



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ

ΡΗΓΑΣ ΜΙΧΑΛΗΣ

ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΤΗΣ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΕΣΑΟΡΙΑΣ (ΚΥΠΡΟΣ) ΜΕ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ
Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών στη Γεωλογία
Ειδίκευση: Γεωφυσική

Θεσσαλονίκη 2007 - 2008



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ

ΡΗΓΑΣ ΜΙΧΑΛΗΣ

ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΤΗΣ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΕΣΑΟΡΙΑΣ (ΚΥΠΡΟΣ) ΜΕ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ
Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών στη Γεωλογία
Ειδίκευση: Γεωφυσική

Θεσσαλονίκη 2007 - 2008

Περιεχόμενα

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
1.1.	ΣΚΟΠΟΣ.....	6
1.2.	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ.....	6
1.3.	ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	9
2.	ΓΕΩΛΟΓΙΑ – ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ – ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ – ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	10
2.1.	ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ.....	10
2.2.	ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ.....	13
2.3.	ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ.....	14
2.4.	ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΕΣΑΟΡΙΑΣ.....	17
2.4.1.	ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΛΕΥΚΑΡΩΝ (LEFKARA FORMATION).....	22
2.4.2.	ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΑΧΝΑΣ (PACHNA FORMATION).....	22
2.4.3.	ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΛΑΒΑΣΟΥ (KALAVASOS FORMATION).....	23
2.4.4.	ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΛΕΥΚΩΣΙΑΣ (NICOSIA FORMATION).....	23
2.4.5.	ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΑΘΑΛΑΣΣΑΣ (ATHALASSA FORMATION).....	24
2.4.6.	ΣΥΝΑΓΜΑ.....	24
2.4.7.	ΠΡΟΣΦΑΤΕΣ ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ (Alluvium).....	24
2.5.	ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΕΣΑΟΡΙΑΣ.....	25
2.5.1.	ΑΝΩΤΕΡΟΣ ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ (WESTERN MESAORIA UPPER AQUIFER) (W.M.U.A.).....	25
2.5.2.	ΚΑΤΩΤΕΡΟΣ ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ (WESTERN MESAORIA THIRD AQUIFER) (W.M.T.A.).....	26
2.5.3.	WESTERN MESAORIA SECOND AQUIFER.....	26
2.5.4.	ΟΥΓΟΣ VALLEY AQUIFER.....	26
2.6.	ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΕΣΑΟΡΙΑΣ.....	27
2.6.1.	ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΛΕΥΚΑΡΩΝ (LEFKARA FORMATION).....	27
2.6.2.	ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΑΧΝΑΣ (PACHNA FORMATION).....	31
2.6.3.	ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΛΑΒΑΣΟΥ (KALAVASOS FORMATIO).....	31
2.6.4.	ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΛΕΥΚΩΣΙΑΣ (LEFKOSIA FORMATION).....	31
2.6.5.	ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΑΘΑΛΑΣΣΑΣ (ATHALASSA FORMATION).....	32
2.6.6.	ΣΥΝΑΓΜΑ (FANGLOMERATES FORMATION).....	32
2.7.	ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΕΣΑΟΡΙΑΣ.....	33
2.7.1.	ΑΝΩΤΕΡΟΣ ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ (NEWER CLASTIC AQUIFER).....	33
2.7.2.	ΚΑΤΩΤΕΡΟΣ ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ (OLDER CLASTIC AQUIFER).....	33
2.7.3.	ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ ΤΩΝ ΓΥΨΩΝ.....	33
2.8.	ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ (Groundwater quality).....	34
2.8.1.	ΔΥΤΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ.....	34
2.8.2.	ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ.....	35
3.	ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΗΣ.....	36
3.1.	ΓΕΝΙΚΑ.....	36
3.2.	ΕΙΔΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΟΡΥΚΤΩΝ.....	37
3.3.	ΡΟΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΣΕ ΟΜΟΓΕΝΗ ΓΗ.....	39
3.4.	ΡΟΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΣΕ ΑΝΟΜΟΙΟΓΕΝΗ ΓΗ.....	40
3.5.	ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ.....	41
3.6.	ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ.....	43
3.6.1.	WENNER.....	43
3.6.2.	ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΗΣΗ ΔΙΑΤΑΞΗΣ WENNER (Offset Wenner configuration).....	44
3.6.3.	TRIPOTENTIAL METHOD.....	44
3.6.4.	SCHLUMBERGER.....	46

3.6.5.	ΔΙΑΤΑΞΗ ΔΙΠΟΛΟΥ – ΔΙΠΟΛΟΥ	47
3.6.6.	ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ	49
3.7.	ΒΥΘΟΣΚΟΠΗΣΗ	50
3.7.1.	ΓΕΝΙΚΑ.....	50
3.7.2.	ΣΧΕΤΙΚΟ ΒΑΘΟΣ (Relative thickness).....	51
3.7.3.	ΕΡΜΗΝΕΙΑ (Schlumberger).....	51
3.8.	PROFILING.....	54
3.9.	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ	55
3.10.	ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	55
4.	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΩΝ.....	57
4.1.	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΥΘΟΣΚΟΠΗΣΕΩΝ.....	57
4.2.	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΒΥΘΟΣΚΟΠΗΣΕΩΝ.....	67
4.3.	TEST ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ (APPLICABILITY TEST).....	68
4.3.1	ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ ΤΗΣ (ORIENTATION VARIATION).....	68
4.3.2.	ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ (LATERAL RESISTIVITY EFFECT).....	71
4.3.3.	ΒΥΘΟΣΚΟΠΗΣΕΙΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ (CORRELATION SOUNDING).....	75
4.4.	ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ.....	95
4.5.	ΕΙΔΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ ΚΥΠΡΟΥ	96
5.	ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΒΥΘΟΣΚΟΠΗΣΕΩΝ.....	97
5.1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	97
5.2.	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΡΜΗΝΕΙΑΣ.....	97
5.3.	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΥΠΑΙΘΡΟΥ.....	103
ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΒΥΘΟΣΚΟΠΗΣΕΩΝ.....		104
Α: ΔΥΤΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ		104
ΤΟΜΗ 1:.....		104
ΤΟΜΗ 2:.....		107
ΤΟΜΗ 3:.....		109
ΤΟΜΗ 4:.....		114
ΤΟΜΗ 5:.....		117
ΤΟΜΗ 6:.....		120
ΤΟΜΗ 7:.....		122
ΤΟΜΗ 8:.....		126
ΤΟΜΗ 9:.....		130
Β: ΚΕΝΡΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ.....		135
ΤΟΜΗ 1:.....		135
ΤΟΜΗ 2:.....		137
ΤΟΜΗ 3:.....		139
ΤΟΜΗ 4:.....		141
Section 5:.....		143
ΤΟΜΗ 6:.....		147
ΤΟΜΗ 7:.....		151
ΤΟΜΗ 8:.....		153
6.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	154
α)	ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ – ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ.....	154
ΔΥΤΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ		154
ΤΟΜΗ 1: (σχήμα 6.4).....		156
ΤΟΜΗ 2: (σχήμα 6.5).....		156
ΤΟΜΗ 3: (σχήμα 6.6).....		157

TOMH 4: (σχήμα 6.7).....	158
TOMH 5: (σχήμα 6.8).....	159
TOMH 6: (σχήμα 6.9).....	160
TOMH 7: (σχήμα 6.10).....	161
TOMH 8: (σχήμα 6.11).....	162
TOMH 9: (σχήμα 6.12).....	162
β) ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ – ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ.....	176
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ.....	176
TOMH 1: (σχήμα 6.15).....	178
TOMH 2: (σχήμα 6.16).....	178
TOMH 3: (σχήμα 6.17).....	179
TOMH 4: (σχήμα 6.18).....	180
TOMH 5: (σχήμα 6.19).....	180
TOMH 6: (σχήμα 6.20).....	181
TOMH 7: (σχήμα 6.21).....	182
TOMH 8: (σχήμα 6.22).....	182
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	195
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	199
ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	200

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: Διδιάστατες Απεικονίσεις

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: Τρισδιάστατες Απεικονίσεις

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3: Υπολογισμός Συντελεστή Ανομοιογένειας Αζιμουθίου

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4: Υπολογισμός Πλευρικής Μεταβολής Ειδικής Αντίστασης (offset Wenner)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5: Μετρήσεις Βυθοσκοπήσεων (raw data)

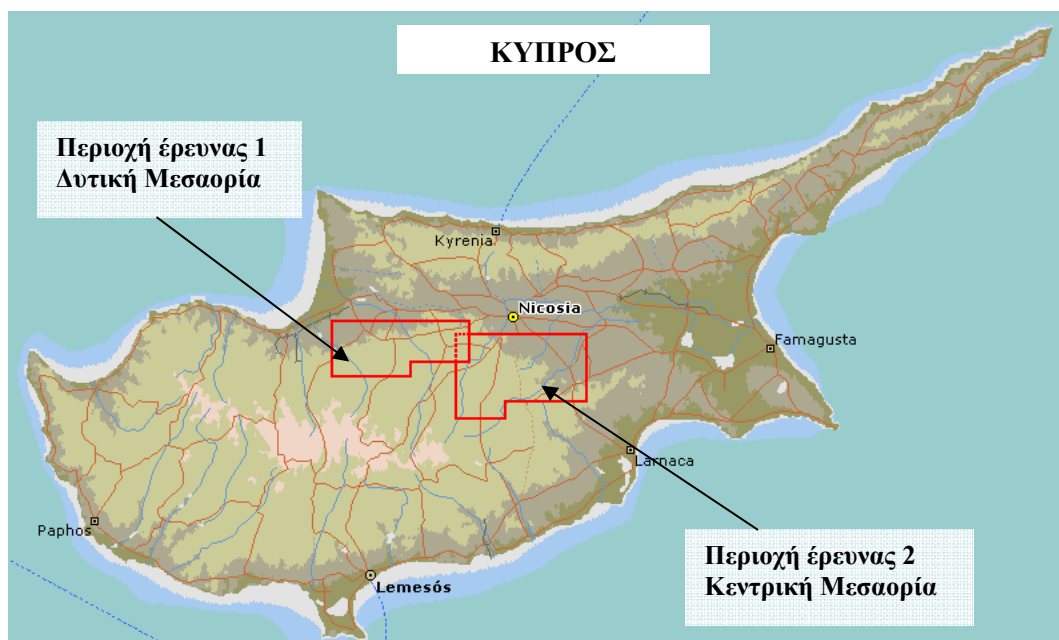
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΣΚΟΠΟΣ

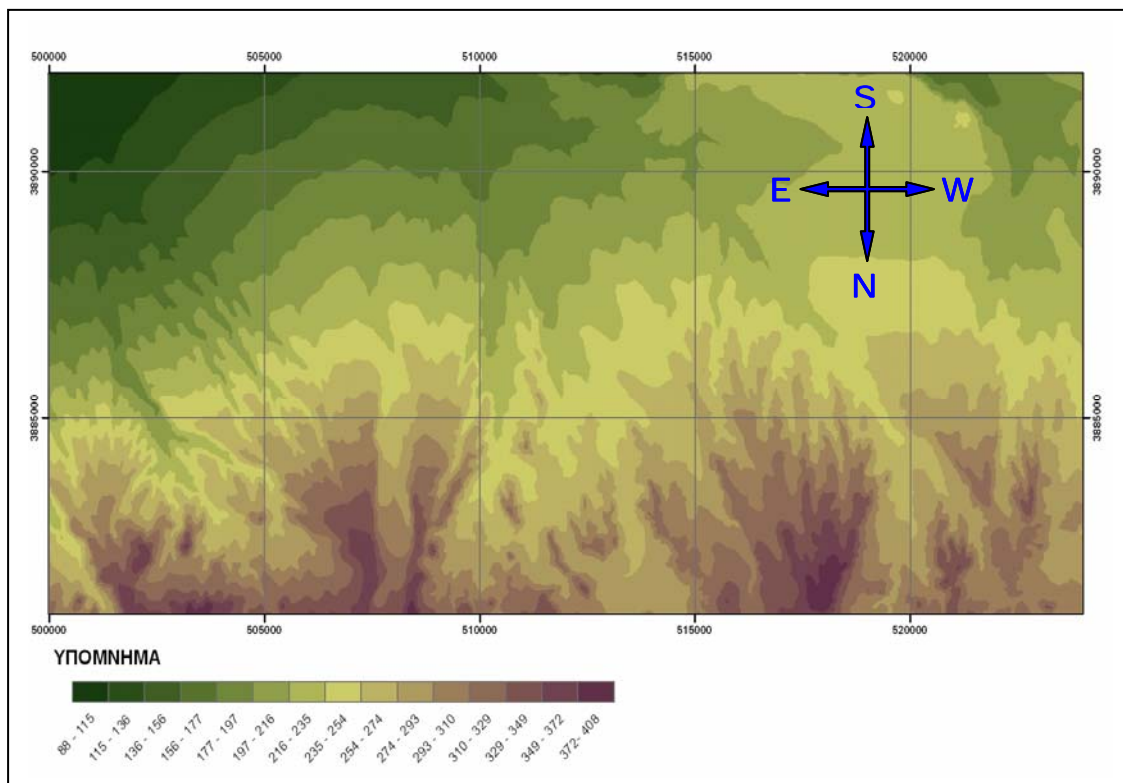
Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η παρουσίαση των αποτελεσμάτων από την ερμηνεία γεωηλεκτρικών μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν με στόχο την συμβολή στη μελέτη της υδρογεωλογικής δομής της Δυτικής και Κεντρικής Μεσαορίας (Κύπρος). Η έρευνα στηρίχθηκε σε πολύ καλές υδρογεωλογικές πληροφορίες, αποτέλεσμα πολλών δεκαετιών εξερεύνησης της Κύπρου από το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης και το United Nations Development Program (U.N.D.P) καθώς και σε μετρήσεις (γεωηλεκτρικές βυθοσκοπήσεις) που έγιναν από τον Δρ Σωτήρη Κραμβή στα πλαίσια της Διδακτορικής του εργασίας με τίτλο Application of Electrical Resistivity in Groundwater Exploration in Cyprus 1987.

1.2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

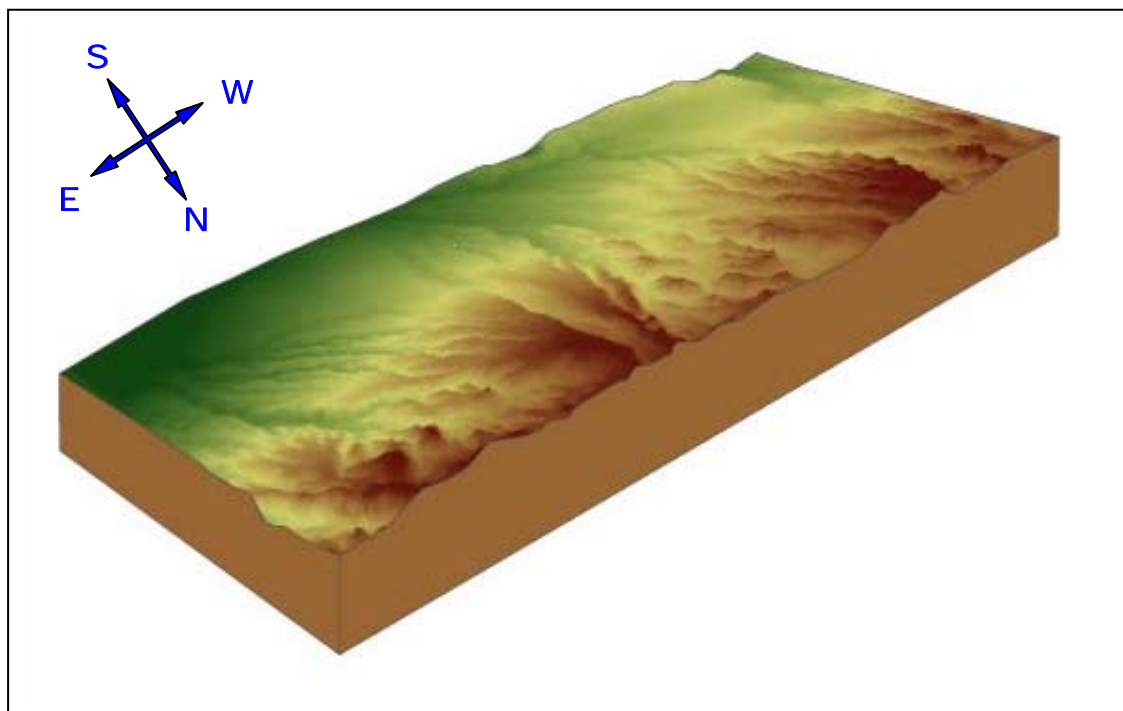
Η περιοχή έρευνας τοποθετείται στην λεκάνη της Μεσαορίας στο κεντρικό – βόρειο κεντρικό τμήμα του νησιού. Καλύπτει περιοχή εμβαδού περίπου 515 τετραγωνικών χιλιομέτρων (Km^2) που περικλείεται από περίμετρο περίπου 135 χιλιομέτρων (Km). Στο σχήμα 1.2.1 παρουσιάζεται η θέση της περιοχής έρευνας στο μορφολογικό χάρτη της Κύπρου.



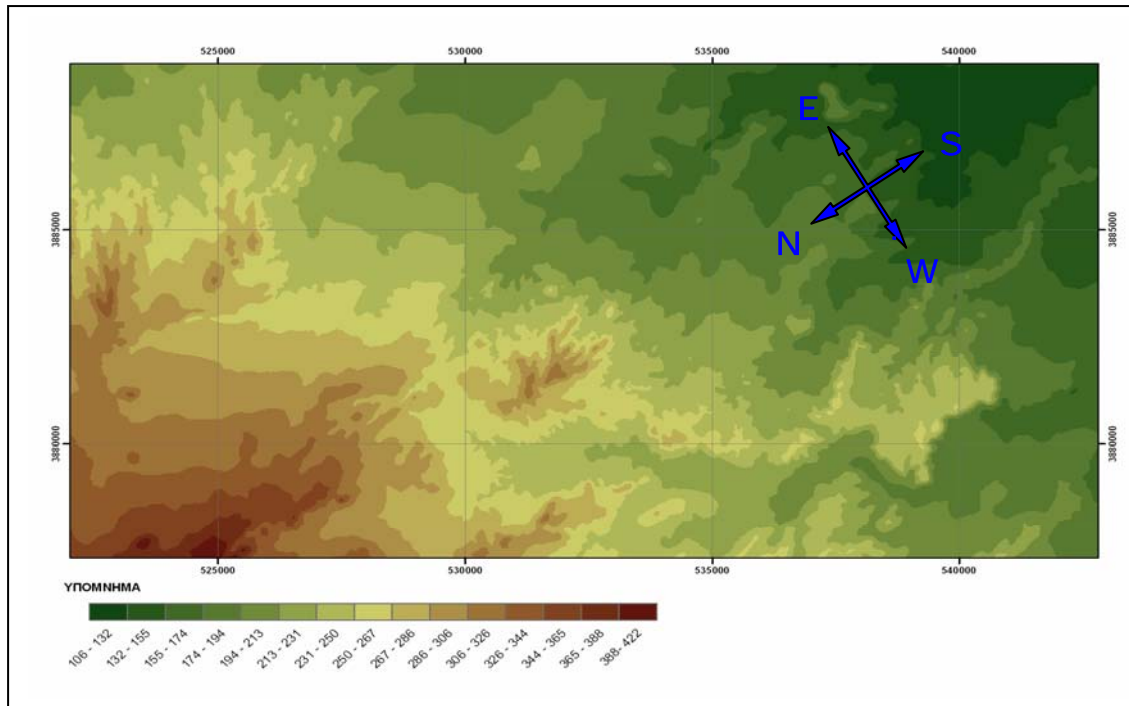
Σχήμα 1.2.1. Θέση των δύο περιοχών έρευνας στο ευρύτερο χάρτη της Κύπρου.



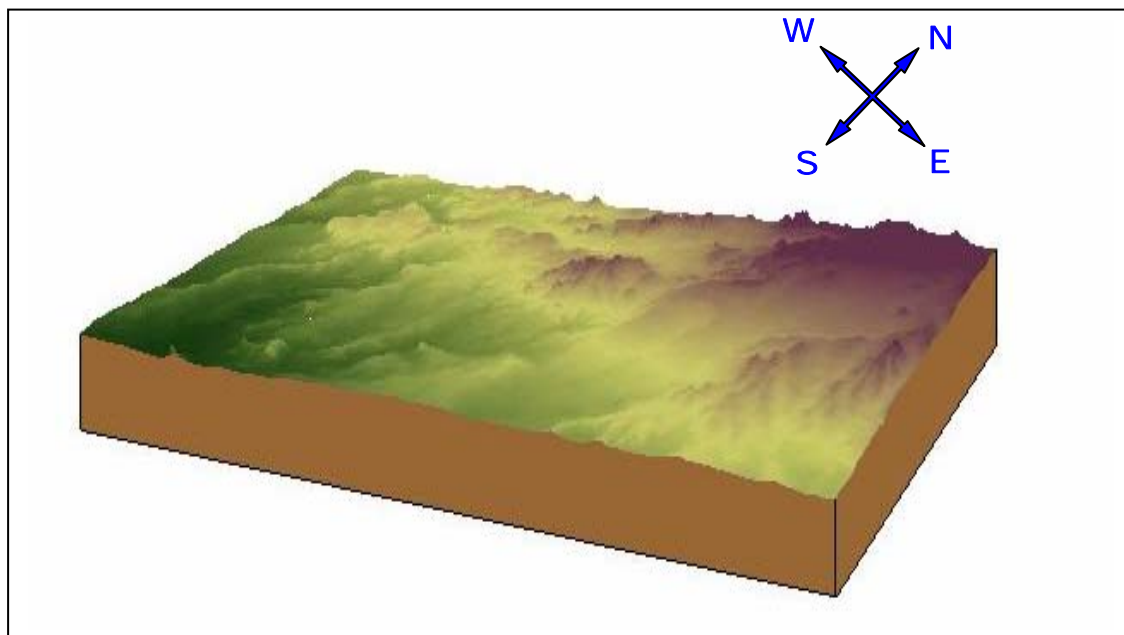
Σχήμα1.2.2: Μορφολογικό ανάγλυφο Δυτικής Μεσσαρίας.



Σχήμα1.2. 3: Τρισδιάστατη απεικόνιση της μορφολογίας της Δυτικής Μεσσαρίας.



Σχήμα1.2.4: Μορφολογικό ανάγλυφο Κεντρικής Μεσαορίας.



Σχήμα1.2. 5: Τρισδιάστατη απεικόνιση της μορφολογίας της Κεντρικής Μεσαορίας.

1.3. ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Για την εκπόνηση της παρούσας μελέτης έγινε χρήση του τοπογραφικού υποβάθρου της περιοχής σε κλίμακα 1:50,000, του γεωλογικού χάρτη σε κλίμακα 1:250,000 και στοιχείων από γεωτρήσεις τα οποία παραχωρήθηκαν, μετά από σχετική αίτηση, από το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης.

<u>Data Class</u>	<u>Type</u>	<u>Source</u>
Contours50k	polyline	1:50,000 paper maps
Roads50k	polyline	1:50,000 paper maps
Villages50k	polyline	1:50,000 paper maps
Geology250k	polygon	1:250,000 paper map

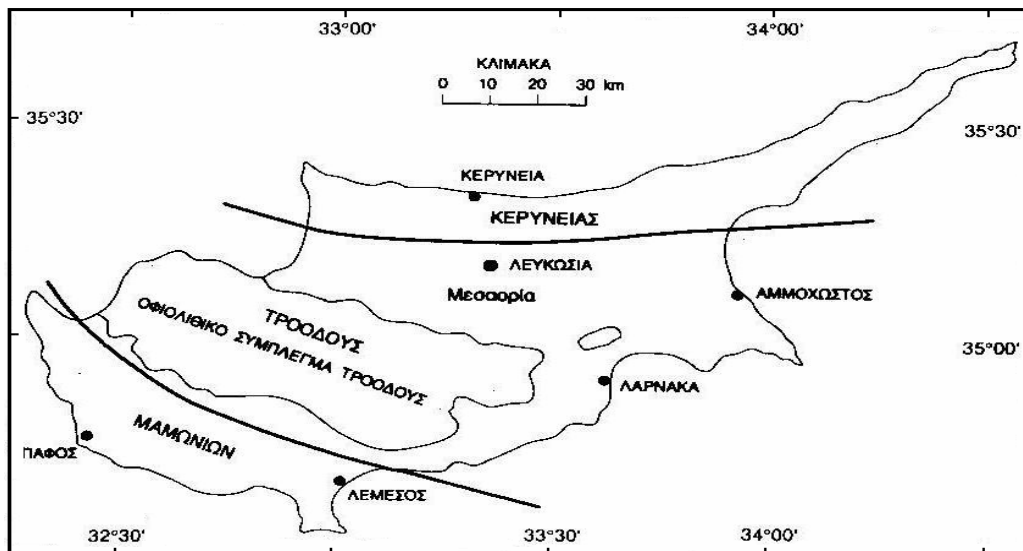
Πίνακας 1.1 : Ψηφιακά στοιχεία, σε περιβάλλον ArcInfo software, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την σύνταξη της παρούσας μελέτης

2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ – ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ – ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ – ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.

2.1. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ

Η γεωλογία της Κύπρου έχει ως πυρήνα το οφιολιθικό σύμπλεγμα του Τροόδους, ηλικίας 92 εκατομμυρίων χρονών. Τα πετρώματα αυτά αποτελούν ένα κομμάτι αρχαίου ωκεάνιου φλοιού, που άρχισε να αναδύεται πριν από 10 εκατομμύρια χρόνια περίπου. Στο (σχήμα 2.1) παρουσιάζεται ο γεωλογικός χάρτης της Κύπρου.

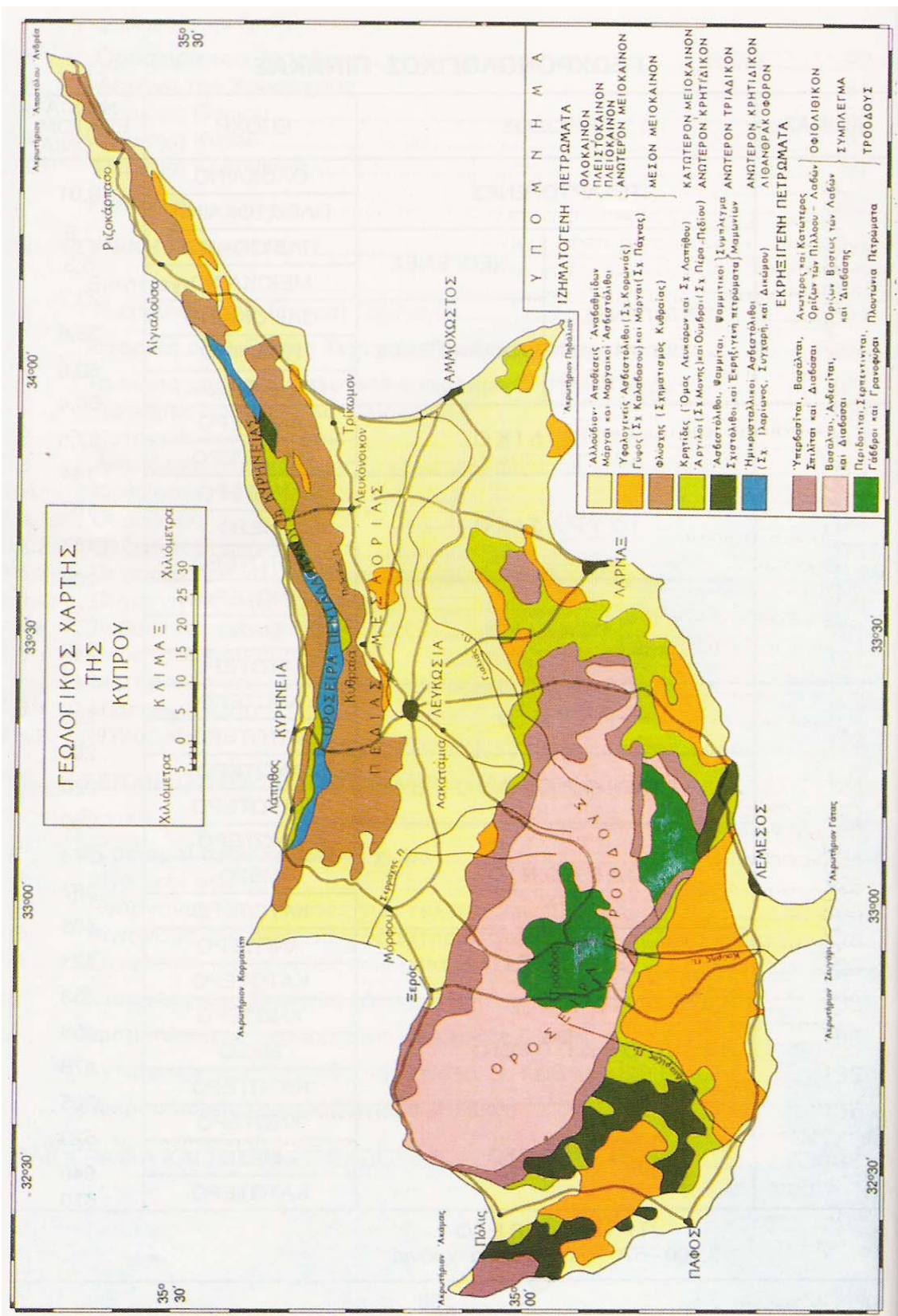
Η Κύπρος χωρίζεται σε τρεις (3) γεωτεκτονικές ζώνες: (α) την οροσειρά της Κερύνειας στο Βορρά (β) την οροσειρά του Τροόδους και την προέκτασή της κάτω από την Μεσαορία στο κεντρικό τμήμα του νησιού (γ) την Ζώνη των Μαμωνίων στα Νοτιοδυτικά, σχήμα (2.2).



Σχήμα 2.2: Οι γεωτεκτονικές ζώνες της Κύπρου (Γεωλογία της Κύπρου, σελ. 16).

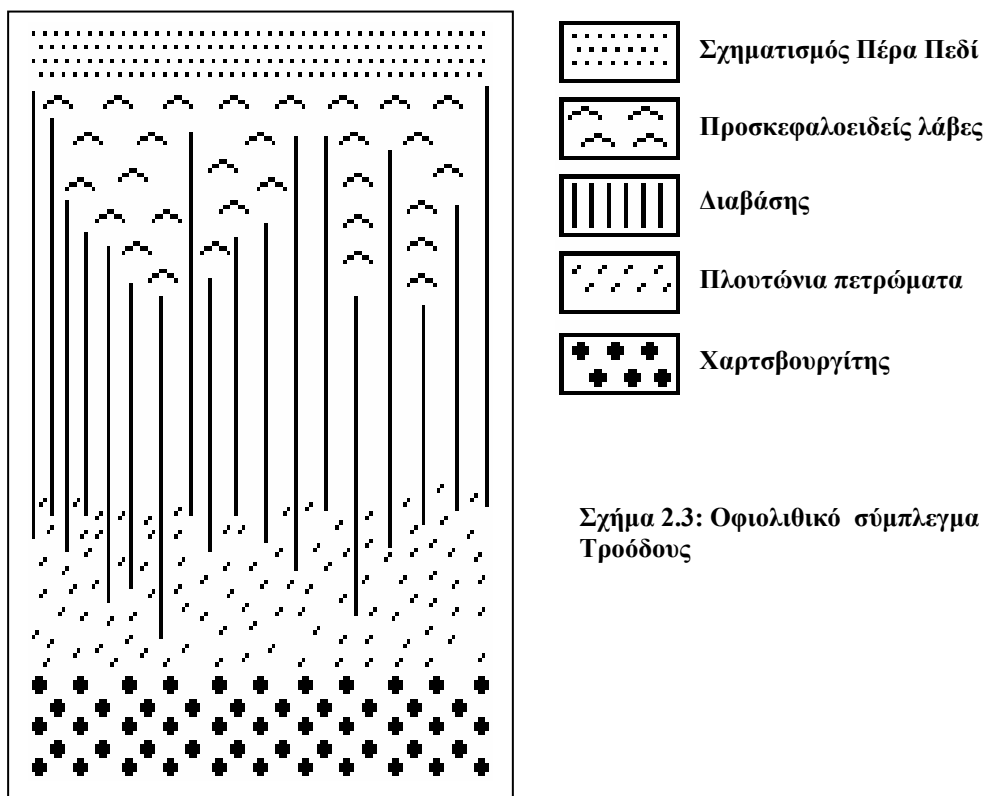
Η οροσειρά της Κερύνειας θεωρείται ως η δυτικότερη προέκταση του Δυναροταυρικού τόξου. Αποτελείται κυρίως από αλλόχθονους Πέρμιο – Κρητιδικούς ασβεστόλιθους στο κεντρικό τμήμα της οροσειράς, ενώ στο ανατολικό τμήμα απαντώνται υπό μορφή ολισθολίθων πάνω στα νεότερα ιζήματα (μάργες, αργίλους, χαλίκια, άμμος κ.α)

Η οροσειρά του Τροόδους αποτελείται από οφιόλιθους (οφιολιθικό σύμπλεγμα) που στρωματογραφικά είναι ένα από τα καλύτερα διατηρημένα στο κόσμο. Στο σχήμα (2.3) παρουσιάζεται η οφιολιθική σειρά.



Σχήμα 2.1: Γεωλογικός Χάρτης Κύπρου (Η Γεωλογία της Κύπρου, σελ.1).

Τα πρώτα ιζήματα που αποτέθηκαν πάνω στα οφιολιθικά πετρώματα είναι ο σχηματισμός του Πέρα Πεδί ο οποίος αποτελείται από φαιοχώματα, ραδιολαρίτες και πηλίτες. Κάτω από αυτόν βρίσκονται οι προσκεφαλοειδείς λάβες (Pillow Lavas) με σύσταση κυρίως βασαλτική και ανδεσιτική. Στη συνέχεια συναντάμε το σύστημα πολλαπλών φλεβών διαβάσης σύστασης βασαλτικής έως δολεριτικής και τέλος βρίσκονται τα πλουτώνια πετρώματα (δουνίτης, βερλίτης, πυροξενίτης, γάββρος και πλαγιογρανίτης) τα οποία σχηματίστηκαν πάνω από τα πετρώματα του μανδύα και κυρίως πάνω από χαρτσβουργίτη. Στην οροσειρά του Τροόδους εντάσσεται και ο σχηματισμός της Κανναβιού που καλύπτει το νότιο τμήμα της ζώνης. Ο σχηματισμός αυτός είναι μια ακολουθία μπεντονιτικών αργίλων με ενστρώσεις ηφαιστειοκλαστικών ιλυολίθων, ραδιολαριτών και μαγγανιούχων πηλιτών που στα ανώτερα στρωματογραφικά τμήματα εμφανίζονται ψαμμίτες. Ο σχηματισμός της Κανναβιού εμφανίζεται μέσα από τεκτονικά παράθυρα των υπερκείμενων επωθημένων πετρωμάτων του Συμπλέγματος των Μαμωνίων. Για την περιοχή της Μεσσαορίας θα αναφερθούμε αναλυτικά πιο κάτω.

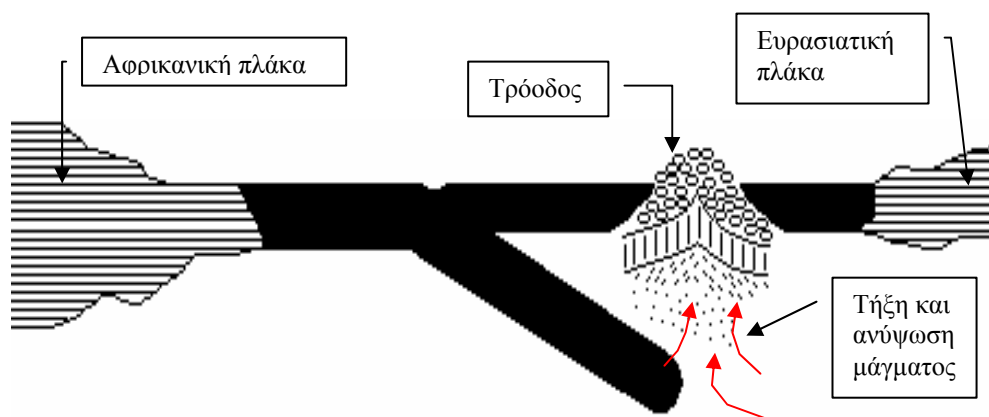


Η ζώνη των Μαμωνίων, ή το σύμπλεγμα των Μαμωνίων, όπως είναι γνωστό, αποτελείται εξ ολοκλήρου από αλλόχθονα πετρώματα ηλικίας Ανώτερου Τριαδικού

(210 εκατομμύρια χρόνια) – Μέσου Κρητιδικού (95 εκατομμύρια χρόνια). Το σύμπλεγμα αποτελείται από μια σειρά εκρηξιγενών και ιζηματογενών πετρωμάτων κυρίως και σε μικρότερη αναλογία μεταμορφωμένων πετρωμάτων. Τα πετρώματα αυτά έχουν τεκτονιστεί και παραμορφωθεί έντονα και έχουν αναμειχθεί με κομμάτια οφιολιθικών πετρωμάτων δημιουργώντας συνονθυλεύματα (melange). Τα πετρώματα της ζώνης χωρίζονται σε δύο ομάδες (α) η ομάδα Αγίου Φωτίου με επικρατέστερα τα ιζηματογενή πετρώματα, κυρίως ψαμμίτες, ασβεστόλιθους, κερατόλιθους, πηλίτες και αργιλικούς σχιστόλιθους και (β) η ομάδα Διαρίζου με ηφαιστειακά κυρίως πετρώματα, προσκεφαλοειδείς λάβες βασαλτικής και ανδειστικής σύστασης, ηφαιστειοκλαστικά λατυποπαγή και τόφφοι συνδεδεμένα με υφαλογενείς ασβεστόλιθους.

2.2. ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ

Η γεωτεκτονική εξέλιξη της Κύπρου περιστρέφεται γύρω από την σύγκρουση της αφρικανικής λιθοσφαιρικής πλάκας με την ευρασιατική και την καταβύθιση της πρώτης κάτω από την δεύτερη (σχήμα 2.4). Ως αποτέλεσμα αυτής της διεργασίας έχουμε την δημιουργία των οφιολίθων του Τροόδους από την τήξη του μάγματος. Καθοριστικό ρόλο στην εξέλιξη του νησιού διαδραματίζει και η προς βορρά κίνηση της Αραβικής πλάκας η οποία σπρώχνει την πλάκα της Τουρκίας και την αναγκάζει σε μια δυτική περιστροφή κατά μήκος του ρήγματος της Βόριας Ανατολίας.



Σχήμα 2.4: Αποικόνιση σύγκρουσης λιθοσφαιρικών πλακών και έναρξη σχηματισμού του Τροόδους πριν 90 εκατομμύρια χρόνια.

Η σύγκρουση των παρυφών της Αραβίας με την τάφρο καταβύθισης της Αφρικανικής πλάκας είχε ως αποτέλεσμα (α) την παύση της καταβύθισης, (β) την αριστερόστροφη 90° περιστροφή των οφιολίθων και (γ) την τοποθέτηση του

συμπλέγματος των Μαμωνίων στους πρόποδες της γεωτεκτονικής ζώνης του Τροόδους.

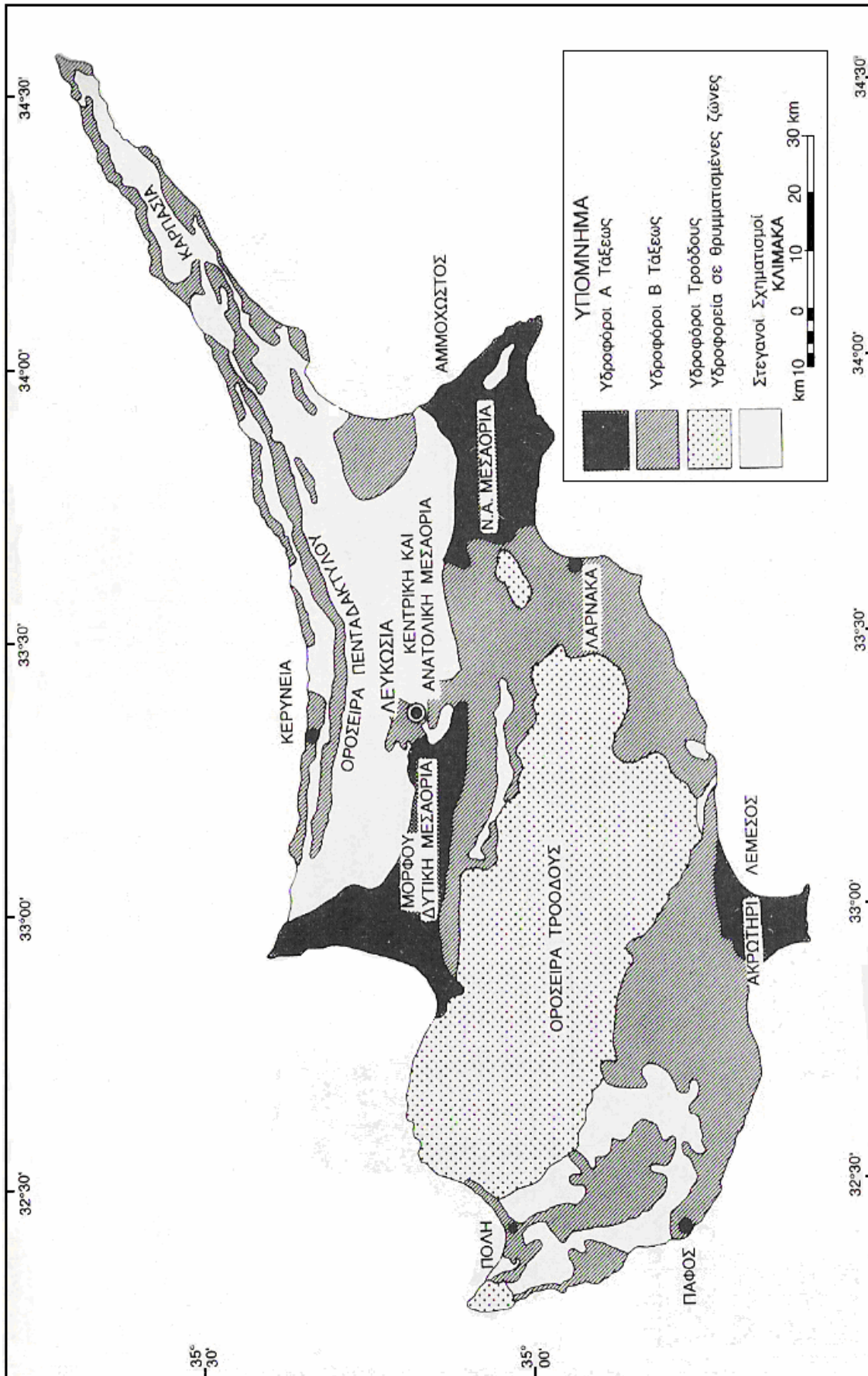
Στο τέλος του Μειόκαινου μια σειρά από αλλόχθονους ασβεστόλιθους επωθήθηκαν νότια πάνω στις παρυφές της ζώνης του Τροόδους με αποτέλεσμα την πτύχωση και την επώθηση όλων των νεότερων ιζημάτων. Ανατολικά του νησιού έχουμε το κλείσιμο της θάλασσας της Τηθύος με αποτέλεσμα η Μεσόγειος να αποκτήσει το σημερινό της σχήμα.

Ωστόσο η αφρικανική πλάκα συνέχισε την προς βορρά κίνησή της με αποτέλεσμα την δημιουργία μιας νέας ζώνης καταβύθισης νοτιοδυτικά του νησιού και την παράλληλη ολίσθηση των δύο πλακών (αφρικανικής και αραβικής) στα ανατολικά.

Ένα κομμάτι ηπειρωτικού φλοιού που απεκόπη πριν 200 εκατομμύρια χρόνια προσέγγισε την ζώνη καταβύθισης στο τέλος του Μειόκαινου. Ως ηπειρωτικός φλοιός ήταν ελαφρύτερος από τον ωκεάνιο φλοιό του Τροόδους, και περιείχε περισσότερο νερό. Καθώς το κομμάτι αυτό βυθιζόταν σε μεγάλα βάθη, έχασε ένα μεγάλο ποσοστό νερού, το οποίο μετανάστευσε προς τα πάνω και συντέλεσε στη σερπεντινίωση των υπερβασικών οφιολιθικών πετρωμάτων του Τροόδους. Λόγω του μικρότερου ειδικού βάρους ο σερπεντινίτης κινήθηκε προς τα πάνω και βοήθησε στην ανύψωση του Τροόδους πάνω από το επίπεδο της θάλασσας. Παράλληλα με αυτό ο καταβυθιζόμενος ηπειρωτικός φλοιός εξασκούσε μια σημαντική άνωση ως ελαφρύτερος, παράγοντας που συντέλεσε, και αυτός, στην ανύψωση των οφιολίθων. Τέλος σε περιόδους δραστηκής ανύψωσης έχουμε έντονη διάβρωση με τα προϊόντα αυτής, (χαλίκια, άμμοι, πηλοί και ίλης) να μεταφέρονται και να σχηματίζουν τα Πλειοκαινικά ιζήματα γνωστά και ως «Σύναγμα».

2.3 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ

Οι υδροφόροι της Κύπρου μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες βάσει του πάχους και της πλευρικής έκτασης: (α) Υδροφόροι Α΄ τάξης και (β) υδροφόροι Β΄ τάξης, σχήμα (2.5).



Σχήμα 2.5: Τα Κυριότερα Υδροφόρα Στρώματα της Κύπρου. (Η Γεωλογία της Κύπρου, σελ. 86).

Στους υδροφόρους Α΄ τάξης κατατάσσονται εκείνοι που έχουν μεγάλο πάχος και μεγάλη πλευρική έκταση. Τέτοιοι είναι οι υδροφόροι της Δυτικής και Νότιο - Ανατολικής Μεσαορίας, του Ακρωτηρίου καθώς και οι ασβεστόλιθοι της οροσειράς του Πενταδακτύλου.

Στους υδροφόρους Β΄ τάξης κατατάσσονται τα μικρής έκτασης ή πάχους υδροφόρα στρώματα των πλείο – πλειστοκαινικών ασβεστιτικών ψαμμιτών και αμμοχάλικων, καθώς και οι αλλουβιακές προσχώσεις των ποταμών. Τέτοιοι είναι τα παράκτια υδροφόρα στρώματα της Πάφου, της Πόλης Χρυσοχού, του Κιτίου, της Κερύνειας και της Καρπασίας.

Οι σημαντικότεροι υδροφόροι της Κύπρου είναι:

- **Δυτική και Κεντρική Μεσαορία:** Ο μεγαλύτερος υδροφόρος στην Κύπρο στον οποίο θα αναφερθούμε αναλυτικά πιο κάτω.
- **Νοτιοανατολικής Μεσαορίας:** Είναι έκτασης 500 τετραγωνικών χιλιομέτρων και αποτελείται από ασβεστόλιθους, ασβεστιτικούς ψαμμίτες, άμμους και χαλίκια σε κατακόρυφη και οριζόντια υδραυλική σχέση. Λόγω της έντονης άντλησης που έχει υποστεί, παρουσιάζεται το φαινόμενο της αλμυρίσεως του υδροφόρου από την διείσδυση θαλασσινού νερού.
- **Ακρωτηρίου:** Είναι ο τρίτος μεγαλύτερος υδροφόρος στην Κύπρο με έκταση 42 τετραγωνικών χιλιομέτρων. Αποτελείται από αμμοχάλικα με φακούς αργίλου και ιλύος και το πάχος του κυμαίνεται από 30 έως 60 μέτρα. Γεωτρήσεις στην περιοχή έδωσαν παροχές 20 έως 300 κυβικών μέτρων την ώρα.
- **Οροσειράς Πενταδακτύλου:** Οι υδροφόροι της οροσειράς του Πενταδακτύλου αποτελούνται κυρίως από ασβεστόλιθο που περιβάλλεται από στεγανά στρώματα φλύσχη και μαργαϊκών κρητίδων. Έχουν έκταση 64 τετραγωνικά χιλιόμετρα και η εκφόρτιση του γίνεται κυρίως με πηγές, ενώ υπάρχουν ενδείξεις ότι μεγάλες ποσότητες νερού εκβάλλονται υπογείως στη θάλασσα. Γεωτρήσεις έδωσαν παροχές 20 έως 100 κυβικών μέτρων την ώρα.
- **Οροσειρά Τροόδους:** Τα έντονα τεκτονισμένα και θρυμματισμένα πυριγενή πετρώματα του Τροόδους αποτελούν περιβάλλον αποθήκευσης νερού. Χαρακτηριστικές περιοχές είναι αυτές όπου έχουμε εμφανίσεις Γάββρου στον οποίο γεωτρήσεις έδωσαν παροχές μέχρι και 250 κυβικών μέτρων ανά ώρα. Μικρότερες παροχές είχαμε σε διαβασικά πετρώματα και ελάχιστες στις περιοχές των λαβών.

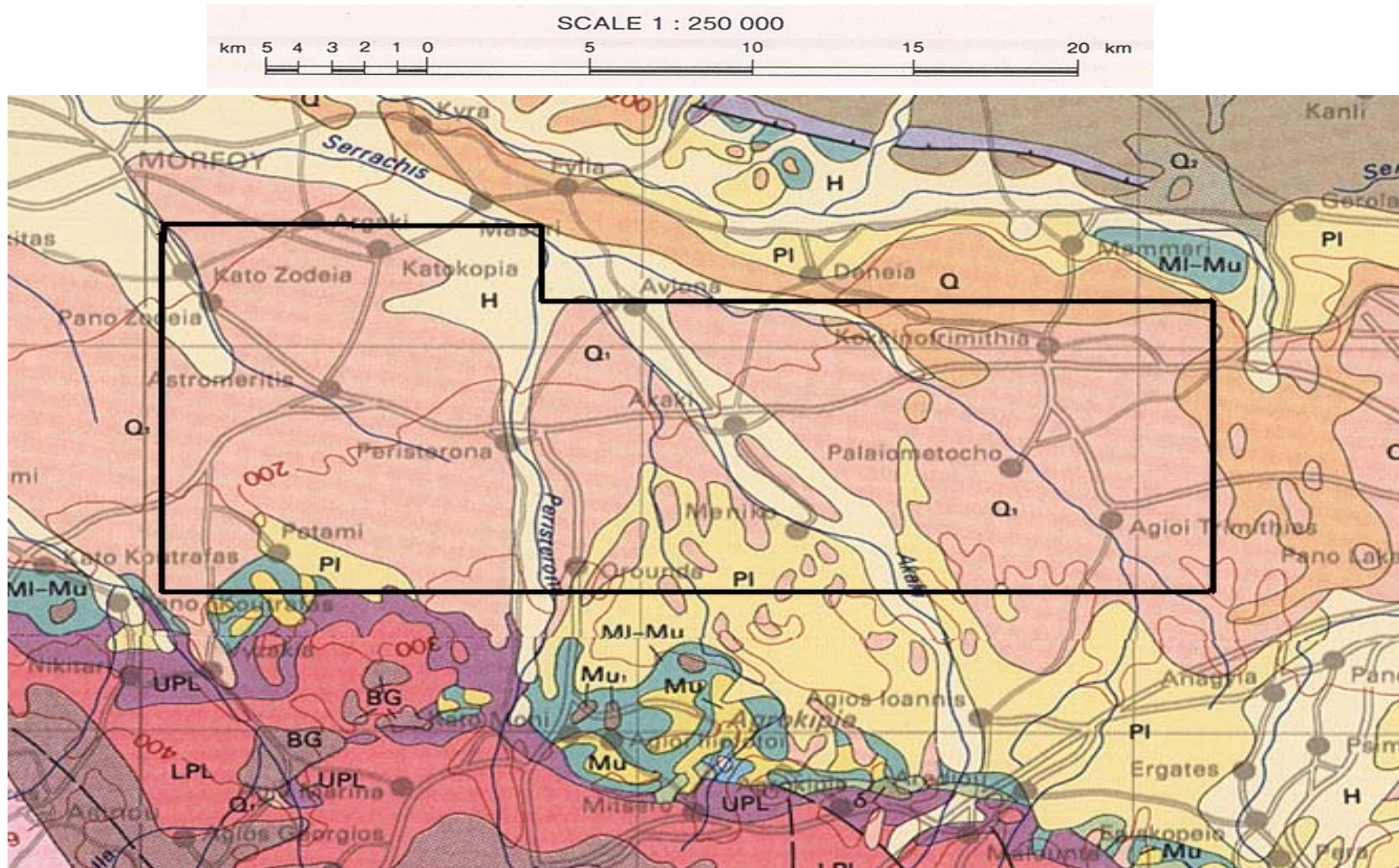
- **Λεκάνη Χρυσοχούς:** Οι κυριότεροι υδροφόροι της λεκάνης της Χρυσοχούς είναι: (α) Ο υδροφόρος των ασβεστολίθων της Τέρρας και Κορωνίας, (β) ο υδροφόρος της γύψου με έκταση 25 τετραγωνικά χιλιόμετρα και πάχος 45 μέτρα περίπου, (γ) ο υδροφόρος των παράκτιων προσχώσεων (χαλίκια, άμμοι, και αργιλοϊλύες πλειστοκαινικής ηλικίας) με έκταση 22 τετραγωνικών χιλιομέτρων και μέσο πάχος τα 10 μέτρα και τέλος (δ) ο υδροφόρος των αλλουβιακών προσχώσεων που αποτελείται από χαλίκια και άμμους που εναλλάσσονται με φακοειδείς ενστρώσεις αργίλου και ιλύος ενώ το υπόβαθρο είναι μαργαϊκό.
- **Υδροφόροι περιοχής Πάφου:** Ο σημαντικότερος υδροφόρος της περιοχής είναι ο παράκτιος υδροφόρος με έκταση 86 τετραγωνικών χιλιομέτρων και αποτελείται από οργανογενείς ασβεστιτικούς ψαμμίτες.
- **Υδροφόροι περιοχής Κερύνειας:** Με έκταση 160 περίπου τετραγωνικών χιλιομέτρων και πάχος 30 μέτρων. Αποτελείται από βιογενείς ασβεστιτικούς ψαμμίτες πλειστοκαινικής ηλικίας.

2.4. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΕΣΑΟΡΙΑΣ

Η περιοχή της δυτικής Μεσαορίας αντιπροσωπεύει το δυτικότερο κομμάτι της πεδιάδας της Μεσαορίας το οποίο συνορεύει από δυτικά με την Μεσόγειο θάλασσα, από βορρά με την οροσειρά της Κερύνειας και από νότια με τους οφιολίθους του Τροόδους.

Γεωλογικά μπορεί να χωριστεί σε δύο (2) ξεχωριστές ενότητες: (α) στη ζώνη των άνω Κρητιδικών – Μειοκαινικών ιζημάτων της οροσειράς του Τροόδους (τα οποίο αποτέθηκαν πάνω από της Pillow Lavas) και (β) στα Πλειο – Πλειστοκαινικά ιζήματα της λεκάνης της Μεσαορίας. Στα σχήματα (2.6) και (2.7) παρουσιάζονται ο γεωλογικός χάρτης της δυτικής Μεσαορίας και δυο (2) γεωλογικές τομές της περιοχής, ενώ στον πίνακα (2.1) φαίνεται η γεωλογική διαδοχή (Geological succession) της περιοχής.

GEOLOGICAL MAP OF THE WESTERN MESAORIA AREA

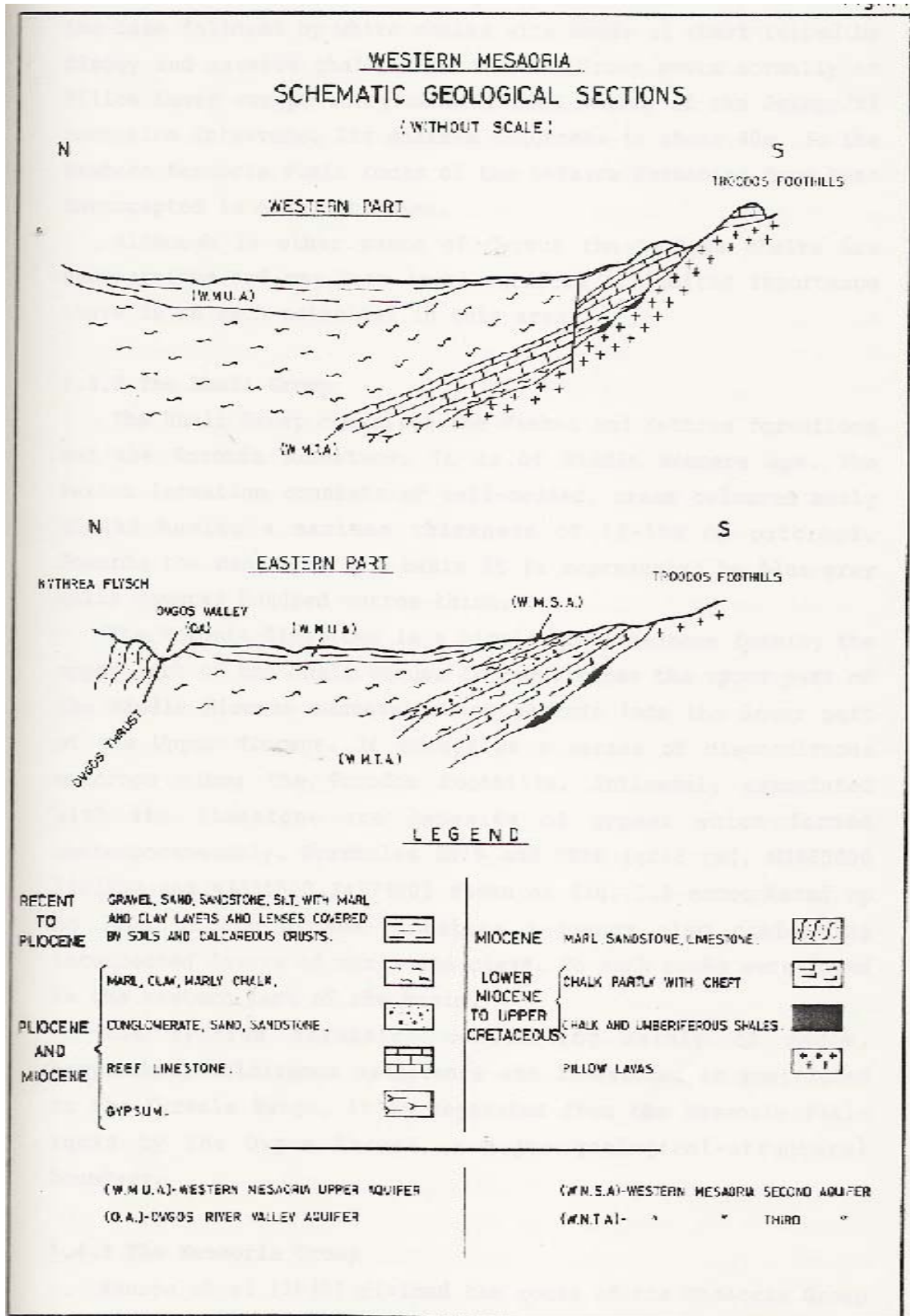


Σχήμα 2.6: Γεωλογικός χάρτης δυτικής Μεσαορίας. Με έντονη γραμμή χωροθετείται η περιοχή έρευνας.

ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΧΑΡΤΗ ΣΧΗΜΑΤΟΣ 2.6

CIRCUM TROODOS SEDIMENTARY SUCCESSION					
	LITHOLOGY	FORMATION	EPOCH	PERIOD	
H	Sands, silts, clays and gravels	Alluvium-Colluvium	HOLOCENE	QUATERNARY	
Q _t	Calcarenites, sands and gravels	Terrace deposits	PLEISTOCENE		
Q _l	Gravels, sands and silts	Fanglomerate			
Q	Biocalcarenites, sandstones, sandy marls and conglomerates	Apalos-Athalassa Kakkaristra			
PI	Biocalcarenites, sandstones, silts, gravels, sandy marls, marls, limestones and conglomerates	Nicosia	PLIOCENE	NEOGENE	
Mu ₁	Gypsum alternating with chalky marls and marly chalks	Kalavastos	UPPER		MIOCENE
Mu	Biostrome and bioherm reef limestones (Koronia Member)	Pakhna	MIDDLE		
MI-Mu	Chalks, marls, marly chalks, chalky marls and calcarenites		LOWER		
MI	Biostrome and bioherm reef limestones (Terra Member)				
Ku ₁ -Ou	Chalks, marls, marly chalks, chalky marls with cherts in places as bands or nodules	Lefkara	OLIGOCENE EOCENE PALAEOGENE		PALAEOGENE
Ku ₂	Variably coloured, poorly sorted debrites with angular clasts upto boulder size in a sand and clay matrix. Most clasts are derived from the Mamonía Complex but some are of Troodos ophiolite lithologies	Kathikas	UPPER (Maastrichtian)		CRETACEOUS
Ku ₃	Melange of older (Triassic-Cretaceous) blocks of yellow quartz sandstone, gray siltstone, serpentinite and other lithologies, entrained in a matrix of silt and bentonitic clay	Moni			
Ku ₄	Bentonitic clays interbedded with off-white volcanoclastic sandstones	Kannaviou		(Campanian)	

Ku	Perapedhi	} UPPER CRETACEOUS (Campanian) (TROODOS OPHIOLITE)
UPL	Upper Pillow Lavas	
LPL	Lower Pillow Lavas	
BG	Basal Group	



Σχήμα 2.7. Γεωλογική Τομή Δυτικής Μεσαορίας (Sotiris Kramvis 1987, Application of electrical resistivity in groundwater exploration in Cyprus, σελ. 11).

Age		Formation	Lithology	Aquifer
Ολόκαινο		Αλλούβιο – Κολλούβιο	Άμμοι, ιλύες , άργιλλοι και χαλίκια	
Πλειστόκαινο		Αποθέσεις Αναβαθμίδων	Ασβεστιτικοί ψαμμίτες, άμμοι και χαλίκια.	Western Mesaoria Upper Aquifer
		Σύναγμα	Χαλίκια, άμμοι και ιλύες	
		Αθαλάσσα	Βιοασβεστιτικοί και άλλοι ψαμμίτες, αμμούχες μάργες και κροκαλοπαγή.	
Πλειόκαινο		Λευκωσία	Βιοασβεστιτικοί και άλλοι ψαμμίτες, ιλύες, χαλίκια, αμμούχες μάργες , μάργες, ασβεστόλιθοι και κροκαλοπαγή.	Western Mesaoria Second Aquifer
Μειόκαινο	Ανώτερο	Καλαβασός	Γύψος εναλλασσόμενος με κρητιδικές μάργες και μαργαϊκές κρητίδες	Western Mesaoria Third Aquifer
		Πάχνα	Μέλος Κορωνίας – Υφαλογενής ασβεστόλιθοι	
	Μέσο		Κρητίδες, μάργες, μαργαϊκές κρητίδες, κρητιδικές μάργες και ασβεστιτικοί ψαμμίτες.	
	Κατώτερο		Μέλος Τέρρας - Υφαλογενής ασβεστόλιθοι	
Παλαιογενές		Λεύκαρα	Κρητίδες, μάργες, μαργαϊκές κρητίδες, κρητιδικές μάργες με κατά τόπους κερατόλιθους.	
Μαιστρίχτιο		Μονή – Κάθηκας	Κλαστικές αποθέσεις από πετρώματα που προέρχονται από το Σύμπλεγμα των Μαμωνιών και τους Οφιόλιθους του Τροόδους, καθώς και συνονθύλευμα τεμαχίων από ψαμμίτη, ιλυόλιθο και σερπεντινίτη.	
Καμπάνιο		Κανναβιού	Μπεντονιτικές άργιλοι με ενστρώσεις υπόλευκου ηφαιστειοκλαστικού ψαμμίτη.	

Πίνακας 2.1: Γεωλογική διαδοχή Δυτικής Μεσσαρίας.

2.4.1. ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΛΕΥΚΑΡΩΝ (LEFKARA FORMATION)

Ο Σχηματισμός των Λευκάρων αποτελείται από πελαγικές μάργες και άσπρες κρητίδες με παρουσία ή μη κερατόλιθων ηλικίας άνω Κρητιδικού (Καμπάνιο - Μαιστρίχτιο) μέχρι κάτω Μειόκαινο (Βουρδιγάλιο). Είναι τοποθετημένες πάνω από τις Pillow Lavas της Οροσειράς του Τροόδους και σε περιοχές πάνω από τους σχιστόλιθους και τις ούμβρες του Σχηματισμού του Πέρα Πεδί. Έχει μέσο πάχος ~40 m και υποδιαιρείται σε τρία (3) μέλη, το Κατώτερο, Μέσο και Ανώτερο μέλος εκ των οποίων μόνο το Μέσο και το Ανώτερο απαντώνται στη δυτική Μεσαορία.

- **Μέσος Σχηματισμός Λευκάρων:** Αποτελείται από πολύ καλά στρωμένες λευκές κρητίδες και γκρίζες μαργαϊκές κρητίδες καθώς και από κοκκώδεις και υαλώδεις κερατόλιθους. Σημαντικό χαρακτηριστικό των πετρωμάτων αυτών είναι η αντίσταση στη διάβρωση και ο σχηματισμός κρημνών.

- **Ανώτερος Σχηματισμός Λευκάρων:** Υπέρκειται των κρητίδων και κερατόλιθων του Μέσου Σχηματισμού Λευκάρων. Αποτελείται από συμπαγείς κρητίδες, κυρίως στα κατώτερα στρώματα, και από φυλλώδεις και μαργαϊκές κρητίδες στα ανώτερα. Δεν έχουμε εμφανίσεις κερατόλιθων ενώ χαρακτηριστικό του σχηματισμού είναι οι πλευρικές λιθολογικές αλλαγές.

2.4.2. ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΑΧΝΑΣ (PACHNA FORMATION)

Ο Σχηματισμός της Πάχνας αποτελείται από αποθέσεις πελαγικών και ημιπελαγικών ιζημάτων Μειόκαινης ηλικίας με κυρίαρχα πετρώματα τις κρητίδες και τις μάργες. Ο Σχηματισμός μπορεί να διαιρεθεί σε τρεις ενότητες, στο ανώτερο στρωματογραφικά Μέλος της Κορωνιάς, στο κύριο Σχηματισμό της Πάχνας και στο κατώτερο στρωματογραφικά Μέλος της Τέρρας.

- **Μέλος Κορωνιάς:** Αποτελείται από ανθρακικά πετρώματα γνωστά και ως «ασβεστόλιθοι της Κορωνιάς» οι οποίοι βρίσκονται σε συμφωνία πάνω στα πετρώματα του Σχηματισμού της Πάχνας ή σε ασυμφωνία σε παλαιότερα πετρώματα ακόμα και στα οφιολιθικά πετρώματα του Τροόδους. Περιέχουν κροκαλοπαγή, χονδρόκοκκους ασβεστιτικούς ψαμμίτες και μικρά ποσοστά από ιλύες και μάργες. Κατά περιοχές περιέχουν συστατικά υποκείμενων

ιζημάτων όπως κρητίδες και κερατόλιθους ή ακόμα και οφιολιθικών πετρωμάτων.

- **Σχηματισμός Πάχνας:** Τα ιζήματα του Σχηματισμού που κυριαρχούν είναι οι υποκίτρινες έως φαιοκίτρινες κρητίδες και μάργες με χαρακτηριστικό γνώρισμα την παρουσία στρωμάτων ασβεστιτικού ψαμμίτη και η κατά τόπους ανάπτυξη κροκαλοπαγών με θραύσματα οφιολιθικών πετρωμάτων του Τροόδου, κυρίως στους ανώτερους ορίζοντες.

- **Μέλος Τέρρας:** Είναι το κατώτερο Μέλος του Σχηματισμού της Πάχνας το οποίο έχει αποτεθεί σε ένα αρκετά αβαθές περιβάλλον. Αποτελείται από υφαλογενής και στρωσιγενής ασβεστόλιθους ηλικίας κάτω Μειοκαίνου.

2.4.3. ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΛΑΒΑΣΟΥ (KALAVASOS FORMATION)

Ο Σχηματισμός της Καλαβασού αποτελείται από γύψους (εβαπορίτες) εναλλασσόμενους με κρητιδικές μάργες και μαργαϊκές κρητίδες που σχηματίστηκαν κατά την περίοδο του Μεσσηνίου και αντιπροσωπεύουν ένα πολύ σημαντικό γεγονός της εξέλιξης της Μεσογείου, γνωστό ως " κρίση αλατότητας του Μεσσηνίου ".

2.4.4. ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΛΕΥΚΩΣΙΑΣ (NICOSIA FORMATION)

Ο Σχηματισμός της Λευκωσίας αποτελείται από πετρώματα Πλειόκαινης ηλικίας που αποτέθηκαν κατά τον νέο κύκλο ιζηματογένεσης, που άρχισε αμέσως με το άνοιγμα των στενών του Γιβραλτάρ. Τα ιζήματα αυτά κάθονται με ασυμφωνία στους παλαιότερους γεωλογικούς σχηματισμούς και αποτελούνται κυρίως από μάργες με παρεμβολές λεπτόκοκκων και χονδροκόκκων ασβεστιτικών ψαμμιτών. Από κάτω προς τα πάνω παρατηρείται μια σταδιακή μετάβαση από λεπτόκοκκα, πχ ιλυόλιθοι, σε αδρόκοκκα, πχ ψαμμίτες, υλικά. Ο Σχηματισμός έχει μέγιστο πάχος τα 600 m περίπου και υποδιαιρείται σε τρεις (3) ορίζοντες, (α) Κατώτερος, (β) Μέσος, (γ) Ανώτερος.

- **Κατώτερος Ορίζοντας:** Αποτελείται από απολιθωματοφόρους κίτρινους ή γκριζοπράσινους ιλυόλιθους.

- **Μέσος Ορίζοντας:** Αποτελείται από παχυστρωματώδη ασβεστιτικό ψαμμίτη με κατά τόπους παρεμβολές ασβεστούχων μαργών.

- **Ανώτερος Ορίζοντας:** Αποτελείται από στρώσεις γκρίζων ιλυόλιθων με στρώσεις ή φακούς λεπτόκοκκου έως μεσόκοκκου ασβεστολιθικού υλικού.

2.4.5. ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΑΘΑΛΑΣΣΑΣ (ATHALASSA FORMATION)

Υπέρκειται του Σχηματισμού της Λευκωσίας και αποτελείται από πολλαπλές στρώσεις μεσόκοκκου έως χονδρόκοκκου απολιθωματοφόρου ασβεστιπικού ψαμμίτη με ενδιάμεσες στρώσεις αμμούχων μαργών. Σε περιοχές και ειδικότερα στην κεντρική και νοτιοδυτική Μεσαορία οι ασβεστιπικοί ψαμμίτες μεταπίπτουν σε κροκαλοπαγή και άμμους ενώ στην κορυφή του Σχηματισμού υπάρχει μια σειρά από ποτάμιες αποθέσεις.

2.4.6. ΣΥΝΑΓΜΑ

Το Σύναγμα γνωστό και με τον Αγγλικό όρο “Fanglomerates Formation” είναι ο νεότερος ιζηματογενής σχηματισμός της Κύπρου, Πλειστόκαινης ηλικίας. Αποτελείται από αποθέσεις αμμοχάλικων (γωνιώδη μέχρι αποστρογγυλεμένα) που προήλθαν από την διάβρωση των οφιολιθικών πετρωμάτων και επικάθονται σε ασυμφωνία πάνω στα παλαιότερα πετρώματα. Τα συστατικά αυτά είναι ασθενώς συγκολλημένα και μόνο στην κορυφή του Συναγματος παρουσιάζουν ισχυρή συγκόληση σχηματίζοντας έτσι σκληρά λατυποπαγή ανθεκτικά στη διάβρωση. Το υλικό συγκόλησης είναι κυρίως ανθρακικό ασβέστιο.

Στη δυτική Μεσαορία το Σύναγμα έχει πάχος περίπου 10m και μπορεί να χωριστεί σε τρεις (3) διαφορετικούς κύκλους απόθεσης οι οποίοι διακρίνονται από την παρουσία κοκκινοχωμάτων (παλαιοεδαφών) μεταξύ τους.

2.4.7. ΠΡΟΣΦΑΤΕΣ ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ (Alluvium)

Οι πρόσφατες αποθέσεις συντελούν ένα στρώμα πάχους 5 - 20m περίπου από αλλούβια εδάφη ακανόνιστων μεγεθών που προέρχονται από την διάβρωση των υλικών του Συναγματος.

2.5. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΕΣΑΟΡΙΑΣ

Στην περιοχή της Δυτικής Μεσαορίας υπάρχουν δύο (2) σημαντικοί υδροφόροι.

I. Ο Ανώτερος υδροφόρος στα Πλειο – Πλειστοκαινικά ιζήματα που συνθέτουν τον Western Mesaoria Upper Aquifer ή σε συντομογραφία W.M.U.A.

II. Το Κατώτερο υδροφόρο στα Μειοκαινικά ιζήματα, τους γύψους και τους ασβεστόλιθους που συνθέτουν τον Western Mesaoria Third Aquifer ή σε συντομογραφία W.M.T.A.

Εκτός των δύο πιο πάνω υδροφόρων, υπάρχουν ακόμα δύο (2) μικρότερης σημασίας υδροφόροι.

III. Ο Western Mesaoria Second Aquifer ή W.M.S.A, σε Άνω Μειοκαινικά ιζήματα στο βορειότερο τμήμα της περιοχής έρευνας και σε μεγαλύτερο απόλυτο υψόμετρο από τον W.M.T.A.

IV. The Ongos Valley Aquifer σε ποτάμιες αποθέσεις

2.5.1. ΑΝΩΤΕΡΟΣ ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ (WESTERN MESAORIA UPPER AQUIFER) (W.M.U.A)

Ο Ανώτερος Υδροφόρος είναι ο πιο σημαντικός υδροφόρος της Κύπρου και καλύπτει έκταση 400 τετραγωνικών χιλιομέτρων, με πάχος που αυξάνεται από τα ανατολικά προς τα δυτικά και κυμαίνεται από 10 μέτρα στη περιοχή της Κοκκινοτριμιθιάς μέχρι τα 150 μέτρα στη περιοχή της Μόρφου. Τα όρια του υδροφόρου είναι : στο Βορρά οι εμφανίσεις των Πλειοκαινικών μαργών του Σχηματισμού της Λευκωσίας, στα Νότια ο φλύσχος της Κυθρέας, στα ανατολικά το όριο είναι αυθαίρετο και διασχίζει το αεροδρόμιο της Λευκωσίας και τέλος στα δυτικά ο υδροφόρος βρίσκεται σε συμφωνία με την ακτή της Μόρφου όπου και εκτονώνεται στον ομώνυμο κόλπο.

Αποτελείται από χαλίκια, άμμους διαφόρων διαβαθμίσεων και ψαμμίτες πλειστοκαινικής ηλικίας. Στη περιοχή της Κοκκινοτριμιθιάς, αποτελείται από ασβεστιτικούς ψαμμίτες ενώ στη περιοχή της Μόρφου από αμμοχάλικα με μεγαλύτερη υδροπερατότητα. Στη πραγματικότητα ο υδροφόρος αποτελείται από δύο ξεχωριστούς ορίζοντες που χωρίζονται από ένα στρώμα μάργας (Tullstrom and Zomenis, 1969). Το υπόβαθρο συνίσταται από αδιαπέραστα

ιζήματα, αργίλους και μάργες, με κλίση προς τα δυτικά, προς τη λεκάνη της Μόρφου όπου και εκτονώνεται.

Από γεωτρήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί έχουν παρατηρηθεί παροχές των 5 – 50 κυβικών μέτρων τη ώρα στην περιοχή της Κοκκινοτριμιθιάς και παροχές των 50 – 250 κυβικών μέτρων την ώρα στην περιοχή της Μόρφου. Τέλος η κύρια πηγή εμπλουτισμού του υδροφόρου είναι τα νερά των ποταμών της περιοχής (Σερράχης, Ελίας, Μαραθάσας κ.α) και κατά δεύτερο λόγω οι βροχοπτώσεις με ποσοστό 20 %.

2.5.2. ΚΑΤΩΤΕΡΟΣ ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ (WESTERN MESAORIA THIRD AQUIFER) (W.M.T.A)

Ο Κατώτερος υδροφόρος αποτελείται από τους γύψους του σχηματισμού της Καλαβασού και τους ασβεστόλιθους του σχηματισμού της Κορωνιάς. Αν και υδρολογικά μπορεί να θεωρηθεί σαν μια ενότητα, διαιρείται σε τρεις (3) υπό – ενότητες ανάλογα με τα λιθολογικά χαρακτηριστικά:

(α) Η υπό – ενότητα του γύψου με πάχος 100 m περίπου.

(β) Η αμμώδη υπό – ενότητα (arenaceous sub-unit) που καλύπτει το βορειότερο τμήμα της Δυτικής Μεσσαορίας αποτελούμενο από χαλίκια, άμμο, γραουβάκη, κροκαλοπαγή και ψαμμίτες τα οποία από βόρεια προς νότια μεταπίπτουν σε λεπτόκοκκα ιζήματα κυρίως λεπτόκοκκος άμμος, μαργαϊκός άμμος και μάργες. Έχει πάχος 40 - 80 m

(γ) Η υπό – ενότητα των γύψων – ασβεστολίθων με πάχος 150 – 300 m.

2.5.3. WESTERN MESAORIA SECOND AQUIFER

Βρίσκεται σε ιζήματα άνω Μειοκαινικά, μαργαϊκούς άμμους και χαλίκια, με συνολικό πάχος 30 – 50 m. Τοποθετείται στους πρόποδες του Τροόδους και χωρίζεται από τους άλλους δύο υδροφόρους από ένα λεπτό στρώμα μάργας.

2.5.4. OVGOS VALLEY AQUIFER

Είναι ένας αλλούβιος υδροφόρος που καλύπτει έκταση 15 τετραγωνικά χιλιόμετρα και αποτελείται από χαλίκια διαφόρων διαβαθμίσεων. Έχει πάχος 5-15m.

2.6. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΕΣΑΟΡΙΑΣ

Η περιοχή της κεντρικής Μεσαορίας είναι το κεντρικό κομμάτι της Κύπρου που εκτείνεται κατά μήκος του νησιού σε μια διεύθυνση ανατολής δύσης και χωρίζει την οροσειρά του Τροόδους στα νότια και την οροσειρά της Κερύνειας στα βόρεια. Σε γενικές γραμμές εκτείνεται δυτικά από το χωριό Άγιοι Τριμυθιάς μέχρι το χωριό Γέρι στα ανατολικά, και από την πόλη της Λευκωσίας στα βόρεια μέχρι το Πέρα Χωριό Ορεινής στα νότια.

Αποτελείται από Καινοζωικά ιζημάτα τα οποία τοποθετήθηκαν πάνω από τις Άνω Κρητιδικές λάβες της οροσειράς του Τροόδους και χωρίζονται στους Σχηματισμούς των Λευκάρων, της Πάχνας, της Καλαβασού, της Λευκωσίας και της Αθαλάσσης, κάτι ανάλογο με την Δυτική Μεσαορία.

Στο σχήμα (2.8) παρουσιάζεται ο γεωλογικός χάρτης της κεντρικής Μεσαορίας ενώ στον πίνακα (2.2) φαίνεται η γεωλογική διαδοχή (Geological succession) της περιοχής.

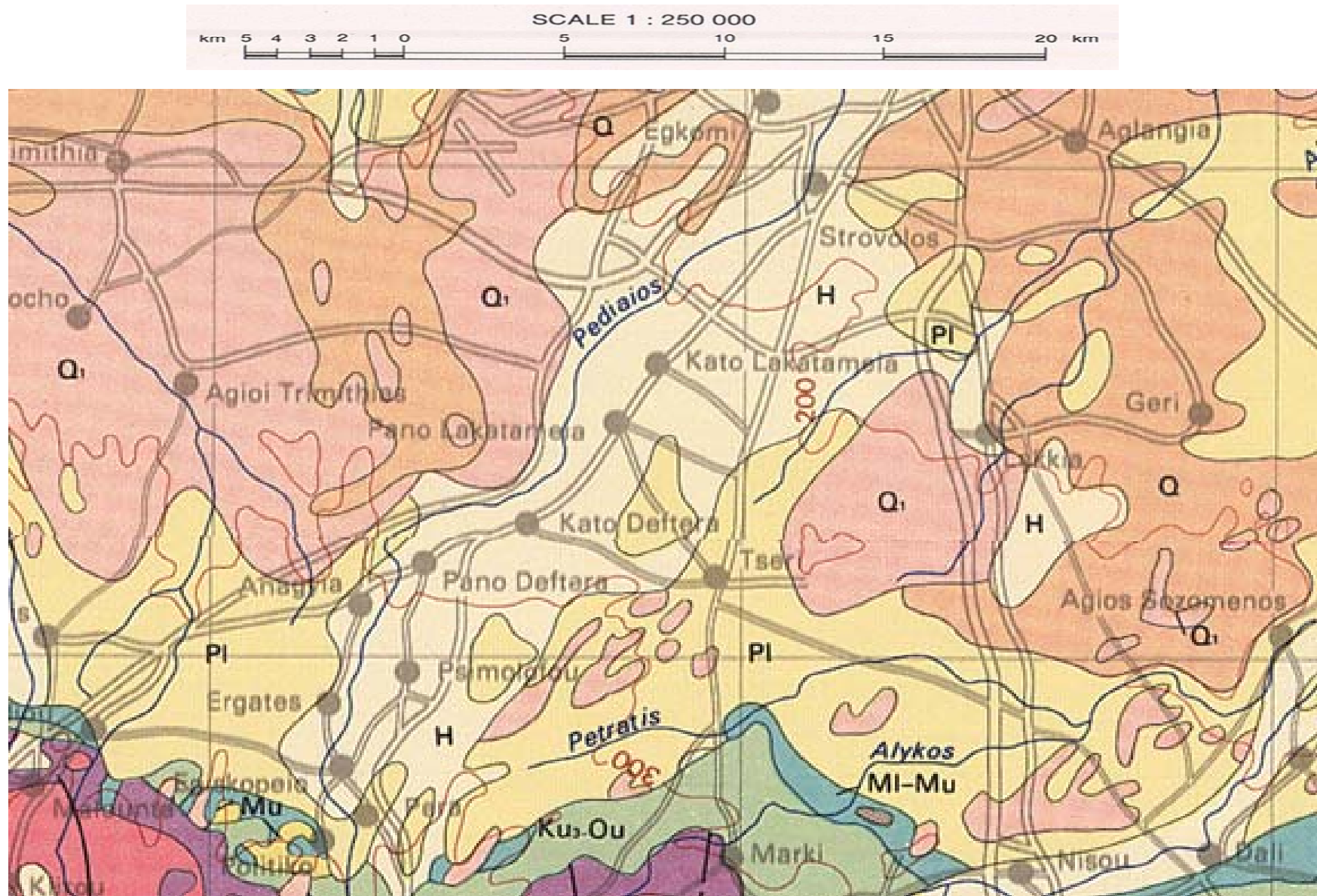
Πιο κάτω δίνεται μια σύντομη περιγραφή των γεωλογικών σχηματισμών της περιοχής.

2.6.1. ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΛΕΥΚΑΡΩΝ (LEFKARA FORMATION)

Ο Σχηματισμός των Λευκάρων αποτελεί τα πρώτα ιζηματογενή πετρώματα που αποτέθηκαν πάνω από τις Pillow lavas της οφιολιθικής σειράς του Τροόδους, (κατά περιοχές μεταξύ της ομάδας των Λευκάρων και των Λαβών βρίσκεται ο σχηματισμός του Πέρα Πεδί). Λόγω διαφορετικών λιθολογικών και παλαιοντολογικών χαρακτηριστικών, μπορεί να χωριστεί σε τρεις (3) ενότητες (Gass, 1960), στη ανώτερη, μέση και κατώτερη ενότητα των Λευκάρων. Η ηλικία των ιζημάτων της ομάδας είναι Άνω – Κρητιδική έως Μειοκαινική και το μέγιστο πάχος της είναι τα 1000m περίπου. Στο πιο κάτω σχεδιάγραμμα παρουσιάζονται αναλυτικά οι τρεις (3) ενότητες:

Ενότητα	Ηλικία	Λιθολογία
Ανώτερα Λεύκαρα	Μειόκαινο	Λευκές Κρητίδες και Μάργες
Μέση Ενότητα Λευκάρων	Άνω – Μέσο Ηώκαινο Μέσο – Κάτω Ηώκαινο	Συμπαγής Κρητίδα, Κρητίδα και Κερατόλιθοι
Κατώτερα Λεύκαρα	Μαιστρίχτιο	Ροζ Μάργες και Κρητίδες

GEOLOGICAL MAP OF THE CENTRAL MESAORIA AREA



Σχήμα 2.8: Γεωλογικός χάρτης Κεντρικής Μεσσαρίας

ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΧΑΡΤΗ ΣΧΗΜΑΤΟΣ 2.8

CIRCUM TROODOS SEDIMENTARY SUCCESSION					
	LITHOLOGY	FORMATION	EPOCH	PERIOD	
H	Sands, silts, clays and gravels	Alluvium-Colluvium	HOLOCENE	QUATERNARY	
Q _t	Calcarenites, sands and gravels	Terrace deposits	PLEISTOCENE		
Q _l	Gravels, sands and silts	Fanglomerate			
Q	Biocalcarenites, sandstones, sandy marls and conglomerates	Apalos-Athalassa Kakkaristra			
PI	Biocalcarenites, sandstones, silts, gravels, sandy marls, marls, limestones and conglomerates	Nicosia	PLIOCENE	NEOGENE	
Mu ₁	Gypsum alternating with chalky marls and marly chalks	Kalavastos	UPPER		MIOCENE
Mu	Biostrome and bioherm reef limestones (Koronia Member)	Pakhna	MIDDLE		
MI-Mu	Chalks, marls, marly chalks, chalky marls and calcarenites		LOWER		
MI	Biostrome and bioherm reef limestones (Terra Member)				
Ku ₁ -Ou	Chalks, marls, marly chalks, chalky marls with cherts in places as bands or nodules	Lefkara	OLIGOCENE EOCENE PALAEOGENE		PALAEOGENE
Ku ₂	Variably coloured, poorly sorted debrites with angular clasts upto boulder size in a sand and clay matrix. Most clasts are derived from the Mamonnia Complex but some are of Troodos ophiolite lithologies	Kathikas	UPPER (Maastrichtian)		CRETACEOUS
Ku ₃	Melange of older (Triassic-Cretaceous) blocks of yellow quartz sandstone, gray siltstone, serpentinite and other lithologies, entrained in a matrix of silt and bentonitic clay	Moni			
Ku ₄	Bentonitic clays interbedded with off-white volcanoclastic sandstones	Kannaviou		(Campanian)	

Ku	Perapedhi	} UPPER CRETACEOUS (Campanian) (TROODOS OPHIOLITE)
UPL	Upper Pillow Lavas	
LPL	Lower Pillow Lavas	
BG	Basal Group	

Age		Formation	Lithology	Aquifer
Ολόκαινο		Αλλούβιο – Κολλούβιο	Άμμοι, ιλύες , άργιλλοι και χαλίκια	U.N.C.A
Πλειστόκαινο		Αποθέσεις Αναβαθμίδων	Ασβεστιτικοί ψαμμίτες, άμμοι και χαλίκια.	
		Σύναγμα	Χαλίκια, άμμοι και ιλύες	
		Αθαλάσσα	Βιοασβεστιτικοί και άλλοι ψαμμίτες, αμμούχες μάργες και κροκαλοπαγή.	
Πλειόκαινο		Λευκωσία	Βιοασβεστιτικοί και άλλοι ψαμμίτες, ιλύες, χαλίκια, αμμούχες μάργες , μάργες, ασβεστόλιθοι και κροκαλοπαγή.	L.N.C.A ----- O.C.A
Μειόκαινο	Ανώτερο	Καλαβασός	Γύψος εναλλασσόμενος με κρητιδικές μάργες και μαργαϊκές κρητίδες	GYPSUM
	Μέσο	Πάχνα	Μέλος Κορωνίας – Υφαλογενής ασβεστόλιθοι	
			Κρητίδες, μάργες, μαργαϊκές κρητίδες, κρητιδικές μάργες και ασβεστιτικοί ψαμμίτες.	
Κατώτερο		Μέλος Τέρρας - Υφαλογενής ασβεστόλιθοι		
Παλαιογενές		Λεύκαρα	Κρητίδες, μάργες, μαργαϊκές κρητίδες, κρητιδικές μάργες με κατά τόπους κερατόλιθους.	U.N.C.A. = Upper newer Clastic aquifer. L.N.C.A. = Lower newer Clastic aquifer. O.C.A. = Older Clastic aquifer.
Μαιστρίχτιο		Μονή – Κάθηκας	Κλαστικές αποθέσεις από πετρώματα που προέρχονται από το Σύμπλεγμα των Μαμωνιών και τους Οφιόλιθους του Τροόδους, καθώς και συνονθύλευμα τεμαχίων από ψαμμίτη, ιλυόλιθο και σερπεντινίτη.	
Καμπάνιο		Κανναβιού	Μπεντονιτικές άργιλοι με ενστρώσεις υπόλευκου ηφαιστειοκλαστικού ψαμμίτη.	

Πίνακας 2.2: Γεωλογική διαδοχή Κεντρικής Μεσσαορίας.

2.6.2. ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΑΧΝΑΣ (PACHNA FORMATION)

Όπως και στην Δυτική Μεσαορία, ο Σχηματισμός της Πάχνας αποτελείται από αποθέσεις πελαγικών και ημιπελαγικών ιζημάτων (κρητίδες και μάργες) Μειόκαινης ηλικίας. Διαιρείται με παρόμοιο τρόπο σε τρεις ενότητες: (α) στο Μέλος της Κορωνιάς το οποίο αποτελείται από βιοκλαστικούς υφαλώδες ασβεστόλιθους, (β) στο Μέλος της Τέρρας το οποίο αποτελείται από υφαλώδες και στρωσιγενείς ασβεστόλιθους και (γ) στο κύριο Σχηματισμό της Πάχνας.

2.6.3. ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΛΑΒΑΣΟΥ (KALAVASOS FORMATIO)

Ο Σχηματισμός της Καλαβασού αποτελείται από γύψους (εβαπορίτες) οι οποίοι αποτέθηκαν σε ένα λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον κατά το Μεσσήνιο. Το μέγιστο πάχος των γύψων όπως βρέθηκε από γεωτρήσεις είναι τα 200m περίπου.

2.6.4. ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΛΕΥΚΩΣΙΑΣ (LEFKOSIA FORMATION)

Ο Σχηματισμός της Λευκωσίας αποτελείται από απολιθωματοφόρα στρώματα ιλύος, γκρίζες μάργες και καλά διαβαθμισμένους μαζώδεις ή στρωματώδεις ασβεστολιθικούς ψαμμίτες. Στην κεντρική και νοτιοδυτική Μεσαορία οι ασβεστολιθικοί ψαμμίτες μεταπίπτουν σε μια ακολουθία μαργαϊκών ιλυολίθων και ιλυούχων μαργών στους οποίους παρεμβάλλονται στρώματα κλαστικών υλικών, μαργαϊκού γραουβάκη και αποστρογγυλεμένων κροκαλοπαγών. Με βάση απολιθώματα και παλαιοντολογικές χρονολογήσεις η ηλικία του σχηματισμού είναι Πλειοκαινική.

Σε μερικές περιοχές, (Πέρα, Πολιτικό, Αρεδιού), στη βάση του σχηματισμού ή κοντά σε αυτή, υπάρχουν τραχύς αποθέσεις κροκαλοπαγούς (κροκαλοπαγές βάσης) και ψαμμιτών πάχους 45m περίπου. Σε αυτές τις αποθέσεις βρίσκεται ο Older Clastic Aquifer της Κεντρικής Μεσαορίας.

Εκτός από τις πιο πάνω αποθέσεις, μεταξύ των στρωμάτων ιλυολίθων και μαργών, παρεμβάλλονται στρώματα πάχους 10 – 15 m από χονδρόκοκκες αποθέσεις τα οποία φιλοξενούν τον Newer Clastic Aquifer της Κεντρικής Μεσαορίας.

Τα ιζήματα του Σχηματισμού της Λευκωσίας αποτέθηκαν στο νέο κύκλο ιζηματογένεσης, που άρχισε με το άνοιγμα των στενών του Γιβραλτάρ και όπως είναι φυσικό αποτέθηκαν σε ασυμφωνία πάνω από τους παλαιότερους

σχηματισμούς. Τέλος διαχωρίζονται από τους υπερκείμενους σχηματισμούς με μια καλά καθορισμένη γωνιώδη ασυμφωνία.

2.6.5. ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΑΘΑΛΑΣΣΑΣ (ATHALASSA FORMATION)

Ο Σχηματισμός της Αθαλάσσης αποτελείται από απολιθωματοφόρους ασβεστολιθικούς ψαμμίτες και παρεμβολές στρωμάτων απολιθωματοφόρων μαργών. Η αναλογία των δύο ποικίλει από περιοχή σε περιοχή. Το πάχος του Σχηματισμού μεταβάλλεται από 6m μέχρι 45 m από δυτικά προς τα ανατολικά αντίστοιχα. Πλευρικά διαβαθμίζεται στο Σχηματισμό της «Κακκαρίστρας» που αποτελείται από μη απολιθωματοφόρους υλιόλιθους, κροκαλοπαγές και γραουβάκες, και έχει πάχος 13-24m.

2.6.6. ΣΥΝΑΓΜΑ (FANGLOMERATES FORMATION)

Βρίσκεται πάνω από τον Σχηματισμό της Αθαλάσσης ή της «Κακκαρίστρας» και αποτελείται από υλιόλιθους, κροκαλοπαγές, χαλίκια και μάργες τα οποία είναι καλυμμένα με κόκκινο χώμα. Τέλος πάνω από το «Σύναγμα» βρίσκονται πρόσφατες αποθέσεις από χαλίκια, άμμο και ίλυ.

2.7. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΕΣΣΑΟΡΙΑΣ

Στην περιοχή της Κεντρικής Μεσσαορίας υπάρχουν τρεις (3) υδροφόροι:

- I. Κλαστικός Υδροφόρος.
 - a. Ανώτερος υδροφόρος (Newer or Upper Clastic Aquifer).
 - b. Κατώτερος υδροφόρος (Older or Lower Clastic Aquifer).
- II. Υδροφόρος των γύψων.
- III. Αλλουβιακός Υδροφόρος.

2.7.1. ΑΝΩΤΕΡΟΣ ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ (NEWER CLASTIC AQUIFER)

Είναι ο σημαντικότερος υδροφόρος της Κεντρικής Μεσσαορίας ο οποίος έχει έκταση περίπου 200 sq Km. Διαιρείται σε δύο (2) υπό-υδροφόρους, τον ανώτερο (Upper) και τον κατώτερο (Lower) (Zomeni, 1977), οι οποίοι πρακτικά μπορούν να θεωρηθούν σαν μια υδρογεωλογική ενότητα. Ο ανώτερος υπό-υδροφόρος αποτελείται από τα άνω Πλειστοκαινικά ιζήματα του Σχηματισμού του «Συνάγματος» και τους άνω Πλειοκαινικούς κάτω Πλειοκαινικούς ψαμμίτες, ασβεστολιθικούς ψαμμίτες, χαλίκια και μάργες του Σχηματισμού Αθαλάσσα. Ο κατώτερος υπό-υδροφόρος αποτελείται από τα κάτω Πλειοκαινικά ιζήματα του Σχηματισμού Λευκωσία και είναι καλύτερα ανεπτυγμένος στο νοτιότερο τμήμα της περιοχής. Οι δύο (2) υπό-υδροφόροι χωρίζονται από ένα στρώμα πάχους μέχρι και 180 m αποτελούμενο από μάργες, άργιλο και υλιόλιθους.

2.7.2. ΚΑΤΩΤΕΡΟΣ ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ (OLDER CLASTIC AQUIFER)

Αποτελείται από χαλίκια, άμμο, κροκαλοπαγές, γραουβάκη και ψαμμίτη του κατώτερου Σχηματισμού της Λευκωσίας ηλικίας άνω Μειοκαινικής - Πλειοκαινικής. Σε μερικές περιοχές αυτά τα ιζήματα μεταβαίνουν πλευρικά σε υφαλογενείς ασβεστολιθικούς γύψους ίδιας ηλικίας. Αναπτύσσεται μόνο στο νότιο και κατά τόπους στο νοτιοδυτικό τμήμα της περιοχής και έχει πάχος 40 – 90 m.

2.7.3. ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ ΤΩΝ ΓΥΨΩΝ

Βρίσκεται σε μια διεύθυνση παράλληλα με την οροσειρά του Τροόδους και αποτελείται από γύψους και υφαλογενείς ασβεστόλιθους. Εμφανίζεται σε διάφορα βάθη.

2.8. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ (GROUNDWATER QUALITY)

2.8.1. ΔΥΤΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ

Σύμφωνα με μετρήσεις που έγιναν από το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπηση και το U.N.D.P project (United National Development Program) και χημικές αναλύσεις που έκαναν οι S.Arie και S.L.Zomenis το 1968, το υπόγειο νερό του W.M.U.A. είναι σε γενικές γραμμές κανονικό, με αλμυρότητα που μεταβάλλεται από 60 μέχρι 250 ppm Cl^- . Εξαίρεση αποτελεί η περιοχή κοντά στο κόλπο της Μόρφου όπου παρατηρούνται περιεκτικότητες 5000 – 10000 pps Cl^- .

Μετρήσεις της αντίστασης (ή αγωγιμότητας) του νερού, πραγματοποιήθηκαν από τον S.Kramni το καλοκαίρι του 1985 και σύμφωνα με αυτές, τιμές μεγαλύτερες των 15 Ohm.m παρατηρούνται στις όχθες του ποταμού της Περιστερώνας καθώς και βόρειο-ανατολικά και βόρειο-δυτικά των χωριών Ακάκι και Παλαιομέτοχο αντίστοιχα. Στις υπόλοιπες περιοχές οι αντιστάσεις κυμαίνονται από 5 – 15 Ohm.m. Η μικρότερη τιμή μετρήθηκε νότια του χωριού Ακάκι (4.4 Ohm.m) και η μεγαλύτερη βόρεια του χωριού Περιστερώνα.

Στον πιο κάτω πίνακα παρουσιάζεται μια ταξινόμηση του νερού άρδευσης που προτάθηκε από τον Wilcox (1955) σύμφωνα με την αγωγιμότητα του (ή την αντίσταση) και την περιεκτικότητα του σε Cl^- .

Water Class	Conductivity ($\mu S/cm$)	Resistivity (Ohm.m)	Cl^- content (pps)
Excellent	< 250	> 40	< 85
Good	250 – 750	40 – 13.3	85 – 250
Permissible	750 – 2000	13.3 – 5	250 – 730
Doubtful	2000 – 3000	5 – 3.3	730 – 1060
Unsuitable	> 3000	< 3.3	> 1060

2.8.2. ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ

Μετά από χημικές αναλύσεις του Zomenis (1977), ο Newer Clastic Aquifer χωρίστηκε σε τρεις βασικές ομάδες ανάλογες με την ποιότητα του υπόγειου νερού και την περιεκτικότητά του σε κατιόντα Ca, Mg και K και ανιόντα Cl, SO₄HCO₃ και CO₃.

(1) Στην πρώτη ομάδα εντάσσεται ο upper sub – aquifer of the Newer Clastic Aquifer, με κατά βάση καλής ποιότητας μέχρι επιτρεπτής (permissible) ποιότητας νερά (Cl^- content 60 – 510 pps, conductivity 690 – 2600 μ S/cm, resistivity 3.84 - 14.5 Ohm.m)

(2) Στην δεύτερη ομάδα ανήκει ο lower sub – aquifer of the Newer Clastic Aquifer, με ακατάλληλης (unsuitable) ποιότητας νερά (Cl^- content 745 – 2790 pps, conductivity 3600 – 9250 μ S/cm, resistivity 1.08 – 2.78 Ohm.m).

(3) Η τρίτη ομάδα βρίσκεται κάπου ανάμεσα στις δύο προηγούμενες και είναι αποτέλεσμα της ανάμιξης των δύο υπό – υδροφόρων (Cl^- content 197 – 975 pps, conductivity 1350 – 4200 μ S/cm, resistivity 2.38 – 7.41 Ohm.m).

3. ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΗΣ

3.1. ΓΕΝΙΚΑ

Με τις Ηλεκτρικές Μεθόδους Διασκόπησης επιδιώκεται ο καθορισμός των ηλεκτρικών ιδιοτήτων του υπεδάφους, με σκοπό τον έμμεσο προσδιορισμό δομών οικονομικού ενδιαφέροντος. Η ποσότητα που μετράμε είναι συνήθως η **ηλεκτρική τάση (V)**, ενώ η ιδιότητα του εδάφους που μας ενδιαφέρει είναι η **ειδική ηλεκτρική αντίσταση (ρ)**.

Οι Ηλεκτρικές Διασκοπήσεις διακρίνονται σε δύο (2) κατηγορίες. Στις ενεργητικές (Ε) (αυτές που το μετρούμενο ηλεκτρικό μέγεθος παράγεται από τεχνητά ηλεκτρικά ρεύματα και πεδία) και τις παθητικές (Π) (αυτές που μετράμε φυσικά ηλεκτρικά μεγέθη).

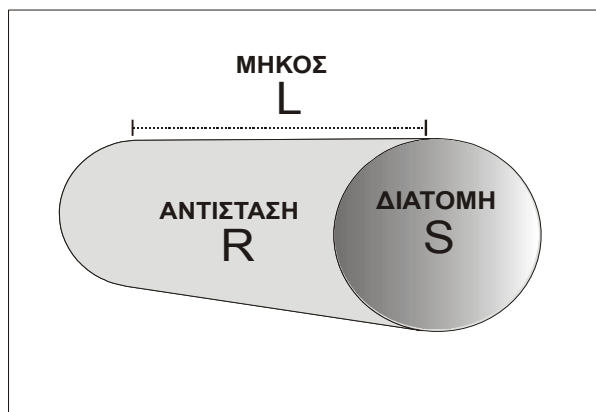
- **ΕΙΔΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ (Ε)**
- Επαγόμενη Πόλωση (Ε)
- Ισοδυναμικές Γραμμές (Ε)
- Φυσικό Δυναμικό (Π)
- Τελλουρικά Ρεύματα (Π)

Οι μέθοδοι αυτές χρησιμοποιούνται κυρίως, στην αναζήτηση μεταλλευμάτων και γεωθερμικών πεδίων, στην Υδρογεωλογία, στην Τεχνική Γεωλογία για την ανεύρεση του βάθους του μητρικού πετρώματος σε τοποθεσίες κατασκευής τεχνικών έργων (πχ φράγματα) κτλ.

