



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΟΡΩΝ

**ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΗ ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ
ΧΩΡΟ ΤΩΝ ΑΠΤΕΡΩΝ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΙΩΑΝΝΗΣ Θ. ΒΛΑΣΣΗΣ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΒΑΦΕΙΔΗΣ, (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)
ΑΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	ΗΛΙΑΣ ΣΤΑΜΠΟΛΙΑΔΗΣ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΠΕΡΔΙΚΑΤΣΗΣ

ΧΑΝΙΑ

ΑΠΡΙΛΙΟΣ, 2009

**Αφιερώνεται
στους γονείς μου,
στην αδερφή μου Άννα
καθώς και
στους φίλους μου.**

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάδειξη της εφαρμογής των γεωφυσικών μεθόδων στην αρχαιολογία. Ειδικότερα, εξετάζεται η συμβολή των μεθόδων της ηλεκτρικής και μαγνητικής διασκόπησης στην προσπάθεια για εντοπισμό, οριοθέτηση και αποτύπωση θαμμένων αρχαιοτήτων. Οι γεωφυσικές μέθοδοι αποτελούν ένα αντικείμενο ενεργούς έρευνας και ο συνδυασμός τους δίνει πληροφορίες για πιο ασφαλή συμπεράσματα για το υπέδαφος. Η χαρτογράφηση επιλεγμένων θέσεων ενός αρχαιολογικού χώρου συντελεί στην μείωση του χρόνου και κόστους αναγνωριστικών αρχαιολογικών εκσκαφών.

Μετά την περάτωση της διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω:

Τον κ. Αντώνιο Βαφείδη, Καθηγητή του Πολυτεχνείου Κρήτης, τόσο για την ανάθεση του θέματος, όσο και για την άπογη συνεργασία και πολύτιμη καθοδήγηση που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Τους κ. Ηλία Σταμπολιάδη Αν. Καθηγητή και κ. Βασίλειο Περδικάτση τον Καθηγητή για την συμμετοχή τους στην εξεταστική επιτροπή καθώς και τον τελικό έλεγχο και τις σημαντικές παρατηρήσεις που έκαναν επί της εργασίας.

Τον υποψήφιο διδάκτορα του τμήματος Ορυκτών Πόρων του Πολυτεχνείου Κρήτης Οικονόμου Νικόλαο για το χρόνο, την υπομονή και την πολύτιμη βοήθεια και συνεχή βοήθεια που προσέφερε για την εκπόνηση της εργασίας.

Τέλος τον υποψήφιο διδάκτορα του τμήματος Ορυκτών Πόρων του Πολυτεχνείου Κρήτης Ανδρονικίδη Νικόλαο, καθώς και τον μεταπτυχιακό φοιτητή Αλευρά Νικόλαο για τη βοήθεια που μου προσέφεραν.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζονται και αξιολογούνται τα αποτελέσματα της γεωφυσικής έρευνας με μεθόδους χαρτογράφησης μαγνητικής βαθμίδας και ηλεκτρικής αντίστασης, η οποία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια γεωφυσικής μελέτης στον αρχαιολογικό χώρο των Απτέρων Χανίων. Η γεωφυσική έρευνα είχε ως στόχο τον εντοπισμό πιθανών θέσεων θαμμένων αρχαιοτήτων στην περιοχή της αρχαίας πόλης των Απτέρων. Οι γεωφυσικές μέθοδοι που εξετάζονται είναι η ηλεκτρική και μαγνητική διασκόπηση και καλύφθηκε έκταση συνολικού εμβαδού περίπου 7500 τετραγωνικών μέτρων.

Θεωρήθηκε απαραίτητη η εφαρμογή φίλτρων που τονίζουν τις ρηχές ανωμαλίες, που οφείλονται σε ανθρωπογενείς δομές. Με την συνδυαστική ερμηνεία των γεωφυσικών χαρτών απεικονίστηκαν υπολείμματα θαμμένων τοίχων και ο πολεοδομικός ιστός της αρχαίας πόλης των Απτέρων. Ειδικότερα, στην περιοχή ανατολικά του «Διμερούς Ιερού» χαρτογραφήθηκε η συνέχεια θαμμένου τοίχου, ο οποίος εμφανίζεται σε παρακείμενο σκάμμα. Επίσης, στο τμήμα της πόλης των Απτέρων βόρεια του μονοπατιού, το οποίο δεν έχει ανασκαφεί, χαρτογραφήθηκε ο πολεοδομικός ιστός. Τέλος, γύρω από την «Ρωμαϊκή Οικία» εμφανίστηκε πλήθος γραμμικών ανωμαλιών, οι οποίες αποδίδονται σε υπολείμματα θαμμένων τοίχων.

