7. Αποτελέσματα της όδευσης VLF κατά μήκος της που σημειώνεται ως 3 στο γενικό χάρτη. Το πάνω τμήμα του σχήματος δείχνει τη μεταβολή της πραγματικής και της φανταστικής συνιστώσας του δευτερογενούς μαγνητικού πεδίου ενώ στο κεντρικό τμήμα φαίνεται η φιλτραρισμένη έκδοση των μεταβολών αυτών. Η κατανομή της πυκνότητας ρεύματος που προκύπτει τόσο από την πραγματική όσο και από τη φανταστική συνιστώσα φαίνεται στο κάτω τμήμα του σχήματος.



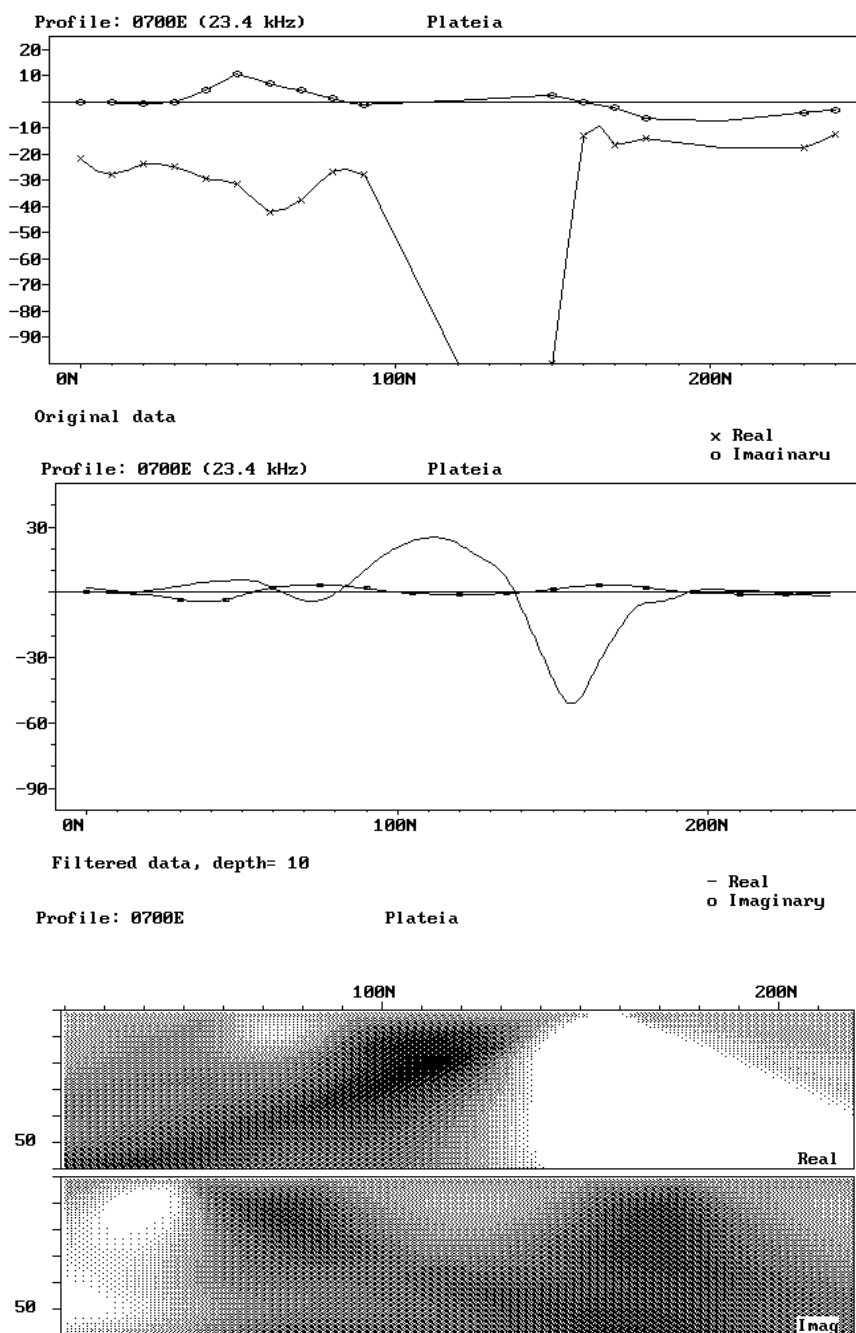
Σχ. 8. Αποτελέσματα της όδευσης VLF κατά μήκος της που σημειώνεται ως 4 στο γενικό χάρτη. Το πάνω τμήμα του σχήματος δείχνει τη μεταβολή της πραγματικής και της φανταστικής συνιστώσας του δευτερογενούς μαγνητικού πεδίου ενώ στο κεντρικό τμήμα φαίνεται η φιλτραρισμένη έκδοση των μεταβολών αυτών. Η κατανομή της πυκνότητας ρεύματος που προκύπτει τόσο από την πραγματική όσο και από τη φανταστική συνιστώσα φαίνεται στο κάτω τμήμα του σχήματος.