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω στις Ηλεκτρικές Μεθόδους Διασκόπησης μετράμε την διαφορά δυναμικού (**V**) που προκαλείται από την εισαγωγή ηλεκτρικού ρεύματος στη γη και η οποία αντικατοπτρίζει τη δυσκολία με την οποία το ηλεκτρικό ρεύμα ρέει στο υπέδαφος, δηλαδή την ηλεκτρική αντίσταση του εδάφους. Γνωρίζοντας ότι οι διάφοροι γεωλογικοί σχηματισμοί έχουν διαφορετικές ηλεκτρικές αντιστάσεις, η γνώση της γεωηλεκτρικής δομής του υπεδάφους, μπορεί να αξιοποιηθεί και να μεταφραστεί σε γεωλογική δομή και έμμεση εύρεση δομών οικονομικού ενδιαφέροντος.

3.2. ΕΙΔΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΟΡΥΚΤΩΝ

Αν έχουμε ένα κυλινδρικό κομμάτι πετρώματος, διατομής S , μήκους L και αντίστασης R (όπως στο σχήμα 3.1), τότε η ειδική ηλεκτρική αντίσταση ορίζεται σαν:



$$\rho = \frac{RS}{L} \quad (3.1)$$

ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ: Ohm.m

Σχήμα 3-4. Σχηματική παράσταση ορισμού ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης.

Το αντίστροφο $\sigma=1/\rho$ ονομάζεται ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα, με μονάδες μέτρησης 1/Ohm.m (ή Siemens/m).

Η ειδική ηλεκτρική αντίσταση (ρ) είναι μια από τις περισσότερες μεταβαλλόμενες φυσικές ιδιότητες των πετρωμάτων. Μπορεί να πάρει τιμές από 10^{-6} (γραφίτης) μέχρι και θεωρητικά το άπειρο (∞) στον αέρα. Τα περισσότερα ιζηματογενή πετρώματα έχουν ειδική ηλεκτρική αντίσταση ($1-10^3$ Ohm.m) μικρότερη από την ειδική ηλεκτρική αντίσταση των πλουτωνικών και μεταμορφωμένων πετρωμάτων (10^3-10^5 Ohm.m). Εξάιρεση αποτελεί ο συμπαγής ασβεστόλιθος ο οποίος έχει τιμές ($> 10^5$ Ohm.m). Στο πίνακα 3.1 παρουσιάζονται οι ειδικές ηλεκτρικές αντιστάσεις μερικών πετρωμάτων.

ΥΛΙΚΟ	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ	ΥΛΙΚΟ	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ
ΑΕΡΑΣ	∞	ΨΑΜΜΙΤΗΣ	$1 - 1.10^8$
ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ	$50 - 1.10^7$	ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΙ	$20 - 2.10^3$
ΟΦΕΙΟΛΙΘΟΙ	500	ΔΟΛΟΜΙΤΗΣ	$100 - 10^4$
ΧΑΛΑΖΙΑΣ	$4.10^{10} - 2.10^{14}$	ΑΜΜΟΣ	1 - 1000
ΑΣΒΕΣΤΙΤΗΣ	$1.10^{12} - 1.10^{13}$	ΑΡΓΙΛΟΣ	1 - 100
ΓΡΑΝΙΤΗΣ	$100 - 1.10^6$	ΥΠΟΓΕΙΟ ΝΕΡΟ	0.5 - 300
ΓΑΒΒΡΟΣ	$1.10^3 - 1.10^6$	ΘΑΛΛΑΣΣΙΝΟ ΝΕΡΟ	0.2

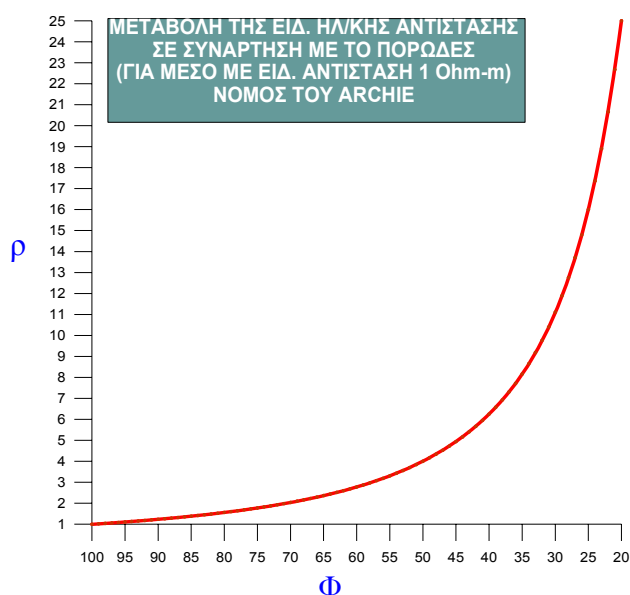
Πίνακας 3-1: Ειδικές ηλεκτρικές αντιστάσεις πετρωμάτων

Τα περισσότερα ορυκτά οικονομικού ενδιαφέροντος (πχ γραφίτης) βρίσκονται σε περιβάλλον πολύ υψηλότερης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης. Γι' αυτό και οι συγκεκριμένες μέθοδοι χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό τους.

Κατά τις ηλεκτρικές μεθόδους εισάγουμε ηλεκτρικό ρεύμα στη γη, το οποίο διαδίδεται με δύο (2) βασικούς τρόπους. (α) Μέσω των ιόντων αλάτων και ορυκτών που είναι διαλυμένα στο νερό και (β) μέσω των ελευθέρων ηλεκτρονίων.

Γενικά η ειδική ηλεκτρική αντίσταση εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες.

➤ **Πορώδες (Φ)** σύμφωνα με τον νόμο του Archie $\rho = \alpha \rho_v \Phi^{-m}$ που δείχνει ότι η ειδική αντίσταση αυξάνεται όταν ελαττώνεται το πορώδες του πετρώματος.



α, m = σταθερές (τυπικές τιμές $\alpha=1$ και $m=2$)

Φ = πορώδες (όγκος νερού/ολικό όγκο)

ρ_v = ειδική αντίσταση του νερού των πόρων

➤ **Θερμοκρασία (θ):** Μικρές μεταβολές της θερμοκρασίας επηρεάζουν την ηλεκτρική αγωγιμότητα των πετρωμάτων που είναι διαποτισμένα με νερό. Αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί ελάττωση του ιξώδους του νερού με συνέπεια την ελάττωση της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης, όπως δίνεται από την πιο κάτω σχέση

$$\rho_{\theta} = \frac{\rho_{18}}{1 + a_{\theta} (\theta - 18^{\circ})}$$

Όπου ρ_{θ} και ρ_{18} είναι οι ειδικές αντιστάσεις σε θερμοκρασία θ και 18° C.

(3.2)

a_{θ} είναι ο θερμικός συντελεστής ειδικής αντίστασης (=0,025/ $^{\circ}$ C)

➤ **Ηλικία - Βάθος:** Η ειδική ηλεκτρική αντίσταση αυξάνεται ανάλογα με την ηλικία ή το βάθος λόγω αύξησης της συνοχής των πετρωμάτων η οποία οφείλεται στο πάχος των υπερκείμενων στρωμάτων.

➤ **Χημική σύσταση νερού:** Μειώνεται με την αύξηση της περιεκτικότητας του νερού σε ιχνοστοιχεία/άλατα.

➤ **Πιθανά ρήγματα:**

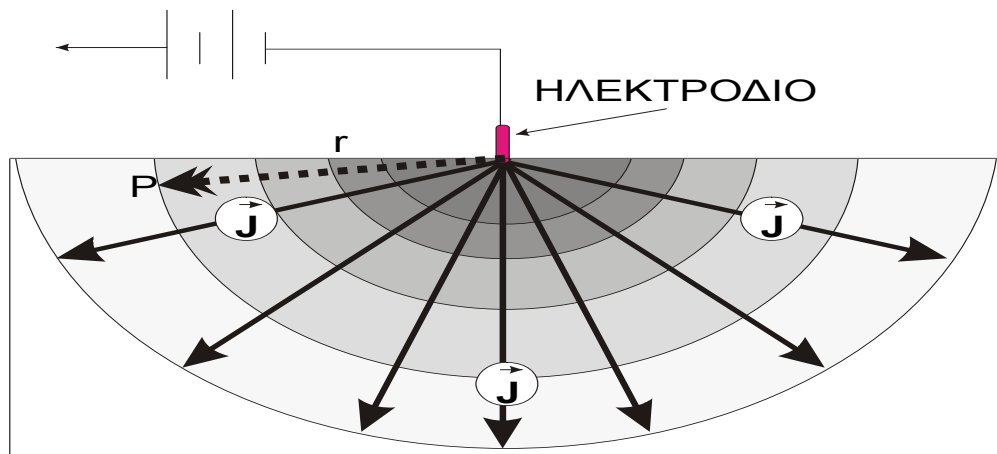
3.3. ΡΟΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΣΕ ΟΜΟΓΕΝΗ ΓΗ

Για να μπορέσουμε να μελετήσουμε τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα στη γη θεωρούμε ότι αυτή είναι ομογενής. Υποθέτουμε ότι εισάγουμε ένα (1) φορτισμένο ηλεκτρόδιο P(πόλος) μέσα στο έδαφος ειδικής αντίστασης ρ . Τότε το έδαφος διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης i . Ας θεωρήσουμε σφαίρα με κέντρο τον πόλο P και ακτίνα r , (όπως σχήμα 3.2). Τότε το δυναμικό V σε απόσταση r από την πηγή δίνεται από τις σχέσεις:

$$V = \frac{\rho I}{2\pi r} \quad \text{Για θετικό πόλο (I+)} \tag{3.3}$$

$$V = -\frac{\rho I}{2\pi r} \quad \text{Για αρνητικό πόλο (I-)}$$

Σημείωση: όταν ο πόλος βρίσκεται μέσα στη γη η σχέση μετατρέπεται σε $V = \frac{\rho I}{4\pi r}$



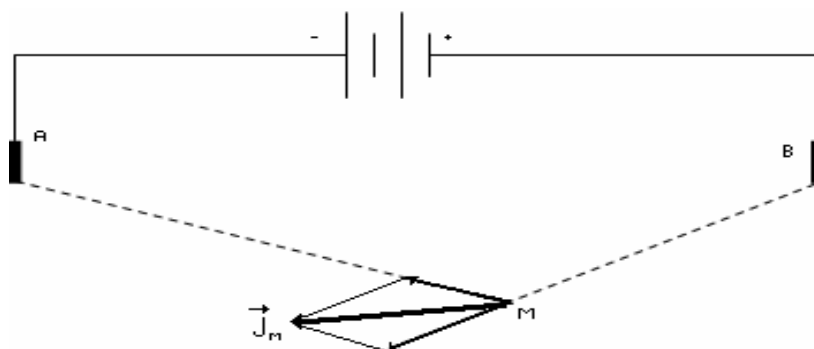
Σχήμα 3.2

Γενικά σε σημείο M το δυναμικό V_M που οφείλεται σε πόλους με ρεύμα $i_1, i_2, i_3, \dots, i_n$ που απέχουν αποστάσεις $r_1, r_2, r_3, \dots, r_n$ δίνεται από την

σχέση
$$V_M = \frac{\rho}{2\pi} \left(\frac{i_1}{r_1} + \frac{i_2}{r_2} + \dots + \frac{i_n}{r_n} \right)$$
 όπου τα r_1, r_2, \dots, r_n είναι ανάλογα με την

διάταξη που χρησιμοποιούμε. Όπως παρουσιάζεται και στο σχήμα (3.2), οι

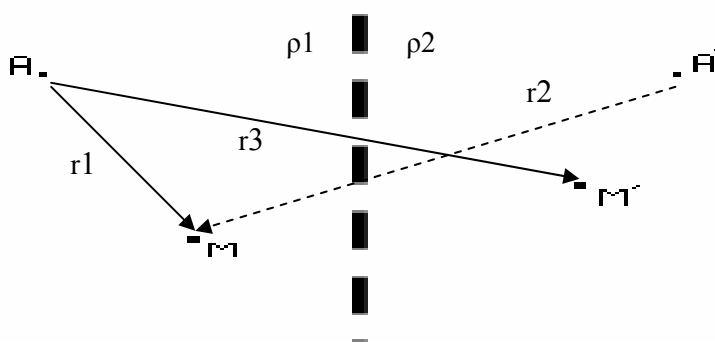
γραμμές ροής του ρεύματος αρχίζουν ακτινικά από τον πόλο (θετικό ή αρνητικό) ενώ οι ισοδυναμικές επιφάνειες είναι σφαίρες με κέντρο τον πόλο. Στην περίπτωση θετικού πόλου τόσο το ρεύμα όσο και η πυκνότητα ρεύματος, που θεωρούνται διανύσματα, έχουν φορά προς τα έξω, ενώ αντίθετα στην περίπτωση αρνητικού πόλου έχουν φορά προς τον πόλο. Στο σχήμα (3.3) φαίνεται ο τρόπος σύνθεσης των πιο πάνω δυνάμεων σε ένα σημείο M λόγω των πόλων A και B.



Σχήμα 3.3

3.4. ΡΟΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΣΕ ΑΝΟΜΟΙΟΓΕΝΗ ΓΗ

Οι σχέσεις που αναπτύχθηκαν στο πιο πάνω κεφάλαιο εφαρμόζονται μόνο για μικρά τμήματα του φλοιού της γης τα οποία μπορούν να θεωρηθούν ομογενή. Σε μεγαλύτερα τμήματα δεν μπορούν να εφαρμοστούν γιατί, όπως είναι γνωστό ο φλοιός της γης και ιδιαίτερα τα πρώτα στρώματα (στα οποία βρίσκουν εφαρμογή οι ηλεκτρικές μέθοδοι) είναι εξαιρετικά ανομοιογενή. Ας θεωρήσουμε ένα ηλεκτρόδιο ρεύματος (A) που βρίσκεται στο μέσο 1 με αντίσταση (ρ_1) και θέλουμε να υπολογίσουμε το δυναμικό στο σημείο M που βρίσκεται στο ίδιο μέσο και απέχει απόσταση (r_1) από τον πόλο (A) και στο σημείο M' που βρίσκεται στο μέσο 2 με αντίσταση (ρ_2) και απέχει απόσταση (r_3) από τον πόλο (A) (σχήμα 3.4)



Σχήμα 3.4

Το δυναμικό (V) στο σημείο (M) θα είναι ίσο με το άθροισμα του δυναμικού (V₁), που οφείλεται στον πόλο (A) και εξαρτάται από την απόσταση (r₁), και το ανακλώμενο στην διαχωριστική επιφάνεια των δύο μέσων δυναμικό (V₂) το οποίο μπορούμε να θεωρήσουμε ότι οφείλεται στο πόλο (A') και εξαρτάται από την απόσταση (r₂) και τον συντελεστή ανάκλασης (κ).

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{i\rho_1}{4\pi r_1} \\ V_2 &= k \frac{i\rho_1}{4\pi r_2} \end{aligned} \quad \rightarrow \quad V_M = \frac{i\rho_1}{4\pi} \left(\frac{1}{r_1} + \frac{k}{r_2} \right) \quad (3.4)$$

Το δυναμικό (V) στο σημείο (M') εξαρτάται μόνο από την απόσταση (r₃) και τον συντελεστή διαπερατότητας (1-κ).

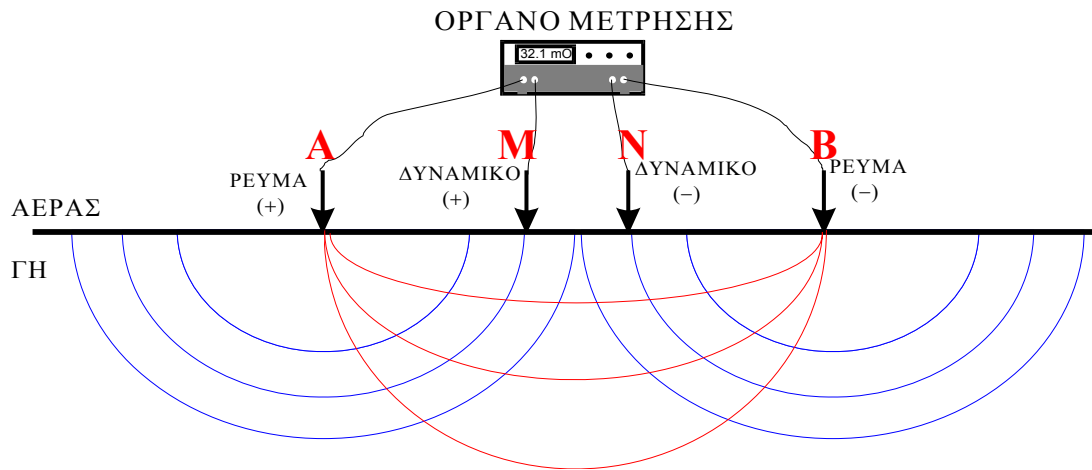
$$V_{M'} = (1 - k) \frac{i\rho_2}{4\pi r_3} \quad (3.5)$$

Ο συντελεστής ανάκλασης δίνεται από την σχέση $k = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1}$ και παίρνει τιμές στο διάστημα [-1,+1]. (3.6)

3.5. ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

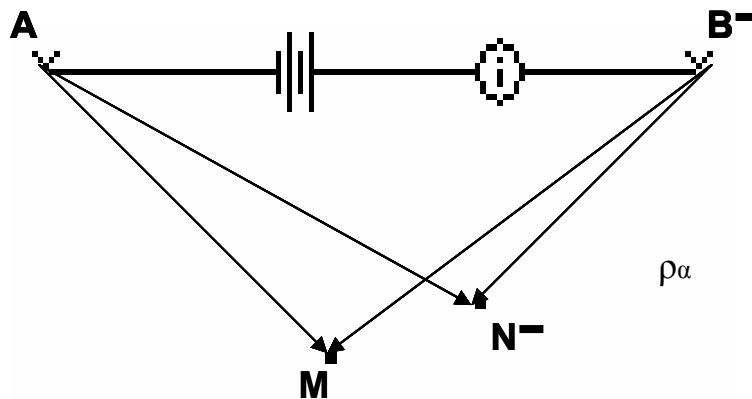
Η μέθοδος της Ειδικής Αντίστασης έχει σκοπό τον καθορισμό των ηλεκτρικών ιδιοτήτων του υπεδάφους και συγκεκριμένα της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης (ρ), δηλ. της γεωηλεκτρικής δομής. Με βάση αυτές τις μετρήσεις και σε συνδυασμό με γεωλογικές και άλλες γεωφυσικές μεθόδους μπορούν να καθοριστούν δομές οικονομικού ενδιαφέροντος.

Κατά την συγκεκριμένη μέθοδο, διαβιβάζουμε ηλεκτρικό ρεύμα στο έδαφος με δύο ηλεκτρόδια ρεύματος A και B, και μετράμε σε διάφορες θέσεις το δυναμικό που δημιουργεί το ρεύμα αυτό με δύο ηλεκτρόδια δυναμικού M και N (σχήμα 3.5). Στη συνέχεια βρίσκουμε για κάθε μέτρηση την ηλεκτρική αντίσταση **R** από την σχέση $R = \frac{V_{MN}}{I_{AB}}$ (3.7)



Σχήμα 3.5

Λόγω του ότι η γη είναι γεωηλεκτρικά ανομοιογενής, η μετρούμενη ηλεκτρική αντίσταση είναι συνάρτηση (α) της δομής του υπεδάφους και (β) της γεωμετρίας της μέτρησης (A,B,M,N). Γι' αυτό το λόγω εισάγεται ο όρος **φαινόμενη ειδική ηλεκτρική αντίσταση (ρ_a)**. "Φαινόμενη ειδική ηλεκτρική αντίσταση είναι η πραγματική ηλεκτρική αντίσταση εκείνου του ομογενούς ημιχώρου, που θα μας έδινε την ίδια τιμή ρ , χρησιμοποιώντας την συγκεκριμένη διάταξη ηλεκτροδίων. Για να υπολογίσουμε την φαινόμενη ειδική ηλεκτρική αντίσταση εργαζόμαστε ως εξής: Ας υποθέσουμε ότι έχουμε την πιο κάτω διάταξη τεσσάρων (4) ηλεκτροδίων (σχήμα 3.6)



Σχήμα 3.6

$$V_{MN} = V_M - V_N$$

$$V_{MN} = V_M^A - V_M^B - V_N^A + V_N^B$$

$$V_{MN} = \frac{i\rho_a}{2\pi AM} - \frac{i\rho_a}{2\pi BM} - \frac{i\rho_a}{2\pi AN} + \frac{i\rho_a}{2\pi BN}$$

$$V_{MN} = \frac{i\rho_a}{2\pi} \left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} - \frac{1}{AN} + \frac{1}{BN} \right)$$

$$\rho_a = \frac{V_{MN}}{i} \left[\frac{2\pi}{\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} - \frac{1}{AN} + \frac{1}{BN} \right)} \right] = RK \quad (3.8)$$

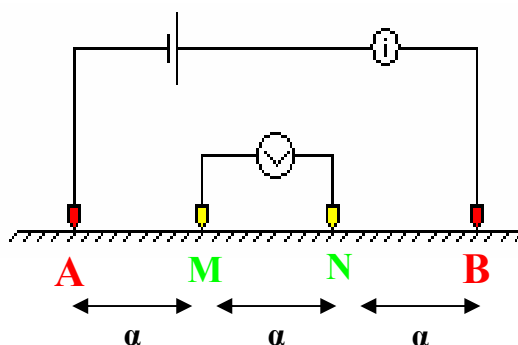
R = ηλεκτρική αντίσταση, K = γεωμετρικός _ παραγοντας

3.6. ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ

Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός από διατάξεις που χρησιμοποιούνται στις ηλεκτρικές μεθόδους πχ α) Wenner β) Schlumberger γ) dipole-dipole δ) pole-pole ε) dipole-pole κ.α. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν οι διατάξεις Wenner και Schlumberger.

3.6.1. WENNER

Η διάταξη Wenner αναπτύχθηκε από τον Frank Wenner (1915) στις Η.Π.Α. Κατά την διάταξη αυτή, τα τέσσερα (4) ηλεκτρόδια διατάσσονται συμμετρικά σε ορισμένη γραμμή με ίσες αποστάσεις μεταξύ τους (σχήμα 3.7).



Σχήμα 3.7: Διάταξη Wenner

Σύμφωνα με την σχέση (3.8) ο γεωμετρικός παράγοντας (κ) της Wenner δίνεται από τον τύπο

$$K = \frac{2\pi}{\frac{1}{a} - \frac{1}{2a} - \frac{1}{2a} + \frac{1}{a}} = 2\pi a \quad (3.9)$$

και η ειδική ηλεκτρική αντίσταση

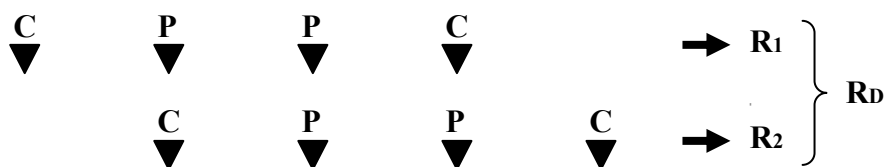
$$\rho_a = 2\pi a \frac{V}{i} \quad (3.10)$$

Κατά την εφαρμογή της διάταξης Wenner για ηλεκτρική βυθοσκόπηση, η απόσταση των ηλεκτροδίων , a , αυξάνεται σε κάθε μέτρηση ενώ το κέντρο της διάταξης παραμένει σταθερό. Αντίθετα όταν χρησιμοποιηθεί για ηλεκτρική χαρτογράφηση, η απόσταση , a , των ηλεκτροδίων παραμένει σταθερή και τα

τέσσερα (4) ηλεκτρόδια κινούνται κατά μήκος μιας οριζόντιας τομής. Η τιμή της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης χαρτογραφείται στο κέντρο κάθε διάταξης.

3.6.2. ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΗΣΗ ΔΙΑΤΑΞΗΣ WENNER (Offset Wenner configuration)

Η Offset Wenner Configuration προτάθηκε από τον Barker (1981) με σκοπό την εξάλειψη ή την μείωση της επιρροής πλευρικών ανωμαλιών αντίστασης με αποτέλεσμα την απόκτηση εξομαλυμένων καμπύλων βυθοσκόπησης. Για τον σκοπό αυτό πραγματοποιούνται μια (1) μέτρηση Wenner και μια δεύτερη μετατοπισμένη κατά ,α, όπως στο σχήμα (3.8).



Σχήμα 3.8. Offset Measurements

Οι αντιστάσεις R_1 και R_2 είναι οι αντιστάσεις κάθε μέτρησης Wenner, και ο μέσος όρος αυτών ορίζουν την αντίσταση αντιστάθμισης R_D (offset Wenner). Σε περίπτωση ομογενούς και ισότροπης γης, οι δύο τιμές είναι ίσες. Οποιαδήποτε διαφορά υπάρχει στις τιμές οφείλεται στις πλευρικές αλλαγές της αντίστασης.

Μια άλλη δυνατότητα της συγκεκριμένης διάταξης είναι η μέτρηση του μεγέθους των πλευρικών αλλαγών της αντίστασης με τη χρήση της σχέσης 3.11 όπου το $e_f(a)$ είναι το offset error για διάστημα ηλεκτροδίων (a).

$$e_f(a) = \frac{R_1(a) - R_2(a)}{R_D(a)} \times 100\% \quad (3.11)$$

Αν το offset error υπερβαίνει μια σταθερή τιμή, περίπου 10%, τότε η μέτρηση είναι λάθος.

3.6.3. TRIPOTENTIAL METHOD

Η συγκεκριμένη μέθοδος προτάθηκε από τον Carpenter (1955) και τους Carpenter and Habberjam (1956) και χρησιμοποιείται (μαζί με την Offset Wenner configuration) για την διόρθωση πλευρικών αλλαγών της αντίστασης που δεν σχετίζονται με κατακόρυφες αλλαγές της δομής, καθώς και για έλεγχο σφαλμάτων που οφείλονται στα όργανα και τις παρατηρήσεις.

Για κάθε διάταξη τεσσάρων (4) ηλεκτροδίων, υπάρχουν έξι (6) διαφορετικοί τρόποι τοποθέτησης των ηλεκτροδίων μεταξύ τους. Από αυτούς μόνο τρεις (3) δίνουν διαφορετικές αντιστάσεις:

- a) Τα δύο ηλεκτρόδια ρεύματος ή δυναμικού να τοποθετούνται δίπλα – δίπλα π.χ. CPPC ή PCCP με αντίσταση $\pm R^{\alpha}$ και ειδική αντίσταση ρ_a^{α} (σχήμα 3.9 a).
- b) Και τα δύο ηλεκτρόδια ρεύματος και δυναμικού να τοποθετούνται δίπλα – δίπλα π.χ. CCPP ή PPCC με αντίσταση $\pm R^{\beta}$ και ειδική αντίσταση ρ_a^{β} (σχήμα 3.9 b).
- c) Κανένα από τα ηλεκτρόδια ρεύματος ή δυναμικού δεν τοποθετούνται δίπλα – δίπλα π.χ. CPCP ή PCPC με αντίσταση $\pm R^{\gamma}$ και ειδική αντίσταση ρ_a^{γ} (σχήμα 3.9 c)

Για την ειδική περίπτωση διάταξης C1P1P2C2, C1C2P2P1 και C1P1C2P2 οι Carpenter (1955) και Carpenter and Habberjam (1956), απέδειξαν ότι ισχύουν οι πιο κάτω σχέσεις για την διάταξη Wenner:

$$R^{\alpha} = R^{\beta} + R^{\gamma} \quad (3.12)$$

and

$$3\rho_a^{\alpha} = \rho_a^{\beta} + 2\rho_a^{\gamma} \quad (3.13)$$

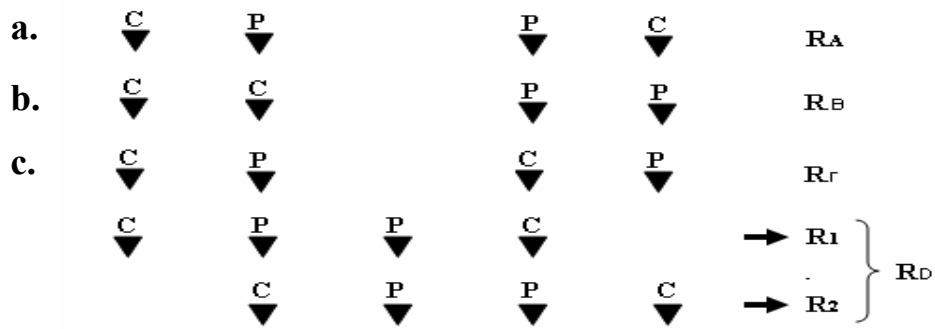
Όπως έχει αναφερθεί πιο πάνω, η tripotential method, μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο στον έλεγχο των σφαλμάτων. Η ποσότητα που εκτιμάται είναι το tripotential error (ν) (σχέση 3.14). Τιμή μικρότερη του 1% δηλώνει πολύ καλά αποτελέσματα, ενώ όσο μεγαλύτερη τιμή τόσο πιο εσφαλμένες είναι οι μετρήσεις.

$$R^{\alpha} - R^{\beta} - R^{\gamma} = \varepsilon \quad (3.14)$$

$$\nu = \frac{\varepsilon}{\left(|R^{\alpha}| + |R^{\beta}| + |R^{\gamma}| \right)} \quad (\text{Habberjam 1979})$$

Αφού υπολογιστεί το σφάλμα (ν) μπορούν να γίνουν διορθώσεις στις τιμές των αντιστάσεων σύμφωνα με τις πιο κάτω σχέσεις:

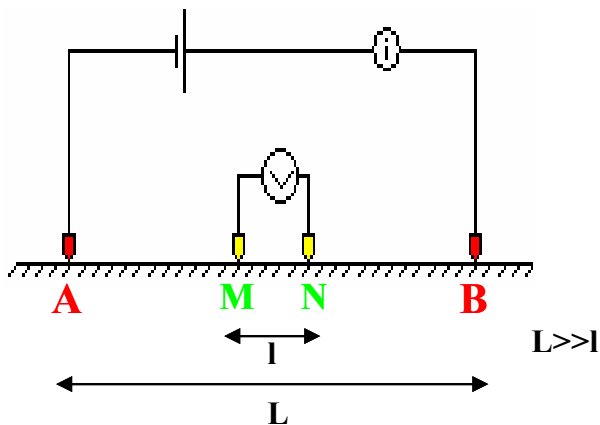
$$\begin{aligned} cR^{\alpha} &= R^{\alpha} - \frac{\varepsilon R^{\alpha}}{R^{\alpha} + R^{\beta} + R^{\gamma}} \\ cR^{\beta} &= R^{\beta} + \frac{\varepsilon R^{\beta}}{R^{\alpha} + R^{\beta} + R^{\gamma}} \\ cR^{\gamma} &= R^{\gamma} - \frac{\varepsilon R^{\gamma}}{R^{\alpha} + R^{\beta} + R^{\gamma}} \end{aligned} \quad (3.15)$$



Σχήμα 3.9. Οι τρεις (3) διαφορετικές διατάξεις των ηλεκτροδίων κατά την Tripotential Method καθώς και η Offset Wenner configuration.

3.6.4. SCHLUMBERGER

Η διάταξη Schlumberger που προτάθηκε από τον C.Schlumberger (1920) είναι μια συμμετρική και συγγραμμική διάταξη τεσσάρων (4) ηλεκτροδίων. Η απόσταση MN (l) μεταξύ των ηλεκτροδίων δυναμικού είναι πολύ μικρότερη από την απόσταση AB (L) μεταξύ των ηλεκτροδίων ρεύματος ($L \gg l$) (σχήμα 3.10).



Σχήμα 3.10

Σύμφωνα με την σχέση (3.8) ο γεωμετρικός παράγοντας (K) της Schlumberger δίνεται από τον τύπο

$$K = \frac{2\pi}{\frac{1}{\frac{L}{2} - \frac{l}{2}} - \frac{1}{\frac{L}{2} + \frac{l}{2}} - \frac{1}{\frac{L}{2} + \frac{l}{2}} + \frac{1}{\frac{L}{2} - \frac{l}{2}}} = \frac{\pi}{l} \left[\left(\frac{L}{2} \right)^2 - \left(\frac{l}{2} \right)^2 \right] \quad (3.16)$$

και η ειδική ηλεκτρική αντίσταση

$$\rho_{\alpha} = \frac{V_{MN}}{I} K = \frac{V_{MN}}{I} \frac{\pi}{l} \left[\left(\frac{L}{2} \right)^2 - \left(\frac{l}{2} \right)^2 \right]$$

όμως λόγω του ότι το $L \gg l$ μπορούμε να θεωρήσουμε τον όρο $\frac{l^2}{2} = 0$. Άρα

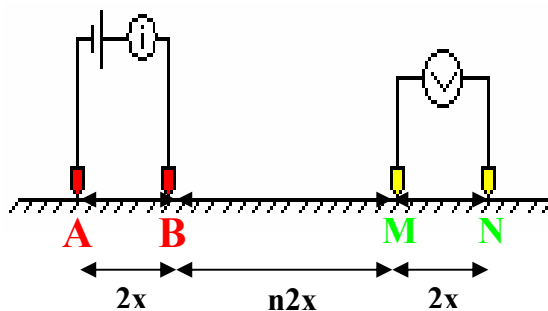
$$\rho_{\alpha} = \frac{V_{MN}}{I} \frac{\pi L^2}{4l} \quad (3.17)$$

Η διάταξη Schlumberger χρησιμοποιείται κυρίως για ηλεκτρικές βυθοσκοπήσεις σε ιζηματογενείς λεκάνες με οριζόντια στρωματογραφία. Κατά την εφαρμογή της, τα ηλεκτρόδια δυναμικού παραμένουν σταθερά ενώ τα ηλεκτρόδια ρεύματος αυξάνονται σταδιακά και συμμετρικά ως προς το κέντρο της διάταξης. Επίσης χρησιμοποιείται και για χαρτογράφηση κατά την οποία οι αποστάσεις των ηλεκτροδίων παραμένουν σταθερές και μετακινούνται κατά μήκος της τομής. Πρέπει να σημειωθεί ότι αν τα ηλεκτρόδια δυναμικού και τα ηλεκτρόδια ρεύματος αλλάξουν αμοιβαία θέσεις, (δηλαδή τα ηλεκτρόδια δυναμικού μετατραπούν σε ηλεκτρόδια ρεύματος και τα ηλεκτρόδια ρεύματος σε δυναμικού) δεν επηρεάζεται η διάταξη και ισχύουν ακριβώς οι ίδιες σχέσεις. Στις βυθοσκοπήσεις αυξάνοντας σταδιακά την απόσταση των ηλεκτροδίων ρεύματος για όλο και πιο βαθιά διασκόπηση (όπως θα αναλύσουμε και στη συνέχεια) φτάνουμε σε κάποιο σημείο που η διαφορά δυναμικού είναι πολύ μικρή για να μετρηθεί με ικανοποιητική ασφάλεια. Για αποφυγή του πιο πάνω σφάλματος αυξάνουμε την απόσταση MN (των ηλεκτροδίων δυναμικού).

Η διάταξη Schlumberger εφαρμόζεται περισσότερο από όλες τις διατάξεις για τους εξής λόγους, (α) απαιτείται η μεταβολή της απόστασης μόνο των δύο ηλεκτροδίων κατά την γεωηλεκτρική βυθοσκόπηση, (β) η χρησιμοποίηση σταθερού διπόλου δυναμικού περιορίζει τις μεταβολές λόγω πλευρικών ασυνεχειών, (γ) το μεγαλύτερο βοηθητικό τεχνολογικό υλικό (προγράμματα υπολογιστών κ.α) για ερμηνεία των μετρήσεων, αφορά την διάταξη Schlumberger.

3.6.5. ΔΙΑΤΑΞΗ ΔΙΠΟΛΟΥ – ΔΙΠΟΛΟΥ

Στη διάταξη αυτή τα δύο ηλεκτρόδια ρεύματος απέχουν μικρή απόσταση μεταξύ τους ($AB = 2x$) όπως επίσης και τα ηλεκτρόδια δυναμικού ($MN = 2x$) σχηματίζοντας δύο δίπολα. Τα δίπολα μεταξύ τους απέχουν μεγάλη απόσταση ($BM = n2x$) όπου $n \gg 1$ σχήμα (3.11)



Σχήμα 3.11

Ο γεωμετρικός παράγοντας (K) της διάταξης δίνεται από τον τύπο:

$$K = \frac{2\pi}{\frac{1}{2x(n+1)} - \frac{1}{n2x} - \frac{1}{2x(n+2)} + \frac{1}{2x(n+1)}} \quad (3.18)$$

$$K = 2\pi n(n+1)(n+2)x$$

και η ειδική ηλεκτρική αντίσταση

$$\rho_a = 2\pi n(n+1)(n+2)x \frac{V}{i}$$

Για την εκτέλεση βυθοσκοπήσεων αυξάνουμε το (n) σε κάθε βήμα και για την εκτέλεση οριζόντιας όδευσης (profiling) μετακινούμε κατά μήκος της επιφάνειας ολόκληρη την διάταξη χωρίς να μεταβάλουμε τις αποστάσεις.

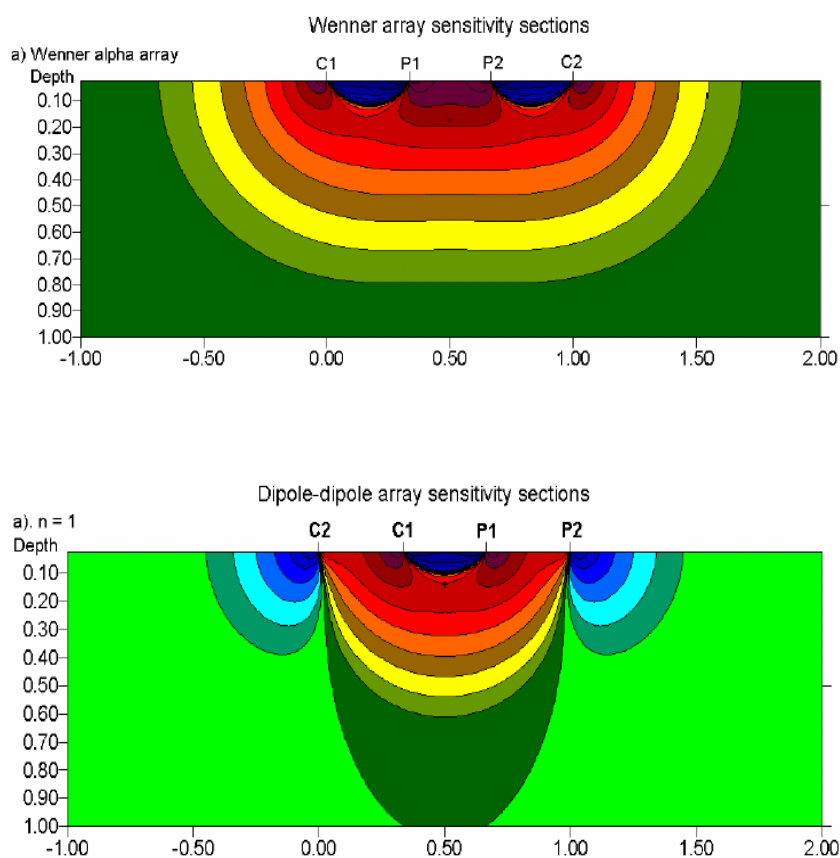
Η διάταξη διπόλου – διπόλου βρήκε μεγάλη εφαρμογή στη μέθοδο επαγόμενης πόλωσης (induced polarization) παρά στην μέθοδο ειδικής αντίστασης. Επίσης παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι η απόσταση των δύο διπόλων μπορεί να αυξηθεί σημαντικά και περιορίζεται μόνο από εδαφικό θόρυβο και την δυνατότητα των οργάνων να καταγράψουν την διαφορά δυναμικού, και όχι από την απαίτηση μεγάλου μήκους καλωδίου όπως συμβαίνει στις διατάξεις Wenner και Schlumberger.

Βέβαια εκτός από τις τρεις (3) βασικές διατάξεις που έχουμε αναφέρει υπάρχει και μια πληθώρα άλλων διατάξεων που χρησιμοποιούνται όμως λιγότερο. Παράδειγμα οι διατάξεις πόλου – πόλου και πόλου – διπόλου, η διάταξη τριών σημείων, η τετραγωνική διάταξη κ.α.

3.6.6. ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ

Όταν μιλάμε για ευαισθησία μιας διάταξης αναφερόμαστε στο πως αυτή ανταποκρίνεται στην αλλαγή της ηλεκτρικής αντίστασης του υπεδάφους. Υπάρχουν δύο περιοχές ευαισθησίας, (α) η αρνητική και (β) η θετική. Στις περιοχές με αρνητική ευαισθησία, όπου έχουμε αύξηση της υπεδάφιας αντίστασης παρουσιάζεται μείωση στη μετρημένη φαινόμενη αντίσταση και όπου έχουμε μείωση στην υπεδάφια αντίσταση παρουσιάζεται αύξηση στην μετρημένη φαινόμενη αντίσταση. Το αντίθετο συμβαίνει σε περιοχές με θετική ευαισθησία.

Στο πιο κάτω σχήμα (σχήμα 3.12) παρουσιάζονται οι θετικές και αρνητικές περιοχές ευαισθησίας για τις διατάξεις Wenner και Διπόλου – Διπόλου. Οι περιοχές με μπλε και γαλάζια χρώματα είναι περιοχές αρνητικής ευαισθησίας, οι περιοχές με πράσινα χρώματα είναι περιοχές θετικής ευαισθησίας και οι περιοχές με κόκκινα χρώματα είναι περιοχές έντονης θετικής ευαισθησίας.



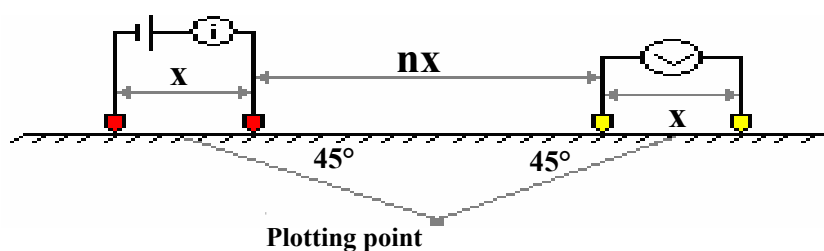
Σχήμα 3.12: Περιοχές θετικής και αρνητικής ευαισθησίας για τις διατάξεις Wenner (πάνω) και διπόλου – διπόλου (κάτω) .

3.7. ΒΥΘΟΣΚΟΠΗΣΗ

3.7.1. ΓΕΝΙΚΑ

Οι ηλεκτρικές ιδιότητες του υπεδάφους μπορούν να μελετηθούν με τρεις (3) κυρίως διαδικασίες. (α) Βυθοσκόπηση (Vertical electrical sounding, VES) κατά την οποία μελετάμε την κατακόρυφη μεταβολή της αντίστασης. (β) Όδευση – Οριζοντιογραφία (Lateral profiling) κατά την οποία μελετάμε την πλευρική μεταβολή της αντίστασης και (γ) Διδιάστατη Διασκόπηση (Vertical profiling, 2D) κατά την οποία μελετάμε τόσο την κατακόρυφη όσο και την πλευρική μεταβολή της αντίστασης (συνδυασμός Βυθοσκόπησης και Όδευσης)

Όπως αναφέραμε και πιο πάνω, αντικείμενο των βυθοσκοπήσεων είναι ο καθορισμός της διακύμανσης της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης με το βάθος. Ιδανικό περιβάλλον για βυθοσκοπήσεις είναι οι ιζηματογενείς λεκάνες και γενικά περιοχές με οριζόντια στρώματα όπου δεν έχουμε πλευρικές μεταβολές ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης. Το βάθος διασκόπησης εξαρτάται από την απόσταση των ηλεκτροδίων A και B, και από τις ειδικές αντιστάσεις του υπεδάφους. Το βάθος στο οποίο έχουμε αξιόπιστα αποτελέσματα κυμαίνεται από $AB/2$ μέχρι $AB/5$ με μέση τιμή την $AB/3$. Παράδειγμα αν θέλουμε να “δούμε” σε βάθος 50m πρέπει να έχουμε απόσταση ηλεκτροδίων ρεύματος $AB=150m$. Βέβαια πρέπει να σημειώσουμε ότι το βάθος δεν εξαρτάται μόνο από την απόσταση $AB/3$ αλλά και από την λιθολογία της περιοχής (μικρότερο βάθος σε πιο αγώγιμα εδάφη). Η πιο πάνω σχέση χρησιμοποιείται στις διατάξεις Wenner και Schlumberger, ενώ στη διάταξη διπόλου – διπόλου εργαζόμαστε διαφορετικά, όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα (3.13), δηλ. σχηματίζουμε δύο ευθείες γραμμές οι οποίες ξεκινάνε από το μέσο των ηλεκτροδίων ρεύματος και δυναμικού αντίστοιχα με γωνία 45 μοιρών με το οριζόντιο επίπεδο, και το σημείο επαφής τους είναι το σημείο στο οποίο αναφέρεται η μέτρηση (plotting point).



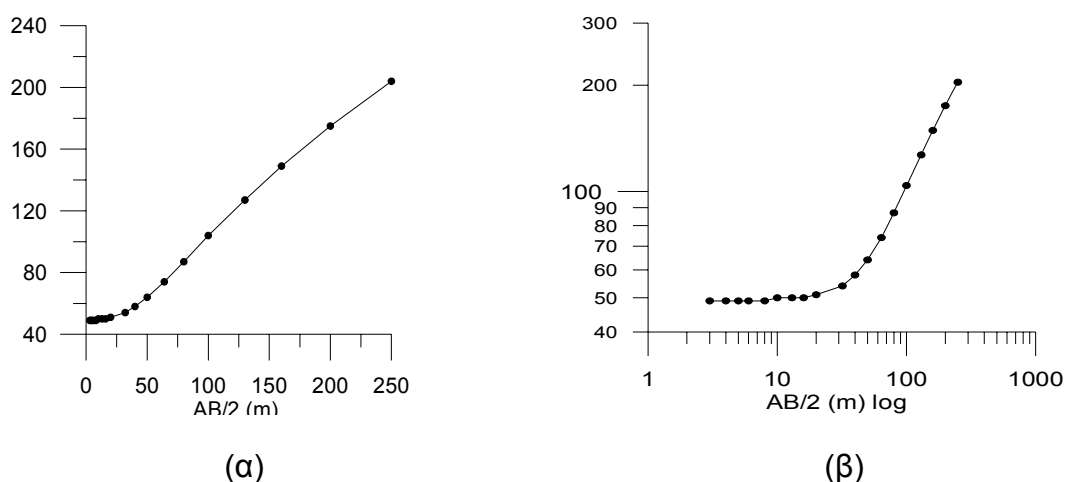
Σχήμα 3.13 (Διαδικασία καθορισμού σημείου μέτρησης για την διάταξη διπόλου - διπόλου)

3.7.2. ΣΧΕΤΙΚΟ ΒΑΘΟΣ (Relative thickness)

Το σχετικό βάθος (R_r) ενός στρώματος είναι η ποσότητα d_i/h_i , ο λόγος δηλαδή, του πάχους προς το βάθος του στρώματος. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή η ποσότητα τόσο καλύτερα είναι τα αποτελέσματα των βυθοσκοπήσεων. Ιδανική περίπτωση είναι το $R_r > 1$ δηλαδή το πάχος του στρώματος να είναι μεγαλύτερο από το βάθος του. Σε αντίθετες περιπτώσεις η ερμηνεία των βυθοσκοπήσεων είναι σχεδόν αδύνατη χωρίς την χρήση άλλων γεωφυσικών ή γεωλογικών πληροφοριών.

3.7.3. ΕΡΜΗΝΕΙΑ (Schlumberger)

Για την ερμηνεία των μετρήσεων χρησιμοποιούμε πρότυπες καμπύλες δύο στρωμάτων (ή και περισσότερων) όπως θα δούμε στη συνέχεια. Αφού πάρουμε τις μετρήσεις των ειδικών φαινόμενων αντιστάσεων (παίρνουμε 5-8 μετρήσεις ανά λογαριθμική δεκάδα) τις χαρτογραφούμε σε διαφανές διλογαριθμικό χαρτί με άξονες τετμημένων τα $AB/2$ και τεταγμένων τις φαινόμενες αντιστάσεις σε Ohm.m. Χρησιμοποιούμε την διλογαριθμική κλίμακα για καλύτερη απεικόνιση των μετρήσεων (σχήμα 3.14).

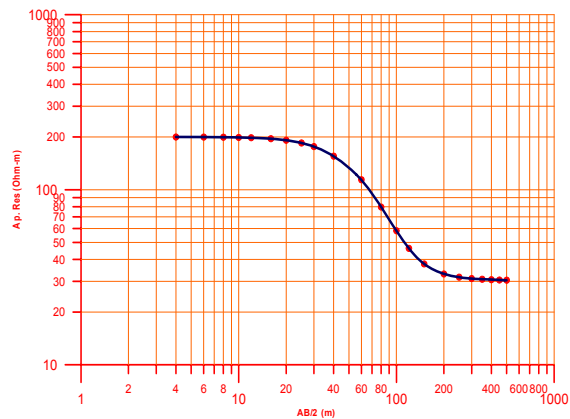


Σχήμα 3.14. Απεικόνιση μετρήσεων σε (α) κανονικό και (β) διλογαριθμικό χαρτί.

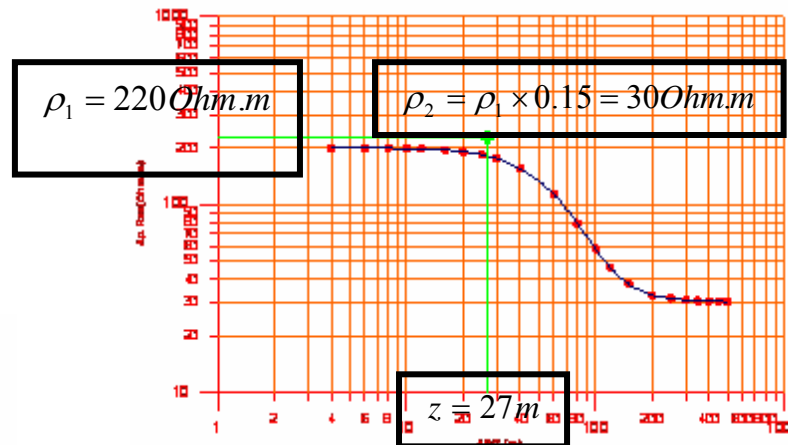
Το διαφανές αυτό χαρτί τοποθετείται πάνω από τις πρότυπες καμπύλες έτσι ώστε η πειραματική καμπύλη να ταυτιστεί με μια εκ των θεωρητικών, (κάθε θεωρητική καμπύλη αντιστοιχεί σε ένα λόγο ρ_2 / ρ_1 , αντίσταση πάνω ως προς αντίσταση κάτω στρώματος). Τότε σημειώνουμε με ένα σταυρόνημα την αρχή των αξόνων των θεωρητικών καμπύλων, πάνω στο διαφανές χαρτί. Στη

συνέχεια προβάλλουμε το σημείο αυτό τόσο στον άξονα των τεταγμένων όσο και στον άξονα των τετμημένων και παίρνουμε την φαινόμενη αντίσταση ρ_1 και το πάχος (z) του στρώματος αντίστοιχα. Τέλος πολλαπλασιάζουμε την αντίσταση ρ_1 με το λόγο ρ_2 / ρ_1 και βρίσκουμε την ρ_2 για το κάτω στρώμα. Σημείωση: τα πιο πάνω αναφέρονται για περιπτώσεις 2 στρωμάτων. Υπάρχουν και πρότυπες καμπύλες περισσότερων στρωμάτων στις οποίες εργαζόμαστε με τον ίδιο τρόπο. Μπορούμε επίσης να χρησιμοποιήσουμε τις πρότυπες καμπύλες δύο στρωμάτων και για περισσότερα στρώματα αν και η συγκεκριμένη μέθοδος δεν δίνει ακριβή αποτελέσματα. Αρκεί μόνο να χωρίσουμε την καμπύλη σε διάφορα τμήματα (κάθε φορά που αλλάζει κλίση η καμπύλη είναι και ένα διαφορετικό τμήμα) και να εργαστούμε στο κάθε ένα ξεχωριστά. Στο σχήμα (3.15) παρουσιάζεται ο τρόπος εργασίας και ερμηνείας των βυθοσκοπήσεων.

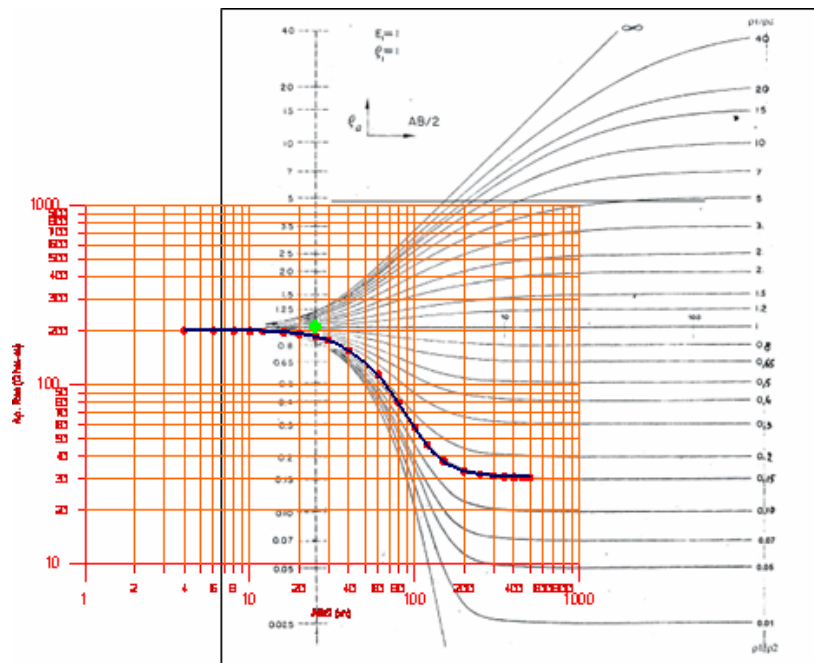
Για ερμηνεία των βυθοσκοπήσεων έχουν δημιουργηθεί διάφορα λογισμικά τα οποία χρησιμοποιούνται αντί των πρότυπων καμπύλων. Ένα τέτοιο πρόγραμμα είναι το IPI2WIN με το οποίο έγιναν οι ερμηνείες των μετρήσεων στην παρούσα εργασία.



(α)



(γ)

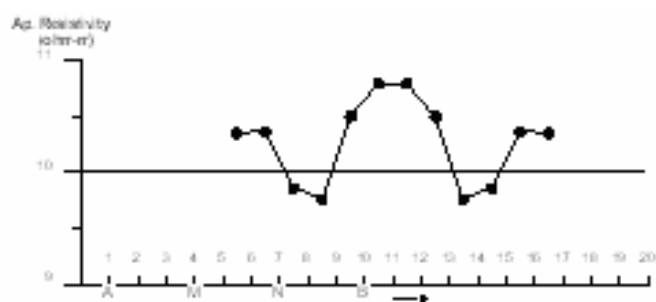


(β)

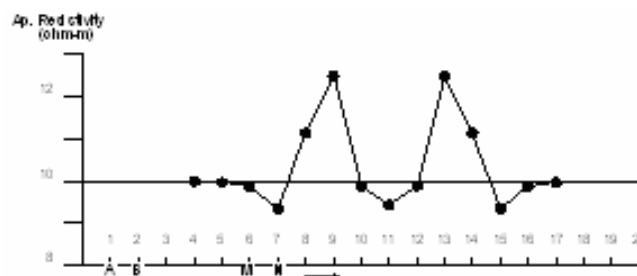
Σχήμα 3.15: (α) χαρτογράφηση μετρημένων φαινομένων αντιστάσεων σε διλογαριθμικό χαρτί (β) ταύτιση πειραματικής καμπύλης με τις πρότυπες καμπύλες δύο στρωμάτων (γ) εύρεση φαινομένης αντίστασης και πάχους στρωμάτων.

3.8. PROFILING

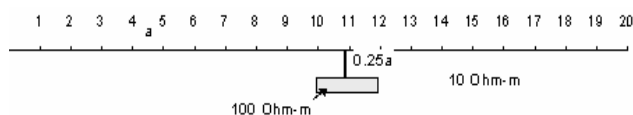
Με την οριζόντια όδευση μελετάμε την πλευρική μεταβολή της φαινόμενης αντίστασης. Οι διατάξεις που χρησιμοποιούνται είναι κυρίως η Wenner και η διπόλου – διπόλου. Κατά την όδευση παραμένουν σταθερές οι αποστάσεις μεταξύ των ηλεκτροδίων και λαμβάνεται μια σειρά μετρήσεων με πλευρική μετακίνηση της διάταξης των ηλεκτροδίων με σταθερό βήμα. Οι μετρήσεις είναι ανάλογες της υπεδάφιας αντίστασης και της διάταξης που χρησιμοποιούμε. Στο σχήμα (3.16) παρουσιάζεται ένα παράδειγμα του πως οι μετρήσεις επηρεάζονται από την εκάστοτε διάταξη.



(α)



(β)

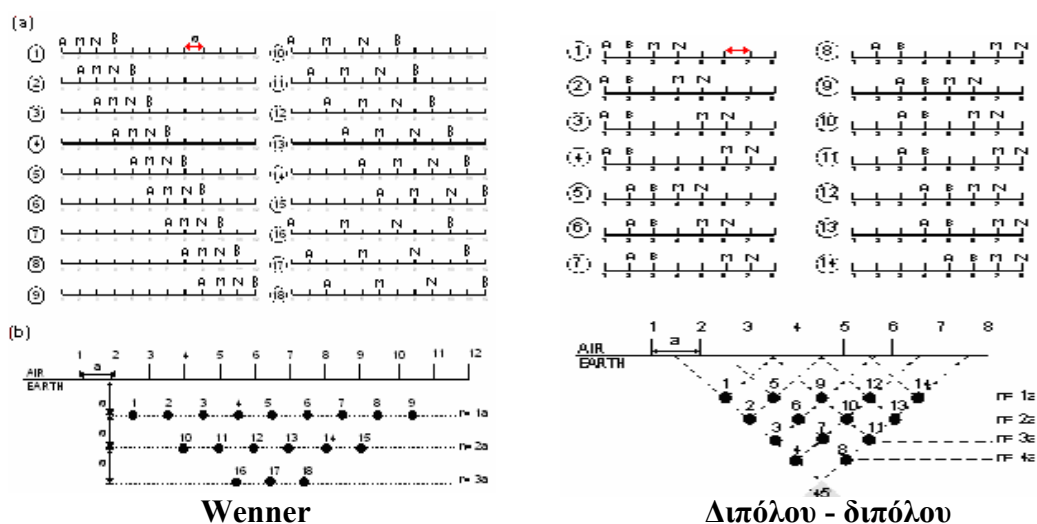


(γ)

Σχήμα 3.16: Πλευρική μεταβολή φαινόμενης αντίστασης με (α) διάταξη Wenner (β) διάταξη διπόλου - διπόλου

3.9. ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ

Είναι ένας συνδυασμός βυθοσκόπησης και οριζόντιας όδευσης με σκοπό την καταγραφή τόσο της πλευρικής όσο και της εις βάθος φαινόμενης ηλεκτρικής αντίστασης. Στο πιο κάτω σχήμα (3.17) απεικονίζεται ο τρόπος μέτρησης της τομογραφίας για τις διατάξεις Wenner και διπόλου – διπόλου.



Σχήμα 3.17: Μέτρηση τομογραφίας με τις διατάξεις Wenner και διπόλου – διπόλου. Στο (α) απεικονίζονται οι αποστάσεις των ηλεκτροδίων στη κάθε μέτρηση και στο (β) το σημείο του υπεδάφους που αντιστοιχεί η κάθε μέτρηση.

Για ερμηνεία των ηλεκτρικών τομογραφιών υπάρχουν επίσης διάφορα λογισμικά όπως το RES2DINV και το RES3DINV.

3.10. ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Το όργανο που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα είναι το terrameter SAS300 το οποίο αποτελείται από ένα πομπό (transmitter), ένα δέκτη (receiver) και ένα επεξεργαστή (microprocessor).

- **Transmitter:** Ο πομπός εκπέμπει εναλλασσόμενο ρεύμα στη γη (για να αποφύγουμε προβλήματα ηλεκτρολυτικής πόλωσης των ηλεκτροδίων με το έδαφος). Το SAS300 έχει την δυνατότητα ρύθμισης της περιόδου του εναλλασσόμενου ρεύματος σε τρεις διαφορετικές τιμές (3.6, 7.2, 14.4 sec) καθώς και της έντασης του ρεύματος (0.2, 0.5, 1, 2, 5, 20 και 500 mA).

- **Receiver:** Ο δέκτης είναι ένα απλό βολτόμετρο το οποίο μετρά την ηλεκτρική τάση.

- **Microprocessor:** Αποτελείται από την οθόνη στην οποία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα και τον επεξεργαστή που υπολογίζει την ηλεκτρική αντίσταση. Ο επεξεργαστής έχει την δυνατότητα επανάληψης της κάθε μέτρησης 1, 4, 16 ή 64 φορές και παίρνει σαν μέτρηση τον μέσο όρο. Η ακρίβεια του είναι $\pm 2\%$.

Πέραν από αυτά, οι συσκευές ηλεκτρικής διασκόπησης περιλαμβάνουν (α) καλώδια (β) ηλεκτρόδια κ.α. Τα ηλεκτρόδια είναι από ασάλι ή αλουμίνιο ή κ.α όταν χρησιμοποιούμε εναλλασσόμενο ρεύμα, ενώ σε περίπτωση συνεχούς ρεύματος, είναι ειδικά πορώδη ηλεκτρόδια που δεν πολώνονται και αποφεύγουμε με αυτό τον τρόπο τη δημιουργία τάσης επαφής μεταξύ αυτών και του εδάφους.

4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΩΝ.

4.1. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΥΘΟΣΚΟΠΗΣΕΩΝ.

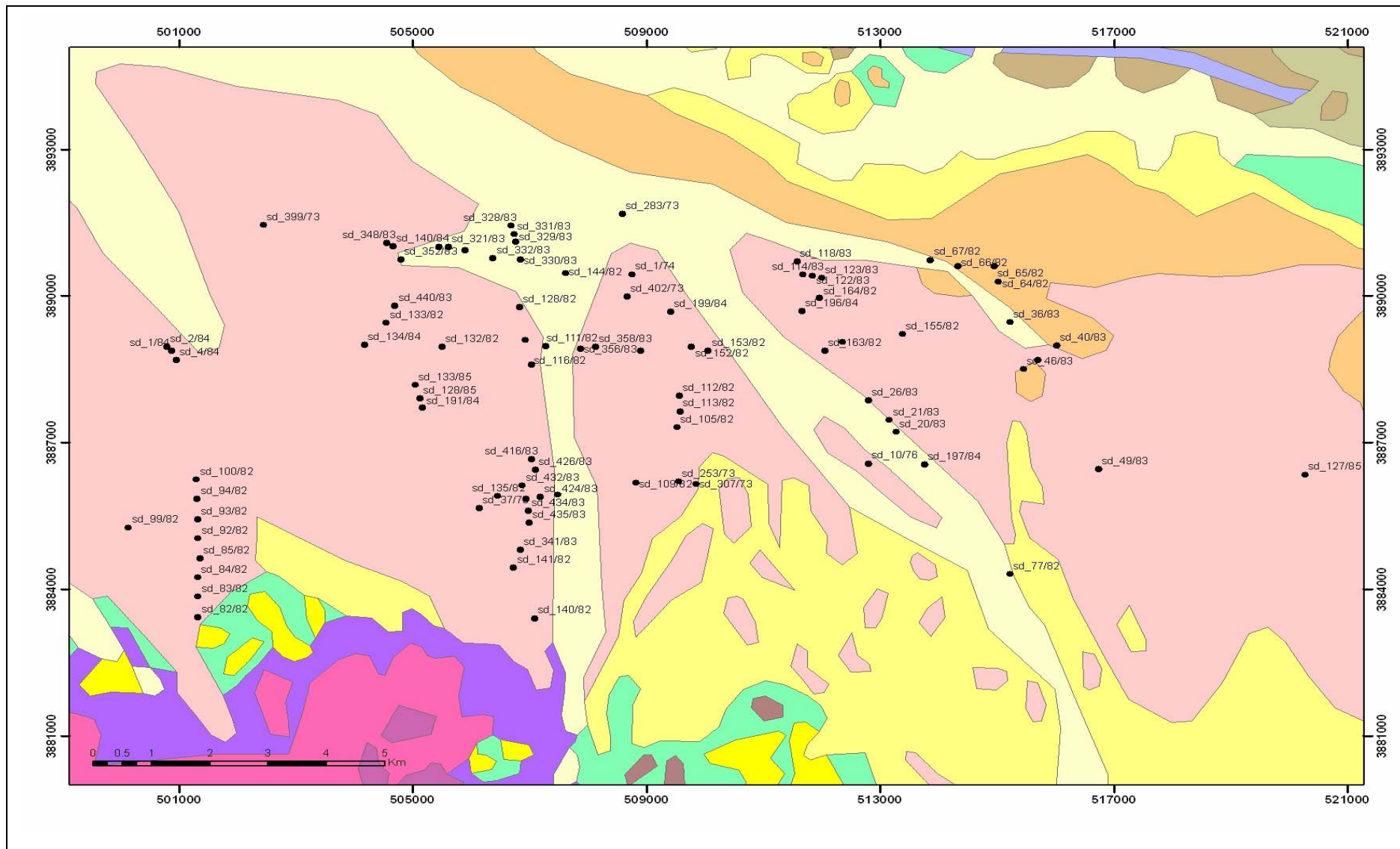
Πραγματοποιήθηκαν εκατό τριάντα οκτώ (138) βυθοσκοπήσεις, ενενήντα (90) στη Δυτική Μεσσαορία και σαράντα οκτώ (48) στην Κεντρική Μεσσαορία ενώ δεκαπέντε (15) βυθοσκοπήσεις χρησιμοποιήθηκαν για την ανάδειξη του συντελεστή ανομοιογένειας αζιμουθίου και τριάντα τέσσερις βυθοσκοπήσεις (34) για τον καθορισμό της πλευρικής μεταβολής. Στην μεγάλη πλειοψηφία χρησιμοποιήθηκε η διάταξη Schlumberger ενώ μόνο σε δεκαπέντε (15) βυθοσκοπήσεις χρησιμοποιήθηκε η διάταξη Wenner. Όσον αφορά τις βυθοσκοπήσεις διάταξης Schlumberger, το ανάπτυγμα των ηλεκτροδίων ρεύματος έφτασε τα 1200 μέτρα ($AB/2 = 600$ μέτρα) ενώ χρησιμοποιήθηκαν πέντε (5) διαφορετικές αποστάσεις ηλεκτροδίων δυναμικού ($MN/2$) στα 0.5, 2, 5, 20, 50 μέτρα, όπως πιο κάτω.

AB/2

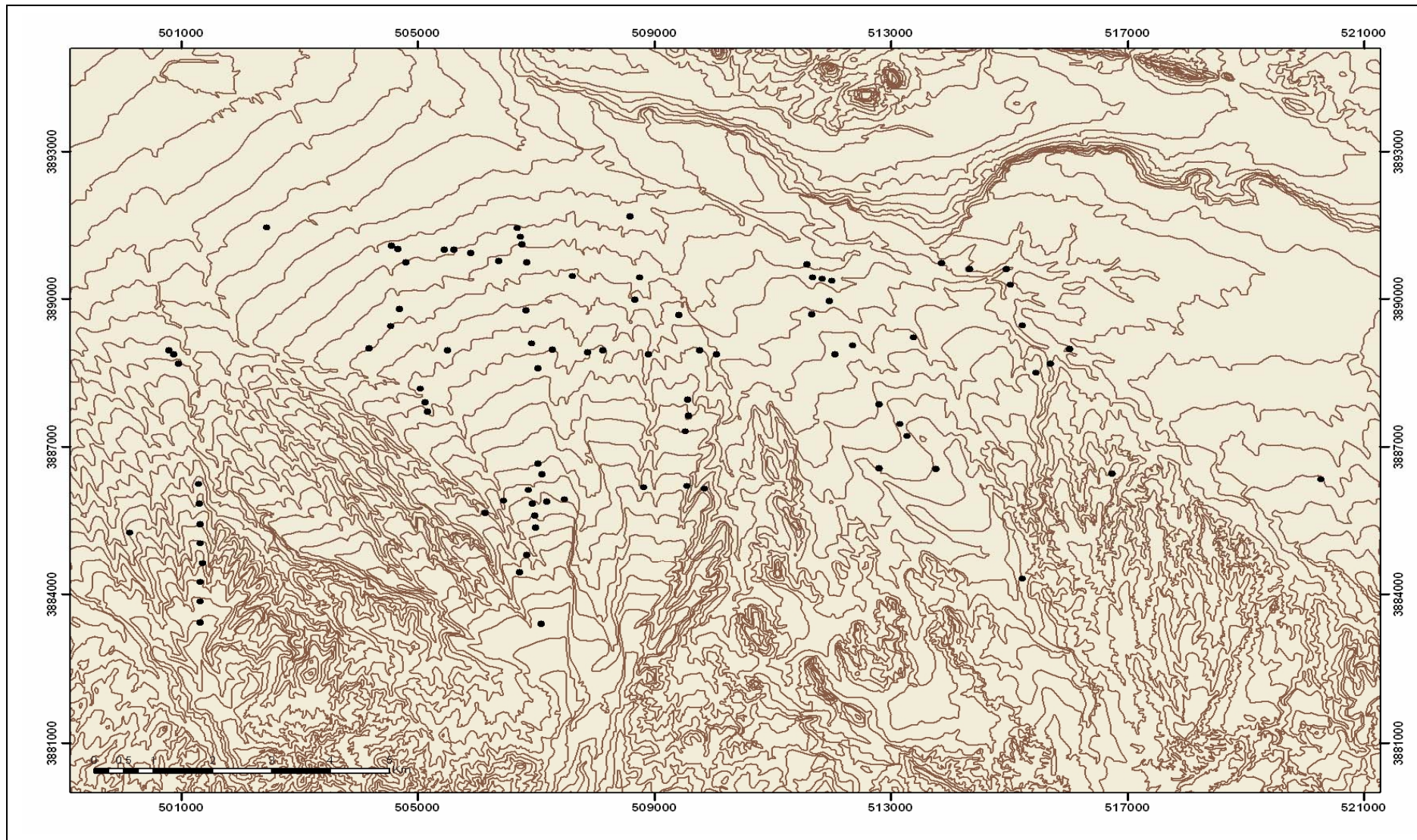
<u>MN/2</u> → 0.5	(1.5 - 12 μέτρα)
2	(10 - 50 μέτρα)
5	(40 - 120 μέτρα)
20	(100 - 250 μέτρα)
50	(200 - 600 μέτρα)

Για τις βυθοσκοπήσεις διάταξης Wenner χρησιμοποιήθηκαν αποστάσεις a μέχρι τα 180 μέτρα.

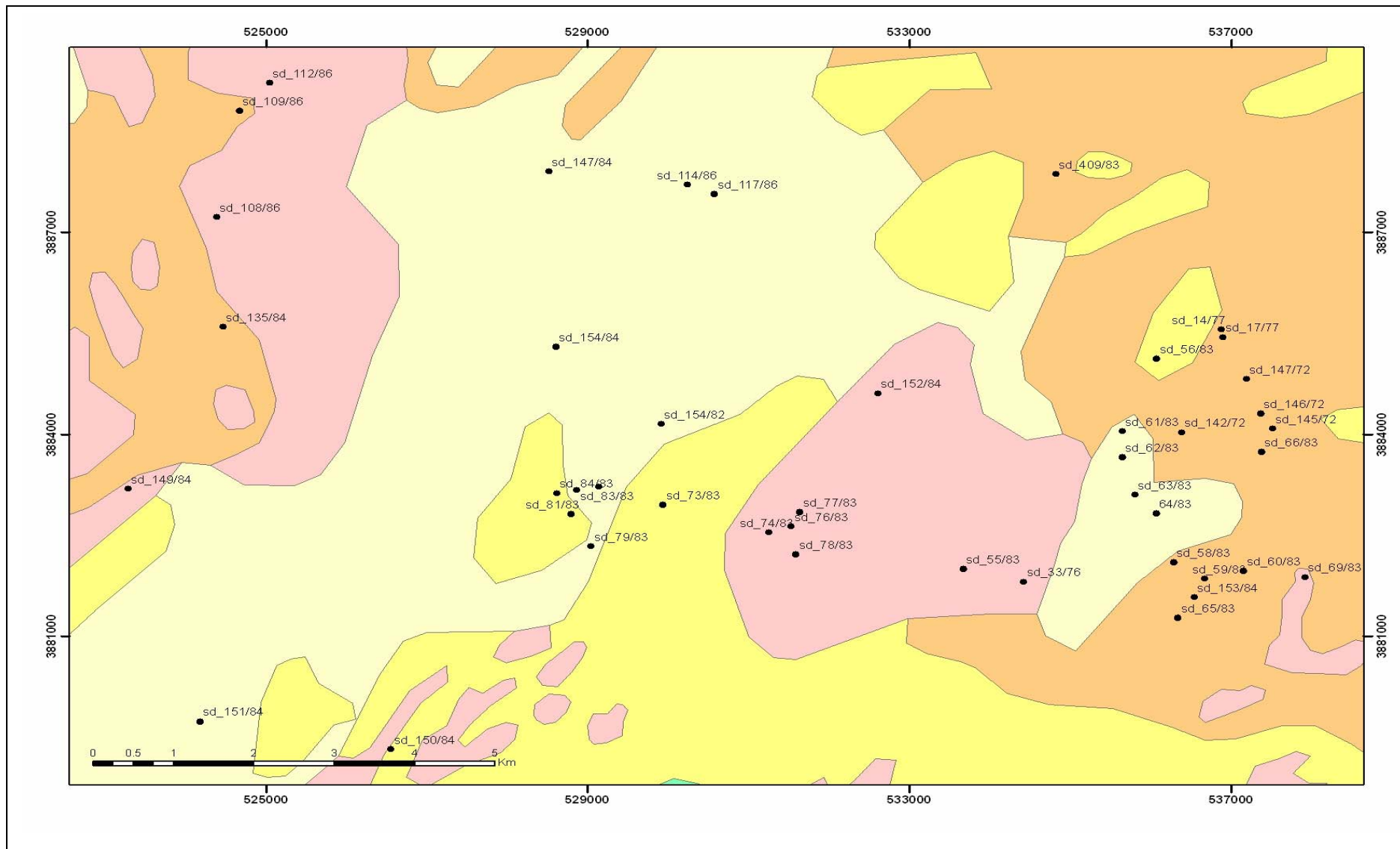
Οι θέσεις των βυθοσκοπήσεων παρουσιάζονται στους χάρτες των σχημάτων 4.1 – 4.4 και στο πίνακα 4.1 οι συντεταγμένες και τα υψόμετρα τους. Στο πίνακα 4.2 παρουσιάζονται οι συντεταγμένες των βυθοσκοπήσεων που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάδειξη του συντελεστή ανομοιογένειας αζιμουθίου και στον πίνακα 4.3 οι συντεταγμένες των Offset Wenner.



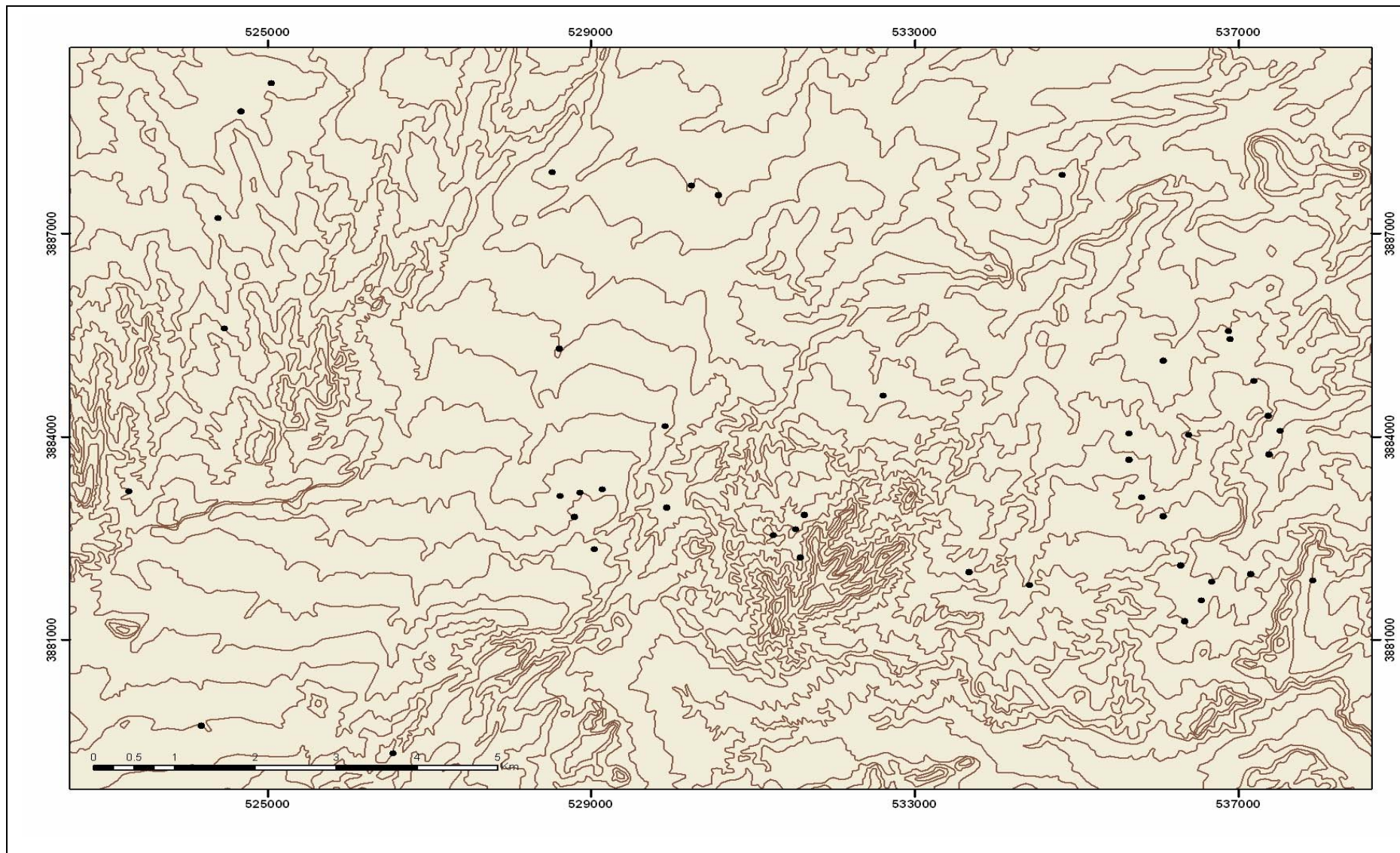
Σχήμα 4.1 : Θέσεις βυθοσκοπήσεων για την Δυτική Μεσαορία σε Γεωλογικό χάρτη κλίμακα 1:250,000.



Σχήμα 4.2 : Θέσεις βυθοσκοπήσεων για την Δυτική Μεσαορία σε Τοπογραφικό υπόβαθρο κλίμακα 1:50,000.



Σχήμα 4.3 : Θέσεις βυθοσκοπήσεων για την Κεντρική Μεσαορία σε Γεωλογικό χάρτη κλίμακα 1:250,000.



Σχήμα 4.4 : Θέσεις βυθοσκοπήσεων για την Κεντρική Μεσαορία σε Τοπογραφικό υπόβαθρο κλίμακα 1:50,000.

Πίνακας 4.1: Συντεταγμένες και υψόμετρα βυθοσκοπήσεων στις δύο περιοχές έρευνας.

<u>Βυθοσκοπήσεις</u>	<u>Easting</u>	<u>Northing</u>	<u>Elevation</u>
Δυτική Μεσαορία			
sd_1/74	508755	3890446	142
sd_1/84	500873	3888880	145
sd_10/76	512795	3886576	245
sd_100/82	501295	3886245	205
sd_105/82	509523	3887308	235
sd_109/82	508811	3886175	255
sd_111/82	507280	3888974	201
sd_112/82	509567	3887968	221
sd_113/82	509573	3887645	225
sd_114/83	511674	3890443	188
sd_116/82	507028	3888595	210
sd_117/82	506927	3889097	200
sd_118/83	511574	3890711	184
sd_122/83	511843	3890410	185
sd_123/82	505940	3890353	188
sd_127/85	520265	3886345	230
sd_128/82	506830	3889775	188
sd_128/85	505125	3887912	208
sd_132/82	505503	3888966	188
sd_133/82	504546	3889457	185
sd_133/85	505040	3888183	197
sd_134/84	504172	3889005	173
sd_135/82	506452	3885902	255
sd_137/82	507478	3885937	265
sd_140/82	507085	3883407	332
sd_140/84	504660	3891025	142
sd_141/82	506725	3884438	305
sd_144/82	507616	3890474	160
sd_150/82	508893	3888890	201
sd_152/82	509770	3888960	205
sd_153/82	510055	3888887	190
sd_155/82	513373	3889226	213
sd_162/82	512355	3889059	212
sd_163/82	512047	3888885	210
sd_164/82	511965	3889965	209
sd_191/84	505168	3887715	216
sd_196/84	511658	3889690	207
sd_197/84	513760	3886560	245
sd_199/84	509408	3889682	190
sd_2/84	500795	3888960	138
sd_20/83	513267	3887215	235
sd_21/83	513155	3887460	231

sd_253/73	509545	3886206	245
sd_26/83	512791	3887863	218
sd_307/73	500985	3886240	245
sd_314/83	505897	3890945	150
sd_321/83	505605	3891008	148
sd_322/83	505442	3891003	145
sd_328/83	506674	3891440	147
sd_329/83	506762	3891124	154
sd_330/83	506836	3890758	160
sd_331/83	506727	3891265	152
sd_332/83	506374	3890776	155
sd_341/83	506845	3884803	293
sd_348/83	504550	3891090	140
sd_352/83	504797	3890750	149
sd_356/83	507865	3888930	201
sd_358/83	508122	3888964	210
sd_36/83	515225	3889469	205
sd_37/76	506135	3885666	255
sd_399/73	502440	3891456	113
sd_4/84	500950	3888695	146
sd_40/83	516023	3888987	218
sd_402/73	508695	3890260	160
sd_416/83	507037	3886663	248
sd_424/83	507185	3885886	267
sd_426/83	507099	3886450	252
sd_432/83	506875	3886120	259
sd_433/83	506940	3885857	267
sd_434/83	506974	3885607	272
sd_435/83	506988	3885360	280
sd_44/83	515700	3888695	215
sd_440/83	504695	3889805	165
sd_46/82	515450	3888500	205
sd_49/83	516734	3886463	265
sd_64/82	515024	3890298	202
sd_65/82	514950	3890612	196
sd_66/82	514330	3890600	185
sd_67/82	513859	3890744	185
sd_68/81	514795	3891040	217
sd_77/82	515220	3884303	285
sd_82/82	501325	3883430	300
sd_83/82	501325	3883842	287
sd_84/82	501315	3884237	280
sd_85/82	501358	3884630	265
sd_92/82	501325	3885035	250
sd_93/82	501315	3885436	240
sd_94/82	501310	3885850	232
sd_99/82	500132	3885263	210

Κεντρική Μεσαορία			
sd_108/86	524389	3887230	249
sd_109/86	524675	3888815	230
sd_112/86	525045	3889226	220
sd_114/86	530240	3887715	190
sd_117/86	530577	3887577	190
sd_135/84	524468	3885594	262
sd_14/77	536874	3885556	181
sd_142/72	536388	3884030	196
sd_145/72	537515	3884087	172
sd_146/72	537364	3884309	175
sd_147/72	537194	3884822	201
sd_147/84	528515	3887905	203
sd_149/84	523290	3883190	290
sd_150/84	526556	3879316	342
sd_151/84	524181	3879732	323
sd_152/84	532608	3884610	206
sd_153/84	536540	3881572	207
sd_154/82	529912	3884152	234
sd_154/84	528605	3885300	235
sd_17/77	536894	3885446	182
sd_33/76	534420	3881806	220
sd_405/83	535000	3888120	163
sd_409/83	534820	3887872	168
sd_55/83	533669	3881995	243
sd_56/83	536073	3885129	175
sd_58/83	536283	3882098	207
sd_59/83	536671	3881854	208
sd_60/83	537156	3881970	195
sd_61/83	535645	3884046	196
sd_62/83	535645	3883663	204
sd_63/83	535804	3883104	205
sd_64/83	536070	3882822	213
sd_65/83	536340	3881270	210
sd_66/83	537377	3883740	175
sd_69/83	537916	3881875	231
sd_73/83	529935	3882956	249
sd_74/83	531253	3882543	273
sd_76/83	531532	3882630	259
sd_77/83	531640	3882842	252
sd_78/83	531591	3882218	266
sd_79/83	529041	3882335	293
sd_81/83	528789	3882817	278
sd_82/83	529139	3883222	273
sd_83/83	528863	3883168	268
sd_84/83	528614	3883125	275
sd_AT107	531800	3885800	193
sd_AT116	532635	3888750	191
sd_AT97	531503	3881565	296

Πίνακας 4.2: Συντεταγμένες βυθοσκοπήσεων για ανάδειξη του συντελεστή ανομοιογένειας αζιμουθίου.

<u>Βυθοσκοπήσεις</u>	<u>Easting</u>	<u>Northing</u>
sd_117/82 (az.61°+351°)	506927	3889097
sd_119/82 (az.90°+360°)	505940	3890353
sd_129/82 (az.65°+317°)	505793	3889820
sd_131/82 (az.55°+325°)	505798	3888538
sd_139/82 (az.91°+355°)	506578	3886524
sd_146/84 (az.79°+350°)	506570	3890380
sd_190/84 (az.16°+103°)	503980	3890128
sd_191/84 (az.73°+163°)	505168	3887715
sd_192/84 (az.40°+133°)	508733	3887538
sd_194/84 (az.76°+342°)	513938	3889562
sd_195/84 (az.29°+110°)	512678	3889960
sd_196/84 (az.27°+97°)	511658	3889690
sd_197/84 (az.87°+159°)	513760	3886560
sd_198/84 (az.103°+360°)	512960	3887148
sd_199/84 (az.77°+349°)	509408	3889682

Πίνακας 4.3: Συντεταγμένες βυθοσκοπήσεων Offset Wenner.

<u>Βυθοσκοπήσεις</u>	<u>Easting</u>	<u>Northing</u>
sd_104/82	509077	3886700
sd_108/82	508286	3885624
sd_113/82	509573	3887645
sd_114/82	510149	3888620
sd_118/82	506000	3890068
sd_125/82	507225	3890653
sd_139/82	506578	3886524
sd_158/82	510909	3889548
sd_161/82	512675	3889965
sd_190/84	503980	3890128
sd_191/84	505168	3887715
sd_193/84	507975	3889552
sd_194/84 (azimuth 77°)	513938	3889562
sd_194/84 (azimuth 343°)	513938	3889562
sd_196/84 (azimuth 27°)	511658	3889690
sd_196/84 (azimuth 97°)	511658	3889690
sd_196/84 (azimuth 27°-97°)	511658	3889690
sd_197/84 (azimuth 87°)	513760	3886560
sd_197/84 (azimuth 339°)	513760	3886560
sd_198/84 (azimuth 101°)	512960	3887148
sd_198/84 (azimuth 360°)	512960	3887148
sd_199/84	509408	3889682
sd_24/82	515240	3890367
sd_27/82	514710	3890170
sd_28/82	514525	3890321
sd_3/83	510267	3888018
sd_36/82	514110	3890405
sd_37/82	515302	3890218
sd_44/82	514692	3889878
sd_45/82	515207	3889935
sd_46/82	515121	3889885
sd_50/82	514796	3889706
sd_52/82	514330	3890600
sd_82/83	514101	3890164

4.2. ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΒΥΘΟΣΚΟΠΗΣΕΩΝ.

Πολλά πετρώματα παρουσιάζουν το φαινόμενο της ανισοτροπίας με αποτέλεσμα να παρατηρούνται διαφορετικές ειδικές ηλεκτρικές αντιστάσεις ανάλογα με τον προσανατολισμό της διάταξης. Στις ηλεκτρικές βυθοσκοπήσεις συνηθίζεται να επιλέγεται προσανατολισμός παράλληλος με τις αναμενόμενες γεωλογικές δομές.

Για να υπολογίσουμε το αποτέλεσμα του προσανατολισμού, εκτελούμε πείραμα κατά το οποίο μετράμε την ειδική ηλεκτρική αντίσταση σε δύο κάθετες τομές ρ_α και ρ_β (crossed measurement).

$$\rho_m = \frac{(\rho_\alpha + \rho_\beta)}{2} \quad \rho_m = \text{μέσος όρος ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης}$$

$$\rho_\alpha, \rho_\beta = \text{ειδικές ηλεκτρικές αντιστάσεις σε δύο}$$

κάθετες τομές

$$I = \frac{\rho_\alpha - \rho_\beta}{\rho_m}$$

$$I = \text{λόγος ανομοιογένειας αζιμουθίου}$$

Η τιμή (I) (azimuthal inhomogeneity ratio) (A.I.R) αποτελεί δείκτη της ανομοιογένειας προσανατολισμού. Καλύτερα αποτελέσματα δίνει το r.m.s των τιμών (I) χρησιμοποιώντας τον τύπο

$$R.M.S(I) = \sqrt{\frac{\sum I^2}{n}}$$

Για τιμές A.I.R. μικρότερες του 0.3 η επίδραση του προσανατολισμού δεν είναι σημαντική και δεν λαμβάνεται υπόψη. Σε περιπτώσεις μεγαλύτερων τιμών πρέπει να γίνεται διόρθωση των μετρήσεων, ή ακόμα και αποφυγή ηλεκτρικών μεθόδων για έρευνα στη συγκεκριμένη περιοχή.

Οι πιο πάνω μετρήσεις είναι πολύ σημαντικό να εκτελούνται πριν από κάθε γεωηλεκτρική έρευνα για να διαπιστώνεται η καταλληλότητά τους. Στο κεφάλαιο (4.3.1) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα τέτοιων μετρήσεων στην περιοχή της Δυτικής Μεσσαορίας.

4.3. TEST ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ (APPLICABILITY TEST).

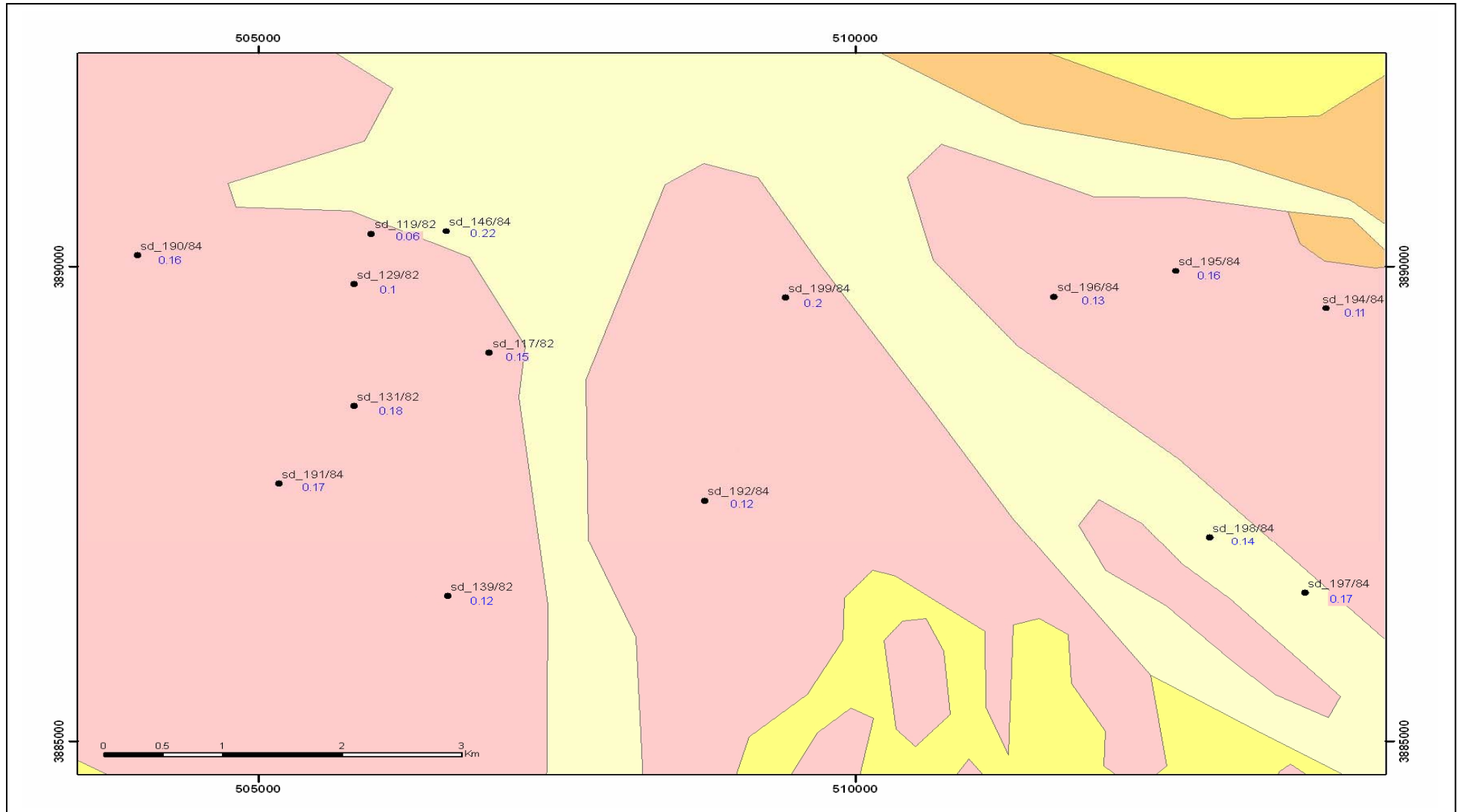
Όπως έχει αναφερθεί και πιο πριν, για να μπορεί να γίνει εφαρμογή της μεθόδου της ηλεκτρικής βυθοσκοπήσης, πρέπει το έδαφος να αποτελείται από οριζόντια (ή σχεδόν οριζόντια), ομογενή και ισότροπα στρώματα. Οποιοδήποτε παρέκκλιση από τις πιο πάνω συνθήκες, που θεωρούνται ιδανικές, θέτει σε αμφιβολία την καταλληλότητα της μεθόδου. Για αυτό είναι αναγκαίος ο αρχικός έλεγχος των πιο πάνω συνθηκών και ο καθορισμός του βαθμού παρέκκλισης.

Για το σκοπό αυτό έγιναν τα ακόλουθα test – μετρήσεις για να διαπιστωθεί η καταλληλότητα ή όχι των μεθόδων.

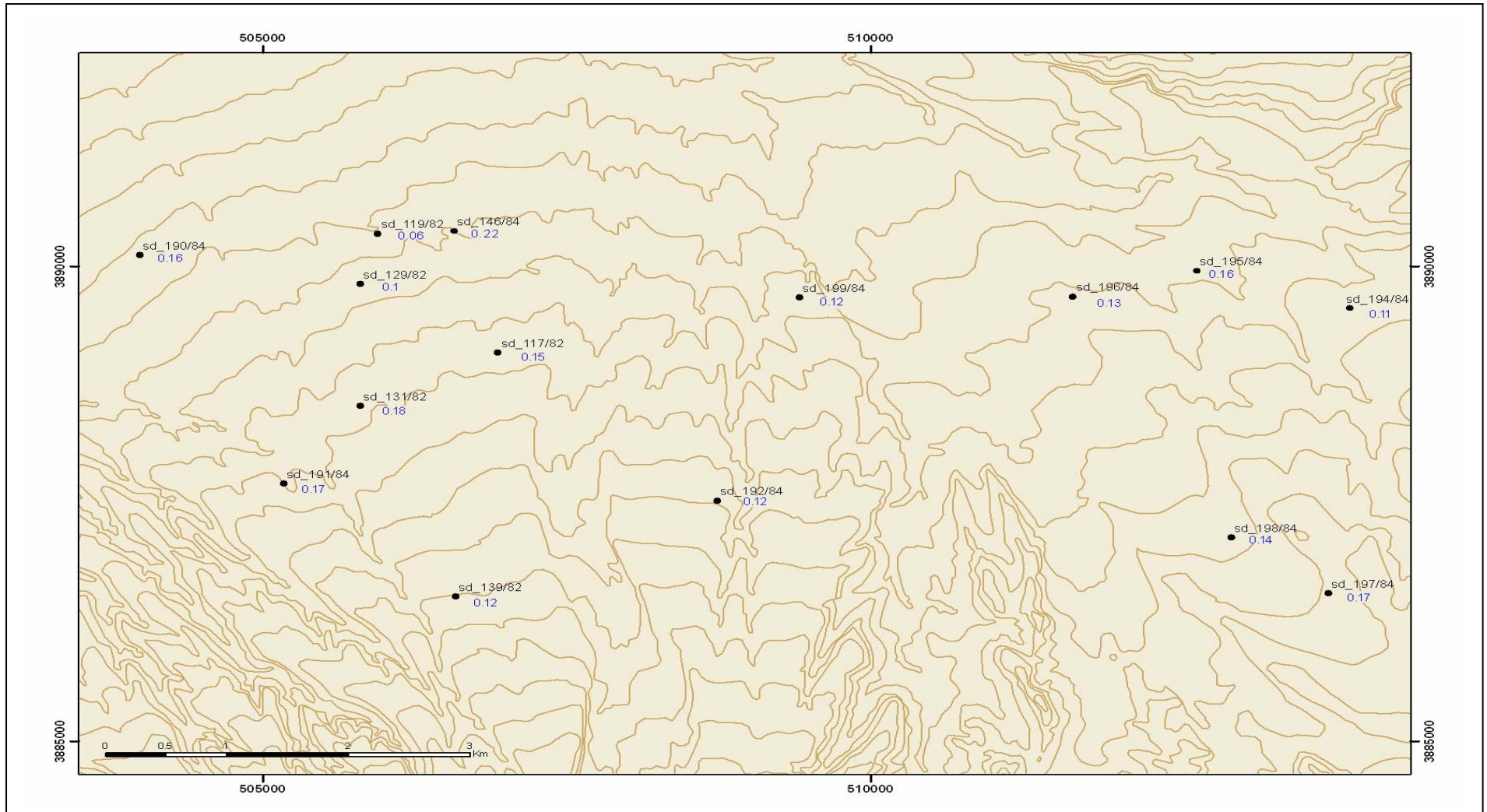
- (α) Καθορισμός της μεταβολής της ειδικής αντίστασης με βάση τον προσανατολισμό των βυθοσκοπήσεων
- (β) Καθορισμός της πλευρικής μεταβολής της ειδικής αντίστασης.
- (γ) Βυθοσκοπήσεις συσχέτισης

4.3.1 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ ΤΗΣ (ORIENTATION VARIATION).

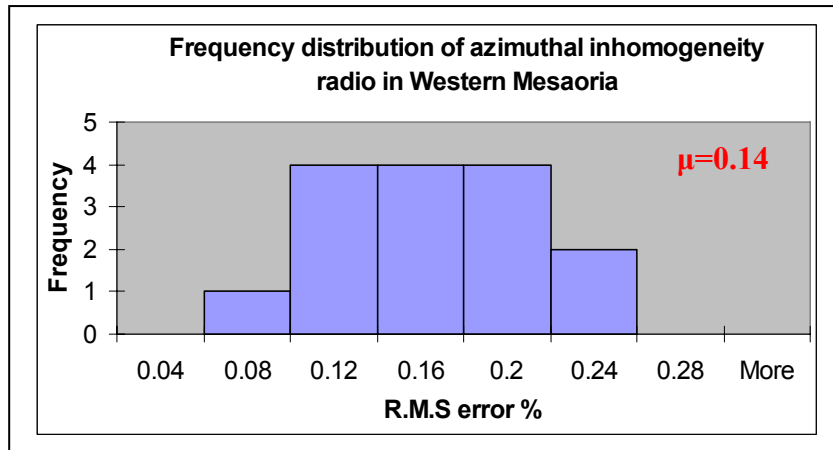
Για τον καθορισμό της μεταβολής αυτής πραγματοποιήθηκαν 15 crossed sounding measurement στην περιοχή της Δυτικής Μεσσαορίας (30 βυθοσκοπήσεις ανά δύο κάθετες μεταξύ τους ή σχεδόν κάθετες) χρησιμοποιώντας την διάταξη Schlumberger, οι οποίες έδειξαν τιμές A.I.R. 0.06-0.22 (βλέπε κεφάλαιο 4.2). Στους χάρτες 4.3.1.1 και 4.3.1.2 απεικονίζονται οι τοποθεσίες των crossed sounding σε γεωλογικό και τοπογραφικό υπόβαθρο αντίστοιχα, καθώς και η τιμή του A.I.R. ενώ στο διάγραμμα 4.3.1.3 η συχνότητα εμφάνισης της κάθε τιμής. Τέλος στο σχήμα 4.3.1.4 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα cross measurement από την βυθοσκόπηση 84/199 στην περιοχή Ακάκι με A.I.R. =0.20. Από τα πιο πάνω προκύπτει ότι το αποτέλεσμα προσανατολισμού δεν είναι σημαντικό στην περιοχή έρευνας, οπότε και δεν λαμβάνεται υπόψη. **Στο παράρτημα 3 παρουσιάζονται οι μετρήσεις των βυθοσκοπήσεων (orientation soundings) και ο τρόπος υπολογισμού του A.I.R.**



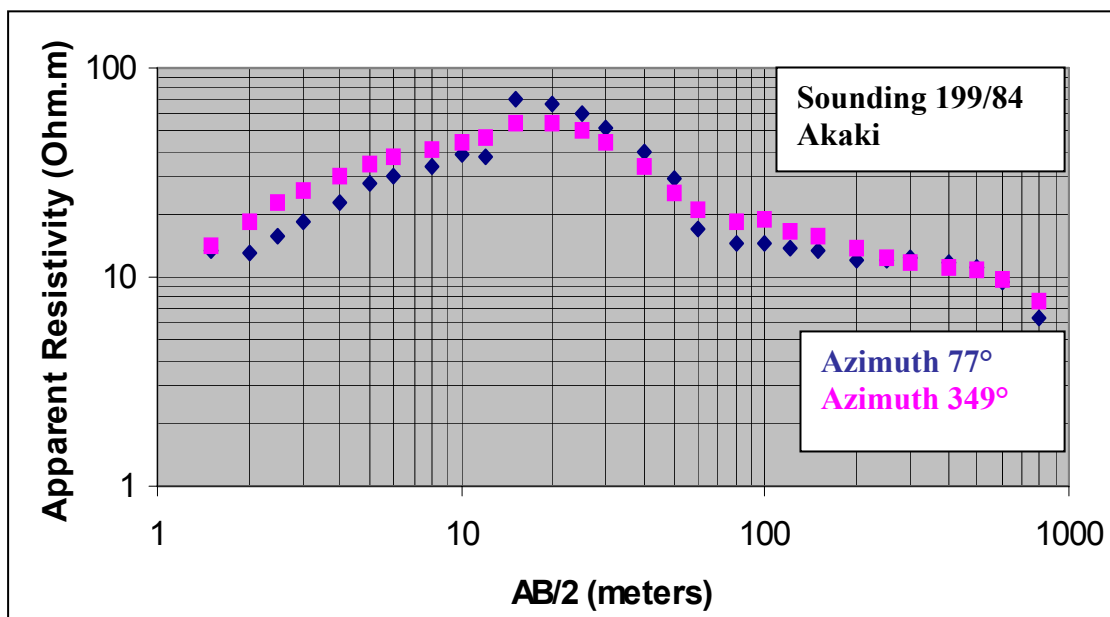
Σχήμα 4.3.1.1 : Θέσεις βυθοσκοπήσεων για ανάδειξη του συντελεστή ανομοιογένειας αζιμουθίου , A.I.R , (μπλε αριθμοί) σε Γεωλογικό χάρτη κλίμακα 1:250,000.