Συμπεράσματα εξάγονται σχετικά με την εφαρμογή των προαναφερθέντων γεωφυσικών μεθόδων, την αποτελεσματικότητά τους στην ανάδειξη των πιθανών θέσεων των αρχαιοτήτων και πόσο αξιόπιστα μπορεί να είναι τα αποτελέσματα αυτά.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	i
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	v

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΑΡΧΑΙΑ ΑΠΤΕΡΑ

1.1 Εισαγωγή	1
1.2 Ιστορία και στοιχεία του αρχαιολογικού χώρου των Απτέρων.....	3
1.3 Εξέλιξη των γεωφυσικών διασκοπήσεων στην αρχαιολογική έρευνα.....	8
1.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της γεωφυσικής διασκόπησης στην αρχαιολογία.....	10

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΓΕΩΦΥΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Εισαγωγή	11
2.2 Μέθοδος της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης.....	11
2.2.1 Εισαγωγή.....	11
2.2.2 Διατάξεις Ηλεκτροδίων.....	13
2.2.3 Ηλεκτρική χαρτογράφηση.....	17
2.3 Μαγνητικές μέθοδοι.....	18
2.3.1 Εισαγωγή	18
2.3.2 Μαγνητικό πεδίο.....	19
2.3.3 Αρχαιομαγνητισμός.....	19
2.3.4 Όργανα μέτρησης	20
2.3.5 Συλλογή Δεδομένων	23

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΗ ΣΤΑ ΑΡΧΑΙΑ ΑΠΤΕΡΑ

3.1 Εισαγωγή.....	25
3.2 Σύνδεση Κανάβων.....	27
3.3 Εφαρμογή Φίλτρων.....	27
3.3.1 Βελτίωση του Έγχρωμου Χάρτη.....	28
3.3.2 Μέθοδος Ανάδειξης Τοπικών Αναλογιών μέσω Εξομάλυνσης.....	28

3.3.3 Μέθοδος της Οριζόντιας Βαθμίδας.....	30
3.4 Παρουσίαση Χαρτών.....	31
3.4.1 Περιοχή Α.....	32
3.4.2 Περιοχή Ε.....	37
3.4.3 Περιοχή D.....	38

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ

ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΗΣ

4.1 Εισαγωγή.....	48
4.2 Περιοχή Α.....	49
4.3 Περιοχή Ε.....	51
4.4 Περιοχή D.....	52

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

5.1 Συμπεράσματα.....	55
5.2 Προτάσεις.....	56

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία.....	56
Διεθνής Βιβλιογραφία.....	57

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

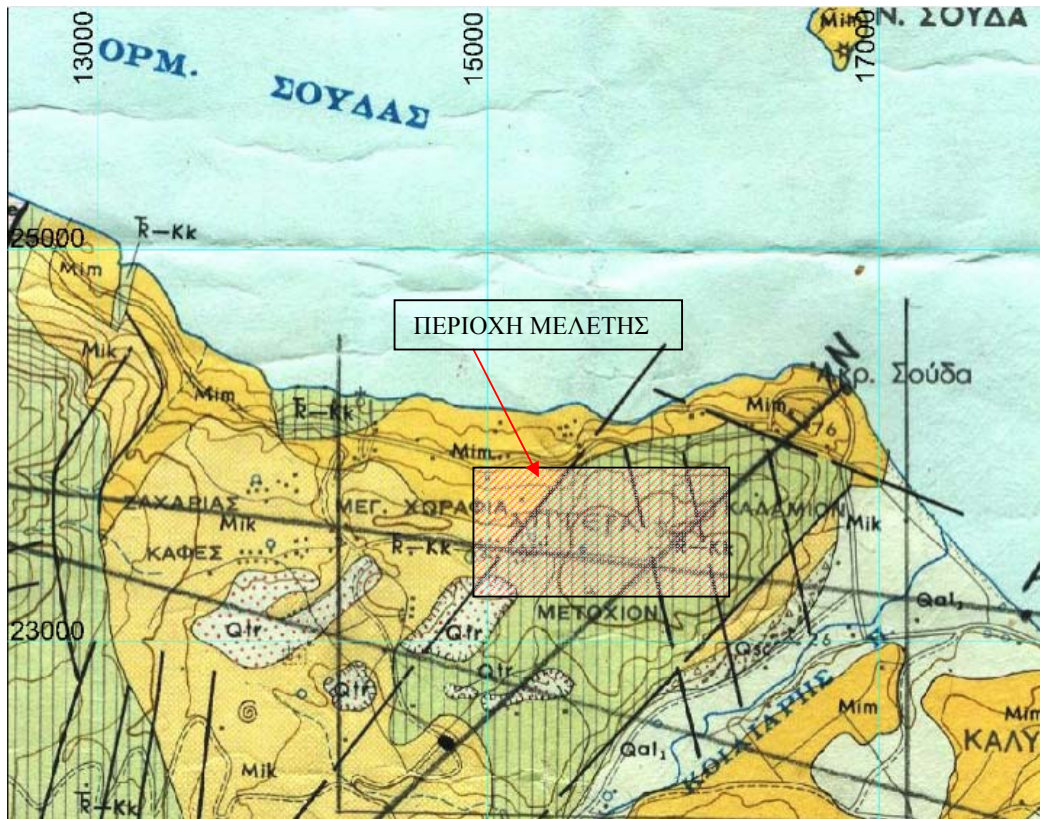
ΑΡΧΑΙΑ ΑΠΤΕΡΑ

1.1 Εισαγωγή

Η αρχαιολογική έρευνα βασίζεται σε πληροφορίες που αντλεί από διάφορες πηγές όπως ιστορικά κείμενα στα οποία αναφέρονται θέσεις και αποστάσεις από γνωστά σημεία, από την μορφολογία του εδάφους και από τμήματα εμφανών αρχαίων κατασκευών, τα οποία προμηνύουν την συνέχεια των κατασκευών αυτών και κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.