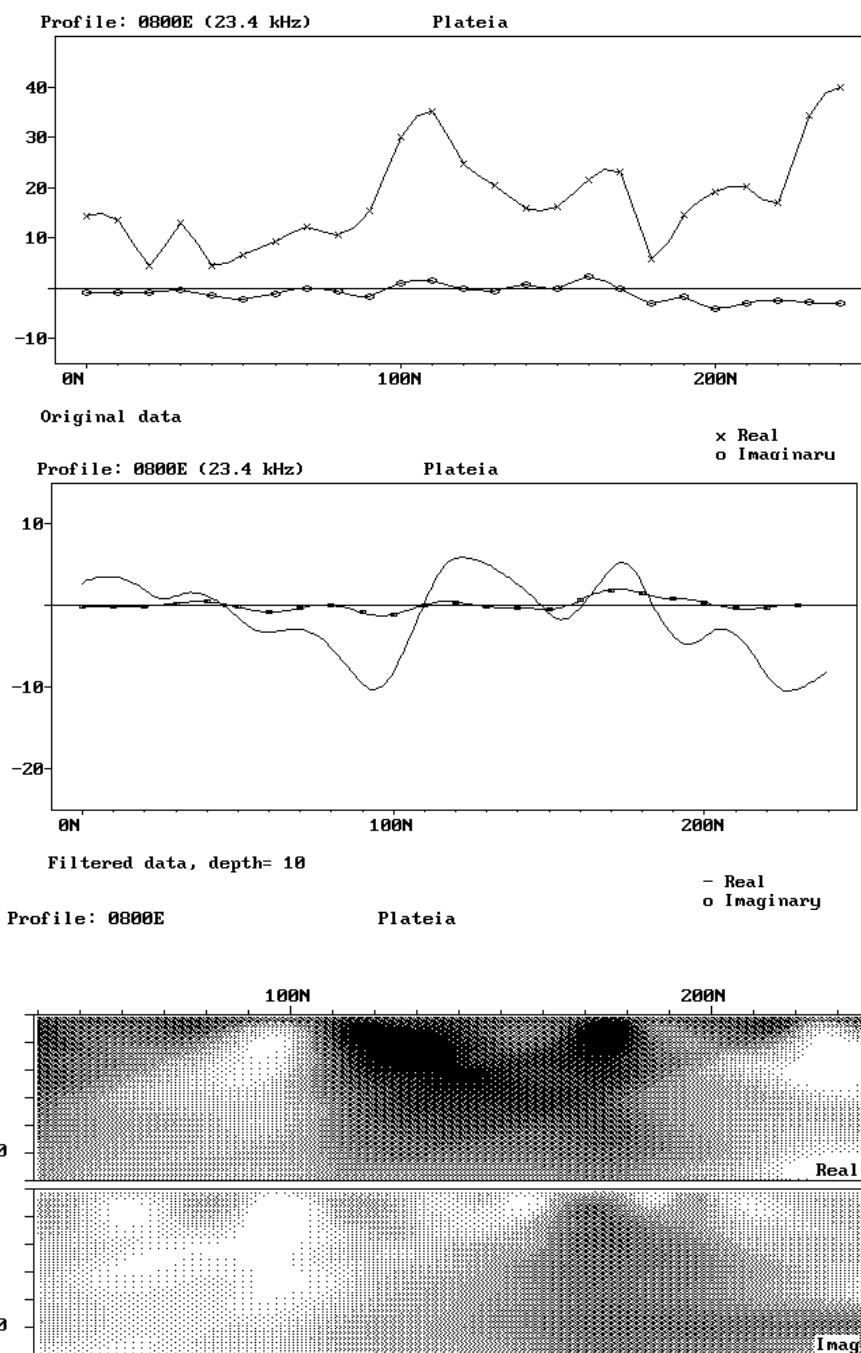
Σχ. 9. Αποτελέσματα της όδευσης VLF κατά μήκος της που σημειώνεται ως 5 στο γενικό χάρτη. Το πάνω τμήμα του σχήματος δείχνει τη μεταβολή της πραγματικής και της φανταστικής συνιστώσας του δευτερογενούς μαγνητικού πεδίου ενώ στο κεντρικό τμήμα φαίνεται η φιλτραρισμένη έκδοση των μεταβολών αυτών. Η κατανομή της πυκνότητας ρεύματος που προκύπτει τόσο από την πραγματική όσο και από τη φανταστική συνιστώσα φαίνεται στο κάτω τμήμα του σχήματος.