Σχήμα 4.3.1.2 : Θέσεις βυθοσκοπήσεων για ανάδειξη του συντελεστή ανομοιογένειας αζιμουθίου , A.I.R , (μπλε αριθμοί) σε Τοπογραφικό υπόβαθρο κλίμακα 1:50,000



Διάγραμμα 4.3.1.3

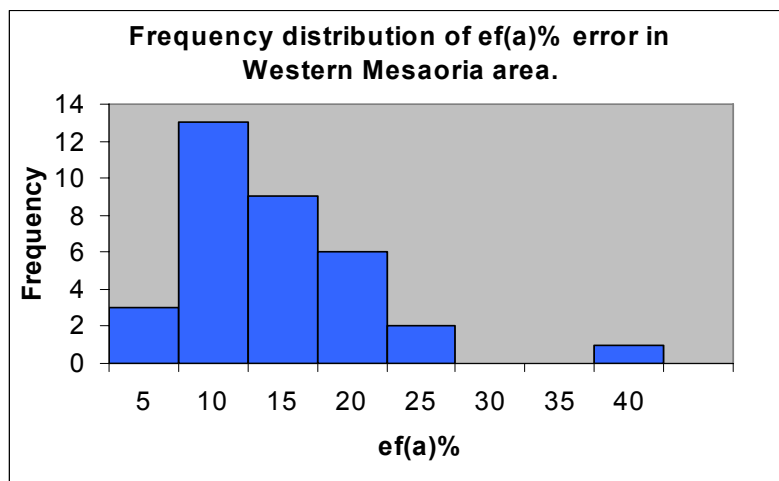


Σχήμα 4.3.1.4: Παράδειγμα crossed Schlumberger measurement στη βυθοσκόπηση 199/84 με A.I.R value = 0.20.

4.3.2. ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ (LATERAL RESISTIVITY EFFECT).

Όπως έχει αναφερθεί και πιο πριν (κεφάλαιο 3.6.2 offset Wenner) με την χρήση της αντιστάθμισης Wenner, μπορούμε να φιλτράρουμε τις μετρήσεις μας από τις πλευρικές μεταβολές της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης και να πάρουμε πιο εξομαλυμένες καμπύλες. Η ποσότητα που υπολογίζουμε είναι το $e_f(a)$ (offset error), η οποία δίνει το μέγεθος της πλευρικής μεταβολής και η οποία πρέπει να είναι μικρότερη του 10% για να έχουμε αποδεκτά αποτελέσματα. Τιμές μεγαλύτερες του 10% δηλώνουν σφάλματα στις μετρήσεις τα οποία αποτυπώνονται και σε μεγάλα σφάλματα στις καμπύλες.

Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν 34 offset Wenner soundings στην περιοχή έρευνας (Δυτική Μεσσαορία) τα αποτελέσματα των οποίων παρουσιάζονται στο πιο κάτω διάγραμμα (4.3.2.1).

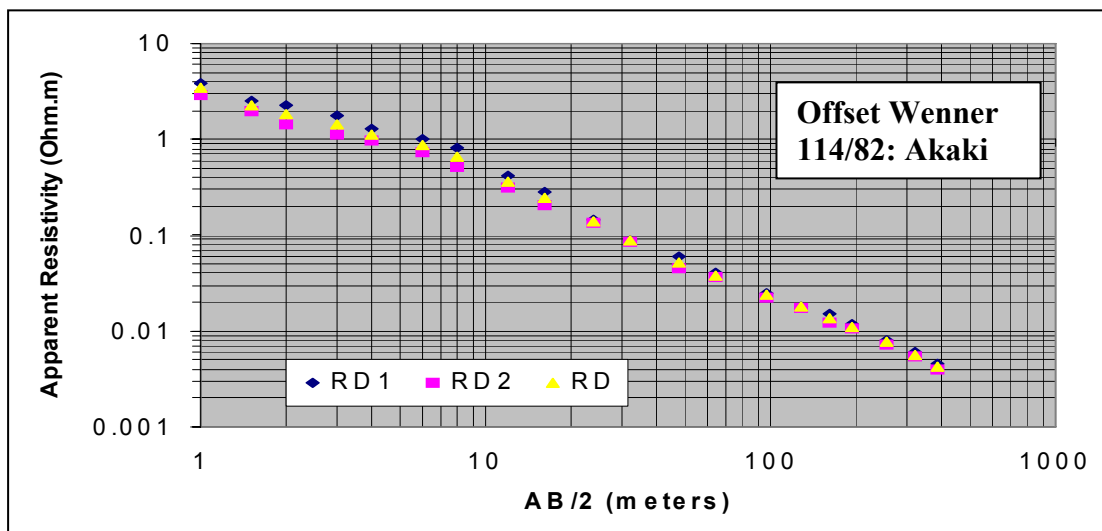
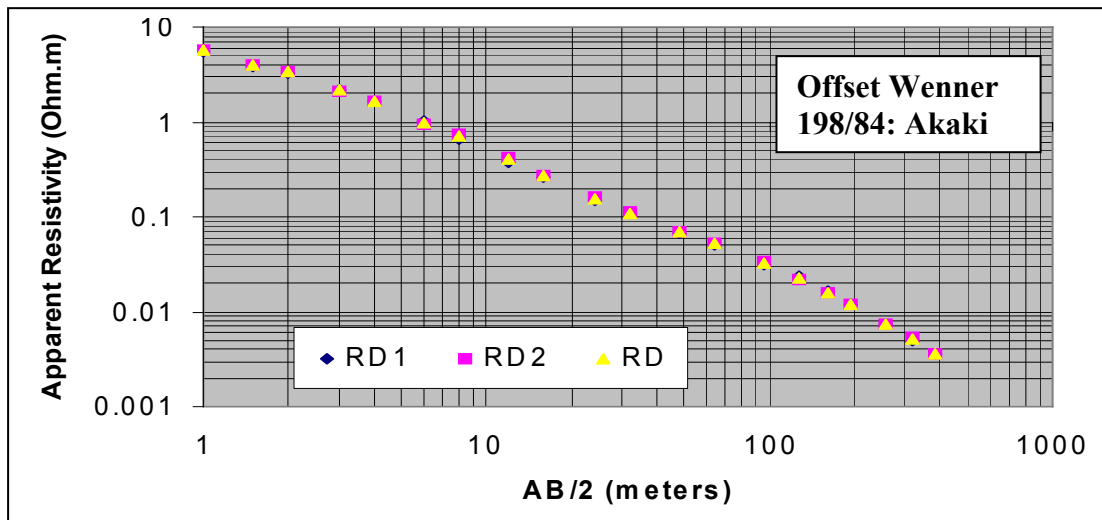


Διάγραμμα 4.3.2.1

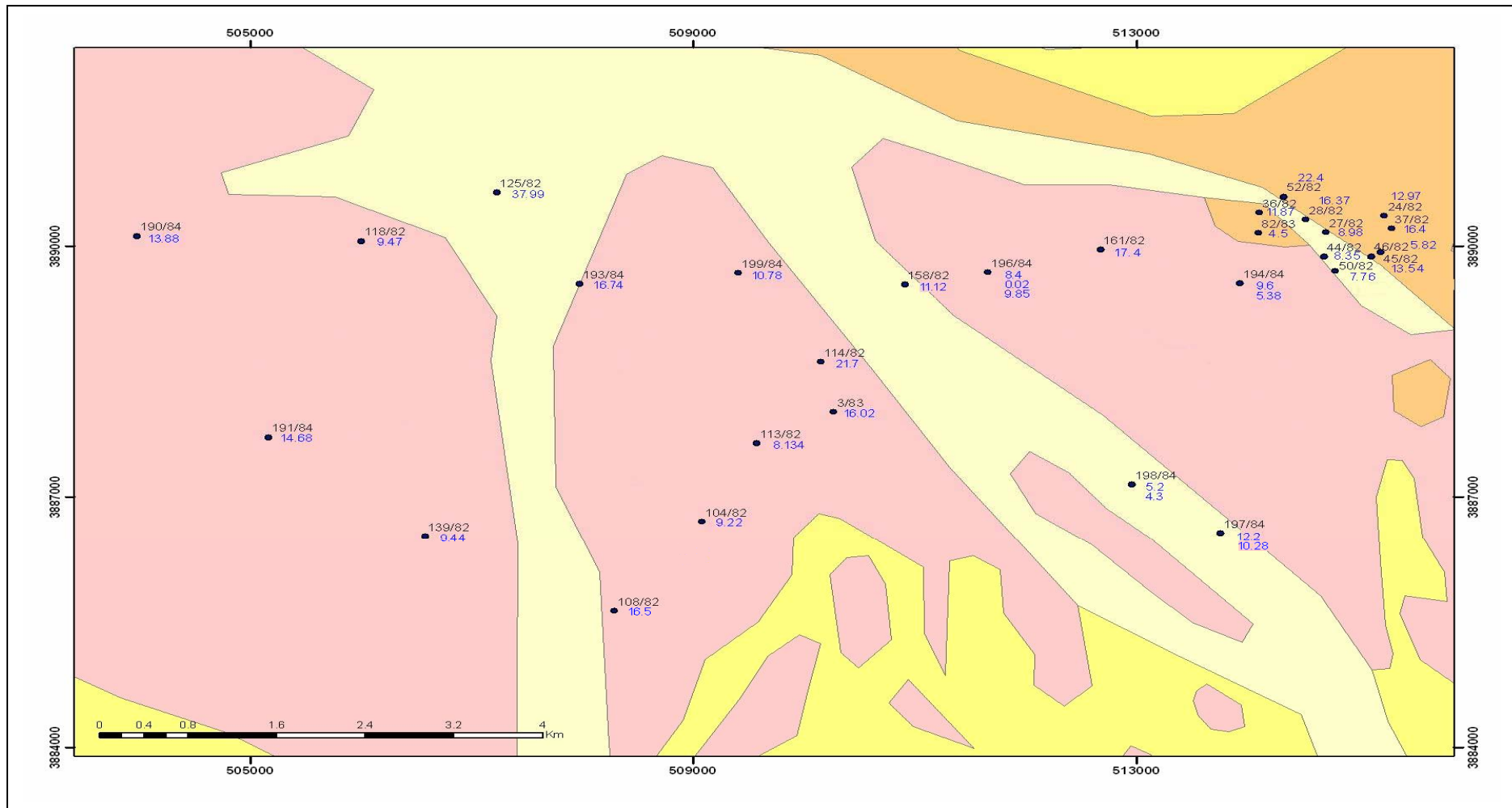
Σύμφωνα με το διάγραμμα (4.3.2.1) στο 97% των μετρήσεων παρατηρούνται $ef(a)$ error από 0% - 25% με μέση τιμή το 11.19%. Αναλυτικά, τιμές μέχρι 10% παρουσιάζουν το 47% των μετρήσεων με μέση τιμή 7.15%, ενώ σφάλματα από 10% – 25% παρουσιάζουν το 50% των μετρήσεων με μέση τιμή 15%. Έντονες πλευρικές μεταβολές παρατηρούνται στο 3% των μετρήσεων με $ef(a)$ error μεγαλύτερα του 35%. Από τα πιο πάνω καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι στην πλειοψηφία τους οι βυθοσκοπήσεις δεν παρουσιάζουν σημαντικές πλευρικές μεταβολές και μόνο ένα μικρό ποσοστό αυτών μεταφέρουν αξιοσημείωτα λάθη τα οποία πρέπει να αντιμετωπιστούν με προσοχή και να γίνουν διορθώσεις στις μετρήσεις. Η διανομή του $ef(a)$ error για την περιοχή της Δυτικής Μεσσαορίας φαίνεται στο χάρτη του σχήματος 4.3.2.3. Η μικρότερη τιμή παρουσιάζεται στη βυθοσκόπηση 196/84 στην περιοχή Ακάκι (τιμή 0.02) και η μεγαλύτερη στη βυθοσκόπηση 125/82 στη περιοχή της Περιστερώνας (τιμή 37.99).

Όπως μπορούμε να δούμε και από το χάρτη οι πλευρικές μεταβολές οφείλονται είτε (α) λόγω απότομων λιθολογικών αλλαγών στα όρια της λεκάνης της Μεσσαορίας, στην επαφή της με τις γειτονικές γεωτεκτονικές ζώνες, είτε (β) σε τυχαίες μεταβολές του πάχους και της σύστασης των λεπτών επιφανειακών στρωμάτων, εδάφους, αλλούβιου, αποθέσεων

αναβαθμίδων και συνάγματος. Στο σχήμα 4.3.2.2 παρουσιάζονται δύο παραδείγματα Offset Wenner Sounding curve με διαφορετικά r.m.s. offset error. Στο παράρτημα 4 παρουσιάζονται οι μετρήσεις των βυθοσκοπήσεων (offset Wenner) και ο τρόπος υπολογισμού του $\rho_f(a)$.



Σχήμα 4.3.2.2 : Δύο παραδείγματα Offset Wenner sounding με r.m.s offset error 4.3 και 21.7 αντίστοιχα



Σχήμα 4.3.2.3 : Θέσεις βυθοσκοπήσεων Offset Wenner σε Γεωλογικό χάρτη κλίμακα 1:250,000. Με μπλε χρώμα απεικονίζονται οι τιμές offset error $e_f(a)$.

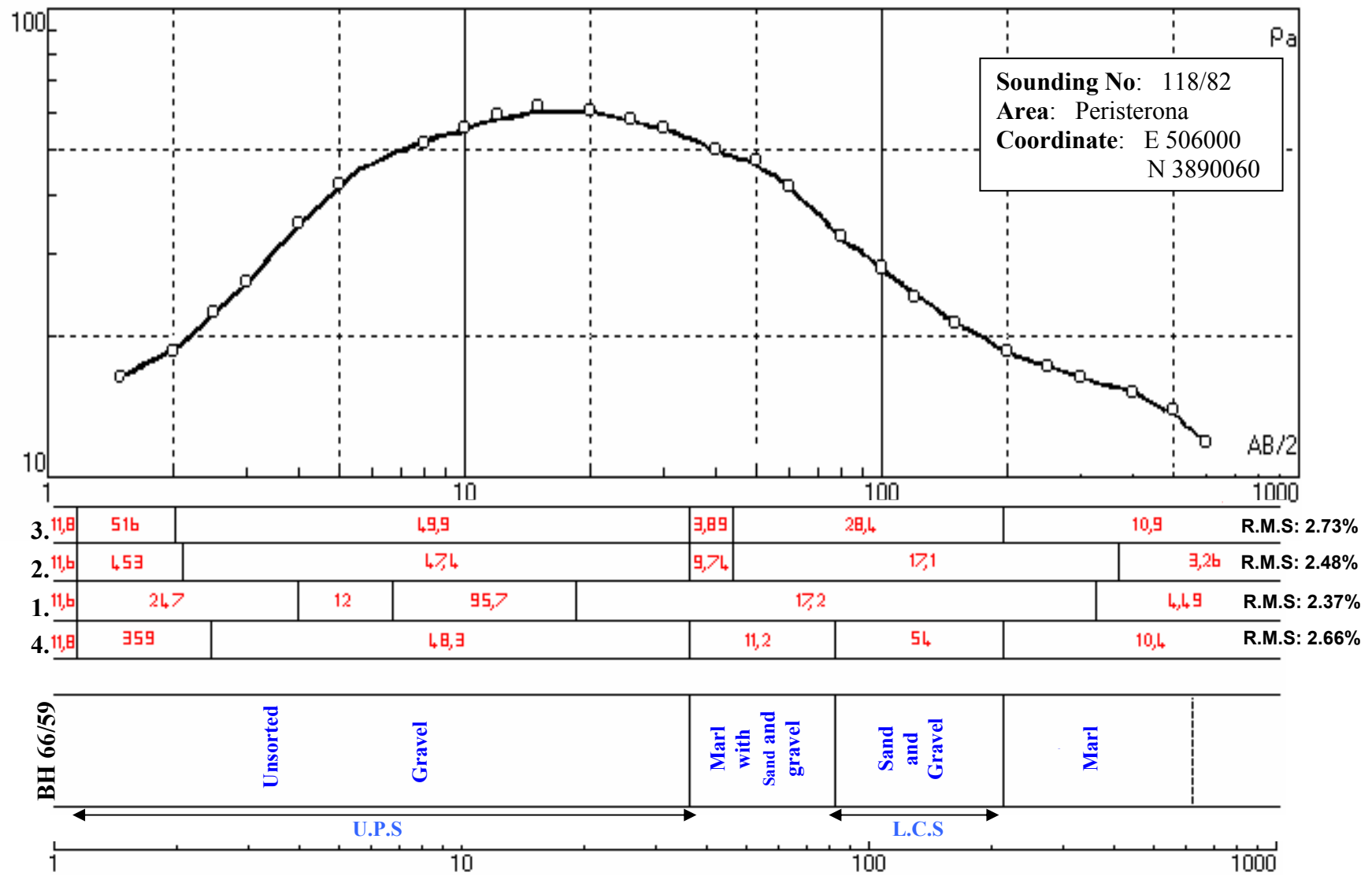
4.3.3. ΒΥΘΟΣΚΟΠΗΣΕΙΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ (CORRELATION SOUNDING).

Οι βυθοσκοπήσεις συσχέτισης είναι πολύ σημαντικές στην πραγματοποίηση μιας γεωηλεκτρικής έρευνας. Εκτελούνται κοντά σε υπάρχουσες γεωτρήσεις και έχουν σκοπό όχι μόνο την διαπίστωση ή όχι της καταλληλότητας της μεθόδου στην περιοχή έρευνας αλλά επίσης δίνουν πληροφορίες για το μέγεθος των ειδικών ηλεκτρικών αντιστάσεων των πετρωμάτων. Χαρακτηριστικά είναι τα λόγια του Flathe (1976) ο οποίος είπε ότι " χωρίς γεωλογικά στοιχεία δεν μπορεί να γίνει γεωηλεκτρική ερμηνεία σε περιοχές με περισσότερα από τρία (3) στρώματα. " Κάθε γεωηλεκτρική καμπύλη μπορεί να ανταποκρίνεται σε μια πληθώρα γεωλογικών μοντέλων με διαφορετικό αριθμό στρωμάτων, διαφορετικές ειδικές ηλεκτρικές αντιστάσεις ή πάχη. Στο πιο κάτω σχήμα (4.3.3.1) βλέπουμε πως ακριβώς μια καμπύλη βυθοσκόπησης μπορεί μετά από ερμηνεία να δώσει διάφορα γεωλογικά μοντέλα. Στο σχήμα παρουσιάζεται η βυθοσκόπηση 118/82 που έγινε στην περιοχή της Περιστερώννας και τέσσερα (4) πιθανά γεωηλεκτρικά μοντέλα έξι στρωμάτων διαφορετικών αντιστάσεων και παχών. Επίσης στο κάτω μέρος φαίνονται τα λιθολογικά και υδρογεωλογικά στοιχεία της περιοχής σύμφωνα με την γεώτρηση ΒΗ 66/59 η οποία έχει συντεταγμένες ίδιες με αυτές της βυθοσκόπησης.

Το πρώτο από τα τέσσερα μοντέλα δημιουργήθηκε μετά από αυτόματη ερμηνεία στο IPI2WIN. Αν και παρουσιάζει το μικρότερο R.M.S error (2.37%) από τα μοντέλα, εντούτοις δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα, σύμφωνα με τα στοιχεία της γεώτρησης. Το δεύτερο και το τρίτο ταυτίζονται περισσότερο με τα δεδομένα της γεώτρησης και δημιουργήθηκαν μετά από καθορισμό του βάθους του U.P.S (upper phreatic sub-aquifer) και καθορισμό τόσο του βάθους του U.P.S όσο και του βάθους του L.C.S (lower confined sub-aquifer) αντίστοιχα. Τέλος, χρησιμοποιώντας όλα τα δεδομένα τις γεώτρησης (για τα βάθη των διαφόρων στρωμάτων) καταλήγουμε στο τέταρτο μοντέλο το οποίο είναι και το πλέον σωστό. Πέραν των πιο πάνω μοντέλων, μπορούμε να πάρουμε πολλά άλλα τέτοια, αλλάζοντας μόνο τα πάχη και τις αντιστάσεις των στρωμάτων,

Όπως διαφαίνεται και από τα πιο πάνω η χρήση γεωλογικών πληροφοριών είναι αναγκαία προϋπόθεση για την ανάλυση γεωηλεκτρικών

δεδομένων. Τα αποτελέσματα των γεωτρήσεων μπορούν να δώσουν σημαντικές πληροφορίες όσων αφορά την λιθολογία της περιοχής, την στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα καθώς και για την ποιότητα του υπόγειου νερού, και να μας δώσουν έτσι μια πρώτη εικόνα του γεωηλεκτρικού μοντέλου που ισχύει στην περιοχή (η οποία είναι εξαιρετικά σημαντική).



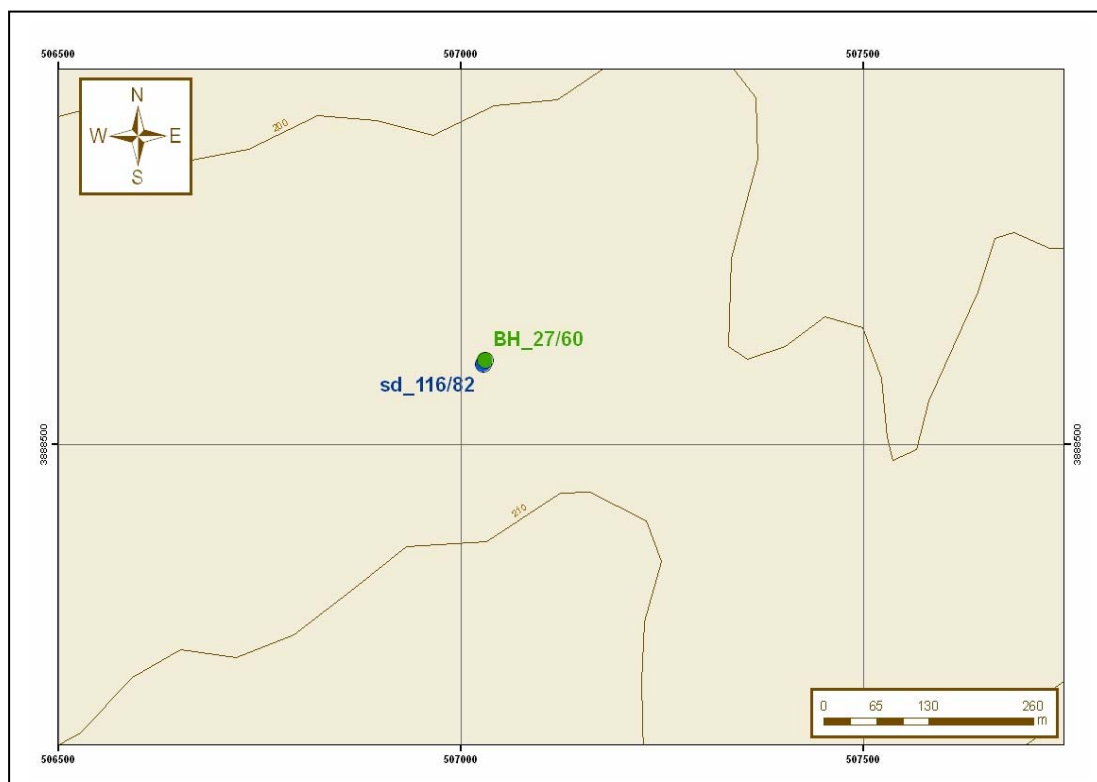
Σχήμα 4.3.3.1: Τέσσερα (4) διαφορετικά μοντέλα ερμηνείας για την βυθοσκόπηση 118/82 και τα αντίστοιχα r.m.s error.

a) ΔΥΤΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ

Όπως έχει αναφερθεί και στο κεφάλαιο 1.5.1, ο Ανώτερος Υδροφόρος της Δυτικής Μεσσαορίας (W.M.U.A) μπορεί να χωριστεί σε δύο (2) υπό-υδροφόρους, τον ανώτερο (upper phreatic subaquifer) και τον κατώτερο (lower confined subaquifer) οι οποίοι χωρίζονται από ένα στρώμα αδιαπέραστης μάργας. Στη βάση του υδροφόρου εμφανίζεται ένα τέταρτο (4^ο) στρώμα που αποτελείται από αδιαπέραστα υλικά, μάργες και αργίλους. Τα τέσσερα (4) πιο πάνω στρώματα αποτελούν το υδρογεωλογικό καθεστώς της Δυτικής Μεσσαορίας το οποίο συμπληρώνεται από ένα λεπτό στρώμα εδάφους. Στις περισσότερες βυθοσκοπήσεις εμφανίζονται ακόμα δύο (2) στρώματα ως αποτέλεσμα της μεταβολής της υγρασίας ή της αλμυρότητας του νερού. Το πρώτο εμφανίζεται στο πάνω μέρος του upper phreatic subaquifer και αποτελείται από χαλίκια και άμμο χαμηλής υγρασίας (πολύ ψηλές αντιστάσεις) και το δεύτερο εμφανίζεται στη βάση του τέταρτου (4^{ου}) στρώματος και οφείλεται σε αλμυρό νερό (πολύ μικρές αντιστάσεις).

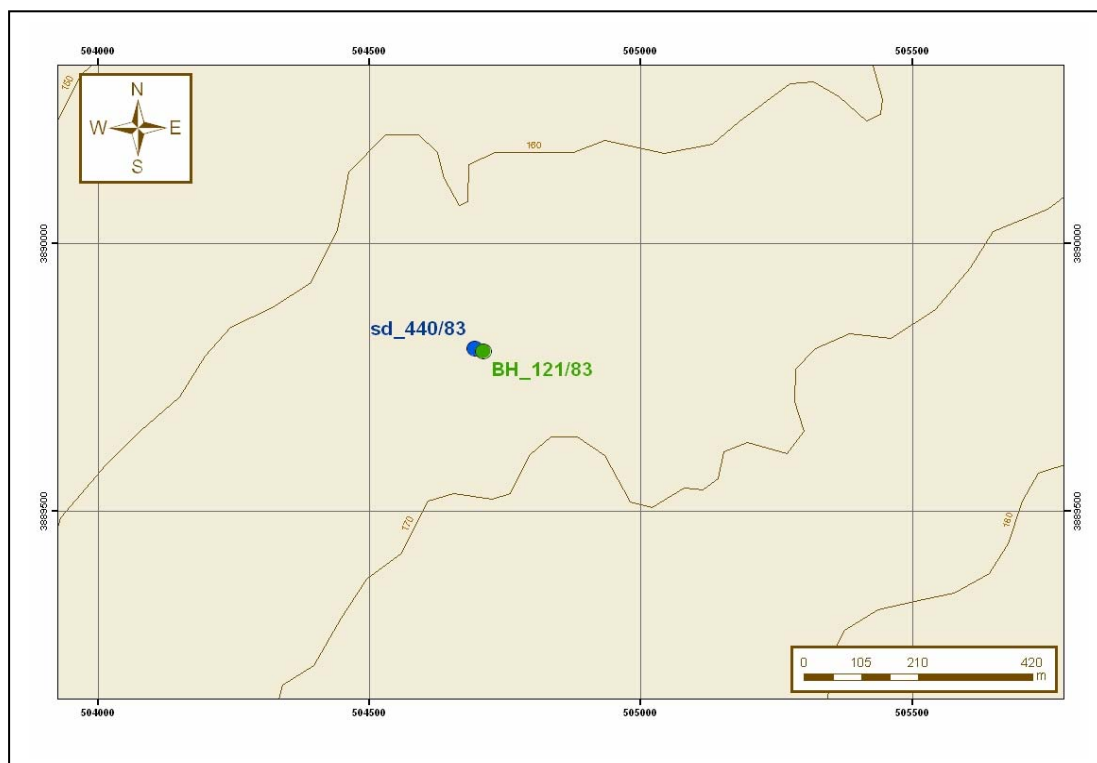
Στα σχήματα (4.3.3.10) και (4.3.3.11) παρουσιάζονται οκτώ (8) τυπικές μορφές των καμπύλων βυθοσκόπησης που εμφανίζονται στην περιοχή της Δυτικής Μεσσαορίας.

(A) Στη βυθοσκόπηση 116/82 που έγινε στη περιοχή Περιστερώννα, βλέπουμε καθαρά την ύπαρξη των δύο υπό-υδροφόρων, καθώς και το ενδιάμεσο στρώμα μάργας (το οποίο παρουσιάζεται σαν ένα λεπτό στρώμα χαμηλών αντιστάσεων) και το στρώμα βάσης (μάργες και άργιλοι χαμηλών αντιστάσεων). Ακόμα διακρίνουμε τα δύο επιπλέον στρώματα, το επιφανειακό στρώμα πολύ ψηλών αντιστάσεων και το βαθύ στρώμα πάρα πολύ χαμηλών αντιστάσεων. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα της κοντινής γεώτρησης ΒΗ 27/60 η οποία μας δίνει πληροφορίες για τη θέση των υπό-υδροφόρων καθώς και για τη λιθολογία της περιοχής, ορίσαμε τα διάφορα βάθη και πήραμε την μορφή της καμπύλης του σχήματος (4.3.3.10 Α) με σφάλμα R.M.S $\approx 1.7\%$. Ο U.P.S αποτελείται κυρίως από εναλλαγές άμμου και χαλικιών με αντίσταση $\approx 55 \text{ Ohm.m}$, ενώ ο L.C.S από εναλλαγές άμμου, χαλικιών και ψαμμιτών με αντίσταση $\approx 22 \text{ Ohm.m}$. Μετά το βάθος των 300μ εμφανίζεται το στρώμα πολύ χαμηλών αντιστάσεων για το οποίο δεν έχουμε οποιαδήποτε άλλη πληροφορία.



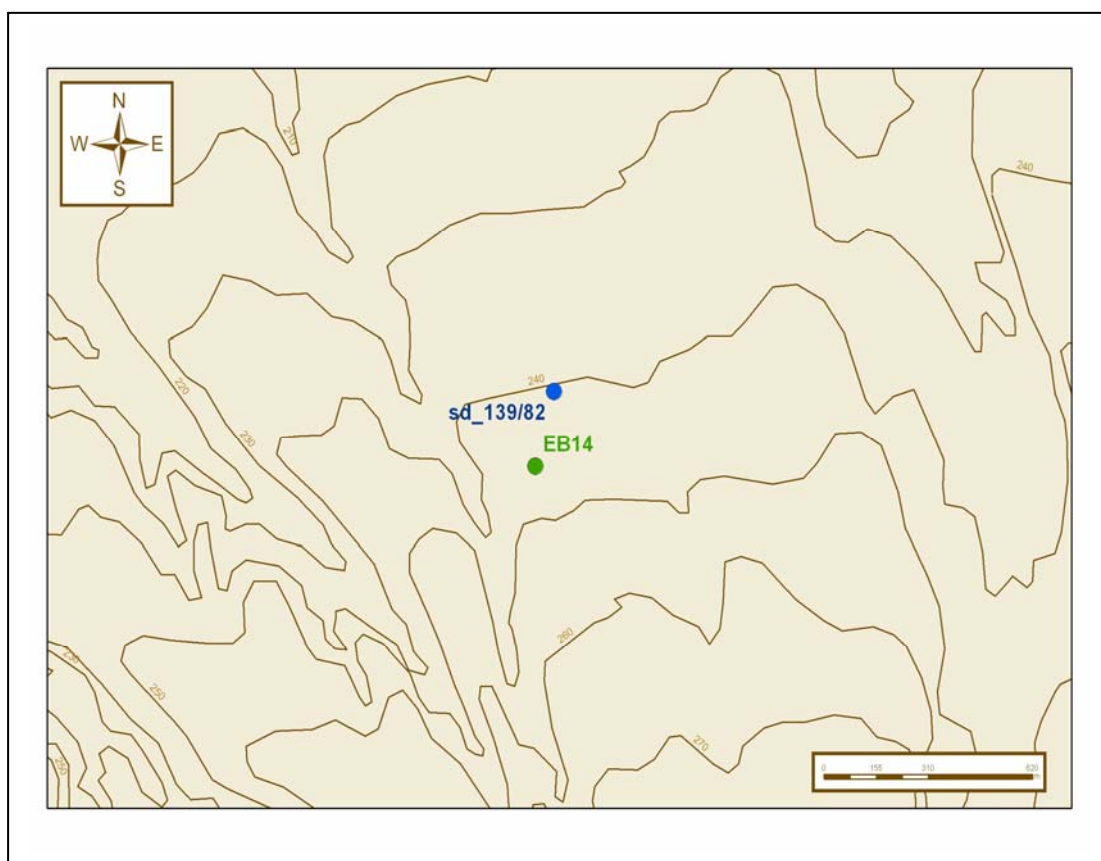
Σχήμα 4.3.3.2: Απεικόνιση βυθοσκόπησης sd_116/82 και γεώτρησης ΒΗ 27/60 σε τοπογραφικό ανάγλυφο με contour line ανά 10 μέτρα.

(B) Στη βυθοσκόπηση 440/83 στο χωριό Αστρομερίτης βλέπουμε μια μορφή παρόμοια με πιο πριν. Αρχικά, χωρίς την χρήση γεωλογικών πληροφοριών, παίρνουμε μια καμπύλη στην οποία διακρίνουμε καθαρά ένα λεπτό στρώμα μεγάλων αντιστάσεων κάτω από το εδαφικό κάλυμμα καθώς και τον upper phreatic sub-aquifer, ενώ αντίθετα το στρώμα μάργας και ο lower confined sub-aquifer παρουσιάζονται σαν ενιαίο στρώμα αντίστασης 19 Ohm.m. Η αυτόματη ερμηνεία δίνει καμπύλη 5 στρωμάτων με R.M.S 1.35%. Χρησιμοποιώντας όμως τα στοιχεία που παίρνουμε από την κοντινή γεώτρηση BH 121/83 και καθορίζοντας τα βάθη των U.P.S, της ενδιάμεσης μάργας και του L.C.S, παίρνουμε την καμπύλη του σχήματος (4.3.3.10 B) με R.M.S 1,5%, στην οποία βλέπουμε καθαρά και τα τέσσερα στρώματα του υδρογεωλογικού μοντέλου της Δυτικής Μεσσαορίας. Σε αυτή την καμπύλη δεν φαίνεται το στρώμα πολύ χαμηλών αντιστάσεων που βρίσκεται κάτω από τα αδιαπέραστα υλικά (μάργες και αργίλιοι) της βάση.



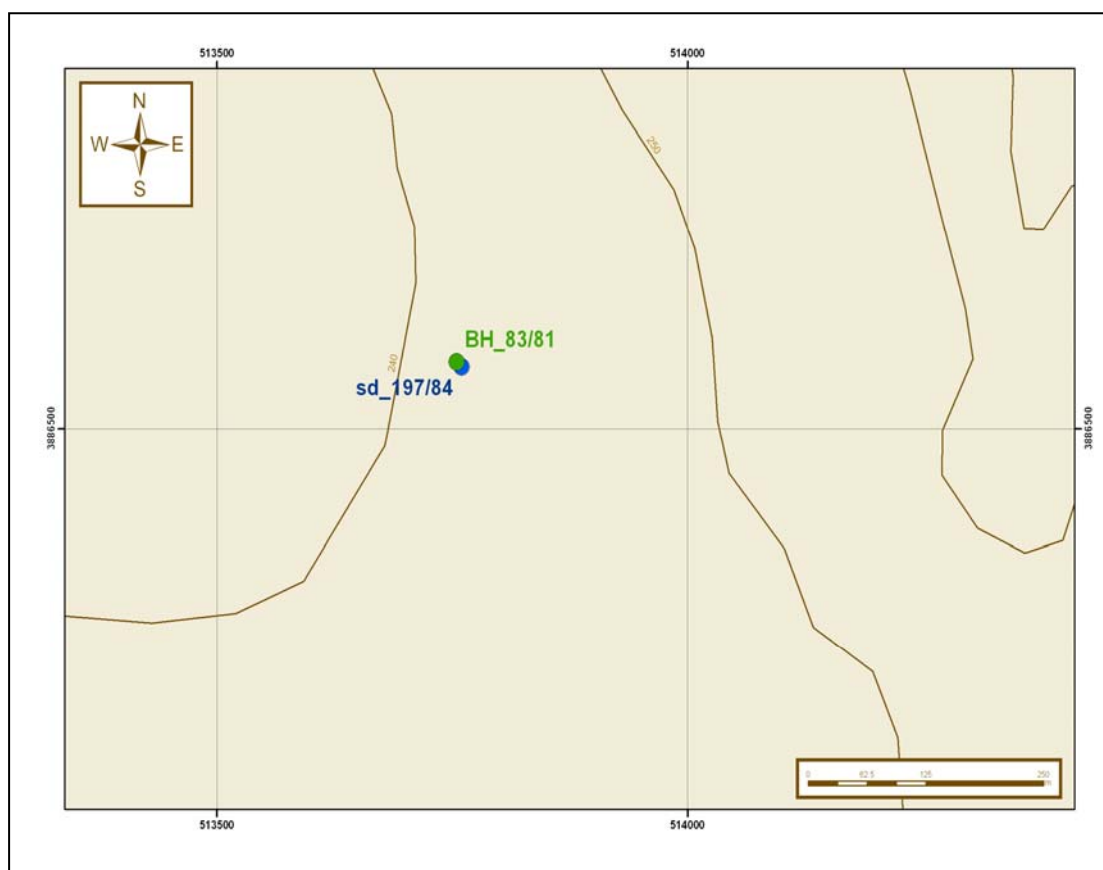
Σχήμα 4.3.3.3: Απεικόνιση βυθοσκόπησης sd_440/83 και γεώτρησης BH 121/83 σε τοπογραφικό ανάγλυφο με contour line ανά 10 μέτρα.

(Γ) Σε πολλές περιοχές της Δυτικής Μεσσαορίας το πάχος του L.C.S. είναι πολύ μικρό με αποτέλεσμα να κάνει την ερμηνεία των βυθοσκοπήσεων πολύ πολύπλοκη. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η βυθοσκόπηση 139/82 στην περιοχή της Περιστερώννας, σχήμα (4.3.3.10 Γ). Σύμφωνα με την γεώτρηση ΒΗ EB.14 το πάχος του L.C.S. είναι περίπου 20μ σε βάθος 67μ (relative thickness 0.32) και αποτελείται κυρίως από άμμο. Χρησιμοποιώντας τα πάχη από την γεώτρηση, παίρνουμε μια ερμηνεία με σφάλμα 1.5% στην οποία φαίνεται καθαρά η ύπαρξη αυτού του στρώματος. Έτσι συμπεραίνουμε ότι ακόμα και σε αυτές τις περιπτώσεις, οι βυθοσκοπήσεις μπορούν να δώσουν καλά αποτελέσματα.



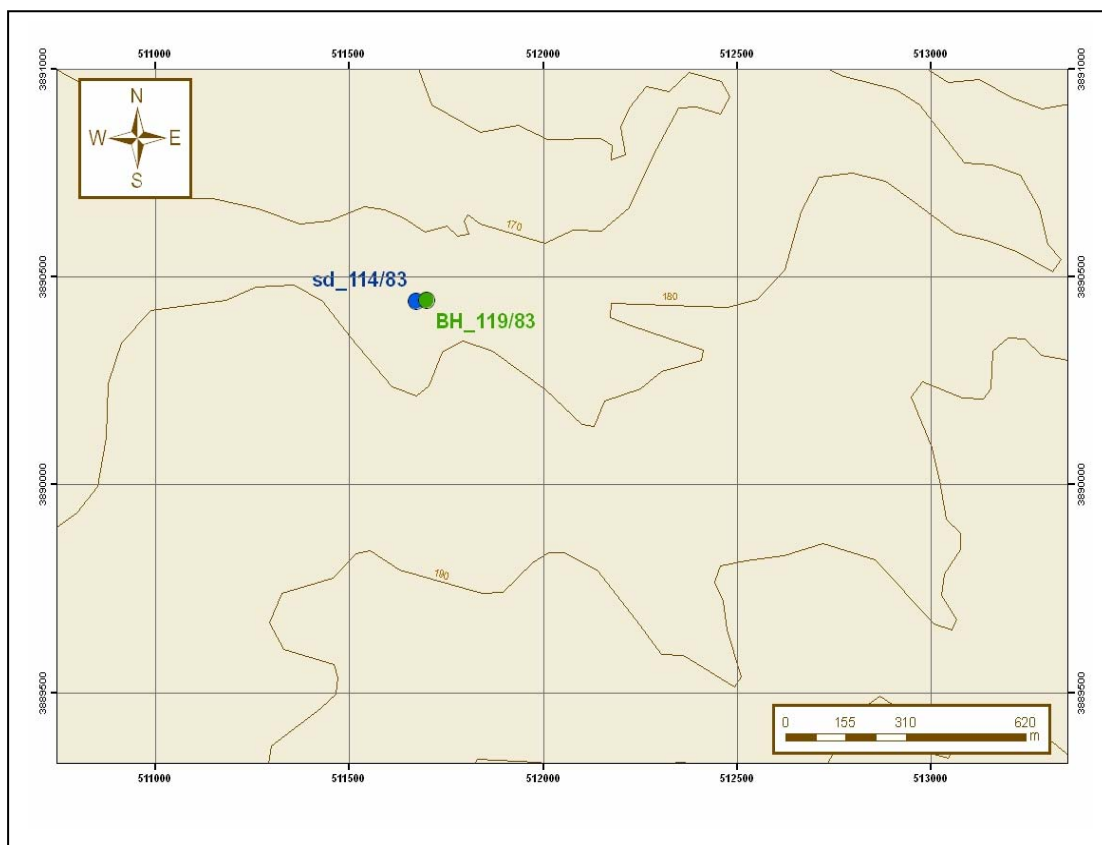
Σχήμα 4.3.3.4: Απεικόνιση βυθοσκόπησης sd_139/82 και γεώτρησης ΒΗ EB14 σε τοπογραφικό ανάγλυφο με contour line ανά 10 μέτρα.

(Δ) Μια παρόμοια περίπτωση με την προηγούμενη είναι και αυτή της γεώτρησης 83/81 στην περιοχή του χωριού Μένικο, με την διαφορά ότι ο L.C.S. βρίσκεται σε σχετικά μικρότερο βάθος (relative thickness 0.43), με αποτέλεσμα την καλύτερη απεικόνιση του στη βυθοσκόπηση 197/84. Μετά από αυτόματη ερμηνεία πήραμε μια δομή 5 στρωμάτων με σφάλμα 0.17% στην οποία δεν διακρίνεται εύκολα το στρώμα του L.C.S. Ορίζοντας τα βάθη από την γεώτρηση, παίρνουμε την μορφή του σχήματος (4.3.3.10 Δ) με R.M.S 1%. Και σε αυτή την βυθοσκόπηση φαίνεται καθαρά τόσο το επιφανειακό στρώμα χαμηλής υγρασίας, όσο και το στρώμα πολύ χαμηλών αντιστάσεων που εμφανίζεται σε μεγάλο βάθος.



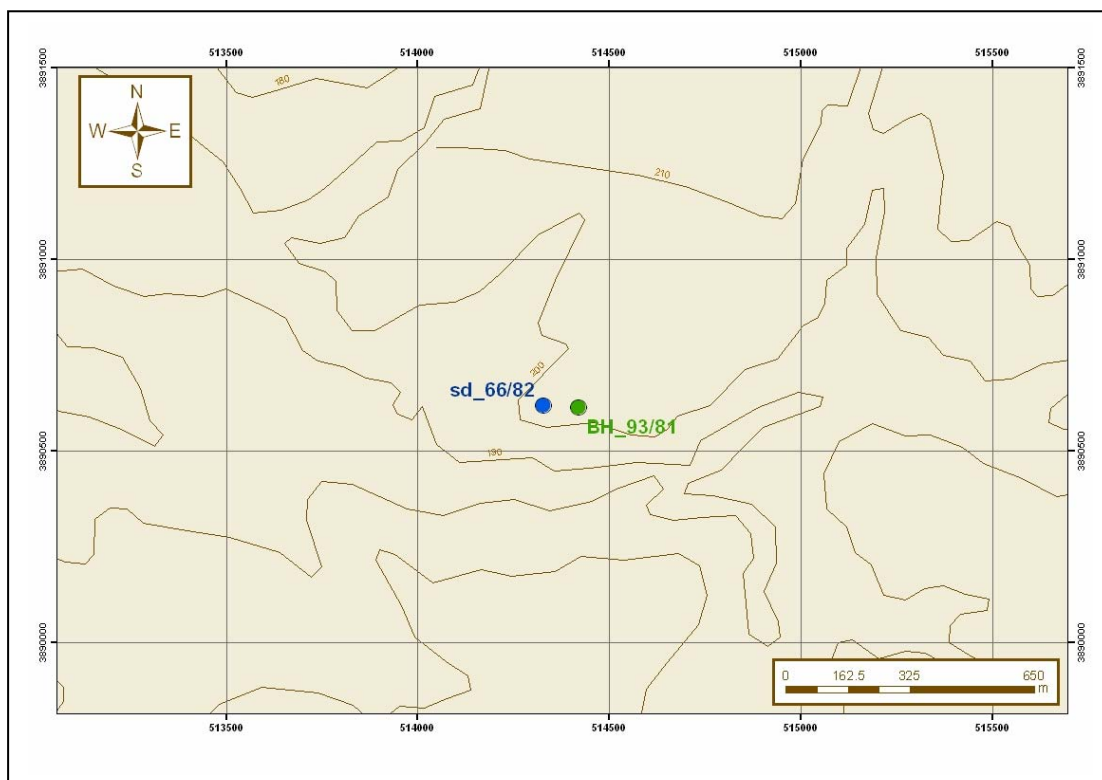
Σχήμα 4.3.3.5: Απεικόνιση βυθοσκόπησης sd_197/84 και γεώτρησης BH 83/81 σε τοπογραφικό ανάγλυφο με contour line ανά 10 μέτρα.

(E) Μια ακόμα τυπική μορφή καμπύλης στην οποία φαίνονται καθαρά και τα τέσσερα στρώματα του υδρογεωλογικού μοντέλου είναι η βυθοσκόπηση 114/83 η οποία πραγματοποιήθηκε στην περιοχή Ακάκι σχήμα (4.3.3.11 E). Τα αποτελέσματα της βυθοσκόπησης επιβεβαιώνονται και από την γεώτρηση ΒΗ 119/83. Σε αυτό το παράδειγμα παίρνουμε πολύ καθαρά αποτελέσματα με σφάλμα R.M.S 0.85% ως αποτέλεσμα των ψηλών σχετικό πάχος (πάχος/βάθος) των στρωμάτων (U.P.S $R_i=5.8$, ενδιάμεση μάργα $R_i=0.94$ και L.C.S $R_i=0.93$), ενώ σε βάθος περίπου 250 μ. εμφανίζεται το στρώμα πολύ χαμηλών αντιστάσεων.



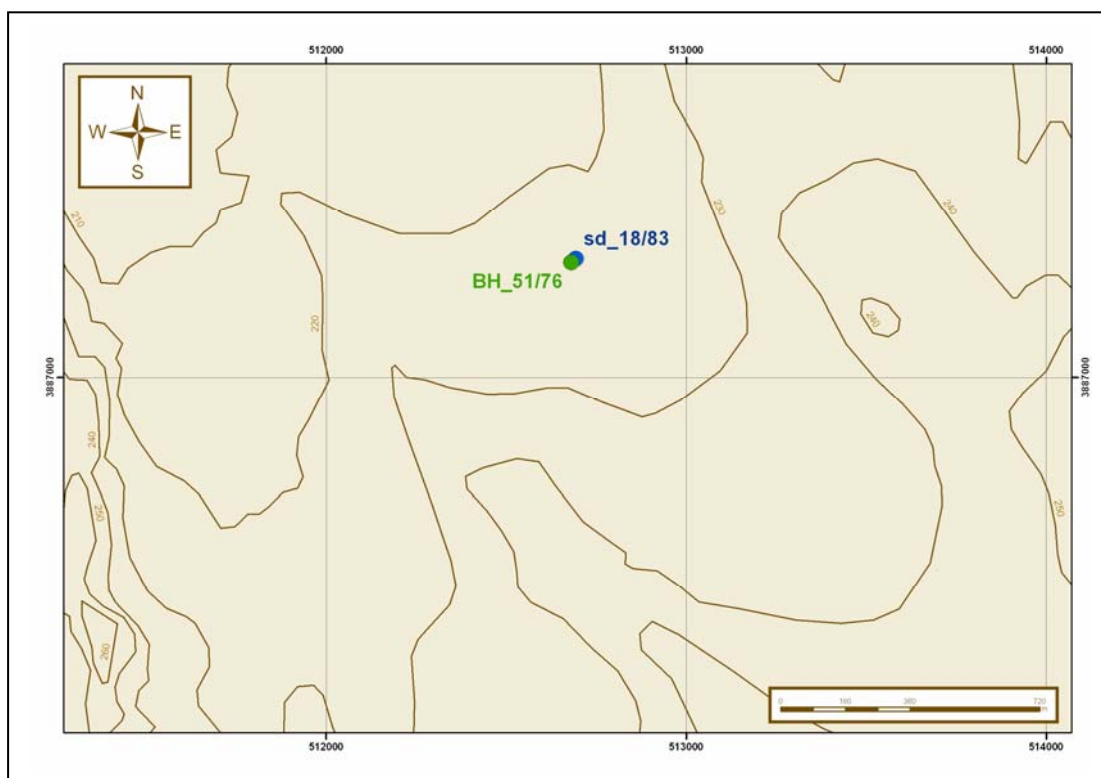
Σχήμα 4.3.3.6: Απεικόνιση βυθοσκόπησης sd_114/83 και γεώτρησης ΒΗ 119/83 σε τοπογραφικό ανάγλυφο με contour line ανά 10 μέτρα.

(ΣΤ) Υπάρχουν αρκετές περιοχές στις οποίες η συνέχεια των υπό-υδροφόρων διακόπτεται από αποθέσεις μαργών ή άλλων αδιαπέραστων ιζημάτων. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι αυτό της βυθοσκόπησης 66/82 στην περιοχή Κοκκινοτριμιθιά. Όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε από την γεώτρηση ΒΗ 93/81 ο L.C.S δεν εμφανίζεται ενιαίος, αλλά σε δύο ενότητες με ένα ενδιάμεσο στρώμα μάργας. Λόγω του πολύ μικρού σχετικού πάχους (relative thickness) της κάτω ενότητας (0.1), δεν μπορεί να γίνει διακριτή στην βυθοσκόπηση. Έτσι για να κάνουμε σωστή ερμηνεία, θεωρούμε τον υπό-υδροφόρο ενιαίο, και καθορίζουμε τα βάθη των στρωμάτων από την γεώτρηση. Καταλήγουμε έτσι στην καμπύλη του σχήματος (4.3.3.11 ΣΤ) με σφάλμα R.M.S 1.9%.



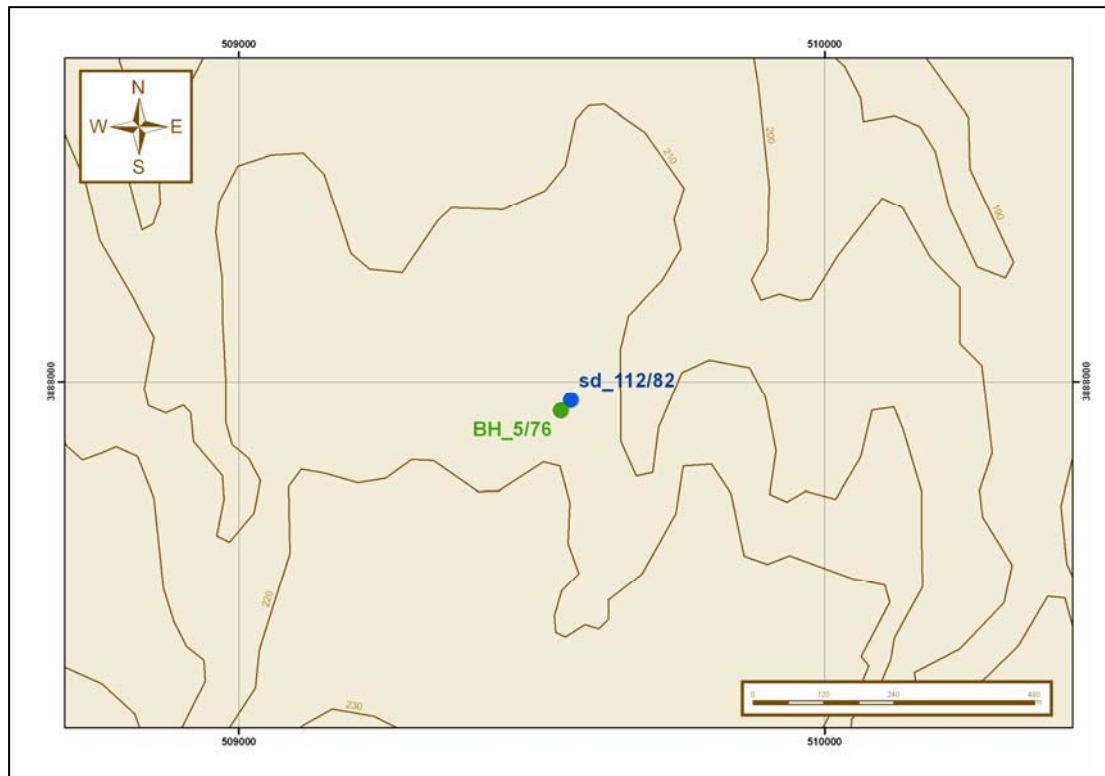
Σχήμα 4.3.3.7: Απεικόνιση βυθοσκόπησης sd_66/82 και γεώτρησης ΒΗ 93/81 σε τοπογραφικό ανάγλυφο με contour line ανά 10 μέτρα.

(Z) Μια άλλη περίπτωση που συναντάτε στην περιοχή της Δυτικής Μεσαορίας είναι αυτή κατά την οποία οι δύο υπό-υδροφόροι χωρίζονται από ένα πολύ λεπτό στρώμα μάργας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η βυθοσκόπηση 18/83 που έγινε στη περιοχή Ακάκι. Αν καθορίσουμε τα βάθη για τα στρώματα U.P.S, ενδιάμεση μάργα και L.C.S στα 35μ, 36.5μ και 101μ αντίστοιχα, χρησιμοποιώντας πληροφορίες από την γεώτρηση ΒΗ 51/76, τότε μπορούμε να πάρουμε μια καμπύλη με μικρό σφάλμα στην οποία να φαίνεται ακόμη και το πολύ μικρού πάχους στρώμα μάργας. Βέβαια σε αυτή την περίπτωση θα είχαμε πιθανότατα σφάλμα στις αντιστάσεις των σχηματισμών γιατί πρακτικά ένα στρώμα πάχους 1.5 μέτρων σε βάθος σχεδόν 40 μέτρων είναι αδύνατο να απεικονιστεί σε μια βυθοσκόπηση. Για αυτό και θεωρούμε τον υδροφόρο ενιαίο και καθορίζοντας μόνο το βάθος του υδροφόρου στα 101μ παίρνουμε την καμπύλη του σχήματος (4.3.3.11 Z) με R.M.S 1.8%. Σε βάθος μεγαλύτερο των 300μ δεν έχουμε οποιοδήποτε πληροφορία εκτός από την ύπαρξη του στρώματος πολύ χαμηλών αντιστάσεων.



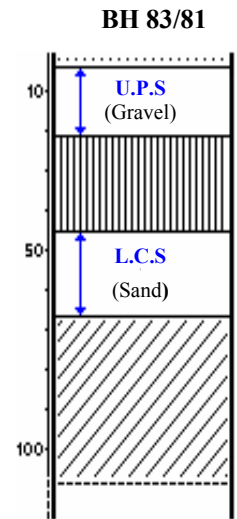
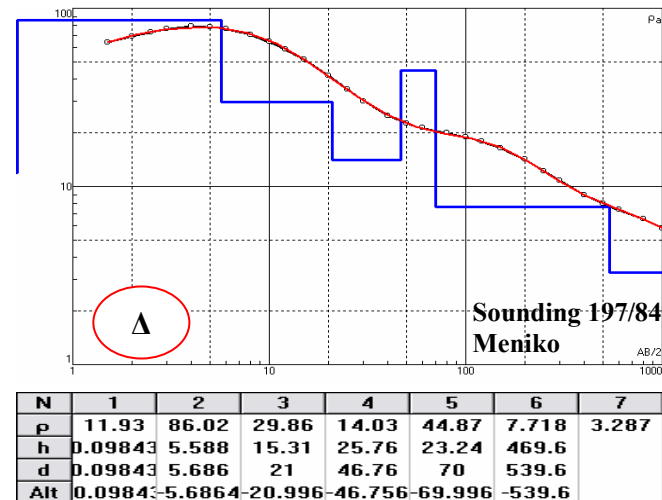
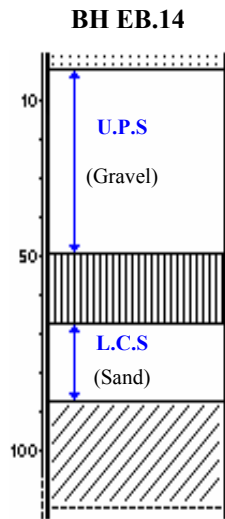
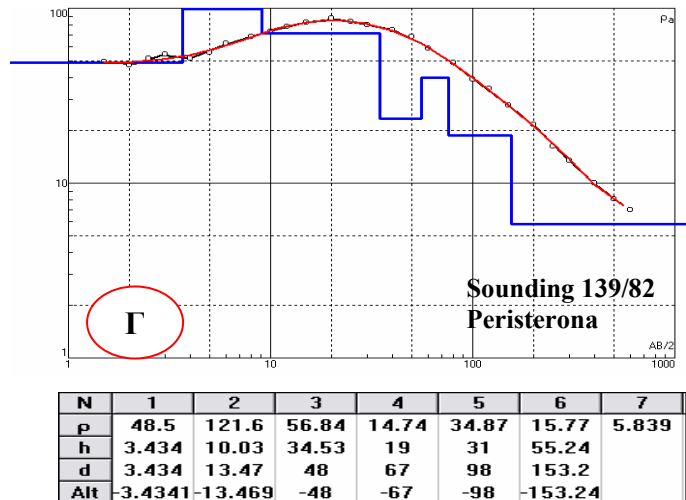
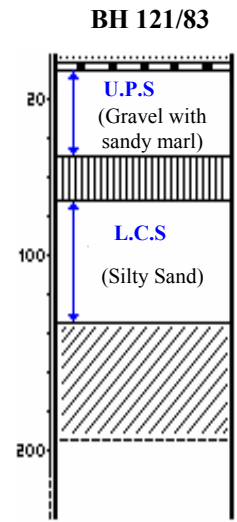
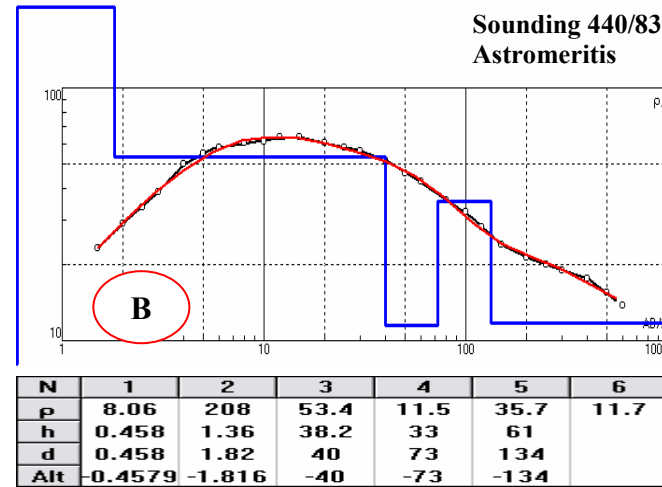
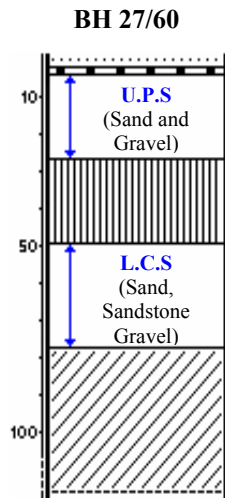
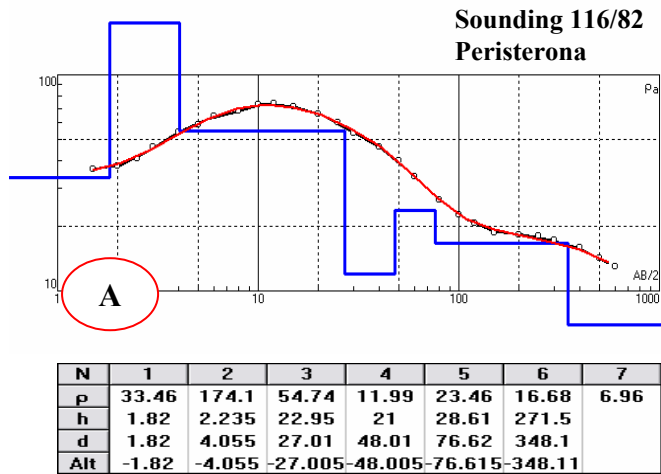
Σχήμα 4.3.3.8: Απεικόνιση βυθοσκόπησης sd_18/83 και γεώτρησης ΒΗ 51/76 σε τοπογραφικό ανάγλυφο με contour line ανά 10 μέτρα.

(H) Τέλος υπάρχουν περιοχές όπου οι βυθοσκοπήσεις παρουσιάζουν ένα σχετικά μεγάλο και επίπεδο μεσαίο κλάδο. Τέτοιες εμφανίζονται σε περιοχές με ρηχό και παχύ L.C.A (με σχετικό πάχος >1). Στη βυθοσκόπηση 112/82 του σχήματος (4.3.3.11 Η) έχουμε ένα τέτοιο παράδειγμα από την περιοχή της Περιστερώνας.



Σχήμα 4.3.3.9: Απεικόνιση βυθοσκόπησης sd_112/82 και γεώτρησης ΒΗ 5/76 σε τοπογραφικό ανάγλυφο με contour line ανά 10 μέτρα.

Apparent Resistivity → ohm.m



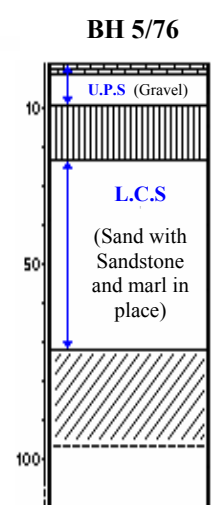
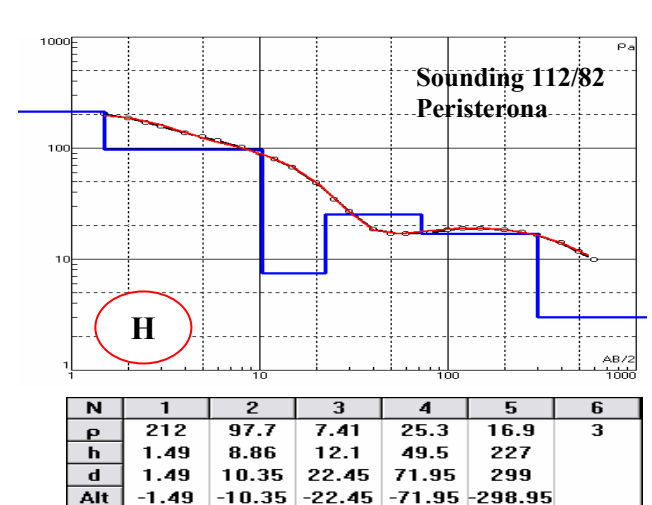
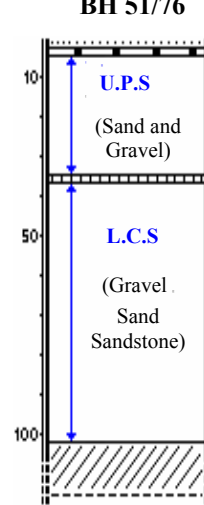
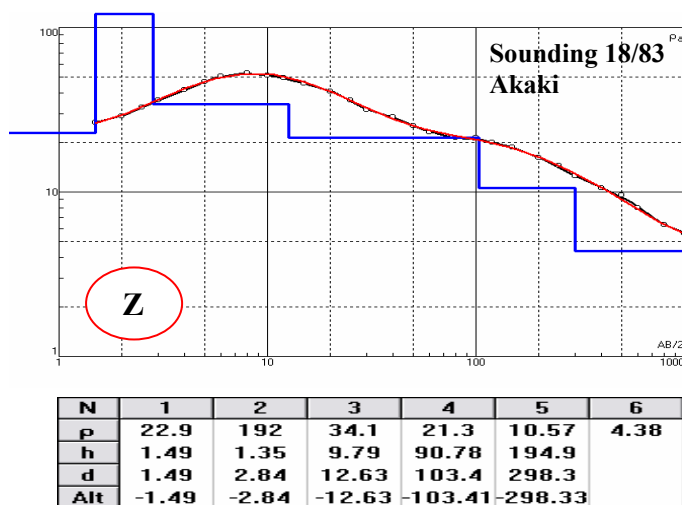
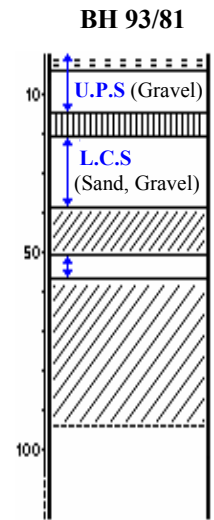
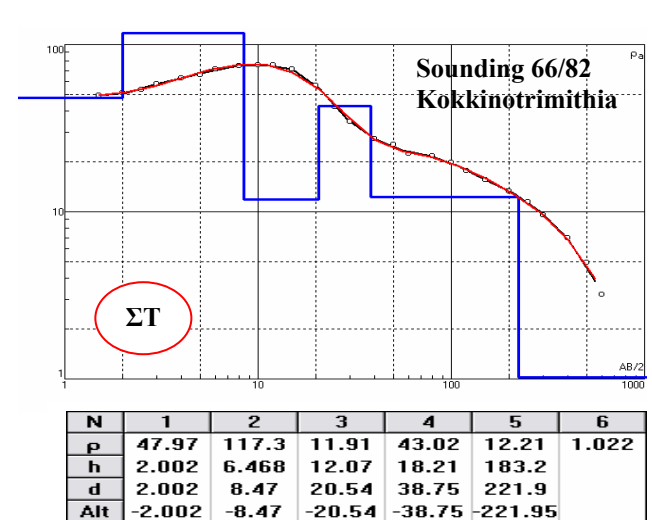
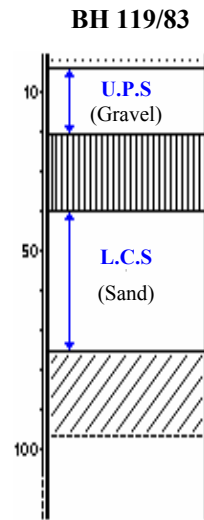
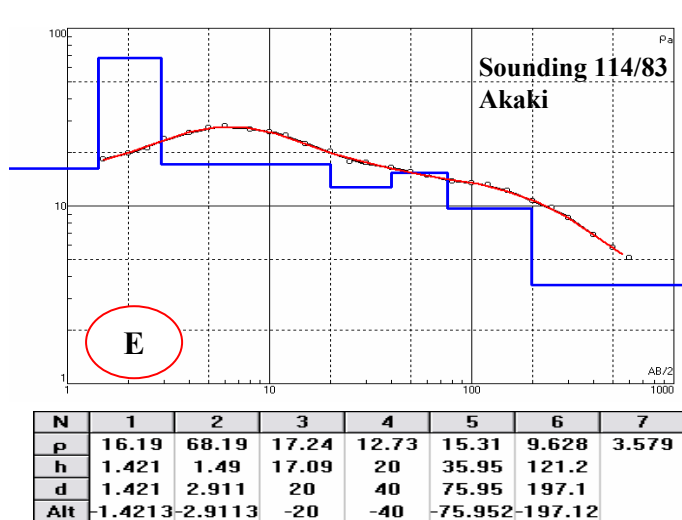
Electrode Spacing AB/2 → m

Υπόμνημα: - Έδαφος
 - Ενδιάμεση μάργα
 - Χαλίκια χαμηλής υγρασίας
 - Μάργα/άργιλος βάσης

Σχήμα 4.3.3.10: Βυθοσκοπήσεις Συσχέτισης Δυτική Μεσσαορία.

U.P.S → Upper phreatic sub-aquifer
 L.C.S → Lower confined sub-aquifer

Apparent Resistivity → ohm.m



Electrode Spacing AB/2 → m

Σχήμα 4.3.3.11: Βυθοσκοπήσεις Συσχέτισης Δυτική Μεσαορία.

Υπόμνημα: - Έδαφος
 - Ενδιάμεση μάργα
 - Μάργα/άργιλος βάσης
 - Αδραβήματα χαλίκια
U.P.S → Upper phreatic sub-aquifer
L.C.S → Lower confined sub-aquifer

b) ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ

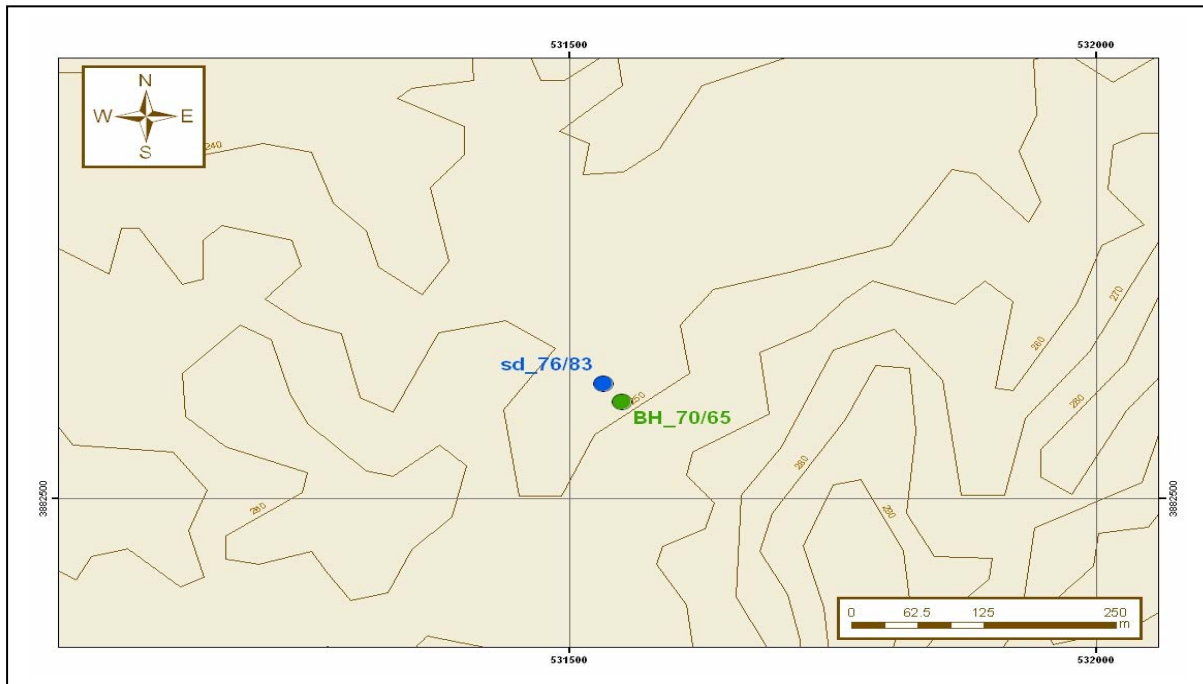
Σε αντίθεση με την Δυτική Μεσαορία, στη Κεντρική Μεσαορία δεν επικρατεί ένα συγκεκριμένο υδρογεωλογικό μοντέλο. Όπως έχει αναφερθεί και στο κεφάλαιο 1.7 τόσο ο Older Clastic Aquifer (O.C.A) όσο και ο Lower Newer Clastic Aquifer (L.N.C.A) αναπτύσσονται καλύτερα στο νότιο - νοτιοδυτικό τμήμα της περιοχής, ενώ ο Upper Newer Clastic Aquifer (U.N.C.A) παρουσιάζει έντονη μεταβλητότητα τόσο σε αντίσταση όσο και σε πάχος.

Στο σχήμα (4.3.3.16+17) παρουσιάζονται τέσσερις (4) διαφορετικές βυθοσκοπήσεις συσχέτισης που η κάθε μια αντιπροσωπεύει ένα διαφορετικό υδρογεωλογικό μοντέλο όσον αφορά την ανάπτυξη του Newer Clastic Aquifer.

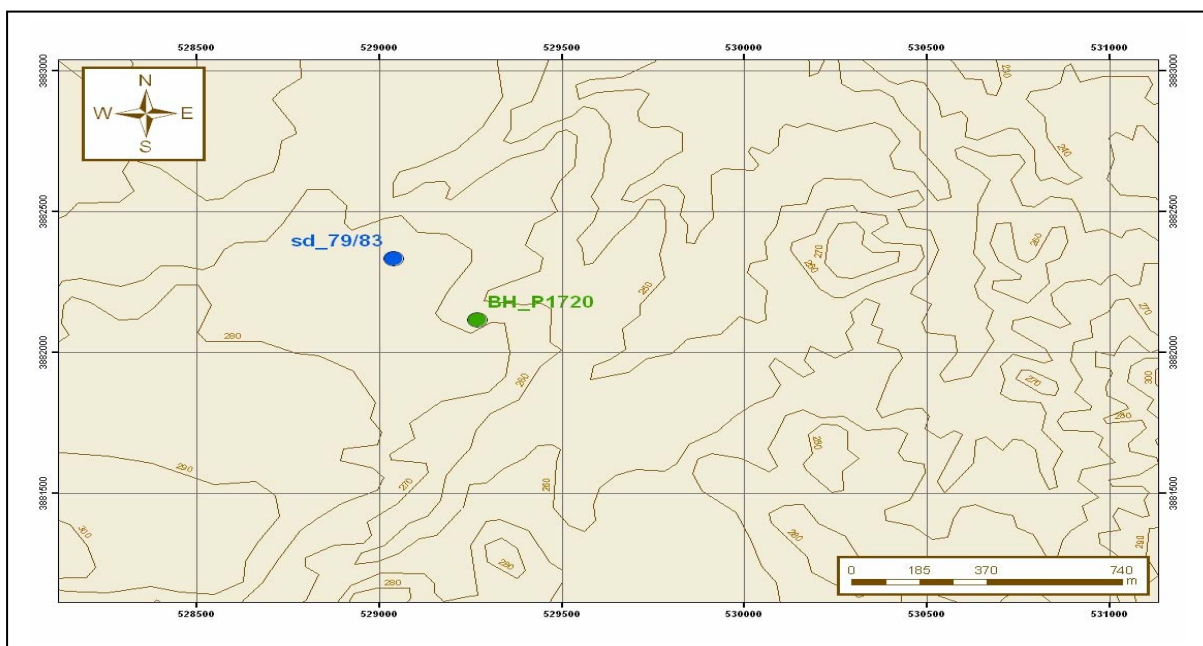
A. Το πρώτο υδρογεωλογικό μοντέλο παρουσιάζεται στο παράδειγμα A, το οποίο δημιουργήθηκε αξιοποιώντας τα δεδομένα από την γεώτρηση BH 70/65 και τα αποτελέσματα από την βυθοσκόπηση 76/83. Σε αυτό ο N.C.A χωρίζεται στα δύο (2) από ένα μεγάλο πάχους στρώμα μάργας. Όπως φαίνεται και από την γεώτρηση, τα δύο τμήματα δεν είναι ενιαία αλλά διαιρούνται σε πολλά μικρότερα κομμάτια. Λόγω του μικρού σχετικού πάχους (relative thickness) αυτών των κομματιών, είναι αδύνατο να απεικονιστούν και στην βυθοσκόπηση. Για την ερμηνεία της βυθοσκόπησης ορίσαμε (fix) τα βάθη των δύο τμημάτων του υδροφόρου, χρησιμοποιώντας τα στοιχεία από την γεώτρηση, και μετά από την αυτόματη επαναλαμβανόμενη ερμηνεία (automatic iterative method) πήραμε την καμπύλη του σχήματος (4.3.3.16 A) με RMS 1.73%. Σε αυτή φαίνονται καθαρά τόσο ο υδροφόρος με αντιστάσεις 47 Ohm.m και 18 Ohm.m για το πάνω και κάτω τμήμα αντίστοιχα, όσο και το ημιπερατό ενδιάμεσο στρώμα μάργας με αντίσταση 5 Ohm.m. Η χαμηλή αντίσταση του κάτω τμήματος πιθανό να οφείλεται σε αναλόγως μεγάλα ποσοστά αλμυρότητας του υπεδάφιου νερού.

B. Μια δεύτερη περίπτωση είναι αυτή που βλέπουμε στο σχήμα (4.3.3.16 B). Όπως και πριν ο N.C.A χωρίζεται σε δύο με τρία επιμέρους τμήματα από στρώμα μάργας ή αργίλου που σε αυτή την περίπτωση είναι πολύ πιο λεπτό. Στην γεώτρηση BH P 1720 και στην βυθοσκόπηση 83/79 βλέπουμε μια τέτοια περίπτωση. Τα πρώτα δύο τμήματα του υδροφόρου καθώς και το ενδιάμεσο στρώμα χαμηλής αντίστασης απεικονίζονται καθαρά στην βυθοσκόπηση, σε αντίθεση με το βαθύτερο. Οι αντιστάσεις αυτών είναι 20.6 Ohm.m 12.2 Ohm.m και 28.6 Ohm.m αντίστοιχα ενώ

για το τρίτο τμήμα το μόνο που βλέπουμε είναι μια μείωση της αντίστασης στα 16.6 Ohm.m μέχρι και το βάθος των 140 m οπότε και έχουμε μαύρο άργιλο (black clay) με αντίσταση < 6 Ohm.m. Τα πιο πάνω αποτελέσματα πάρθηκαν μετά από αυτόματη ερμηνεία και ορισμό (fix) των βαθών 27.4m, 36.6m και 97.6m. Η καμπύλη έχει σφάλμα RMS 1.8%.

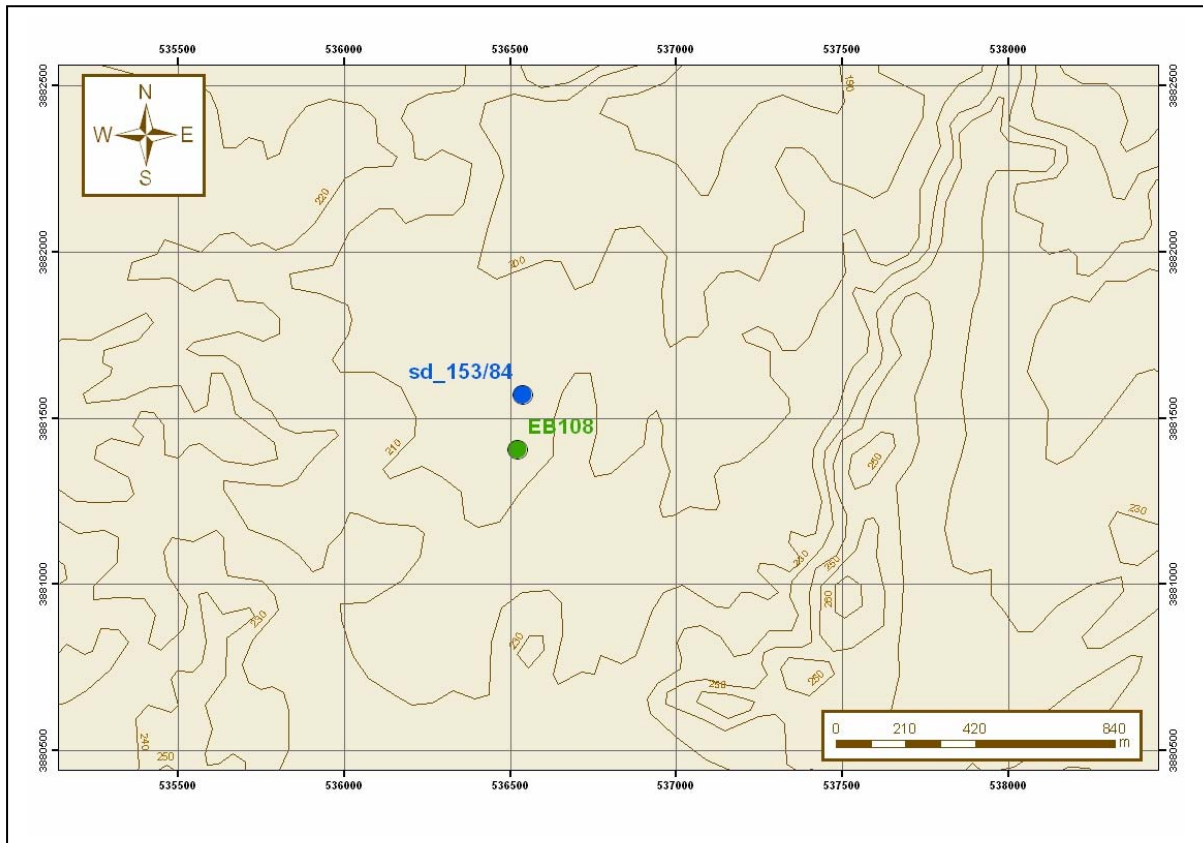


Σχήμα 4.3.3.12: Απεικόνιση βυθοσκόπησης sd_76/83 και γεώτρησης BH 70/65 σε τοπογραφικό ανάγλυφο με contour line ανά 10 μέτρα.



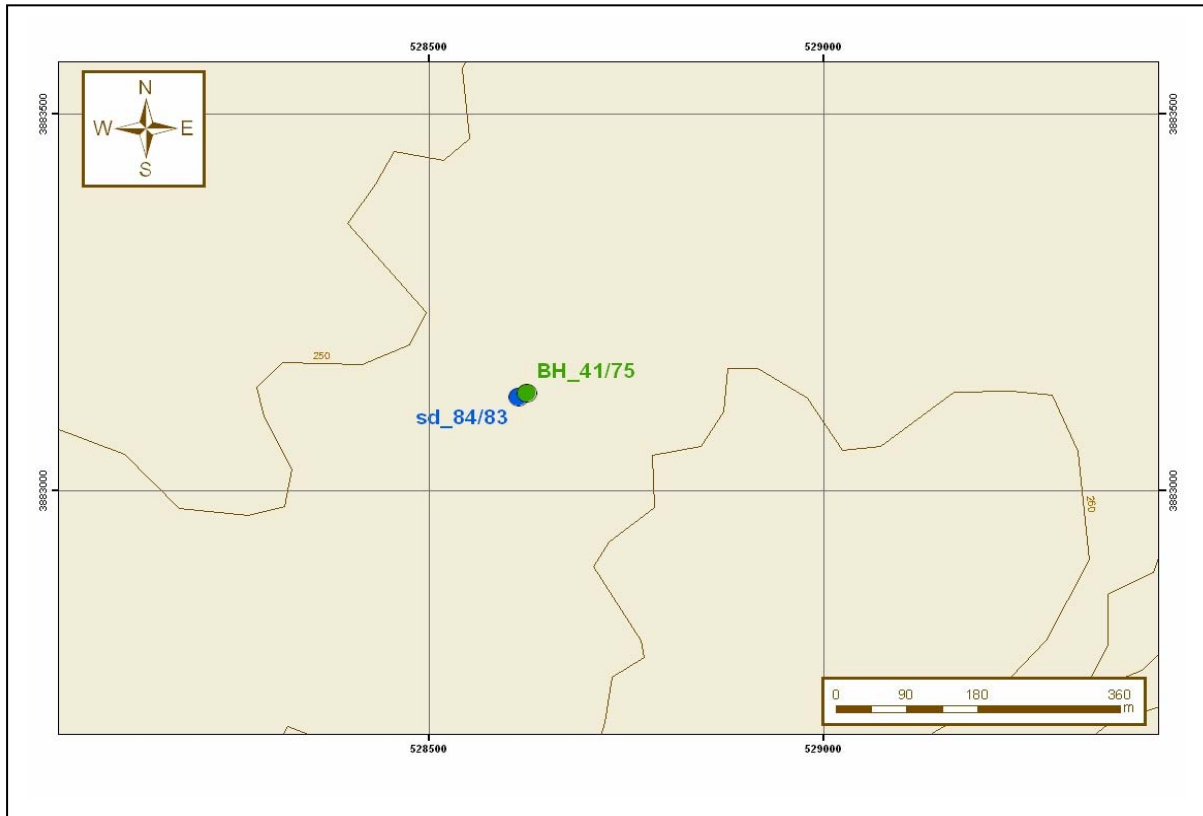
Σχήμα 4.3.3.13: Απεικόνιση βυθοσκόπησης sd_79/83 και γεώτρησης BH P1720 σε τοπογραφικό ανάγλυφο με contour line ανά 10 μέτρα.

Γ. Υπάρχουν περιοχές όπου ο Ν.Κ.Α (Newer Clastic Aquifer) δεν διαιρείται σε επιμέρους τμήματα αλλά είναι ενιαίος και καλά ανεπτυγμένος. Τέτοια περίπτωση είναι αυτή του παραδείγματος Γ, σχήμα (4.3.3.17 Γ), στην περιοχή του χωριού Ποτάμι. Όπως φαίνεται στη γεώτρηση ΒΗ ΕΒ 108, ο Ν.Κ.Α εκτείνεται από τα 6 m μέχρι και τα 85 m χωρίς να διακόπτεται από την παρουσία οποιουδήποτε στρώματος. Στο ίδιο αποτέλεσμα καταλήγουμε και βάση της ερμηνείας της βυθοσκόπησης 153/84 στην οποία φαίνονται τρία (3) βασικά στρώματα το επιφανειακό εδαφικό κάλυμμα, ο υδροφόρος με αντίσταση περίπου 70 Ωm.m και ένα βαθύ στρώμα πολύ μικρής αντίστασης (περίπου 2 Ωm.m).

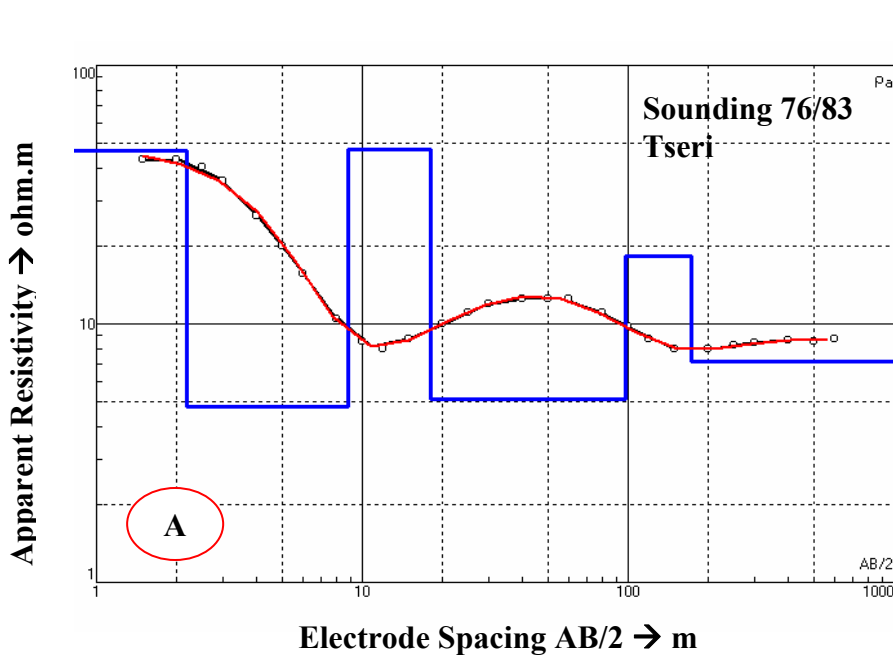


Σχήμα 4.3.3.14: Απεικόνιση βυθοσκόπησης sd_153/84 και γεώτρησης ΒΗ 108 σε τοπογραφικό ανάγλυφο με contour line ανά 10 μέτρα.

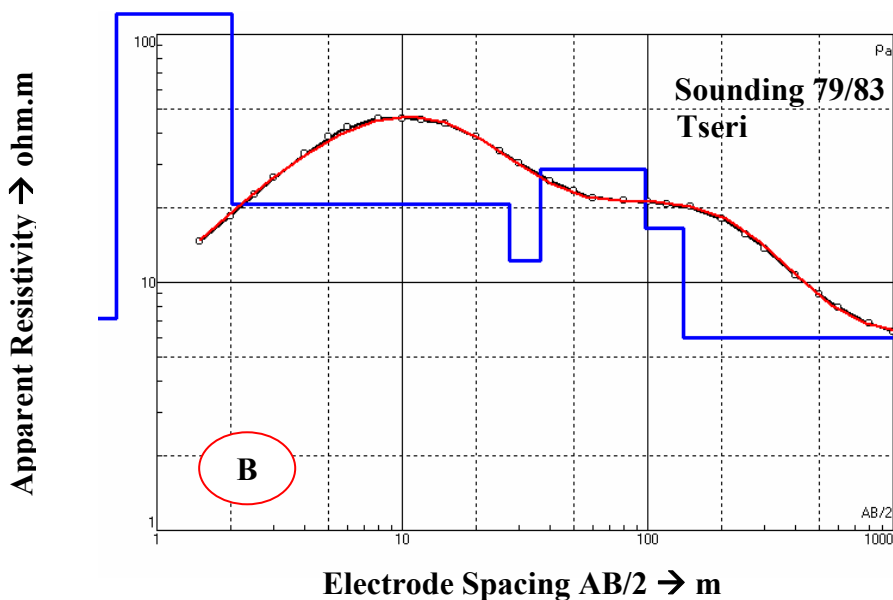
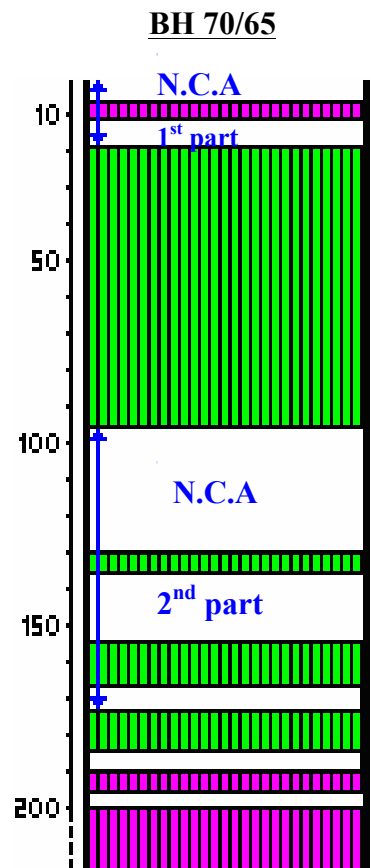
D. Το τέταρτο μοντέλο που εμφανίζεται στην Κεντρική Μεσσαορία είναι αυτό που παρουσιάζεται στο παράδειγμα Δ, σχήμα (4.3.3.17 Δ) μέσα από την γεώτρηση ΒΗ 41/75 και βυθοσκόπηση 84/1983. Σύμφωνα με αυτό ο Ν.Σ.Α αποτελείται από εναλλαγές στρωμάτων λεπτόκοκκης έως μεσόκοκκης άμμου, αμμώδες μάργας και μάργας. Αποτέλεσμα αυτού είναι να δημιουργούνται πολλά μικρού πάχους αποθηκευτικά τμήματα τα οποία δεν μπορούν να ερμηνευτούν με τις ηλεκτρικές βυθοσκοπήσεις. Ακόμη όμως και σε αυτή την περίπτωση μπορεί να υπάρξει κάποια συσχέτιση μεταξύ των ηλεκτρικών και των λιθολογικών στρωμάτων όταν θεωρήσουμε κάποια στρώματα ενιαία. Παράδειγμα: Σύμφωνα με την γεώτρηση ΒΗ 41/75 μέχρι το βάθος 17 m υπάρχουν στρώματα χαμηλών αντιστάσεων ενώ μέχρι τα 35 m υπάρχει στρώμα άμμου σχετικά ψηλότερης αντίστασης. Στη συνέχεια και μέχρι τα 90 m τα στρώματα που εμφανίζονται είναι κυρίως χαμηλών αντιστάσεων (sandy marl , marl) ενώ τέλος μέχρι και τα 160 m περίπου ξαναεμφανίζονται στρώματα ψηλότερων αντιστάσεων. Ορίζοντας αυτά τα βάθη στην βυθοσκόπηση 84/1983, παίρνουμε μια καμπύλη έξι (6) στρωμάτων με RMS error 1.86% στην οποία απεικονίζεται με σχετική ακρίβεια, το υδρογεωλογικό μοντέλο της περιοχής.



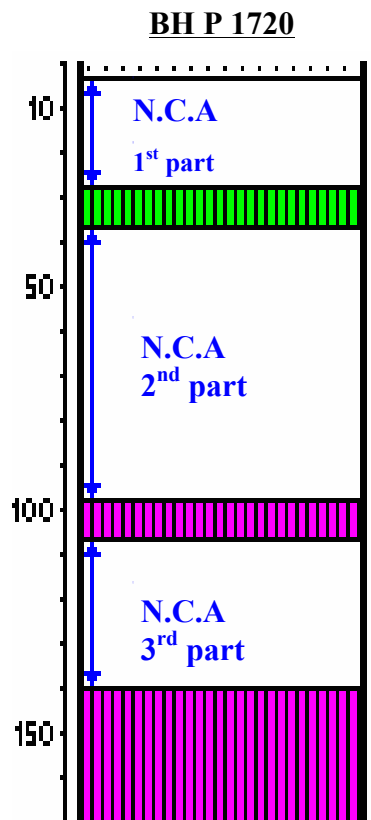
Σχήμα 4.3.3.15: Απεικόνιση βυθοσκόπησης sd_84/83 και γεώτρησης ΒΗ 41/75 σε τοπογραφικό ανάγλυφο με contour line ανά 10 μέτρα.



N	1	2	3	4	5	6
ρ	46.98	4.757	47.34	5.103	18.28	7.128
h	2.192	6.645	9.162	80	74.08	
d	2.192	8.838	18	98	172.1	
Alt	-2.1922	-8.8376	-18	-98	-172.08	

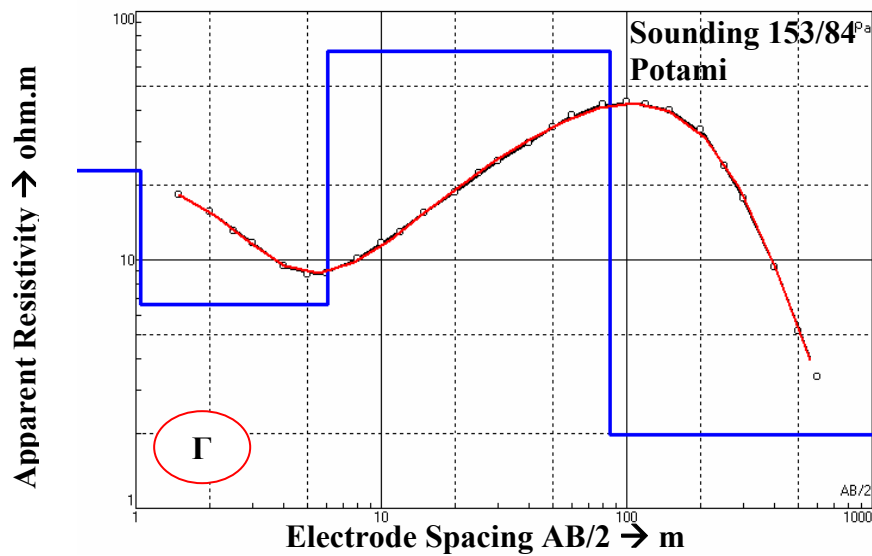


N	1	2	3	4	5	6	7
ρ	7.16	290	20.61	12.23	28.6	16.58	5.98
h	0.6806	1.33	25.39	9.2	61	42.24	
d	0.6806	2.011	27.4	36.6	97.6	139.8	
Alt	0.68061	-2.011	-27.4	-36.6	-97.6	-139.84	

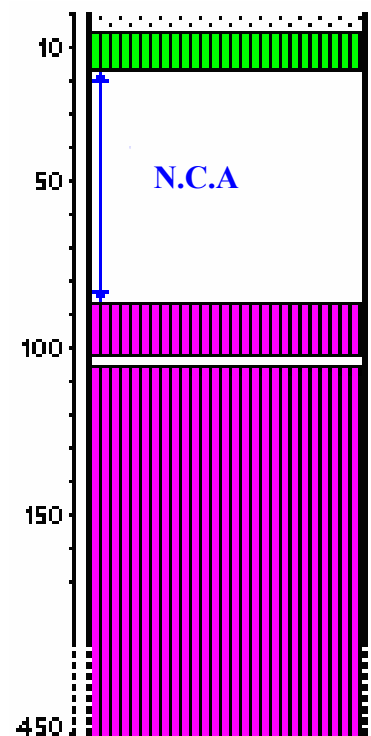


Σχήμα (4.3.3.16): Βυθοσκοπήσεις συσχέτισης Κεντρική Μεσαορία.

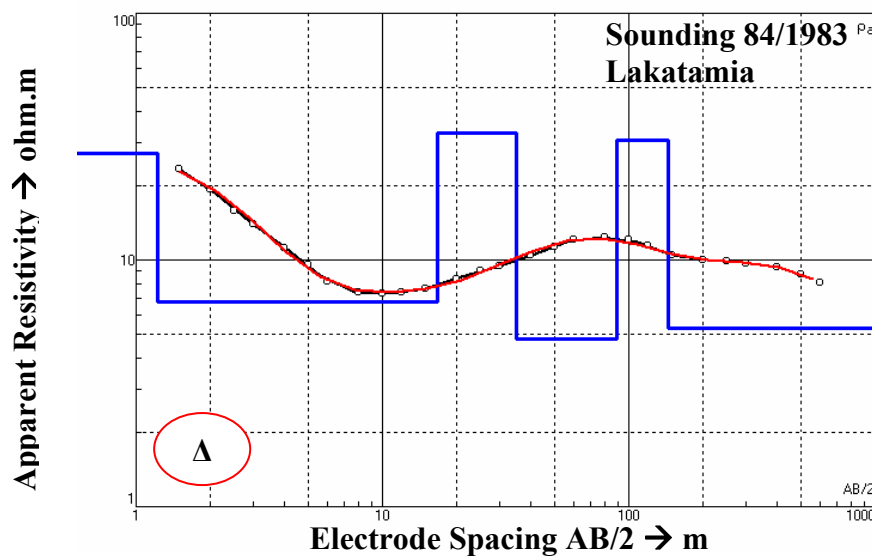
BH EB 108



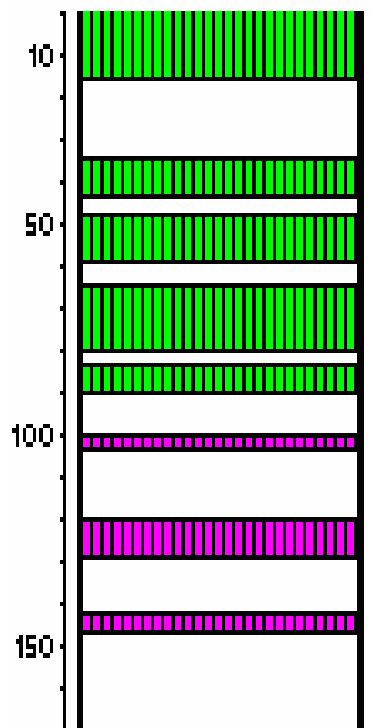
N	1	2	3	4
ρ	22.87	6.649	68.84	1.981
h	1.043	4.982	79.27	
d	1.043	6.025	85.3	
Alt	-1.0427	-6.0251	-85.3	



BH 41/75



N	1	2	3	4	5	6
ρ	26.96	6.794	32.56	4.763	30.49	5.26
h	1.225	15.54	18.24	54.9	55.23	
d	1.225	16.76	35	89.9	145.1	
Alt	-1.225	-16.76	-35	-89.9	-145.13	



Σχήμα (4.3.3.17): Βυθοσκοπήσεις συσχέτισης Κεντρική Μεσσαορία.

4.4. ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

Με βάση τις βυθοσκοπήσεις συσχέτισης δημιουργήθηκαν οι πιο κάτω πίνακες στους οποίους παρουσιάζονται οι τιμές των φαινόμενων ειδικών ηλεκτρικών αντιστάσεων για τα σημαντικότερα γεωλογικά – υδρογεωλογικά στρώματα των δύο περιοχών έρευνας. Στους πίνακες παρουσιάζονται ξεχωριστά για κάθε βυθοσκόπηση οι τιμές των φαινόμενων ειδικών ηλεκτρικών αντιστάσεων και μια γενική διακύμανση των τιμών στο τέλος.