Κάθε χρόνο καταστρέφεται ένας σημαντικός αριθμός αρχαιοτήτων από γεωργικές και οικοδομικές δραστηριότητες. Οι αρχαιολόγοι έχουν τη δυνατότητα να σώσουν μόνο τα πιο σημαντικά ευρήματα. Η γεωφυσική επιστήμη προσφέρει βοήθεια στους αρχαιολόγους προκειμένου να επιτελέσουν το έργο τους αποτελεσματικότερα. Τις δύο τελευταίες δεκαετίες οι γεωφυσικές μέθοδοι εφαρμόζονται με επιτυχία στην αρχαιολογία, καθώς συμβάλλουν στο σωστό σχεδιασμό της ανασκαφικής δραστηριότητας και στην οικονομία σε χρόνο και χρήματα με την αποφυγή περιττών ανασκαφικών δραστηριοτήτων. Οι γεωφυσικές διασκοπήσεις περιλαμβάνουν πολλές μεθόδους όπως: η μαγνητική, η ηλεκτρική, η ηλεκτρομαγνητική και η σεισμική. Κάθε μία εφαρμόζεται σε συγκεκριμένες διαφορετικές αρχαιολογικές έρευνες.

Η γεωφυσική διασκόπηση στον αρχαιολογικό χώρο των Απτέρων περιλάμβανε μαγνητική, ηλεκτρική και ηλεκτρομαγνητική χαρτογράφηση, ηλεκτρική τομογραφία και γεωραντάρ σε επιλεγμένες περιοχές. Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που υπάρχουν στον αρχαιολογικό χώρο των Απτέρων παρουσιάζονται στον παρακάτω γεωλογικό χάρτη (Σχήμα 1.1α):

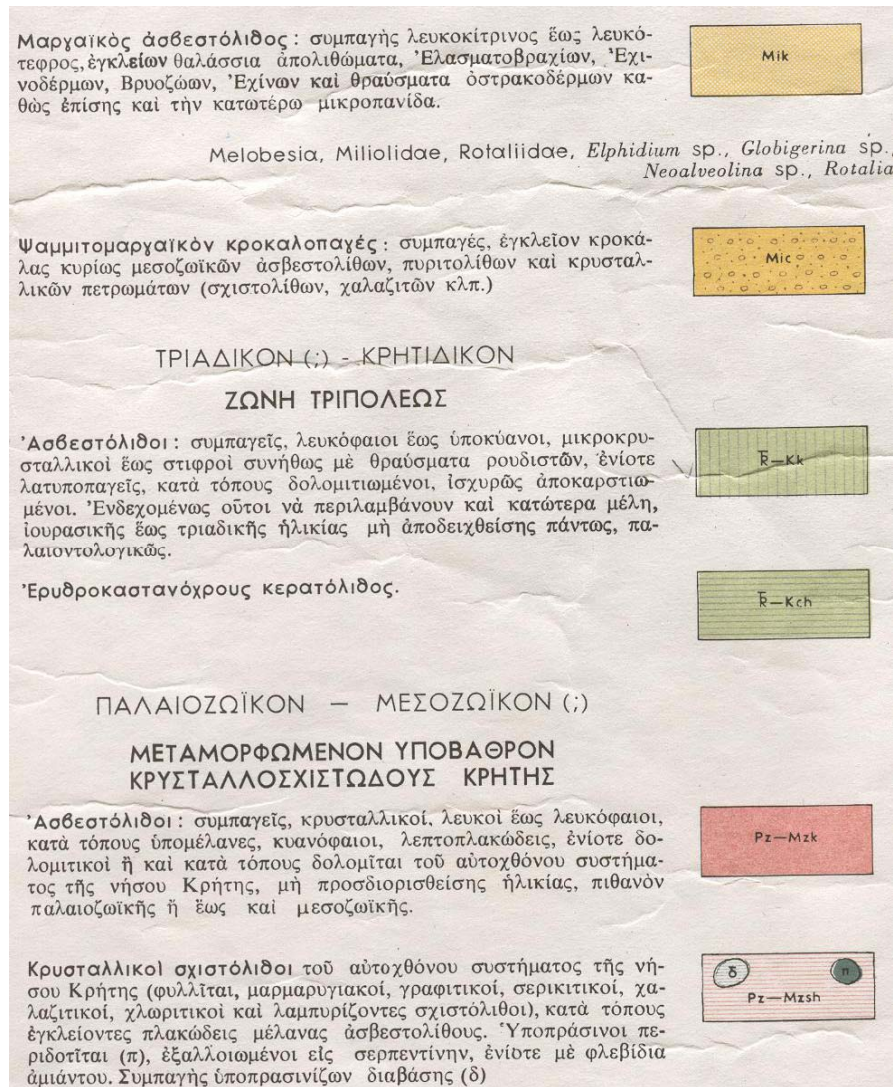


Σχήμα 1.1α : Γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής των αρχαίων Απτέρων,.