Σχ. 10. Αποτελέσματα της όδευσης VLF κατά μήκος της που σημειώνεται ως 6 στο γενικό χάρτη. Το πάνω τμήμα του σχήματος δείχνει τη μεταβολή της πραγματικής και της φανταστικής συνιστώσας του δευτερογενούς μαγνητικού πεδίου ενώ στο κεντρικό τμήμα φαίνεται η φιλτραρισμένη έκδοση των μεταβολών αυτών. Η κατανομή της πυκνότητας ρεύματος που προκύπτει τόσο από την πραγματική όσο και από τη φανταστική συνιστώσα φαίνεται στο κάτω τμήμα του σχήματος.

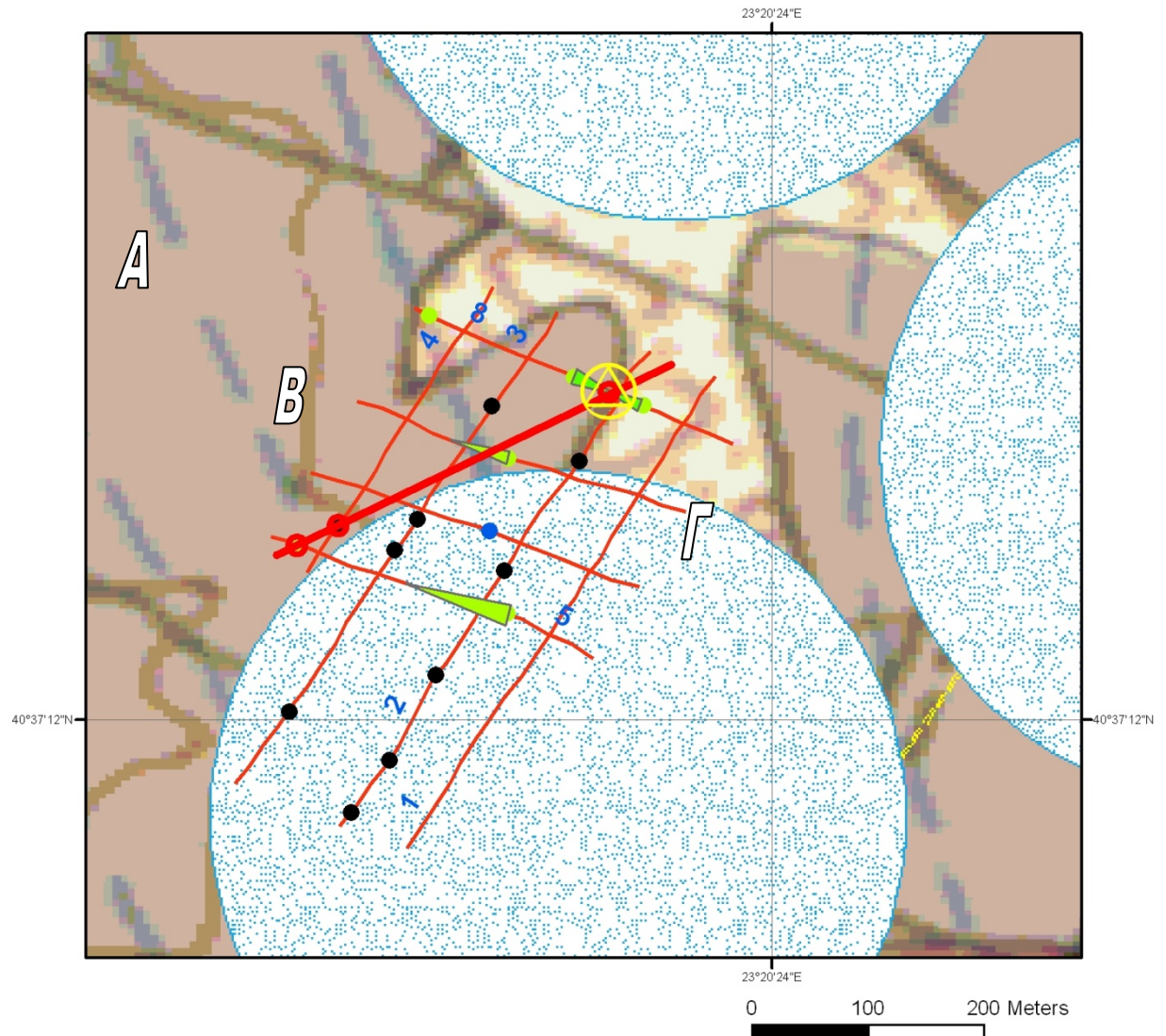


Σχ. 11. Αποτελέσματα της όδευσης VLF κατά μήκος της που σημειώνεται ως 7 στο γενικό χάρτη. Το πάνω τμήμα του σχήματος δείχνει τη μεταβολή της πραγματικής και της φανταστικής συνιστώσας του δευτερογενούς μαγνητικού πεδίου ενώ στο κεντρικό τμήμα φαίνεται η φιλτραρισμένη έκδοση των μεταβολών αυτών. Η κατανομή της πυκνότητας ρεύματος που προκύπτει τόσο από την πραγματική όσο και από τη φανταστική συνιστώσα φαίνεται στο κάτω τμήμα του σχήματος.