Δυτική Μεσαορία:

	U.P.S (σε ohm.m)	Ενδιάμεση μάργα (CM) (σε ohm.m)	L.C.A (σε ohm.m)	Μάργα/άργιλος βάσης (BM) (σε ohm.m)
A	54.7	12	23.5	16.7
B	53.4	11.5	35.7	11.7
Γ	56.8	14.7	34.9	15.8
Δ	29.9	14	44.9	7.7
E	17.3	12.7	15.3	9.6
ΣΤ	-----	11.9	43	12.2
H	34.1	-----	21.3	10.6
Θ	97.7	7.4	25.3	16.9
Διακύμανση	30 – 98 (17)	7.4 – 14.7	21.3 – 45	7.7 – 17

Κεντρική Μεσαορία:

	N.C.A (newer clastic aquifer) (σε ohm.m)	Ημιπερατό στρώμα (σε ohm.m)	Αδιαπέραστο Στρώμα (σε ohm.m)
A	18 - 47	5	
B	16.6 – 28.6	12.2	6
Γ	68.8	6.6	2
Δ	30.5 – 32.6	8	5.3
Διακύμανση	16.6 – 68.8	5 – 12.2	2 – 6

Γενικά Σχόλια:

Όπως παρατηρούμε στους πιο πάνω πίνακες, οι αντιστάσεις γενικά της Κεντρικής Μεσαορίας είναι μικρότερες από αυτές της Δυτικής. Τα υδροφόρα στρώματα έχουν τιμές μεταξύ 20 και 100 ohm.m, ενώ τα ενδιάμεσα ημιπερατά ή αδιαπέραστα στρώματα τιμές κοντά στα 10 ohm.m. Τις μικρότερες αντιστάσεις παρουσιάζει το Impervious layer στη Κεντρικής Μεσαορίας, αντιστάσεις οι οποίες είναι παρόμοιες με

το στρώμα πολύ χαμηλών αντιστάσεων της Δυτικής Μεσαορίας, το οποίο δεν περιλαμβάνεται στην πιο πάνω βαθμονόμηση.

4.5. ΕΙΔΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ ΚΥΠΡΟΥ

Στο πίνακα 4.5.1 παρουσιάζονται οι ειδικές ηλεκτρικές αντιστάσεις των πετρωμάτων της Κύπρου οι οποίες μετρήθηκαν σε εργαστηριακό περιβάλλον με την χρήση του οργάνου ABEM RIPS 3 από το Δρ. Σωτήρη Κραμβή στα πλαίσια της Διδακτορικής του εργασίας με τίτλο Application of Electrical Resistivity in Groundwater Exploration in Cyprus 1987.

FORMATION	AGE	LITHOLOGY	Resistivity ohm.m			
			1	10	100	1000
Alluvium	Holocene	Sandy clays Clayey sands, silty gravels Sands, gravels, sandstone		—	—	—
Athalassa – Nicosia	Pleistocene – Upper Miocene	Marls, clays Silty – sandy marls Marly sands, silty gravels, calcarenite, sandstone	—	—	—	
Kalavassos – Koronia	Upper Miocene	Gypsum, marly gypsum Calcarenite reef limestone			—	—
Pakhna	Middle Miocene	Chalk, marls, marly chalk Sandstone, sandy limestone		—	—	—
Kythrea	Middle Miocene	Marls, greywackes Siltstone, sandstone	—	—	—	
Terra	Lower Miocene	Reef limestone Chalky limestone			—	—
Lefkara	Oligocene - Maestrichtian	Marls, clays Marly chalk, chalk	—	—	—	
Moni – Kannaviou	Upper Cretaceous	Bentonite clay	—	—	—	
Mamonia Melange	Upper Cretaceous	Melange clays	—	—	—	
Upper Pillow Lava	Upper Cretaceous	Pillow lavas with few dykes		—	—	
Lower Pillow Lava	Upper Cretaceous	Pillow lava and dykes		—	—	
Basal Group	Upper Cretaceous	Dykes with screens of Pillow lavas			—	—

Πίνακας 4.5.1: Ειδικές ηλεκτρικές αντιστάσεις των πετρωμάτων της Κύπρου

5. ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΒΥΘΟΣΚΟΠΗΣΕΩΝ.

5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.

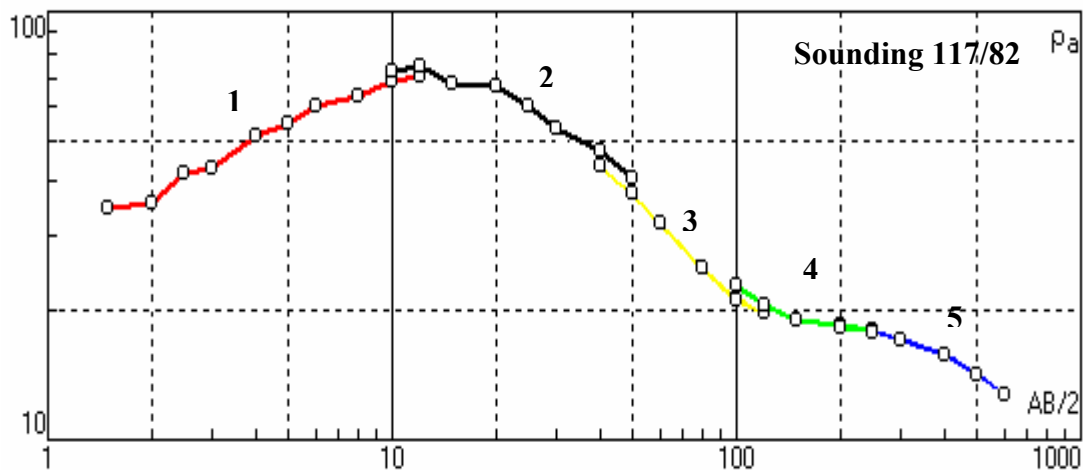
Στις επόμενες σελίδες ακολουθεί η ερμηνεία των βυθοσκοπήσεων στην οποία στηρίχθηκαν τα αποτελέσματα του επόμενου κεφαλαίου. Τρεις ερμηνείες (δύο για την Δυτική και μια για την Κεντρική Μεσαορία) περιγράφονται αναλυτικά, ενώ οι υπόλοιπες δίνονται μόνο σχηματικά. Η διαδικασία της ερμηνείας με την χρήση πρότυπων καμπύλων δύο ή περισσότερων στρωμάτων έχει περιγραφεί στο κεφάλαιο 3.7.3. Για ερμηνεία των βυθοσκοπήσεων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό IPI2WIN το οποίο δουλεύει με την λογική των πρότυπων καμπύλων.

Αρχικά υπολογίζονται οι ειδικές ηλεκτρικές αντιστάσεις (πολλαπλασιάζοντας τις ηλεκτρικές αντιστάσεις με τον γεωμετρικό παράγοντα K). Στη συνέχεια περνάμε τις μετρήσεις στο λογισμικό σε στήλες AB/2, MN/2 και ρ_α . Όπως αναφέραμε και στο κεφάλαιο 4.1 (προγραμματισμός γεωηλεκτρικών βυθοσκοπήσεων) η απόσταση των ηλεκτροδίων δυναμικού (MN/2) δεν παραμένει σταθερή αλλά παίρνει τιμές 0.5m, 2m, 5m,20m και 50m για AB/2 10m,40m,100m και 200m αντίστοιχα. Μια σχετική επικάλυψη δύο – τριών τιμών γίνεται σε κάθε αλλαγή του MN/2 και έτσι για κάθε βυθοσκόπηση παίρνουμε πέντε διαφορετικές καμπύλες, μια για κάθε MN/2 (το πρόγραμμα υπολογίζει, βάση μαθηματικών μοντέλων, για κάθε MN/2 την μορφή της καμπύλης).

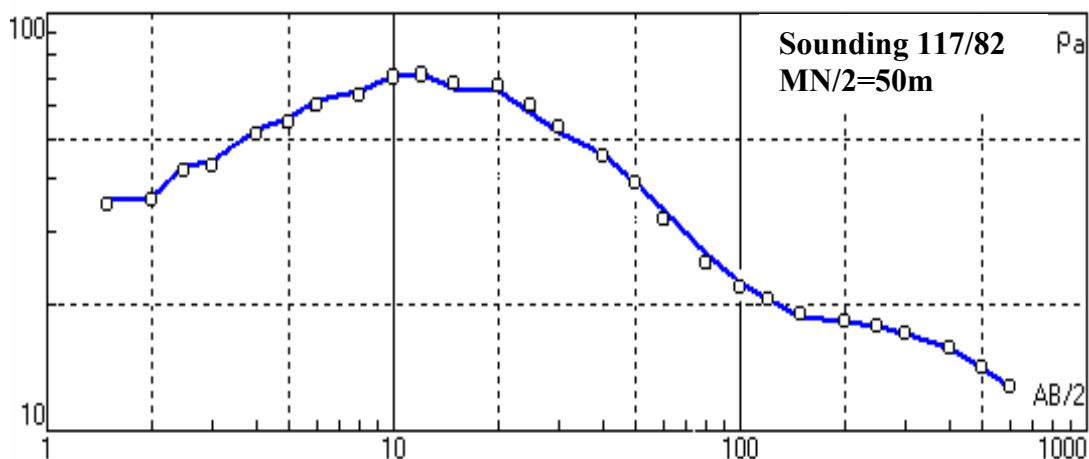
5.2. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΡΜΗΝΕΙΑΣ.

(A1) **Δυτική Μεσαορία:** Βυθοσκόπηση 117/82 Peristerona:

Για την βυθοσκόπηση 117/82 πήραμε 35 μετρήσεις με αποστάσεις AB/2 από 1.5m – 600m και MN/2 όπως πιο πάνω. Με αυτά τα δεδομένα πήραμε την καμπύλη του σχήματος (5.1) όπου με κόκκινο χρώμα παρουσιάζεται το τμήμα της καμπύλης για MN/2=0.5m, με μαύρο για MN/2=2m, με κίτρινο για MN/2=5m, με πράσινο για MN/2=20m και με μπλε για MN/2=50m. Γενικά για μεγάλα MN/2, η καμπύλη επηρεάζεται λιγότερο από τα πολύ επιφανειακά στρώματα εδάφους που είναι πολύ ανομοιογενή. Για αυτό και θεωρούμε την καμπύλη για MN/2=50m την καλύτερη, σχήμα (5.2).



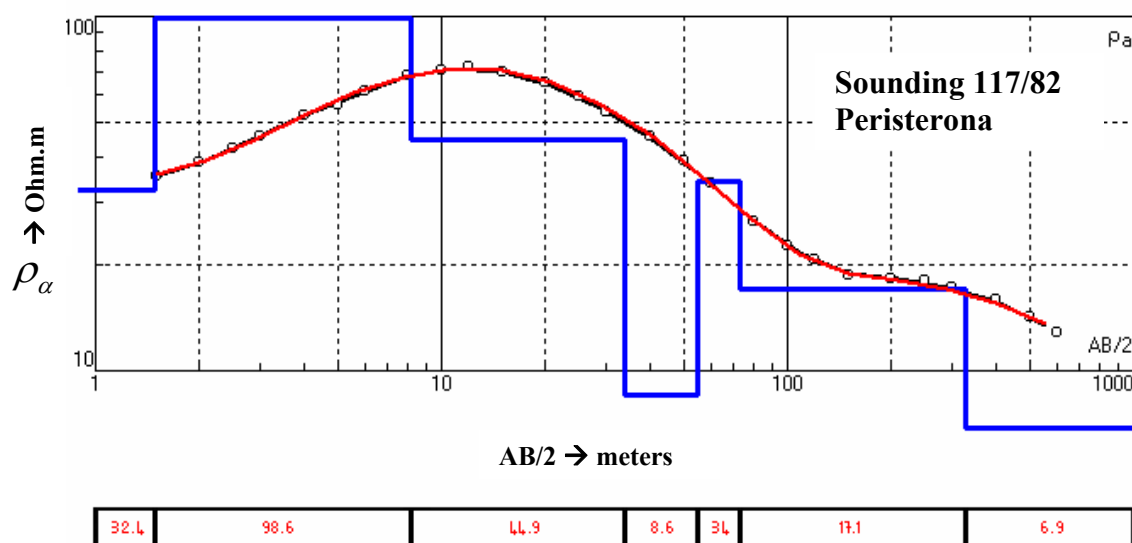
Σχήμα 5-5. Οι πέντε διαφορετικές καμπύλες βυθοσκόπησης για διαφορετικές αποστάσεις ηλεκτροδίων δυναμικού (MN). 1→MN/2=0.5m, 2→MN/2=2m, 3→MN/2=5m, 4→MN/2=20m, 5→MN/2=50m.



Σχήμα 5-2. Η καμπύλη βυθοσκόπησης 117/82 για MN/2 = 50m.

Από την μορφή της πιο πάνω καμπύλης μπορούμε να διακρίνουμε και τα τέσσερα στρώματα του υδρογεωλογικού καθεστώτος της Δυτικής Μεσαορίας. Αφού πρώτα επιλέξουμε να πάρουμε ερμηνεία με ελάχιστο αριθμό πέντε (5) στρωμάτων και κάνοντας μια αρχική αυτόματη ερμηνεία, παίρνουμε μια καμπύλη έξι (6) στρωμάτων με R.M.S error 0.92%. Από τις βυθοσκοπήσεις συσχέτισης γνωρίζουμε ότι οι ειδικές αντιστάσεις των δύο υπό-οριζόντων (upper phreatic sub-aquifer και lower confined sub-aquifer) και της ενδιάμεσης μάργας στην περιοχή είναι $\approx 50 \text{ Ohm.m}$, $\approx 20 \text{ Ohm.m}$, και $\approx 10 \text{ Ohm.m}$ αντίστοιχα. Χρησιμοποιώντας αυτό το δεδομένο, ορίζουμε στο πρόγραμμα να μας δώσει ερμηνεία βάση των πιο πάνω αντιστάσεων. Παίρνουμε τότε μια καμπύλη με R.M.S error 1.63%. Σε αυτή την καμπύλη παρουσιάζεται το βάθος του lower confined sub-aquifer να είναι στα 200 m περίπου πράγμα αναληθές αν λάβουμε

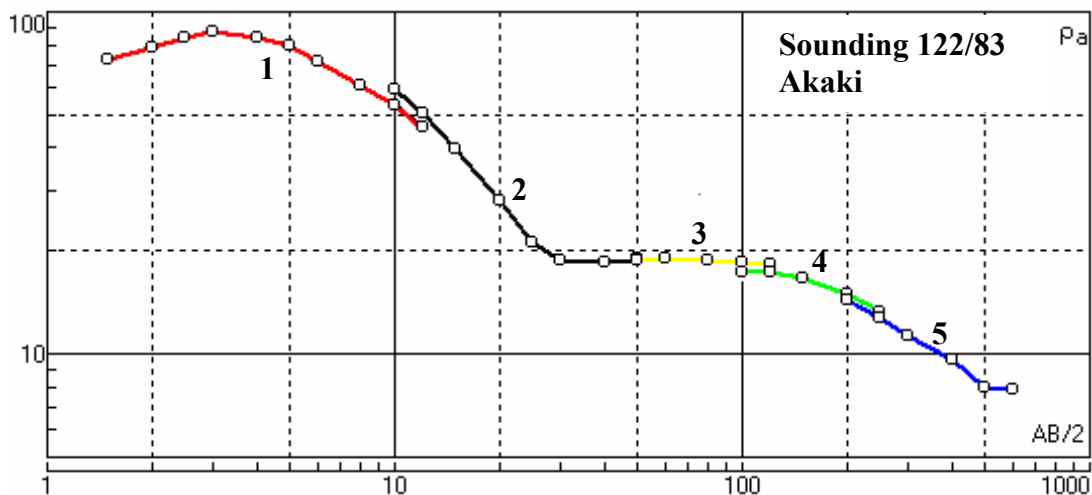
υπόψη την γεώτρηση 27/60 που βρίσκεται σε ≈ 600 m απόσταση και δίνει το βάθος στα 77 m. Στην ερμηνεία που πήραμε απουσιάζει το βαθύ στρώμα πολύ χαμηλών αντιστάσεων, στρώμα που αν και δεν είναι εμφανές στην καμπύλη, μπορεί να υπάρχει. Προσθέτοντας ακόμη ένα στρώμα στην ερμηνεία μας και φτιάχνοντας λίγο το βάθος του L.C.S, καταλήγουμε στην ερμηνεία του σχήματος (5.3) με R.M.S. error 1.28%. στο οποίο φαίνεται ένα επιφανειακό στρώμα πολύ ψηλών αντιστάσεων (χαλίκια), οι δύο υπό-υδροφόροι και τα αδιαπέραστα στρώματα μάργας ενδιάμεσα και στη βάση τους, καθώς και το στρώμα πολύ χαμηλών αντιστάσεων.



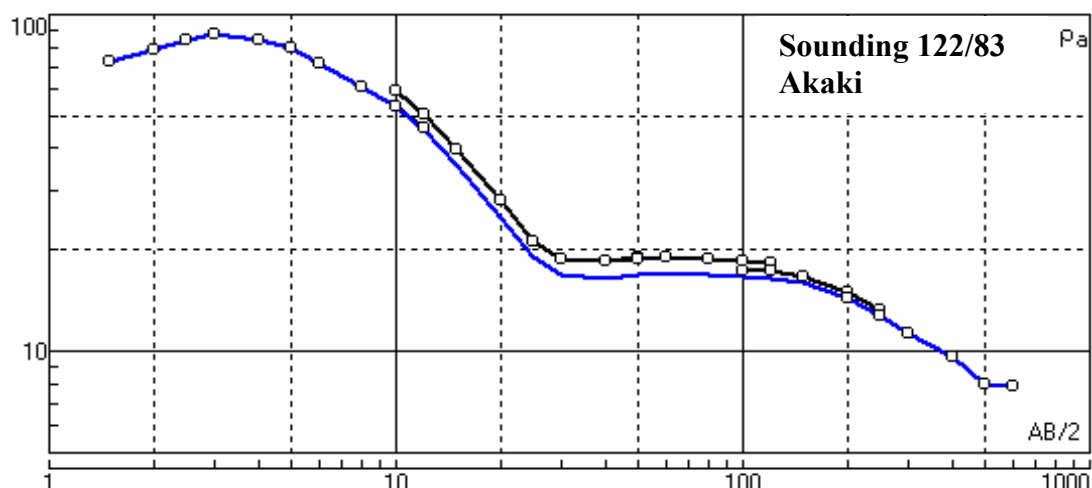
Σχήμα 5-3. Πάνω: Η καμπύλη βυθοσκόπησης 117/82, ερμηνευμένη στο IPI2WIN. Κάτω: Τα πάχη και οι ειδικές αντιστάσεις των στρωμάτων.

(A2) **Δυτική Μεσσαορία:** Βυθοσκόπηση 122/83 Akaki:

Ακόμη ένα παράδειγμα ερμηνείας από την Δυτική Μεσσαορία, είναι η βυθοσκόπηση 122/83. Και σε αυτή την περίπτωση πήραμε 35 μετρήσεις ειδικών ηλεκτρικών αντιστάσεων με αποστάσεις AB/2 από 1.5m – 600m και MN/2 όπως πριν. Χαρτογραφώντας τις μετρήσεις (ρ_{α} προς AB/2) παίρνουμε την καμπύλη του σχήματος (5.4) όπου το κάθε χρώμα αναφέρεται σε διαφορετικό MN/2 (βλέπε λεζάντα σχήματος). Και σε αυτή την περίπτωση θεωρούμε την καμπύλη με MN/2= 50m την καλύτερη (σχήμα 5.5).



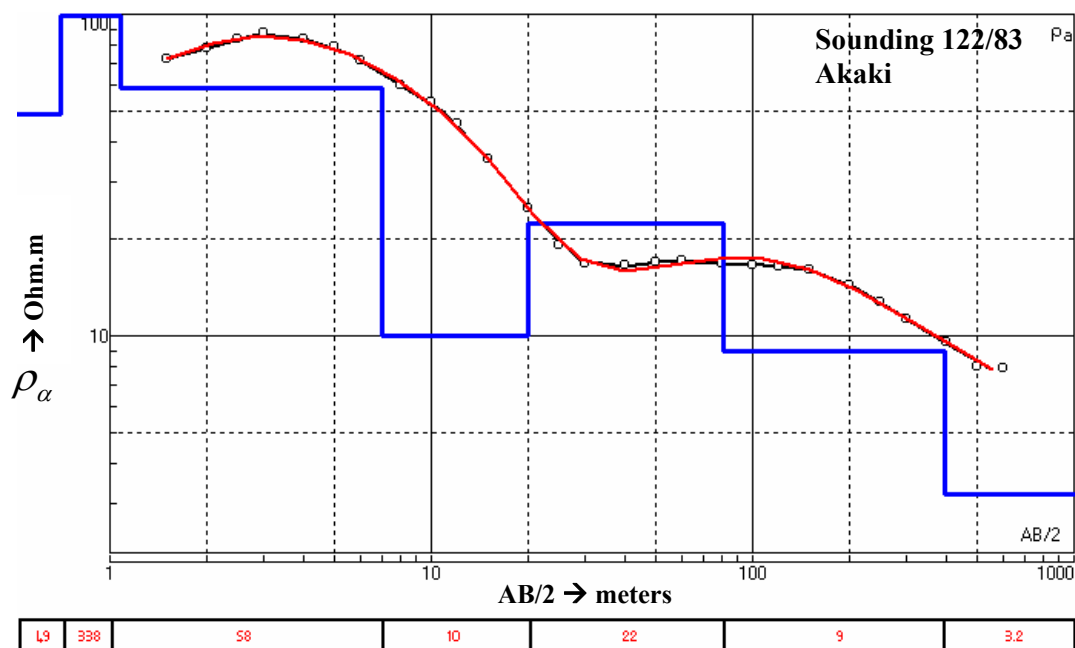
Σχήμα 5-4. Οι πέντε διαφορετικές καμπύλες βυθοσκόπησης για διαφορετικές αποστάσεις ηλεκτροδίων δυναμικού (MN). 1→MN/2=0.5m, 2→MN/2=2m, 3→MN/2=5m, 4→MN/2=20m, 5→MN/2=50m.



Σχήμα 5-5. Η καμπύλη βυθοσκόπησης 122/83 για MN/2 = 50m.

Η μορφή της χαρτογράφησης αντιπροσωπεύει καμπύλη 5 - 6 στρωμάτων. Μετά από αυτόματη ελαχιστοποίηση χρησιμοποιώντας ελάχιστο αριθμό στρωμάτων τα πέντε (5) παίρνουμε μια ερμηνεία με R.M.S error 1.48%. Σε αυτή φαίνεται καθαρά η ύπαρξη των δύο υπό-υδροφόρων καθώς και τα δύο (2) στρώματα αδιαπέραστων ιζημάτων (μικρότερες αντιστάσεις), αλλά όχι το βαθύ στρώμα πολύ μικρών αντιστάσεων. Χρησιμοποιώντας πληροφορίες από την βυθοσκόπηση συσχέτισης 114/83 και την γεώτρηση ΒΗ 119/83, που βρίσκονται σε απόσταση $\approx 200\text{m}$, βλέπουμε ότι τόσο οι αντιστάσεις των στρωμάτων (U.P.S $\rightarrow 58 \text{ Ohm.m}$, L.C.S $\rightarrow 19 \text{ Ohm.m}$ ενδιάμεση μάργα $\rightarrow 5 \text{ Ohm.m}$) όσο και τα βάθη δεν είναι απόλυτα ορθά. Προσθέτουμε ακόμη ένα

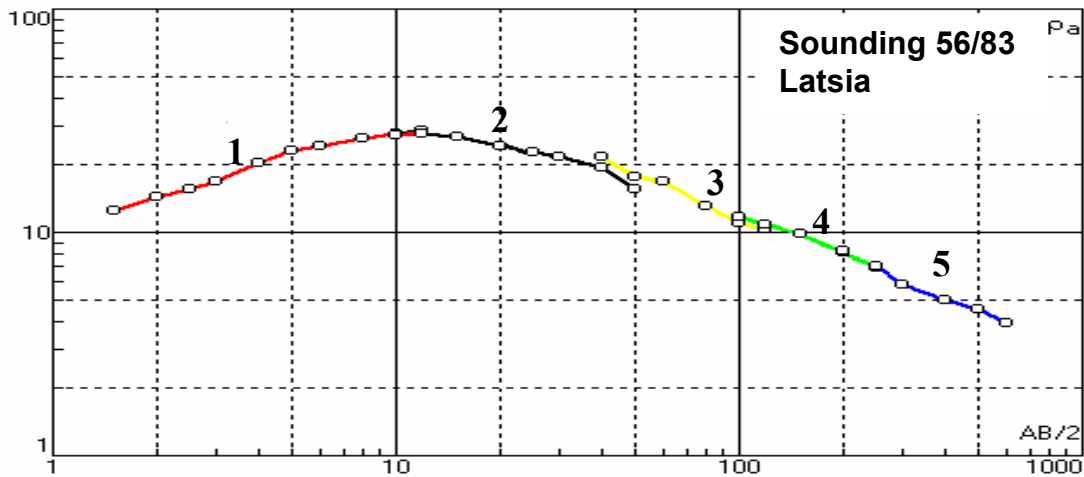
στρώμα στην ερμηνεία μας, και αφότου καθορίσουμε την αντίσταση του ενδιάμεσου στρώματος μάργας στα 10 Ohm.m, προσπαθούμε να μειώσουμε το βάθος του L.C.S από τα 120m στα 80 – 90 m περίπου. Καταλήγουμε τότε στο μοντέλο του σχήματος (5.6) με R.M.S. error 1.85%. Σύμφωνα με αυτό, οι αντιστάσεις των δύο στρωμάτων μάργας (ενδιάμεση και βάσης) έχουν μεγάλο βαθμό ομοιότητας με αυτές της βυθοσκόπησης συσχέτισης, ενώ αντίθετα οι αντιστάσεις των υπό-υδροφόρων είναι μεγαλύτερες.



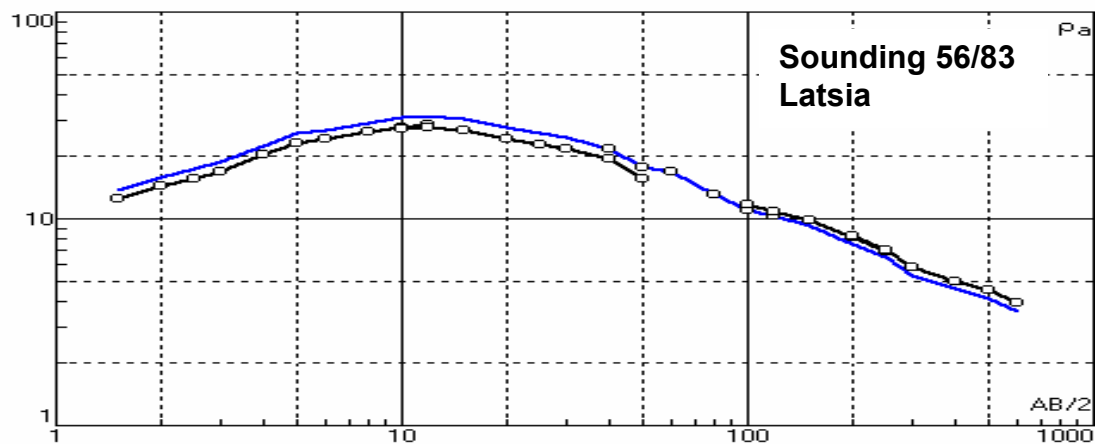
Σχήμα 5-6. Πάνω: Η καμπύλη βυθοσκόπησης 122/83, ερμηνευμένη στο IPI2WIN. Κάτω: Τα πάχη και οι ειδικές αντιστάσεις των στρωμάτων.

(B) Κεντρική Μεσαορία: Βυθοσκόπηση 56/83 Latsia:

Και σε αυτή τη περίπτωση πήραμε 35 μετρήσεις χρησιμοποιώντας την διάταξη Schlumberger με AB/2 από 1.5 m - 600 m και με το MN/2 να αλλάζει από 0.5 m στα 2, 5, 20 και 50 m σε αποστάσεις ηλεκτροδίων ρεύματος 10, 40, 100 και 200 m αντίστοιχα. Στο σχήμα 5.7 παρουσιάζονται οι πέντε (5) καμπύλες βυθοσκόπησης για τις διαφορετικές αποστάσεις MN/2, οι οποίες δεν παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές μεταξύ τους. Λόγω αυτού του γεγονότος μπορούμε να επιλέξουμε οποιαδήποτε καμπύλη με αρκετά καλά αποτελέσματα. Για την παρούσα έρευνα επιλέχθηκε η τρίτη καμπύλη η οποία παρουσιάζει ενδιάμεσες τιμές και φαίνεται στο σχήμα 5.8.



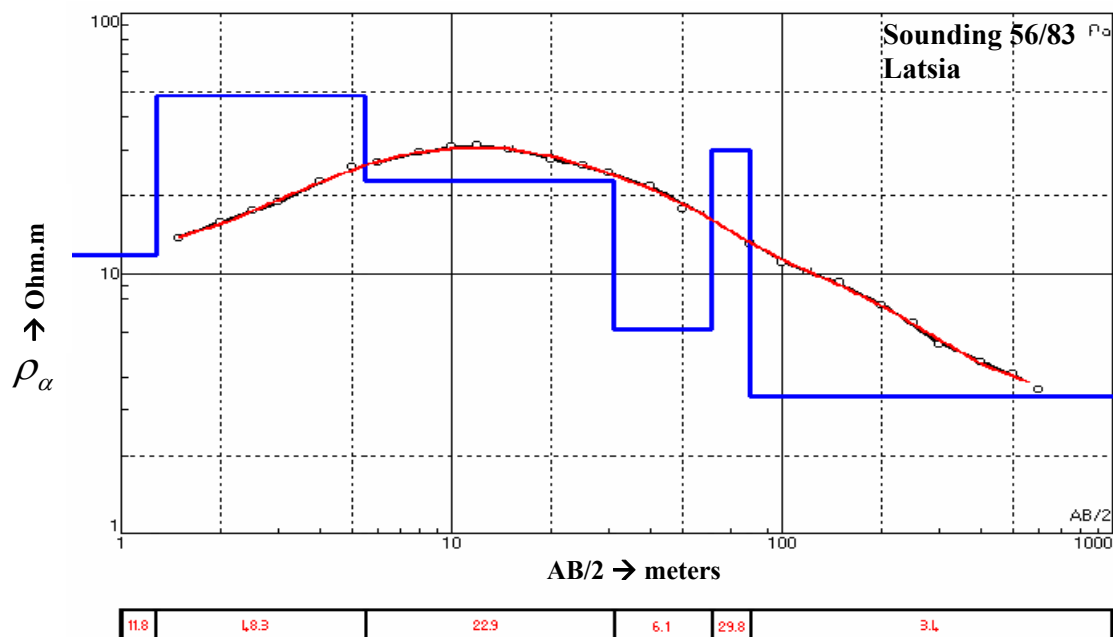
Σχήμα 5-7. Οι πέντε διαφορετικές καμπύλες βυθοσκόπησης για διαφορετικές αποστάσεις ηλεκτροδίων δυναμικού (MN). 1→MN/2=0.5m, 2→MN/2=2m, 3→MN/2=5m, 4→MN/2=20m, 5→MN/2=50m.



Σχήμα 5-8. Η καμπύλη βυθοσκόπησης 156/83 για MN/2 = 5m.

Με μια πρώτη προσέγγιση, η μορφή της καμπύλης είναι τύπου K ($\rho_1 < \rho_2 > \rho_3$) τριών στρωμάτων με το τρίτο στρώμα να είναι πολύ μεγάλου πάχους και άρα να υπάρχουν πολλές πιθανότητες να μην είναι ενιαίο αλλά να διαιρείται σε επιμέρους στρώματα. Μετά από αυτόματη ελαχιστοποίηση χρησιμοποιώντας ελάχιστο αριθμό στρωμάτων τα δύο (2) παίρνουμε ερμηνεία πέντε (5) στρωμάτων με $\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 < \rho_4 < \rho_5$ και R.M.S error 1.54%.

Μελετώντας την κοντινή γεώτρηση ΒΗ Ρ1527 βλέπουμε ότι μέχρι τα 30 μέτρα υπάρχουν υδροφόρα στρώματα άμμου σχετικά ψηλών αντιστάσεων, ενώ από τα 30 – 60 μέτρα περίπου εμφανίζεται στρώμα μάργας (χαμηλές αντιστάσεις). Προσθέτουμε ακόμα ένα στρώμα και ορίζουμε τα βάθη των πιο πάνω στρωμάτων και τελικά παίρνουμε την καμπύλη του σχήματος 5.9 με R.M.S error 1.49%.



Σχήμα 5-9. Πάνω: Η καμπύλη βυθοσκόπησης 56/83, ερμηνευμένη στο IPI2WIN. Κάτω: Τα πάχη και οι ειδικές αντιστάσεις των στρωμάτων.

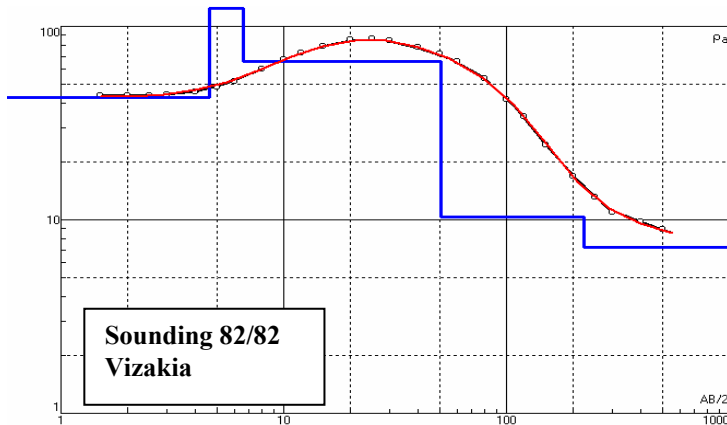
5.3. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΥΠΑΙΘΡΟΥ.

Σε κάθε μέτρηση καταγράφηκαν οι αποστάσεις των ηλεκτροδίων ρεύματος (AB/2), η αντίστοιχη απόσταση των ηλεκτροδίων δυναμικού (MN/2), (βλέπε κεφάλαιο 4.1), και η τιμή της φαινόμενης ειδικής αντίστασης που προκύπτει από το γινόμενο της μετρούμενης αντίστασης στο δίπολο ηλεκτροδίων δυναμικού και του γεωμετρικού συντελεστή (K). Στο παράρτημα 5 παρουσιάζονται οι τιμές της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης και οι αντίστοιχες αποστάσεις AB/2 που χρησιμοποιήθηκαν για την ερμηνεία των βυθοσκοπήσεων και την κατασκευή του τελικού γεωηλεκτρικού μοντέλου στη Δυτική και την Κεντρική Μεσσαορία.

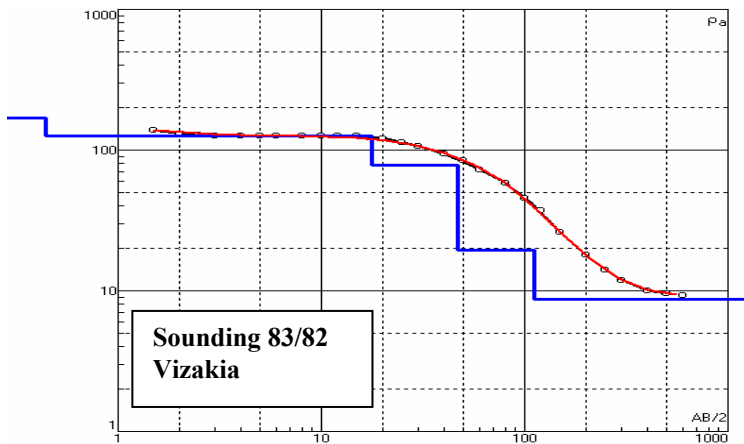
ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΒΥΘΟΣΚΟΠΗΣΕΩΝ

Α: ΔΥΤΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ

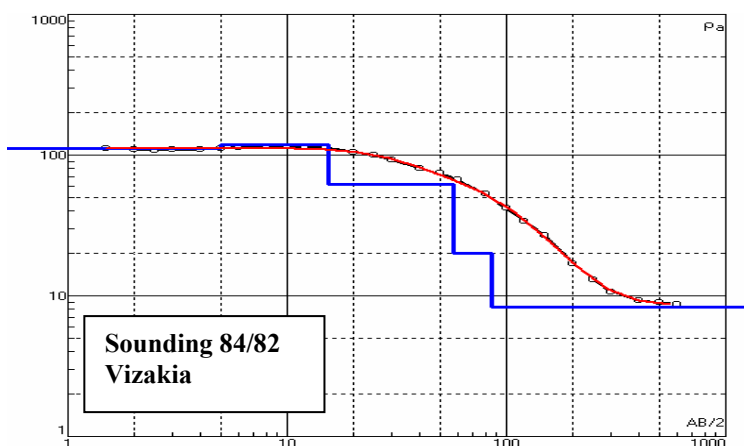
ΤΟΜΗ 1:



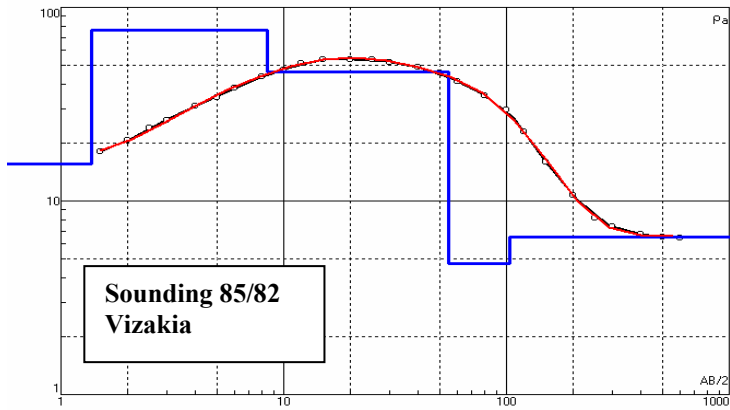
N	ρ	h	d	Alt
1	42.9	4.66	4.66	-4.66
2	448	1.93	6.59	-6.59
3	66.2	44.3	50.89	-50.89
4	10.3	173	223.9	-223.89
5	7.17			



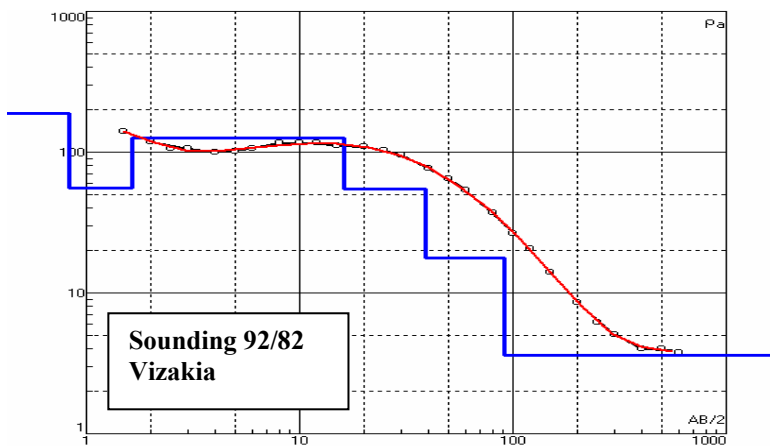
N	ρ	h	d	Alt
1	168	0.439	0.439	-0.439
2	126	17.2	17.64	-17.639
3	78.7	29.4	47.04	-47.039
4	19.3	64.7	111.7	-111.74
5	8.74			



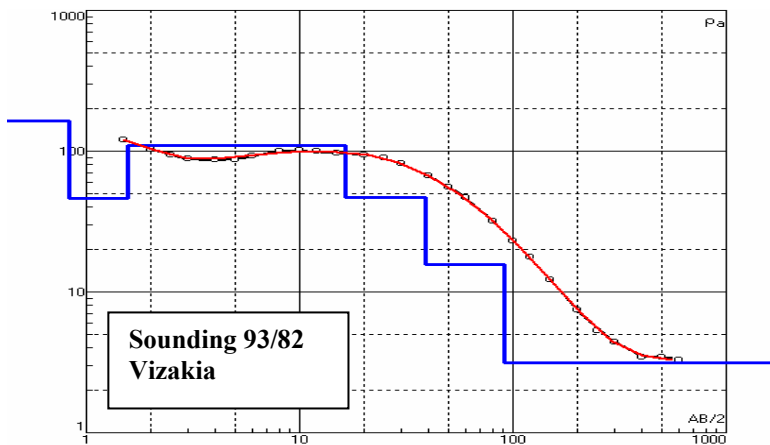
N	ρ	h	d	Alt
1	111.4	5.02	5.02	-5.02
2	119	10.5	15.52	-15.52
3	61.9	42.2	57.72	-57.72
4	20.2	28.4	86.12	-86.12
5	8.35			



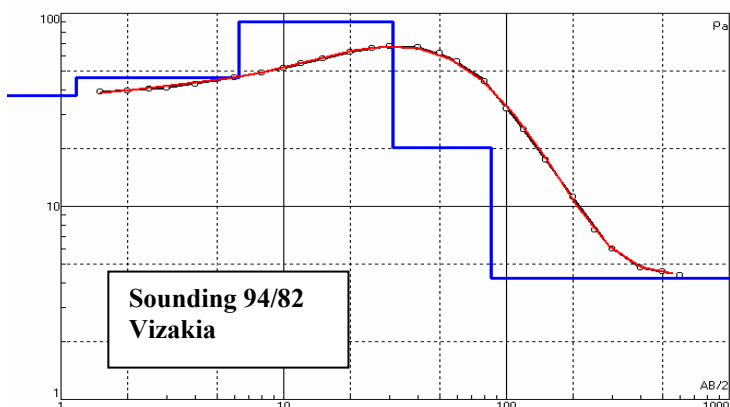
N	ρ	h	d	Alt
1	15.5	1.37	1.37	-1.37
2	76.7	7.05	8.42	-8.42
3	46.4	46.7	55.12	-55.12
4	4.73	48.2	103.3	-103.32
5	6.51			



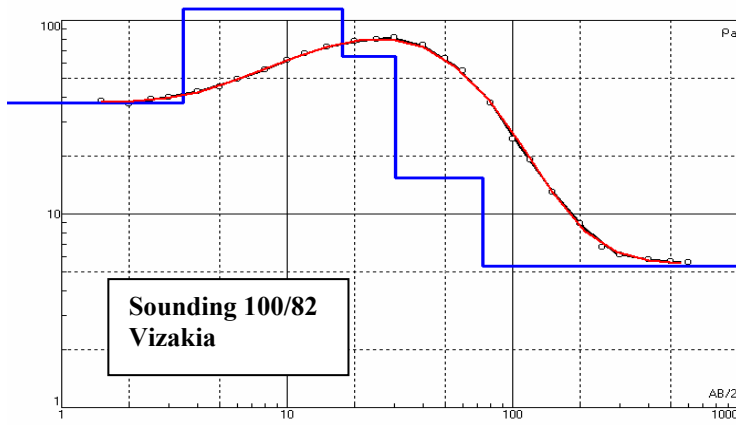
N	ρ	h	d	Alt
1	188.5	0.832	0.832	-0.832
2	55.58	0.7975	1.63	-1.6295
3	127	14.47	16.1	-16.1
4	54.9	22.76	38.86	-38.86
5	17.78	52.53	91.39	-91.389
6	3.625			



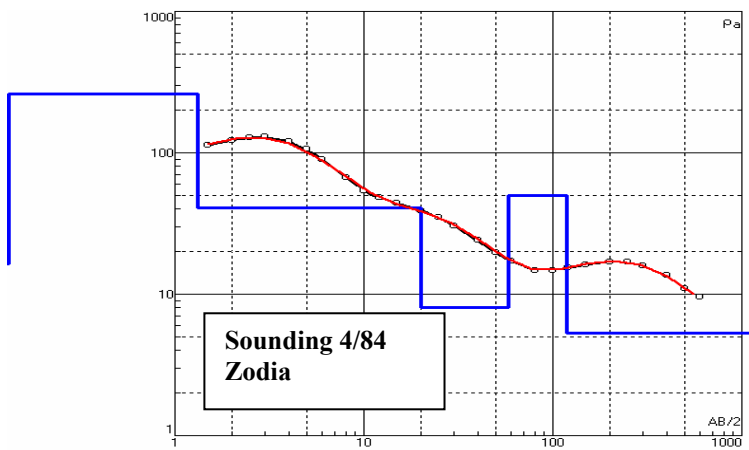
N	ρ	h	d	Alt
1	164.2	0.8276	0.8276	-0.8276
2	46.09	0.7354	1.563	-1.563
3	109	14.84	16.4	-16.403
4	46.6	22.37	38.77	-38.773
5	15.72	51.84	90.61	-90.613
6	3.138			



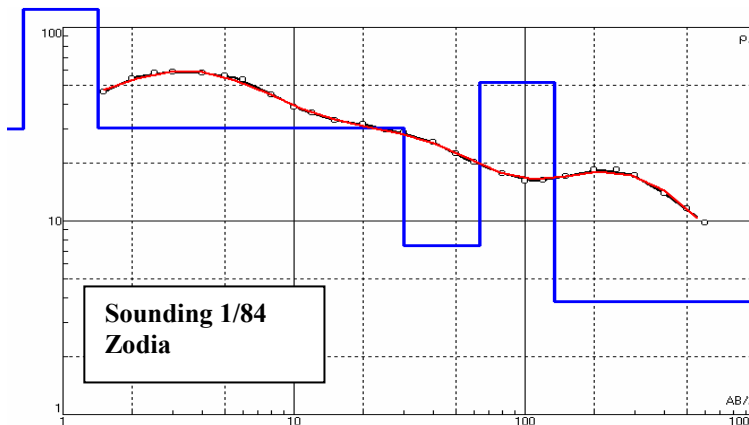
N	ρ	h	d	Alt
1	37.6	1.17	1.17	-1.17
2	46.4	5.15	6.32	-6.32
3	90	24.6	30.92	-30.92
4	20.1	54.5	85.42	-85.42
5	4.23			



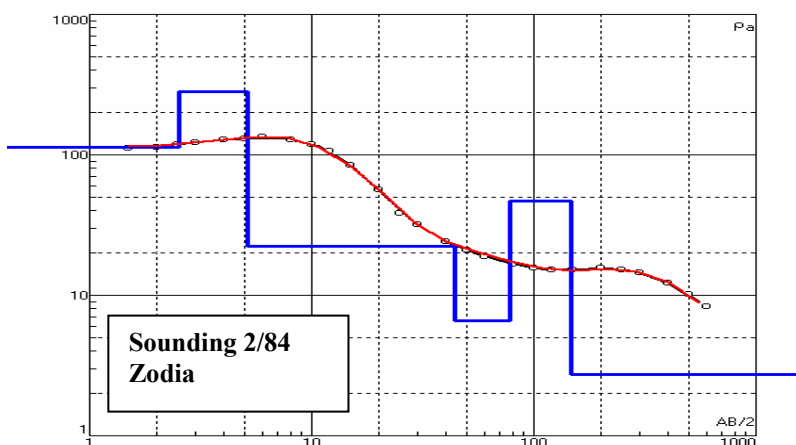
N	ρ	h	d	Alt
1	37.3	3.46	3.46	-3.46
2	115	14.2	17.66	-17.66
3	65.1	12.4	30.06	-30.06
4	15.3	43.7	73.76	-73.76
5	5.37			



N	ρ	h	d	Alt
1	16.5	0.1185	0.1185	-0.1185
2	260.7	1.202	1.321	-1.3205
3	41	18.87	20.19	-20.191
4	8	38	58.19	-58.19
5	50	59.7	117.9	-117.89
6	5.28			

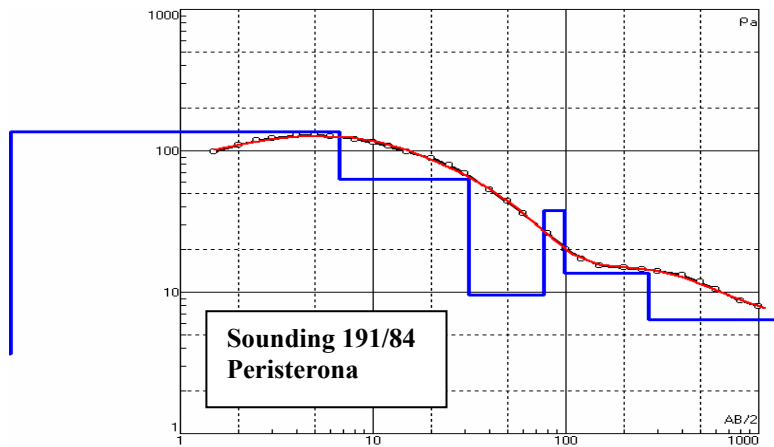


N	ρ	h	d	Alt
1	29.8	0.675	0.675	-0.675
2	178	0.746	1.421	-1.421
3	30.3	28.4	29.82	-29.821
4	7.45	33.5	63.32	-63.321
5	51.8	70.7	134	-134.02
6	3.81			

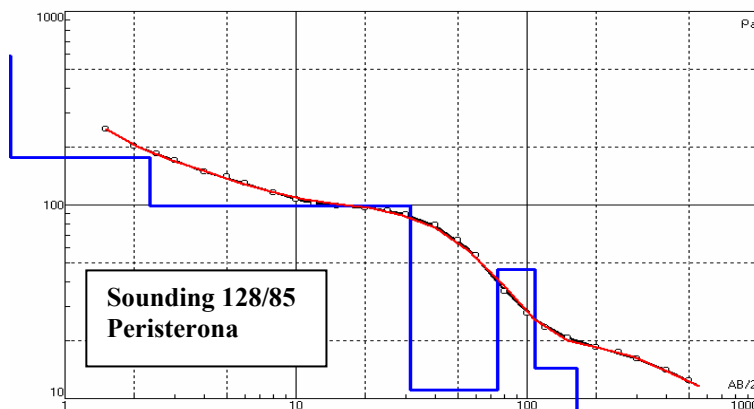


N	ρ	h	d	Alt
1	113	2.51	2.51	-2.51
2	283	2.61	5.12	-5.12
3	22.2	39.2	44.32	-44.32
4	6.57	33.7	78.02	-78.02
5	47.2	68.3	146.3	-146.32
6	2.73			

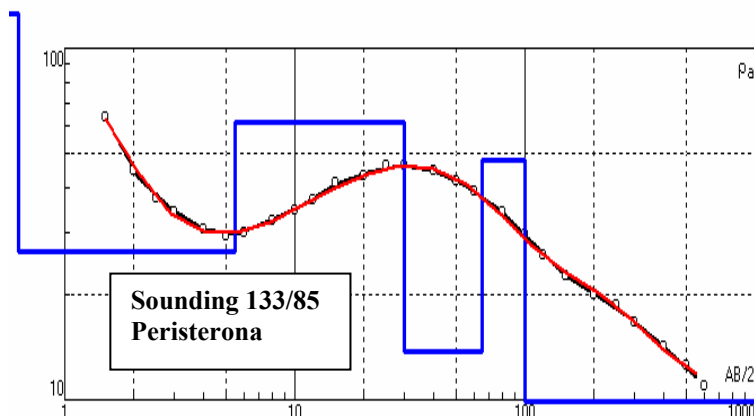
TOMH 2:



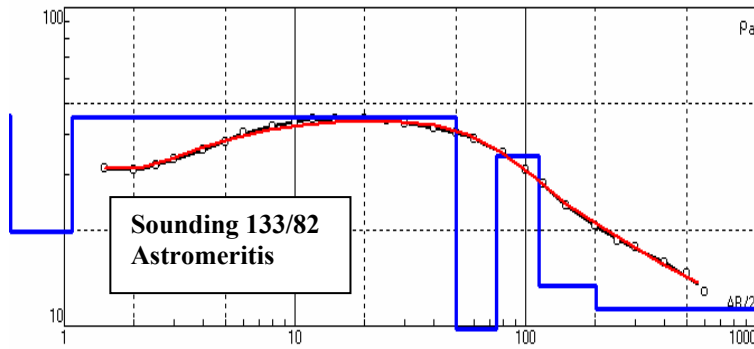
N	ρ	h	d	Alt
1	3.67	0.0196	0.0196	-0.0196
2	137	6.7	6.72	-6.72
3	62.9	24.6	31.3	-31.32
4	9.52	45.4	76.7	-76.72
5	37.6	21.6	98.3	-98.32
6	13.7	172	270	-270.3
7	6.39			



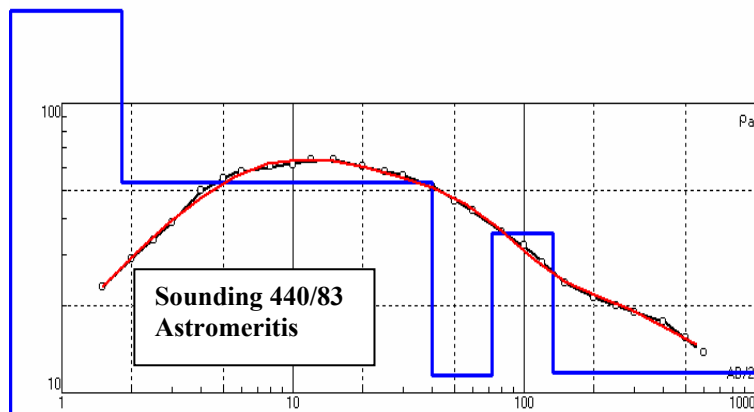
N	ρ	h	d	Alt
1	589	0.424	0.424	-0.424
2	175	1.91	2.334	-2.334
3	98.9	29.1	31.43	-31.434
4	11.1	43.5	74.93	-74.934
5	46.5	33.1	108	-108.03
6	14.4	56.2	164.2	-164.23
7	8.61			



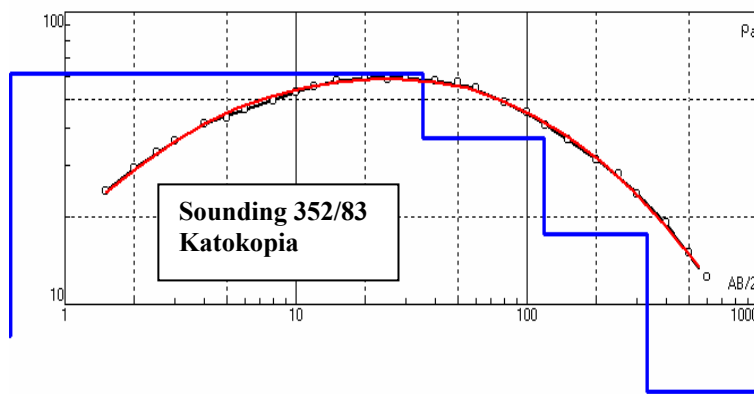
N	ρ	h	d	Alt
1	124.7	0.6276	0.6276	-0.6276
2	26.39	4.887	5.515	-5.5146
3	61.43	24.49	30	-30.005
4	13.64	35	65	-65.005
5	47.87	35	100	-100
6	9.918			



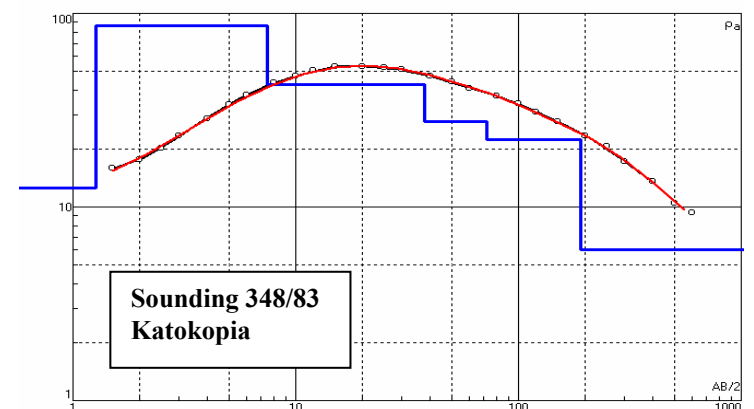
N	ρ	h	d	Alt
1	45.73	0.4703	0.4703	0.4703
2	19.78	0.6143	1.085	-1.0847
3	45.22	48.89	49.97	-49.974
4	9.8	25	74.97	-74.974
5	34.2	40	115	-114.97
6	13.38	86.3	201.3	-201.27
7	11.33			



N	ρ	h	d	Alt
1	8.06	0.458	0.458	-0.458
2	208	1.36	1.818	-1.818
3	53.4	38.2	40.02	-40.018
4	11.5	33	73.02	-73.018
5	35.7	61	134	-134.02
6	11.7			

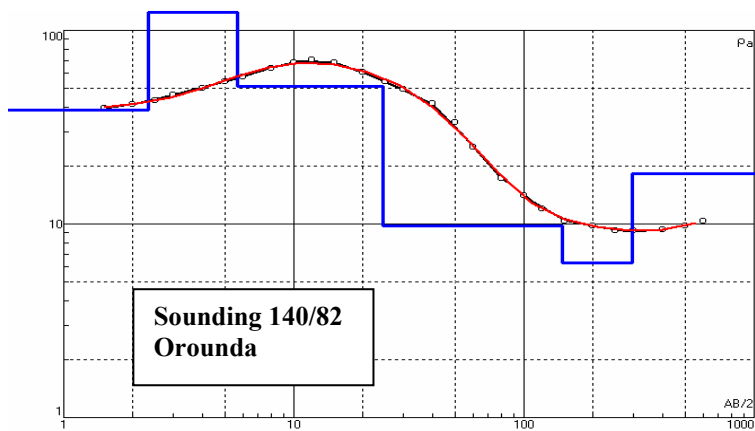


N	ρ	h	d	Alt
1	7.79	0.3253	0.3253	-0.3253
2	61.61	35.23	35.56	-35.555
3	37.2	82.45	118	-118.01
4	17.35	212.8	330.8	-330.81
5	5.023			

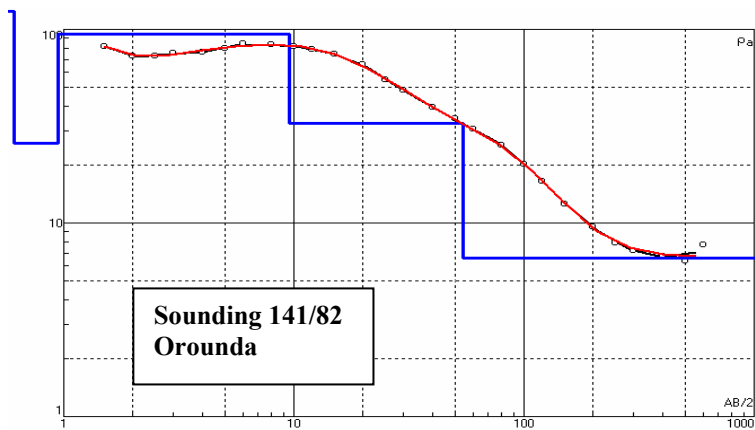


N	ρ	h	d	Alt
1	12.53	1.267	1.267	-1.267
2	86.35	6.189	7.456	-7.456
3	42.89	30.54	38	-37.996
4	27.62	34	72	-71.996
5	22.29	118.3	190.3	-190.3
6	6.04			

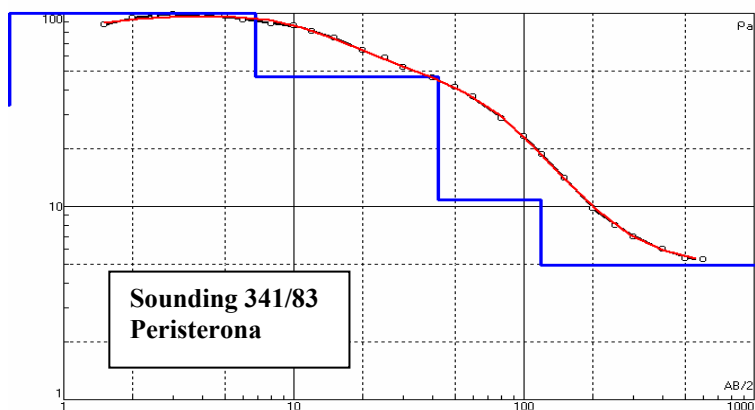
TOMH 3:



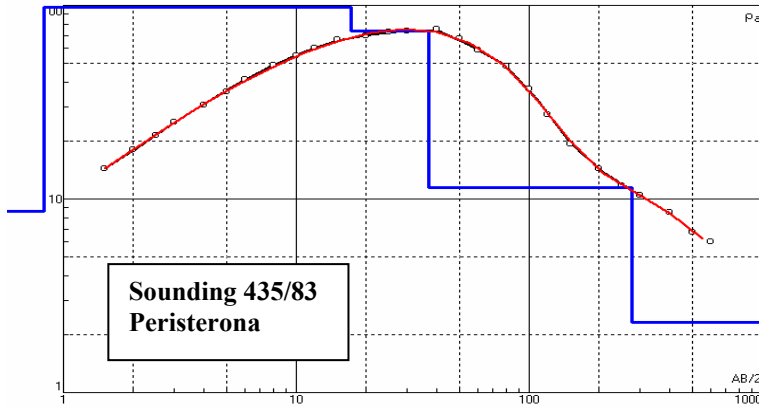
N	ρ	h	d	Alt
1	38.9	2.325	2.325	-2.325
2	123.9	3.359	5.684	-5.684
3	51.34	18.69	24.37	-24.374
4	9.814	122.9	147.3	-147.27
5	6.318	148	295.3	-295.27
6	18.16			



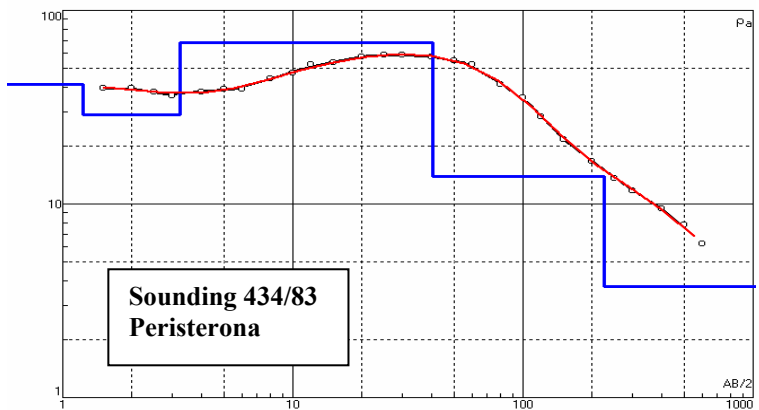
N	ρ	h	d	Alt
1	133.9	0.6093	0.6093	-0.6093
2	25.95	0.3315	0.9408	-0.9408
3	94.28	8.631	9.572	-9.5718
4	32.83	45.03	54.6	-54.602
5	6.579			



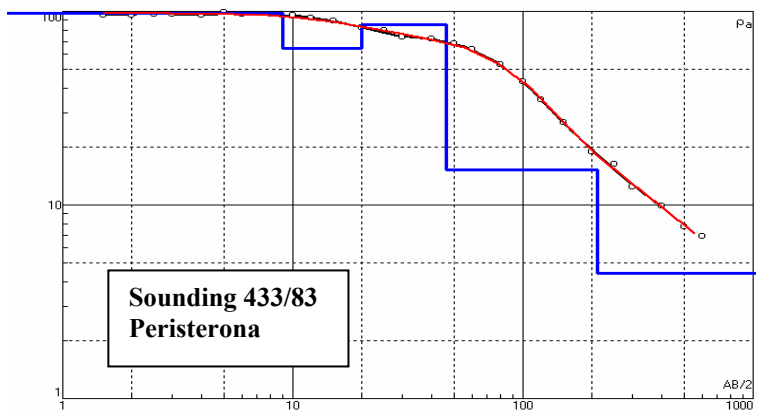
N	ρ	h	d	Alt
1	33.44	0.1254	0.1254	-0.1254
2	100.3	6.671	6.796	-6.7964
3	47.1	35.74	42.54	-42.536
4	10.86	75.46	118	-118
5	4.945			



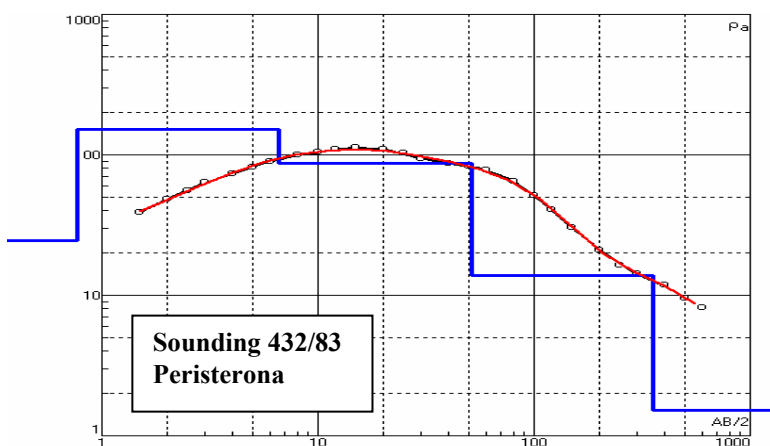
N	ρ	h	d	Alt
1	8.652	0.8209	0.8209	-0.8209
2	98.21	16.45	17.27	-17.271
3	73.9	19.8	37.07	-37.071
4	11.39	239.3	276.4	-276.37
5	2.298			



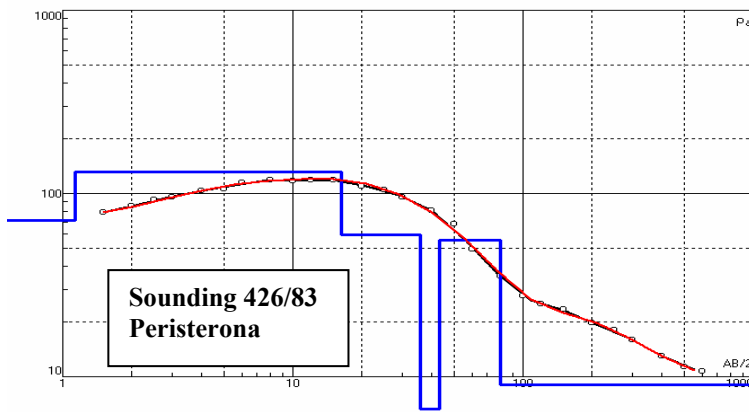
N	ρ	h	d	Alt
1	41.61	1.226	1.226	-1.226
2	29.01	2.002	3.228	-3.228
3	67.8	37.18	40.41	-40.408
4	13.93	185.4	225.8	-225.81
5	3.735			



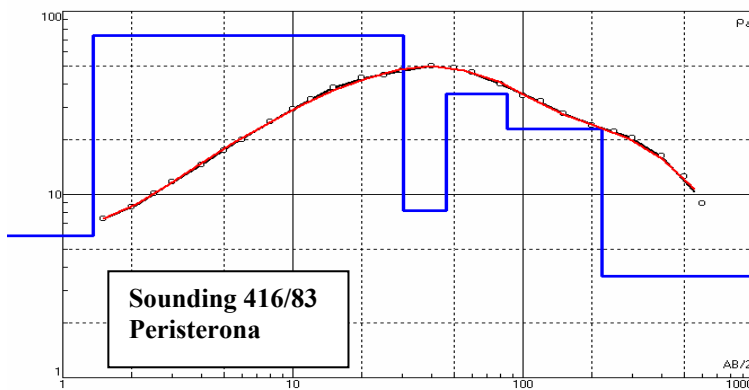
N	ρ	h	d	Alt
1	97.43	9.066	9.066	-9.066
2	64.62	10.95	20.02	-20.016
3	85.28	26.24	46.26	-46.256
4	15.2	163.6	209.9	-209.86
5	4.437			



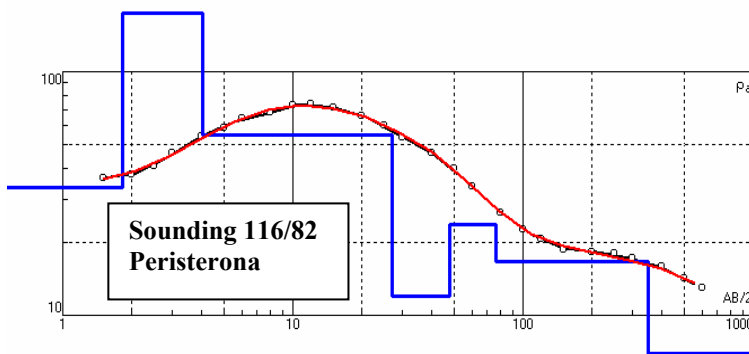
N	ρ	h	d	Alt
1	24.45	0.7669	0.7669	-0.7669
2	150.9	5.799	6.566	-6.5659
3	87.12	44.72	51.29	-51.286
4	13.81	305.8	357.1	-357.09
5	1.507			



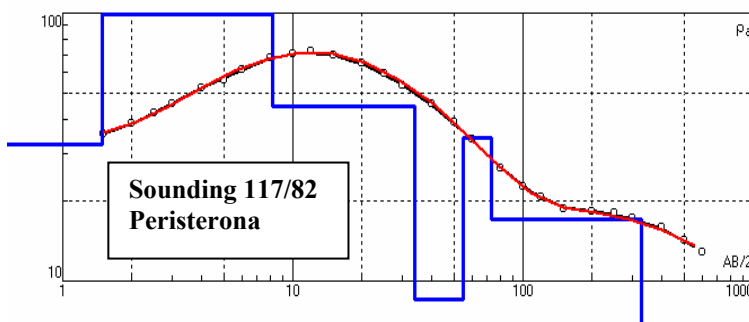
N	ρ	h	d	Alt
1	71.64	1.131	1.131	-1.131
2	130.8	15.06	16.19	-16.191
3	59.18	19.81	36	-36.001
4	3.234	7.458	43.46	-43.459
5	55.86	36.77	80.23	-80.229
6	9.01			



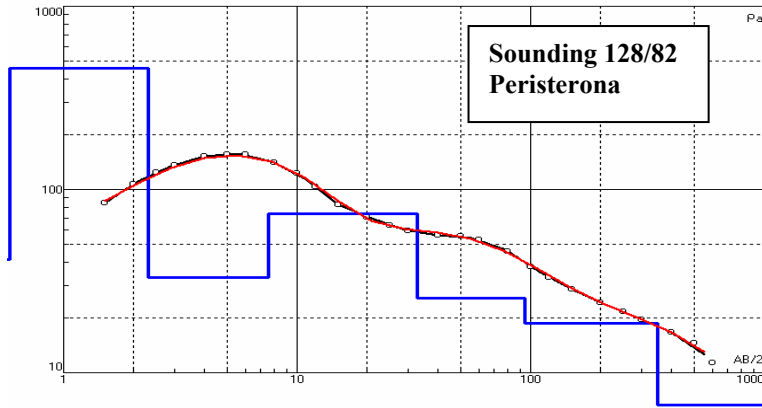
N	ρ	h	d	Alt
1	5.953	1.349	1.349	-1.349
2	73.45	28.75	30.1	-30.099
3	8.201	16.15	46.25	-46.249
4	35.44	39.46	85.71	-85.709
5	22.88	135.4	221.1	-221.11
6	3.589			



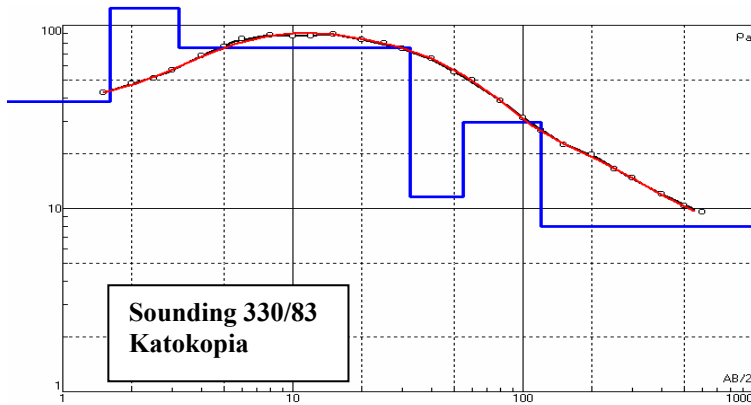
N	ρ	h	d	Alt
1	33.46	1.82	1.82	-1.82
2	174.1	2.235	4.055	-4.055
3	54.74	22.95	27.01	-27.005
4	11.99	21	48.01	-48.005
5	23.46	28.61	76.62	-76.615
6	16.68	271.5	348.1	-348.11
7	6.96			



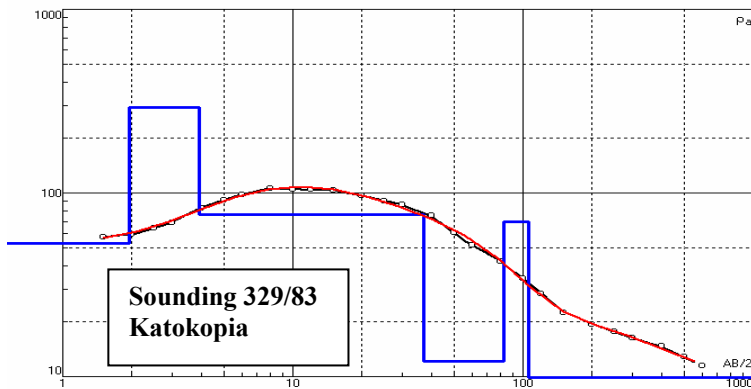
N	ρ	h	d	Alt
1	32.44	1.492	1.492	-1.492
2	98.58	6.666	8.158	-8.158
3	44.87	25.84	34	-33.998
4	8.538	21	55	-54.998
5	34.22	18	73	-72.998
6	17.07	253	326	-326
7	6.863			



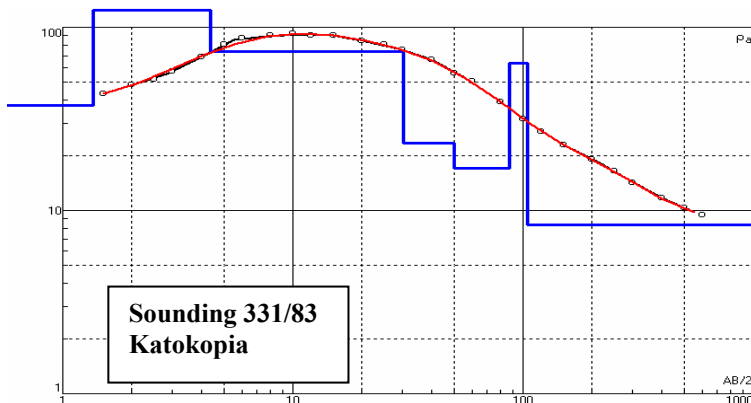
N	p	h	d	Alt
1	41.4	0.589	0.589	-0.589
2	457	1.72	2.31	-2.309
3	33	5.22	7.53	-7.529
4	73.8	25	32.5	-32.53
5	25.5	62.1	94.6	-94.63
6	18.5	256	351	-350.6
7	3.63			



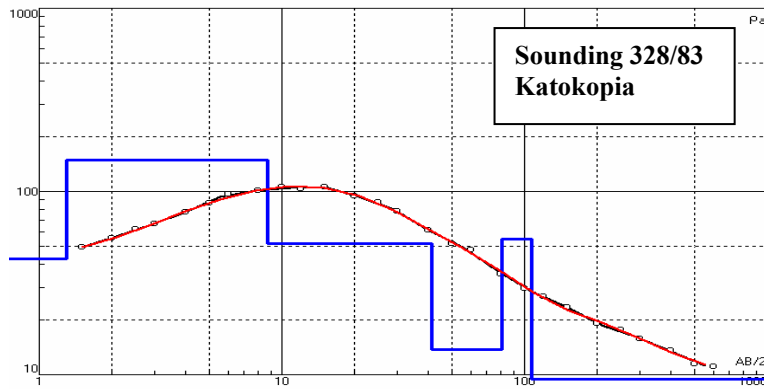
N	p	h	d	Alt
1	38.35	1.606	1.606	-1.606
2	249.5	1.609	3.215	-3.215
3	75.09	29.29	32.51	-32.505
4	11.54	22.5	55.01	-55.005
5	29.59	64.38	119.4	-119.38
6	7.935			



N	p	h	d	Alt
1	53.4	1.94	1.94	-1.94
2	292	1.98	3.92	-3.92
3	76.4	33.2	37.1	-37.12
4	12.1	45.8	82.9	-82.92
5	69.4	22.7	106	-105.6
6	9.89			

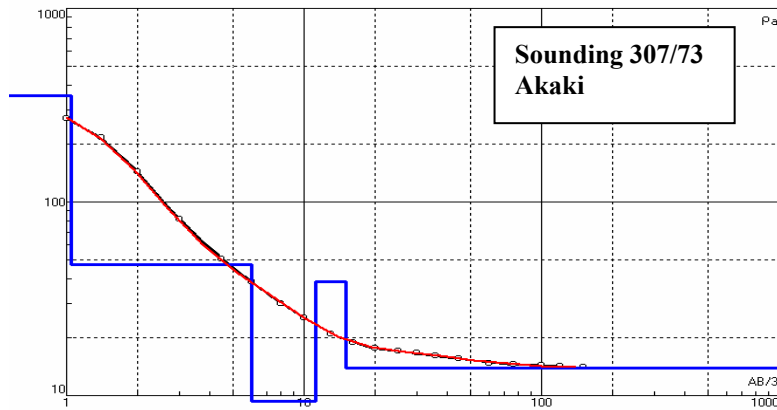


N	p	h	d	Alt
1	37.47	1.363	1.363	-1.363
2	162.7	3.03	4.393	-4.393
3	73.61	25.69	30.08	-30.083
4	23.29	19.87	49.95	-49.953
5	16.98	37.05	87	-87.003
6	64.01	17.51	104.5	-104.51
7	8.349			

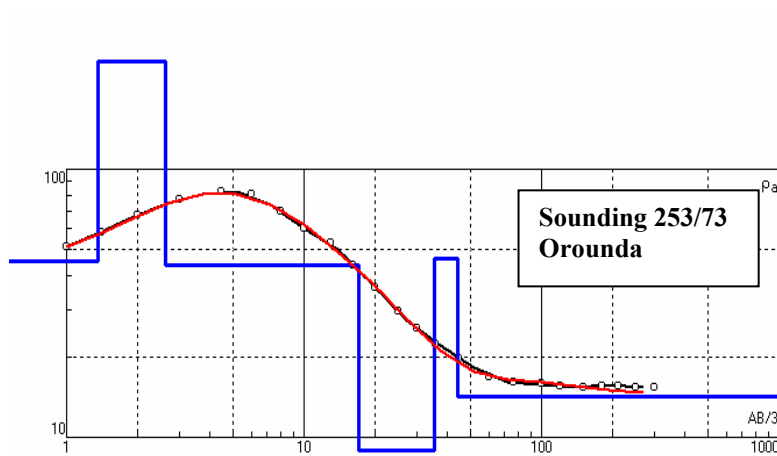


N	ρ	h	d	Alt
1	43.01	1.293	1.293	-1.293
2	148.2	7.446	8.739	-8.739
3	51.87	32.69	41.43	-41.429
4	13.71	39.69	81.12	-81.119
5	54.99	25.72	106.8	-106.84
6	9.486			

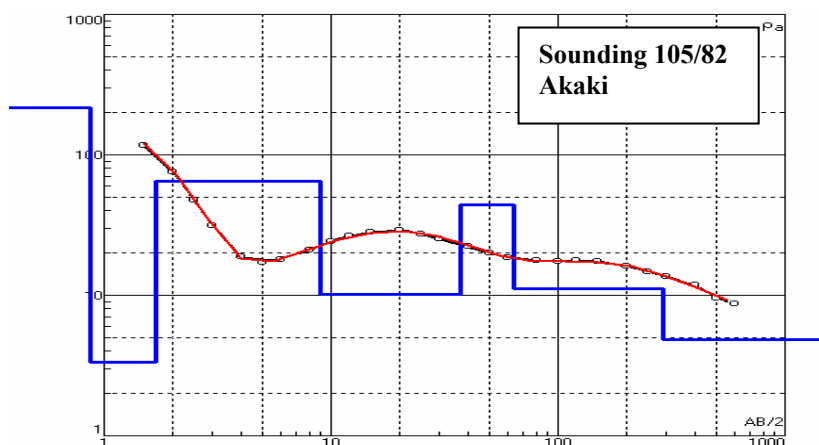
TOMH 4:



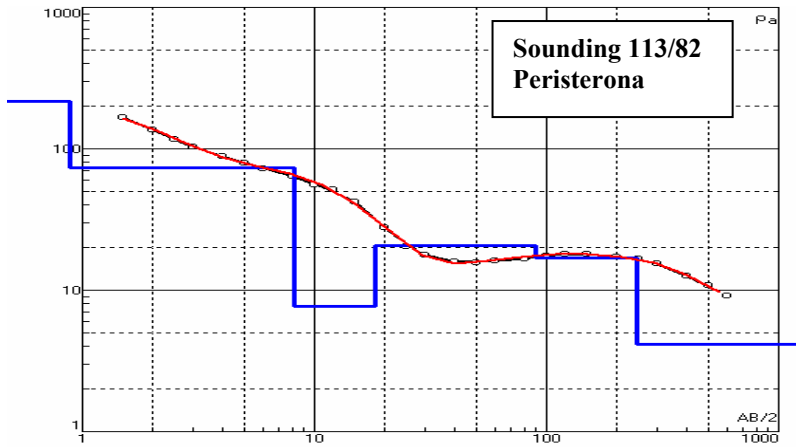
N	ρ	h	d	Alt
1	355	1.05	1.05	-1.05
2	47.48	4.94	5.99	-5.99
3	9.3	5.15	11.14	-11.14
4	38.9	3.91	15.05	-15.05
5	13.8			



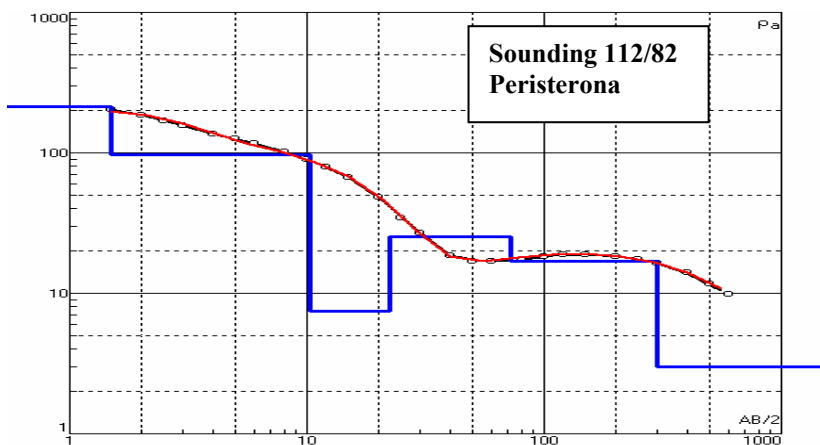
N	ρ	h	d	Alt
1	45.6	1.35	1.35	-1.35
2	251	1.27	2.62	-2.62
3	43.7	14.3	16.9	-16.92
4	8.89	18.3	35.2	-35.22
5	46.4	9.3	44.5	-44.52
6	14.2			



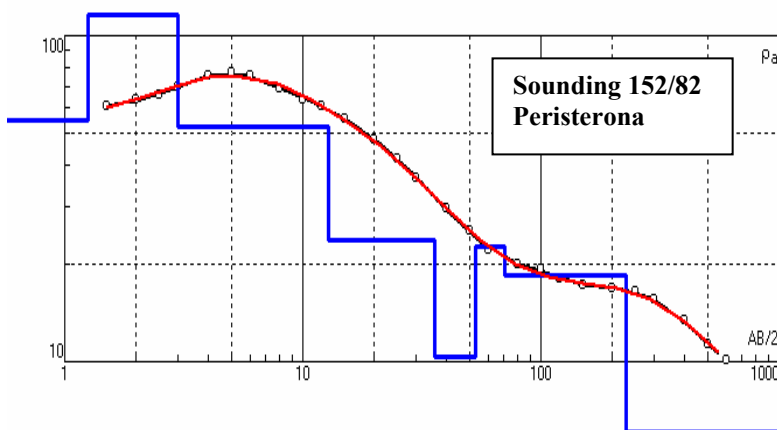
N	ρ	h	d	Alt
1	217	0.873	0.873	-0.873
2	3.35	0.826	1.699	-1.699
3	65	7.3	8.999	-8.999
4	10.2	28	37	-36.999
5	43.9	27	64	-63.999
6	11.1	225	289	-289
7	4.82			



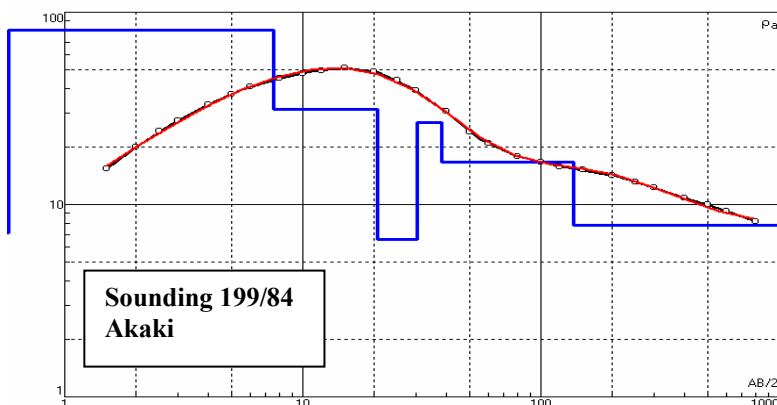
N	ρ	h	d	Alt
1	216	0.889	0.889	-0.889
2	73.9	7.31	8.199	-8.199
3	7.67	9.96	18.16	-18.159
4	20.7	70.9	89.06	-89.059
5	17	156	245.1	-245.06
6	4.16			



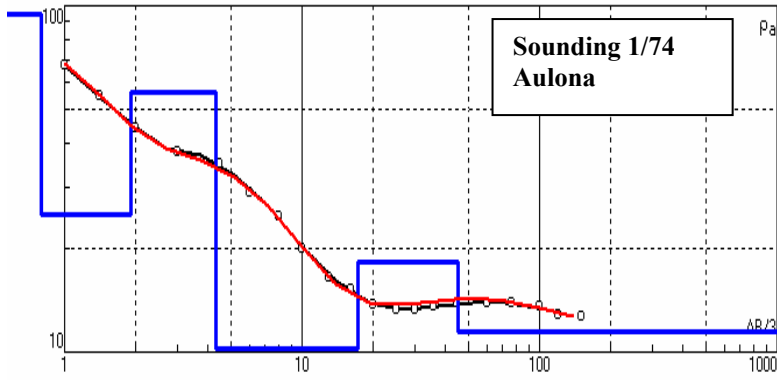
N	ρ	h	d	Alt
1	212	1.49	1.49	-1.49
2	97.7	8.86	10.35	-10.35
3	7.41	12.1	22.45	-22.45
4	25.3	49.5	71.95	-71.95
5	16.9	227	299	-298.95
6	3			



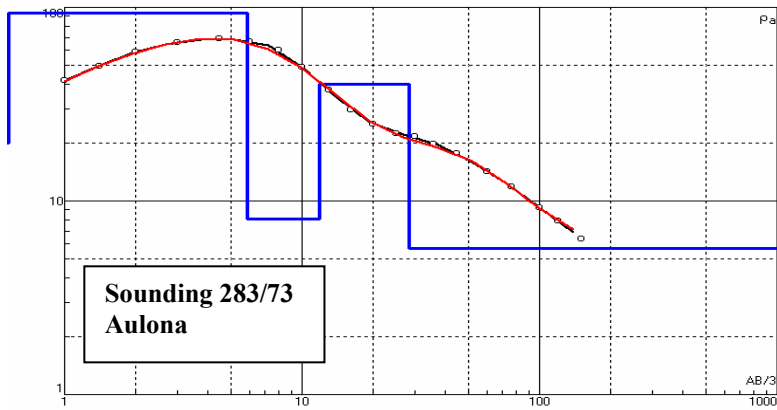
N	ρ	h	d	Alt
1	55	1.25	1.25	-1.25
2	116	1.75	3	-3
3	52.8	9.78	12.78	-12.78
4	23.7	23.2	35.98	-35.98
5	10.4	17.4	53.38	-53.38
6	22.5	17	70.38	-70.38
7	18.4	157	227.4	-227.38
8	6.12			



N	ρ	h	d	Alt
1	7.11	0.564	0.564	-0.564
2	81.1	6.95	7.514	-7.514
3	31.1	13	20.51	-20.514
4	6.58	9.63	30.14	-30.144
5	26.7	8.25	38.39	-38.394
6	16.6	99.3	137.7	-137.69
7	7.76			

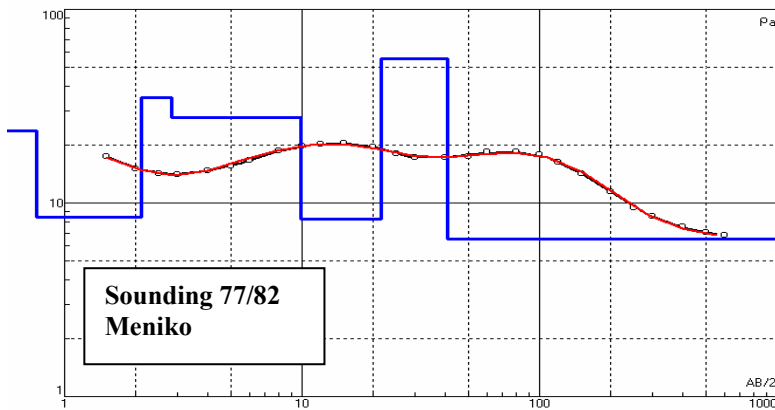


N	ρ	h	d	Alt
1	94.2	0.796	0.796	-0.796
2	25	1.11	1.906	-1.906
3	56.2	2.41	4.316	-4.316
4	10.2	12.9	17.22	-17.216
5	18.2	28.2	45.42	-45.416
6	11.5			

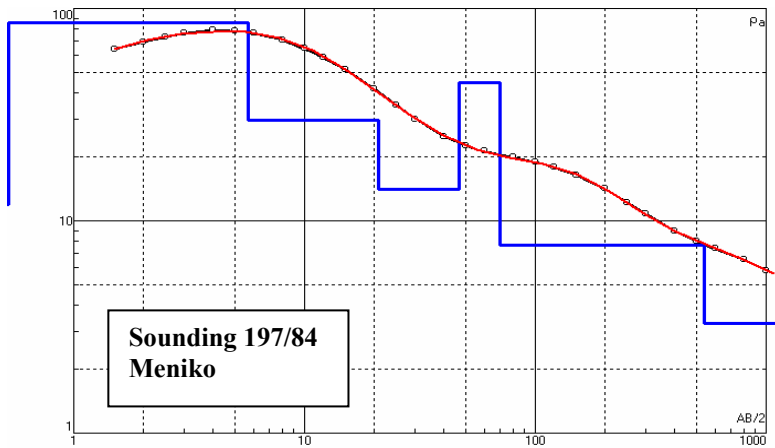


N	ρ	h	d	Alt
1	19.9	0.423	0.423	-0.423
2	93	5.49	5.913	-5.913
3	8.08	5.99	11.9	-11.903
4	40.2	16.2	28.1	-28.103
5	5.67			

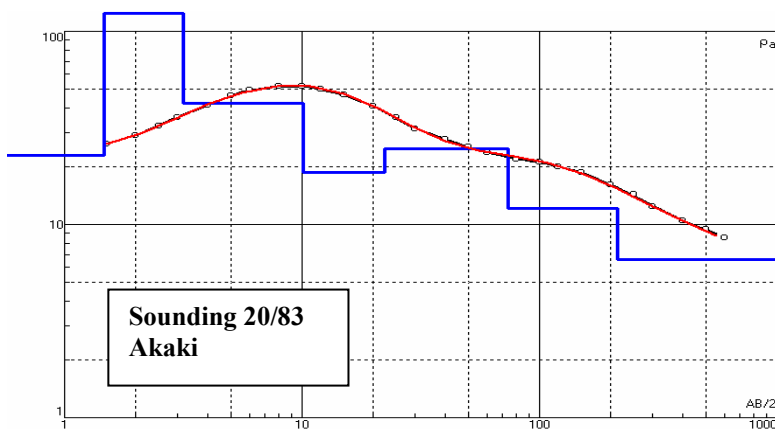
TOMH 5:



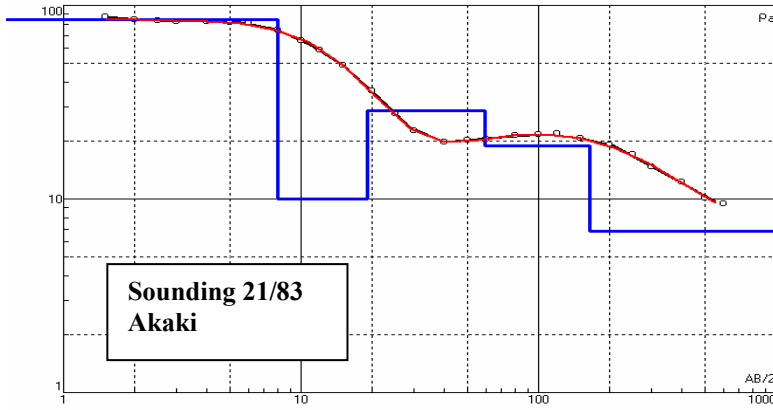
N	ρ	h	d	Alt
1	23.5	0.759	0.759	-0.759
2	8.47	1.35	2.109	-2.109
3	35	0.729	2.838	-2.838
4	27.7	7.01	9.848	-9.848
5	8.27	11.8	21.65	-21.648
6	55.8	19.5	41.15	-41.148
7	6.48			



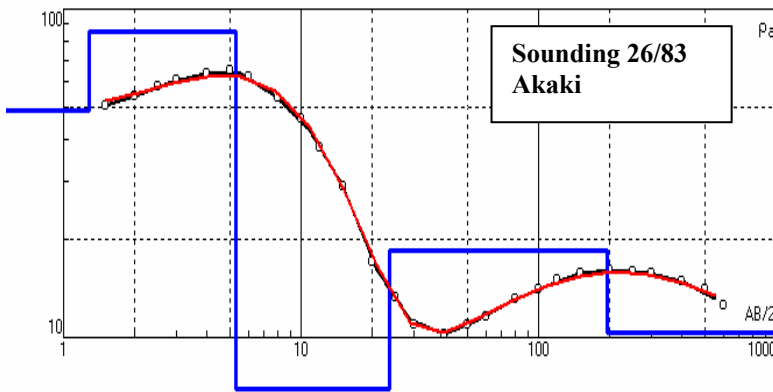
N	ρ	h	d	Alt
1	11.93	0.098	0.098	-0.098
2	86.02	5.588	5.686	-5.686
3	29.86	15.31	21	-20.996
4	14.03	25.76	46.76	-46.756
5	44.87	23.24	70	-69.996
6	7.718	469.6	539.6	-539.6
7	3.287			



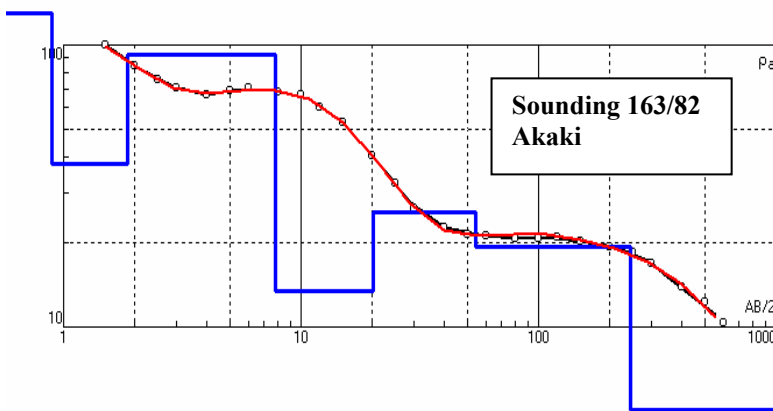
N	ρ	h	d	Alt
1	22.7	1.46	1.46	-1.46
2	138	1.72	3.18	-3.18
3	42.3	6.96	10.14	-10.14
4	18.7	12.1	22.24	-22.24
5	24.7	51.3	73.54	-73.54
6	12.1	139	212.5	-212.54
7	6.55			



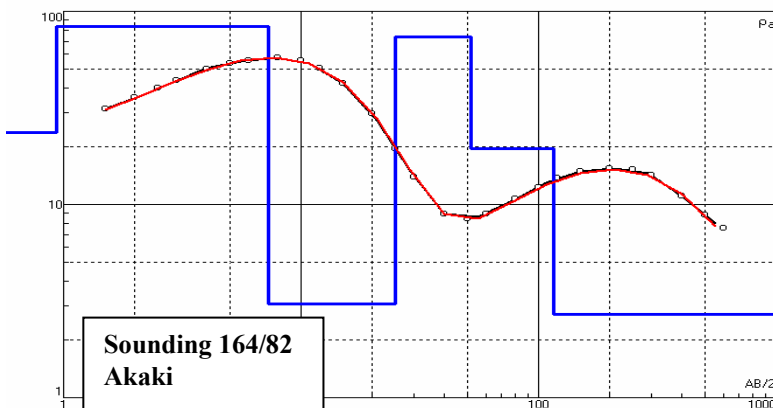
N	ρ	h	d	Alt
1	84.57	8.004	8.004	-8.004
2	9.996	11.12	19.12	-19.124
3	28.6	40.68	59.8	-59.804
4	18.91	103.7	163.5	-163.5
5	6.838			



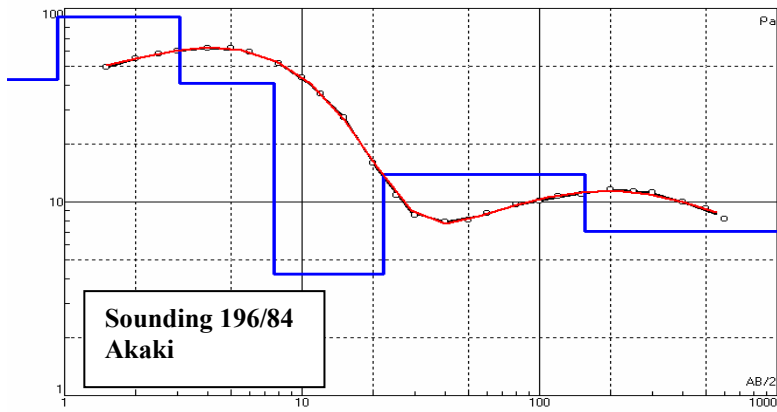
N	ρ	h	d	Alt
1	48.96	1.278	1.278	-1.278
2	85.22	4.054	5.332	-5.332
3	6.96	18.38	23.71	-23.712
4	18.36	170	193.7	-193.71
5	10.32			



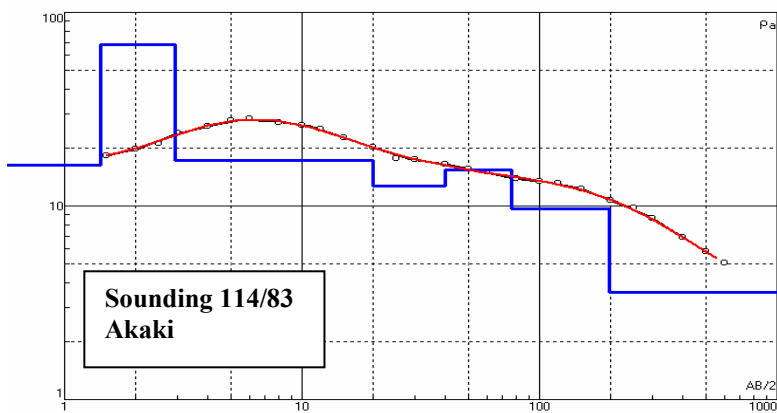
N	ρ	h	d	Alt
1	130	0.889	0.889	-0.889
2	37.9	0.968	1.857	-1.857
3	92.7	5.93	7.787	-7.787
4	13.4	12.3	20.09	-20.087
5	25.4	34.4	54.49	-54.487
6	19.2	189	243.5	-243.49
7	5.1			



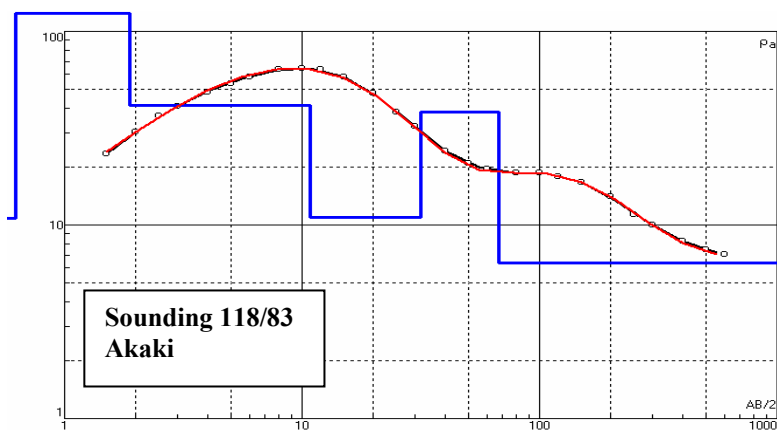
N	ρ	h	d	Alt
1	23.6	0.937	0.937	-0.937
2	83.48	6.36	7.297	-7.297
3	3.06	17.6	24.9	-24.897
4	73.8	27.2	52.1	-52.097
5	19.4	63.1	115.2	-115.2
6	2.7			



N	ρ	h	d	Alt
1	42.86	0.9293	0.9293	-0.9293
2	90.69	2.132	3.061	-3.0613
3	41.04	4.561	7.622	-7.6223
4	4.24	14.48	22.1	-22.102
5	13.85	134	156.1	-156.1
6	7.064			

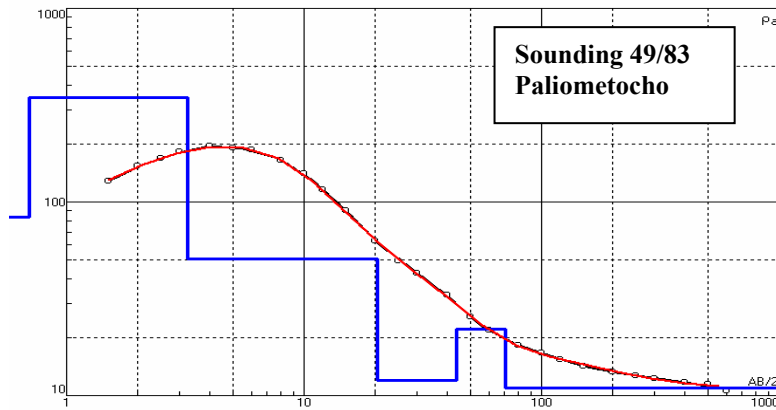


N	ρ	h	d	Alt
1	16.19	1.421	1.421	-1.421
2	68.19	1.49	2.911	-2.911
3	17.24	17.09	20	-20.001
4	12.73	20	40	-40.001
5	15.31	35.95	75.95	-75.951
6	9.628	121.2	197.2	-197.15
7	3.579			

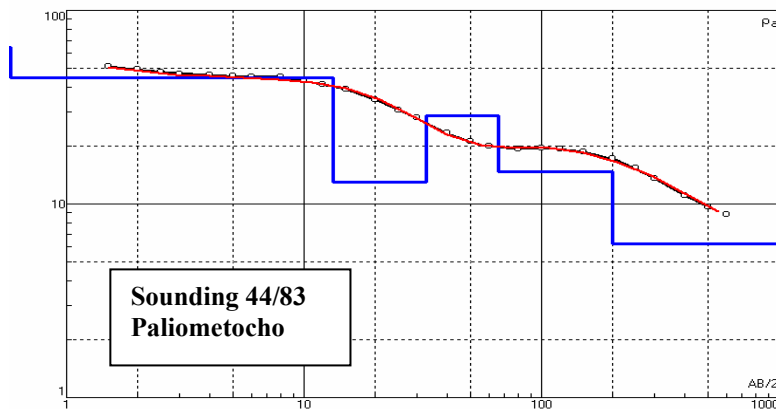


N	ρ	h	d	Alt
1	10.8	0.622	0.622	-0.622
2	313	1.25	1.872	-1.872
3	41.6	8.97	10.84	-10.842
4	11	20.8	31.64	-31.642
5	38.5	35.8	67.44	-67.442
6	6.367			