Η γεωλογική δομή της Κρήτης συνδέεται άμεσα με την συνολική γεωλογική δομή της Ελλάδας, η οποία χωρίζεται σε γεωτεκτονικές ζώνες με γενική διεύθυνση στον ηπειρωτικό ΒΔ – ΝΑ. χώρο της

Κάθε ζώνη, χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένη στρωματογραφική / λιθολογική διαδοχή των πετρωμάτων της όπως αυτά προέκυψαν από την επαλληλία των τεκτονικών γεγονότων που οδήγησαν στην δημιουργία του ορογενούς της Ελλάδας

Παρακάτω παρατίθεται ένα τμήμα του υπομνήματος του παραπάνω γεωλογικού χάρτη της περιοχής (Σχήμα 1.1β), στο οποίο αναφέρονται οι κυριότεροι γεωλογικοί σχηματισμοί.



Σχήμα 1.1β: Τμήμα του υπομνήματος του γεωλογικού χάρτη του σχήματος 1.1α.

Η γεωφυσική έρευνα πραγματοποιήθηκε σε χώρο στον οποίο ο μαργαϊκός ασβεστόλιθος εμφανίζεται επιφανειακά. Κατά τόπους, παρατηρείται λεπτό εδαφικό κάλυμμα. Οι περισσότερες αρχαίες δομές εδράζονται στον ασβεστόλιθο.

1.2 Ιστορία και στοιχεία του αρχαιολογικού χώρου των Απτέρων

Χτισμένη στην κορυφή ενός λόφου με απεριόριστη θέα προς τον κόλπο της Σούδας, τα αρχαία Άπτερα ή Άπτερα αποτέλεσαν μία από τις σπουδαιότερες πόλεις - κράτη και το μεγαλύτερο εμπορικό κέντρο της Κρήτης. Σημαντικό ρόλο στην άνθησή τους έπαιξε και η ναυτική βάση γεγονός που επιβεβαιώνει τη στρατηγική σημασία

της περιοχής. Η πόλη διέθετε δικό της στόλο, δύο λιμάνια, τη Μινώα και τον Κίσσαμο, στον κόλπο της Σούδας και στα χρόνια της ακμής της έκοψε μερικές δεκάδες διαφορετικά νομίσματα. Πινακίδες Γραμμικής Β΄ γραφής φανερώνουν την ύπαρξή της από τα μινωικά χρόνια. Το όνομά της προέρχεται, σύμφωνα με την παράδοση, από τις Σειρήνες οι οποίες ηττήθηκαν σε διαγωνισμό τραγουδιού από τις Μούσες και από την απελπισία τους αφαίρεσαν τα φτερά τους και έπεσαν στη θάλασσα. Σύμφωνα με μια άλλη εκδοχή, η πόλη πήρε το όνομα της από τη θεά Άρτεμη, στην οποία ήταν αφιερωμένη η κύρια λατρεία της πόλης, ενώ σύμφωνα με μια άλλη ο επώνυμος ήρωας των Δελφών Pteras ή Apteras έδωσε το όνομά του στην πόλη.

Τα Άπτερα υπήρχαν από τα Μινωικά Χρόνια, αφού το όνομά τους συναντιέται στις πλάκες της Κνωσού. Σύμφωνα με γραπτές πηγές και αποτελέσματα των μέχρι τώρα ανασκαφικών ερευνών δείχνουν ότι η περίοδος της μεγαλύτερης ακμής της πόλης ήταν οι πρώτοι ελληνιστικοί χρόνοι (τέλος 4ου - 3ος αι. π.Χ.), οπότε ισχυροποιήθηκε οικονομικά και πολιτικά και άρχισε να κόβει δικό της νόμισμα. Η ρωμαϊκή περίοδος, με την επιβολή της "ρωμαϊκής ειρήνης" (pax romana), σήμανε τη συρρίκνωση της πόλης σε οικονομικό-πολιτικό επίπεδο, αλλά συγχρόνως και την ανάπτυξή της στην αγροτική παραγωγή σύμφωνα με το πρόγραμμα της ρωμαϊκής εξουσίας. Ακόμα, σε αυτή την περίοδο χτίζονται μερικά από τα εντυπωσιακότερα οικοδομήματα, όπως οι τεράστιες δεξαμενές.

Η καταστροφή ήρθε τον 7^ο αιώνα μ.Χ. όταν η πόλη χτυπήθηκε από τον Εγκέλαδο και περίπου εκατό χρόνια μετά οι Σαρακηνοί έβαλαν οριστικό τέλος στη μακραίωνη ιστορία της. Παρ' όλο που η αρχαία πόλη ήταν πολύ μεγάλη και το αρχαιολογικό ενδιαφέρον που παρουσιάζει ακόμη μεγαλύτερο, δεν έχουν γίνει παρά ελάχιστες ανασκαφές, ενώ τα τελευταία χρόνια αρκετά από τα μνημεία έχουν υποστεί ανεπανόρθωτες βλάβες.