Σχ. 12. Αποτελέσματα της όδευσης VLF κατά μήκος της που σημειώνεται ως 8 στο γενικό χάρτη. Το πάνω τμήμα του σχήματος δείχνει τη μεταβολή της πραγματικής και της φανταστικής συνιστώσας του δευτερογενούς μαγνητικού πεδίου ενώ στο κεντρικό τμήμα φαίνεται η φιλτραρισμένη έκδοση των μεταβολών αυτών. Η κατανομή της πυκνότητας ρεύματος που προκύπτει τόσο από την πραγματική όσο και από τη φανταστική συνιστώσα φαίνεται στο κάτω τμήμα του σχήματος.

Από την αξιολόγηση των μετρήσεων στην περιοχή έρευνας, προκύπτει η ύπαρξη αγωγίμων ζωνών που αντιστοιχεί σε ρηξιγενείς ζώνες. Οι ζώνες αυτές στον χάρτη του σχήματος 13 σχεδιάζονται με χοντρή κόκκινη γραμμή.



Σχ. 13. Χάρτης αποτελεσμάτων γεωφυσικής έρευνας.

Το σημαντικότερο ενδιαφέρον από πλευράς αξιολόγησης των γεωφυσικών ιδιοτήτων των ζωνών που εντοπίστηκαν συναντάται στο σημείο που σημειώνεται με κίτρινο τρίγωνο μέσα σε κύκλο.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Από την γεωφυσική έρευνα εντοπίστηκαν ρηξιγενείς αγωγίμες ζώνες διευθύνσεων ΒΔ-ΝΑ και ΒΑ-ΝΔ με θετικές ενδείξεις για την ύπαρξη υπόγειας υδροφορίας.

Σε μία τέτοια ζώνη που τοποθετείται μέσα σε περιοχή ιδιοκτησίας των ενδιαφερομένων **προτείνεται ερευνητική υδρογεώτρηση** στο σημείο που σημειώνεται στο σχήμα 13 με κίτρινο τρίγωνο που περικλείεται από κίτρινο επίσης κύκλο.

Οι μπλε κύκλοι στον χάρτη του σχήματος 13 δείχνουν τις ζώνες απόστασης 300 μέτρων από τις παρακείμενες γεωτρήσεις στην περιοχή. Όπως φαίνεται στον χάρτη το σημείο αυτό που παρουσιάζει ενδιαφέρον από πλευράς υπόγειας υδροφορίας βρίσκεται έξω από τους κύκλους και συνεπώς δεν υπάρχει πρόβλημα κατασκευής ερευνητικής υδρογεώτρησης στο σημείο αυτό.

Οι γεωγραφικές συντεταγμένες του σημείου είναι:

λ 23° 20' 19,42

φ 40° 37' 21,16

Η γεώτρηση αναμένεται να συναντήσει ρηξιγενείς ζώνες με υδροφορία. Το προτεινόμενο βάθος είναι της τάξης των 150 μέτρων όπου σε κάθε περίπτωση θα πρέπει αφού συναντηθούν οι προβλεπόμενες διαρρήξεις να διατρήσει τον υποκείμενο συμπαγή σχηματισμό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βαργεμέζης, Γ., Γεωφυσική έρευνα με ηλεκτρικές-ηλεκτρομαγνητικές μεθόδους του ανατολικού τμήματος της λεκάνης του Ανθεμούντα. Ερευνητικό πρόγραμμα(81243). Εργαστήριο εφαρμ. Γεωφυσικής Αριστοτελείου πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (2006)
2. Καλλέργης, Γ., Εφαρμοσμένη Περιβαλλοντική Υδρογεωλογία. Τόμος Β' ΤΕΕ. Αθήνα (2000)
3. Μουντράκης, Δ., Γεωλογία της Ελλάδος. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη(1985)
4. Παπαζάχος, Β., Εισαγωγή στην εφαρμοσμένη γεωφυσική. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη(1996)
5. Παπαζάχος, Β., Εισαγωγή στη γεωφυσική. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη(1999)
6. Σούλιος, Γ., Γενική υδρογεωλογία. Πρώτος τόμος. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη(1986)

Πηγές διαδικτύου

www.geo.auth.gr

www.geoservice.gr