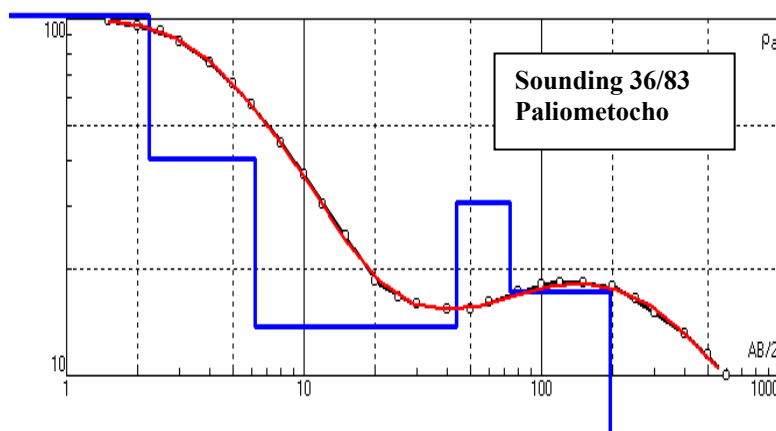
TOMH 6:



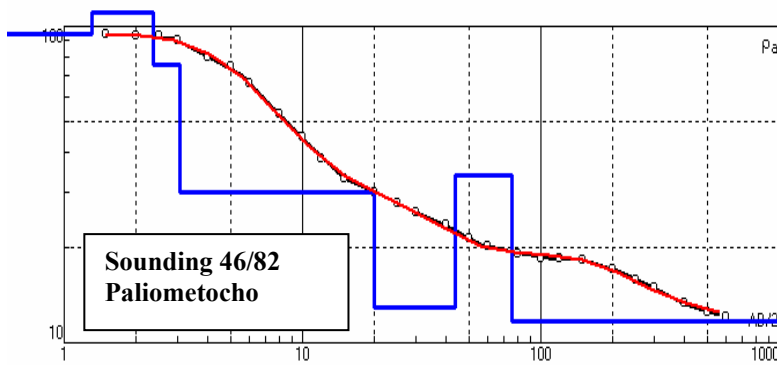
N	ρ	h	d	Alt
1	83.7	0.698	0.698	-0.698
2	345	2.53	3.228	-3.228
3	50.7	17.2	20.43	-20.428
4	12	23.5	43.93	-43.928
5	22	26.5	70.43	-70.428
6	10.9			



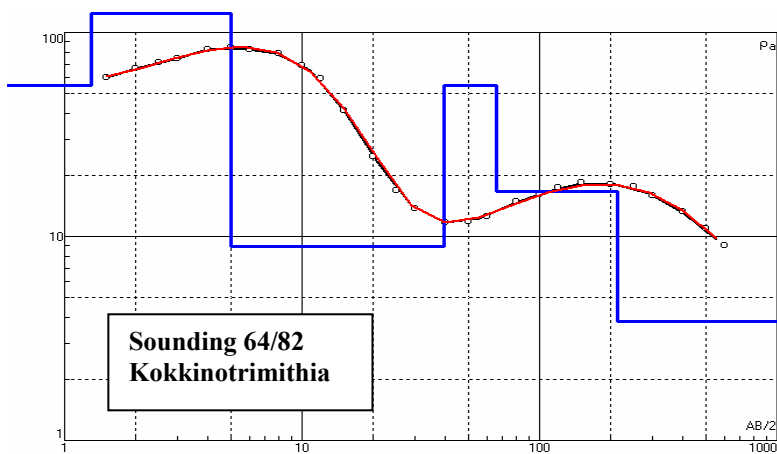
N	ρ	h	d	Alt
1	64.3	0.458	0.458	-0.458
2	44.9	12.8	13.26	-13.258
3	12.9	19.4	32.66	-32.658
4	28.7	33.2	65.86	-65.858
5	14.7	134	199.9	-199.86
6	6.24			



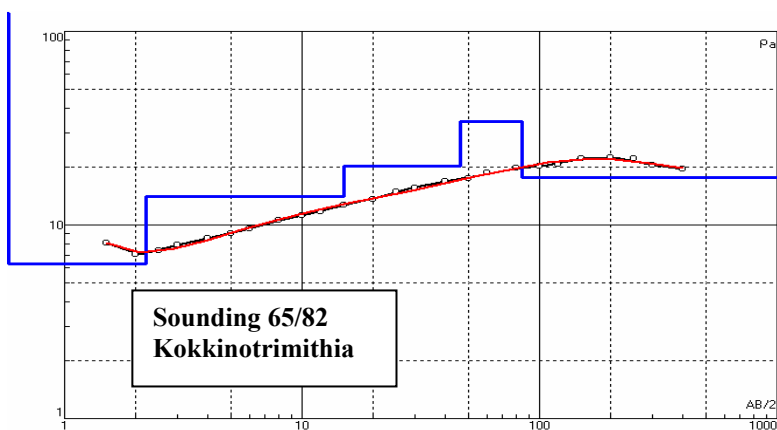
N	ρ	h	d	Alt
1	101.9	2.229	2.229	-2.229
2	40.54	3.996	6.225	-6.225
3	13.72	37.82	44.04	-44.045
4	30.57	29.96	74	-74.005
5	17.19	120.6	194.6	-194.6
6	6.813			



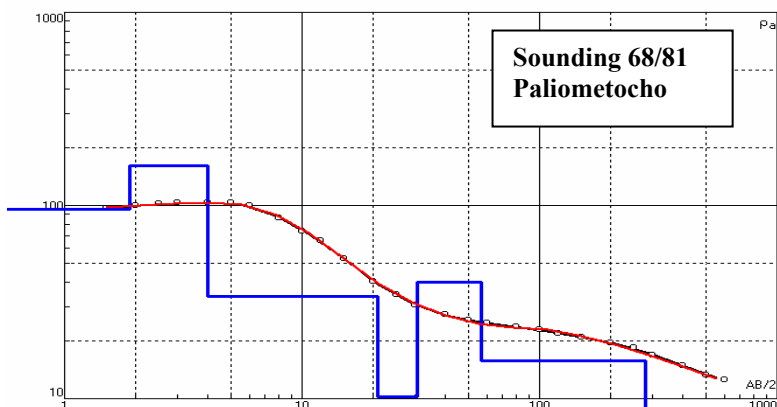
N	ρ	h	d	Alt
2	110.6	1.057	2.365	-2.3648
3	75.62	0.6932	3.058	-3.058
4	30	16.91	19.97	-19.967
5	13	24	43.97	-43.967
6	34	32	75.97	-75.967
7	11.7			



N	ρ	h	d	Alt
1	55.1	1.3	1.3	-1.3
2	137	3.71	5.01	-5.01
3	8.96	34.4	39.41	-39.41
4	54.7	26.5	65.91	-65.91
5	16.6	147	212.9	-212.91
6	3.85			

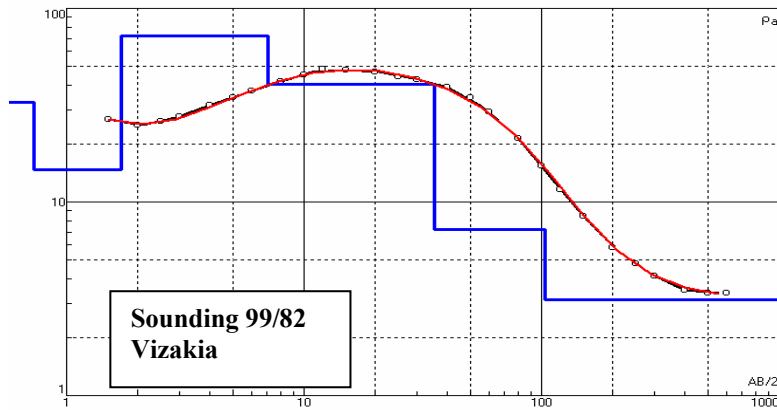


N	ρ	h	d	Alt
1	187	0.251	0.251	-0.251
2	6.33	1.95	2.201	-2.201
3	14	12.8	15	-15.001
4	20.1	31.6	46.6	-46.601
5	34.3	38.1	84.7	-84.701
6	17.5			

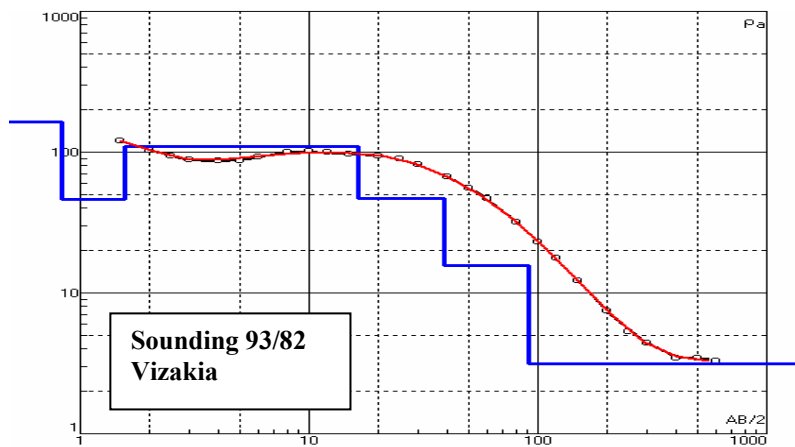


N	ρ	h	d	Alt
1	95.9	1.89	1.89	-1.89
2	161	2.14	4.03	-4.03
3	33.7	16.7	20.73	-20.73
4	10.2	9.91	30.64	-30.64
5	40	26	56.64	-56.64
6	15.7	223	279.6	-279.64
7	8.3			

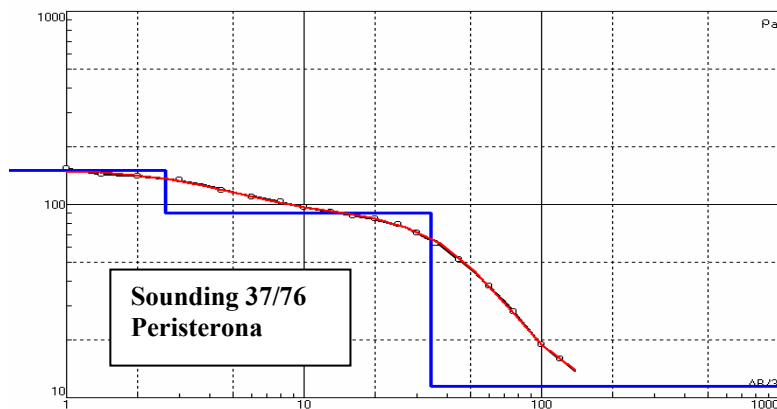
TOMH 7:



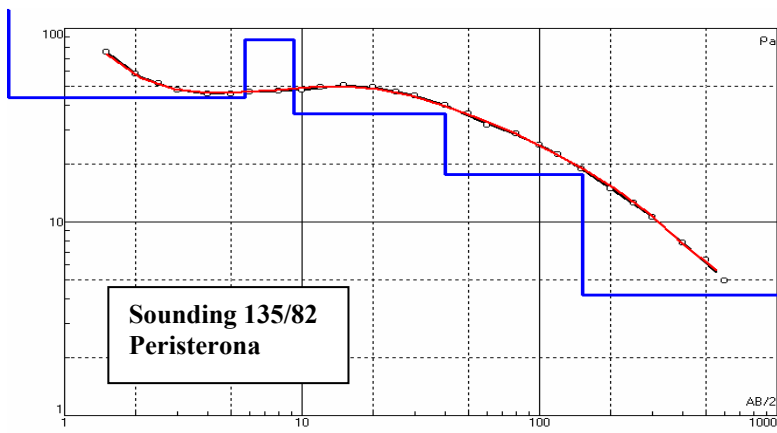
N	ρ	h	d	Alt
1	32.8	0.731	0.731	-0.731
2	14.7	0.978	1.709	-1.709
3	71.9	5.36	7.069	-7.069
4	40.6	28.4	35.47	-35.469
5	7.19	68	103.5	-103.47
6	3.13			



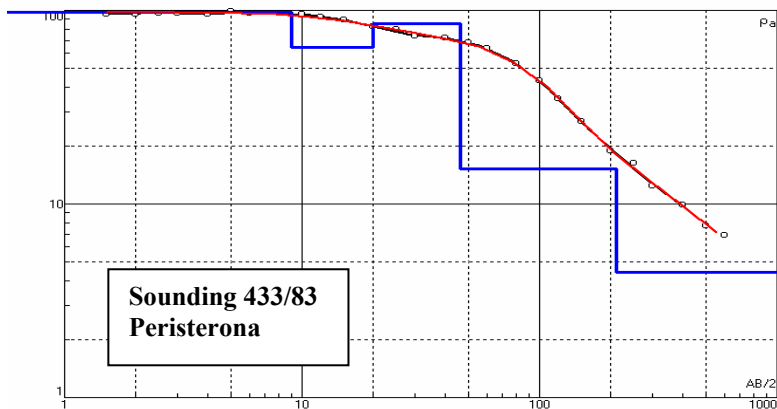
N	ρ	h	d	Alt
1	164.2	0.8276	0.8276	-0.8276
2	46.09	0.7354	1.563	-1.563
3	109	14.84	16.4	-16.403
4	46.6	22.37	38.77	-38.773
5	15.72	51.84	90.61	-90.613
6	3.138			



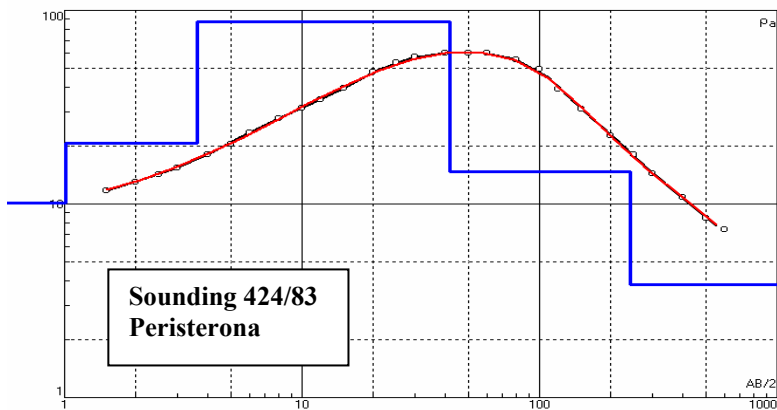
N	ρ	h	d	Alt
1	149.5	2.603	2.603	-2.603
2	90.53	31.45	34.05	-34.053
3	11.41			



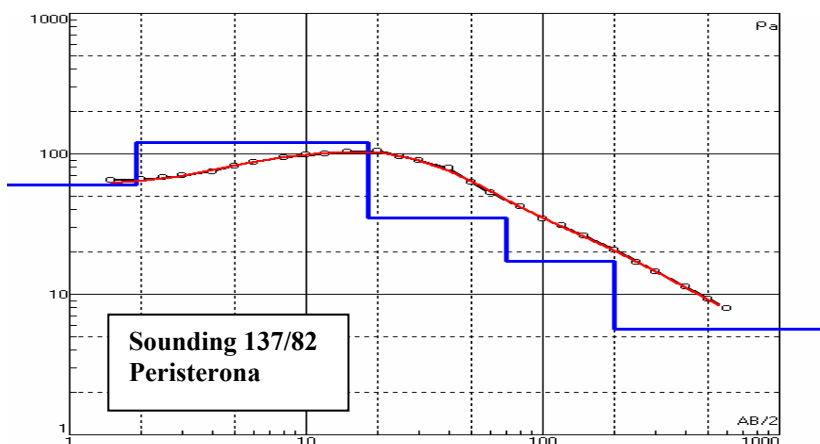
N	ρ	h	d	Alt
1	207	0.4516	0.4516	-0.4516
2	43.87	5.269	5.721	-5.7206
3	87.22	3.513	9.234	-9.2336
4	36.26	30.77	40	-40.004
5	17.68	112.5	152.5	-152.5
6	4.205			



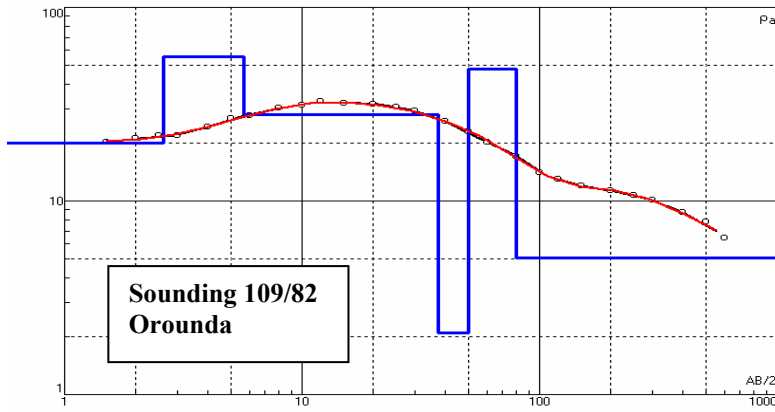
N	ρ	h	d	Alt
1	97.43	9.066	9.066	-9.066
2	64.62	10.95	20.02	-20.016
3	85.28	26.24	46.26	-46.256
4	15.2	163.6	209.9	-209.86
5	4.437			



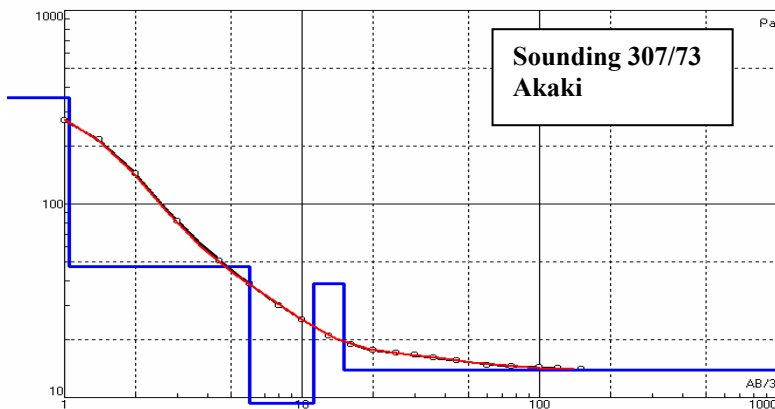
N	ρ	h	d	Alt
1	10.1	1.01	1.01	-1.01
2	20.5	2.62	3.63	-3.63
3	87.2	38.4	42.03	-42.03
4	14.7	198	240	-240.03
5	3.84			



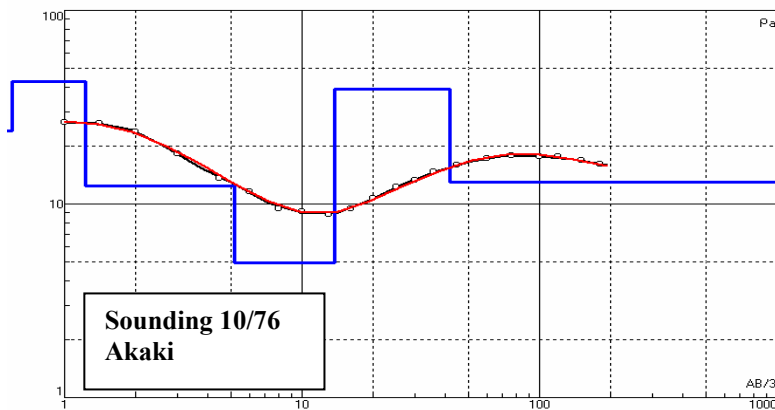
N	ρ	h	d	Alt
1	59.95	1.921	1.921	-1.921
2	120.4	16.45	18.37	-18.371
3	34.81	51.97	70.34	-70.341
4	17.22	128.6	198.9	-198.94
5	5.623			



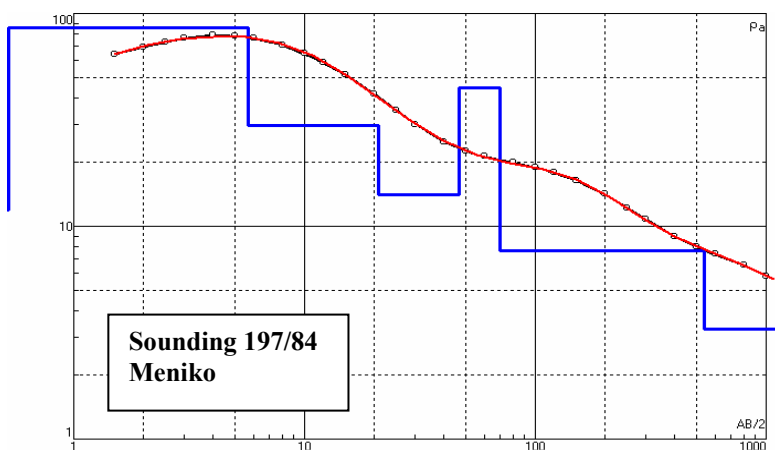
N	ρ	h	d	Alt
1	19.91	2.619	2.619	-2.619
2	55.46	3.089	5.708	-5.708
3	27.78	31.61	37.32	-37.318
4	2.086	12.68	50	-49.998
5	47.96	30	80	-79.998
6	5.093			



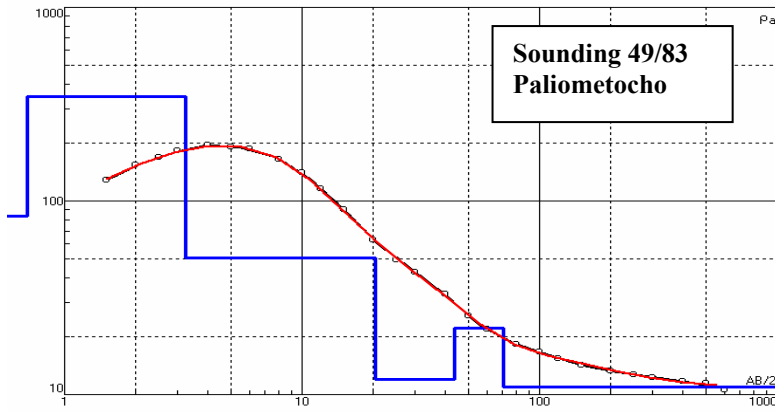
N	ρ	h	d	Alt
1	355	1.05	1.05	-1.05
2	47.48	4.94	5.99	-5.99
3	9.3	5.15	11.14	-11.14
4	38.9	3.91	15.05	-15.05
5	13.8			



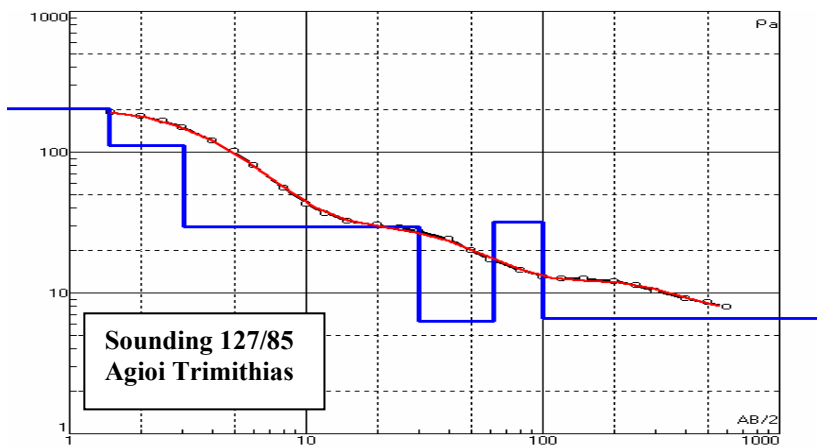
N	ρ	h	d	Alt
1	23.9	0.6	0.6	-0.6
2	42.93	0.6275	1.227	-1.2275
3	12.43	3.948	5.175	-5.1755
4	4.989	8.584	13.76	-13.759
5	39.27	28.29	42.05	-42.049
6	13			



N	ρ	h	d	Alt
1	11.93	0.098	0.098	-0.098
2	86.02	5.588	5.686	-5.686
3	29.86	15.31	21	-20.996
4	14.03	25.76	46.76	-46.756
5	44.87	23.24	70	-69.996
6	7.718	469.6	539.6	-539.6
7	3.287			

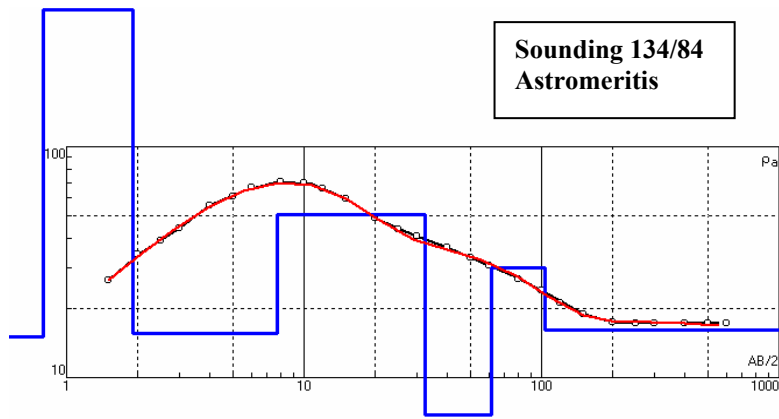


N	ρ	h	d	Alt
1	83.7	0.698	0.698	-0.698
2	345	2.53	3.228	-3.228
3	50.7	17.2	20.43	-20.428
4	12	23.5	43.93	-43.928
5	22	26.5	70.43	-70.428
6	10.9			

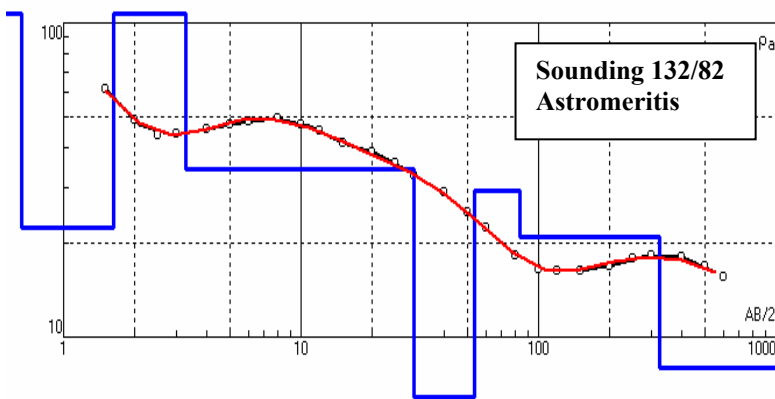


N	ρ	h	d	Alt
1	204	1.47	1.47	-1.47
2	112	1.57	3.04	-3.04
3	29.3	27	30.04	-30.04
4	6.33	32	62.04	-62.04
5	31.7	38	100	-100.04
6	6.57			

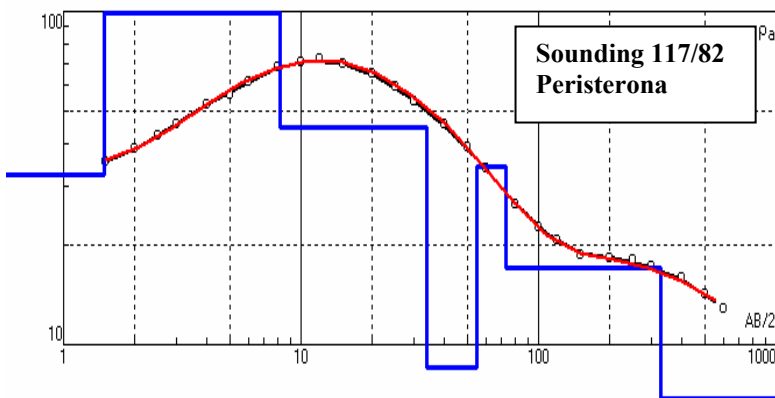
TOMH 8:



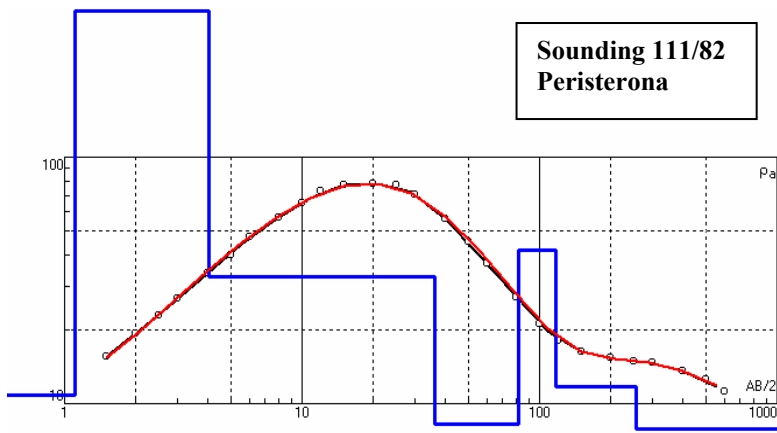
N	ρ	h	d	Alt
1	15	0.801	0.801	-0.801
2	492	1.1	1.901	-1.901
3	15.6	5.77	7.671	-7.671
4	50.9	24.7	32.37	-32.371
5	6.86	29.1	61.47	-61.471
6	29.89	41.9	103.4	-103.37
7	16.1			



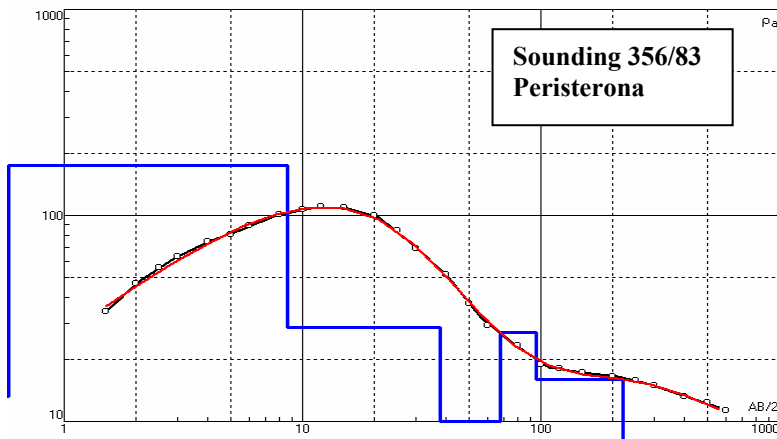
N	ρ	h	d	Alt
1	106.7	0.6639	0.6639	-0.6639
2	22.19	0.9637	1.628	-1.6276
3	106.9	1.642	3.27	-3.2696
4	34.24	26.65	29.92	-29.92
5	6.422	23.88	53.8	-53.8
6	29.27	29.97	83.77	-83.77
7	20.76	239.5	323.3	-323.27
8	8.014			



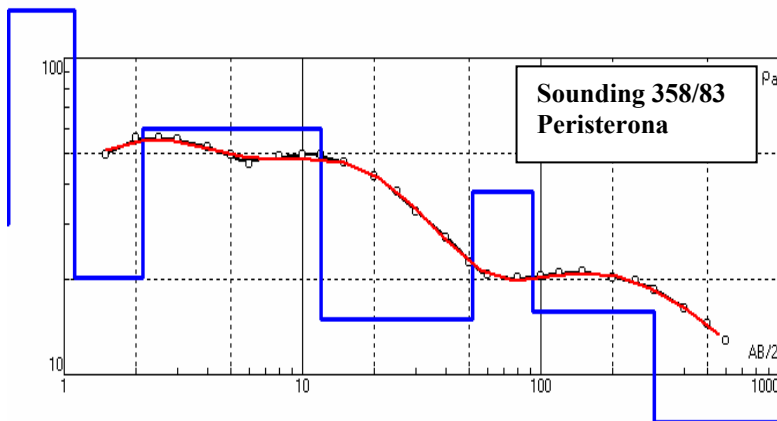
N	ρ	h	d	Alt
1	32.44	1.492	1.492	-1.492
2	98.58	6.666	8.158	-8.158
3	44.87	25.84	34	-33.998
4	8.538	21	55	-54.998
5	34.22	18	73	-72.998
6	17.07	253	326	-326
7	6.863			



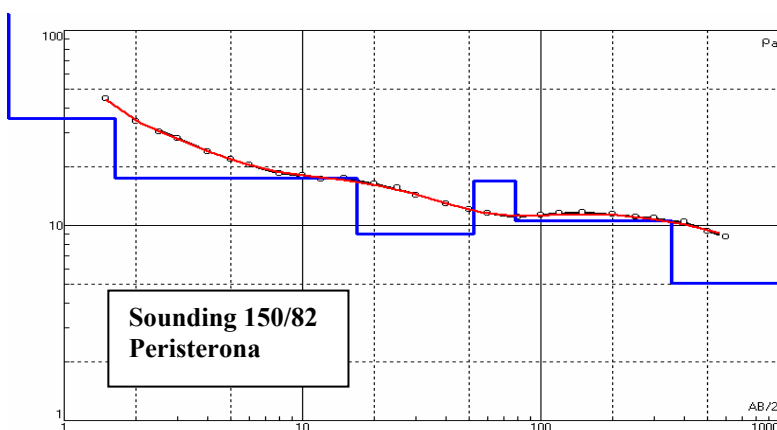
N	ρ	h	d	Alt
1	10.8	1.11	1.11	-1.11
2	406	2.96	4.07	-4.07
3	32.7	32.2	36.27	-36.27
4	8.24	45.6	81.87	-81.87
5	41.7	34.9	116.8	-116.77
6	11.7	139	255.8	-255.77
7	7.93			



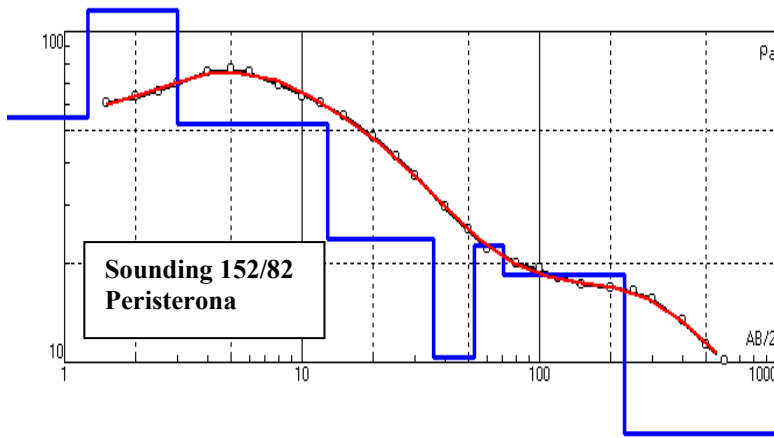
N	ρ	h	d	Alt
1	13.2	0.453	0.453	-0.4534
2	175	8.17	8.62	-8.62
3	28.5	29.4	38	-38
4	10	30	68	-68
5	27	28	96	-96
6	16	124	220	-220
7	8			



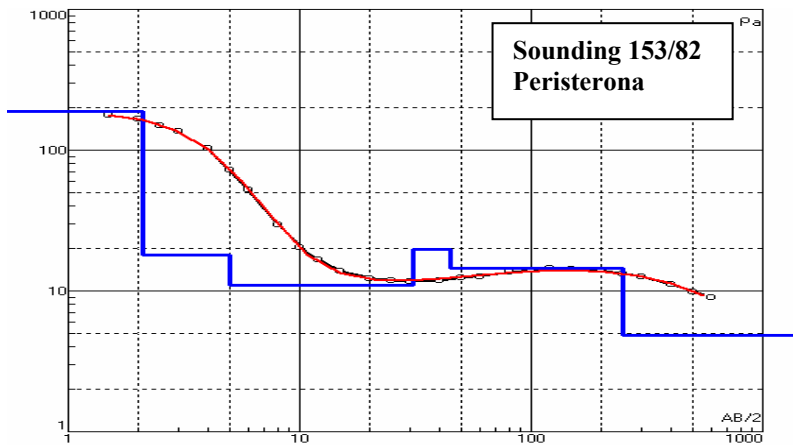
N	ρ	h	d	Alt
2	141.8	0.6074	1.11	-1.1104
3	20.23	1.027	2.138	-2.1377
4	59.8	9.862	12	-12
5	14.95	40	52	-52
6	37.82	40	92	-92
7	15.81	207.1	299.1	-299.05
8	7.072			



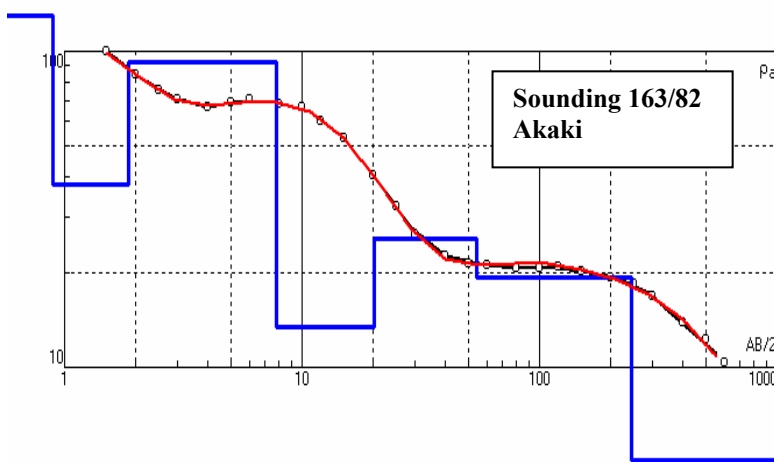
N	ρ	h	d	Alt
2	35.5	1.355	1.634	-1.6337
3	17.53	15.32	16.95	-16.955
4	9	35.09	52.05	-52.049
5	17	25.95	78	-78
6	10.6	276.4	354.4	-354.45
7	5.08			



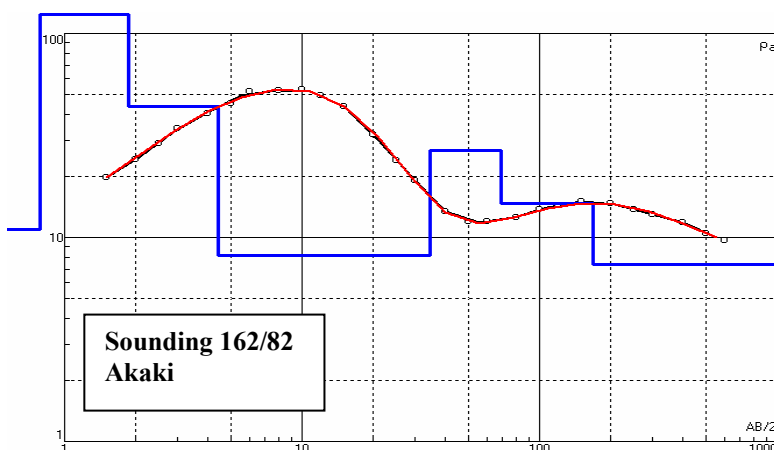
N	ρ	h	d	Alt
1	55	1.25	1.25	-1.25
2	116	1.75	3	-3
3	52.8	9.78	12.78	-12.78
4	23.7	23.2	35.98	-35.98
5	10.4	17.4	53.38	-53.38
6	22.5	17	70.38	-70.38
7	18.4	157	227.4	-227.38
8	6.12			



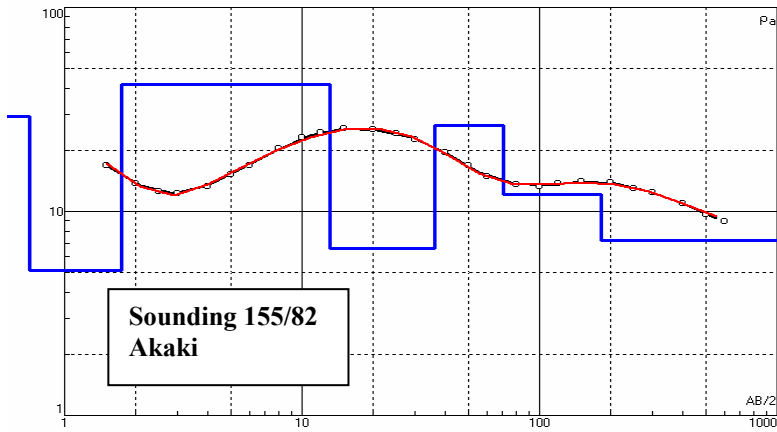
N	ρ	h	d	Alt
1	189	2.1	2.1	-2.1
2	18.1	2.9	5	-5
3	10.9	26	31	-31
4	19.7	14	45	-45
5	14.4	205	250	-250
6	4.84			



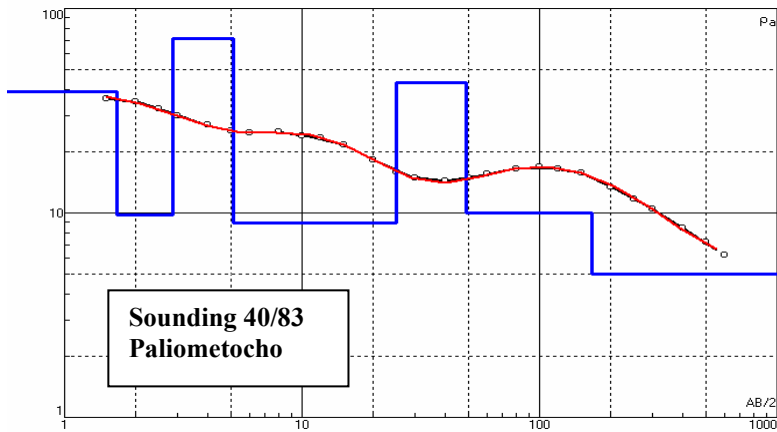
N	ρ	h	d	Alt
1	130	0.889	0.889	-0.889
2	37.9	0.968	1.857	-1.857
3	92.7	5.93	7.787	-7.787
4	13.4	12.3	20.09	-20.087
5	25.4	34.4	54.49	-54.487
6	19.2	189	243.5	-243.49
7	5.1			



N	ρ	h	d	Alt
1	10.99	0.7908	0.7908	-0.7908
2	345.8	1.079	1.87	-1.8698
3	43.73	2.552	4.422	-4.4218
4	8.178	30.16	34.58	-34.582
5	26.74	34.57	69.15	-69.152
6	14.62	98.08	167.2	-167.23
7	7.395			

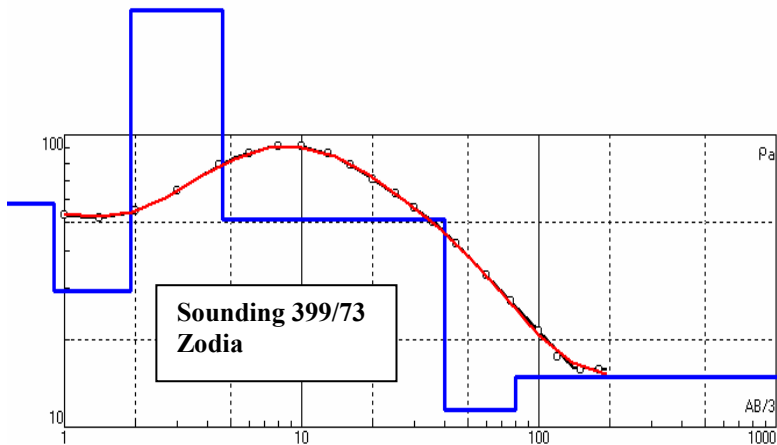


N	ρ	h	d	Alt
1	29.2	0.715	0.715	-0.715
2	5.11	1.03	1.745	-1.745
3	41.8	11.3	13.05	-13.045
4	6.61	23.1	36.15	-36.145
5	26.4	34.6	70.74	-70.745
6	12.1	112	182.7	-182.74
7	7.23			

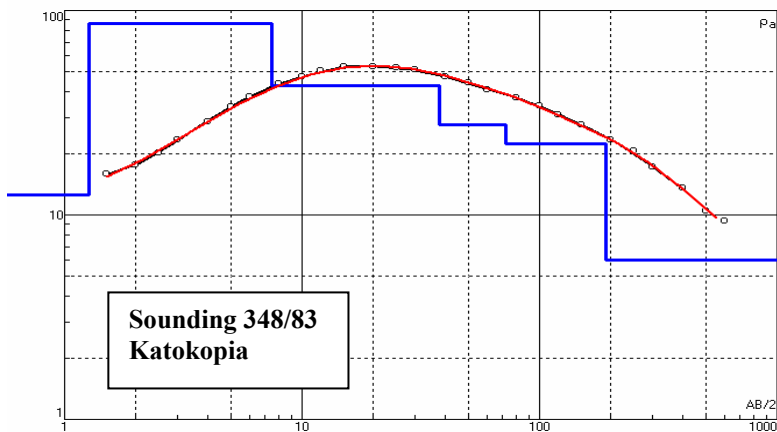


N	ρ	h	d	Alt
1	39.37	1.664	1.664	-1.664
2	9.779	1.191	2.855	-2.855
3	71.51	2.302	5.157	-5.157
4	8.943	19.84	25	-24.997
5	43.24	23.9	48.9	-48.897
6	10	116.5	165.4	-165.4
7	5.001			

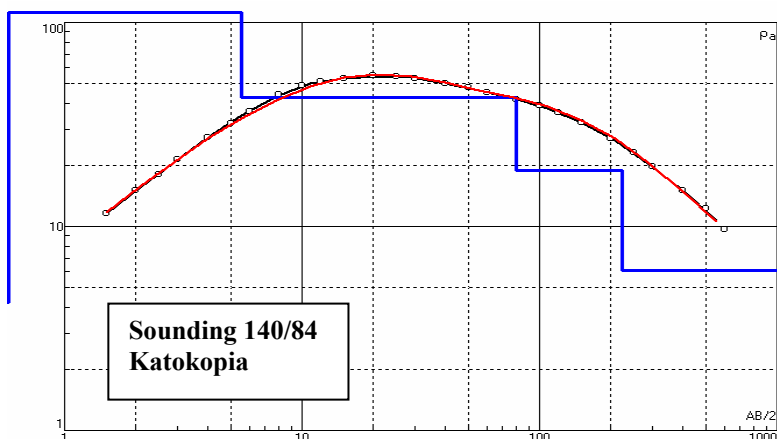
TOMH 9:



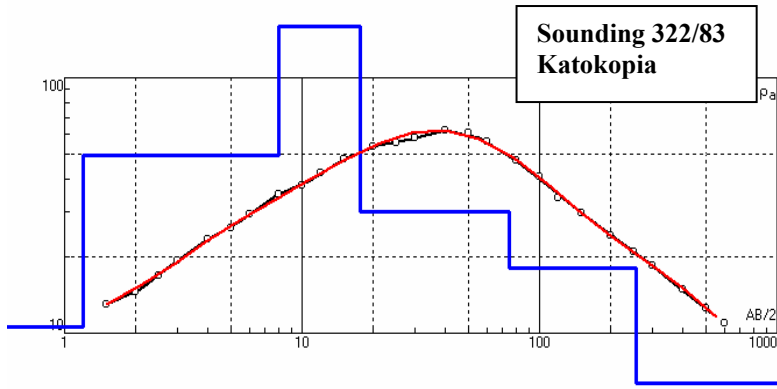
N	ρ	h	d	Alt
1	58.4	0.906	0.906	-0.906
2	29.3	1	1.906	-1.906
3	268	2.73	4.636	-4.636
4	51.2	35.6	40.24	-40.236
5	11.5	39.7	79.94	-79.936
6	14.8			



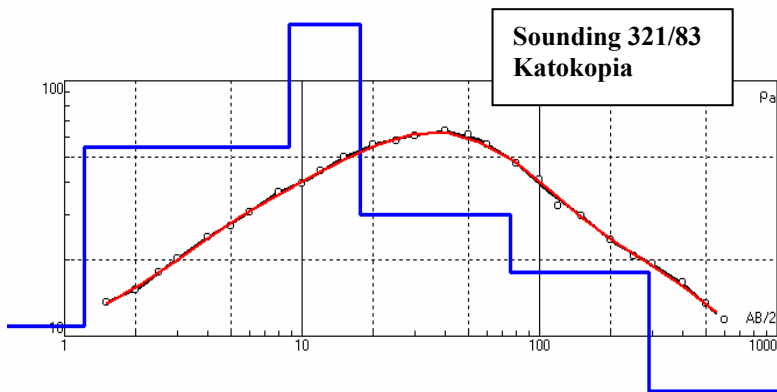
N	ρ	h	d	Alt
1	12.53	1.267	1.267	-1.267
2	86.35	6.189	7.456	-7.456
3	42.89	30.54	38	-37.996
4	27.62	34	72	-71.996
5	22.29	118.3	190.3	-190.3
6	6.04			



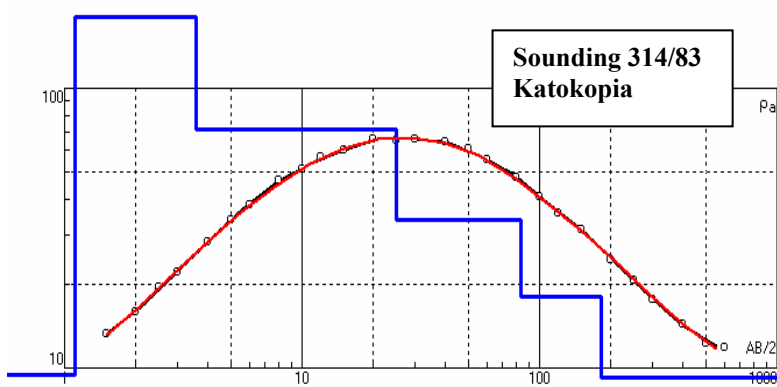
N	ρ	h	d	Alt
1	4.24	0.491	0.491	-0.491
2	112	5.09	5.581	-5.581
3	42.8	74.4	79.98	-79.981
4	18.9	144	224	-223.98
5	6.07			



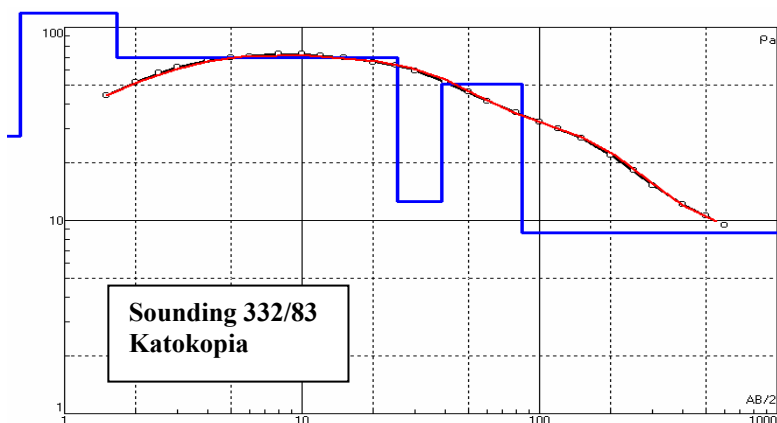
N	ρ	h	d	Alt
1	10.64	1.2	1.2	-1.2
2	49.4	6.76	7.96	-7.96
3	159.5	9.55	17.51	-17.51
4	29.72	57.29	74.8	-74.8
5	18.06	179.5	254.3	-254.3
6	6.336			



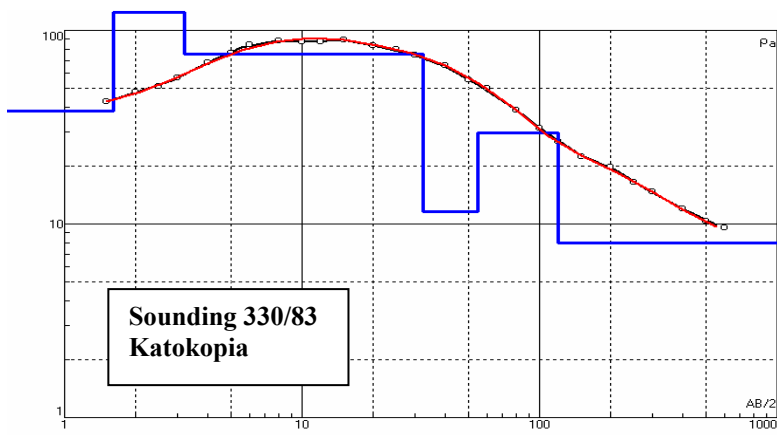
N	ρ	h	d	Alt
1	10.96	1.205	1.205	-1.205
2	55.03	7.627	8.832	-8.832
3	166.2	8.677	17.51	-17.509
4	29.72	58.07	75.58	-75.579
5	17.88	212.5	288.1	-288.08
6	6.078			



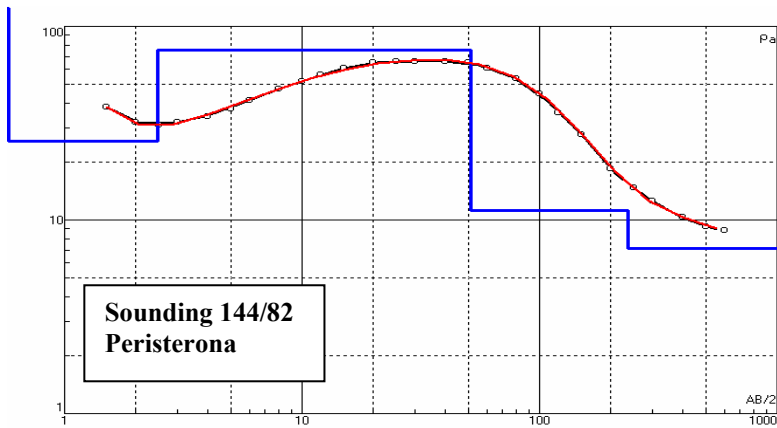
N	ρ	h	d	Alt
1	9.445	1.109	1.109	-1.109
2	179.5	2.459	3.568	-3.568
3	71.6	21.34	24.91	-24.908
4	33.65	58.93	83.84	-83.838
5	18.06	98.67	182.5	-182.51
6	9.204			



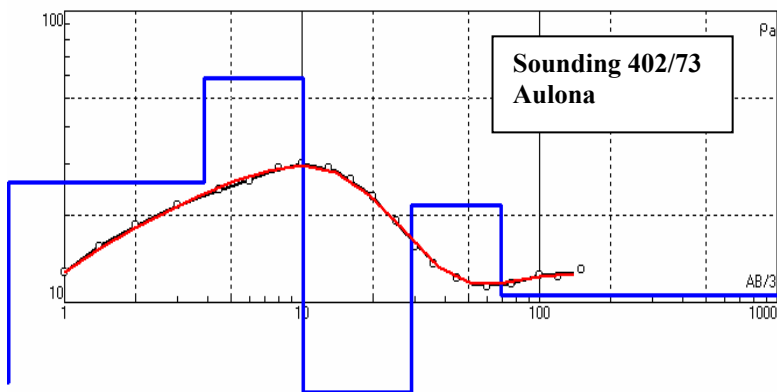
N	ρ	h	d	Alt
1	27.2	0.649	0.649	-0.649
2	118	1.02	1.669	-1.669
3	69.4	23.7	25.37	-25.369
4	12.5	13.3	38.67	-38.669
5	50.9	46.1	84.77	-84.769
6	8.635			



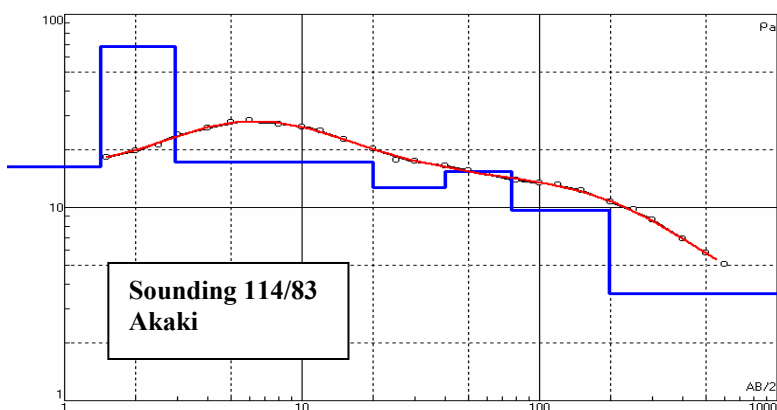
N	ρ	h	d	Alt
1	38.35	1.606	1.606	-1.606
2	249.5	1.609	3.215	-3.215
3	75.09	29.29	32.51	-32.505
4	11.54	22.5	55.01	-55.005
5	29.59	64.38	119.4	-119.38
6	7.935			



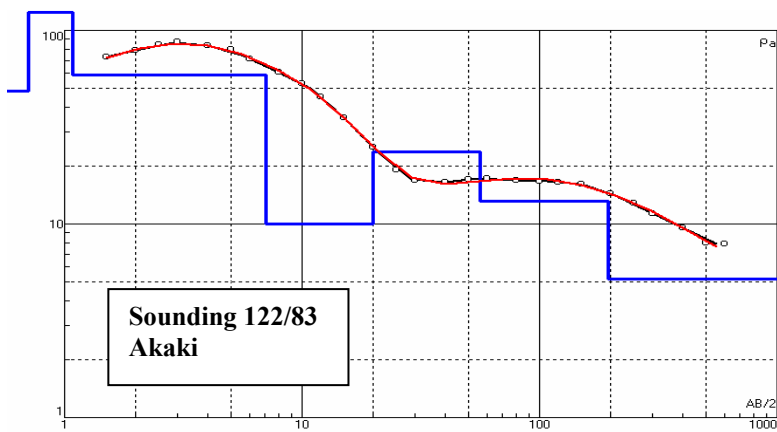
N	ρ	h	d	Alt
1	268	0.333	0.333	-0.333
2	25.4	2.13	2.463	-2.463
3	75.1	49.2	51.66	-51.663
4	11.2	183	234.7	-234.66
5	7.1			



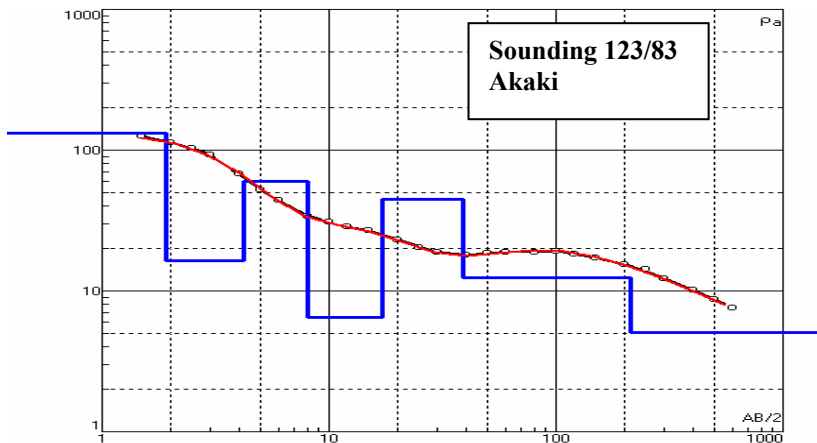
N	ρ	h	d	Alt
1	5.34	0.346	0.346	-0.346
2	25.7	3.51	3.856	-3.856
3	58.9	6.25	10.11	-10.106
4	4.89	18.7	28.81	-28.806
5	21.5	40.3	69.11	-69.106
6	10.6			



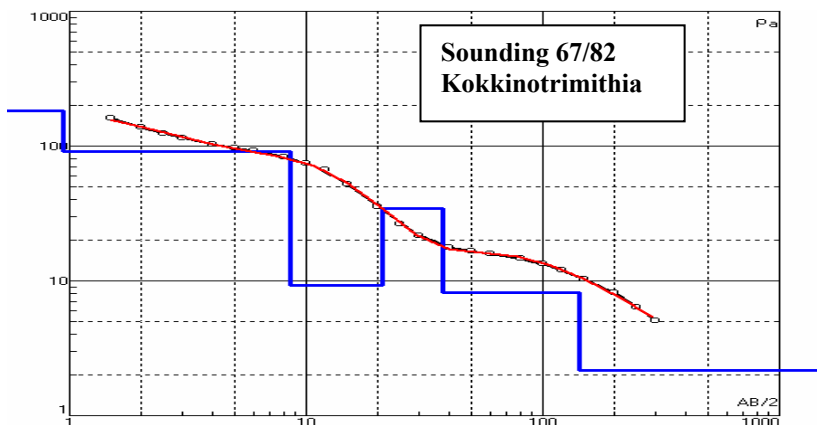
N	ρ	h	d	Alt
1	16.19	1.421	1.421	-1.421
2	68.19	1.49	2.911	-2.911
3	17.24	17.09	20	-20.001
4	12.73	20	40	-40.001
5	15.31	35.95	75.95	-75.951
6	9.628	121.2	197.2	-197.15
7	3.579			



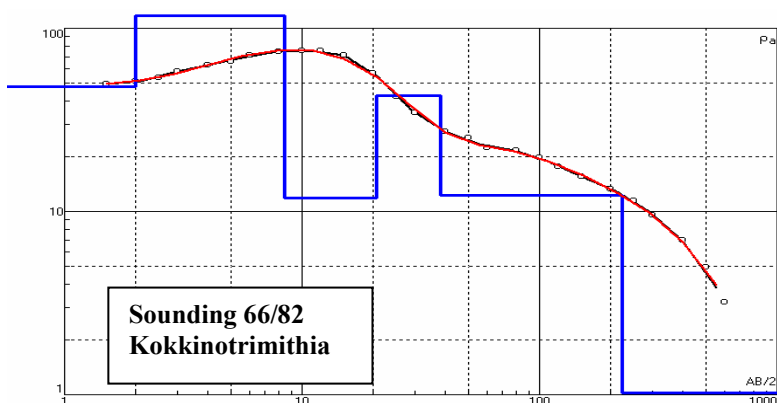
N	ρ	h	d	Alt
1	48.72	0.7012	0.7012	-0.7012
2	338.3	0.3828	1.084	-1.084
3	58.88	5.955	7.039	-7.039
4	10	12.98	20.02	-20.019
5	23.45	36.22	56.24	-56.239
6	13.04	138.1	194.3	-194.34
7	5.204			



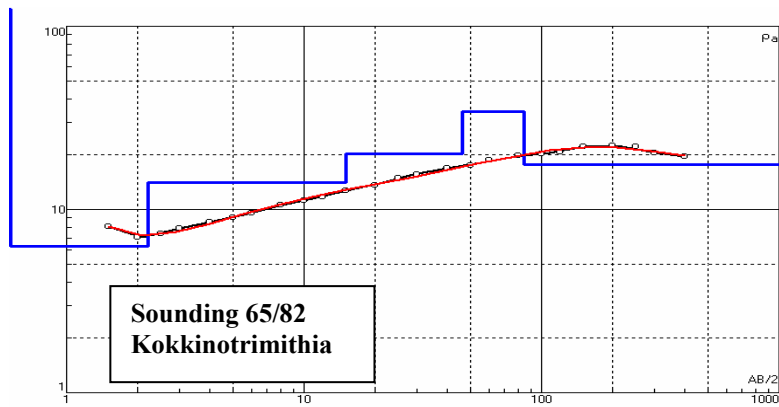
N	ρ	h	d	Alt
1	132	1.9	1.9	-1.9
2	16.4	2.3	4.2	-4.2
3	60.3	3.8	8	-8
4	6.47	9.175	17.17	-17.175
5	44.77	21.72	38.89	-38.895
6	12.42	173	211.9	-211.89
7	5.03			



N	ρ	h	d	Alt
1	184	0.938	0.938	-0.938
2	90.9	7.58	8.518	-8.518
3	9.23	12.4	20.92	-20.918
4	34.3	16.7	37.62	-37.618
5	8.12	105.1	142.7	-142.72
6	2.166			



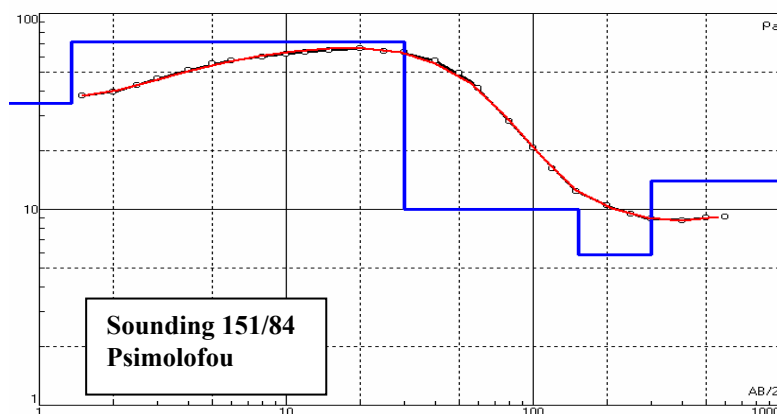
N	ρ	h	d	Alt
1	47.97	2.002	2.002	-2.002
2	117.3	6.468	8.47	-8.47
3	11.91	12.07	20.54	-20.54
4	43.02	18.21	38.75	-38.75
5	12.21	183.2	221.9	-221.95
6	1.022			



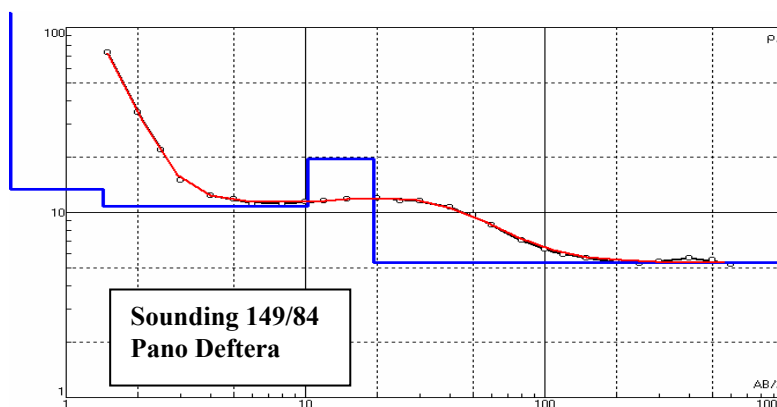
N	ρ	h	d	Alt
1	187	0.251	0.251	-0.251
2	6.33	1.95	2.201	-2.201
3	14	12.8	15	-15.001
4	20.1	31.6	46.6	-46.601
5	34.3	38.1	84.7	-84.701
6	17.5			

B: ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΕΣΑΟΠΙΑ

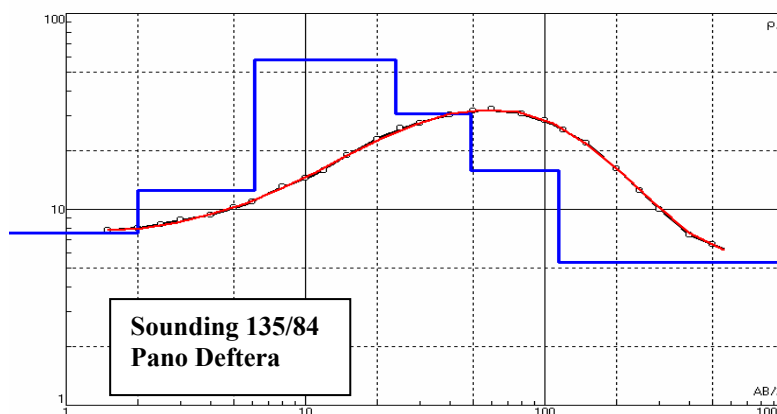
TOMH 1:



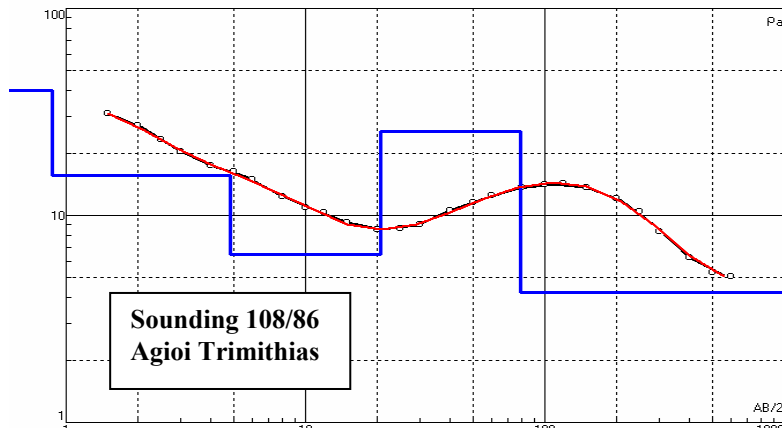
N	ρ	h	d	Alt
1	34.92	1.352	1.352	-1.352
2	71.74	28.65	30	-30.002
3	9.992	122.9	152.9	-152.9
4	5.865	147.1	300	-300
5	13.99			



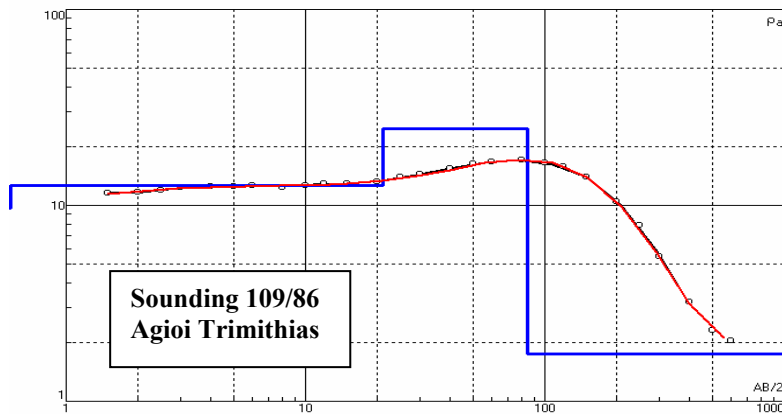
N	ρ	h	d	Alt
1	303.1	0.5288	0.5288	-0.5288
2	13.29	0.9004	1.429	-1.4292
3	10.81	8.772	10.2	-10.201
4	19.56	9.137	19.34	-19.338
5	5.348			



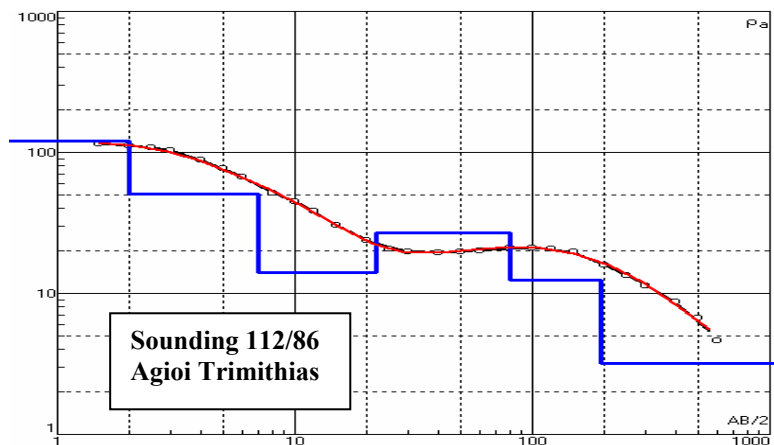
N	ρ	h	d	Alt
1	7.603	1.986	1.986	-1.986
2	12.51	4.129	6.115	-6.115
3	57.83	17.8	23.91	-23.915
4	30.92	24.99	48.9	-48.905
5	15.81	65.46	114.4	-114.36
6	5.348			



N	p	h	d	Alt
1	40.13	0.8778	0.8778	-0.8778
2	15.68	3.978	4.856	-4.8558
3	6.452	15.82	20.68	-20.676
4	25.57	58.4	79.08	-79.076
5	4.229			

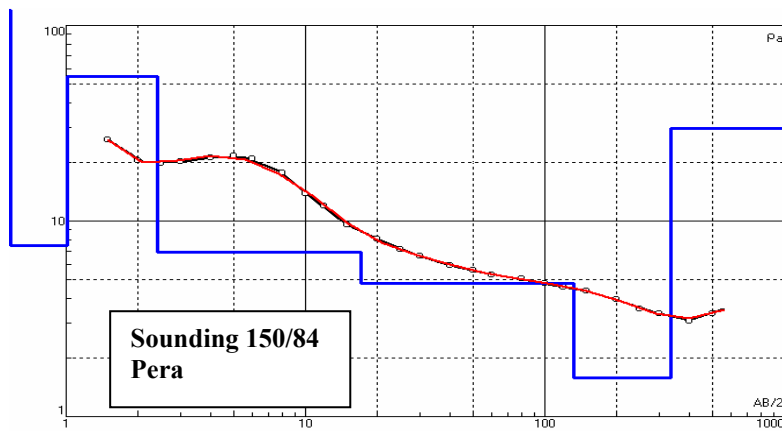


N	p	h	d	Alt
1	9.663	0.4256	0.4256	-0.4256
2	12.62	20.65	21.08	-21.076
3	24.62	63.56	84.64	-84.636
4	1.744			

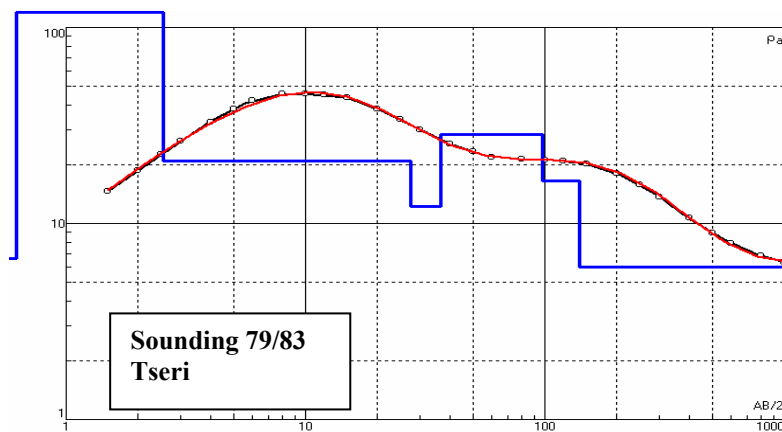


N	p	h	d	Alt
1	120	2	2	-2
2	50.4	5	7	-7
3	14.1	15	22	-22
4	27	58	80	-80
5	12.4	114	194	-194
6	3.19			

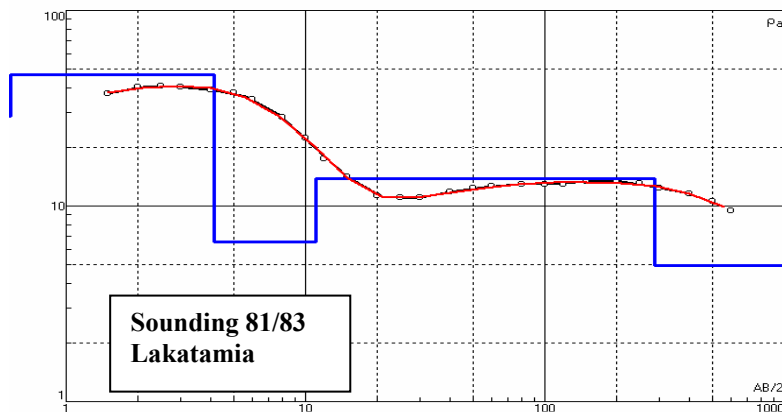
TOMH 2:



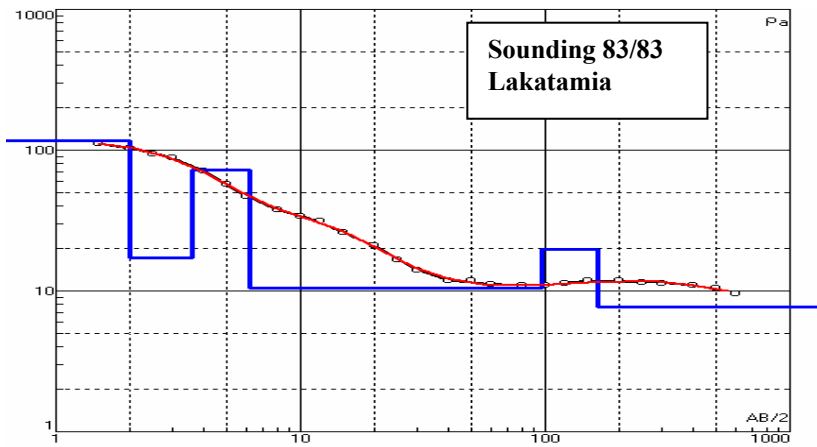
N	p	h	d	Alt
1	128.3	0.4271	0.4271	-0.4271
2	7.519	0.5788	1.006	-1.0059
3	55.13	1.401	2.407	-2.4069
4	6.957	14.71	17.12	-17.117
5	4.808	115.3	132.4	-132.42
6	1.576	202.6	335	-335.02
7	29.9			



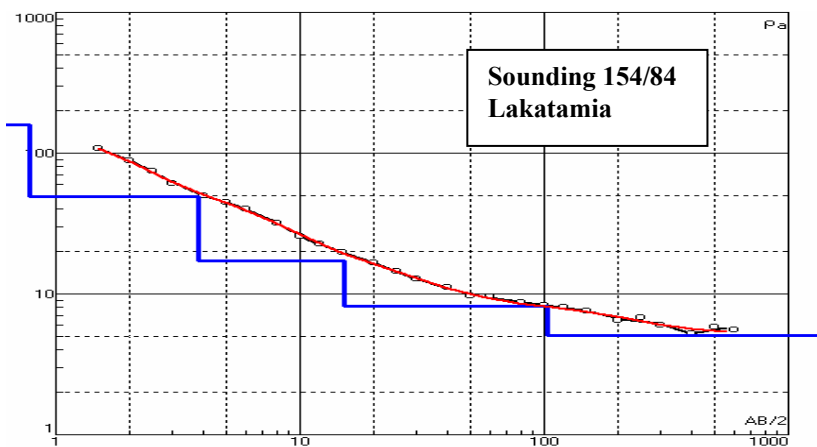
N	p	h	d	Alt
1	6.604	0.6193	0.6193	-0.6193
2	203.1	1.915	2.534	-2.5343
3	20.73	24.87	27.4	-27.404
4	12.23	9.2	36.6	-36.604
5	28.6	61	97.6	-97.604
6	16.58	42.24	139.8	-139.84
7	5.98			



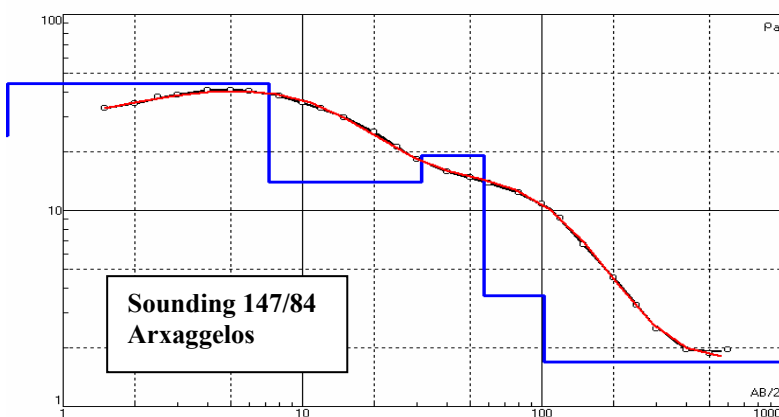
N	p	h	d	Alt
1	28.64	0.4652	0.4652	-0.4652
2	46.99	3.686	4.151	-4.1512
3	6.586	6.899	11.05	-11.05
4	13.74	277.1	288.2	-288.15
5	4.986			



N	ρ	h	d	Alt
1	117.6	2.012	2.012	-2.012
2	17.14	1.573	3.585	-3.585
3	72.6	2.581	6.166	-6.166
4	10.44	90.79	96.96	-96.956
5	19.63	67.02	164	-163.98
6	7.722			

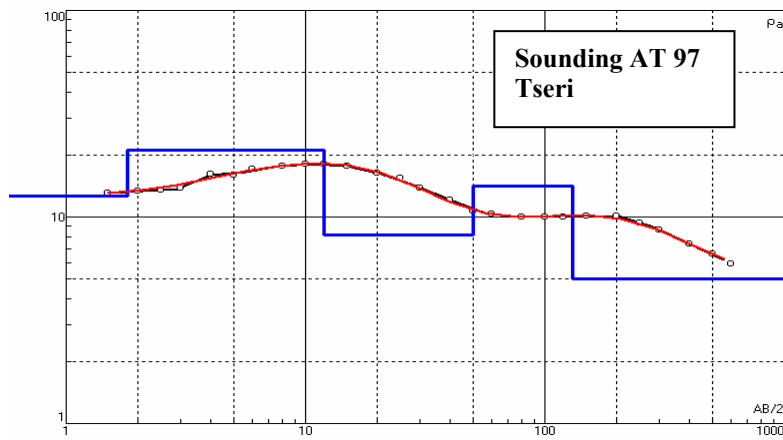


N	ρ	h	d	Alt
1	159	0.781	0.781	-0.781
2	49.1	3.06	3.84	-3.841
3	17.3	11.3	15.1	-15.14
4	8.18	88	103	-103.1
5	5.07			

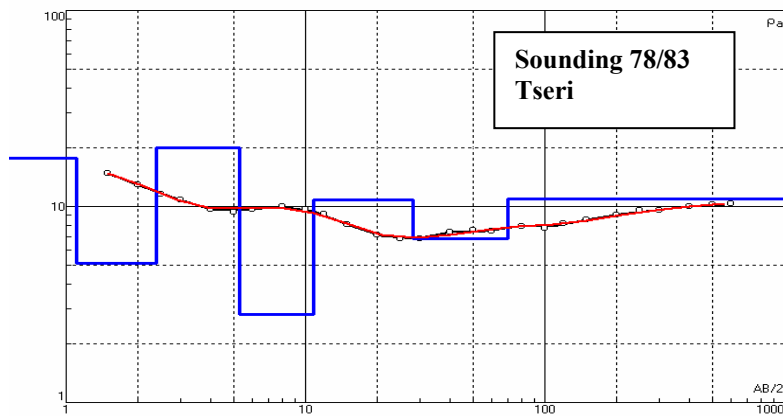


N	ρ	h	d	Alt
1	24.1	0.515	0.515	-0.515
2	44.5	6.69	7.2	-7.205
3	14	24.1	31.3	-31.31
4	19.1	25.9	57.2	-57.21
5	3.66	45.1	102	-102.3
6	1.69			

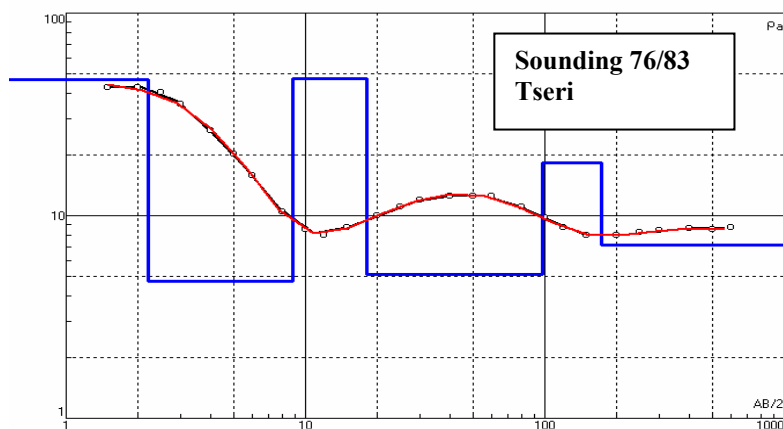
TOMH 3:



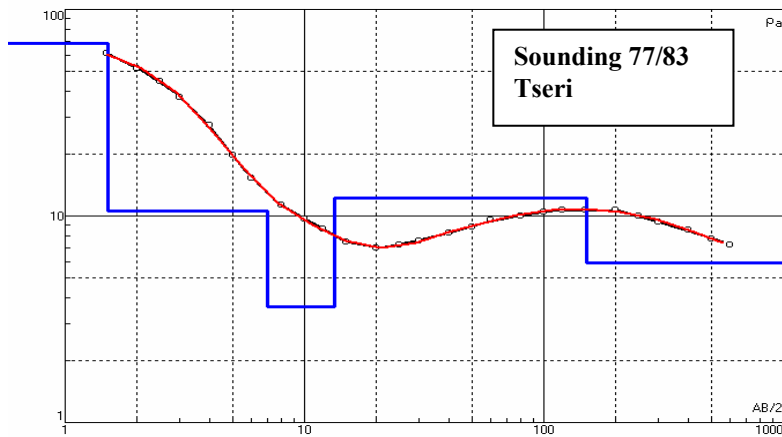
N	ρ	h	d	Alt
1	12.62	1.798	1.798	-1.798
2	21.17	10.2	12	-11.998
3	8.186	38	50	-49.998
4	14.1	80	130	-130
5	5			



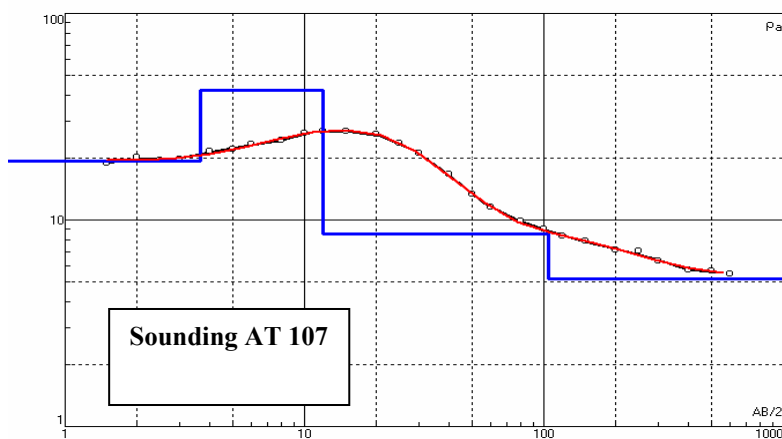
N	ρ	h	d	Alt
1	17.62	1.102	1.102	-1.102
2	5.152	1.282	2.384	-2.384
3	20	2.898	5.282	-5.282
4	2.818	5.552	10.83	-10.834
5	10.75	17.17	28	-28.004
6	6.832	42	70	-70.004
7	10.89			



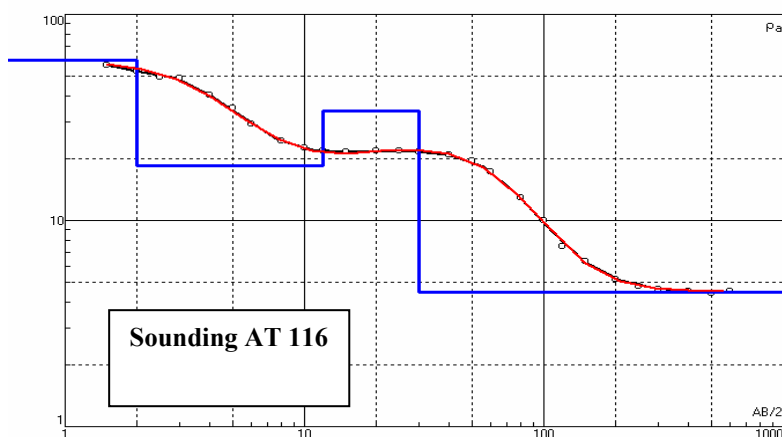
N	ρ	h	d	Alt
1	46.98	2.192	2.192	-2.192
2	4.757	6.645	8.837	-8.837
3	47.34	9.162	18	-17.999
4	5.103	80	98	-97.999
5	18.28	74.08	172.1	-172.08
6	7.128			



N	ρ	h	d	Alt
1	68.38	1.509	1.509	-1.509
2	10.57	5.496	7.005	-7.005
3	3.634	6.349	13.35	-13.354
4	12.22	137.6	151	-150.95
5	5.929			

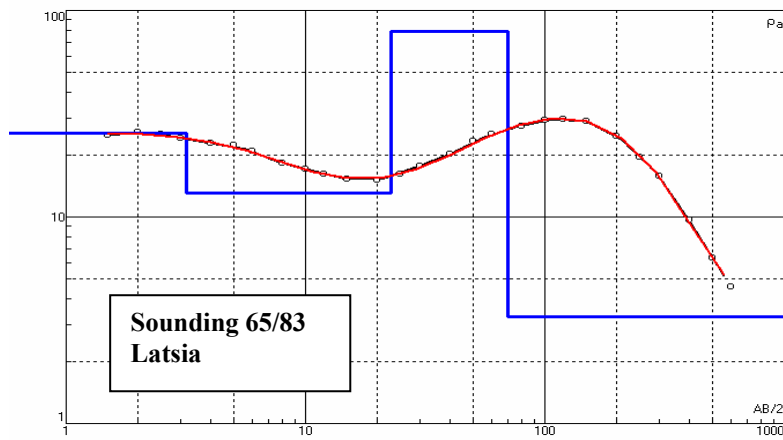


N	ρ	h	d	Alt
1	19.28	3.675	3.675	-3.675
2	42.46	8.325	12	-12
3	8.558	93	105	-105
4	5.2			

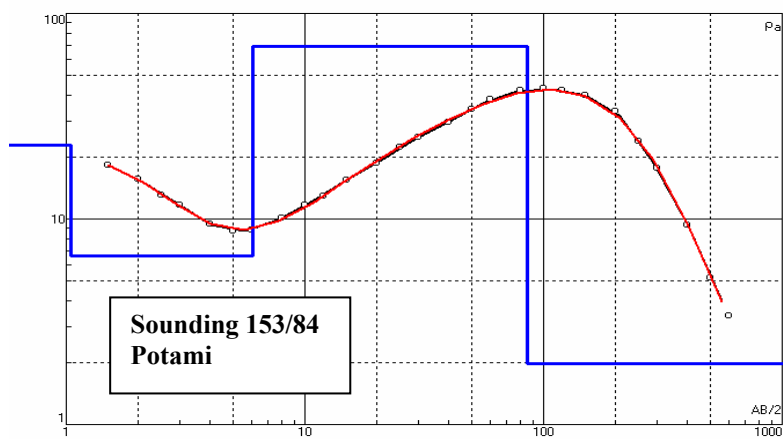


N	ρ	h	d	Alt
1	60	2	2	-2
2	18.44	10	12	-12
3	33.99	18	30	-30
4	4.5			

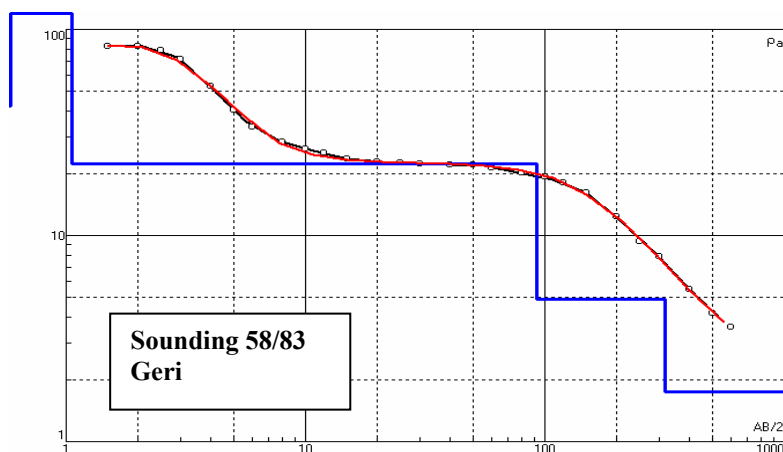
TOMH 4:



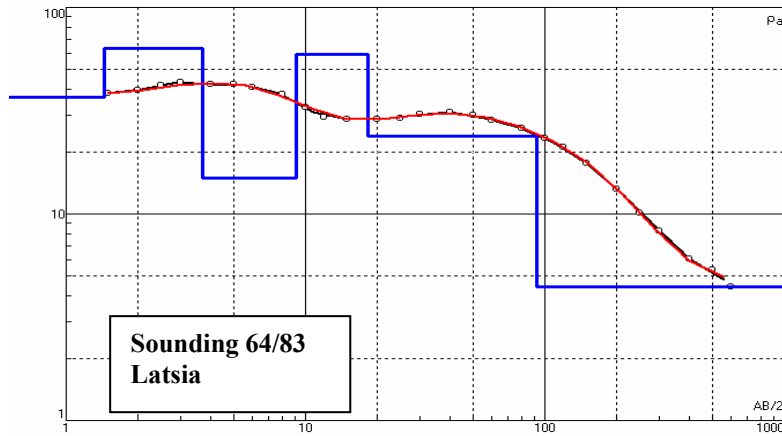
N	ρ	h	d	Alt
1	25.56	3.166	3.166	-3.166
2	13.05	19.72	22.89	-22.886
3	79.24	47.11	70	-69.996
4	3.303			



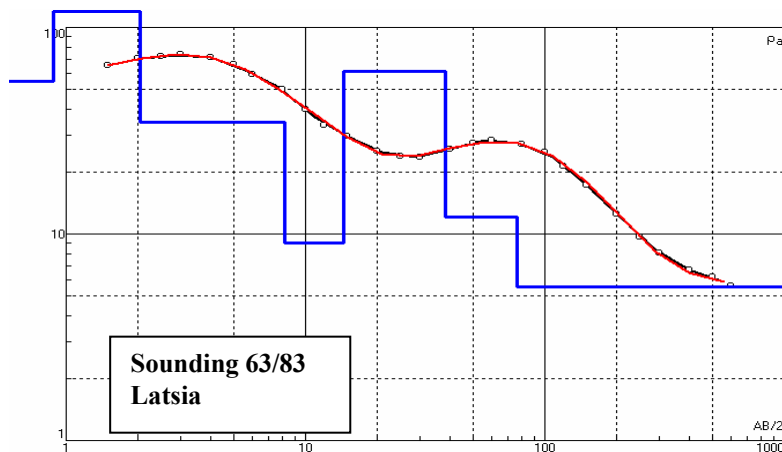
N	ρ	h	d	Alt
1	22.87	1.043	1.043	-1.043
2	6.649	4.982	6.025	-6.025
3	68.84	79.27	85.29	-85.295
4	1.981			



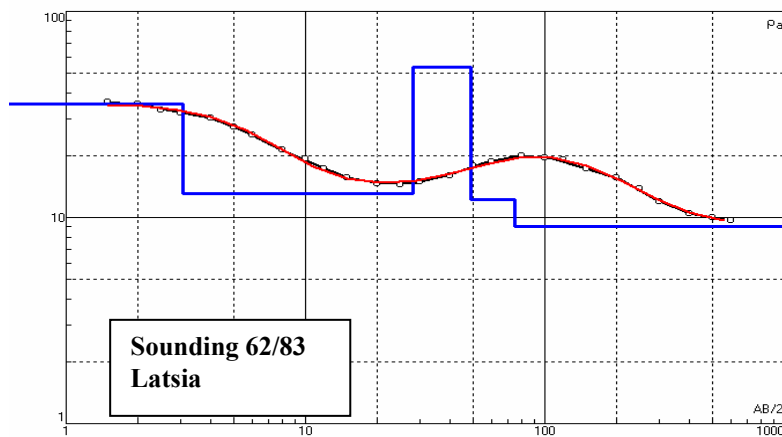
N	ρ	h	d	Alt
1	42.7	0.323	0.323	-0.323
2	174	0.736	1.06	-1.059
3	22.4	91.4	92.5	-92.46
4	4.89	224	316	-316.5
5	1.75			



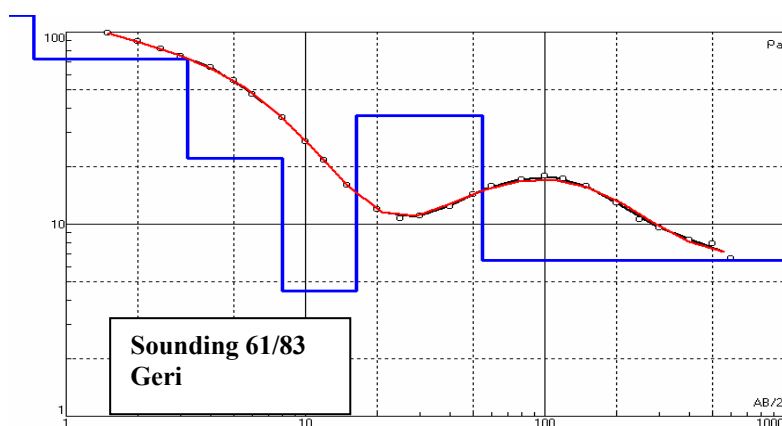
N	ρ	h	d	Alt
1	36.71	1.45	1.45	-1.45
2	63.38	2.266	3.716	-3.716
3	14.93	5.433	9.149	-9.149
4	59.14	9.138	18.29	-18.287
5	23.81	74.22	92.51	-92.507
6	4.44			



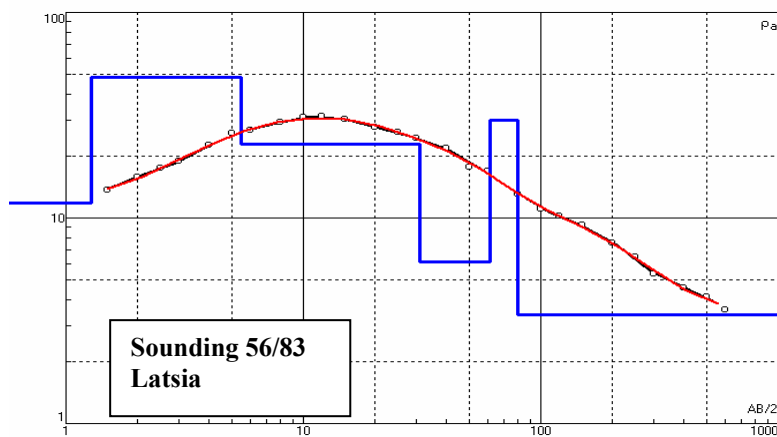
N	ρ	h	d	Alt
1	54.58	0.8889	0.8889	-0.8889
2	137	1.143	2.032	-2.0319
3	34.66	6.169	8.201	-8.2009
4	9.052	6.166	14.37	-14.367
5	61.33	24.24	38.61	-38.607
6	12.09	37.86	76.47	-76.467
7	5.53			



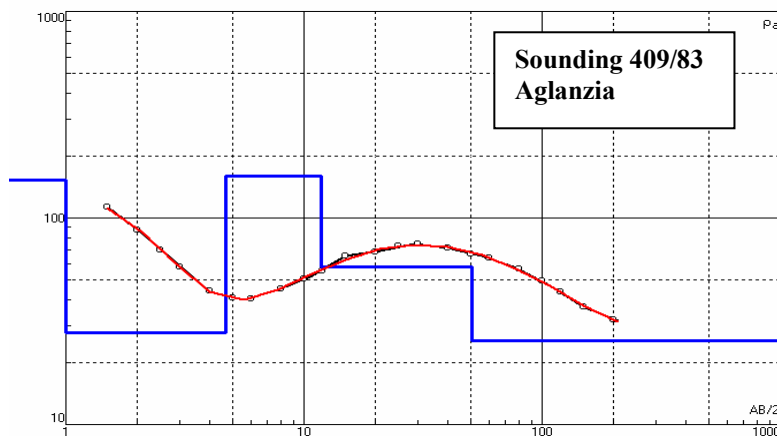
N	ρ	h	d	Alt
1	35.69	3.061	3.061	-3.061
2	13.1	25.04	28.1	-28.101
3	53.56	20.9	49	-49.001
4	12.23	25.78	74.78	-74.781
5	9.043			



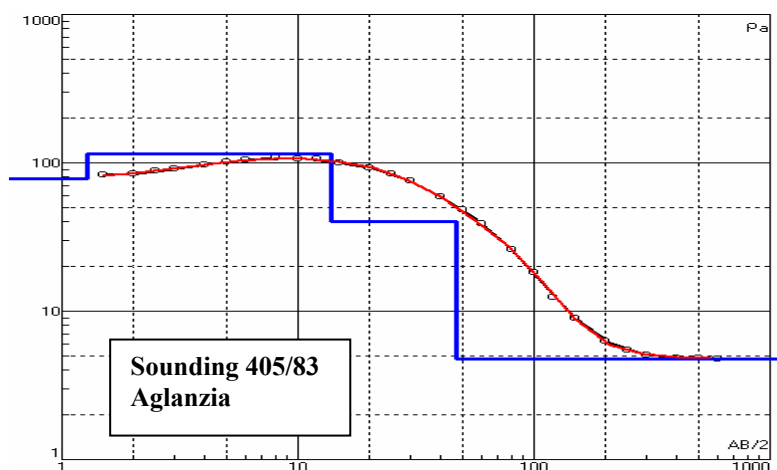
N	ρ	h	d	Alt
1	121.7	0.7288	0.7288	-0.7288
2	72.57	2.477	3.206	-3.2058
3	22.15	4.828	8.034	-8.0338
4	4.465	8.361	16.39	-16.395
5	36.63	38.61	55	-55.005
6	6.507			



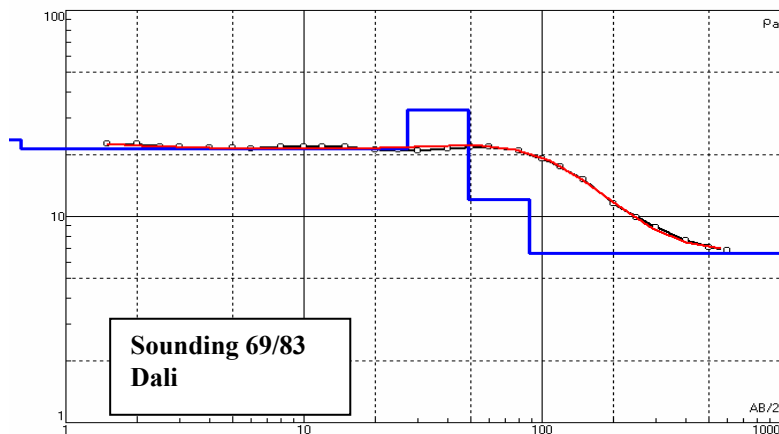
N	ρ	h	d	Alt
1	11.62	1.238	1.238	-1.238
2	46.52	4.458	5.696	-5.696
3	22.82	25.3	31	-30.996
4	6.131	30	61	-60.996
5	30.1	18.78	79.78	-79.776
6	3.391			



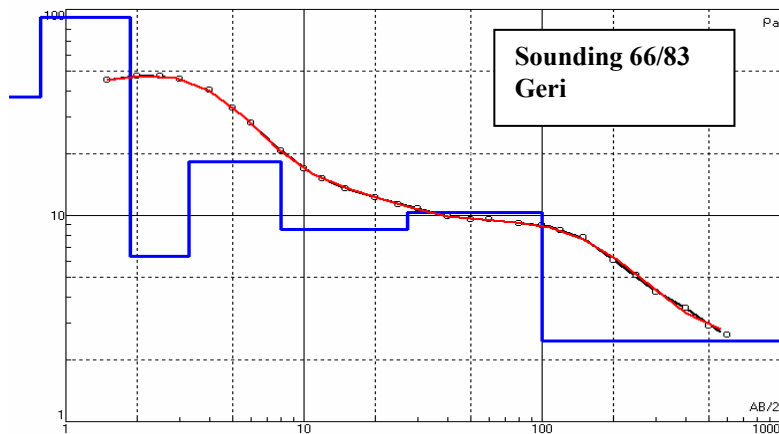
N	ρ	h	d	Alt
1	151.9	1.003	1.003	-1.003
2	27.86	3.716	4.719	-4.719
3	158.7	7.049	11.77	-11.768
4	57.77	39.01	50.78	-50.778
5	25.59			