Η κατοίκηση της συνεχίστηκε στα βυζαντινά χρόνια χωρίς ιδιαίτερη ακμή, ενώ λίγο πριν από τον ισχυρό σεισμό του 7ου αιώνα μ.Χ. ανοικοδομήθηκε το μοναστήρι του Αγίου Ιωάννη του Θεολόγου σε κεντρικό σημείο της αρχαίας πόλης που αναφέρεται ήδη σε Χρονικό του 1181 μ.Χ. Ανήκε στη Μονή Πάτμου και λειτουργούσε μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1960. Κατά την περίοδο 1866-69 ανεγέρθηκε από τους Τούρκους κατακτητές κάστρο με στόχο τη καταστολή της Κρητικής Επανάστασης. (Niniou V., 2000)



Φωτ. 1.1 : Βυζαντινή Μονή του Αγίου Ιωάννη του Θεολόγου (www.crete.tournet.gr)

Στο δρόμο που ανηφορίζει από το χωριό Μεγάλα Χωράφια διακρίνονται ερείπια των εξωτερικών τειχών που είχαν συνολικό μήκος 4 χιλιόμετρα. Το είδος της δόμησης χρονολογεί την κύρια περίοδο κατασκευής του στον 4ο αι. π.Χ. Η κεντρική είσοδος της πόλης βρισκόταν στα δυτικά, ενώ υπήρχαν και άλλες δευτερεύουσες στα ανατολικά και στα βόρεια.

Στο εσωτερικό του αρχαιολογικού χώρου των Απτέρων σώζονται, μεταξύ άλλων, θολωτές δεξαμενές της ρωμαϊκής εποχής, τα θεμέλια ενός ναού της κλασικής εποχής, τα λείψανα δύο ιερών της ελληνιστικής περιόδου από τα οποία το ένα ήταν αφιερωμένο στη θεά Δήμητρα καθώς και δημόσια κτίρια που εικάζεται ότι ήταν λουτρά και πρυτανείο. Στη βόρεια πλευρά της πόλης υπάρχει ένα εντυπωσιακό τουρκικό Κουλέ (πύργος).



Φωτ. 1. 2: Το Τουρκικό κάστρο στα Άπτερα (www.crete.tournet.gr)

Οι εργασίες ανασκαφής ξεκίνησαν το 1942, όταν οι Γερμανοί κατακτητές ανάσκαψαν το "διμερές ιερό". Το 1958 ο Στ. Αλεξίου ανάσκαψε τμήματα κτηρίων της πόλης και τάφους. Τέλος, το 1986-87 και 1992-95 η Κ.Ε΄ Εφορεία Προϊστορικών και Κλασικών Αρχαιοτήτων συνέχισε τις εργασίες με συστηματικές και σωστικές ανασκαφές στην περιοχή. Τα τελευταία χρόνια οι εργασίες για την ανάδειξη του αρχαιολογικού χώρου, έχουν ενταχθεί στα ευρωπαϊκά προγράμματα του Β΄ και Γ΄ Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης.

Ο αρχαιολογικός χώρος των Απτέρων περιλαμβάνει τα συγκροτήματα των ρωμαϊκών δεξαμενών, που μαζί με τα πολυάριθμα πηγάδια και τις στέρνες εξυπηρετούσαν τις ανάγκες της πόλης. Αυτές πρέπει να τροφοδοτούσαν και τις εγκαταστάσεις των δημόσιων και ιδιωτικών λουτρών που βρίσκονται προς τα δυτικά.



Φωτ. 1. 3: Ρωμαϊκές δεξαμενές (www.crete.tournet.gr)

Τμήμα μεγάλης ιδιωτικής οικίας με περίστυλη αυλή (5 x 7 κίονες) που περιβάλλεται από στοά στεγασμένη με κεραμίδια, έχει αποκαλυφθεί στη νοτιοδυτική περιοχή της πόλης. Στο εσωτερικό της αυλής είναι πεσμένοι οι περισσότεροι από τους κίονες και μερικά κιονόκρανα.

Το λεγόμενο "διμερές ιερό" είναι ένας, αρχαιοελληνικής κατασκευής, μικρός ναός που χρονολογήθηκε στον 5ο αι. π.Χ. Η πόλη διέθετε θέατρο, το οποίο πρόσφατα αποκαλύφθηκε πλήρως. Η νεκρόπολη βρισκόταν εκτός των τειχών, στα δυτικά και στα ανατολικά της πόλης. Τα τελευταία χρόνια έχουν ανασκαφεί τάφοι διαφόρων τύπων των γεωμετρικών και πρώιμων αρχαϊκών χρόνων (8ου και 7ου αι. π.Χ.), των ελληνιστικών (κυρίως του 4ου και 3ου αι. π.Χ.) και της ρωμαϊκής περιόδου. Κοντά στη δυτική είσοδο της πόλης, αποκαλύφθηκε ηρώο με ενεπίγραφους πεσσούς του 1ου - 2ου αι. μ.Χ. Ανάμεσα στους τάφους εντοπίστηκαν υπολείμματα τελετουργιών της ελληνιστικής και της ρωμαϊκής περιόδου.