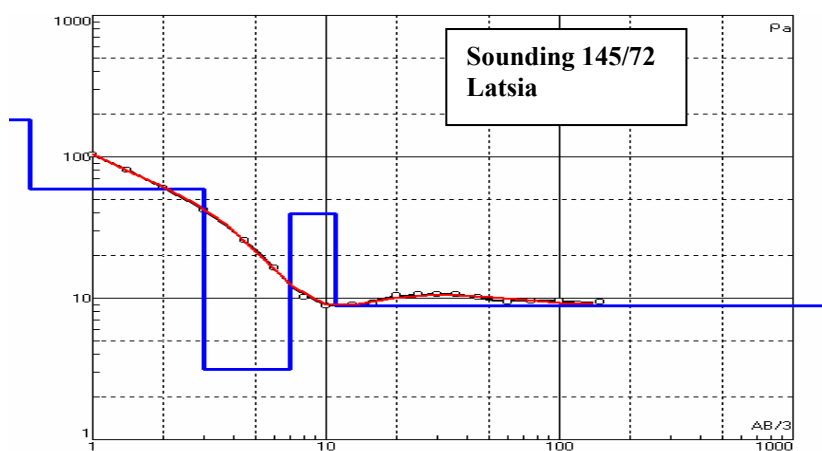
N	ρ	h	d	Alt
1	77.73	1.281	1.281	-1.281
2	115.6	12.47	13.75	-13.751
3	40.45	33.15	46.9	-46.901
4	4.739			



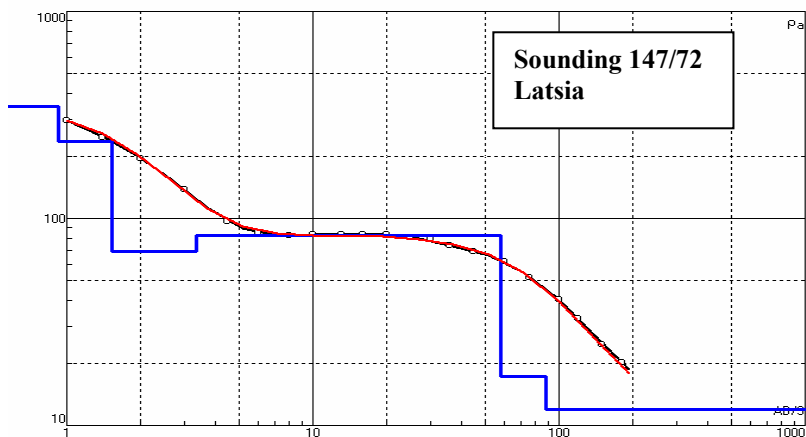
N	ρ	h	d	Alt
1	23.61	0.651	0.651	-0.651
2	21.23	26.43	27.08	-27.081
3	33.06	21.92	49	-49.001
4	12.07	39	88	-88.001
5	6.595			



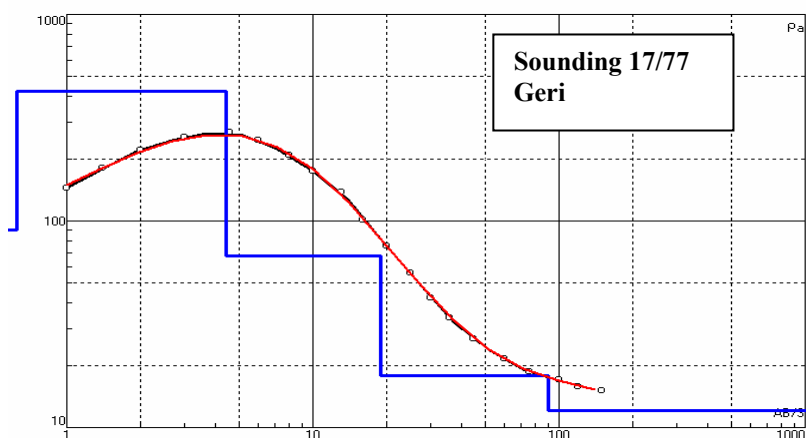
N	ρ	h	d	Alt
1	37.56	0.7837	0.7837	-0.7837
2	91.71	1.091	1.875	-1.8747
3	6.323	1.397	3.272	-3.2717
4	18.3	4.693	7.965	-7.9647
5	8.55	19.21	27.17	-27.175
6	10.29	72.58	99.75	-99.755
7	2.462			



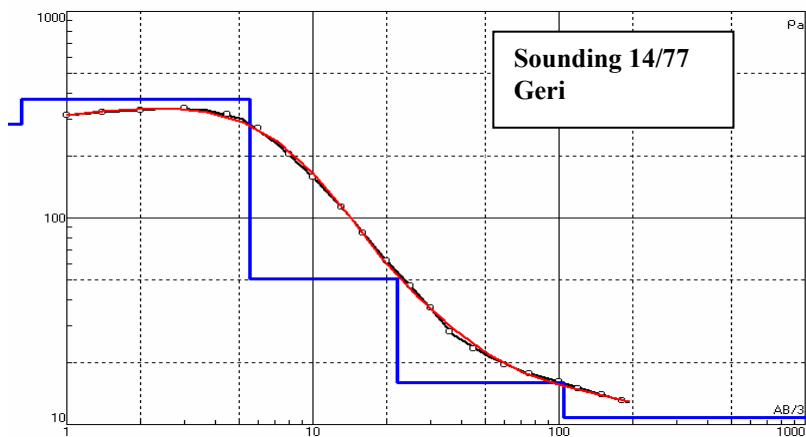
N	ρ	h	d	Alt
1	181.6	0.5401	0.5401	-0.5401
2	59.27	2.457	2.997	-2.9971
3	3.158	3.964	6.961	-6.9611
4	39.68	3.96	10.92	-10.921
5	8.848			



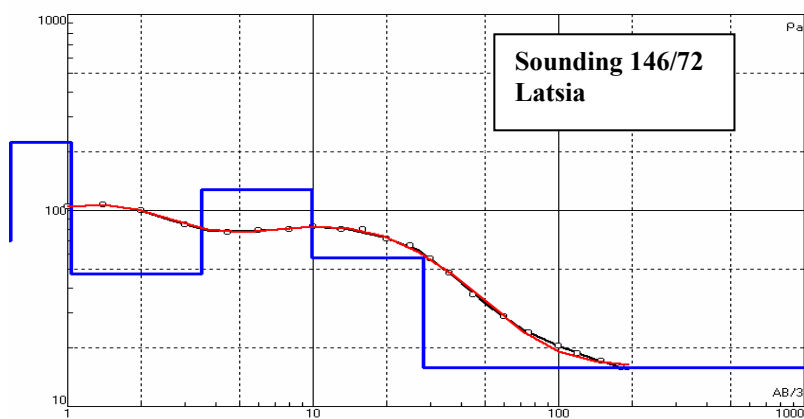
N	ρ	h	d	Alt
1	348	0.925	0.925	-0.925
2	235	0.601	1.53	-1.526
3	69.3	1.84	3.37	-3.366
4	82.8	54.6	58	-57.97
5	17.2	30.5	88.5	-88.47
6	11.9			



N	ρ	h	d	Alt
1	90.47	0.6268	0.6268	-0.6268
2	424.6	3.813	4.44	-4.4398
3	67.75	14.41	18.85	-18.85
4	17.83	71.62	90.47	-90.47
5	12.08			

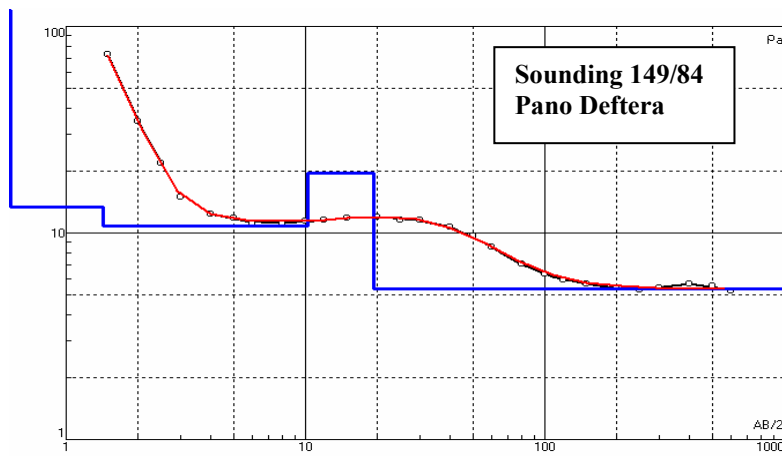


N	ρ	h	d	Alt
1	284	0.657	0.657	-0.657
2	376	4.91	5.57	-5.567
3	50.9	16.5	22.1	-22.07
4	15.9	83	105	-105.1
5	10.8			

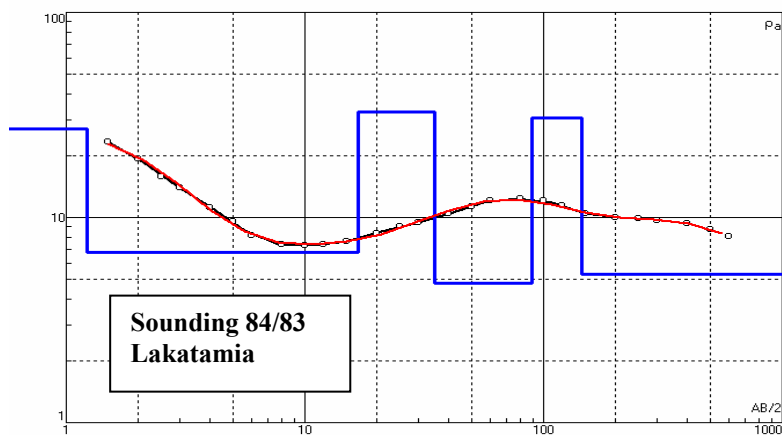


N	p	h	d	Alt
1	69.8	0.435	0.435	-0.4349
2	222	0.599	1.03	-1.034
3	47.5	2.47	3.5	-3.505
4	128	6.38	9.89	-9.89
5	57.3	18.1	28	-28
6	15.8			

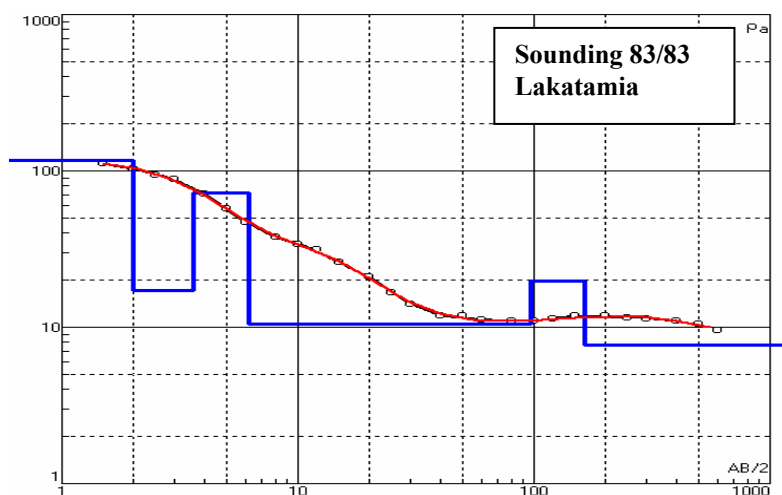
TOMH 6:



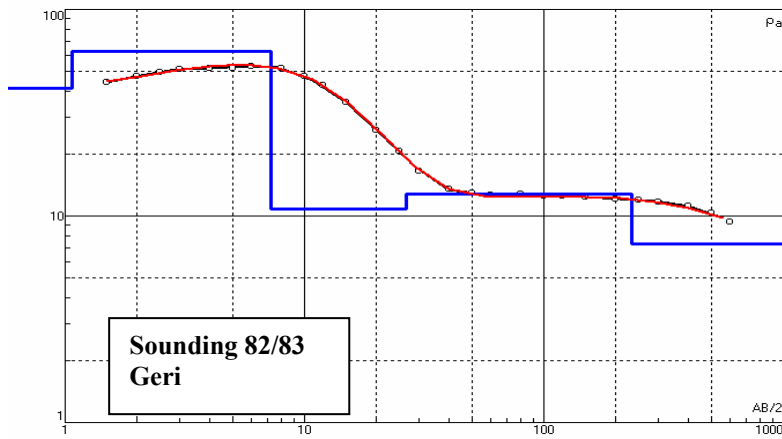
N	p	h	d	Alt
1	303.1	0.5288	0.5288	-0.5288
2	13.29	0.9004	1.429	-1.4292
3	10.81	8.772	10.2	-10.201
4	19.56	9.137	19.34	-19.338
5	5.348			



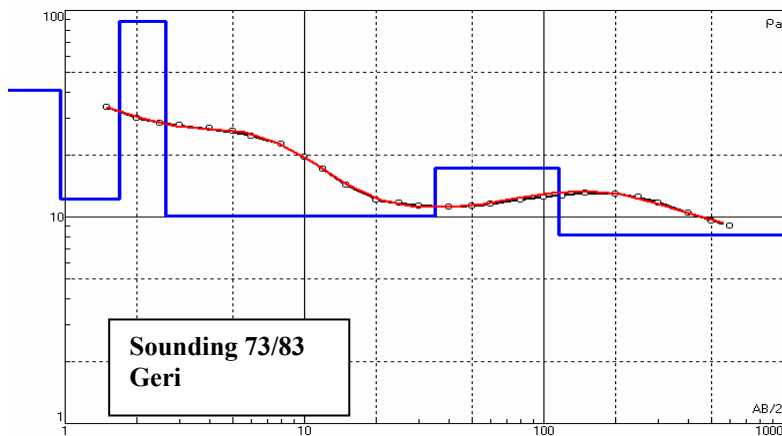
N	p	h	d	Alt
1	26.96	1.225	1.225	-1.225
2	6.794	15.54	16.76	-16.765
3	32.56	18.24	35	-35.005
4	4.763	54.9	89.9	-89.905
5	30.49	55.23	145.1	-145.13
6	5.26			



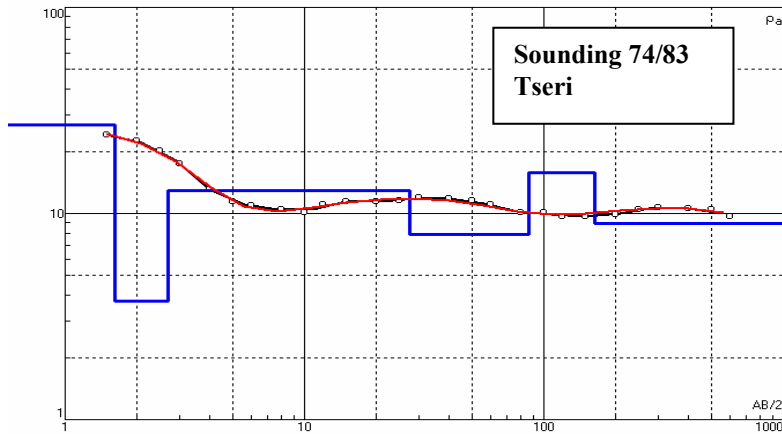
N	p	h	d	Alt
1	117.6	2.012	2.012	-2.012
2	17.14	1.573	3.585	-3.585
3	72.6	2.581	6.166	-6.166
4	10.44	90.79	96.96	-96.956
5	19.63	67.02	164	-163.98
6	7.722			



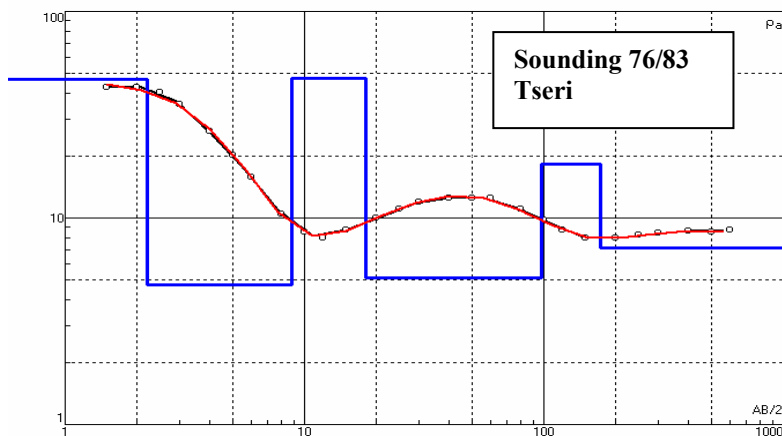
N	ρ	h	d	Alt
1	41.58	1.066	1.066	-1.066
2	62.69	6.177	7.243	-7.243
3	10.81	19.37	26.61	-26.613
4	12.77	206.3	232.9	-232.91
5	7.324			



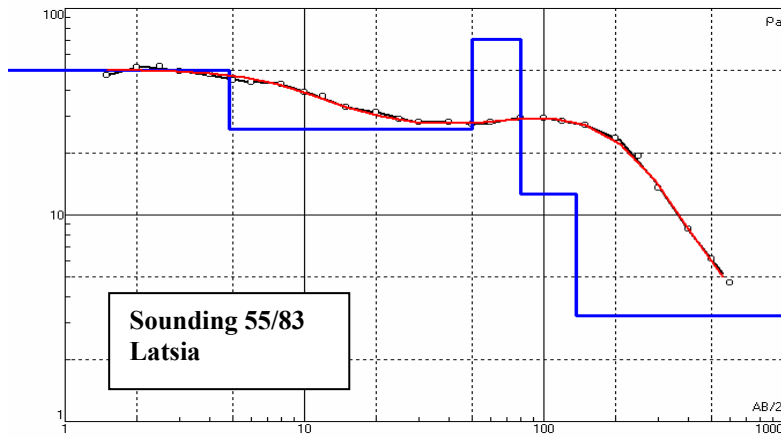
N	ρ	h	d	Alt
1	41.18	0.9579	0.9579	-0.9579
2	12.15	0.7203	1.678	-1.6782
3	88.24	0.9597	2.638	-2.6379
4	10.08	32.36	35	-34.998
5	17.25	80	115	-115
6	8.186			



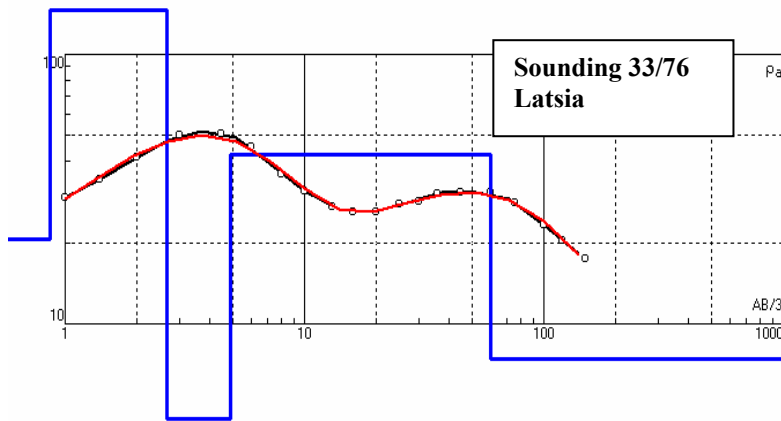
N	ρ	h	d	Alt
1	27	1.62	1.62	-1.62
2	3.74	1.08	2.7	-2.7
3	12.9	24.7	27.4	-27.4
4	7.92	59.4	86.8	-86.8
5	15.8	76.4	163	-163.2
6	8.95			



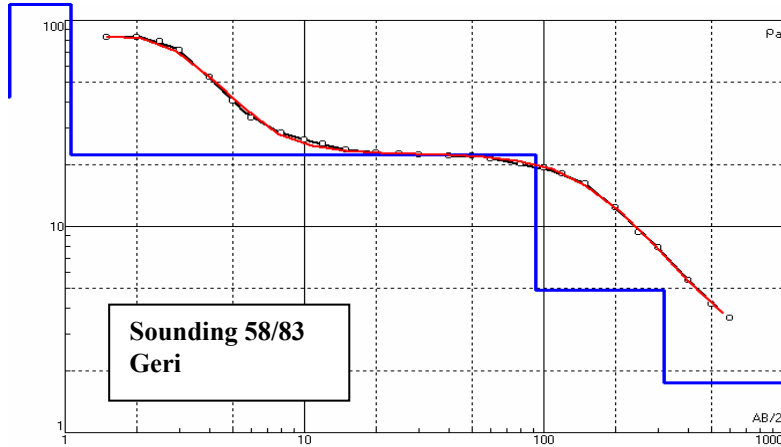
N	ρ	h	d	Alt
1	46.98	2.192	2.192	-2.192
2	4.757	6.645	8.837	-8.837
3	47.34	9.162	18	-17.999
4	5.103	80	98	-97.999
5	18.28	74.08	172.1	-172.08
6	7.128			



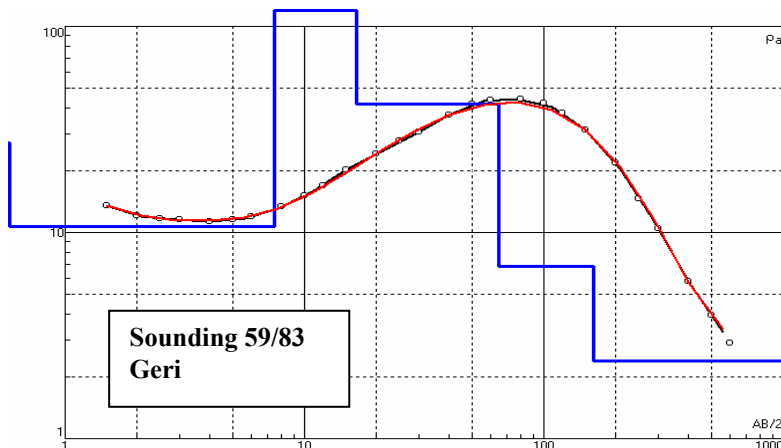
N	ρ	h	d	Alt
1	50.2	4.85	4.85	-4.85
2	26	45.1	49.9	-49.95
3	70.8	30	79.9	-79.95
4	12.6	56.5	136	-136.4
5	3.26			



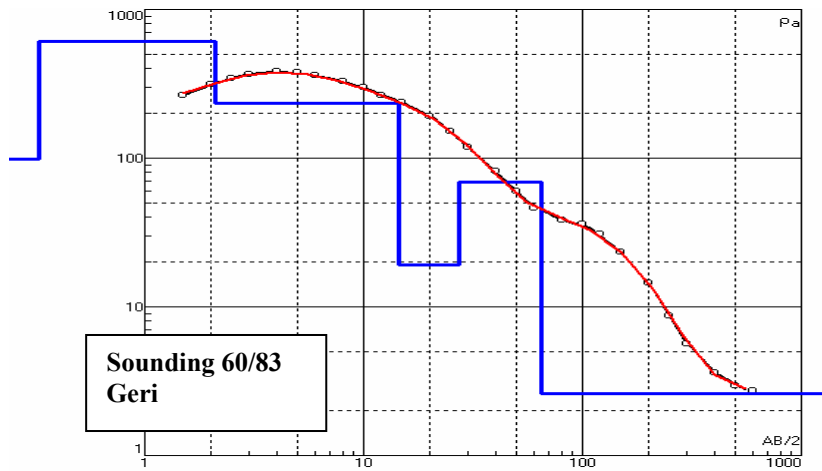
N	ρ	h	d	Alt
1	20.5	0.864	0.864	-0.864
2	146	1.79	2.654	-2.654
3	4.44	2.28	4.934	-4.934
4	42.4	55.2	60.13	-60.134
5	7.38			



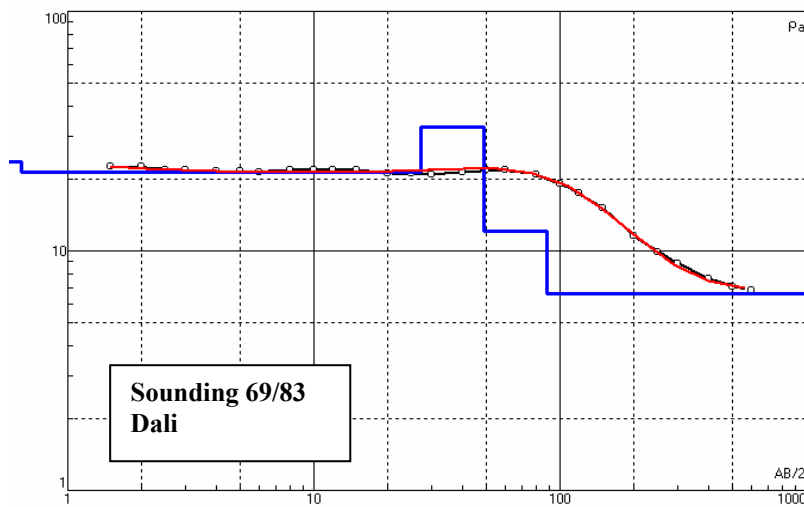
N	ρ	h	d	Alt
1	42.7	0.323	0.323	-0.323
2	174	0.736	1.06	-1.059
3	22.4	91.4	92.5	-92.46
4	4.89	224	316	-316.5
5	1.75			



N	ρ	h	d	Alt
1	27.3	0.387	0.387	-0.387
2	10.7	7.1	7.49	-7.487
3	178	9.01	16.5	-16.5
4	42	48.5	65	-65
5	6.85	96.3	161	-161.3
6	2.38			

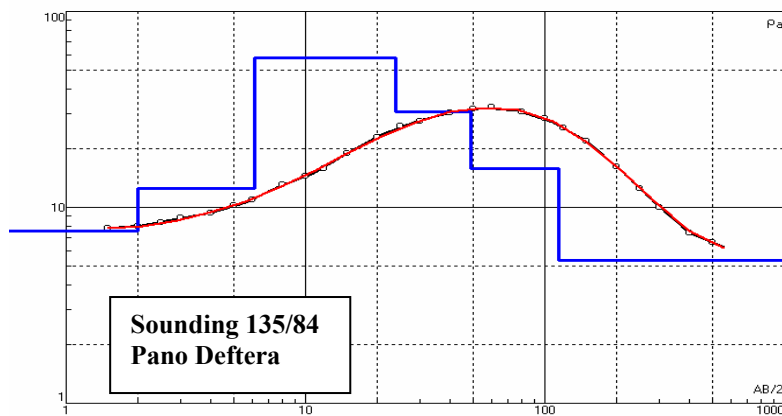


N	p	h	d	Alt
1	98.47	0.3287	0.3287	-0.3287
2	609.9	1.771	2.1	-2.0997
3	234	12.44	14.54	-14.54
4	19.14	12.74	27.28	-27.28
5	69.12	37.34	64.62	-64.62
6	2.607			

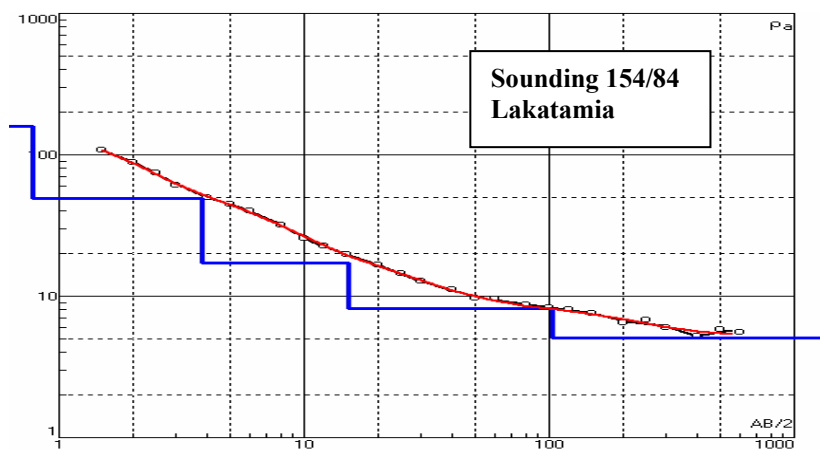


N	p	h	d	Alt
1	23.61	0.651	0.651	-0.651
2	21.23	26.43	27.08	-27.081
3	33.06	21.92	49	-49.001
4	12.07	39	88	-88.001
5	6.595			

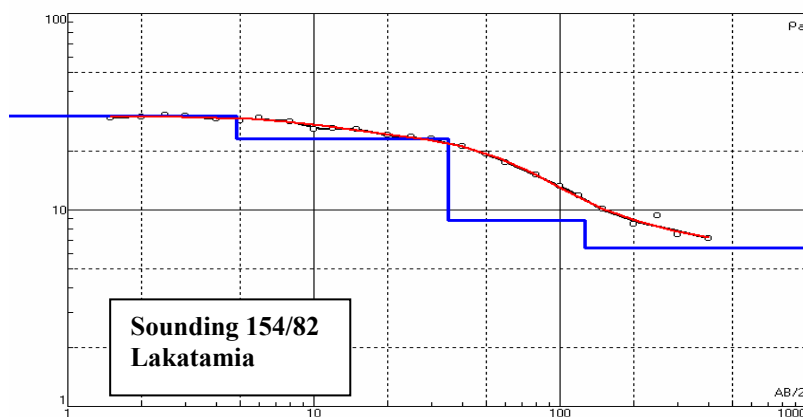
TOMH 7:



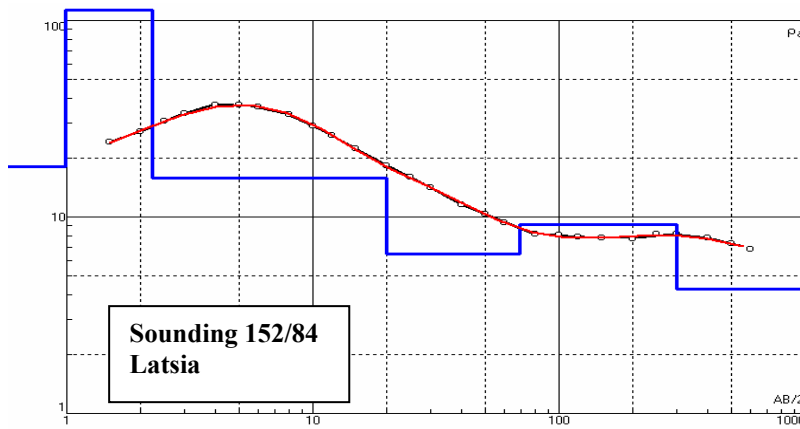
N	ρ	h	d	Alt
1	7.603	1.986	1.986	-1.986
2	12.51	4.129	6.115	-6.115
3	57.83	17.8	23.91	-23.915
4	30.92	24.99	48.9	-48.905
5	15.81	65.46	114.4	-114.36
6	5.348			



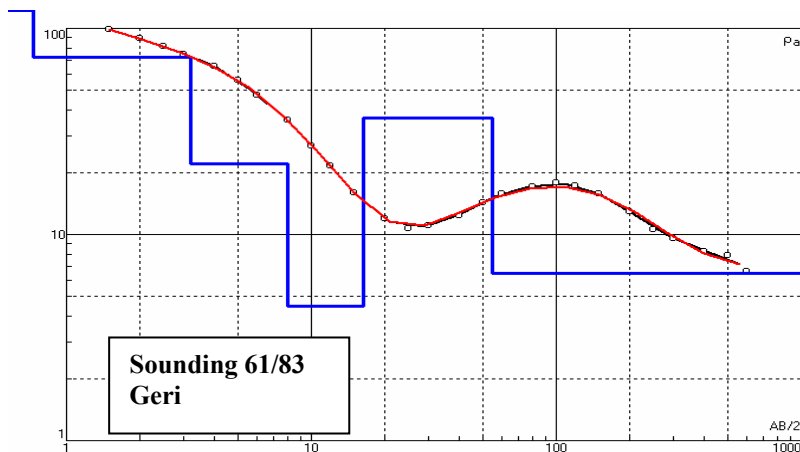
N	ρ	h	d	Alt
1	159	0.781	0.781	-0.781
2	49.1	3.06	3.84	-3.841
3	17.3	11.3	15.1	-15.14
4	8.18	88	103	-103.1
5	5.07			



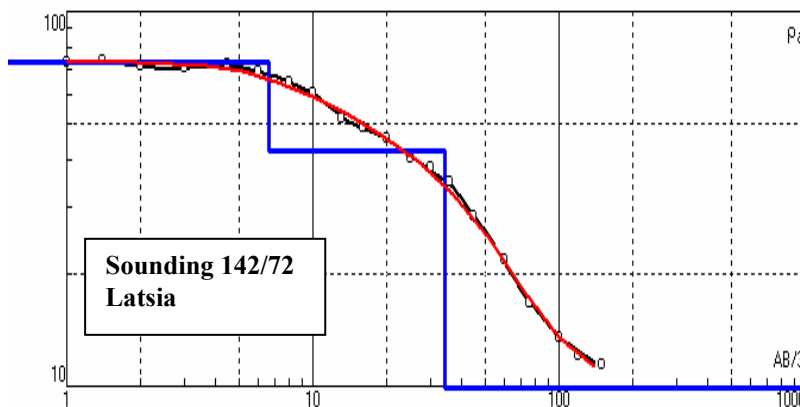
N	ρ	h	d	Alt
1	29.95	4.829	4.829	-4.829
2	23.1	30.38	35.21	-35.209
3	8.878	91	126.2	-126.21
4	6.431			



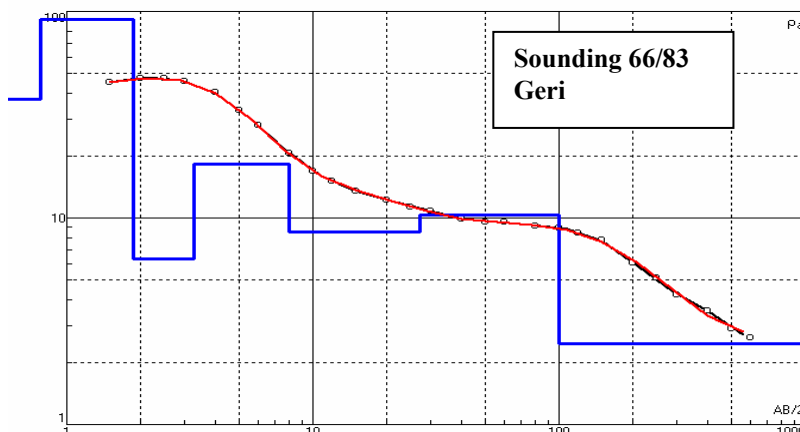
N	ρ	h	d	Alt
1	17.96	0.9936	0.9936	-0.9936
2	112.7	1.24	2.234	-2.2336
3	15.77	17.77	20	-20.004
4	6.452	49.29	69.29	-69.294
5	9.195	230.4	299.7	-299.69
6	4.305			



N	ρ	h	d	Alt
1	121.7	0.7288	0.7288	-0.7288
2	72.57	2.477	3.206	-3.2058
3	22.15	4.828	8.034	-8.0338
4	4.465	8.361	16.39	-16.395
5	36.63	38.61	55	-55.005
6	6.507			

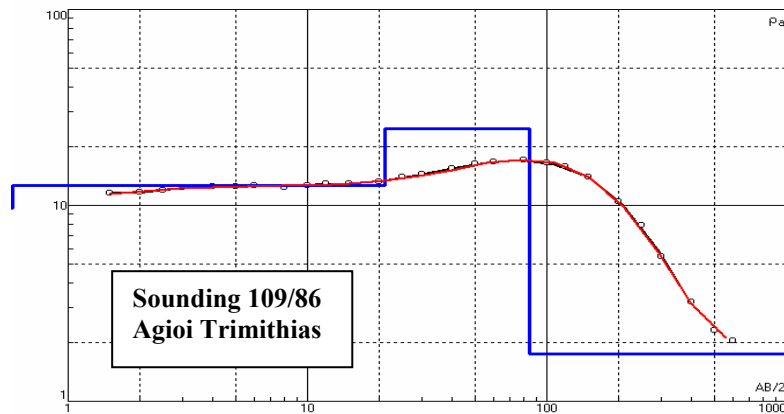


N	ρ	h	d	Alt
1	73.2	6.65	6.65	-6.65
2	42.5	27.7	34.4	-34.35
3	9.89			

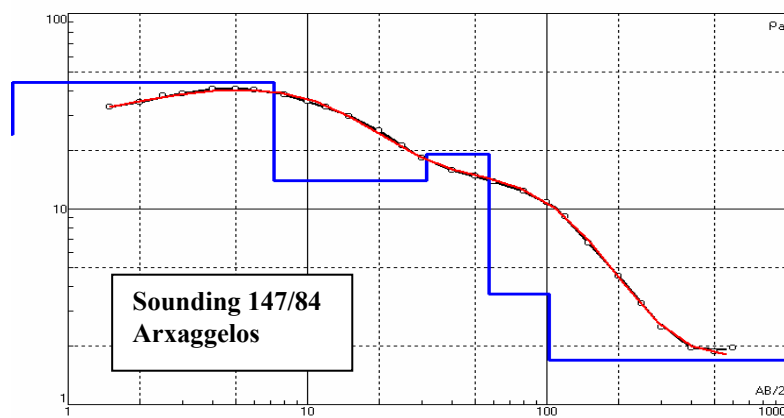


N	ρ	h	d	Alt
1	37.56	0.7837	0.7837	-0.7837
2	91.71	1.091	1.875	-1.8747
3	6.323	1.397	3.272	-3.2717
4	18.3	4.693	7.965	-7.9647
5	8.55	19.21	27.17	-27.175
6	10.29	72.58	99.75	-99.755
7	2.462			

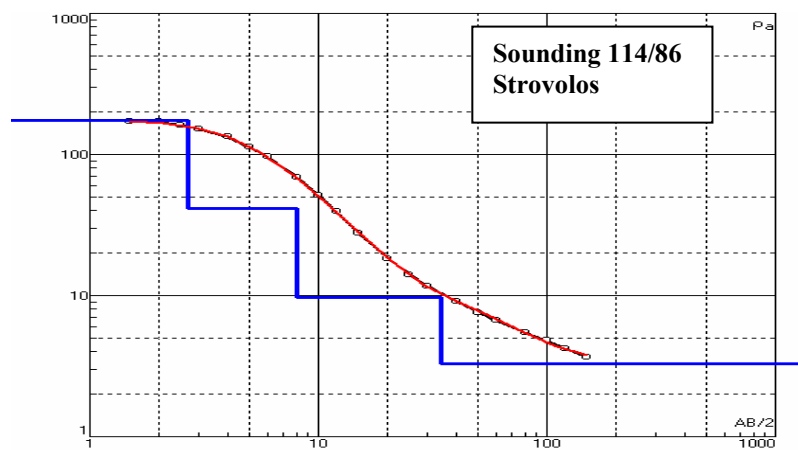
TOMH 8:



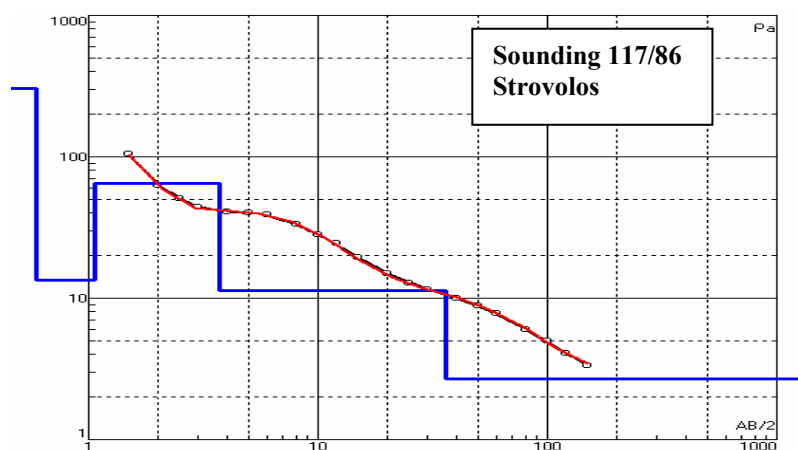
N	ρ	h	d	Alt
1	9.663	0.4256	0.4256	-0.4256
2	12.62	20.65	21.08	-21.076
3	24.62	63.56	84.64	-84.636
4	1.744			



N	ρ	h	d	Alt
1	24.1	0.515	0.515	-0.515
2	44.5	6.69	7.2	-7.205
3	14	24.1	31.3	-31.31
4	19.1	25.9	57.2	-57.21
5	3.66	45.1	102	-102.3
6	1.69			



N	ρ	h	d	Alt
1	175.6	2.703	2.703	-2.703
2	41.7	5.393	8.096	-8.096
3	9.739	26.53	34.63	-34.626
4	3.298			



N	ρ	h	d	Alt
1	303	0.5944	0.5944	-0.5944
2	13.32	0.4693	1.064	-1.0637
3	64.88	2.656	3.72	-3.7197
4	11.32	32.34	36.06	-36.06
5	2.689			

6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.

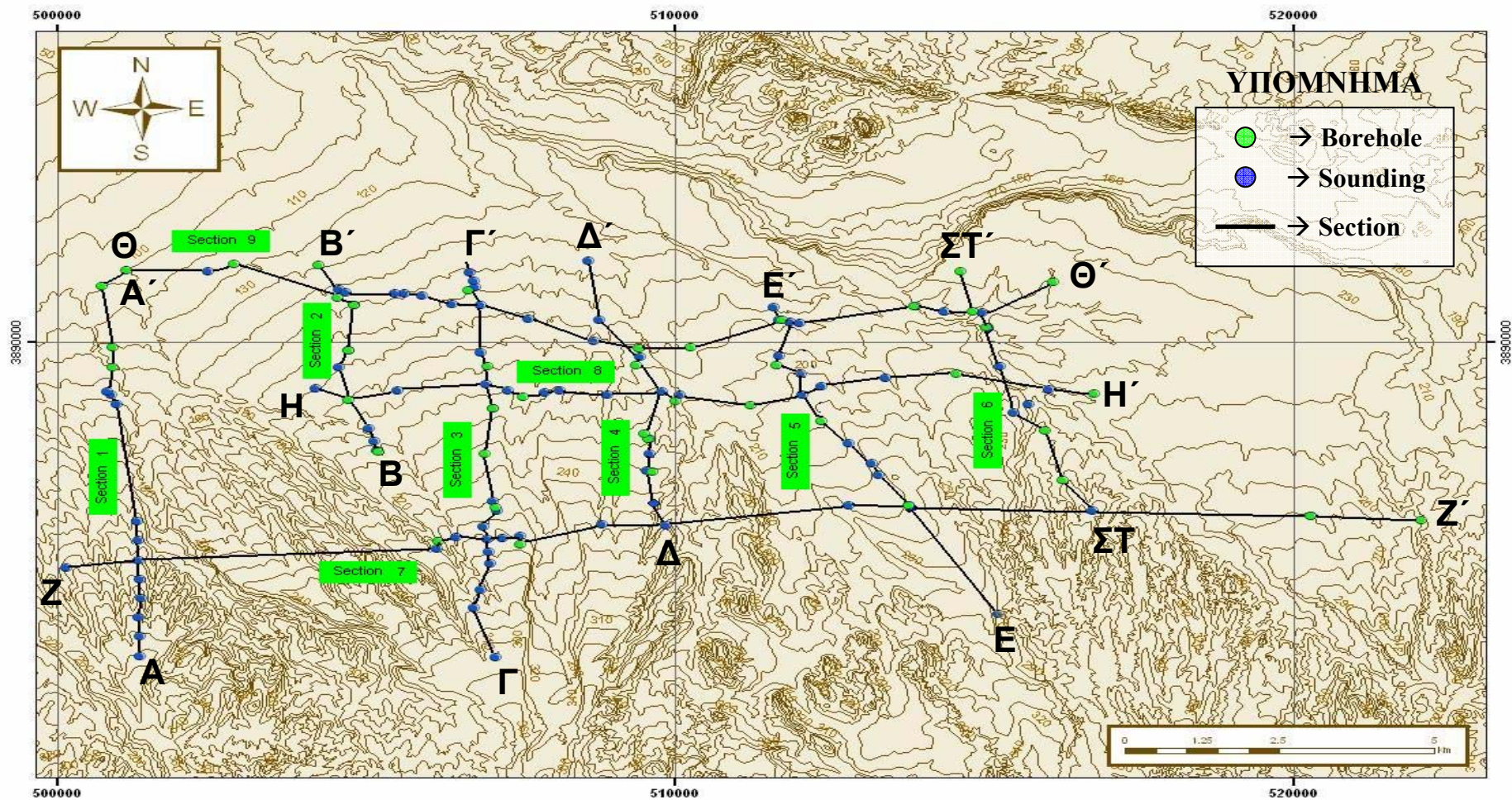
Στα προηγούμενα κεφάλαια έγινε η περιγραφή των γεωμορφολογικών και γεωλογικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή έρευνας, περιγράφηκε η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε και παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα της ερμηνείας των δεδομένων υπαίθρου.

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα όπως αυτά αποδίδονται από την συγκριτική μελέτη των βυθοσκοπήσεων υπό την μορφή τομών, δυσδιάστατων και τρισδιάστατων σχημάτων που δημιουργήθηκαν χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα RockWorks 2006.

A) ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ – ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ ΔΥΤΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για την δυσδιάστατη απεικόνιση του υδρογεωλογικού μοντέλου της Δυτικής Μεσσαορίας έγιναν εννέα (9) ηλεκτρικές – υδρογεωλογικές τομές, έξι (6) με διεύθυνση Βορρά – Νότου και τρεις (3) με διεύθυνση Ανατολής – Δύσης, χρησιμοποιώντας τόσο δεδομένα από γεωτρήσεις όσο και δεδομένα από βυθοσκοπήσεις. Τα αποτελέσματα των πιο πάνω τομών περιγράφονται πιο κάτω και παρουσιάζονται σχηματικά στα σχήματα 6.4 – 6.12. Στο χάρτη του σχήματος 6.1 δίνονται οι τοποθεσίες των τομών.



Σχήμα 6.1: Δυτική Μεσαορία: Χάρτης με τις τοποθεσίες των βυθοσκοπήσεων και των γεωτρήσεων που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη, καθώς και απεικόνιση των εννέα (9) ηλεκτρικών – υδρογεωλογικών τομών.

ΤΟΜΗ 1: (σχήμα 6.4)

Η πρώτη τομή έχει διεύθυνση Βορρά – Νότου, διασχίζει τα χωριά Βυζακιά, Πάνω και Κάτω Ζώδια και για την πραγματοποίηση της οποίας χρησιμοποιήθηκαν έντεκα (11) βυθοσκοπήσεις Schlumberger και τέσσερις (4) γεωτρήσεις (Section 1 χάρτης 6.1). Το νότιο μισό της τομής βασίστηκε μόνο σε δεδομένα από βυθοσκοπήσεις λόγω της απουσίας οποιασδήποτε γεώτρησης. Μέχρι και την βυθοσκόπηση 100/82, ο W.M.U.A (Western Mesaoria Upper Aquifer) αποτελείται από ένα ενιαίο στρώμα πάχους 50 μέτρων περίπου καθώς απουσιάζει η ενδιάμεση μάργα (confined marl). Ο υδροφόρος παρουσιάζει αντιστάσεις από 40 – 90 Ohm.m με μέση τιμή τα 64 Ohm.m ενώ η μάργα βάσης έχει αντίσταση κοντά στα 15 Ohm.m. Επιπρόσθετα βλέπουμε ακόμα δύο (2) στρώματα, ένα επιφανειακό πολύ μεγάλων αντιστάσεων, πιθανό από χαλίκια και άμμο μικρής υγρασίας και ένα βαθύ χαμηλών αντιστάσεων ≈ 6 Ohm.m. Αντίθετα, στο βόρειο μισό της τομής η ερμηνεία στηρίχθηκε τόσο σε βυθοσκοπήσεις όσο και σε γεωτρήσεις, και φαίνεται καθαρά τόσο η ύπαρξη του U.P.S (upper phreatic sub-aquifer) όσο και του L.C.S (Lower confined sub-aquifer) με αντιστάσεις ≈ 31 Ohm.m και ≈ 50 Ohm.m αντίστοιχα. Όπως φαίνεται και από τις γεωτρήσεις (BH 16/58 και BH 118/61) η ενδιάμεση μάργα διαιρεί κατά τόπους τον υδροφόρο σε 2 και 3 αποθηκευτικά τμήματα.

Το RMS error των βυθοσκοπήσεων κυμαίνεται από 1.35 – 1.8 % με μέση τιμή το 1.69%. Το πιο πάνω σφάλμα οφείλεται κυρίως στο επιφανειακό στρώμα εδάφους το οποίο είναι εξαιρετικά ανομοιογενές. Στο σχεδιάγραμμα του σχήματος (6.2 (α)) παρουσιάζεται η διανομή συχνότητα των RMS error για την τομή 1.

ΤΟΜΗ 2: (σχήμα 6.5)

Για την τομή 2 πραγματοποιήθηκαν επτά (7) βυθοσκοπήσεις Schlumberger και έξι (6) γεωτρήσεις σε μια διεύθυνση Βορρά – Νότου (Section 2 χάρτης 6.1). Τόσο από τις βυθοσκοπήσεις όσο και από τις γεωτρήσεις βλέπουμε καθαρά την ύπαρξη των δύο υπό – υδροφόρων, στο μεγαλύτερο τμήμα της τομής. Στην περιοχή του χωριού Κατοκοπιά, και συγκεκριμένα μεταξύ των βυθοσκοπήσεων 352/83 και 348/83 και της

γεώτρηση BH 17/60 δεν έχουμε ενδείξεις για ύπαρξη της ενδιάμεσης μάργας με αποτέλεσμα την ταύτιση των δύο υπό – υδροφόρων. Ο U.P.S έχει σταθερό πάχος $\approx 30 - 40$ μέτρα σε αντίθεση με τον L.C.S του οποίου το πάχος αυξάνει από το Νότο προς το Βορρά φτάνοντας το μέγιστο πάχος στη περιοχή της βυθοσκόπησης 352/83 τα 120 μέτρα περίπου. Το πάχος του L.C.S μειώνεται δραστικά στα 10 μέτρα περίπου βόρεια της βυθοσκόπησης 352/83 ενώ παράλληλα η υπάρχουσα ενδιάμεση μάργα της περιοχής χωρίζει τον υδροφόρο σε τρία αποθηκευτικά τμήματα.

Σε γενικές γραμμές, στις βυθοσκοπήσεις, εμφανίζονται επιπρόσθετα 2-3 επιφανειακά στρώματα ψηλών αντιστάσεων λόγω χαλικιών χαμηλής υγρασίας. Οι αντιστάσεις του U.P.S είναι γενικά ψηλότερες από τον L.C.S ενώ στις βυθοσκοπήσεις 191/84, 128/85, 133/82 και 348/83 φαίνεται και ένα πολύ βαθύ στρώμα πολύ μικρών αντιστάσεων, πιθανό λόγω υφαλμύρωσης.

Η συσχέτιση των βυθοσκοπήσεων με τις υπάρχουσες γεωτρήσεις είναι αρκετά καλή με εξαίρεση τις βυθοσκοπήσεις 348/83 και 440/83 όπου στην πρώτη δεν βλέπουμε το ενδιάμεσο στρώμα μάργας που φαίνεται στη γεώτρηση BH 130/55 σε βάθος 40 μέτρων παρά μόνο μια σταδιακή μείωση των αντιστάσεων, και στη δεύτερη δεν βλέπουμε το ρηχό στρώμα ημιπερατών υλικών μικρών αντιστάσεων που παρατηρούνται στη γεώτρηση BH 121/83.

Το RMS error των βυθοσκοπήσεων κυμαίνεται από 1.3 – 2 % με μέση τιμή το 1.65%. Στο σχεδιάγραμμα του σχήματος (6.2 (β)) παρουσιάζεται η διανομή συχνότητα των RMS error για την τομή 2.

ΤΟΜΗ 3: (σχήμα 6.6)

Για την πραγματοποίηση της τομής νούμερο 3, χρησιμοποιήθηκαν δεκαέξι (16) βυθοσκοπήσεις Schlumberger και πέντε (5) γεωτρήσεις με διεύθυνση Βορρά – Νότου (Section 3 χάρτης 6.1).

Στο Νότιο μισό της τομής, μεταξύ των βυθοσκοπήσεων 140/82 και 432/83, στο χωριό Περιστερώννα, δεν υπάρχουν ενδείξεις ύπαρξης της ενδιάμεσης μάργας και ο υδροφόρος είναι ενιαίος. Αντίθετα μεταξύ της βυθοσκόπησης 426/83 και της γεώτρησης BH 27/60 η ενδιάμεση μάργα χωρίζει τον υδροφόρο σε τρία αποθηκευτικά τμήματα. Το ίδιο φαίνεται να συμβαίνει και στο βορειότερο κομμάτι της τομής, γύρω από την γεώτρηση BH 5/61.

Το πάχος του υδροφόρου παρουσιάζει αυξομειώσεις, με μια γενική τάση αύξησης προς τα Βόρεια. Από την βυθοσκόπηση 426/83 και βορειότερα ο U.P.S έχει σταθερό πάχος (περίπου 35 – 40 μέτρα) ενώ ο L.C.S παρουσιάζει σημαντική αύξηση στην περιοχή του χωριού Κατοκοπιά, μεταξύ των βυθοσκοπήσεων 128/82 και 330/83. Το πάχος της ενδιάμεσης μάργας μεταβάλλεται παρουσιάζοντας το μικρότερο πάχος στην περιοχή νότια του χωριού Περιστερώννα, (γεώτρηση P2660) και το μεγαλύτερο στο βορειότερο τμήμα της τομής. (Σημείωση: στη βυθοσκόπηση 128/82, η οποία έχει τις ίδιες συντεταγμένες με την γεώτρηση P2660, δεν βλέπουμε το λεπτό στρώμα μάργας).

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει η κατανομή των αντιστάσεων της μάργας βάσης (Basement marl). Στη βυθοσκόπηση 140/82, σε αντίθεση με τις υπόλοιπες βυθοσκοπήσεις, σε μεγάλο βάθος (>250 μέτρα), παρατηρείται σημαντική αύξηση στην αντίσταση ($\approx 18 \text{ Ohm.m}$). Αυτή η αύξηση μπορεί να αποδοθεί στην επαφή με τις λάβες (Pillow lava) του Τροόδους όπως αποκαλύπτεται και από τις κοντινές γεωτρήσεις (πχ EB008). Αυτή η τάση παρατηρείται και στην διπλανή βυθοσκόπηση 141/82. Στις υπόλοιπες βυθοσκοπήσεις και κυρίως στις 435/83, 434/83, 433/83, 432/83, 416/83, 116/82 και 117/82 υπάρχει το στρώμα πολύ χαμηλών αντιστάσεων.

Το RMS error των βυθοσκοπήσεων κυμαίνεται από 1.2 – 2.5 % με μέση τιμή το 1.67%. Στο σχεδιάγραμμα του σχήματος (6.2 (γ)) παρουσιάζεται η διανομή συχνότητα των RMS error για την τομή 3.

ΤΟΜΗ 4: (σχήμα 6.7)

Για την τέταρτη (4^η) τομή χρησιμοποιήθηκαν εννιά (9) βυθοσκοπήσεις (πέντε (5) Schlumberger και τέσσερις (4) Wenner) και πέντε (5) γεωτρήσεις με διεύθυνση Βόρεια , Βορειοανατολικά – Νότια , Νοτιοδυτικά (Section 4 χάρτης 6.1).

Στο μέσο της τομής, μεταξύ των βυθοσκοπήσεων 105/82 και 199/84 αναπτύσσεται μια μικρή λεκάνη της οποίας το νότιο μισό αποτελείται κυρίως από τον L.C.S ενώ το βόρειο μισό από την ενδιάμεση μάργα. Κατά μήκος όλης της τομής βλέπουμε την ύπαρξη και των δύο υπό – υδροφόρων με το πάχος τους να αυξομειώνεται κυρίως για τον L.C.S. Αναλυτικά, το πάχος του U.P.S παραμένει σχετικά σταθερό στο 75% της τομής στα 15 – 20 μέτρα

παρουσιάζοντας μια μείωση σε λιγότερο από 10 μέτρα στο βορειότερο κομμάτι. Αντίθετα ο L.C.S παρουσιάζει ένα μέγιστο πάχος των 70 μέτρων κάτω από την βυθοσκόπηση 113/82 και ένα ελάχιστο της τάξης των λίγων μέτρων κάτω από την βυθοσκόπηση 307/73. **(Σημείωση: Δεν έχουμε κανένα στοιχείο νοτιότερα της βυθοσκόπησης 307/73 και δεν μπορούμε να ελέγξουμε την ύπαρξη η όχι των δύο (2) υπό – υδροφόρων στην περιοχή).** Στη γεώτρηση BH 55/57 τρία (3) λεπτά στρώματα μάργας διαιρούν τον υδροφόρο σε τέσσερα (4) αποθηκευτικά τμήματα ενώ στη διπλανή γεώτρηση BH 5/76 σε τρία (3). Στη βυθοσκόπηση 152/82 έχουμε την μεγαλύτερου πάχους μάργα η οποία εμφανίζεται σαν δύο γεωηλεκτρικά στρώματα αντιστάσεων 23.7 Ohm.m και 10 Ohm.m.

Η διανομή των αντιστάσεων της μάργας βάσης παρουσιάζει παρόμοια μορφή με τις προηγούμενες τομές τουλάχιστο στις βυθοσκοπήσεις Schlumberger (105/82, 113/82, 112/82, 152/82, 199/84) ενώ στις βυθοσκοπήσεις Wenner δεν έχουμε ενδείξεις για μεγάλα βάθη.

Το RMS error των βυθοσκοπήσεων κυμαίνεται από 1.6 – 2.16 % με μέση τιμή το 1.78%. Στο σχεδιάγραμμα του σχήματος (6.2 (δ)) παρουσιάζεται η διανομή συχνότητα των RMS error για την τομή 4.

ΤΟΜΗ 5: (σχήμα 6.8)

Η τομή πέντε (5) διασχίζει τα χωριά Ακάκι και Μένικο σε μια διεύθυνση νοτιοανατολική – βορειοδυτική και για την πραγματοποίηση της οποίας χρησιμοποιήθηκαν δέκα (10) βυθοσκοπήσεις Schlumberger και τέσσερις (4) γεωτρήσεις (Section 5 χάρτης 6.1).

Τόσο από τις βυθοσκοπήσεις όσο και από τις γεωτρήσεις φαίνεται καθαρά η ύπαρξη και των δύο (2) υπό – υδροφόρων, με εξαίρεση την γεώτρηση BH 124/61 στην οποία απουσιάζει η ενδιάμεση μάργα, και την βυθοσκόπηση 77/82 στο νοτιότερο σημείο της τομής, στην οποία απουσιάζει ο U.P.S. Οι αντιστάσεις των υπό - υδροφόρων είναι σχετικά χαμηλότερες από τις προηγούμενες τομές, πράγμα που οφείλεται στα αμμώδη συστατικά των ιζημάτων, όπως μπορούμε να δούμε και από τις γεωτρήσεις. Ο υδροφόρος έχει σταθερό πάχος, στα 45 – 50 μέτρα, κατά μήκος της τομής, ενώ στο βορειοδυτικότερο άκρο σχηματίζεται μια μικρή λεκάνη. Μεταξύ των βυθοσκοπήσεων 163/82 και νότια της γεώτρησης 119/83, η ενδιάμεση μάργα

διαίρει τον υδροφόρο σε τρία αποθηκευτικά τμήματα. Από την βυθοσκόπηση 26/83 και μόνο δεν μπορούμε να οριοθετήσουμε τον L.C.U με την μάργα βάσης, και για αυτό το σκοπό πιθανολογούμε το όριο στα 50 περίπου μέτρα, χρησιμοποιώντας δεδομένα από τις κοντινές βυθοσκοπήσεις. Το ίδιο συμβαίνει και με την βυθοσκόπηση 114/83, αλλά σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιούμε δεδομένα από την διπλανή γεώτρηση BH 119/83. Βορειοδυτικά της βυθοσκόπησης 77/82 και για 1 – 2 Km έχουμε επιφανειακή εμφάνιση ιλυωδών άμμων. Τέλος, και σε αυτή την τομή βλέπουμε να εμφανίζεται ένα βαθύ στρώμα πολύ μικρών αντιστάσεων λόγω πιθανής υφαλμύρωσης.

Το RMS error των βυθοσκοπήσεων κυμαίνεται από 0.8 – 1.8 % με μέση τιμή το 1.4%. Στο σχεδιάγραμμα του σχήματος (6.2 (ε)) παρουσιάζεται η διανομή συχνότητα των RMS error για την τομή 5.

ΤΟΜΗ 6: (σχήμα 6.9)

Η τελευταία τομή με διεύθυνση βορειοδυτική – νοτιοανατολική, είναι η τομή έξι (6), για την πραγματοποίηση της οποίας χρησιμοποιήθηκαν πέντε (5) γεωτρήσεις και επτά (7) βυθοσκοπήσεις Schlumberger, και έχει μήκος \approx 6 Km. Για την ερμηνεία του νότιου μισού της τομής χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία κυρίως από γεωτρήσεις, ενώ αντίθετα, στο βόρειο μισό, το οποίο είναι και πιο πολύπλοκο, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα τόσο από γεωτρήσεις όσο και από βυθοσκοπήσεις, (Section 6 χάρτης 6.1).

Κατά μήκος της τομής βλέπουμε καθαρά την ύπαρξη των δύο (2) υπό – υδροφόρων, ενώ στην περιοχή του χωριού Κοκκινотριμιθιά, μεταξύ των βυθοσκοπήσεων 46/82 και 68/81 η ενδιάμεση μάργα χωρίζει τον υδροφόρο σε τρία (3) αποθηκευτικά τμήματα. Από την βυθοσκόπηση 44/83 και πιο βόρεια μέχρι και την βυθοσκόπηση 68/81, αρχίζει να δημιουργείται μια μικρή λεκάνη, αυξάνοντας το βάθος του L.C.S στα \approx 30 μέτρα, ενώ κάτω από την γεώτρηση BH 31/81 παρουσιάζει το μέγιστο πάχος (\approx 42 μέτρα). Η μάργα βάσης χαρακτηρίζεται από αντιστάσεις 11 – 16.6 Ohm.m, ενώ κατά μήκος της λεκάνης εμφανίζεται το βαθύ στρώμα πολύ μικρών αντιστάσεων.

Το RMS error των βυθοσκοπήσεων κυμαίνεται από 1.2 – 1.9 % με μέση τιμή το 1.5%. Στο σχεδιάγραμμα του σχήματος (6.2 (στ)) παρουσιάζεται η διανομή συχνότητα των RMS error για την τομή 6.

Πέραν από τις έξι (6) τομές με διεύθυνση βορρά – νότου, πραγματοποιήθηκαν ακόμα τρεις (3) τομές, μεγαλύτερης έκτασης, κάθετες στις πιο πάνω, με διεύθυνση ανατολής – δύσης. Αυτές είναι οι τομές επτά (7), οκτώ (8) και εννιά (9), χάρτης (6.1).

ΤΟΜΗ 7: (σχήμα 6.10)

Η τομή επτά (7) έχει μήκος ≈ 22 Km και τοποθετείται στο νοτιότερο σύνορο του Western Mesaoria Upper Aquifer. Χρησιμοποιήθηκαν πέντε (5) γεωτρήσεις και δεκατρείς (13) βυθοσκοπήσεις (δέκα εκ των οποίων Schlumberger και τρεις (3) Wenner), (Section 7 χάρτης 6.1)..

Κατά μήκος της τομής σχηματίζονται τρεις (3) υπό – λεκάνες. Στην πρώτη λεκάνη από τα δυτικά, η οποία είναι και η μικρότερη, απουσιάζει εντελώς η ενδιάμεση μάργα και οι δύο (2) υπό – υδροφόροι ενώνονται. Στη κεντρική λεκάνη έχουμε εμφάνιση της μάργας μόνο στο ανατολικό μισό στο οποίο ο υδροφόρος παρουσιάζει το μέγιστο πάχος, ενώ στην τελευταία λεκάνη, η ενδιάμεση μάργα, εμφανίζεται σε όλη την έκτασή της. Στο ανατολικότερο τμήμα της λεκάνης, κάτω από την γεώτρηση BH 140/85 βορειοανατολικά του χωριού Άγιοι Τριμιθιάς, ο υδροφόρος χωρίζεται σε τέσσερα (4) αποθηκευτικά τμήματα. Το πάχος του υδροφόρου αυξομειώνεται με μεγάλη συχνότητα παρουσιάζοντας δύο μέγιστα μεγέθη στα ανατολικότερα τμήματα των δύο τελευταίων λεκανών κάτω από τις βυθοσκοπήσεις 109/82 και 127/85 αντίστοιχα. Όσον αφορά την μάργα βάσης, σε αρκετές βυθοσκοπήσεις βλέπουμε το στρώμα πολύ μικρών αντιστάσεων να εμφανίζεται σε σχετικά πολύ μικρά βάθη (127/85, 197/84, 109/82, 99/82) και σε άλλες περιπτώσεις σε πιο μεγάλα (πχ στο δυτικό μισό της κεντρικής λεκάνης). Τέλος υπάρχουν περιοχές όπου εμφανίζονται μικρά υδροφόρα στρώματα όπως στη γεώτρηση BH 20/80.

Το RMS error των βυθοσκοπήσεων κυμαίνεται από 1 – 1.9 % με μέση τιμή το 1.4%. Στο σχεδιάγραμμα του σχήματος (6.2 (ζ)) παρουσιάζεται η διανομή συχνότητα των RMS error για την τομή 7.

ΤΟΜΗ 8: (σχήμα 6.11)

Η όγδοη τομή (8^η) τοποθετείται περίπου τρία (3) Km βορειότερα από την τομή επτά (7) και έχει μήκος 12.5 Km (Section 8 χάρτης 6.1). Για την πραγματοποίησή της χρησιμοποιήθηκαν επτά (7) γεωτρήσεις και δεκατρείς (13) βυθοσκοπήσεις σε μια διεύθυνση ανατολής – δύσης.

Η εικόνα που παίρνουμε από την πιο πάνω τομή είναι αρκετά πολύπλοκη, όμως σε γενικές γραμμές παρουσιάζεται το υδρογεωλογικό καθεστώς της Δυτικής Μεσσαορίας με τον Upper Phreatic Aquifer να χωρίζεται σε δύο (2) υπό – υδροφόρους από ένα ενδιάμεσο στρώμα μάργας. Δυτικά στο χωριό Αστρομερίτης επιπρόσθετο στρώμα μάργας χωρίζει τον υδροφόρο σε τρία ή και περισσότερα τμήματα, ενώ αντίθετα ανατολικά του χωριού Περιστερώνα απουσιάζει εντελώς (γεώτρηση BH 4/55). Μεγάλη δυσκολία σε ερμηνεία παρουσιάζει η περιοχή μεταξύ των βυθοσκοπήσεων 358/83 και 117/82 με πολλά σενάρια να είναι πιθανά. Σύμφωνα με το σενάριο που υιοθετήθηκε (σχήμα 6.11) δημιουργείται μια τοπική λεκάνη με τον L.C.S να παραμένει ενιαίος και να έχει πολύ μικρό πάχος. Η ύπαρξη στην περιοχή αυτή ρηγμάτων είναι πιθανή. Αξιοσημείωτες είναι απότομες μεταβολές στην ηλεκτρική αντίσταση που παρατηρούνται σε αρκετά σημεία τόσο του U.P.S όσο και του L.C.S πιθανό λόγω μεταβολών στη λιθολογία, τη κοκκομετρία και την υγρασία των σχηματισμών. Όσον αφορά τα πάχη των υπό – υδροφόρων αυτά παρουσιάζουν απότομες μεταβολές. Τέλος, όπως και στις προηγούμενες τομές, η μάργα βάσης χωρίζεται σε δύο στρώματα λόγω διαφορετικής αλμυρότητας.

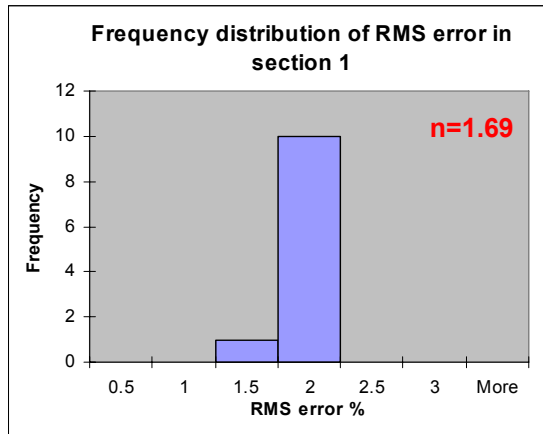
Το RMS error των βυθοσκοπήσεων κυμαίνεται από 1.15 – 2.5 % με μέση τιμή το 1.58 %. Στο σχεδιάγραμμα του σχήματος (6.2 (η)) παρουσιάζεται η διανομή συχνότητα των RMS error για την τομή 8.

ΤΟΜΗ 9: (σχήμα 6.12)

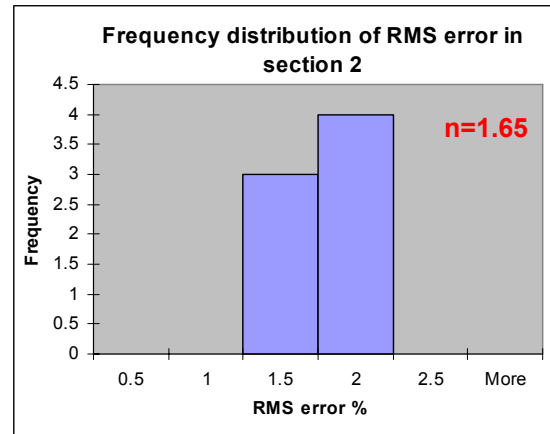
Για την τομή εννιά (9) χρησιμοποιήθηκαν εννιά (9) γεωτρήσεις και δεκαέξι (16) βυθοσκοπήσεις (δεκατέσσερις (14) Schlumberger και δύο (2) Wenner). Τοποθετείται στο βορειότερο σύνορο του Western Mesaoria Upper Aquifer σε απόσταση 1 – 2 Km από την τομή οκτώ (8) και έχει έκταση ≈16 Km, (Section 9 χάρτης 6.1).

Τρεις (3) φακοί ενδιάμεσης μάργας χωρίζουν τον υδροφόρο σε δύο (2) υπό – υδροφόρους αφήνοντας μικρά διάκενα στα οποία οι υπό – υδροφόροι αλληλοσυνδέονται. Στη περιοχή του χωριού Ζώδια, στο δυτικό όριο της τομής, εμφανίζονται πολλά λεπτά στρώματα ενδιάμεσης μάργας τα οποία δημιουργούν πολλούς μικρής έκτασης αποθηκευτικούς χώρους. Στη βυθοσκόπηση 399/73 η επαφή του L.C.S με την μάργα βάσης δεν φαίνεται αλλά υποτίθεται λαμβάνοντας υπόψη τις διπλανές γεωτρήσεις. Παρόμοιο πρόβλημα παρουσιάζεται και στην βυθοσκόπηση 65/82, στο ανατολικό όριο της τομής, όπου δεν μπορεί να οριστεί το πάχος της ενδιάμεσης μάργας σύμφωνα με την γεώτρηση BH 31/81 που βρίσκεται στο ίδιο σημείο. Το πάχος του υδροφόρου αυξομειώνεται παρουσιάζοντας κάποια τοπικά μέγιστα (sounding 330/83, sounding 31/81) με γενική τάση μείωσης από δυτικά προς τα ανατολικά. Οι αντιστάσεις των υπό – υδροφόρων παρουσιάζουν σημαντική μείωση στο κεντρικό τμήμα της τομής πιθανόν λόγω πιο αδρόκοκκων υλικών. Τέλος σε αρκετές βυθοσκοπήσεις εμφανίζεται το βαθύ στρώμα χαμηλών αντιστάσεων (πχ χωριό Κατοκοπιά 348/83, 140/84, 322/83 κ.α).

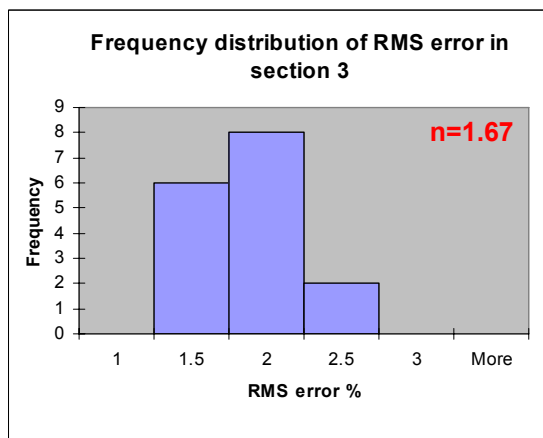
Το RMS error των βυθοσκοπήσεων κυμαίνεται από 0.8 – 1.9 % με μέση τιμή το 1.57 %. Στο σχεδιάγραμμα του σχήματος (6.2 (θ)) παρουσιάζεται η διανομή συχνότητα των RMS error για την τομή 9.



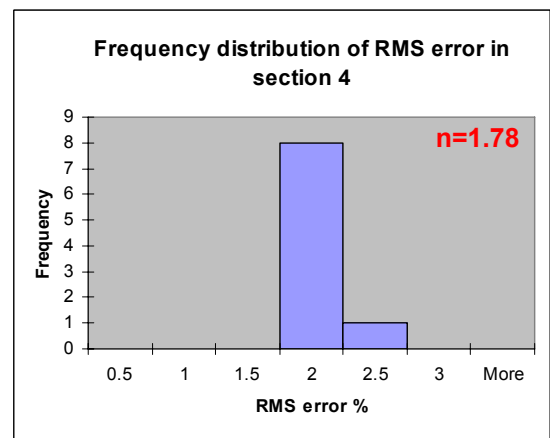
(α)



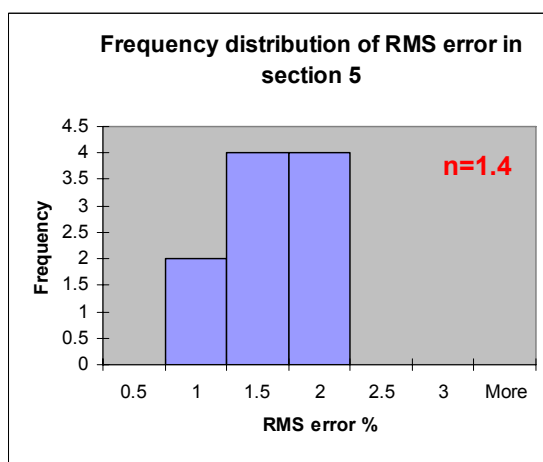
(β)



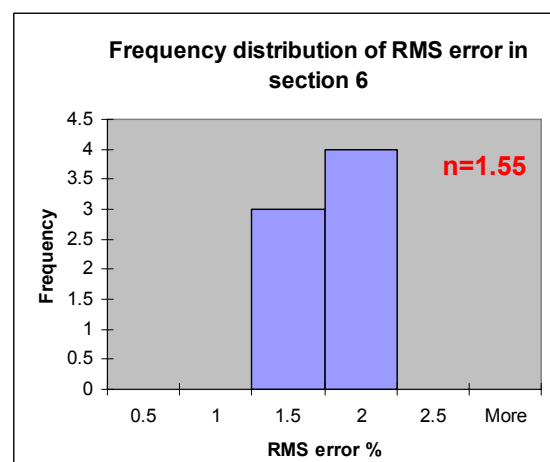
(γ)



(δ)

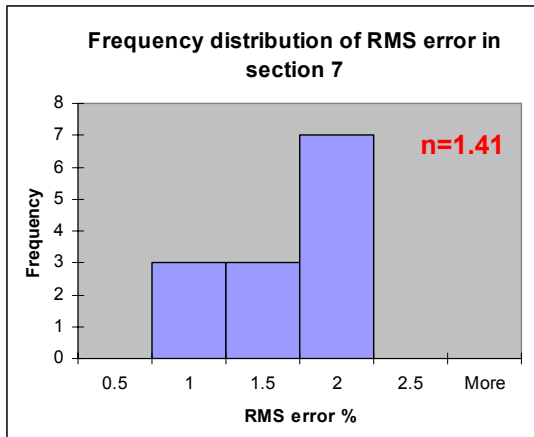


(ε)

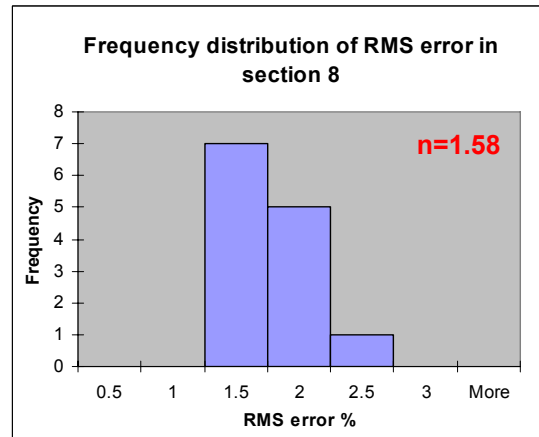


(σ)

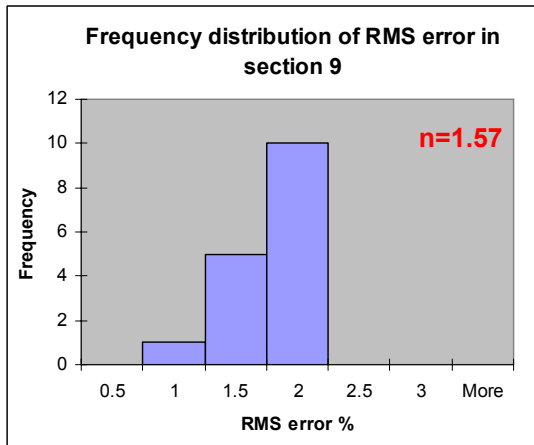
Σχήμα 6.2: Διαγράμματα διανομής συχνότητας RMS error για την Δυτική Μεσαορία. Το n είναι ο μέσος όρος των τιμών.



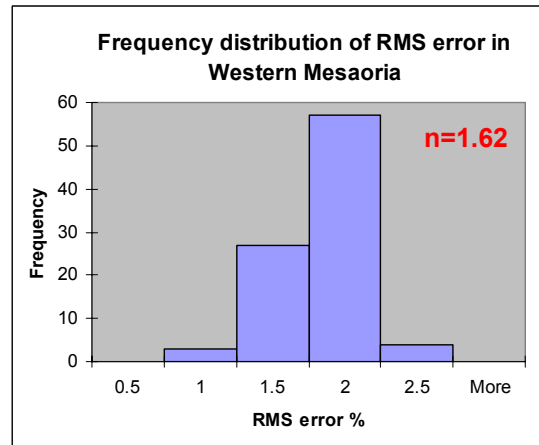
(ζ)



(η)



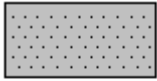
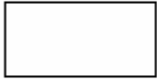





(θ)



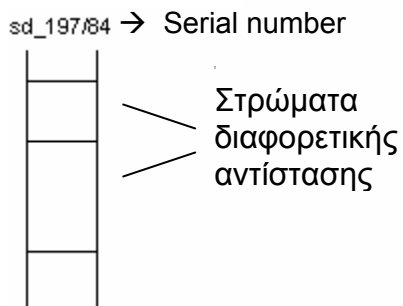
(ι)

Σχήμα 6.2: Διαγράμματα διανομής συχνότητας RMS error για την Δυτική Μεσαορία. Το n είναι ο μέσος όρος των τιμών.

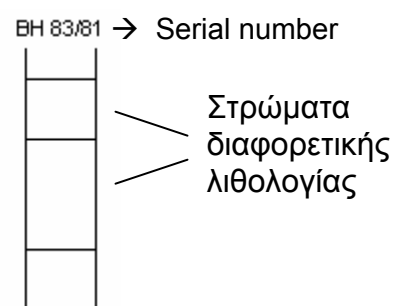
ΔΥΤΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ
ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ – ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ

- 
→ Χαλίκια χαμηλής υγρασίας
- 
→ Ανώτερος υπό – υδροφόρος (Upper Phreatic Subaquifer (U.P.S))
- 
→ Κατώτερος υπό – υδροφόρος (Lower Confined Subaquifer (L.C.S))
- 
→ Ημιπερατό στρώμα: Ενδιάμεση μάργα (Αμμώδες μάργα, μαργαϊκή άμμος, αμμώδες άργιλος, αργιλώδες άμμος)
- 
→ Αδιαπέραστο στρώμα: Base marl (Μάργα, Άργιλος)
- 
→ Υφάλμυρο στρώμα (Μάργα / Άργιλος πολύ χαμηλής αντίστασης)
- 
→ Λάβες (Pillow lavas)

Βυθοσκόπηση

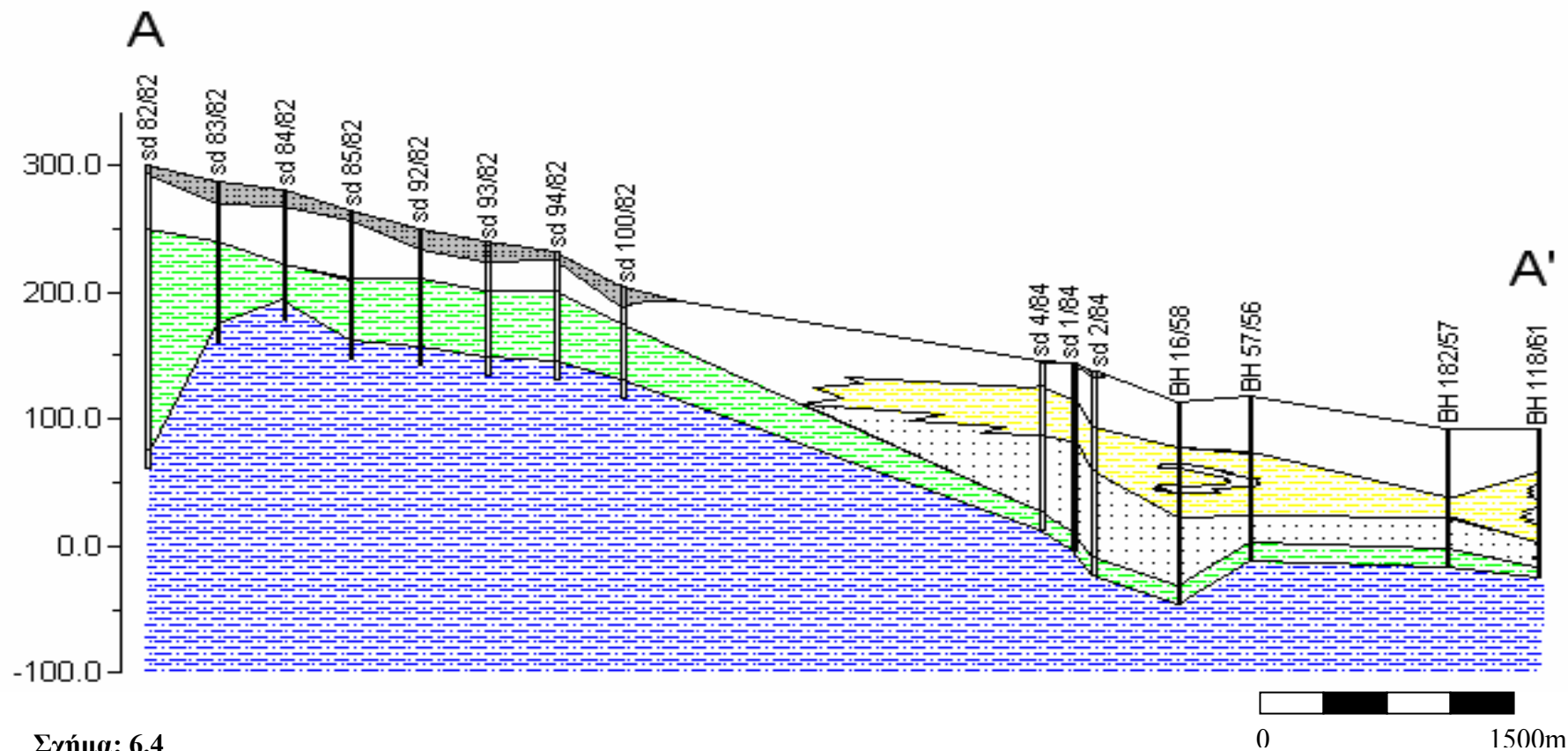


Γεώτρηση

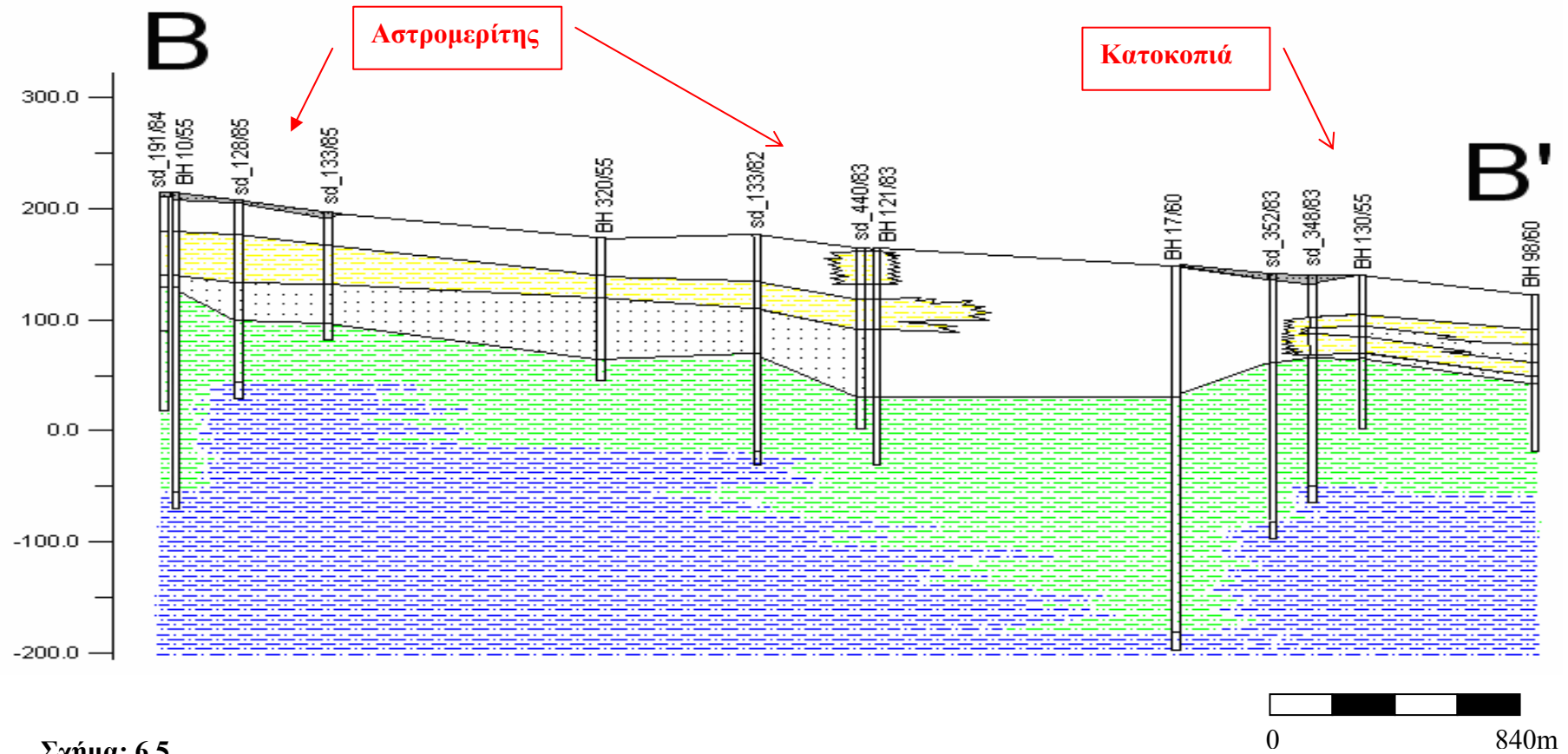


Σχήμα 6. 3:

ΔΥΤΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ - ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ 1.

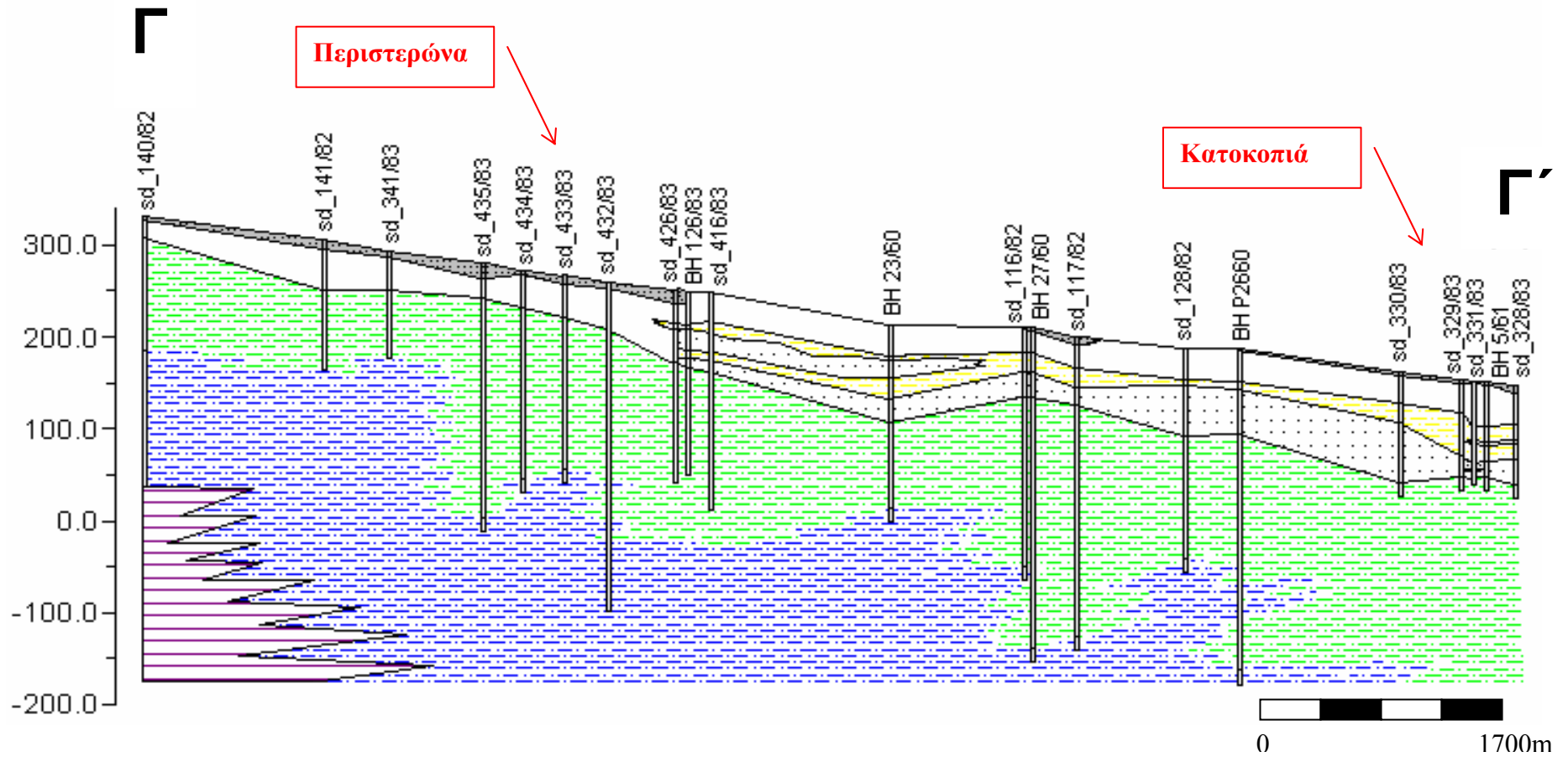


ΔΥΤΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ - ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ 2.



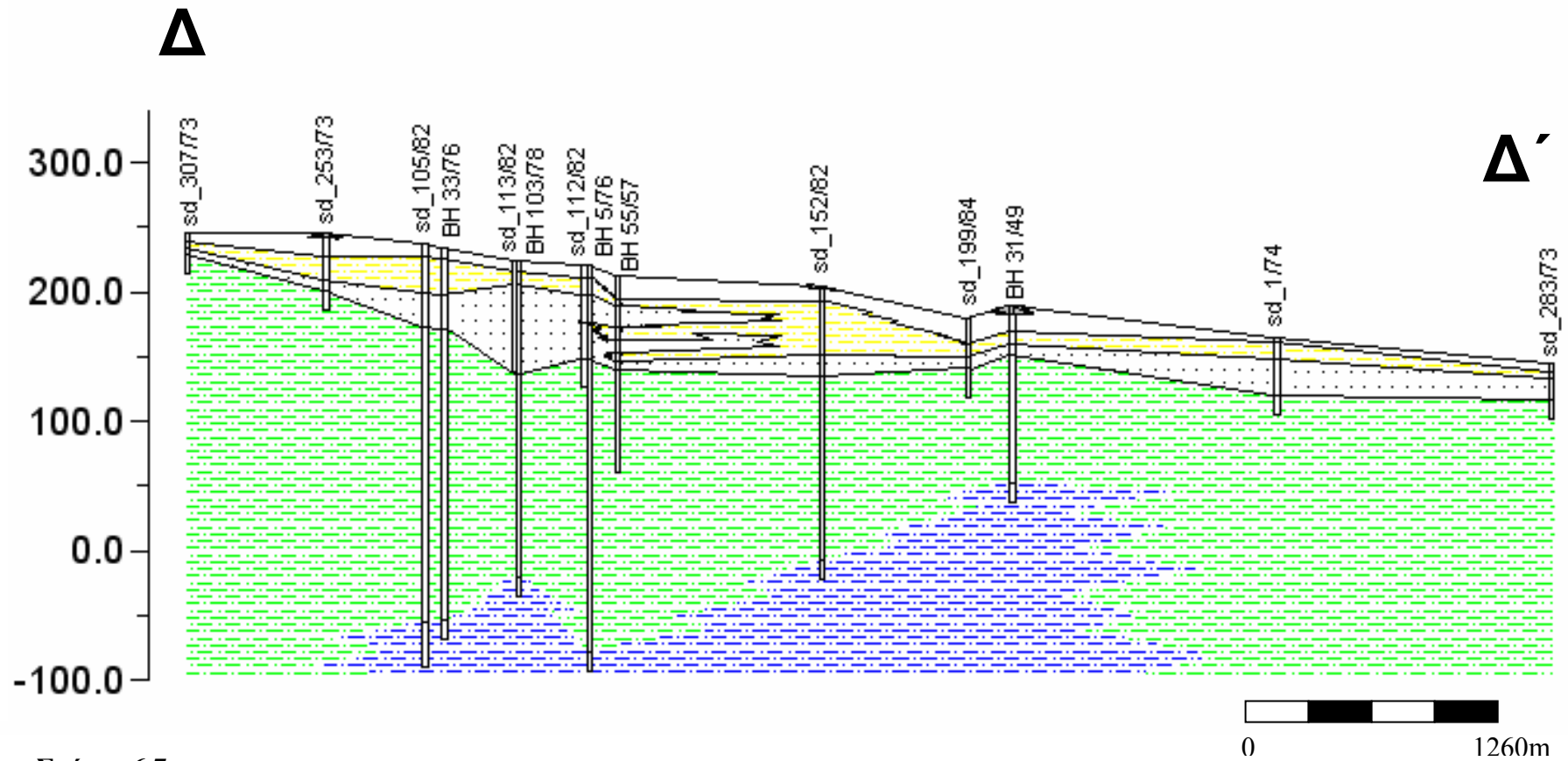
Σχήμα: 6.5

ΔΥΤΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ - ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ 3.



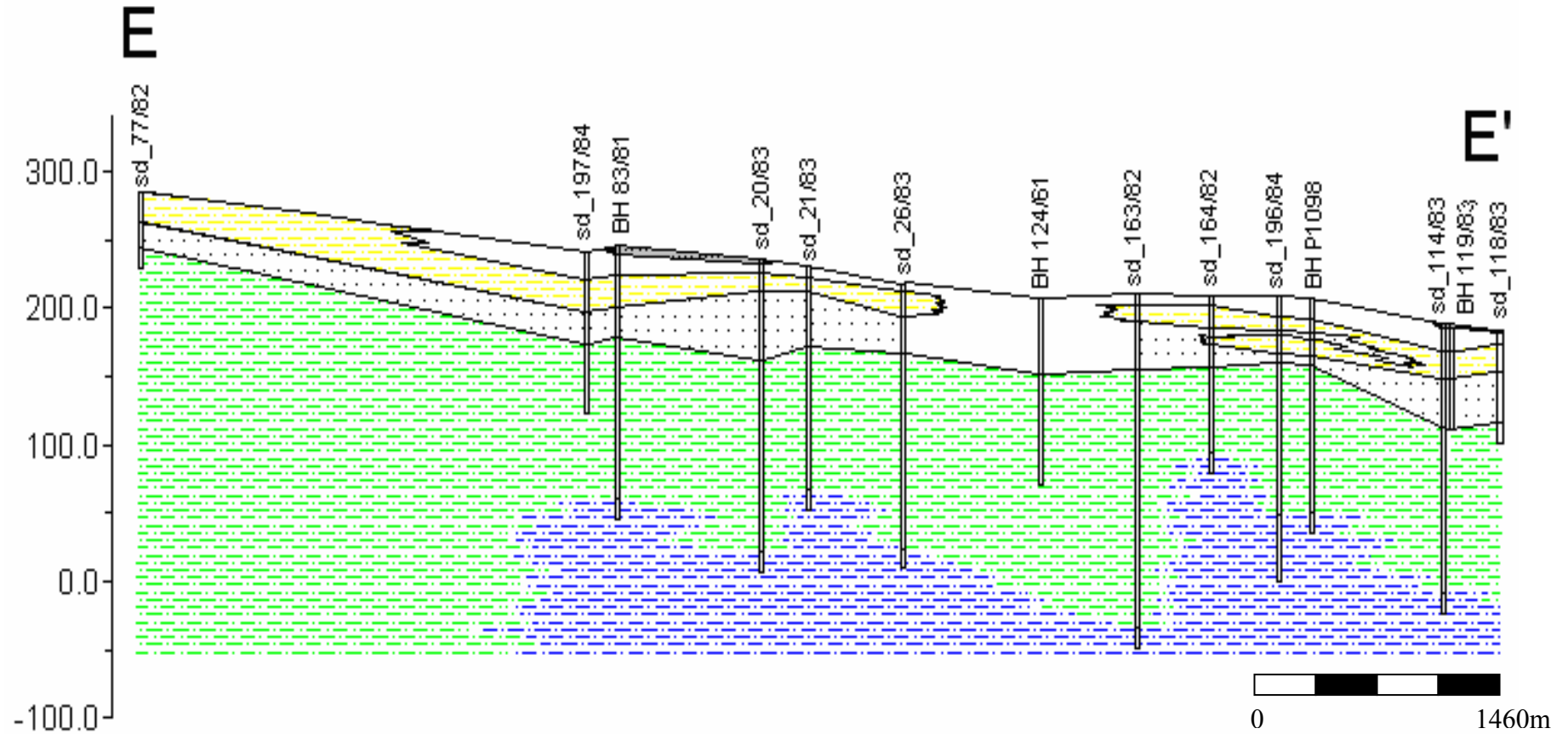
Σχήμα: 6.6

ΔΥΤΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ - ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ 4.



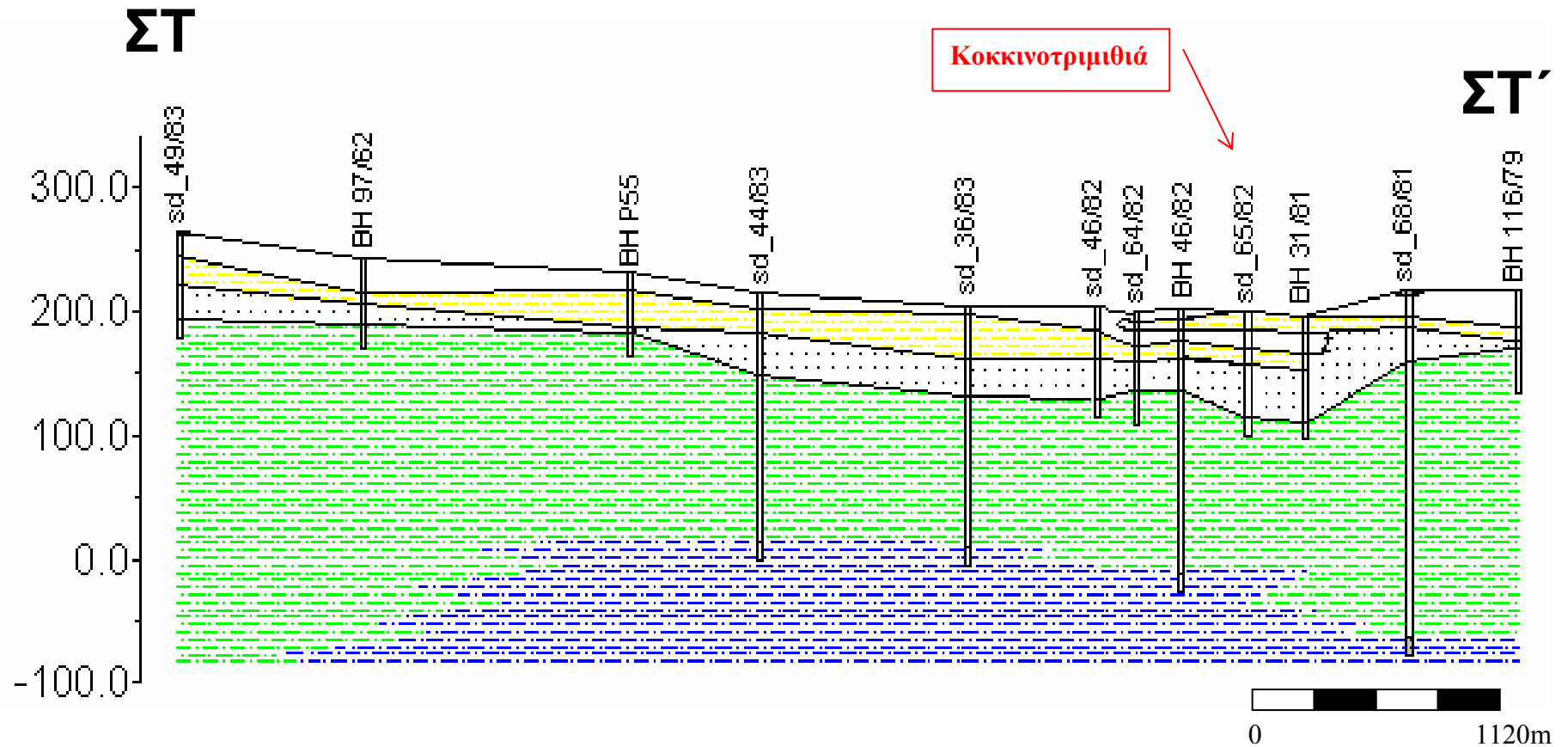
Σχήμα: 6.7

ΔΥΤΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ - ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ 5.



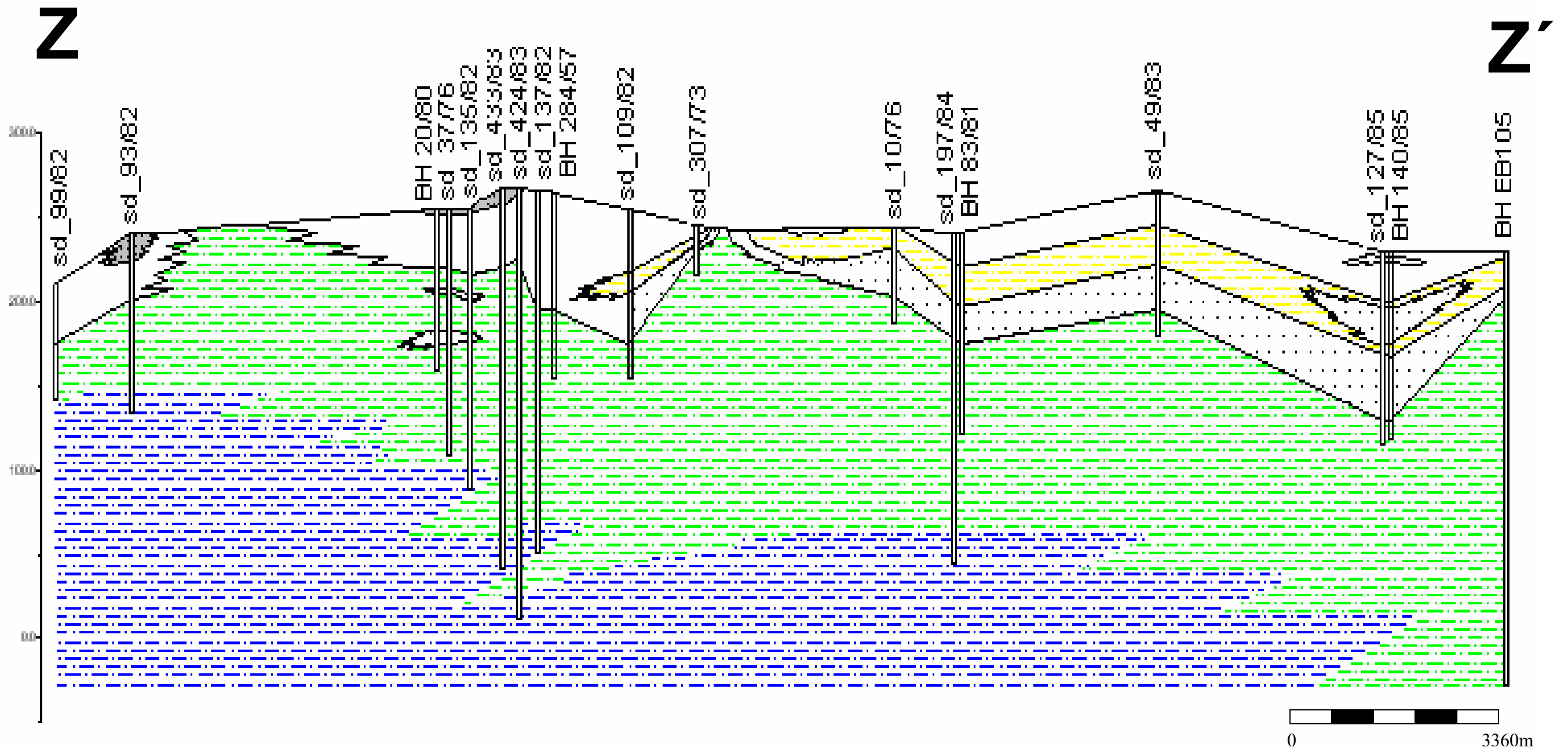
Σχημα: 6.8

ΔΥΤΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ - ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ 6.



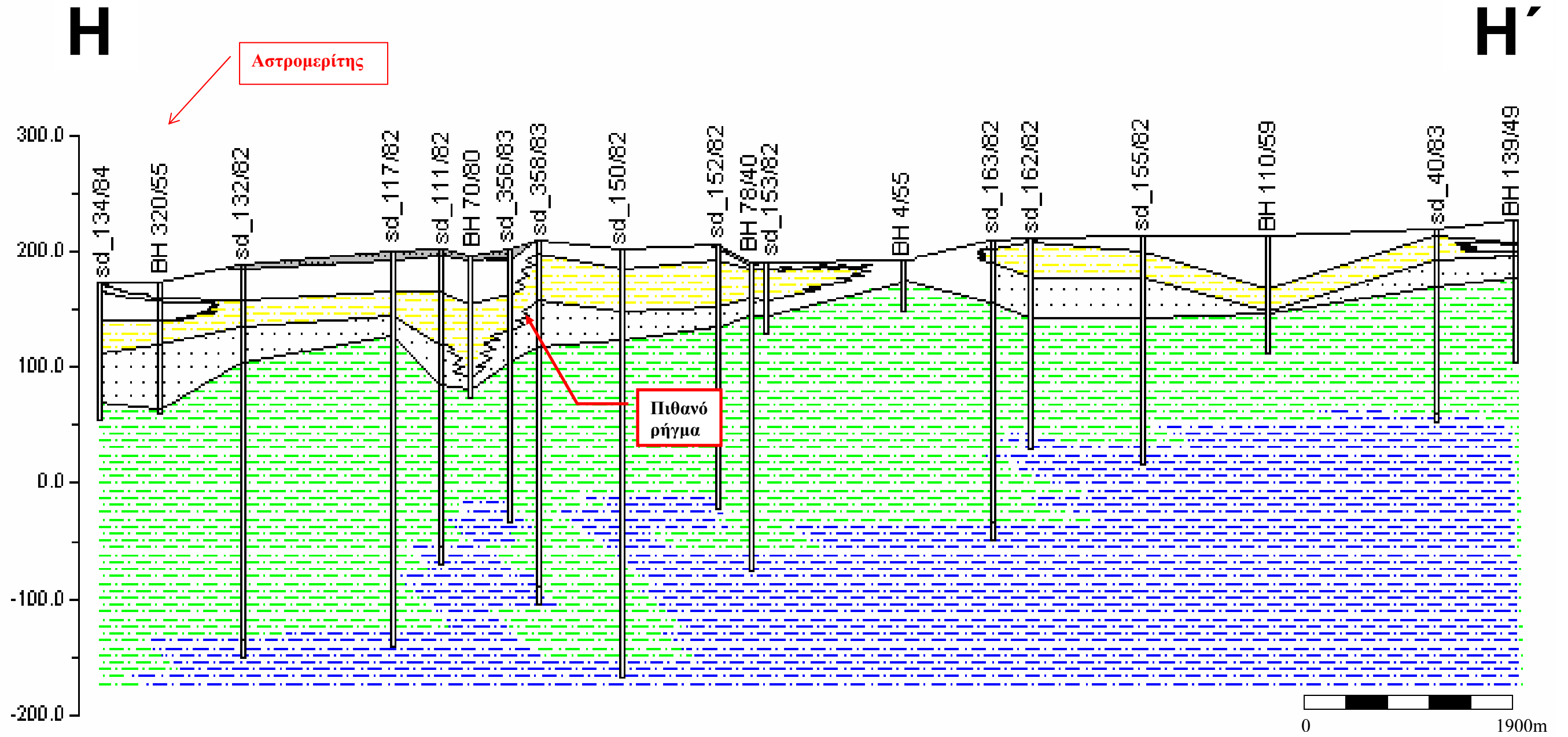
Σχήμα: 6.9

ΔΥΤΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ
 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ - ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ 7.



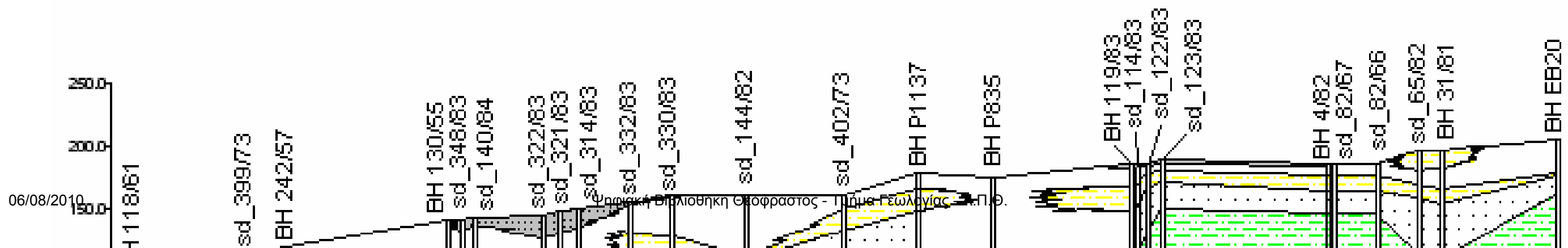
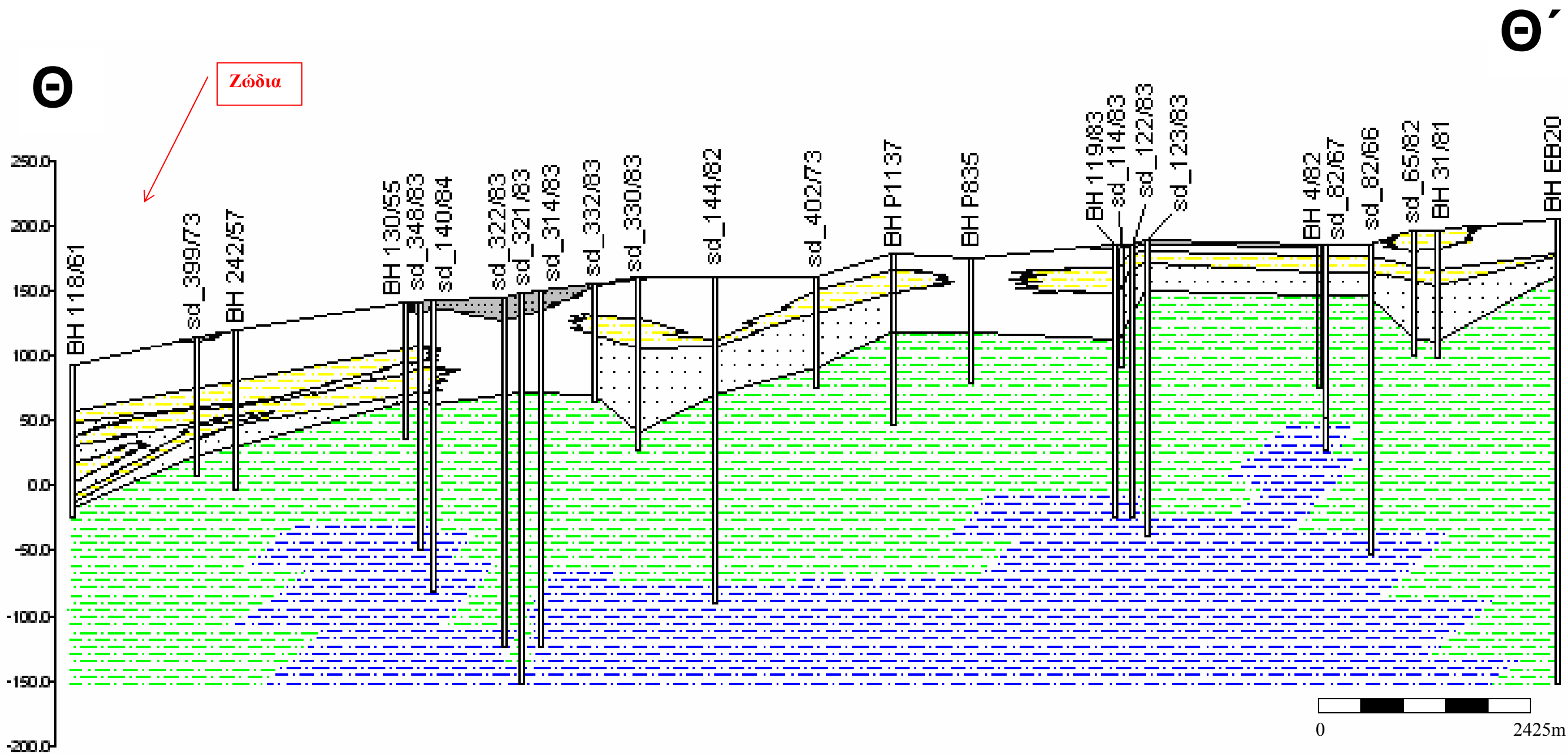
Σχήμα: 6.10

ΔΥΤΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ
 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ - ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ 8.



Σχήμα: 6.11

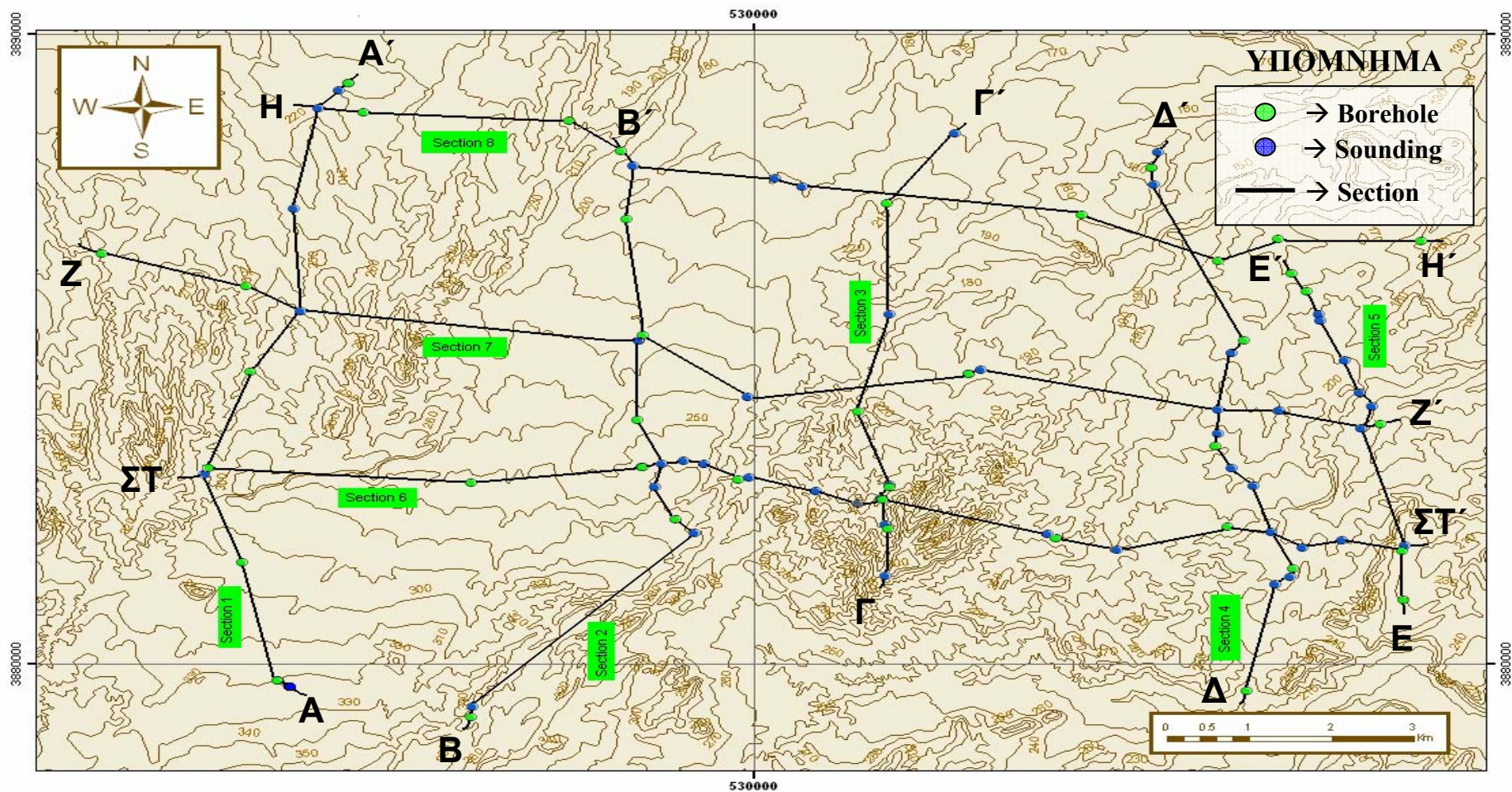
ΔΥΤΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ
 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ - ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ 9.



B) ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ – ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για την δυσδιάστατη απεικόνιση του υδρογεωλογικού μοντέλου της Κεντρικής Μεσσαορίας έγιναν οκτώ (8) ηλεκτρικές – υδρογεωλογικές τομές, πέντε (5) με γενική διεύθυνση Βορρά – Νότου και τρεις (3) με διεύθυνση Ανατολής – Δύσης, χρησιμοποιώντας τόσο δεδομένα από γεωτρήσεις όσο και δεδομένα από βυθοσκοπήσεις, χάρτης σχήματος (6.13). Τα αποτελέσματα των πιο πάνω τομών περιγράφονται πιο κάτω και παρουσιάζονται σχηματικά στα σχήματα (6.15 – 6.22).



Σχήμα 6.13: Κεντρική Μεσσαρία: Χάρτης με τις τοποθεσίες των βυθοσκοπήσεων και των γεωτρήσεων που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη, καθώς και απεικόνιση των οκτώ (8) ηλεκτρικών – υδρογεωλογικών τομών.

TOMH 1: (σχήμα 6.15)

Η τομή ένα (1) έχει διεύθυνση Βορρά – Νότου, καλύπτει το δυτικότερο τμήμα της Κεντρικής Μεσαορίας και για την πραγματοποίηση της οποίας χρησιμοποιήθηκαν έξι (6) βυθοσκοπήσεις Schlumberger και πέντε (5) γεωτρήσεις (section 1 χάρτης 6.13).

Σε αυτή φαίνεται καθαρά η ανάπτυξη του N.C.A (Newer Clastic Aquifer), ενώ μεταξύ των βυθοσκοπήσεων 151/84 και 149/84 παρατηρείται και ο O.C.A (Older Clastic Aquifer). Ο N.C.A είναι πολύ λεπτός (< 20 μ) στο νοτιότερο τμήμα της τομής μεταξύ των βυθοσκοπήσεων 151/84 και 149/84 και των γεωτρήσεων BH GR 37 και BH EB103 ενώ προχωρώντας προς το βορρά το πάχος του αυξάνεται και διαιρείται σε δύο ή και περισσότερα αποθηκευτικά τμήματα. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι ο N.C.A δεν είναι ένας ενιαίος υδροφόρος αλλά σε πολλές περιοχές χωρίζεται στον ανώτερο (upper) και τον κατώτερο (lower) υπό-υδροφόρο με τον ανώτερο να είναι ο σημαντικότερος και ο μεγαλύτερος από τους δύο. Στην τομή ένα (1) υπάρχουν τέτοιες περιοχές τόσο στο νότιο τμήμα κάτω από τις γεωτρήσεις BH GR 37 και BH 18/83, όσο και στο κεντρικό κομμάτι γεώτρηση BH 101/84 σε βάθος 200 μέτρων περίπου. Η αντίσταση του N.C.A κυμαίνεται από 25 ohm.m μέχρι 60 ohm.m περίπου και αποτελείται από χαλίκια και άμμο με παρουσία ψαμμιτικών φακών ενώ για τον O.C.A λόγω του μεγάλου βάθους στο οποίο συναντάτε και του μικρού αριθμού των βυθοσκοπήσεων στις οποίες απεικονίζεται δεν μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για τις τιμές των αντιστάσεων. Τέλος μεταξύ των γεωτρήσεων BH GR 37 και BH EB103 υπάρχει ρήγμα το οποίο βυθίζει τα στρώματα προς το βορρά.

Το RMS error των βυθοσκοπήσεων κυμαίνεται από 1.3 – 2.1 % με μέση τιμή το 1.67%. Στο σχεδιάγραμμα του σχήματος (6.13 (α)) παρουσιάζεται η διανομή συχνότητα των RMS error για την τομή 1.

TOMH 2: (σχήμα 6.16)

Η δεύτερη τομή έχει διεύθυνση Βορρά – Νότου, βρίσκεται σε απόσταση 4 Km από την πρώτη και για την κατασκευή της χρησιμοποιήθηκαν έξι (6) βυθοσκοπήσεις Schlumberger και έξι (6) γεωτρήσεις (Section 2 χάρτης 6.13).

Κύριο χαρακτηριστικό της τομής αυτής είναι η ανάπτυξη ενός πολύ – διαιρεμένου, μεγάλου πάχους N.C.A με έκταση περίπου 3 Km στο κεντρικό και νότιο-

κεντρικό τμήμα της τομής βορειοανατολικά του χωριού ΓΕΡΙ και ενός δεύτερου μικρότερου πάχους στο βορειότερο τμήμα μεταξύ των γεωτρήσεων ΒΗ ΕΒ 106 και ΒΗ ΕΒ 102. Η αντίσταση του υδροφόρου κυμαίνεται μεταξύ των 16 ohm.m και 47 ohm.m, την στιγμή που για το ημιπερατό στρώμα (semi pervious layer) η αντίσταση είναι περίπου 13 ohm.m και για το αδιαπέραστο στρώμα (impervious layer) < 6 ohm.m. Κάτω από την γεώτρηση ΒΗ ΕΒ 106 σε βάθος 416 μέτρων παρουσιάζεται ένα διαπερατό στρώμα από άμμο και ψαμμίτη το οποίο αντιπροσωπεύει τον Ο.С.А το οποίο όμως δεν μπορεί να ανιχνευθεί από την βυθοσκόπηση 154/84 λόγω του μικρού σχετικού πάχους. Ακόμη και σε αυτή την περίπτωση όμως παρατηρούμε ότι η μορφή της καμπύλης είναι φθίνουσα και ότι σε μεγάλα βάθη παρουσιάζονται μεμονωμένες μετρήσεις που αυξάνουν την αντίσταση και πιθανό να οφείλονται σε αυτό το λεπτό στρώμα υδροφόρου. Στα δύο άκρα της τομής εμφανίζεται ο Gypsum aquifer σε βάθος πέραν των 330 μέτρων αλλά δεν εμφανίζεται στο κέντρο της τομής όπως βλέπουμε από τη γεώτρηση ΒΗ ΕΒ 106.

Όσον αφορά την συσχέτιση βυθοσκοπήσεων και γεωτρήσεων υπάρχουν περιοχές όπου έχουμε πολύ καλά αποτελέσματα (πχ στην βυθοσκόπηση 79/83) και περιοχές με καθόλου συσχέτιση (πχ βυθοσκόπηση 81/83 και 83/83). Σημαντικό ακόμη είναι το γεγονός ότι στην περιοχή της γεώτρηση ΒΗ ΕΒ11 μπορούμε να διακρίνουμε το στρώμα γύψου τόσο στη γεώτρηση όσο και στην βυθοσκόπηση 150/84 αν και αυτό βρίσκεται σε μεγάλο βάθος, και να πάρουμε αντίσταση 30 ohm.m.

Το RMS error των βυθοσκοπήσεων κυμαίνεται από 1.2 – 2.6 % με μέση τιμή το 1.8%. Στο σχεδιάγραμμα του σχήματος (6.13 (β)) παρουσιάζεται η διανομή συχνότητα των RMS error για την τομή 2.

ΤΟΜΗ 3: (σχήμα 6.17)

Η τομή τρία (3) με διεύθυνση Βορρά – Νότου τοποθετείται σε απόσταση 1.5 – 3 Km από την τομή δύο (2), για την πραγματοποίηση της οποίας χρησιμοποιήθηκαν έξι (6) βυθοσκοπήσεις εκ των οποίων τρεις (3) Schlumberger και τρεις (3) Wenner, και πέντε (5) γεωτρήσεις (Section 3 χάρτης 6.13).

Σε αυτή την τομή βλέπουμε μια παρόμοια εικόνα με την προηγούμενη, με την παρουσία δύο (2) υδροφόρων λεκανών (N.C.A), μια μεγάλου πάχους στο νότιο μισό και μια μικρότερου πάχους στο βορειότερο τμήμα. Η αντίσταση του υδροφόρου παρουσιάζεται χαμηλότερη από τις προηγούμενες τομές με μέσο όρο τιμών κοντά

στα 15 ohm.m για την νοτιότερη λεκάνη, λόγω παρουσίας μεγαλύτερου ποσοστού αργιλικών υλικών, ενώ αντίθετα στην βορειότερη παρατηρούμε τιμές μέχρι και 42.5 ohm.m. Λόγω απουσίας βαθιών γεωτρήσεων δεν μπορούμε να εξαγάγουμε συμπεράσματα για την ύπαρξη ή όχι του O.C.A.

Το RMS error των βυθοσκοπήσεων κυμαίνεται από 1.35 – 1.73 % με μέση τιμή το 1.54%. Αν και το σφάλμα είναι αρκετά μικρό εντούτοις δεν έχουμε καλή συσχέτιση μεταξύ ηλεκτρικών και υδρογεωλογικών στρωμάτων πράγμα που δηλώνει την έντονη πλευρική λιθολογική μεταβολή της περιοχής. Στο σχεδιάγραμμα του σχήματος (6.13 (γ)) παρουσιάζεται η διανομή συχνότητα των RMS error για την τομή 3.

ΤΟΜΗ 4: (σχήμα 6.18)

Για την τομή τέσσερα (4) χρησιμοποιήθηκαν δέκα (10) βυθοσκοπήσεις όλες Schlumberger και πέντε (5) γεωτρήσεις. Βρίσκεται σε απόσταση 4.5 Km από την τομή τρία (3) απόσταση που φτάνει μέχρι και τα 5.5 Km σε κάποια σημεία και έχει διεύθυνση Βορρά – Νότου (Section 4 χάρτης 6.13).

Εδώ βλέπουμε τον N.C.A να αναπτύσσεται σε όλο το μήκος της τομής με πάχος που αυξάνεται από τα άκρα προς το κέντρο φτάνοντας την μέγιστη τιμή (\approx 120 μέτρα) κάτω από την βυθοσκόπηση 58/83. Η παρουσία αργιλικών φακών κατά περιοχές, διαιρεί τον υδροφόρο σε 2-3 αποθηκευτικά τμήματα με αντιστάσεις που μεταβάλλονται έντονα από 22 ohm.m μέχρι 79 ohm.m.

Το RMS error των βυθοσκοπήσεων κυμαίνεται από 1.4 – 2.2 % με μέση τιμή το 1.69%. Στο σχεδιάγραμμα του σχήματος (6.13 (δ)) παρουσιάζεται η διανομή συχνότητα των RMS error για την τομή 4

ΤΟΜΗ 5: (σχήμα 6.19)

Η τομή πέντε (5) τοποθετείται στο ανατολικότερο τμήμα της περιοχής σε απόσταση < 1.5 Km από την τομή τέσσερα (4), έχει διεύθυνση Βορρά – Νότου και για την πραγματοποίηση της οποίας χρησιμοποιήθηκαν επτά (7) βυθοσκοπήσεις (δύο (2) Schlumberger και πέντε (5) Wenner) καθώς και τέσσερις (4) γεωτρήσεις (Section 5 χάρτης 6.13).

Ο N.C.A εμφανίζεται σε δύο λεκάνες οι οποίες χωρίζονται από στρώμα ημιπερατών ή/και αδιαπέρατων υλικών, στην περιοχή του χωριού Γέρι , βυθοσκόπησης 66/83. Η νοτιότερη λεκάνη έχει το μεγαλύτερο όγκο από τις δύο, ενώ

η εμφάνιση ημιπερατού στρώματος από αργιλικά υλικά στο βορειότερο μισό της, διαιρεί τον υδροφόρο σε δύο αποθηκευτικά τμήματα. Αντίθετα η δεύτερη λεκάνη παρουσιάζεται ενιαία ενώ στην περιοχή των γεωτρήσεων BH 55/60 και BH 136/65 στο τέλος της τομής το πάχος της ελαχιστοποιείται στα 2-3 μέτρα λόγω παρουσίας επιφανειακού στρώματος αργίλου και μάργας. Λόγω απουσίας βυθοσκοπήσεων στην αρχή της τομής δεν μπορούμε να βγάλουμε ασφαλή συμπεράσματα για την αντίσταση του υδροφόρου τουλάχιστο στην νότια λεκάνη. Για την βόρεια παίρνουμε αντιστάσεις πάνω από 50 ohm.m ενώ στην περιοχή της βυθοσκόπησης 147/72 παίρνουμε την μέγιστη αντίσταση (82.8 ohm.m) που παρατηρήθηκες στην υπό μελέτη περιοχή για τον N.C.A.

Το RMS error των βυθοσκοπήσεων κυμαίνεται από 1.55 – 2.7 % με μέση τιμή το 2.1%. Στο σχεδιάγραμμα του σχήματος (6.13 (ε)) παρουσιάζεται η διανομή συχνότητα των RMS error για την τομή 5.

ΤΟΜΗ 6: (σχήμα 6.20)

Η τομή έξι (6) έχει έκταση 15 Km περίπου και διασχίζει την Κεντρική Μεσαορία σε μια διεύθυνση Ανατολής – Δύσης. Για την κατασκευή της χρησιμοποιήθηκαν δεκατρείς (13) βυθοσκοπήσεις (δώδεκα (12) Schlumberger και μία (1) Wenner) και οκτώ (8) γεωτρήσεις (Section 6 χάρτης 6.13).

Ο N.C.A αναπτύσσεται κατά μήκος όλης της τομής σχηματίζοντας λεκάνη με έντονη μεταβολή στο πάχος. Κατά περιοχές ο υδροφόρος διαιρείται σε διάφορα αποθηκευτικά τμήματα λόγω παρουσίας φακών ημιπερατών και αδιαπέρατων υλικών. Η αντίσταση του μεταβάλλεται από 17 ohm.m μέχρι 71 ohm.m ενώ σε πολλές περιοχές η συσχέτιση ηλεκτρικών και υδρογεωλογικών στρωμάτων δεν είναι καλή. Ανατολικά της γεώτρησης BH 145/51 η λιθολογία του υδροφόρου αλλάζει ουσιαστικά από λεπτόκοκκο άμμο και ψαμμίτη σε χοντρόκοκκο άμμο και χαλίκια με παρουσία ασβεστιτικού ψαμμίτη, γεγονός που αποτυπώνεται και στις βυθοσκοπήσεις με αύξηση της αντίστασης. Από αυτό συμπεραίνουμε ότι πιθανό ο υδροφόρος να μην είναι ενιαίος αλλά να χωρίζεται σε δύο λεκάνες. Στο δυτικότερο άκρο της τομής, στη γεώτρηση BH EB 103 και πέραν των 250 μέτρων, έχουμε εμφάνιση λεπτών στρωμάτων του O.C.A που λόγω του μικρού συντελεστή σχετικού πάχους δεν μπορεί να ανιχνευτεί από τις βυθοσκοπήσεις.

Το RMS error των βυθοσκοπήσεων κυμαίνεται από 1.3 – 2.64 % με μέση τιμή το 1.88%. Στο σχεδιάγραμμα του σχήματος (6.13 (στ)) παρουσιάζεται η διανομή συχνότητα των RMS error για την τομή 6.

ΤΟΜΗ 7: (σχήμα 6.21)

Η τομή επτά (7) βρίσκεται περίπου 2 Km βόρεια από την τομή έξι (6), έχει διεύθυνση Ανατολή – Δύση και έκταση κοντά στα 16 Km, ενώ για την δημιουργία της χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από επτά (7) βυθοσκοπήσεις (έξι Schlumberger και μια Wenner) και πέντε (5) γεωτρήσεις (Section 7 χάρτης 6.13).

Ο N.C.A αναπτύσσεται σε δύο ξεχωριστές λεκάνες με αισθητά μικρότερο πάχος από προηγούμενες τομές και αντιστάσεις από 23 – 49 ohm.m, ενώ κατά περιοχές εμφανίζεται ένα επιφανειακό στρώμα ψηλότερων αντιστάσεων (\approx 73 ohm.m) λόγω πιθανόν στρώματος χαμηλότερης υγρασίας (πχ βυθοσκόπηση 61/83 και 142/72). Ο O.C.A παρατηρείται σε βάθος 415 μέτρων στο δυτικότερο τμήμα της τομής τόσο στην γεώτρηση BH EB105 όσο και στην γεώτρηση BH EB106 ενώ δεν απεικονίζεται στις βυθοσκοπήσεις της περιοχής λόγω του μικρού σχετικού πάχους. Τέλος στην γεώτρηση BH EB105 παρατηρείται και ο Gypsum Aquifer σε βάθος 340 μέτρων με πάχος 45 μέτρων.

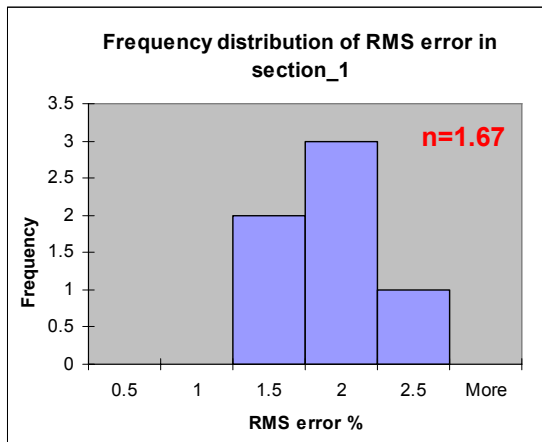
Το RMS error των βυθοσκοπήσεων κυμαίνεται από 1.27 – 2.62 % με μέση τιμή το 1.82%. Στο σχεδιάγραμμα του σχήματος (6.13 (ζ)) παρουσιάζεται η διανομή συχνότητα των RMS error για την τομή 7.

ΤΟΜΗ 8: (σχήμα 6.22)

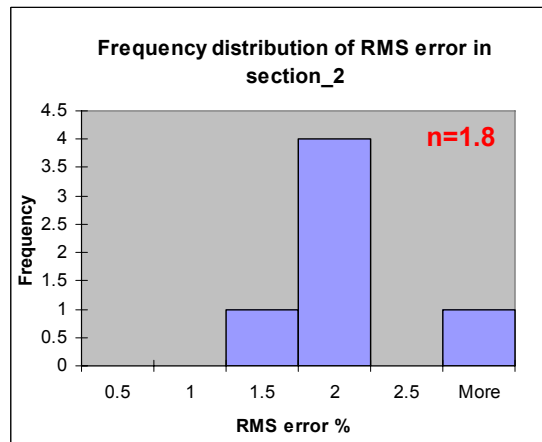
Η τομή οκτώ (8) καλύπτει το βορειότερο τμήμα της περιοχής έρευνας σε μια διεύθυνση Ανατολής – Δύσης με έκταση 14 Km περίπου. Η ερμηνεία της βασίστηκε σε δεδομένα από γεωτρήσεις κυρίως, ενώ μόνο στο δυτικό μισό της τομής οι γεωτρήσεις συνδυάστηκαν και με βυθοσκοπήσεις. Αναλυτικά χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις (4) βυθοσκοπήσεις Schlumberger και επτά (7) γεωτρήσεις (Section 8 χάρτης 6.13).

Ο N.C.A αναπτύσσεται σε μικρά αποθηκευτικά τμήματα μικρού πάχους διακοπτόμενα από την παρουσία ημιπερατών και αδιαπέρατων στρωμάτων. Λόγω της έλλειψης βυθοσκοπήσεων δεν μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για τις αντιστάσεις. Σημαντική είναι και η παρουσία του υδροφόρου των γύψων (Gypsum Aquifer) στο κεντρικό – δυτικό κεντρικό τμήμα σε βάθος 355 μέτρων.

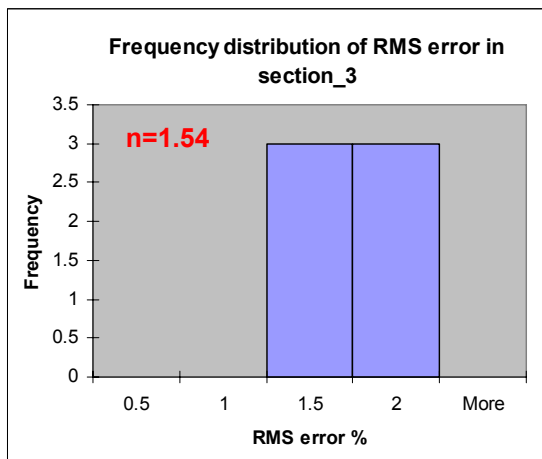
Το RMS error των βυθοσκοπήσεων κυμαίνεται από 1.2 – 2 % με μέση τιμή το 1.68%. Στο σχεδιάγραμμα του σχήματος (6.13 (η)) παρουσιάζεται η διανομή συχνότητα των RMS error για την τομή 8.



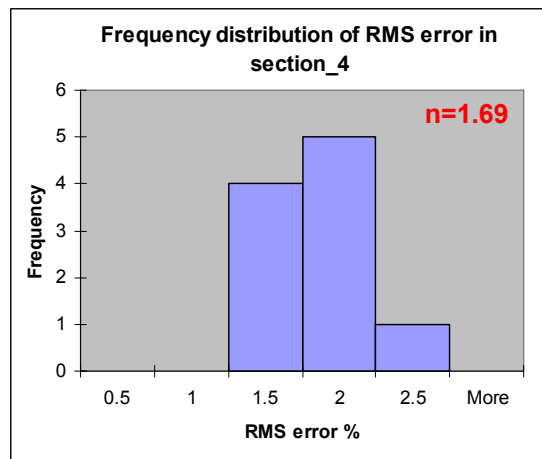
(α)



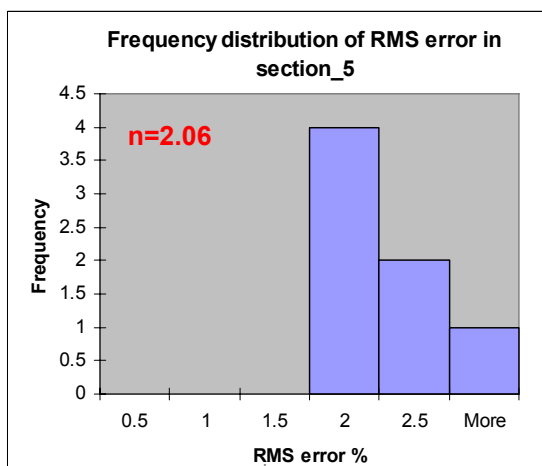
(β)



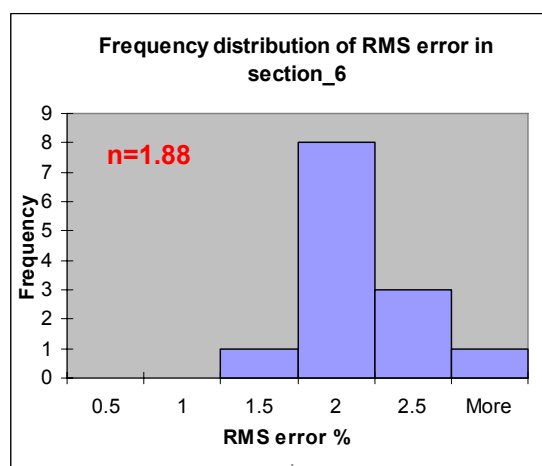
(γ)



(δ)

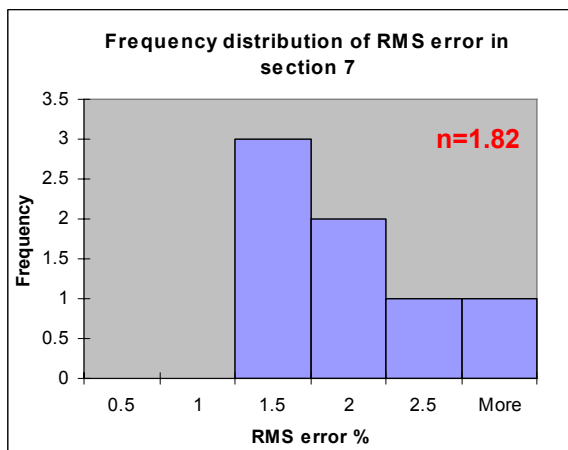


(ε)

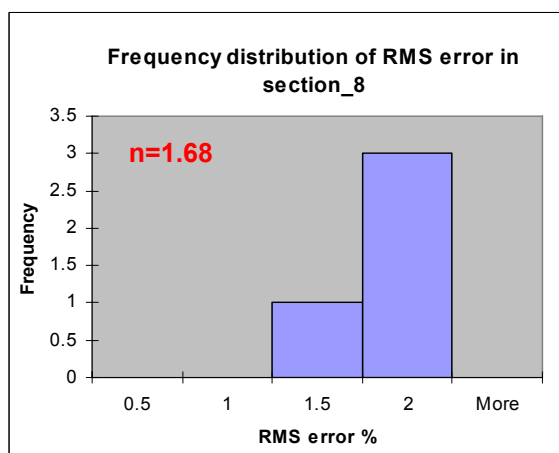


(στ)

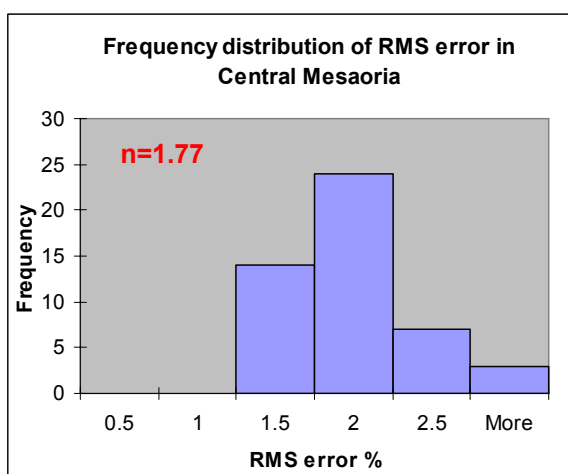
Σχήμα 6.14: Διαγράμματα διανομής συχνότητας RMS error για την Κεντρική Μεσορία. Το n είναι ο μέσος όρος των τιμών.



(ζ)



(η)



(θ)

Σχήμα 6.14: Διαγράμματα διανομής συχνότητας RMS error για την Κεντρική Μεσαορία. Το n είναι ο μέσος όρος των τιμών.

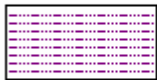
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ
ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ – ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ



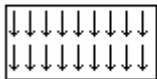
→ Older Clastic Aquifer (O.C.A)



→ Ημιπερατό στρώμα:(Αμμώδες μάργα, μαργαϊκή άμμος, αμμώδες άργιλος, αργιλώδες άμμος)



→ Αδιαπέραστο στρώμα (Μάργα, Άργιλος)



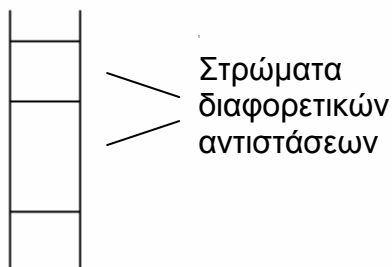
→ Υδροφόρος γύψων (Gypsum Aquifer)



→ Newer Clastic Aquifer (N.C.A)

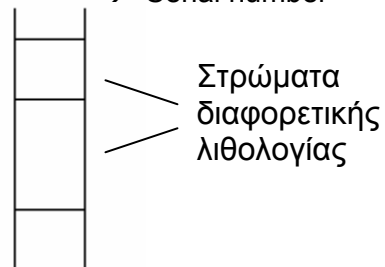
Βυθοσκόπηση

sd_197/84 → Serial number



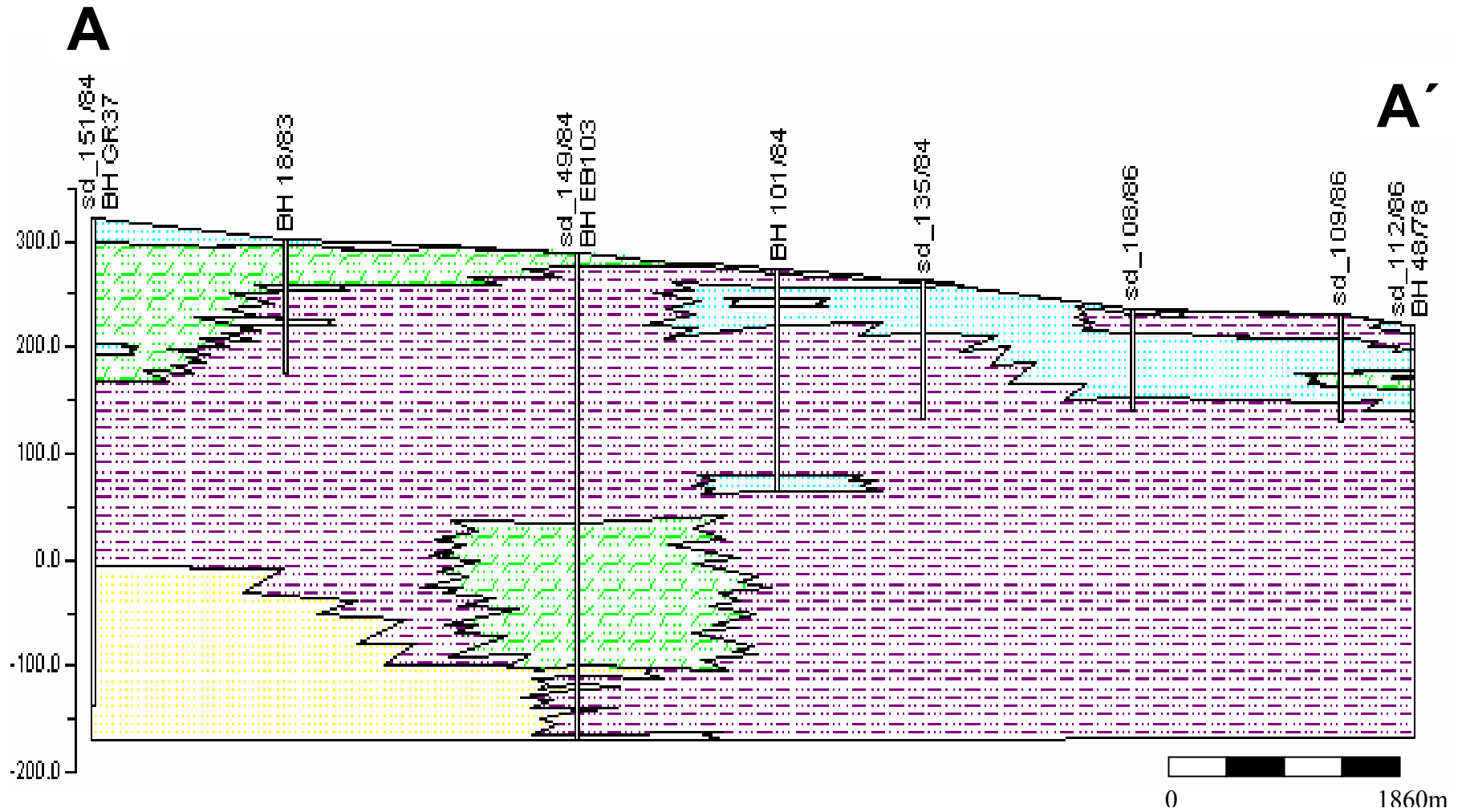
Γεώτρηση

BH 83/81 → Serial number



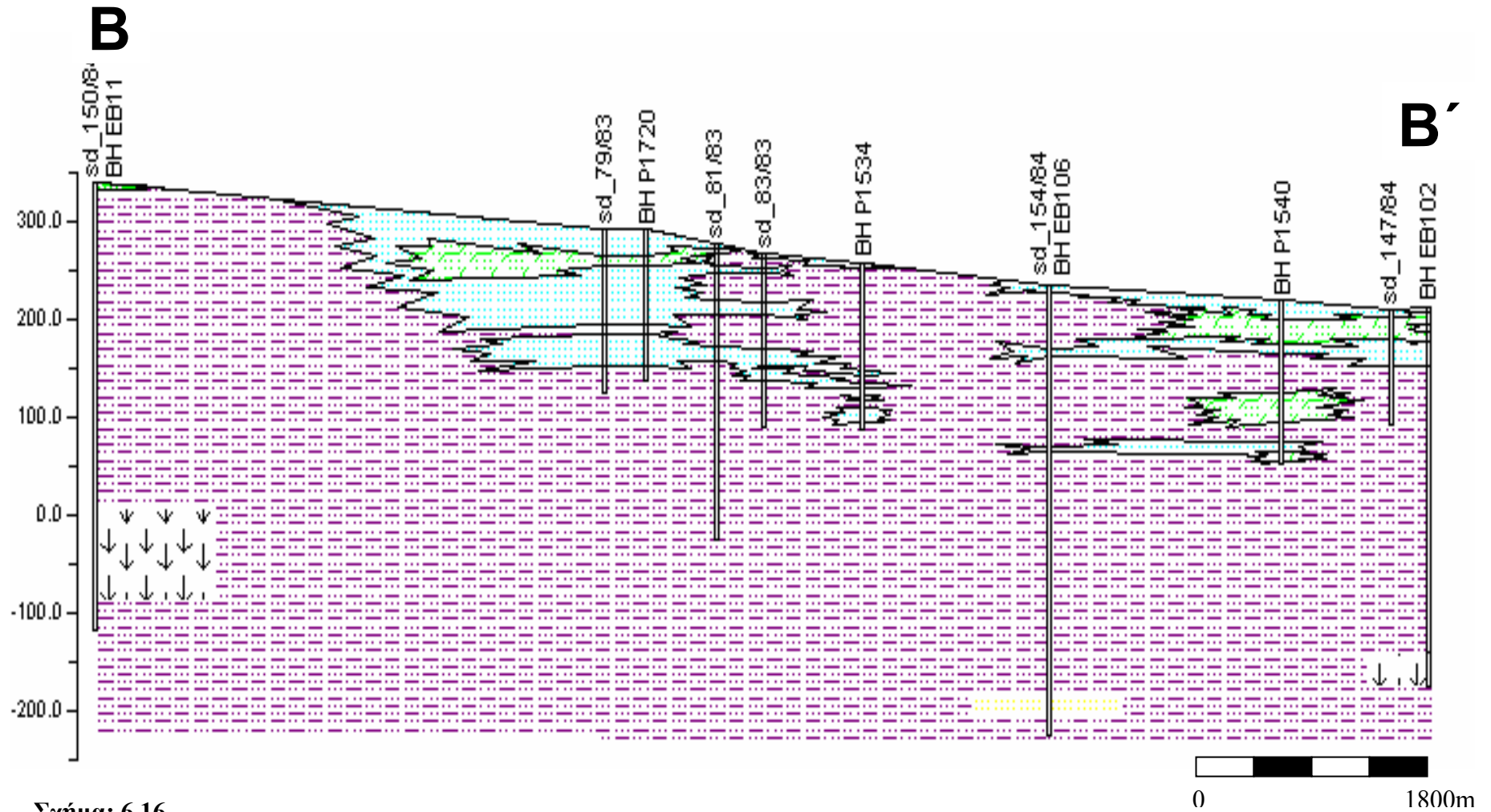
Σχήμα 6.15:

ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ - ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ 1.



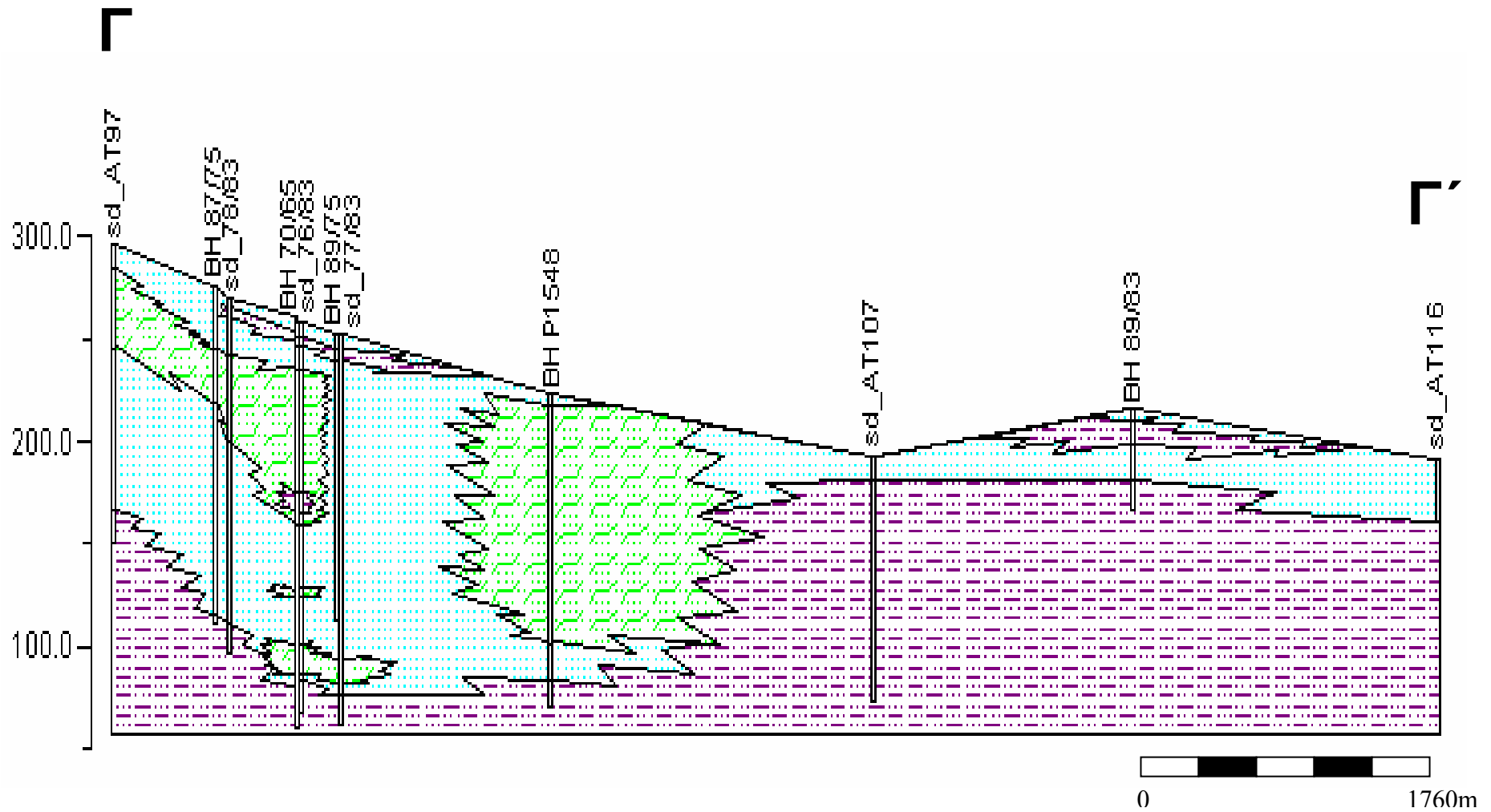
Σχήμα: 6.15

ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ - ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ 2.



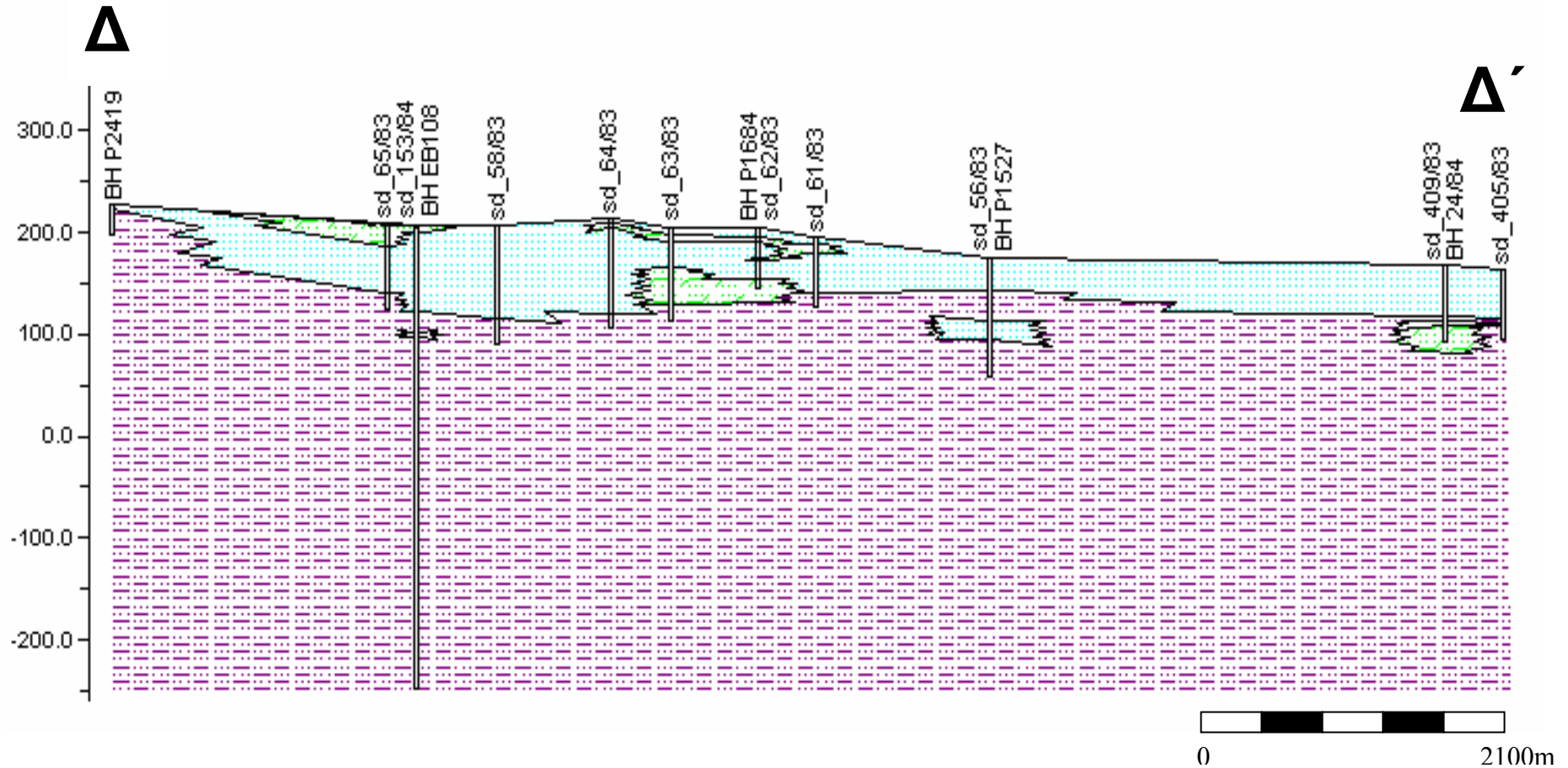
Σχήμα: 6.16

ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ - ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ 3.



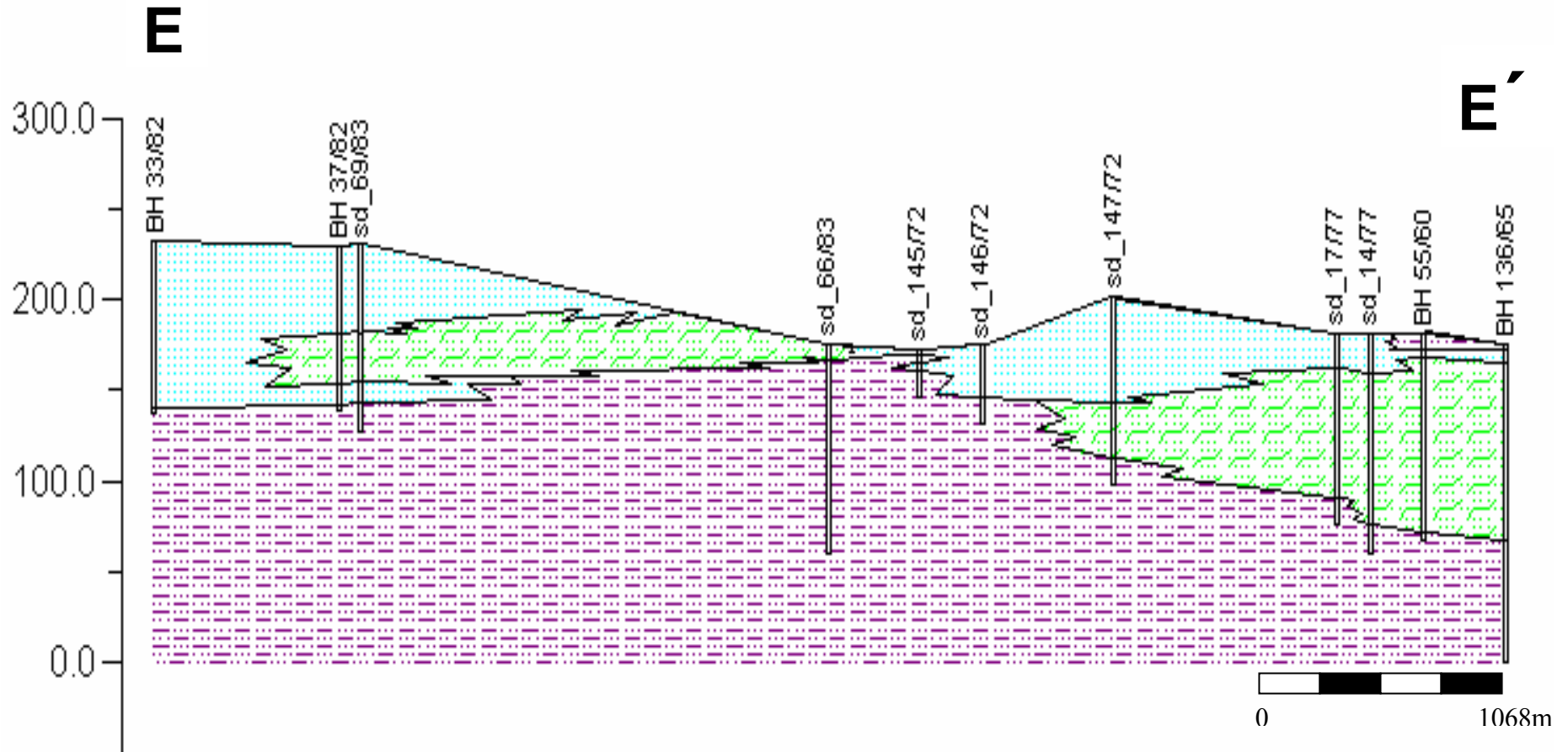
Σχήμα: 6.17

ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ - ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ 4.



Σχήμα: 6.18

ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ - ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ 5.

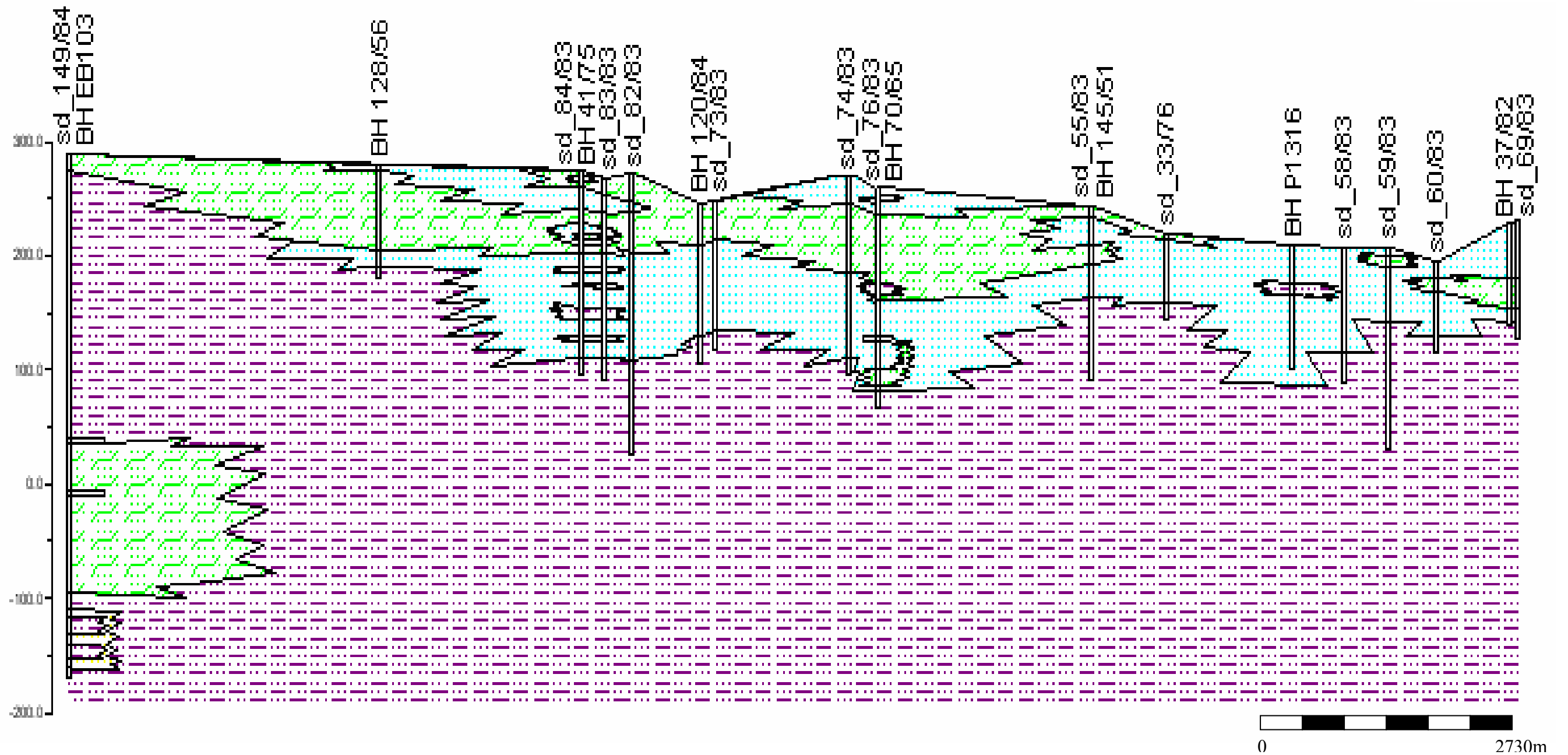


Σχήμα: 6.19

ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ - ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ 6.

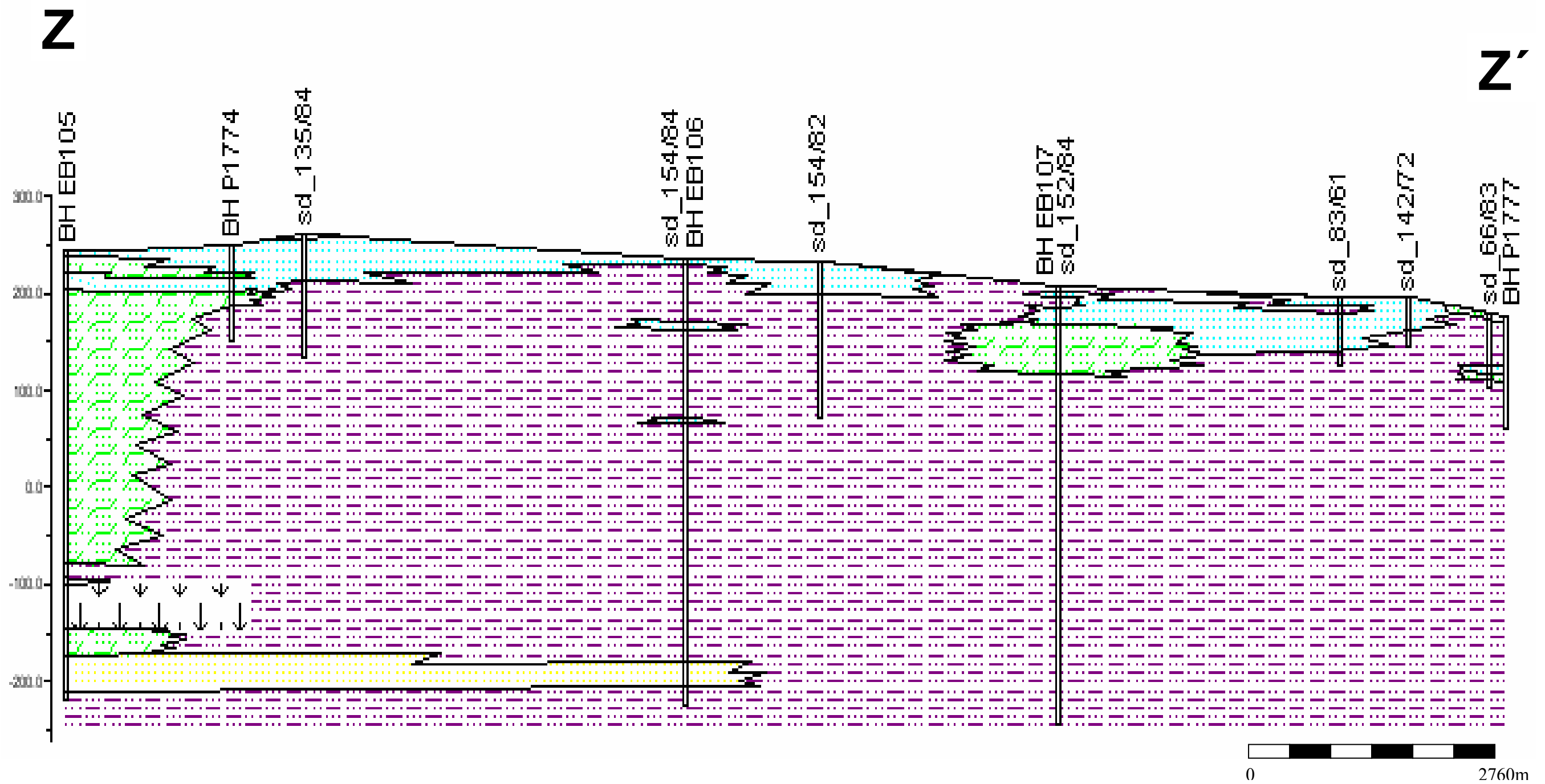
ΣΤ

ΣΤ'



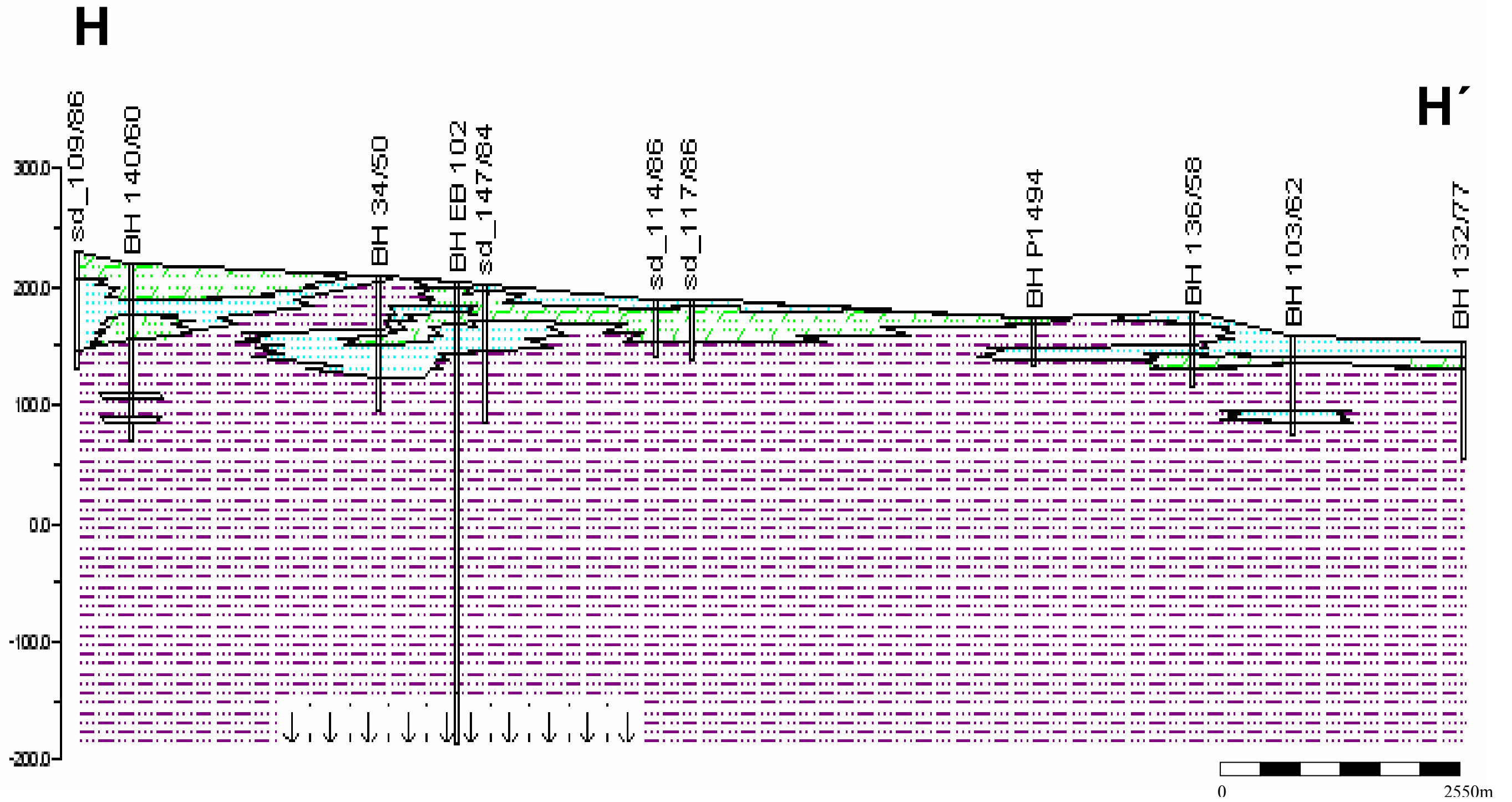
Σχήμα: 6.20

ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ - ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ 7.

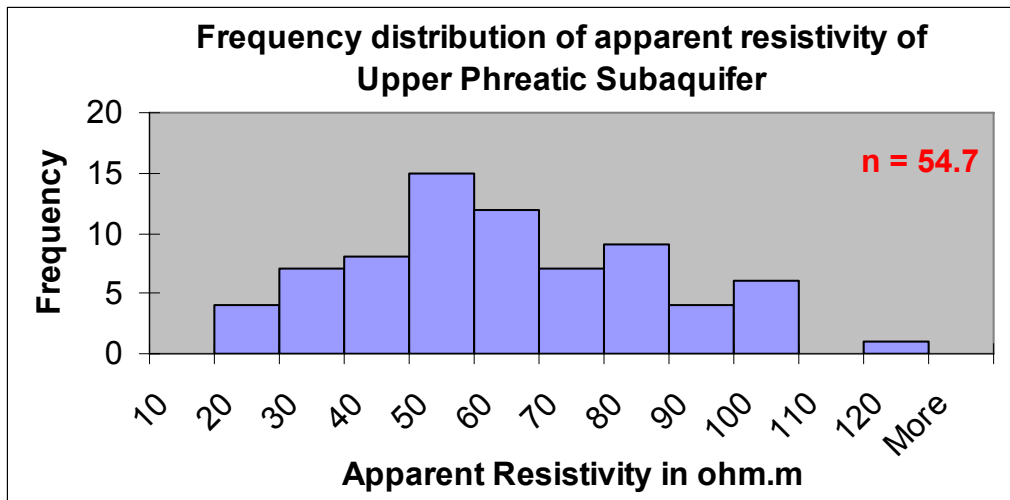


Σχήμα: 6.21

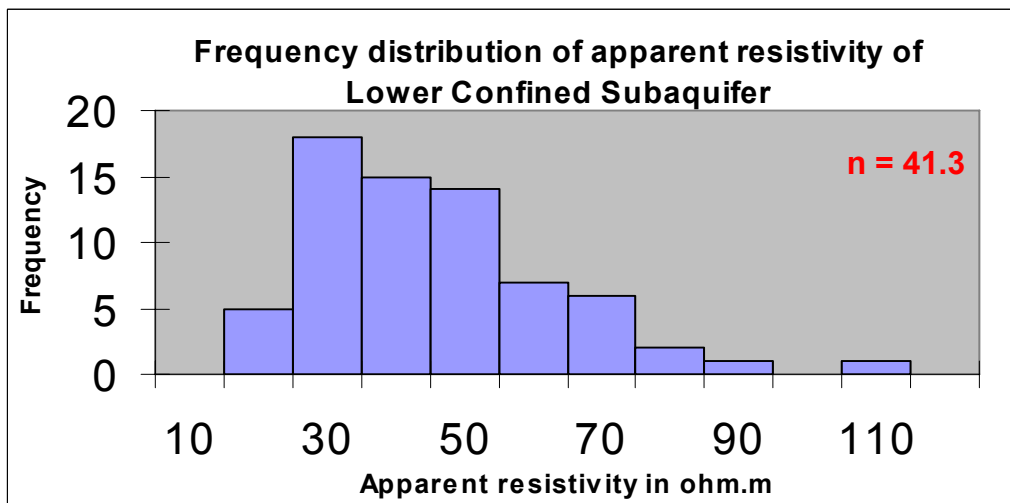
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ - ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ 8.



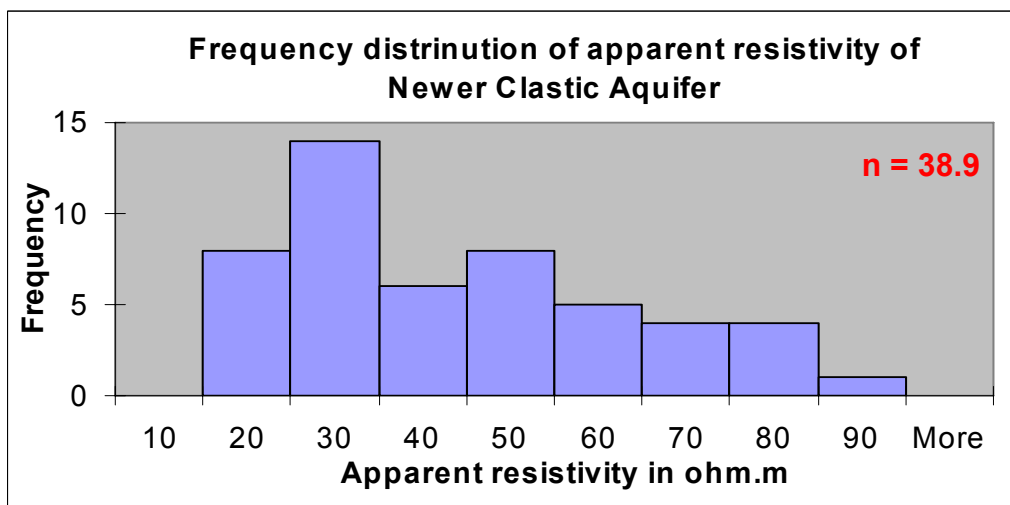
Σχήμα: 6.22



(α)



(β)



(γ)

Σχήμα 6.23: Διανομή συχνότητας φαινομένων αντιστάσεων των σημαντικότερων υδροφόρων στις δύο περιοχές έρευνας. Το n είναι ο μέσος όρος των τιμών. Όλες οι τιμές είναι σε μονάδες ohm.m.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.

Συνοψίζοντας τα στοιχεία της γεωηλεκτρικής έρευνας που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της υδρογεωλογικής μελέτης της Δυτικής και Κεντρικής Μεσαορίας αναφέρονται τα εξής:

- Στόχος της έρευνας ήταν ο καθορισμός του υδρογεωλογικού καθεστώτος στις εξεταζόμενες περιοχές με έμφαση στο βάθος και το πάχος του Western Mesaoria Upper Aquifer και του Newer Clastic Aquifer, τους δύο σημαντικότερους υδροφόρους στην Δυτική και Κεντρική Μεσαορία αντιστοίχως.
- Αξιολογήθηκαν πρωτογενή δεδομένα από εκατό τριάντα οκτώ (138) βυθοσκοπήσεις, ενενήντα (90) στη Δυτική Μεσαορία και σαράντα οκτώ (48) στην Κεντρική Μεσαορία.
- Οι ειδικές ηλεκτρικές αντιστάσεις που μετρήθηκαν, ομαδοποιήθηκαν και συσχετίστηκαν με βάση τα στοιχεία υπάρχοντων γεωτρήσεων.
- Με βάση τα ερμηνευμένα στοιχεία κατασκευάστηκαν θεματικοί χάρτες οι οποίοι έχουν ήδη παρουσιαστεί στα προηγούμενα κεφάλαια.

Από τα στοιχεία αυτά συμπεραίνουμε τα πιο κάτω:

■ ΔΥΤΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ

Η περιοχή της Δυτικής Μεσαορίας αποτελείται σε γενικές γραμμές από τέσσερα (4) βασικά γεωλογικά – υδρογεωλογικά στρώματα τα οποία είναι, ο Upper Phreatic Subaquifer (U.P.S), το ημιπερατό στρώμα της ενδιάμεσης μάργας (confined marl), ο Lower Confined Subaquifer (L.C.S) και το αδιαπέραστο στρώμα βάσης (Base marl). Πέραν των πιο πάνω, εμφανίζονται άλλα δύο στρώματα, ένα επιφανειακό στρώμα πολύ υψηλών αντιστάσεων από χαλίκια χαμηλής υγρασίας και ένα βαθύ στρώμα πολύ χαμηλών αντιστάσεων πιθανόν λόγω υφαλμύρωσης. Ο βασικότερος υδροφόρος της περιοχής (αλλά και ο μεγαλύτερος σε όλη την Κύπρο) είναι ο ανώτερος υδροφόρος γνωστός και σαν Western Mesaoria Upper Aquifer (W.M.U.A) ο οποίος χωρίζεται στους δύο προαναφερθέντες υπό – υδροφόρους.

(α) U.P.S

- Σε γενικές γραμμές παρουσιάζει σταθερό πάχος με μικρή αύξηση προς τα βορειοδυτικά στην περιοχή της Μόρφου όπου είναι καλύτερα ανεπτυγμένος. Τα όρια του κυμαίνονται μεταξύ των τιμών 5 και 50 μέτρων. Στα σχήματα α2 (παράρτημα 1) και β1 (παράρτημα 2) παρουσιάζεται η διδιάστατη και τρισδιάστατη απεικόνιση του πάχους αντιστοίχως.
- Στο νοτιότερο τμήμα της περιοχής έρευνας ο U.P.S βυθίζεται προς το βορρά με κλίση που κατά περιοχές είναι αρκετά έντονη. Πιο πέρα προς το βορρά η βύθιση μετατρέπεται σε βορειοδυτική ενώ τέλος στα ανατολικά – νοτιοανατολικά μεταξύ των χωριών Κοκκινοτριμιθιά και Παλιομέτοχο φαίνεται να απουσιάζει οποιαδήποτε κλίση και ο υπό – υδροφόρος είναι επίπεδος.
- Από το διάγραμμα διανομής συχνότητας της τιμής της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης για τον U.P.S, σχήμα 6.23 (α), αυτή παρουσιάζει διακύμανση από τα 17 ohm.m στα 117 ohm.m με μέση τιμή τα 54.7 ohm.m. Το 26% των μετρήσεων εμπίπτει στα όρια από 17 – 40 ohm.m, το 64.4% των μετρήσεων στα όρια από 41 – 90 ohm.m και το 9.6 % των μετρήσεων στα όρια από 91 – 117 ohm.m. Η μέγιστη τιμή παρατηρείται στην περιοχή της Κοκκινοτριμιθιάς (sounding 66/82) και η ελάχιστη στην περιοχή του χωριού Ακάκι (sounding 114/83).
- Αποτελείται από χοντρόκοκκα έως μεσόκοκκα χαλίκια και άμμο με κατά τόπους φακούς μαργαϊκών υλικών. Στην περιοχή της Κοκκινοτριμιθιάς έχουμε εμφανίσεις ασβεστιτικού ψαμμίτη.

(β) L.C.S

- Παρουσιάζει παρόμοια ανάπτυξη με τον U.P.S, καλύτερα ανεπτυγμένος στο δυτικό μισό της περιοχής, με κάπως μεγαλύτερα πάχη, σχήμα α4 (παράρτημα 1). Υπάρχουν περιοχές στις οποίες οι δύο υπό – υδροφόροι ταυτίζονται (βλέπε τομές) και περιοχές όπου διαιρούνται σε επιμέρους μικρότερα τμήματα.
- Όσον αφορά την βύθιση, είναι βορειοδυτική, πολύ πιο έντονη από του U.P.S ενώ προχωρώντας από νοτιοανατολικά προς βορειοδυτικά αυτή γίνεται ακόμη πιο έντονη, σχήμα β2 (παράρτημα 2). Σε αντίθεση με τον U.P.S κλίση παρατηρείται και στο ανατολικότερο τμήμα της περιοχής. Αξιοσημείωτο είναι και το γεγονός ότι ο υπό – υδροφόρος βρίσκεται εξολοκλήρου πάνω από το

επίπεδο της θάλασσας με εξαίρεση το βορειοδυτικότερο κομμάτι μεταξύ της γεώτρησης BH 118/61 και της βυθοσκοπήσεως 399/73 στο οποίο παρουσιάζει υψόμετρο -10 μέτρα περίπου, βλέπε section 9 σχήμα 6.12.

- Από το διάγραμμα διανομής συχνότητας της τιμής της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης για τον L.C.S, σχήμα 6.23 (β), αυτή παρουσιάζει διακύμανση από τα 15 ohm.m στα 110 ohm.m με μέση τιμή τα 41.3 ohm.m. Το 75.4% των μετρήσεων εμπίπτει στα όρια από 15 – 50 ohm.m και το 24.6 % των μετρήσεων στα όρια από 51 – 110 ohm.
- Αποτελείται από πιο λεπτόκοκκα υλικά από ότι ο U.P.S, κυρίως από εναλλαγές στρωμάτων από χαλίκια, άμμο και ψαμμίτη.

■ **ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ**

Σε αντίθεση με την Δυτική Μεσσαορίας η Κεντρική Μεσσαορία μπορεί να χωριστεί σε τρία (3) βασικά γεωλογικά – υδρογεωλογικά στρώματα τα οποία είναι, ο Newer Clastic Aquifer (N.C.A), το ημιπερατό στρώμα (Semi pervious Layer: Αμμώδες Μάργα, Μαργαϊκός Άμμος, Αμμώδες Άργιλος και Αργιλώδες Άμμος) και το αδιαπέραστο στρώμα (Impervious layer: Μάργα και Άργιλος). Στο νότιο – νοτιοδυτικό τμήμα της περιοχής εμφανίζεται και ένα 4^ο στρώμα που αποτελεί το δεύτερο μεγαλύτερο υδροφόρο της Κεντρικής Μεσσαορίας, ο Older Clastic Aquifer (O.C.A). Πρέπει να σημειωθεί ότι λόγω πολλών και έντονων πλευρικών αλλά και κατακόρυφων λιθολογικών μεταβολών που λαμβάνουν χώρα στην περιοχή, το πιο πάνω υδρογεωλογικό καθεστώς δεν μπορεί να θεωρηθεί πλήρως αξιόπιστο, αλλά αντίθετα πολλά διαφορετικά μοντέλα μπορούν να προταθούν. Για ελαχιστοποίηση του σφάλματος αυτού απαιτείται πυκνό δίκτυο μετρήσεων.

(α) N.C.A

- Παρουσιάζει έντονη μεταβλητότητα στο πάχος του με όρια που κυμαίνονται από τα 5 μέτρα μέχρι και > 100 μέτρα. Αύξηση παρατηρείται στο νότιο - νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής όπως φαίνεται στο α6 (παράρτημα 1) από την διδιάστατη απεικόνιση του πάχους, αλλά και από την τομή έξι (6) σχήμα 6.20. Πρέπει να σημειωθεί ότι το πάχος του υδροφόρου δεν είναι ενιαίο αλλά λόγω της παρουσίας, σε πολλές περιοχές, στρωμάτων ή/και φακών από μαργαϊκά και αργιλικά υλικά, αυτό διαιρείται σε πολλά αποθηκευτικά στρώματα.

- Ο υδροφόρος βυθίζεται βορειοανατολικά με κλίση που αυξάνεται από νοτιοδυτικά προς βορειοανατολικά.
- Από το διάγραμμα διανομής συχνότητας της τιμής της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης για τον N.C.A, σχήμα 6.23 (γ), αυτή παρουσιάζει διακύμανση από τα 11 ohm.m στα 83 ohm.m με μέση τιμή τα 38.9 ohm.m. Το 56% των μετρήσεων εμπίπτει στα όρια από 11 – 40 ohm.m και το 44 % των μετρήσεων στα όρια από 41 – 83 ohm.m. Οι χαμηλότερες τιμές, σε σχέση με τον υδροφόρο της Δυτικής Μεσαορίας, οφείλονται στα μεγαλύτερα ποσοστά αγώγιμων υλικών που περιέχονται στον υδροφόρο καθώς και σε πιο λεπτόκοκκα υλικά.
- Αποτελείται κυρίως από άμμο, χαλίκια και ψαμμίτη με παρουσία μαργαϊκών υλικών, ενώ οι υψηλότερες αντιστάσεις οφείλονται σε παρουσία ασβεστιτικού ψαμμίτη και κροκαλοπαγών.

Όσον αφορά τον **O.C.A**, αυτός εμφανίζεται μόνο στο νοτιοδυτικό τμήμα της περιοχής έρευνας σε βάθος πέραν των 300 μέτρων, βάθος στο οποίο δεν έχουμε καλά αποτελέσματα από βυθοσκοπήσεις και τα μόνο συμπεράσματα που μπορούν να εξαχθούν οφείλονται σε βαθιές γεωτρήσεις. Μια τέτοια γεώτρηση είναι η ΒΗ GR37 στην τομή ένα (σχήμα 6.15), στην οποία φαίνεται ο υδροφόρος στα 330 μέτρα βάθος (με πάχος 130 μέτρα) και αποτελείται από παρόμοια με τον N.C.A υλικά. Τέλος από τις βαθιές γεωτρήσεις της περιοχής βλέπουμε και την ανάπτυξη του **υδροφόρου στους γύψους (Gypsum Aquifer)** του τρίτου 3^{ου} σε σημασία υδροφόρου της Κεντρικής Μεσαορίας. Αυτός έχει πάχος κοντά στα 100 μέτρα και αναπτύσσεται κυρίως στο νοτιοδυτικό τμήμα της περιοχής έρευνας. Λόγω όμως του μικρού αριθμού γεωτρήσεων μεγάλου βάθους, τα συμπεράσματα που αφορούν τους δύο υδροφόρους (O.C.A και Gypsum Aquifer) δεν μπορούν να θεωρηθούν απόλυτα αλλά μόνο προσεγγιστικά. Για καλύτερα αποτελέσματα πρέπει να πραγματοποιηθεί πυκνότερο δίκτυο γεωτρήσεων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

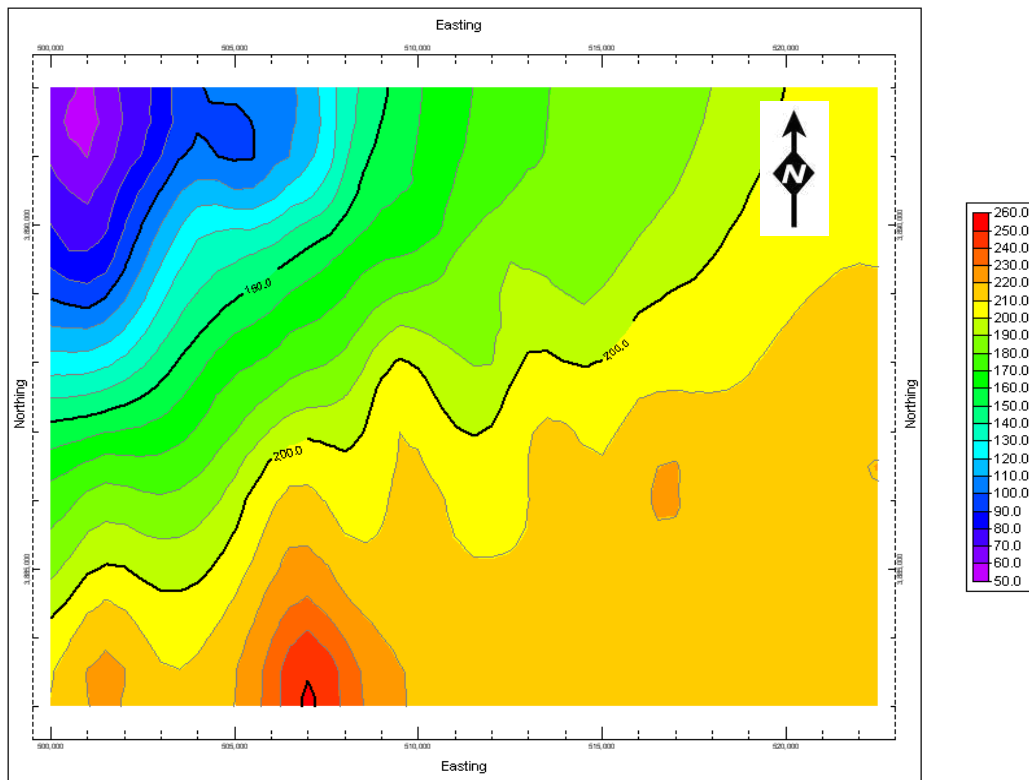
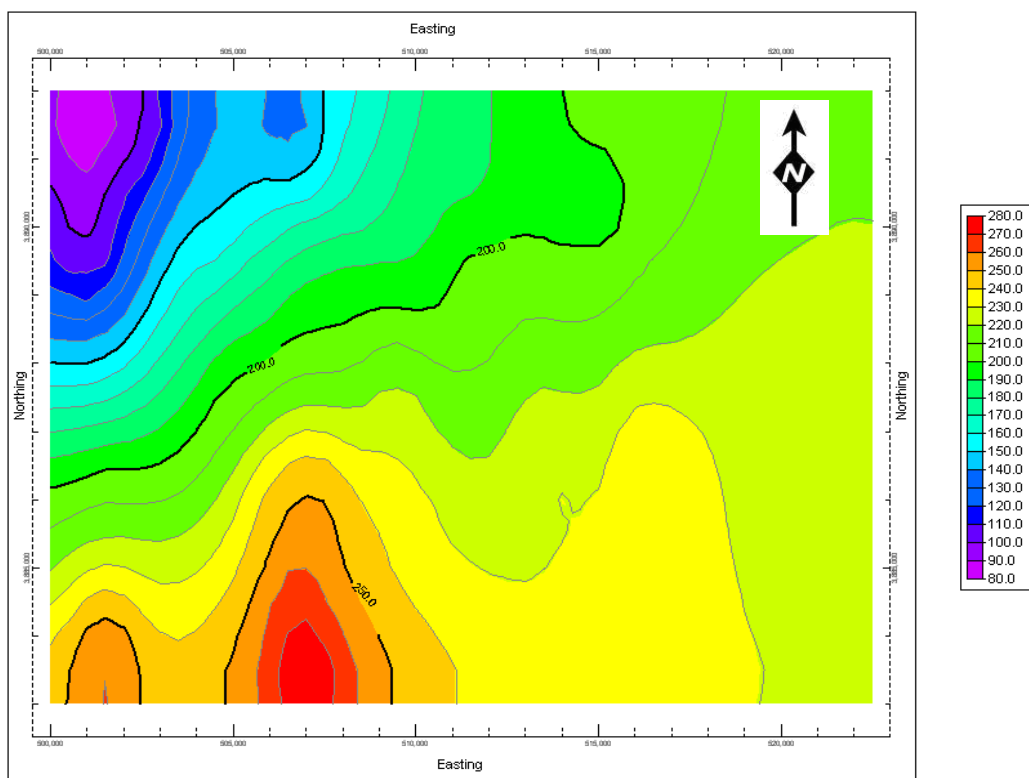
1. Arie and S.L. Zomenis, 1968. Tahal Consulting Engineers LTD, S. Report on the Hydrogeology of Western Mesaoria.
2. Barker, R.D., 1981. The offset system of electrical resistivity sounding and its use with a multicore cable. *Geophysical Prospecting*, v.29, p.128-143.
3. Carpenter, E.W., 1955. Some notes concerning the Wenner configuration. *Geophysical Prospecting*, v.3, p.388 – 402.
4. Carpenter, E.W., and Habberjam, G.M., 1956. A tri – potential method of resistivity prospecting. *Geophysics*, v.21, p. 455 – 469.
5. Flathe, H., 1976. The role of a geologic concept in geophysical research work for solving hydro geological problems. *Geo exploration*, v.14, p. 195 – 206.
6. Gass, I.G. ,1960. The geology and mineral resources of the Dhali area.
7. Schlumberger C., 1920. *Edute sur la prospection electrique du sous – sol*.
8. Sotiris Kramvis, 1987. Application of electrical resistivity in groundwater exploration in Cyprus. Ph.D University of Leicester.
9. Tahal Consulting Engineers LTD, 1968. Preliminary report on the Hydrogeology of Central Mesaoria.
10. Tullstrom H. and Zomenis S.L., 1969. The hydrogeology of Morphou coastal area with special reference to sea water intrusion.
11. U.N.D.P, 1970. Survey of groundwater and mineral resources Cyprus. United National Development Programme, Technical report.
12. Wenner F., 1915. A method of measuring earth – resistivity. *Bull U.S. Bureau Stand.* p. 469 – 478.
13. Wilcox L.V., 1955. Classification and use of irrigation water. U.S. Dept. Agric. Washington D.C.
14. Zomeni S.L., 1977. Hydrogeology of Central Mesaoria (Cyprus). Ph.D University of London.
15. Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης Κύπρου, 1997. Η Γεωλογία της Κύπρου.
16. Βασίλης Κ. Παπαζάχος, 1996. Εισαγωγή στην Εφαρμοσμένη Γεωφυσική.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ

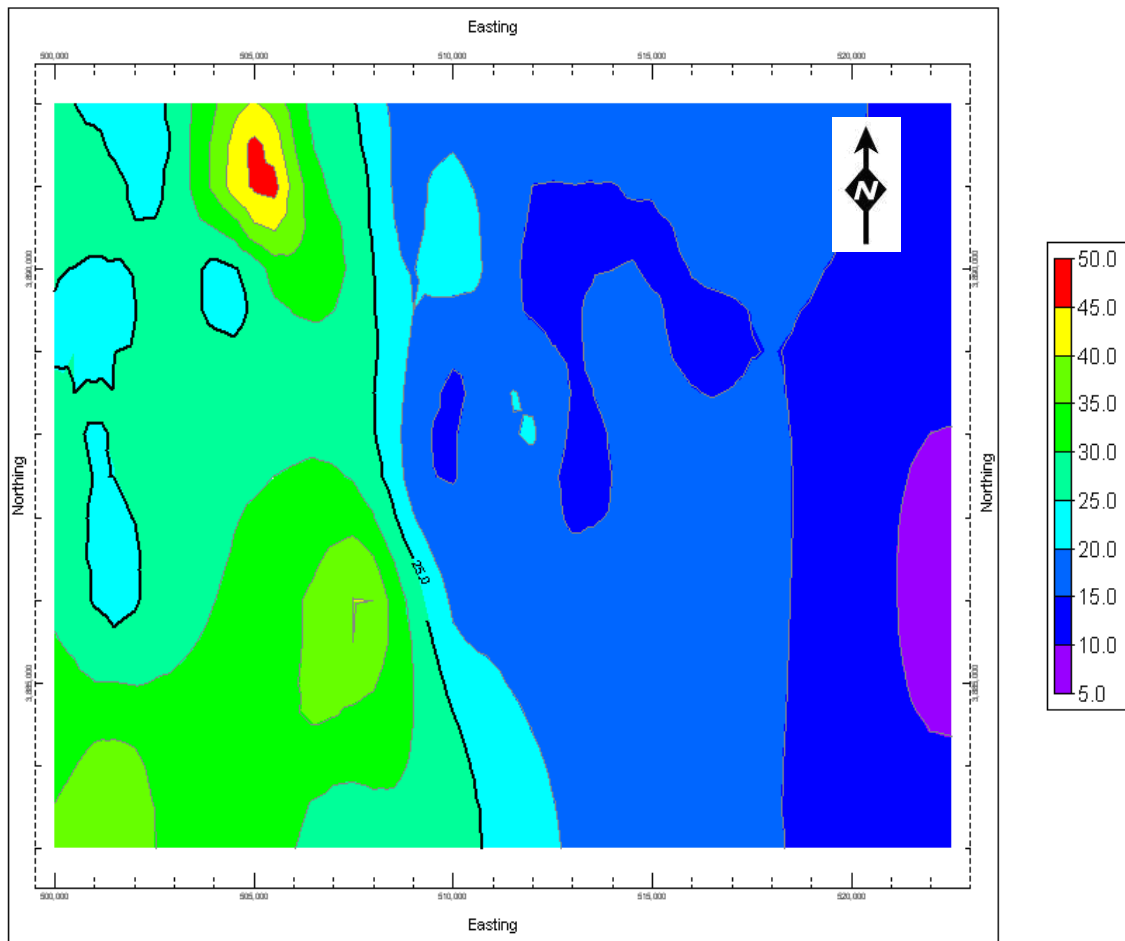
1. Ογδόντα - δύο (82) γεωτρήσεις (σαράντα – δύο (42) στη Δυτική Μεσαορία και σαράντα (40) στη Κεντρική Μεσαορία) που έγιναν από το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης και το United Nations Development Program (U.N.D.P).
2. Εκατό τριάντα οκτώ (138) βυθοσκοπήσεις (ενενήντα (90) στη Δυτική Μεσαορία και σαράντα οκτώ (48) στην Κεντρική Μεσαορία) που έγιναν από τον Δόκτωρ Σωτήρη Κραμβί.
3. Τοπογραφικό υπόβαθρο κλίμακας 1:50,000 και γεωλογικός χάρτης σε κλίμακα 1:250,000 από το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης Κύπρου. Συγκεκριμένα δόθηκαν τα πιο κάτω ψηφιακά στοιχεία σε περιβάλλον **Arc Info software**.