Φωτ. 1.4: Το "διμερές ιερό" (www.crete.tournet.gr)

Η Μονή του Αγίου Ιωάννη του Θεολόγου, που έχει εν μέρει αποκατασταθεί, λειτουργεί σήμερα ως χώρος υποδομής των εργασιών που πραγματοποιούνται στον αρχαιολογικό χώρο. Εργασίες ανάδειξης έχουν ξεκινήσει και στο τούρκικο κάστρο, που βρίσκεται στο βορειοδυτικό άκρο του χώρου και στο οποίο διοργανώνονται εκδηλώσεις κατά τη θερινή περίοδο.

1.3 Εξέλιξη γεωφυσικών διασκοπήσεων στην αρχαιολογική έρευνα.

Η εφαρμογή των θετικών επιστημών στην αρχαιολογία είναι πλέον καθιερωμένη. Η γεωφυσική διασκόπηση εμπλουτίζει την αρχαιολογική έρευνα προσφέροντας πολύτιμες πληροφορίες, τόσο στην αρχαιολογική κοινότητα όσο και σε άλλους ενδιαφερόμενους φορείς. Οι γεωφυσικές τεχνικές αποβλέπουν στην αποτύπωση του υπεδάφους.

Η ραγδαία εξέλιξη των τεχνικών αυτών όσον αφορά τη ταχύτητα επιφανειακής κάλυψης, τη ποιότητα και ακρίβεια των μετρήσεων, τη διαδικασία επεξεργασίας και αποτύπωσης των δεδομένων και τον τρόπο αξιολόγησης και διαχείρισης των πληροφοριών έχει επιφέρει σημαντικές αλλαγές στην εφαρμογή τους σε σχέση με τον εντοπισμό, μελέτη και προστασία των πολιτισμικών και φυσικών πόρων.

Η σύγχρονη τεχνολογία (βελτιωμένες γεωφυσικές διατάξεις εντοπισμού και ανίχνευσης του υπεδάφους, όργανα μικροσκοπικής ανάλυσης σχεδιασμού και γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών) προσδίδει νέες διαστάσεις στην αρχαιολογία και η αξιοποίησή της επέρχεται μόνο εφόσον υπάρχει συνεργασία ανάμεσα στους φορείς σε όλη την διάρκεια της αρχαιολογικής έρευνας, η οποία λόγω των παραπάνω μετονομάζεται σε Αρχαιομετρία. Η συντονισμένη προσπάθεια διαφορετικών μέσων προσέγγισης των αρχαιολογικών δεδομένων και του περιβάλλοντος αποτελεί ίσως την μοναδική λύση για μία ολοκληρωμένη μελέτη, ανάδειξη και προβολή των αρχαιολογικών και ιστορικών μνημείων μέσα στον περιβάλλοντα χώρο τους.

Από τα μέσα της δεκαετίας του 1940, οι γεωφυσικές μέθοδοι διασκόπησης εφαρμόζονται στον εντοπισμό και τη χαρτογράφηση θαμμένων αρχαιοτήτων. Οι μέθοδοι αυτές εφαρμόζονται στην εξερεύνηση αρχαιολογικών χώρων σε παγκόσμια κλίμακα και αναφέρονται σ' όλα τα βιβλία εισαγωγής στην αρχαιολογική επιστήμη. Στηρίζονται στο γεγονός ότι οι αρχαιότητες αποτελούν διαταράξεις στην ομοιογένεια των ανώτερων στρωμάτων της γης, και επομένως προκαλούν ανωμαλίες σε φυσικά ή τεχνητά πεδία. Οι ανωμαλίες αυτές καταγράφονται με τη βοήθεια κατάλληλων οργάνων, επεξεργάζονται βάσει διεθνώς παραδεκτών μεθόδων και τελικά παρουσιάζεται κυρίως μια χαρτογράφηση των υπεδάφειων αρχιτεκτονικών λειψάνων.

Η εισαγωγή των γεωφυσικών διασκοπήσεων στην αρχαιολογική έρευνα στον διεθνή χώρο έγινε με το τέλος του δευτέρου παγκοσμίου πολέμου. Οι πρώτες δοκιμές έγιναν στην Αγγλία, τόσο της ηλεκτρικής μεθόδου το 1946 όσο και της μαγνητικής το 1958 (Aitken, 1974) .

Στις μέρες μας, η βασική έρευνα στις μεθόδους αυτές είναι προσανατολισμένη σε συγκεκριμένες κατευθύνσεις. Όσον αφορά τη μαγνητική μέθοδο διασκόπησης, έχει εισαχθεί η λεγόμενη τεχνολογία των pico Tesla, υπάρχουν δηλαδή όργανα (μαγνητόμετρα) που είναι ικανά να μετρήσουν το μαγνητικό πεδίο με πολύ μεγάλη ακρίβεια και να πραγματοποιούν συνεχή καταγραφή. Τα όργανα αυτά είναι τοποθετημένα σε κινούμενα συστήματα έτσι, ώστε να μπορούν να εξερευνούν μεγάλες εκτάσεις σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα. Ταυτόχρονα, η μεγάλη ευαισθησία τους τα καθιστά ικανά να διακρίνουν σήματα που προέρχονται από πολύ ασθενείς πηγές, αυξάνοντας έτσι το ποσό της πληροφορίας που λαμβάνεται για το υπέδαφος. Μελετώνται επίσης οι κατάλληλες μέθοδοι επεξεργασίας και ερμηνείας.

Η μέθοδος της ηλεκτρικής τομογραφίας αναπτύχθηκε έτσι, ώστε κατέστη δυνατή η χρήση της μέσα σε σωζόμενα μνημεία. Επίσης, έγινε εφικτή η χρήση της σε δομημένα περιβάλλοντα, κάτι το οποίο ήταν αδιανόητο πριν από μια δεκαετία.

1.4 Πλεονεκτήματα της γεωφυσικής διασκόπησης στην αρχαιολογία.

Οι γεωφυσικές μέθοδοι είναι πολύ σημαντικές στην αρχαιολογία για τους παρακάτω λόγους:

- ο Κατά την αρχαιολογική έρευνα μια περιοχή ανασκάπτεται και για την αποφυγή καταστροφής των αρχαιολογικών ευρημάτων κάθε βήμα της ανασκαφής γίνεται αργά. Ο χρόνος που διαρκεί μια ανασκαφή είναι σχετικά μεγάλος, ενώ η συνολική ανασκαφή μιας περιοχής μπορεί να μην είναι απαραίτητη. Η γεωφυσική έρευνα μπορεί να γίνει σε μερικές ημέρες ή εβδομάδες και τα αποτελέσματά της είναι χρήσιμα για πολλά έτη ακολουθούμενης εργασίας ανασκαφής.
- ο Δεν μπορούν όλες οι αρχαιολογικές περιοχές να υποστούν ερευνητική ανασκαφή. Αυτό ισχύει για ιστορικά κτήρια, εκκλησίες, μουσουλμανικά τεμένη, οι πυραμίδες, τα πάρκα, και περιοχές που βρίσκονται κάτω από τη σύγχρονη αστική ανάπτυξη. Σε πολλές περιπτώσεις, οι γεωφυσικές μέθοδοι μπορούν να είναι οι μόνες οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν, χωρίς το ρίσκο άσκοπης καταστροφής των επιφανειακών δομών.
- ο Οι αρχαιολόγοι μπορούν να επωφεληθούν ως προς τον καθορισμό των προτεραιοτήτων των ανασκαφών τους, όταν προηγηθούν γεωφυσικές μέθοδοι.
- ο Η αρχαιολογία διάσωσης έχει γίνει σημαντική καθώς οι αστικές περιοχές υπερβαίνουν τις αρχαιολογικές περιοχές σε πολλά μέρη του κόσμου. Σύμφωνα με νέα νομοθεσία, υπάρχει δυνατότητα ουσιαστικής χρηματοδότησης για την αρχαιολογική έρευνα πριν από την εκμετάλλευση μιας περιοχής. Σε πολλές τέτοιες περιπτώσεις, εντούτοις, ο διαθέσιμος χρόνος για την αρχαιολογική έρευνα μπορεί να είναι πολύ περιορισμένος. Οι γεωφυσικές μέθοδοι παίζουν σημαντικό ρόλο δεδομένου ότι η περιοχή συχνά καταστρέφεται συνολικά από τη νέα κατασκευή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΓΕΩΦΥΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Εισαγωγή

Για την εκπλήρωση των στόχων της παρούσας διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκε επεξεργασία δεδομένων ηλεκτρικής και μαγνητικής χαρτογράφησης. Πριν την παρουσίαση των αποτελεσμάτων των προαναφερθέντων μεθόδων, κρίνεται σκόπιμο να γίνει μία εισαγωγή στις βασικές αρχές των εν λόγω μεθόδων, καθώς και στον τρόπο συλλογής δεδομένων, των οποίων η επεξεργασία καθώς και τα αποτελέσματα θα παρουσιαστούν σε επόμενα κεφάλαια.

2.2 Μέθοδος της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης.

2.2.1 Εισαγωγή

Βασική επιδίωξη των ηλεκτρικών μεθόδων γεωφυσικής διασκόπησης είναι ο καθορισμός των ηλεκτρικών ιδιοτήτων των πετρωμάτων των επιφανειακών στρωμάτων του φλοιού της Γης. Μετρούμενο μέγεθος είναι η ηλεκτρική τάση. Παράλληλα, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο καθορισμός της τιμής, καθώς και η μελέτη των μεταβολών αυτής στα επιφανειακά στρώματα, της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης.

Για την εφαρμογή των ηλεκτρικών γεωφυσικών μεθόδων απαιτείται σημαντική αντίθεση στις ηλεκτρικές ιδιότητες μεταξύ στόχου και του ευρύτερου γεωλογικού περιβάλλοντος.

Από τις ηλεκτρικές μεθόδους γεωφυσικής διασκόπησης οι πιο σημαντικές είναι η μέθοδος της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης, η μέθοδος των ισοδυναμικών γραμμών, η μέθοδος της επαγόμενης πολικότητας, η μέθοδος του φυσικού δυναμικού και η μέθοδος των τελλουρικών ρευμάτων. Για τη συλλογή των δεδομένων της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης.