<u>Data Class</u>	<u>Type</u>	<u>Source</u>
Contours50k	polyline	1:50,000 paper maps
Roads50k	polyline	1:50,000 paper maps
Villages50k	polyline	1:50,000 paper maps
Geology250k	polygon	1:250,000 paper map

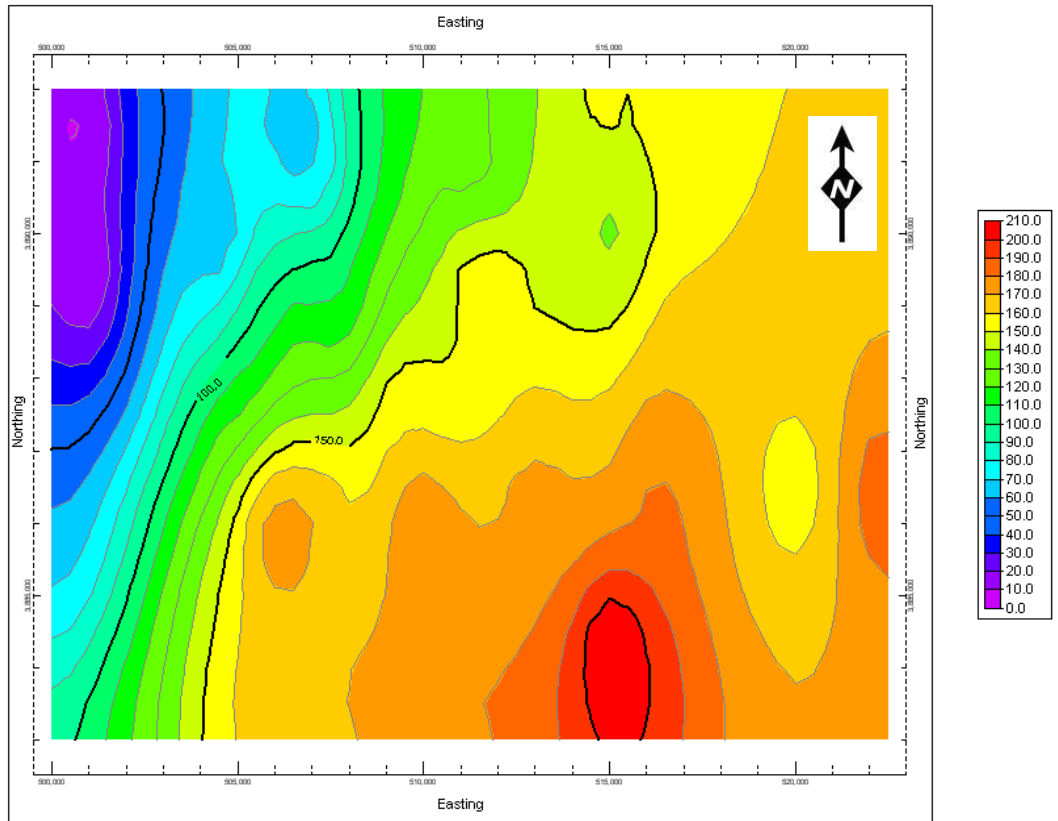
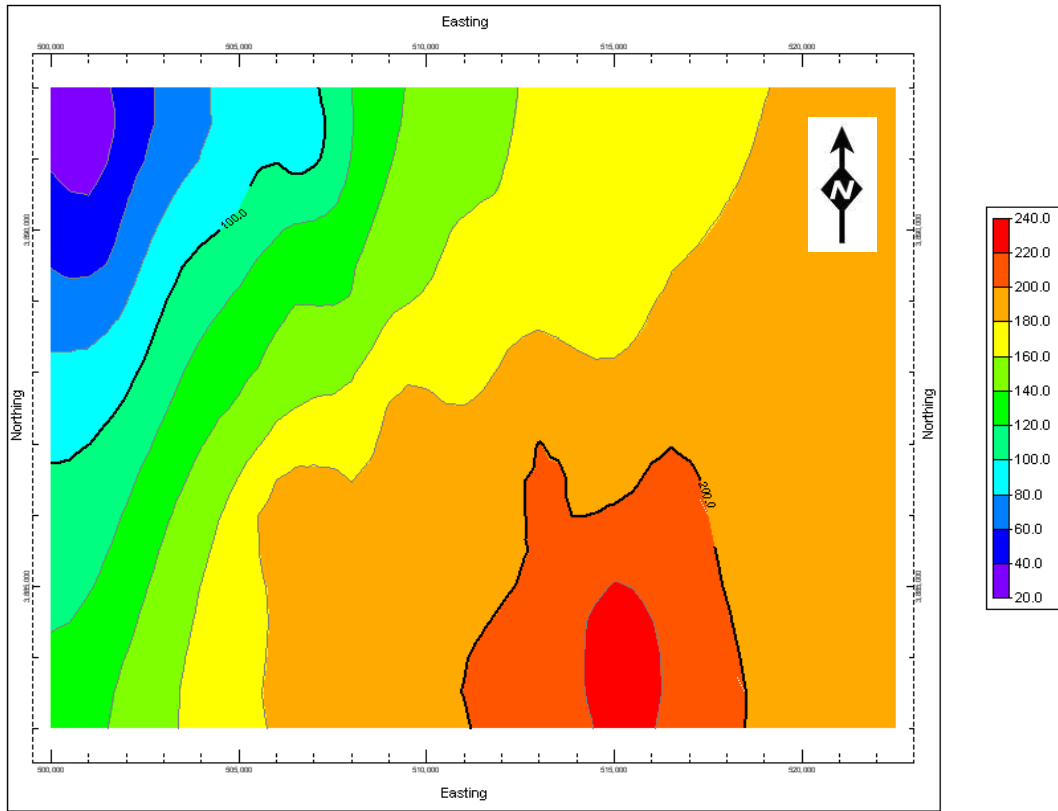
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: Διδιάστατες Απεικονίσεις



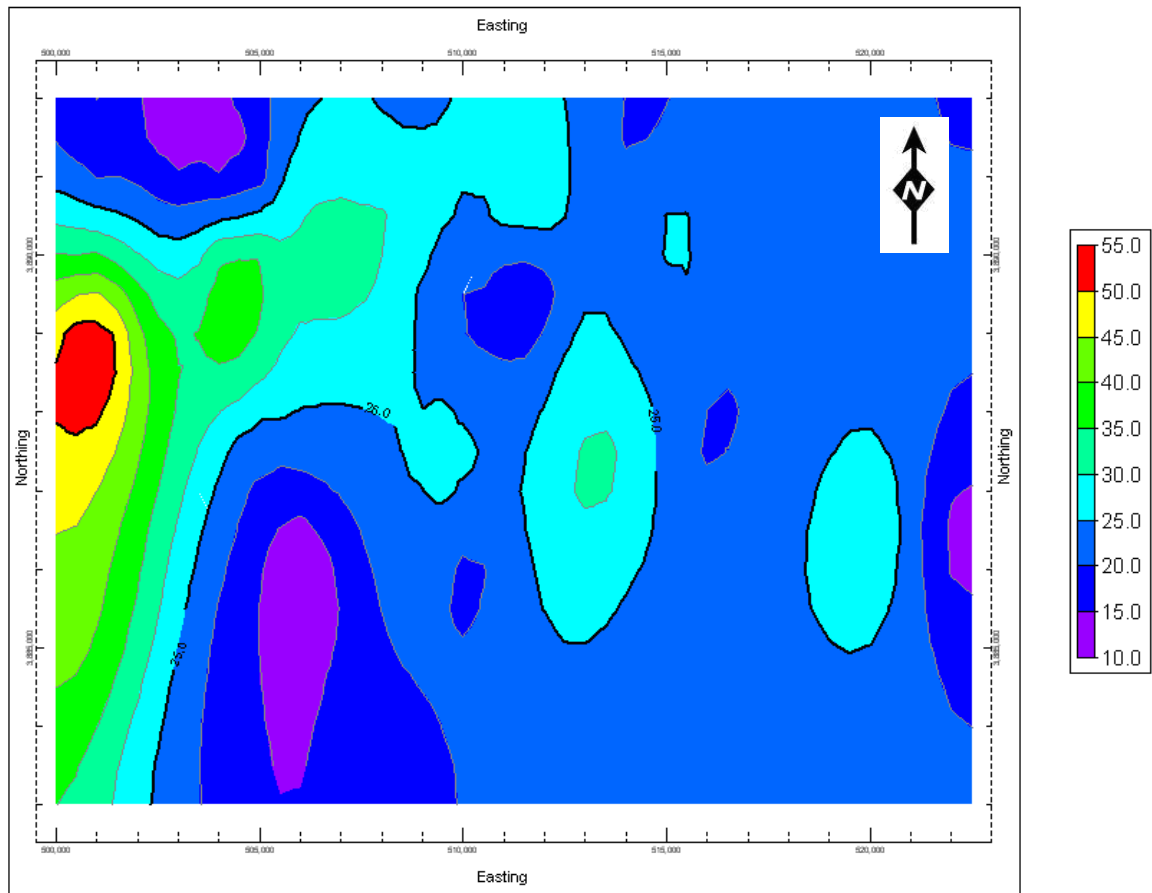
Σχήμα α1: Διδιάστατη απεικόνιση υψομέτρου για την κορυφή (top) το πάνω σχήμα, και την βάση (base) το κάτω σχήμα, του Upper Phreatic Subaquifer (U.P.S) στη Δυτική Μεσαορία. Οι τιμές είναι σε μέτρα.



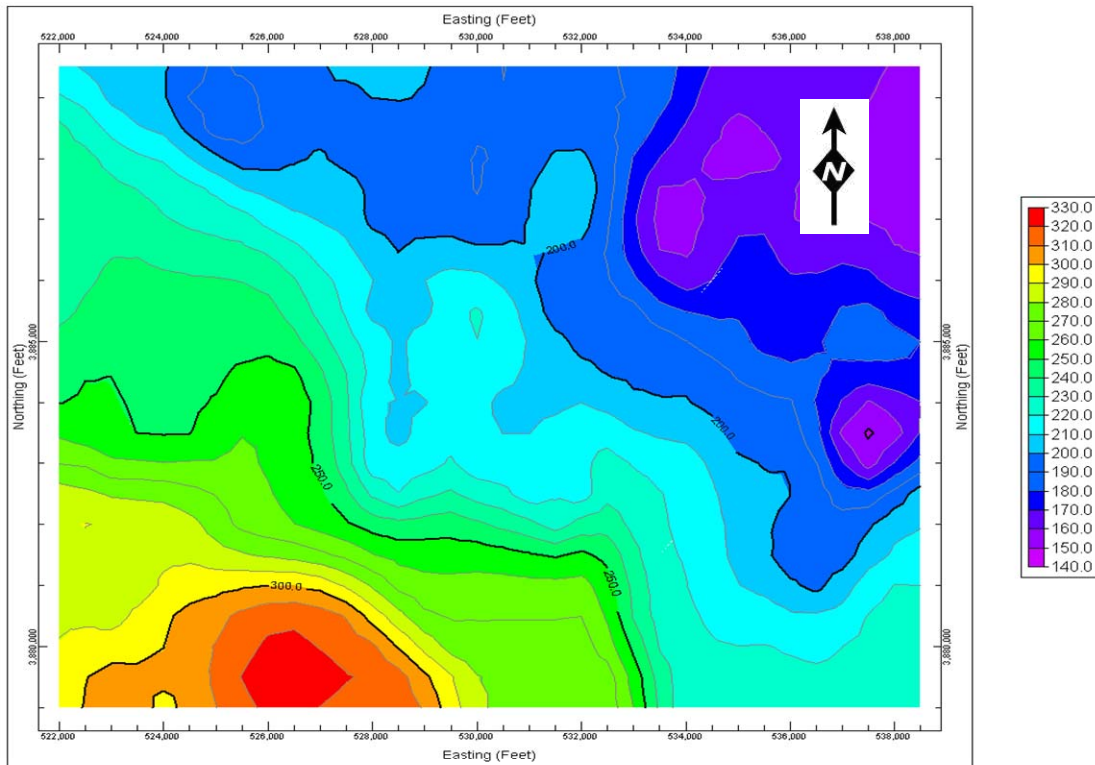
Σχήμα α2: Διδιάστατη απεικόνιση του πάχους του Upper Phreatic Subaquifer (U.P.S) στη Δυτική Μεσσαορία. Οι τιμές είναι σε μέτρα.



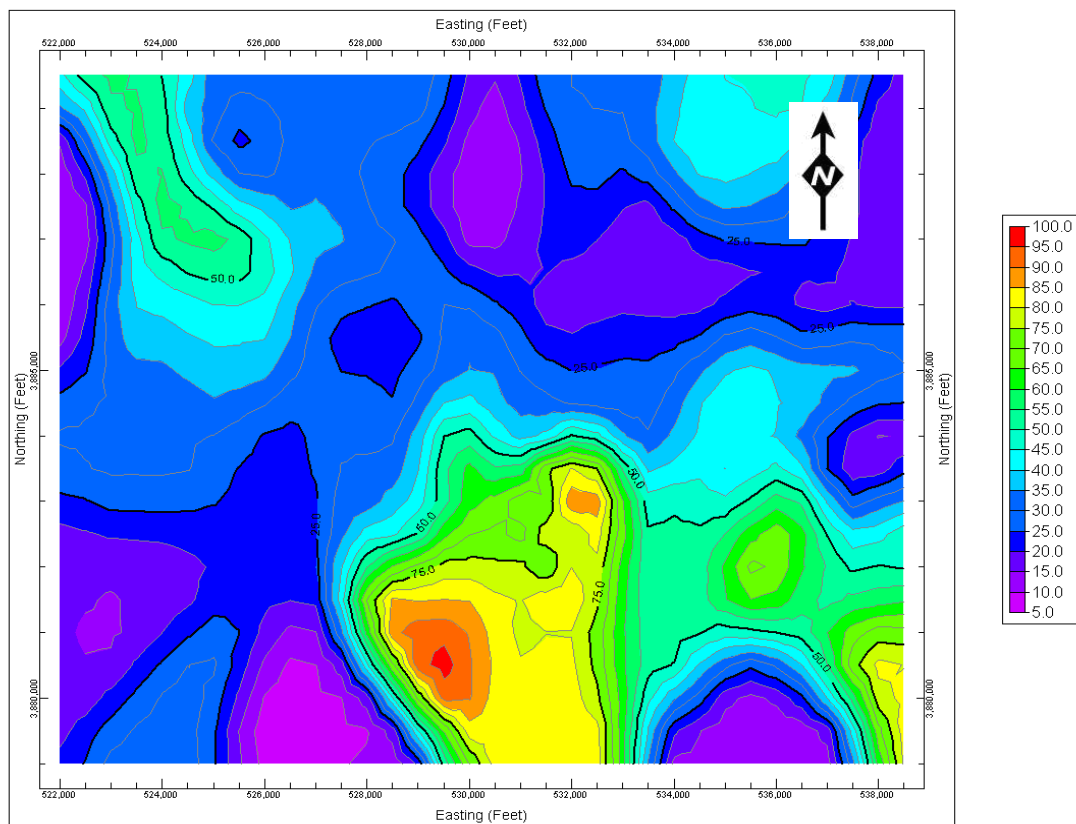
Σχήμα α3: Διδιάστατη απεικόνιση υψομέτρου για την κορυφή (top) το πάνω σχήμα, και την βάση (base) το κάτω σχήμα, του Lower Confined Subaquifer (L.C.S) στη Δυτική Μεσσαρία. Οι τιμές είναι σε μέτρα.



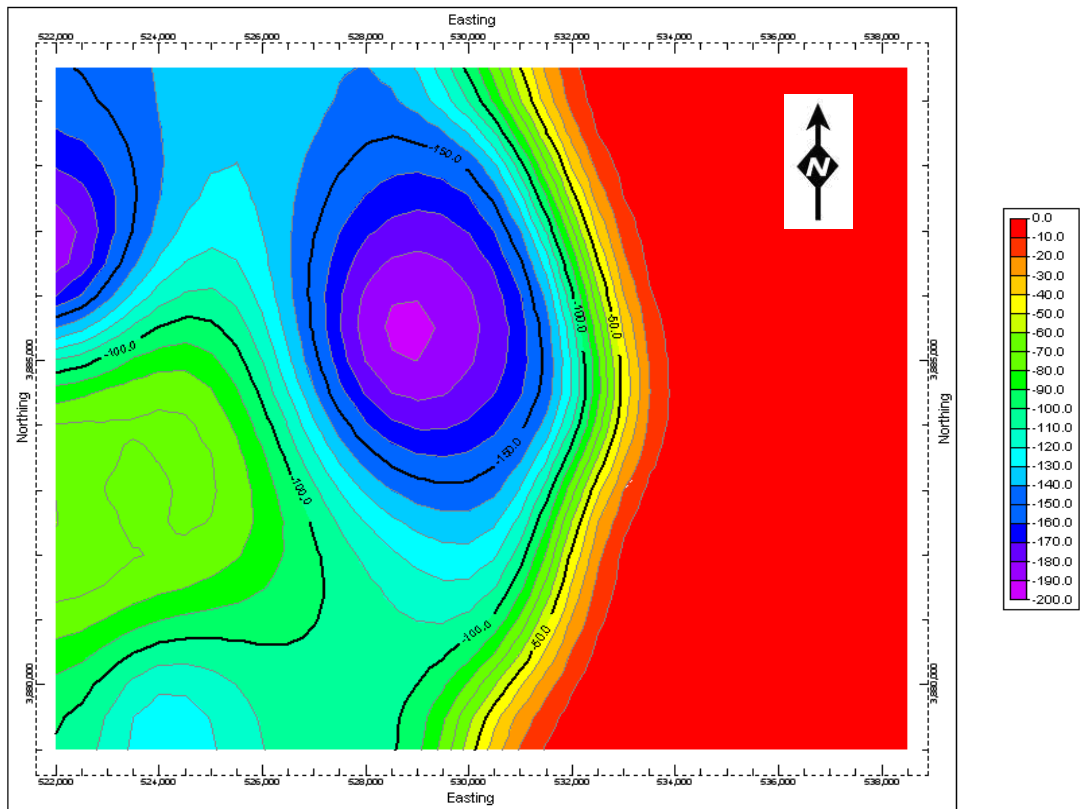
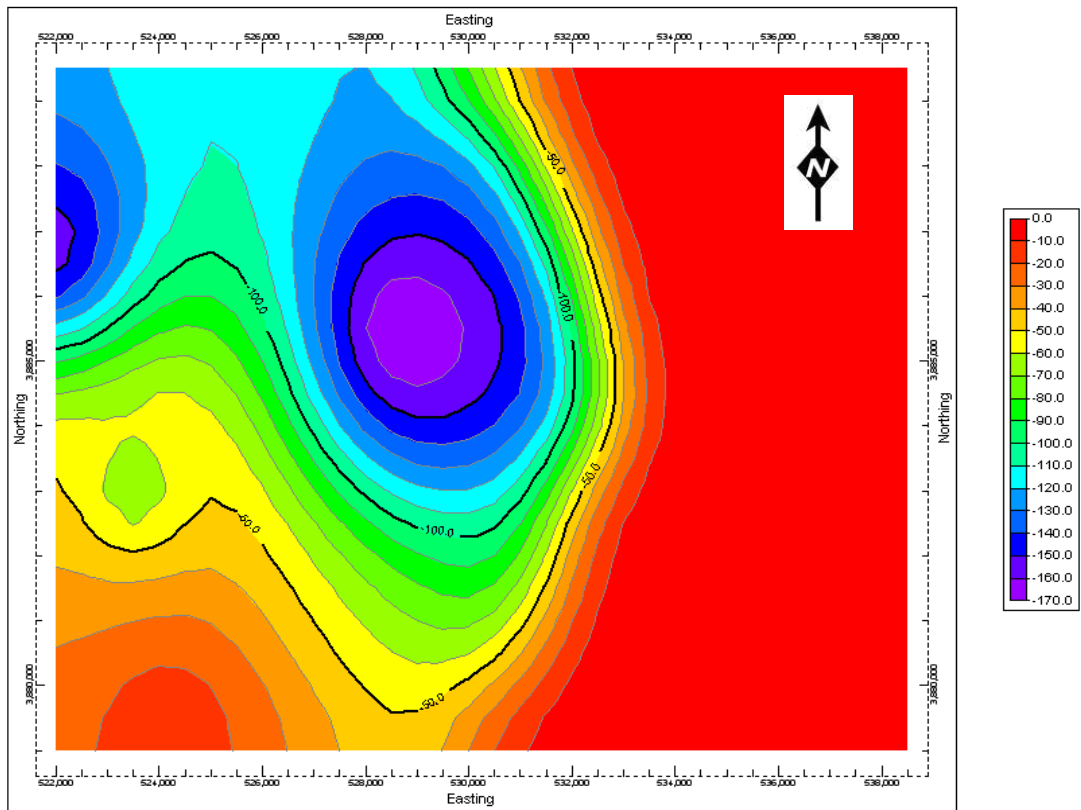
Σχήμα α4: Διδιάστατη απεικόνιση του πάχους του Lower Confined Subaquifer (L.C.S) στη Δυτική Μεσσαορία. Οι τιμές είναι σε μέτρα.



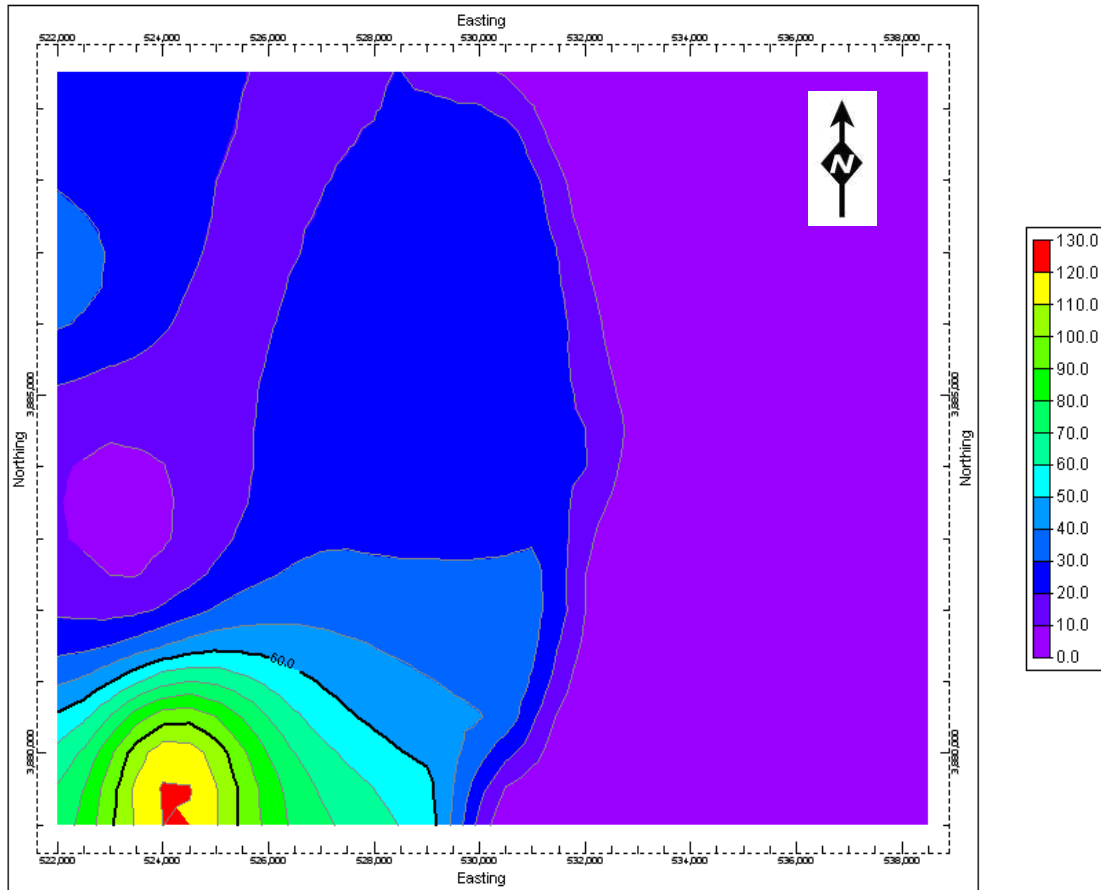
Σχήμα α5: Διδιάστατη απεικόνιση υψομέτρου για την κορυφή (top) του Newer Clastic Aquifer (N.C.A) στη Κεντρική Μεσσαορία. Οι τιμές είναι σε μέτρα.



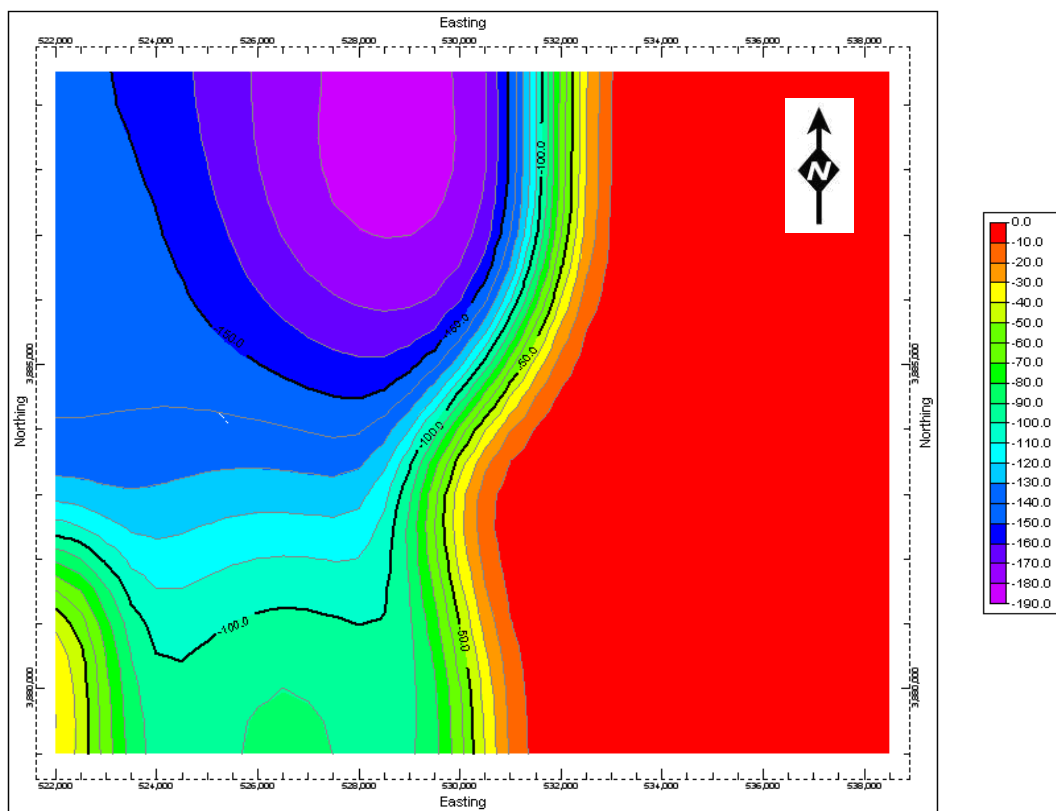
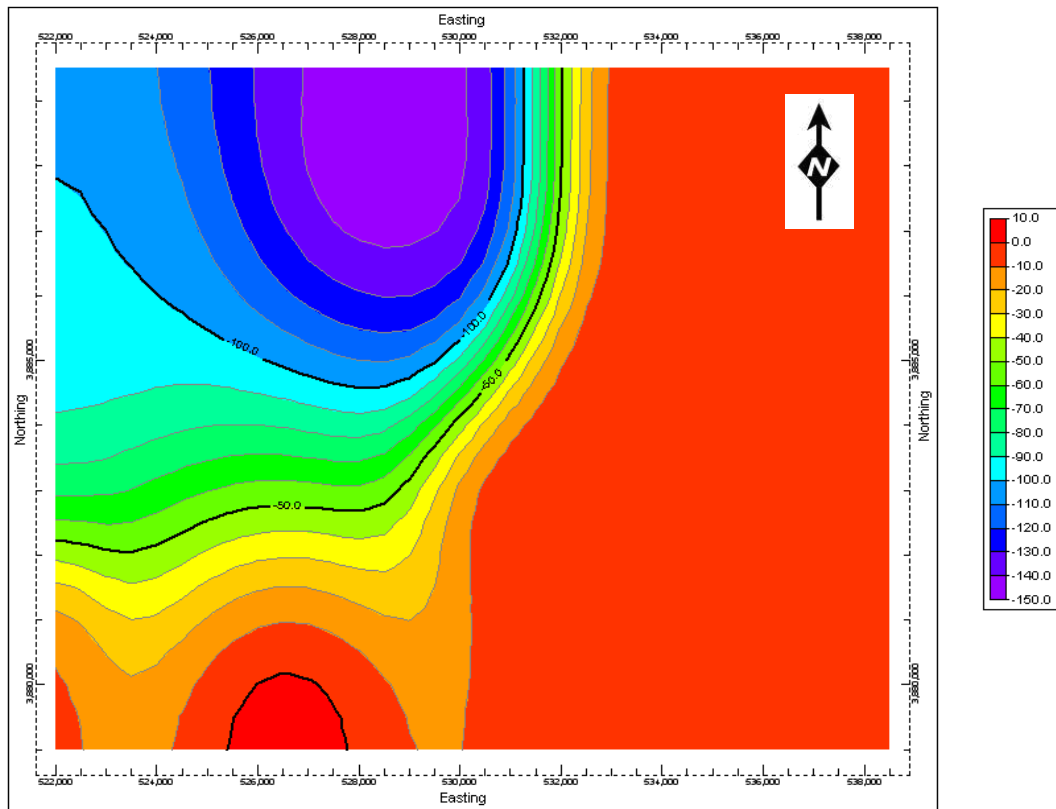
Σχήμα α6: Διδιάστατη απεικόνιση του πάχους του Newer Clastic Aquifer (N.C.A) στη Κεντρική Μεσσαορία. Οι τιμές είναι σε μέτρα.



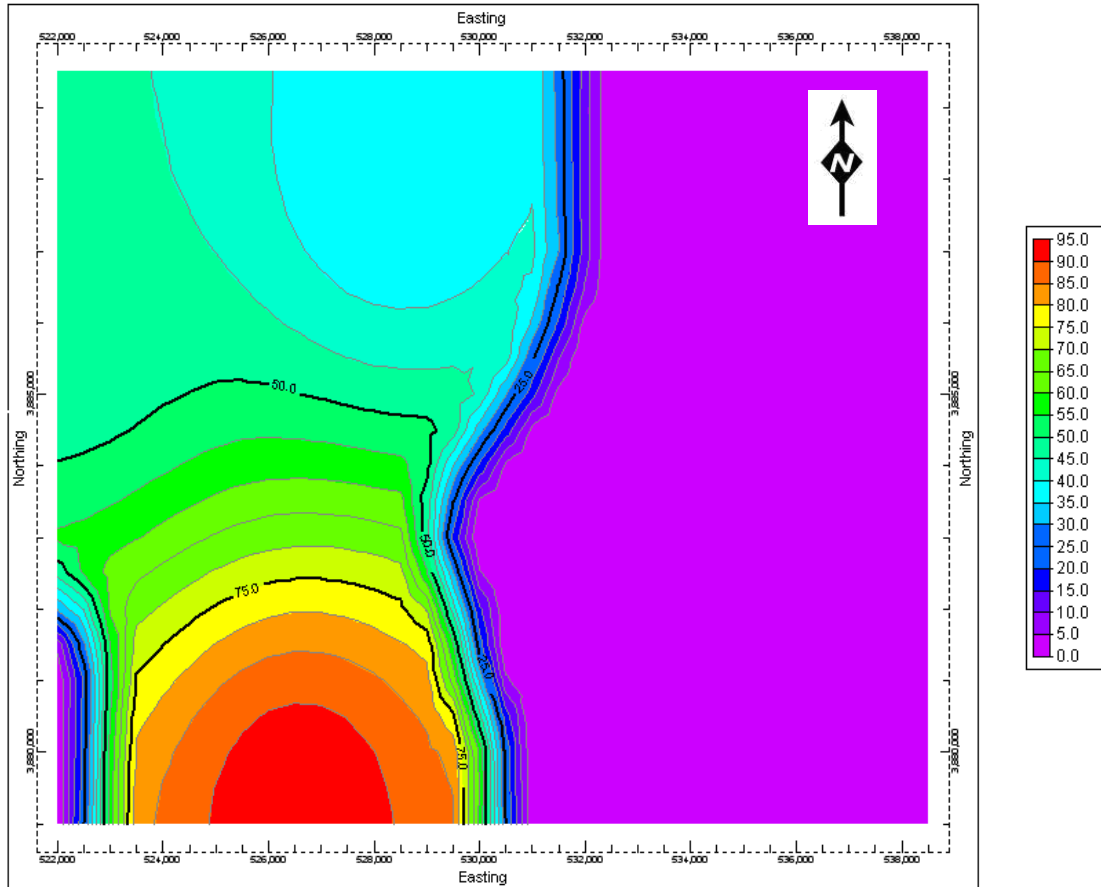
Σχήμα α7: Διδιάστατη απεικόνιση υψομέτρου για την κορυφή (top) το πάνω σχήμα, και την βάση (base) το κάτω σχήμα, του Older Clastic Aquifer (O.C.A) στη Κεντρική Μεσσαορία. Οι τιμές είναι σε μέτρα.



Σχήμα α8: Διδιάστατη απεικόνιση του πάχους του Older Clastic Aquifer (O.C.A) στη Κεντρική Μεσαορία. Οι τιμές είναι σε μέτρα.

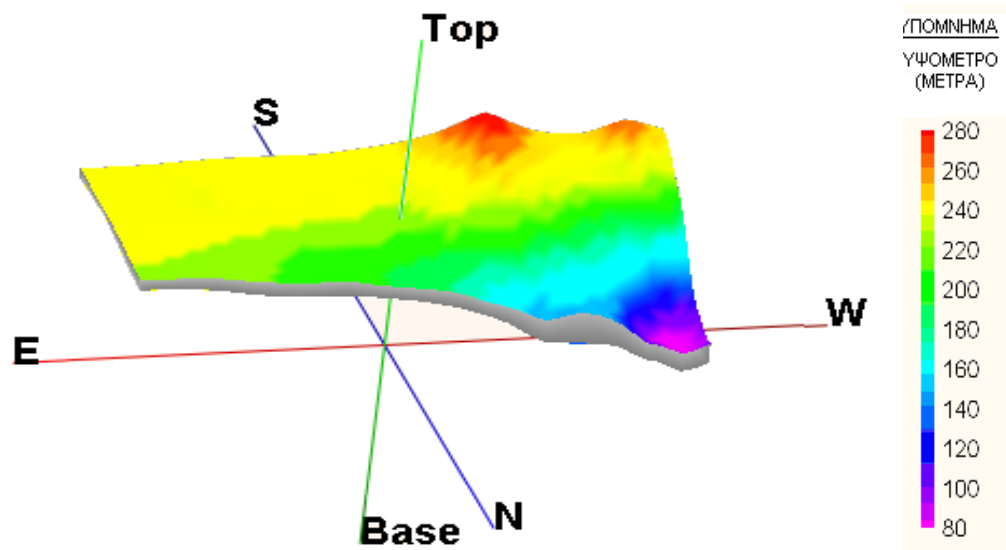


Σχήμα α9: Διδιάστατη απεικόνιση υψομέτρου για την κορυφή (top) το πάνω σχήμα, και την βάση (base) το κάτω σχήμα, του Gypsum Aquifer στη Κεντρική Μεσσαορία. Οι τιμές είναι σε μέτρα.

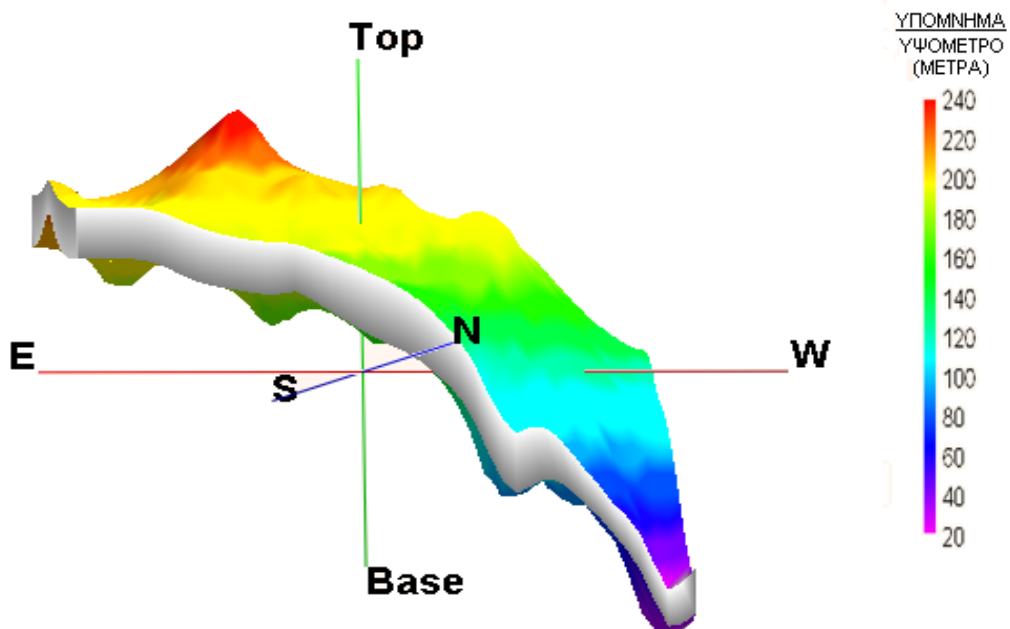


Σχήμα α10: Διδιάστατη απεικόνιση του πάχους του Gypsum Aquifer στη Κεντρική Μεσσαορία. Οι τιμές είναι σε μέτρα.

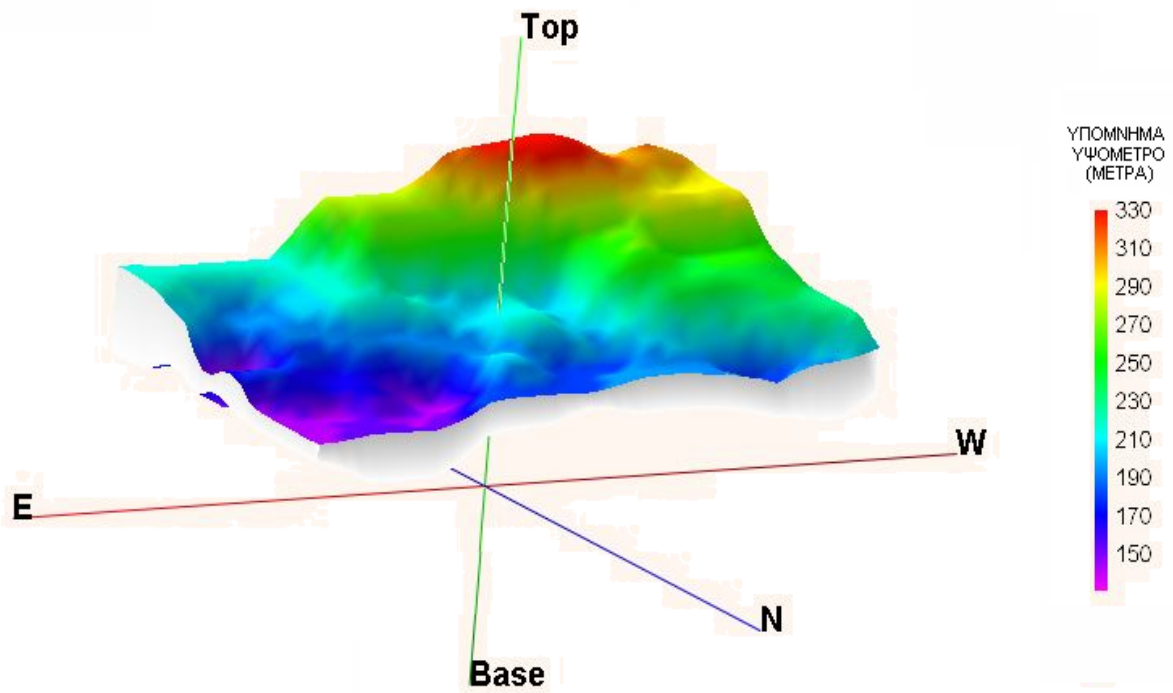
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: Τρισδιάστατες Απεικονίσεις



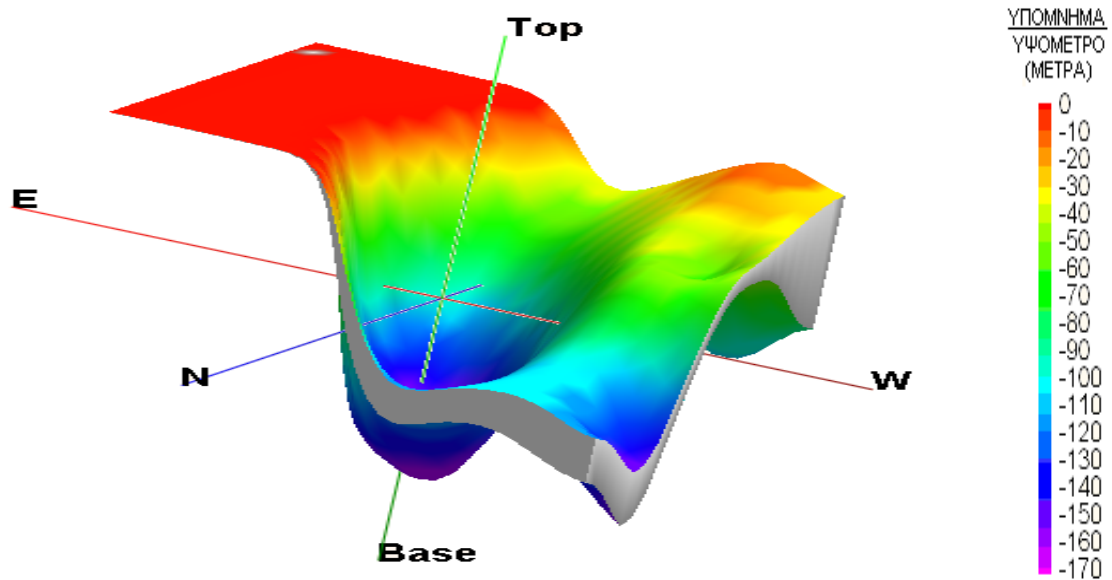
Σχήμα β1: Τρισδιάστατη απεικόνιση του βάθους του Upper Phreatic Subaquifer (U.P.S) στη Δυτική Μεσαορία.



Σχήμα β2: Τρισδιάστατη απεικόνιση του βάθους του Lower Confined Subaquifer (L.C.S) Δυτική Μεσαορία.



Σχήμα β3: Τρισδιάστατη απεικόνιση του βάθους του Newer Clastic Aquifer (N.C.A) στη Κεντρική Μεσαορία.



Σχήμα β4: Τρισδιάστατη απεικόνιση του βάθους του Older Clastic Aquifer (O.C.A) στη Κεντρική Μεσαορία.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3:

Υπολογισμός του Συντελεστή Ανομοιογένειας Αζιμουθίου

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΒΥΘΟΣΚΟΠΗΣΕΩΝ (SCHLUMBERGER)

AB/2 Soundings	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150	200	250	300	400	500	600
194/84 (342°)	38.7	43.5	48.8	52.4	54.8	54.4	54.9	58	56.1	54.9	50.4	41.6	34.8	31.4	28.5	27.3	23.6	22.4	22	21.8	19.6	18.9	17.4	15.1	12.7	11.1	9.5
194/84 (76°)	39.6	44.4	46.5	48.8	57.9	65.7	67.2	71.6	70.1	66.8	54.4	42.6	36.7	33.3	29.2	27.2	22.3	21.6	21.3	21.4	20.4	20.1	18.8	17.2	14	12.6	10.4
195/84 (29°)	16.5	17.1	16.9	16.9	17	15.7	15.1	14.5	13.6	13	14	12.9	12.4	12	12.6	13.3	14.1	15.2	15.9	17.3	19.5	19.3	18.6	11.9	9.5	9	7.6
195/84 (110°)	13.4	14.9	18.1	18.3	19.9	19	16.9	15.6	12.1	11.2	10.8	11.5	12.3	13.2	14	15.6	16.9	17.8	18.1	17.6	16.7	15.6	14.4	13.8	11.8	10.8	10.6
196/84 (27°)	36.8	41.8	47.6	51.5	49.4	50.1	46	40	31	28.1	27.6	14.6	10.2	8	7.4	7.6	7.8	8.8	9.3	9.7	11.4	12	11.4	11.9	10.8	9.9	8.7
196/84 (97°)	37.1	40.9	43.3	40.6	42.3	41.9	41.9	37.4	30.9	25.9	28.1	16.5	11	8.7	8.1	8.2	9.6	10.8	10.6	11.7	12.4	13.1	13	13.5	12.2	11.7	10
198/84 (103°)	34.1	36	38.4	39.9	42.7	44	43.2	38.6	34.6	31.5	28.6	22.1	21.9	21	19.8	19.3	19.6	19.4	19.1	18.5	19.4	17.4	15.7	13.7	10.6	9.2	8.1
198/84 (360°)	33.8	36	35.1	34.9	33.7	32.2	30.4	28.7	27.5	24.6	27	23.1	21.2	20.1	18.7	18	21	21	21	21	20.2	17.6	15.4	13.5	10	9.1	8.1
199/84 (349°)	14.1	18.5	22.5	25.7	30.6	34.9	37.9	40.4	44.1	46.4	54.6	54.7	50	43.8	33.8	25.4	20.9	18.6	18.9	16.6	15.8	13.6	12.5	11.8	11.2	10.7	9.7
199/84 (77°)	13.4	12.9	15.8	18.5	23	28.2	30.5	33.4	38.5	37.8	70.2	66.6	61	51.7	39.3	29.3	17	14.4	14.4	13.6	13.3	12.1	11.9	12.2	11.8	11.1	9.4
131/82 (55°)	81	71.3	72	71.5	73.3	67.9	66	56	52	48.7	36.2	34.4	32.7	31.1	26.7	25.1	19.7	19.3	16.3	16.3	16.3	17.4	18.8	18.8	18.5	17.3	12.9
131/82 (325°)	69.8	67.6	62.2	59.7	55.5	49.3	45.9	38.4	35.2	34.4	35.1	30.9	29.7	28.4	25.5	22.5	19.9	17.7	16.8	16.9	16.6	17.3	16.6	17.7	18.1	17.1	15
190/84 (103°)	26.9	28.2	30.7	32.7	34.7	36.3	40.1	43.6	46.7	49.4	60.2	66.9	62.2	61.7	51.6	44.3	38	33.5	28.8	25.2	18.6	16.6	14.9	15.5	13.5	12.5	11.2
190/84 (16°)	33.5	33.9	36.8	40.6	44.2	44.1	44.5	43.2	42.4	45	44.5	46.9	48.4	48.3	46.8	38.3	36.9	31.8	29.6	26	20.9	17.4	15.4	15.2	13.4	12.4	10.7
197/84 (159°)	60	60.9	63.9	64.1	65.8	63.6	59	47.6	43.3	39.3	33.5	24.5	20.6	18.3	14.3	13.9	11.7	11.9	12.5	12.6	16.4	14.3	13.3	11.3	8.6	7.7	6.7
197/84 (87°)	56.8	58.4	63.7	68.2	68.8	69	66.1	61	54.6	52.4	42.4	33	27.6	24.4	19.7	17.6	15.1	14.2	13.2	12.1	16.9	15	13	10.8	8.8	8.1	7
117/82 (61°)	34.7	35.6	42.2	46.5	58.9	62.5	68.2	69.8	76.7	77.9	68.4	71.5	63.7	57.2	48.3	39.6	29	23.4	19.9	18.7	18	17.5	17.1	16.5	15.3	13.6	12.5
117/82 (351°)	32.7	34.1	40.1	39.3	42.7	47.3	51.7	57.4	59.9	62.7	67.7	62.8	56.7	50.1	46.2	41.6	35.8	27.3	22.7	20.9	19.9	19.3	19.1	17.9	16.4	14.9	13.5
129/82 (317°)	49.7	52.4	56.3	60.8	66.1	69.2	71.8	75.2	81.7	88.6	87.3	80.9	74.1	63.2	53.5	49	43	36.6	31.5	28.5	23.3	19.3	17.1	16.8	14.9	13.3	11.8
129/82 (65°)	47.7	51.8	58.6	63.3	73.6	76.9	79.4	81.8	82.9	85.7	74.4	66.9	63.9	59.5	54.6	54.9	48.9	44.1	40.3	30.3	24	20.4	19.4	15.5	14.3	12.8	11.8
139/82 (355°)	45.2	43.2	47.1	49.7	47.2	51.2	57.7	62.8	67.3	71.4	78	82.7	79.1	76.1	70.7	65.1	52.8	43.5	34.3	31.6	26	20.2	15.2	13.5	10	8.1	7
139/82 (91°)	47.7	43.5	45	46.6	48.8	51.7	58.7	63	74.8	78.7	73.5	75.6	77.3	71.8	69	68	69.6	57	47.5	36.9	26.4	19.5	15.6	12.3	9.8	7.4	6.2
146/84 (79°)	98.2	105	118	131	127	129	129	116	105	95.8	90.7	72.2	58.7	46.8	37.7	30.9	27.5	23.5	20.3	18.5	17	16.9	16.2	16.6	15.1	13.6	12
146/84 (350°)	108	135	155	171	202	209	206	167	154	139	89.4	65.6	51.9	45.1	36.4	32.3	27	21.9	19	16.7	16.8	17.2	17.2	17.6	15.6	13.4	11.2
191/84 (163°)	96.5	118	125	132	135	134	130	119	115	110	105	98.6	87.6	76.2	53.1	44.1	40	29.2	22.4	19.2	18.5	18.2	19.1	18.2	20.2	17.2	14.9
191/84 (73°)	102	115	127	136	138	136	130	129	98	100	99.8	87.7	78.1	66.9	57	46.5	38.3	27.5	21.4	17.7	18.1	15.9	14.8	15	12.5	11.5	9.5
192/84 (133°)	36.2	33.1	33.8	34.2	36	39.3	42.9	46.4	49	51.7	49.9	50	48.8	44.9	35.8	32.2	27.1	20.8	18.1	17.1	15.8	15.2	16.2	15.1	12.1	11.9	10.7
192/84 (40°)	43.5	36.7	34.6	33.2	34.7	35.8	37.7	40	41.5	45.9	49.7	52.1	50.8	46.8	39	33.2	30.2	22.9	20.2	19.4	17.7	17.5	17.6	16.5	15.3	14.6	13.3
119/82 (90°)	40	35.6	38.8	42.7	46.7	49.1	53.1	58.4	62.1	63.7	62.8	65.3	66.5	62.9	56.7	53.5	52.1	41.3	34.3	26	20.9	18	17.6	16.6	14.6	13.1	11.5
119/82 (360°)	31.2	32.7	36.2	40	45.6	50.5	52.7	58.8	63	64.8	64.6	66.7	64.5	61	54.9	50.9	47.7	39.1	32.8	26.4	21.3	18.6	17.7	16.7	14.8	13.3	11.4

Μέσος όρος ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης (ρ_m)

AB/2 →	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150	200	250	300	400	500	600
ρ_m (1)*	39	44	48	51	56	60	61	65	63	61	52	42	36	32	29	27	23	22	22	22	20	20	18	16	13	12	10
ρ_m (2)*	15	16	18	18	18	17	16	15	13	12	12	12	12	13	13	14	16	17	17	17	18	17	17	13	11	9.9	9.1
ρ_m (3)*	37	41	45	46	46	46	44	39	31	27	28	16	11	8.4	7.8	7.9	8.7	9.8	10	11	12	13	12	13	12	11	9.4
ρ_m (4)*	34	36	37	37	38	38	37	34	31	28	28	23	22	21	19	19	20	20	20	20	20	18	16	14	10	9.2	8.1
ρ_m (5)*	14	16	19	22	27	32	34	37	41	42	62	61	56	48	37	27	19	17	17	15	15	13	12	12	12	11	9.6
ρ_m (6)*	75	69	67	66	64	59	56	47	44	42	36	33	31	30	26	24	20	19	17	17	16	17	18	18	18	17	14
ρ_m (7)*	30	31	34	37	39	40	42	43	45	47	52	57	55	55	49	41	37	33	29	26	20	17	15	15	13	12	11
ρ_m (8)*	58	60	64	66	67	66	63	54	49	46	38	29	24	21	17	16	13	13	13	12	17	15	13	11	8.7	7.9	6.9
ρ_m (9)*	34	35	41	43	51	55	60	64	68	70	68	67	60	54	47	41	32	25	21	20	19	18	18	17	16	14	13
ρ_m (10)*	49	52	57	62	70	73	76	79	82	87	81	74	69	61	54	52	46	40	36	29	24	20	18	16	15	13	12
ρ_m (11)*	46	43	46	48	48	51	58	63	71	75	76	79	78	74	70	67	61	50	41	34	26	20	15	13	9.9	7.8	6.6
ρ_m (12)*	103	120	136	151	164	169	168	142	129	118	90	69	55	46	37	32	27	23	20	18	17	17	17	17	15	14	12
ρ_m (13)*	99	116	126	134	136	135	130	124	106	105	103	93	83	72	55	45	39	28	22	18	18	17	17	17	16	14	12
ρ_m (14)*	40	35	34	34	35	38	40	43	45	49	50	51	50	46	37	33	29	22	19	18	17	16	17	16	14	13	12
ρ_m (15)*	36	34	38	41	46	50	53	59	63	64	64	66	66	62	56	52	50	40	34	26	21	18	18	17	15	13	11

$$\rho_m = \frac{(\rho_a + \rho_b)}{2}$$

$\rho_a, \rho_b =$ Ειδικές ηλεκτρικές αντιστάσεις σε δύο κάθετες τομές

(* Οι αριθμοί στις παρενθέσεις αναφέρονται στις βυθοσκοπήσεις του πίνακα τις προηγούμενης σελίδας. Πχ το (1) για τις βυθοσκοπήσεις 194/84, το (2) για τις βυθοσκοπήσεις 195/84, το (3) για τις βυθοσκοπήσεις 196/84 κτλ.

Λόγος ανομοιογένειας αζιμουθίου (I)

AB/2 →	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150	200	250	300	400	500	600	
I (1)**	-0	-0	0	0.1	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0	-0.1	-0.1	-0	0	0.1	0	0	0	-0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	
I (2)**	0.2	0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0	0.2	0.2	0.3	-0.1	-0.2	-0.2	-0.3	
I (3)**	-0	0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0	0.1	-0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1	
I (4)**	0	0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	-0	0	0	0.1	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0	-0	0	0	0.1	0	0	
I (5)**	0.1	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0	-0	-0.1	-0	0	
I (6)**	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0	0.1	0.1	0.1	0	0.1	-0	0.1	-0	-0	-0	0	0.1	0.1	0	0	-0.2	
I (7)**	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	0	0.1	0.1	0.3	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0	0.1	-0	-0	-0.1	-0	-0	0	0	0	0	
I (8)**	0.1	0	0	-0.1	-0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2	-0.3	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.3	-0.2	-0.1	0	-0	-0	-0	0	0	-0	-0.1	-0
I (9)**	0.1	0	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0	0.1	0.1	0.1	0	-0	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	
I (10)**	0	0	-0	-0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0	0	0.2	0.2	0.1	0.1	-0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2	-0.1	-0	-0.1	-0.1	-0.1	0.1	0	0	0
I (11)**	-0.1	-0	0	0.1	-0	-0	-0	-0	-0.1	-0.1	0.1	0.1	0	0.1	0	-0	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0	0	-0	0.1	0	0.1	0.1	
I (12)**	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	0	0.1	0.1	0	0	-0	0	0.1	0.1	0.1	0	-0	-0.1	-0.1	-0	0	0.1	
I (13)**	-0.1	0	-0	-0	-0	-0	-0	-0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	-0.1	-0.1	0	0.1	0	0.1	0	0.1	0.3	0.2	0.5	0.4	0.4	
I (14)**	-0.2	-0.1	-0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0	-0	-0	-0	-0.1	-0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2
I (15)**	0.2	0.1	0.1	0.1	0	-0	0	-0	-0	-0	-0	-0	0	0	0	0	0.1	0.1	0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	0	

$$I = \frac{\rho_\alpha - \rho_\beta}{\rho_m}$$

$$R.M.S(I) = \sqrt{\frac{\sum I^2}{n}}$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0.11	0.16	0.13	0.14	0.20	0.18	0.16	0.17	0.15	0.10	0.12	0.22	0.17	0.12	0.06

(** Οι αριθμοί στις παρενθέσεις αναφέρονται στις βυθοσκοπήσεις του πίνακα τις πρώτης σελίδας. Πχ το (1) για τις βυθοσκοπήσεις 194/84, το (2) για τις βυθοσκοπήσεις 195/84, το (3) για τις βυθοσκοπήσεις 196/84 κτλ.)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4:

Υπολογισμός της Πλευρικής Μεταβολής της Ειδικής Αντίστασης

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ OFFSET WENNER

			1	1.5	2	3	4	6	8	12	16	24	32	48	64	96	128	160	192	256
114/82	Offset Wenner σε ohm	R1	3.89	2.57	2.25	1.788	1.269	1.008	0.81	0.41	0.279	0.147	0.088	0.059	0.04	0.025	0.018	0.015	0.012	0.008
		R2	2.95	1.951	1.45	1.122	0.957	0.731	0.51	0.32	0.209	0.135	0.086	0.046	0.036	0.023	0.017	0.012	0.01	0.007
		RD	3.42	2.261	1.85	1.455	1.113	0.87	0.66	0.365	0.244	0.141	0.087	0.053	0.038	0.024	0.018	0.014	0.011	0.008
	Apparent resistivity (ohm.m)		21.48	21.29	23.25	27.43	27.97	32.78	33.18	27.52	24.52	21.3	17.47	15.89	15.28	14.38	14.27	13.73	13.46	12.29
	Offset Error %		27.49	27.38	43.24	45.77	28.03	31.86	45.45	24.66	28.69	8.153	1.611	25.1	10.53	11.32	3.944	19.98	12.45	12.04
158/82	Offset Wenner σε ohm	R1	2.66	1.813	1.486	1.252	1.266	1.125	0.703	0.346	0.229	0.13	0.087	0.054	0.039	0.025	0.017	0.013	0.011	0.007
		R2	2.34	1.726	1.501	1.412	1.198	0.795	0.698	0.51	0.253	0.12	0.077	0.049	0.036	0.024	0.016	0.012	0.009	0.006
		RD	2.5	1.77	1.494	1.332	1.232	0.96	0.701	0.428	0.241	0.125	0.082	0.052	0.038	0.024	0.016	0.013	0.01	0.007
	Apparent resistivity (ohm.m)		15.7	16.67	18.77	25.11	30.96	36.19	35.21	32.27	24.22	18.86	16.44	15.55	15.16	14.74	13.2	12.61	12.24	11.03
	Offset Error %		12.8	4.917	-1	-12	5.519	34.38	0.714	-38.3	-9.96	8.327	12.71	10.87	8.488	2.045	11.08	9.88	17.73	11.37
161/82	Offset Wenner σε ohm	R1	4.79	2.59	2.3	1.477	1.039	0.659	0.437	0.198	0.139	0.089	0.071	0.053	0.042	0.029	0.022	0.016	0.011	0.007
		R2	6	4.22	2.78	1.802	1.323	0.732	0.455	0.237	0.163	0.108	0.085	0.069	0.055	0.031	0.021	0.015	0.013	0.008
		RD	5.395	3.405	2.54	1.64	1.181	0.696	0.446	0.217	0.151	0.098	0.078	0.061	0.048	0.03	0.021	0.016	0.012	0.008
	Apparent resistivity (ohm.m)		33.88	32.08	31.93	30.9	29.68	26.22	22.42	16.4	15.2	14.85	15.64	18.41	19.44	18.12	17.13	15.63	13.9	12.15
	Offset Error %		-22.4	-47.9	-18.9	-19.8	-24	-10.5	-4.04	-18	-16	-19.8	-17.2	-26.4	-27.9	-6.99	6.573	4.436	-17.4	-14.7
3183	Offset Wenner σε ohm	R1	15.28	9.69	6.75	3.69	2.33	1.213	0.835	0.418	0.281	0.118	0.065	0.041	0.036	0.024	0.018	0.013	0.01	0.007
		R2	15.64	9.42	5.61	2.85	1.863	1.167	0.86	0.356	0.158	0.087	0.066	0.042	0.03	0.024	0.016	0.012	0.009	0.006
		RD	15.46	9.555	6.18	3.27	2.097	1.19	0.848	0.387	0.219	0.103	0.066	0.042	0.033	0.024	0.017	0.013	0.01	0.006
	Apparent resistivity (ohm.m)		97.1	90	77.7	61.6	52.7	44.9	42.6	29.2	22.1	15.5	13.2	12.5	13.2	14.4	13.6	12.7	11.5	10.1
	Offset Error %		-2.33	2.826	18.45	25.69	22.28	3.866	-2.95	16.02	56.09	29.55	-1.06	-2.65	16.08	-0.84	17.27	10.38	6.519	13.89

			1	1.5	2	3	4	6	8	12	16	24	32	48	64	96	128	160	192	256
194/84 Azimuth 77	Offset Wenner σε ohm	R1	6.91	5.36	4	2.57	2.08	1.536	1.028	0.558	0.34	0.164	0.114	0.07	0.05	0.033	0.024	0.018	0.014	0.009
		R2	6.52	4.32	3.89	3.05	2.27	1.449	1.044	0.55	0.328	0.158	0.109	0.066	0.049	0.032	0.023	0.018	0.014	0.009
		RD	6.715	4.84	3.945	2.81	2.175	1.493	1.036	0.554	0.334	0.161	0.111	0.068	0.05	0.033	0.024	0.018	0.014	0.009
	Apparent resistivity (ohm.m)		42.17	45.59	49.59	52.97	54.66	56.27	52.08	41.77	33.57	24.32	22.33	20.43	19.9	19.81	18.93	18.17	17.16	14.9
	Offset Error %		5.808	21.49	2.788	-17.1	-8.74	5.829	-1.54	1.444	3.593	4.036	4.68	6.356	2.828	2.74	1.274	0.387	-1.12	4.425
196/84 Azimuth 97	Offset Wenner σε ohm	R1	8.33	5.62	4.19	3.2	2.27	1.46	0.865	0.343	0.161	0.061	0.04	0.036	0.028	0.021	0.017	0.013	0.011	0.008
		R2	7.13	5.67	4.98	3.01	2.46	1.263	0.786	0.299	0.152	0.063	0.046	0.032	0.029	0.022	0.018	0.014	0.012	0.008
		RD	7.73	5.645	4.585	3.105	2.365	1.362	0.826	0.321	0.157	0.062	0.043	0.034	0.028	0.021	0.017	0.014	0.011	0.008
	Apparent resistivity (ohm.m)		48.54	53.18	57.63	58.53	59.43	51.33	41.5	24.2	15.73	9.415	8.663	10.22	11.4	12.9	13.75	13.84	13.74	12.9
	Offset Error %		15.52	-0.89	-17.2	6.119	-8.03	14.47	9.57	13.71	6.006	-3.37	-14.8	9.749	-1.76	-5.61	-6.37	-5.01	-5.62	-5.24
196/84 Azimuth 27-97	Offset Wenner σε ohm	R1	7.564	5.964	4.558	3.125	2.232	1.338	0.82	0.316	0.156	0.064	0.044	0.034	0.028	0.021	0.017	0.014	0.011	0.008
		R2	7.561	5.971	4.557	3.125	2.232	1.338	0.819	0.315	0.156	0.064	0.044	0.034	0.028	0.021	0.017	0.014	0.011	0.008
		RD	7.563	5.968	4.558	3.125	2.232	1.338	0.82	0.316	0.156	0.064	0.044	0.034	0.028	0.021	0.017	0.014	0.011	0.008
	Apparent resistivity (ohm.m)		47.49	56.21	57.29	58.91	56.09	50.43	41.2	23.79	15.63	9.664	8.844	10.38	11.34	12.87	13.51	13.63	13.39	12.27
	Offset Error %		0.044	-0.11	0.012	-0.01	0.039	0.036	0.015	0.035	0.012	-0.05	-0.04	-0.03	0.011	0.005	0.036	0.032	0.052	0.102
196/84 Azimuth 27	Offset Wenner σε ohm	R1	8.4	6.86	4.43	3.26	2.37	1.318	0.746	0.305	0.152	0.071	0.05	0.038	0.03	0.022	0.017	0.014	0.011	0.007
		R2	6.39	5.72	4.63	3.03	2.18	1.31	0.881	0.315	0.157	0.06	0.04	0.032	0.026	0.021	0.016	0.013	0.011	0.007
		RD	7.395	6.29	4.53	3.145	2.275	1.314	0.814	0.31	0.155	0.066	0.045	0.035	0.028	0.021	0.017	0.013	0.011	0.007
	Apparent resistivity (ohm.m)		46.44	59.25	56.94	59.28	57.17	49.54	40.89	23.37	15.54	9.913	9.025	10.54	11.28	12.84	13.27	13.41	13.04	11.64
	Offset Error %		27.18	18.12	-4.42	7.313	8.352	0.609	-16.6	-3.23	-3.23	16.6	21.38	15.47	11.76	6.573	4.786	6.447	-0.56	3.867
197/84 Azimuth 339	Offset Wenner σε ohm	R1	6.97	5.34	4.25	3.05	2.2	1.058	0.672	0.435	0.366	0.176	0.092	0.056	0.042	0.028	0.019	0.013	0.01	0.006
		R2	7.18	5.52	4.42	2.83	1.866	1.338	1.005	0.54	0.315	0.158	0.108	0.06	0.045	0.026	0.018	0.013	0.009	0.005
		RD	7.075	5.43	4.335	2.94	2.033	1.198	0.839	0.488	0.341	0.167	0.1	0.058	0.044	0.027	0.018	0.013	0.009	0.006
	Apparent resistivity (ohm.m)		44.43	51.15	54.49	55.42	51.09	45.16	42.15	36.76	34.22	25.14	20.14	17.52	17.49	16.16	14.72	13.23	11.35	9.166
	Offset Error %		-2.97	-3.31	-3.92	7.483	16.43	-23.4	-39.7	-21.5	14.98	10.81	-16.4	-5.52	-8.74	8.955	4.644	4.785	5.526	8.772

			1	1.5	2	3	4	6	8	12	16	24	32	48	64	96	128	160	192	256
198/84 (Azimuth 101)	Offset Wenner $\sigma\epsilon$ ohm	R1	5.2	3.81	3.27	2.44	1.697	1.038	0.733	0.422	0.286	0.16	0.106	0.067	0.051	0.033	0.022	0.018	0.014	0.008
		R2	4.92	3.9	3.2	2.33	1.82	1.127	0.759	0.398	0.265	0.157	0.108	0.068	0.05	0.034	0.021	0.018	0.011	0.007
		RD	5.06	3.855	3.235	2.385	1.759	1.083	0.746	0.41	0.276	0.158	0.107	0.068	0.05	0.033	0.021	0.018	0.012	0.008
	Apparent resistivity (ohm.m)		31.78	36.31	40.66	44.96	44.19	40.81	37.5	30.91	27.69	23.9	21.52	20.4	20.18	19.93	17.25	17.85	14.92	12.24
	Offset Error %		5.534	-2.33	2.164	4.612	-6.99	-8.22	-3.49	5.854	7.623	1.833	-1.77	-1.33	1.594	-3.33	2.331	-0.17	18.67	16.82
198/84 (Azimuth 360)	Offset Wenner $\sigma\epsilon$ ohm	R1	5.41	3.87	3.3	2.21	1.656	1.004	0.654	0.377	0.264	0.149	0.108	0.068	0.052	0.032	0.024	0.016	0.012	0.008
		R2	5.79	3.94	3.35	2.14	1.637	0.941	0.742	0.43	0.273	0.159	0.111	0.069	0.052	0.034	0.022	0.016	0.012	0.008
		RD	5.6	3.905	3.325	2.175	1.647	0.973	0.698	0.404	0.269	0.154	0.109	0.069	0.052	0.033	0.023	0.016	0.012	0.008
	Apparent resistivity (ohm.m)		35.17	36.79	41.8	41	41.38	36.66	35.09	30.42	26.98	23.21	21.97	20.75	20.86	19.84	18.37	16.18	14.29	12.09
	Offset Error %		-6.79	-1.79	-1.5	3.218	1.154	6.478	-12.6	-13.1	-3.35	-6.64	-2.93	-1.75	-1.54	-6.08	8.315	4.72	1.35	-0.27
190/84	Offset Wenner $\sigma\epsilon$ ohm	R1	4.92	3.77	2.96	2.24	1.845	1.302	1.075	0.785	0.605	0.375	0.254	0.127	0.075	0.04	0.024	0.018	0.013	0.009
		R2	4.88	3.06	2.49	1.864	1.54	1.189	0.928	0.615	0.448	0.23	0.185	0.124	0.081	0.036	0.023	0.017	0.013	0.008
		RD	4.9	3.415	2.725	2.052	1.693	1.246	1.002	0.7	0.527	0.303	0.219	0.126	0.078	0.038	0.024	0.017	0.013	0.009
	Apparent resistivity (ohm.m)		30.77	32.17	34.25	38.68	42.53	46.96	50.35	52.78	52.91	45.68	44.11	37.98	31.26	22.7	18.89	17.39	15.53	13.82
	Offset Error %		0.816	20.79	17.25	18.32	18.02	9.073	14.68	24.29	29.82	47.93	31.49	2.465	-7.33	10.36	4.255	3.468	2.718	11.75
199/84	Offset Wenner $\sigma\epsilon$ ohm	R1	2.75	2.45	2.23	1.902	1.685	1.38	1.049	0.747	0.541	0.29	0.167	0.078	0.043	0.027	0.021	0.014	0.011	0.007
		R2	2.11	2.1	1.985	1.803	1.476	1.085	0.969	0.694	0.487	0.263	0.154	0.061	0.041	0.024	0.017	0.013	0.011	0.007
		RD	2.43	2.275	2.108	1.853	1.581	1.233	1.009	0.721	0.514	0.277	0.16	0.07	0.042	0.026	0.019	0.013	0.011	0.007
	Apparent resistivity (ohm.m)		15.26	21.43	26.49	34.92	39.72	46.47	50.72	54.33	51.66	41.75	32.24	21.06	16.88	15.47	15.38	13.28	12.72	11.42
	Offset Error %		26.34	15.38	11.63	5.344	13.22	23.94	7.929	7.356	10.51	9.765	7.855	23.94	4.286	11.31	19.49	6.056	-0.19	1.69
24/82	Offset Wenner $\sigma\epsilon$ ohm	R1	38.4	24.6	18.4		8.87		4.21		0.787		0.233	0.09	0.055	0.035	0.024	0.02	0.016	0.014
		R2	49.7	28.6	20.1		9.28		3.81		1.05		0.235	0.085	0.088	0.034	0.028	0.02	0.016	0.014
		RD	44.05	26.6	19.25	12.94	9.075	5.73	4.01	1.909	0.919	0.315	0.234	0.088	0.072	0.035	0.026	0.02	0.016	0.014
	Apparent resistivity (ohm.m)		276.6	251	242	244	228	216	202	144	92.3	47.6	47	26.4	28.7	20.8	20.9	20.1	19.3	22.5
	Offset Error %		-25.7	-15	-8.83		-4.52		9.975		-28.6		-0.85	5.714	-46.3	2.899	-15.4	0	0	0

			1	1.5	2	3	4	6	8	12	16	24	32	48	64	96	128	160	192	256	
27/82	Offset Wenner σε ohm	R1	45.9	29.6	15		2.99		0.803		0.17		0.089	0.062	0.05	0.032	0.024	0.021	0.017	0.012	
		R2	43.4	21.9	15.1		3.01		0.803		0.288		0.084	0.058	0.046	0.031	0.024	0.018	0.015	0.012	
		RD	44.65	25.75	15.05		3		0.803		0.229		0.087	0.06	0.048	0.032	0.024	0.019	0.016	0.012	
	Apparent resistivity (ohm.m)		280	243	189	105	75.4	47.3	40.4	32.7	23	16.3	17.4	18.1	19.3	19	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3
	Offset Error %		5.599	29.9	-0.66		-0.67		0		-51.5		5.78	6.667	8.333	3.175	0	12.99	12.5	0	
28/82	Offset Wenner σε ohm	R1	35.9	22.9	16.2		18.5		7.69		2.29		0.656	0.222	0.092	0.038	0.025	0.019	0.014	0.013	
		R2	30.8	29.1	28.4		15.2		6.82		2.62		0.555	0.157	0.079	0.042	0.027	0.019	0.015	0.013	
		RD	33.35	26	22.3		16.85		7.255		2.455		0.606	0.19	0.086	0.04	0.026	0.019	0.015	0.013	
	Apparent resistivity (ohm.m)		209	245	280	367	423	390	365	311	247	149	122	57.2	34.4	24.1	20.9	19.1	17.5	20.9	
	Offset Error %		15.29	-23.8	-54.7		19.58		11.99		-13.4		16.68	34.3	15.2	-10	-7.69	0	-6.9	0	
36/82	Offset Wenner σε ohm	R1	21	16.2	12.4		5.73		2.21		0.774		0.143	0.079	0.048	0.029	0.018	0.014	0.013	0.011	
		R2	18.2	12.8	10.3		5.69		2.36		0.604		0.147	0.067	0.046	0.025	0.017	0.013	0.011	0.01	
		RD	19.6	14.5	11.35		5.71		2.285		0.689		0.145	0.073	0.047	0.027	0.018	0.014	0.012	0.011	
	Apparent resistivity (ohm.m)		123	137	143	141	143	134	115	91.2	69.2	45.3	29.1	22	18.8	16.3	14.1	13.6	14.5	16.9	
	Offset Error %		14.29	23.45	18.5		0.701		-6.56		24.67		-2.76	15.81	5.348	14.81	5.714	7.407	16.67	9.524	
37/82	Offset Wenner σε ohm	R1	5.57	3.89	3.11	1.94	1.45	1	0.756	0.477	0.36	0.204	0.132	0.081	0.058	0.036	0.029	0.015	0.012	0.012	
		R2	5.59	2.42	1.88	1.32	1.11	0.833	0.683	0.485	0.36	0.195	0.128	0.072	0.053	0.036	0.025	0.02	0.016	0.012	
		RD	5.58	3.155	2.495	1.63	1.28	0.917	0.72	0.481	0.36	0.2	0.13	0.077	0.056	0.036	0.027	0.018	0.014	0.012	
	Apparent resistivity (ohm.m)		35	29.7	31.4	30.7	32.2	34.6	36.2	36.3	36.2	30.1	26.1	23.1	22.3	21.6	21.7	10.8	16.88	18.89	
	Offset Error %		-0.36	46.59	49.3	38.04	26.56	18.22	10.15	-1.66	0	4.511	3.077	11.76	9.009	1.399	14.81	-28.6	-28.6	-4.26	
44/82	Offset Wenner σε ohm	R1	5.84	4.26	3.07	1.91	1.33	0.806	0.528	0.335	0.289	0.13	0.094	0.061	0.044	0.031	0.025	0.02	0.014	0.012	
		R2	5.67	5.05	4.07	2.19	1.39	0.789	0.55	0.335	0.239	0.141	0.093	0.061	0.046	0.029	0.022	0.018	0.014	0.01	
		RD	5.755	4.655	3.57	2.05	1.36	0.798	0.539	0.335	0.264	0.136	0.094	0.061	0.045	0.03	0.024	0.019	0.014	0.011	
	Apparent resistivity (ohm.m)		36.1	43.9	44.9	38.6	34.2	30.1	27.8	25.3	26.5	20.5	18.8	18.4	18.1	18.1	18.9	19.1	16.9	17.7	
	Offset Error %		2.954	-17	-28	-13.7	-4.41	2.132	-4.08	0	18.94	-8.12	1.07	0	-4.44	6.667	12.77	10.53	0	18.18	

			1	1.5	2	3	4	6	8	12	16	24	32	48	64	96	128	160	192	256
45/82	Offset Wenner σε ohm	R1	35.8	30.4	25.4	22.6	18.65	12.1	8.18	3.16	1.6	0.565	0.229	0.1	0.06	0.034	0.029	0.019	0.016	0.014
		R2	40.3	38.2	33.2	25.8	18.8	12.6	7.66	3.34	1.94	1.03	0.422	0.105	0.059	0.032	0.028	0.019	0.016	0.014
		RD	38.05	34.3	29.3	24.2	18.73	12.35	7.92	3.25	1.77	0.798	0.326	0.103	0.06	0.033	0.029	0.019	0.016	0.014
	Apparent resistivity (ohm.m)		239	323	368	456	471	466	398	245	178	120	65.4	31	23.9	19.9	22.9	19.1	19.3	22.5
	Offset Error %		-11.8	-22.7	-26.6	-13.2	-0.8	-4.05	6.566	-5.54	-19.2	-58.3	-59.3	-4.88	1.681	6.061	3.509	0	0	0
46/82	Offset Wenner σε ohm	R1	3.13	1.62	1.01	0.67	0.562	0.479	0.384	0.302	0.237	0.164	0.111	0.07	0.051	0.033	0.024	0.019	0.017	0.014
		R2	3.39	1.67	1.1	0.758	0.624	0.462	0.417	0.315	0.236	0.156	0.12	0.07	0.047	0.033	0.025	0.018	0.016	0.013
		RD	3.26	1.645	1.055	0.714	0.593	0.471	0.401	0.309	0.237	0.16	0.116	0.07	0.049	0.033	0.025	0.019	0.016	0.014
	Apparent resistivity (ohm.m)		20.5	15	13.3	13.5	14.9	17.7	20.1	23.3	23.8	24.2	23.2	21.1	19.7	19.9	19.7	18.6	19.6	21.7
	Offset Error %		-7.98	-3.04	-8.53	-12.3	-10.5	3.613	-8.24	-4.21	0.423	5	-7.79	0	8.163	0	-4.08	5.405	9.231	7.407
50/82	Offset Wenner σε ohm	R1	11	4.45	2.64	1.72	1.07	0.645	0.445	0.218	0.136	0.071	0.056	0.046	0.037	0.024	0.023	0.018	0.016	0.017
		R2	9.18	4.56	2.41	1.35	0.992	0.618	0.44	0.223	0.145	0.077	0.057	0.043	0.041	0.029	0.022	0.018	0.015	0.017
		RD	10.09	4.505	2.525	1.535	1.031	0.632	0.443	0.221	0.141	0.074	0.057	0.045	0.039	0.027	0.023	0.018	0.016	0.017
	Apparent resistivity (ohm.m)		63.4	42.4	31.7	28.9	25.9	23.8	22.2	16.6	14.1	11.2	11.4	13.4	15.7	16	18.1	18.1	18.69	27.34
	Offset Error %		18.04	-2.44	9.109	24.1	7.565	4.276	1.13	-2.27	-6.41	-8.11	-1.77	6.742	-10.3	-18.9	4.444	0	6.452	0
52/82	Offset Wenner σε ohm	R1	14.8	8.14	5.47	3.05	2.12	1.47	1.16	0.573	0.286	0.171	0.117	0.064		0.028	0.026	0.016	0.015	0.014
		R2	10	9.24	6.58	4.88	3.46	1.94	1.07	0.8	0.512	0.19	0.102	0.078		0.032	0.023	0.016	0.014	0.012
		RD	12.4	8.69	6.025	3.965	2.79	1.705	1.115	0.687	0.399	0.181	0.11	0.071		0.03	0.025	0.016	0.015	0.013
	Apparent resistivity (ohm.m)		77.9	81.9	75.7	74.7	70.1	64.3	56.1	51.8	40.1	27.3	22	21.4		18.1	19.7	16.1	17.5	20.9
	Offset Error %		38.71	-12.7	-18.4	-46.2	-48	-27.6	8.072	-33.1	-56.6	-10.5	13.7	-19.7		-13.3	12.24	0	6.897	15.38
82/83	Offset Wenner σε ohm	R1	7.11	5.53	3.81		1.85		0.76		0.26		0.116	0.072	0.055	0.032	0.022	0.018	0.014	0.012
		R2	5.93	4.34	3.65		1.89		0.789		0.288		0.117	0.078	0.053	0.033	0.022	0.016	0.014	0.012
		RD	6.52	4.935	3.73		1.87		0.775		0.274		0.117	0.075	0.054	0.033	0.022	0.017	0.014	0.012
	Apparent resistivity (ohm.m)		40.9	46.5	46.9	47.3	47	42	38.9	31.4	27.5	23.8	23.4	22.7	21.6	19.6	17.7	17.1	16.9	19.3
	Offset Error %		18.1	24.11	4.29		-2.14		-3.74		-10.2		-0.86	-8	4.651	-3.08	0	11.76	0	0

			1	1.5	2	3	4	6	8	12	16	24	32	48	64	96	128	160	192	256
197/84 (Azimuth 87)	Offset Wenner σε ohm	R1	7.56	5.83	4.54	3.18	2.47	1.362	0.926	0.521	0.314	0.142	0.091	0.059	0.044	0.028	0.018	0.012	0.009	0.006
		R2	6.57	5.33	4.31	2.94	2.15	1.498	1.051	0.534	0.374	0.2	0.138	0.062	0.041	0.027	0.018	0.013	0.009	0.006
		RD	7.065	5.58	4.425	3.06	2.31	1.43	0.989	0.528	0.344	0.171	0.115	0.061	0.042	0.027	0.018	0.013	0.009	0.006
	Apparent resistivity (ohm.m)		44.4	52.6	55.6	57.7	58.1	53.9	49.7	39.8	34.6	25.8	23	18.4	16.9	16.5	14.5	12.6	11.3	9.67
	Offset Error %		14.01	8.961	5.198	7.843	13.85	-9.51	-12.6	-2.46	-17.4	-33.7	-40.9	-4.93	7.355	0.73	-4.32	-3.99	0.319	-1.83
	104/82	Offset Wenner σε ohm	R1	12.87	7.72	4.8	3.37	2.94	1.492	0.941	0.538	0.32	0.159	0.097	0.057	0.041	0.027	0.019	0.015	0.012
R2			10.45	8.05	6.92	4.38	2.65	1.66	1.133	0.531	0.313	0.157	0.097	0.058	0.043	0.025	0.018	0.014	0.01	0.007
RD			11.66	7.885	5.86	3.875	2.795	1.576	1.037	0.535	0.317	0.158	0.097	0.057	0.042	0.026	0.019	0.014	0.011	0.007
Apparent resistivity (ohm.m)		73.2	74.3	73.7	73	70.2	59.4	52.1	40.3	31.8	23.9	19.5	17.3	16.8	15.5	14.9	14.2	13.3	11.6	
Offset Error %		20.75	-4.19	-36.2	-26.1	10.38	-10.7	-18.5	1.31	2.212	0.759	-0.21	-2.09	-3.35	8.56	5.705	7.203	12.67	9.022	
108/82		Offset Wenner σε ohm	R1	11.92	8.89	8.27	7.6	6.45	3.84	2.38	1.252	0.617	0.315	0.205	0.095	0.056	0.025	0.016	0.012	0.009
	R2		11.09	9.07	8.39	6.95	5.48	3.63	2.16	0.954	0.495	0.237	0.147	0.091	0.055	0.027	0.014	0.009	0.007	0.004
	RD		11.51	8.98	8.33	7.275	5.965	3.735	2.27	1.103	0.556	0.276	0.176	0.093	0.055	0.026	0.015	0.011	0.008	0.005
	Apparent resistivity (ohm.m)		72.3	84.6	104.7	137.1	149.9	140.8	114.1	83.2	55.9	41.7	35.3	28.1	22.1	15.7	12.1	10.7	9.2	7.8
	Offset Error %		7.214	-2	-1.44	8.935	16.26	5.622	9.692	27.02	21.94	28.26	33.29	4.521	1.998	-8.43	10.02	24.82	22.22	18.93
	113/82	Offset Wenner σε ohm	R1	22	14.06	9.09	4.87	3.24	1.824	1.097	0.457	0.266	0.134	0.086	0.052	0.043	0.029	0.023	0.017	0.013
R2			24.7	13.29	8.99	5.51	3.37	2.02	1.39	0.553	0.24	0.115	0.074	0.049	0.043	0.029	0.022	0.018	0.014	0.009
RD			23.35	13.68	9.04	5.19	3.305	1.922	1.244	0.505	0.253	0.124	0.08	0.05	0.043	0.029	0.022	0.017	0.014	0.009
Apparent resistivity (ohm.m)		146.6	128.9	113.6	97.8	83.1	72.5	62.5	38.1	25.4	18.8	16.1	15.2	17.1	17.5	18	17.6	16.3	13.9	
Offset Error %		-11.6	5.631	1.106	-12.3	-3.93	-10.2	-23.6	-19	10.28	15.37	15	5.76	0	0.344	3.132	-3.83	-1.63	-0.58	
118/82		Offset Wenner σε ohm	R1	2.43	2.1	2.09	1.823	1.652	1.531	1.127	0.873	0.605	0.391	0.263	0.137	0.085	0.038	0.025	0.018	0.015
	R2		2.25	2.16	2.02	1.715	1.616	1.103	0.968	0.761	0.563	0.346	0.232	0.111	0.07	0.038	0.025	0.015	0.014	0.01
	RD		2.34	2.13	2.055	1.769	1.634	1.317	1.048	0.817	0.584	0.369	0.248	0.124	0.078	0.038	0.025	0.016	0.015	0.01
	Apparent resistivity (ohm.m)		14.7	20.1	25.8	33.3	41.1	49.7	56.3	61.6	58.7	55.6	49.7	37.4	31.2	23.1	20.1	17	17.8	16.3
	Offset Error %		7.692	-2.82	3.406	6.105	2.203	32.5	15.18	13.71	7.192	12.21	12.53	20.52	19.35	0.261	-1.6	14.46	5.811	-0.99

			1	1.5	2	3	4	6	8	12	16	24	32	48	64	96	128	160	192	256	
125/82	Offset Wenner	R1	3.14	2.25	2.04	1.931	2.05	1.809	1.505	1.19	0.824	0.503	0.347	0.15	0.089		0.041	0.032	0.021	0.008	
		R2	1.87	1.609	1.319	1.241	1.261	1.221	1.085	0.906	0.804	0.38	0.268	0.204	0.158		0.024	0.015	0.011	0.008	
	σ ε ohm	RD	2.505	1.93	1.68	1.586	1.656	1.515	1.295	1.048	0.814	0.442	0.308	0.177	0.123		0.032	0.023	0.016	0.008	
	Apparent resistivity (ohm.m)			15.7	18.2	21.1	29.9	41.6	57.1	65.1	79	81.8	66.7	61.8	53.5	49.6		26	23.3	19.2	12.3
	Offset Error %			50.7	33.22	42.93	43.51	47.66	38.81	32.43	27.1	2.457	27.86	25.69	-30.2	-55.5		51.39	71.79	60.65	-3.92
139/82	Offset Wenner	R1	7.71	5.38	4.11	2.98	2.39	1.734	1.386	1.068	0.709	0.433	0.298	0.183	0.112	0.047	0.029	0.021	0.014	0.007	
		R2	8.87	5.95	4.34	2.79	2.27	2.05	1.355	0.888	0.746	0.457	0.283	0.167	0.1	0.051	0.027	0.018	0.012	0.008	
	σ ε ohm	RD	8.29	5.665	4.225	2.885	2.33	1.892	1.371	0.978	0.728	0.445	0.291	0.175	0.106	0.049	0.028	0.02	0.013	0.007	
	Apparent resistivity (ohm.m)			52.1	53.4	53.1	54.4	58.6	71.3	68.9	73.7	73.1	67.2	58.4	52.8	42.7	29.7	22.4	19.9	15.3	11.8
	Offset Error %			-14	-10.1	-5.44	6.586	5.15	-16.7	2.262	18.4	-5.09	-5.39	5.164	8.805	11.31	-8.73	8.633	15.1	18.07	-11.3
191/84	Offset Wenner	R1	15.27	13.6	10.72	6.87	5.6	3.6	2.48	1.518	0.984	0.57	0.276	0.125	0.067	0.03	0.019	0.014	0.01	0.007	
		R2	16	12.44	10.11	7.45	5.27	3.29	2.34	1.445	0.898	0.479	0.328	0.127	0.065	0.033	0.023	0.017	0.014	0.01	
	σ ε ohm	RD	15.64	13.02	10.42	7.16	5.435	3.445	2.41	1.482	0.941	0.525	0.302	0.126	0.066	0.031	0.021	0.016	0.012	0.008	
	Apparent resistivity (ohm.m)			98.2	122.6	130.9	135	136.6	129.9	121.2	111.7	94.6	79.2	60.7	37.9	26.5	19	16.8	15.7	14.3	13.4
	Offset Error %			-4.67	8.909	5.857	-8.1	6.072	8.999	5.809	4.927	9.139	17.35	-17.2	-1.83	3.636	-8.59	-15.6	-22	-29.1	-28.3
193/84	Offset Wenner	R1	87.9	51.8	41.2	24.7	16.05	7.44	3.5	0.795	0.489	0.269	0.185	0.091	0.056	0.039	0.019	0.016	0.012	0.009	
		R2	70.6	55.1	40.6	25.9	16.8	6.63	3.27	1.076	0.621	0.428	0.28	0.102	0.072	0.042	0.021	0.018	0.015	0.011	
	σ ε ohm	RD	79.25	53.45	40.9	25.3	16.43	7.035	3.385	0.936	0.555	0.349	0.232	0.096	0.064	0.041	0.02	0.017	0.014	0.01	
	Apparent resistivity (ohm.m)			497.7	503.5	514.1	476.9	412.8	265.2	170.2	70.5	55.8	52.6	46.7	29.1	25.6	24.5	16.2	17	16.4	16
	Offset Error %			21.83	-6.17	1.467	-4.74	-4.57	11.51	6.795	-30	-23.8	-45.6	-41.1	-11.9	-26	-6.15	-12.1	-10.1	-18	-15.6
194/84 (Azimuth 343)	Offset Wenner	R1	6.9	4.91	4.16	2.57	2	1.516	1.119	0.572	0.378	0.188	0.121	0.072	0.053	0.032	0.024	0.017	0.013	0.009	
		R2	6.53	5.58	3.67	2.77	2.32	1.308	0.954	0.513	0.324	0.175	0.111	0.067	0.047	0.031	0.024	0.017	0.014	0.008	
	σ ε ohm	RD	6.715	5.245	3.915	2.67	2.16	1.412	1.037	0.543	0.351	0.182	0.116	0.07	0.05	0.031	0.024	0.017	0.013	0.009	
	Apparent resistivity (ohm.m)			42.17	49.41	49.21	50.33	54.28	53.23	52.1	40.9	35.28	27.41	23.32	21.03	20.2	18.84	19.14	17.36	16.08	13.77
	Offset Error %			5.51	-12.8	12.52	-7.49	-14.8	14.73	15.92	10.88	15.38	6.775	9.138	6.748	11.34	4.8	-2.52	-1.79	-3.97	7.122

RD = μέσος όρος R1 και R2

Offset Error % = ((R1-R2)/RD) x 100

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5:

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΒΥΘΟΣΚΟΠΗΣΕΩΝ (SCHLUMBERGER) ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ

RAW DATA

AB/2 Soundings	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150	200	250	300	400	500	600	
sd_409/83	113	87.7	70.3	58.3	44.2	40.9	40.4	45.6	50.5	55.2	65.7	68.2	73	75.2	71.9	67.4	63.9	56.6	49.6	43.8	37.3	32.3						
sd_147/84	33.2	35.1	38.1	38.8	40.9	41	40.8	38.6	35.4	33.3	29.9	25.1	21	18.2	15.8	14.8	13.8	12.3	10.8	9.2	6.7	4.5	3.3	2.5	2	1.9	2	
sd_69/83	22.5	22.5	21.8	21.8	21.4	21.5	21.3	21.9	21.8	21.8	21.8	21.2	21.2	20.8	21.2	21.7	21.7	20.9	19.1	17.5	15.1	11.5	9.9	8.8	7.6	7.1	6.8	
sd_58/83	82.5	82.7	79.5	71.6	53	40.4	33.8	28.4	26.4	25.1	23.6	22.9	22.5	22.2	22.1	22	21.4	20.1	19.2	18	16.1	12.3	9.4	7.9	5.5	4.2	3.6	
sd_59/83	13.5	12.1	11.7	11.5	11.3	11.5	11.9	13.3	15.1	16.9	20.1	24.1	27.7	30.8	37	41.8	43.8	44.5	42.4	38	31.4	21.8	14.6	10.5	5.8	4	2.9	
sd_60/83	264	314	345	368	386	376	361	331	301	265	237	192	151	118	81.4	60.3	46.5	38.5	35.8	30.8	23.4	14.4	8.7	5.7	3.6	3	2.7	
sd_61/83	99.3	89.2	81.6	75.2	65.5	56.3	47.5	36.1	26.9	21.5	16	11.9	10.7	11.1	12.4	14.3	15.8	17.1	17.8	17.3	15.8	12.9	10.6	9.6	8.3	7.9	6.6	
sd_66/83	45.4	47.7	47.4	45.9	40.5	33.1	28	20.6	16.8	15.1	13.5	12.2	11.4	10.8	9.9	9.5	9.5	9.2	9	8.5	7.8	6.1	5.1	4.2	3.6	2.9	2.6	
sd_82/83	44.5	47.6	49.7	51.3	52.2	52.1	53.3	51.9	47.4	42.8	35.5	26	20.6	16.5	13.4	12.9	12.7	12.8	12.5	12.5	12.3	12.1	11.9	11.7	11.2	10.4	9.4	
sd_154/82	29.4	29.7	30.6	30.1	29.1	28.5	29.4	28.2	25.8	26.1	25.9	24	23.5	23	21.1	19.3	17.5	15.1	13.2	11.9	10.1	8.4	9.4	7.5	7.2			
sd_81/83	37.5	40.5	41.1	40.6	39.3	38	35.1	28.5	22.3	17.5	14.1	11.4	11	11	11.8	12.3	12.6	12.9	12.9	12.9	13.3	13.4	13.1	12.3	11.6	10.5	9.5	
sd_83/83	111	103	94.4	88.7	71.6	57.4	46.6	37.7	33.9	31.2	26.2	21	16.7	14	11.9	11.8	11.1	11	11	11.3	11.8	11.8	11.5	11.4	11	10.5	9.6	
sd_84/83	23.4	19.4	15.9	14	11.2	9.5	8.2	7.4	7.3	7.4	7.6	8.4	9	9.5	10.5	11.3	12.1	12.4	12.1	11.4	10.4	10	9.9	9.7	9.4	8.8	8.1	
sd_154/84	108	88.3	74.8	61.3	50.2	44.9	39.9	31.9	25.6	22.6	19.6	16.7	14.4	12.8	11.1	9.8	9.5	8.7	8.3	8.1	7.6	6.5	6.8	6	5.2	5.8	5.6	
sd_55/83	47.7	52.1	52.6	49.8	47.8	45	44	43	39.4	37.4	33.1	31.4	29	28.1	28.1	27.4	28	29.5	29.3	28.6	27.2	23.6	19.2	13.5	8.5	6.1	4.7	
sd_56/83	13.8	15.9	17.4	18.9	22.6	25.8	26.8	29.2	30.9	31.4	30.2	27.7	26	24.6	21.9	17.8	17	13.1	11	10.3	9.2	7.6	6.5	5.3	4.6	4.1	3.6	
sd_62/83	36.2	35.4	33.4	32.2	30.5	27.6	25.1	21.2	19.2	17.2	15.6	14.6	14.4	14.9	16	17.9	18.6	19.9	19.4	19	17.3	15.6	13.7	11.9	10.5	10	9.7	
sd_63/83	65.4	70.7	72.6	73.8	71.6	66.3	59.5	50.1	40.3	33.8	29.7	25.2	23.7	23.5	25.8	27.6	28.5	27.2	24.9	21.4	17.3	12.5	9.7	8.1	6.7	6.2	5.6	
sd_64/83	38.4	39.7	41.9	43.6	42.3	42.5	41.2	38.1	32.8	29.5	28.7	28.8	29.2	30.3	31.1	30.2	28.5	25.9	23.2	21.1	17.7	13.2	10.1	8.3	6.1	5.4	4.4	

06/08/2010

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

AB/2 Soundings	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150	200	250	300	400	500	600
sd 65/83	25	25.7	25.1	24.1	22.8	22.2	20.8	18.3	17	16.1	15.3	15.1	16.2	17.7	20.1	23.2	25.1	27.6	29.4	29.9	29	24.7	19.5	15.9	9.7	6.3	4.6
sd 152/84	24	27.1	30.6	33.8	37.4	37.4	36.2	33.1	29	26	22.3	18.2	16	14.1	11.6	10.3	9.4	8.2	8.1	7.9	7.9	7.7	8.2	8.2	7.9	7.4	6.9
sd 135/84	7.9	8	8.4	8.8	9.4	10.2	10.9	13	14.4	15.8	18.9	22.8	26.1	27.6	30.3	31.8	32.4	30.9	28.5	25.5	21.8	16.1	12.5	10	7.4	6.6	
sd 149/84	73	34.8	21.8	15	12.4	11.8	11.2	11.2	11.4	11.6	11.8	12	11.6	11.6	10.7	9.7	8.5	7.1	6.3	5.9	5.7	5.4	5.3	5.5	5.6	5.6	5.3
sd 150/84	26.1	20.4	19.8	20.1	21.1	21.4	20.8	17.6	13.8	11.9	9.5	8.1	7.2	6.6	5.9	5.6	5.3	5.1	4.8	4.6	4.4	4	3.6	3.4	3.1	3.4	
sd 153/84	18.3	15.6	13.1	11.7	9.4	8.7	8.9	10.1	11.7	12.9	15.5	18.8	22.4	25.1	29.6	34.2	38	42.3	43.1	42.4	39.8	33.4	24	17.6	9.4	5.2	3.4
sd 151/84	38	39.9	43.1	46.7	51.3	55.6	57.4	60.2	62.1	63.1	64.9	66.2	64.3	63.1	57.4	49.7	41.8	28.1	20.5	16.2	12.3	10.5	9.4	8.9	8.8	9.1	9.1
sd 114/86	172	172	161	151	133	114	96.9	69.4	51.3	39.8	27.6	18.3	14	11.7	9.1	7.6	6.7	5.5	4.8	4.2	3.7						
sd 117/86	104	62.9	50.8	43.8	41	40.5	39.2	33.4	28.1	24.3	19.5	14.9	12.9	11.5	10	8.8	7.8	6	5	4.1	3.3						
sd 73/83	34	30.2	28.5	27.8	26.8	25.9	24.7	22.5	19.5	17	14.3	12.1	11.7	11.4	11.2	11.4	11.5	12.1	12.5	12.7	13.1	12.9	12.5	11.7	10.5	9.5	9.1
sd 74/83	24.1	22.5	20.1	17.4	13.1	11.4	10.9	10.4	10.1	11	11.4	11.4	11.6	11.9	11.8	11.5	11	10.1	10.1	9.6	9.7	9.8	10.5	10.7	10.6	10.5	9.6
sd 76/83	43.1	43.1	40.4	35.7	26.2	20.1	15.7	10.5	8.5	8	8.7	10	11	12	12.5	12.5	12.5	11	9.8	8.8	8	8	8.3	8.4	8.7	8.5	8.7
sd 77/83	61.1	52	44.8	37.8	27.8	19.6	15.3	11.3	9.7	8.7	7.5	7	7.3	7.6	8.3	8.8	9.5	10	10.5	10.7	10.7	10.7	10	9.4	8.5	7.8	7.3
sd 78/83	14.8	12.9	11.6	10.8	9.7	9.4	9.7	10	9.7	9.1	8.1	7.2	6.8	6.8	7.4	7.6	7.5	7.9	7.8	8.2	8.6	9.1	9.6	9.5	10	10.2	10.3
sd 79/83	14.6	18.6	22.5	26.3	32.9	38.6	42.4	45.8	45.8	45.2	43.9	38.5	34	30.2	25.5	23.3	21.8	21.3	21.1	20.8	20.1	18.1	15.7	13.7	10.7	8.9	7.9
sd 405/83	82.7	84	88.1	90.9	96.9	102	105	108	107	107	100	92.4	84	75.1	59.2	48.2	39	26	18.3	12.5	9	6.3	5.5	5	4.8	4.8	4.7
sd AT 97	13.1	13.3	13.5	13.7	16.1	16	17	17.7	18	18	17.7	16.4	15.4	13.7	12.1	10.7	10.3	10	10	10	10.2	10.2	9.4	8.7	7.4	6.6	5.9
sd AT 107	18.9	20.1	19.5	19.8	21.4	22.1	23.2	24.3	26.4	26.8	26.8	25.9	23.6	21	16.6	13	11.5	9.8	9	8.4	7.9	7.2	7	6.3	5.7	5.6	5.4
sd AT 116	56.5	53	49.7	49	40.5	35	29.4	24	22.5	21.8	21.4	21.8	21.8	21.4	20.7	19.5	17	13	10	7.5	6.3	5.2	4.7	4.7	4.5	4.5	4.5
sd 108/86	31	27.1	23.4	20.3	17.5	16.3	14.9	12.3	10.9	10.4	9.3	8.5	8.7	9.1	10.5	11.6	12.5	13.6	14.1	14.2	13.6	12.1	10.5	8.4	6.3	5.3	5.1
sd 109/86	11.5	11.7	11.9	12.3	12.5	12.5	12.7	12.4	12.7	12.9	12.9	13.2	14	14.4	15.4	16.4	16.6	17	16.5	15.7	14	10.5	7.9	5.5	3.2	2.3	2.1
sd 112/86	115	112	108	103	88.4	76.4	67.2	51.4	44.5	38.6	30.4	23.6	20.8	19.8	19.5	19.8	20.1	20.9	21.1	20.8	19.6	15.9	13.5	11.4	8.65	6.72	4.61
sd 405/83	82.7	84	88.1	90.9	96.9	101.6	104.9	108.3	106.6	105.6	100	92.4	84	75.1	59.2	48.2	39.2	25.9	18.3	12.5	8.9	6.3	5.5	5.1	4.8	4.8	4.7

06/08/2010

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5:

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΒΥΘΟΣΚΟΠΗΣΕΩΝ (WENNER) ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΕΣΑΟΡΙΑ

RAW DATA

a Soundings	1	1.4	2	3	4.5	6	8	10	13	16	20	25	30	36	45	60	76	100	120	150	180
sd_14/77	315	325	334	340	319	272	204	158	113	84.6	62.1	46.7	36.8	28.1	23.2	19.6	17.7	16.1	14.9	14	13.1
sd_17/77	144	180	221	255	268	247	208	174	138	102	76	56.2	42.4	34	26.8	21.4	18.6	17	15.8	15.1	
sd_142/72	73.5	74.4	71.6	70.5	72.2	69.4	65.1	60.6	52.1	48.9	45.9	40.4	38.3	35	28.6	21.9	16.6	13.5	12.1	11.4	
sd_145/72	104	81	60.3	42.4	25.7	16.5	10.2	8.9	8.9	9.3	10.6	10.7	10.7	10.7	10.2	9.4	9.5	9.5	9.1	9.4	
sd_147/72	299	247	196	138	96.9	85.3	82.7	84	84	84	84	81.3	78.8	74	69.4	62.1	52.1	40.4	32.9	24.7	20.1
sd_33/76	29.4	34.5	41.6	50.1	51	45.2	36	31	27.3	26	6	27.8	28.6	30.5	30.8	30.6	28.2	23.2	20.3	17.4	
sd_146/72	105	107	99.6	85	77.6	79.2	80.4	82.7	79.9	80	72	66.5	56.5	48.2	37.1	29	22.9	20.3	19.6	17	15.8