Η μέθοδος της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης βασίζεται στον νόμο που διατύπωσε το 1827 ο George Simon Ohm (Robinson, 1988), σύμφωνα με τον οποίο

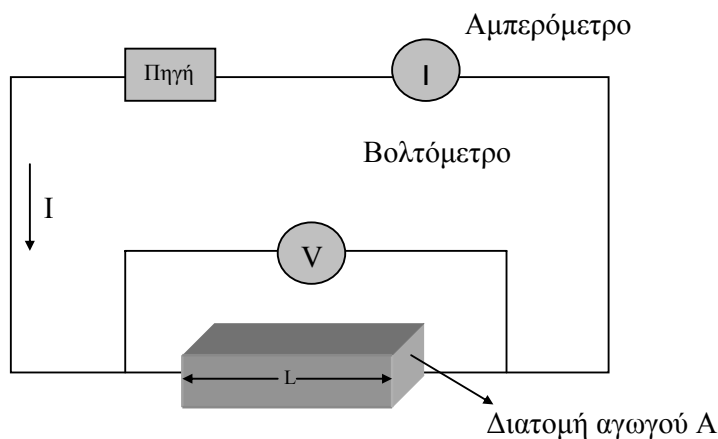
αντίσταση R (σε Ohm) ενός αγωγού ισούται με το σταθερό λόγο της διαφοράς δυναμικού ΔV (σε Volt) που παρουσιάζεται στα άκρα του αγωγού, προς την ένταση I (σε Ampere) του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό.

$$R = \frac{\Delta V}{I} \quad 2.1$$

Επιπλέον, η αντίσταση ενός ομογενούς αγωγού είναι ανάλογη με το μήκος L του αγωγού, αντιστρόφως ανάλογη με το εμβαδόν A της τομής του αγωγού και εξαρτάται από το υλικό και τη θερμοκρασία του.

$$R = \rho \cdot \frac{L}{A} \quad 2.2$$

όπου ρ είναι η ειδική ηλεκτρική αντίσταση του υλικού του αγωγού σε Ohm/m.



Σχήμα 2.1: Ηλεκτρικό κύκλωμα αποτελούμενο από πηγή και αγωγό σχήματος ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου.

Οι χαρακτηριστικές τιμές της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης, οι οποίες προέκυψαν από γεωηλεκτρικές βυθοσκοπήσεις αναφοράς σε θέσεις όπου τα πετρώματα εμφανίζονται στην επιφάνεια, καθώς και από προηγούμενες μελέτες (Βαφειδής και συνεργάτες, 1991, Βαφειδής και Αμολοχίτης 1992), συνοψίζονται στον πίνακα 2.1.

ΕΙΔΟΣ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ (Ohm)
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΕΣ ΠΡΟΣΧΩΣΕΙΣ	80-250
ΝΕΟΓΕΝΗ ΙΖΗΜΑΤΑ	
Μάργες	20-60
Άμμοι και Χαλίκια κορεσμένα	50-500
Εβαπορίτες (Γύψοι)	200
Μαργαϊκοί Ασβεστόλιθοι	150-500
Κροκαλοπαγή βάσεως	200-300
Ψαμμίτες	50-70
ΑΛΠΙΚΑ ΙΖΗΜΑΤΑ	
Φλύσχης	70-80
Σχιστόλιθοι-Οφιόλιθοι	100-300
Ασβεστόλιθοι	>500

Πίνακας 2.1 : Τιμές ειδικών ηλεκτρικών αντιστάσεων πετρωμάτων.

2.2.2 Διατάξεις Ηλεκτροδίων

Για την εκτίμηση της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης των γεωλογικών σχηματισμών, χρησιμοποιούνται διαφορετικές διατάξεις, τεσσάρων συνήθως ηλεκτροδίων ρεύματος και δυναμικού. Οι διατάξεις τεσσάρων ηλεκτροδίων είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές επειδή ελαχιστοποιούν τα αποτελέσματα της αντίστασης επαφής, δηλαδή της ηλεκτρικής αντίστασης στη θέση του ηλεκτροδίου. Αυτές οι διατάξεις αποτελούνται από δυο ηλεκτρόδια ρεύματος και δυο δυναμικού. Τα ηλεκτρόδια ρεύματος είναι ηλεκτρόδια από τα οποία διαβιβάζεται ηλεκτρικό ρεύμα γνωστής έντασης I και ηλεκτρόδια δυναμικού είναι τα ηλεκτρόδια στα οποία μετριέται η διαφορά δυναμικού ΔV .

α) Διάταξη Wenner

Στην διάταξη Wenner τα ηλεκτρόδια, τόσο του δυναμικού όσο και του ρεύματος, διατάσσονται σε ίσες μεταξύ τους αποστάσεις (σχήμα 2.2α). Η φαινόμενη ειδική ηλεκτρική αντίσταση ρ_a υπολογίζεται από την σχέση :

$$\rho_a = 2\pi a \frac{\Delta V}{I} \quad 2.3$$

όπου a : η απόσταση των ηλεκτροδίων.

ΔV : η διαφορά δυναμικού.

I : η ένταση του ρεύματος που διέρχεται από τα ηλεκτρόδια.

β) Διάταξη Διπόλου-Διπόλου

Σε αυτή τη διάταξη η απόσταση ανάμεσα στα ηλεκτρόδια του ρεύματος είναι ίση με a . Ομοίως a είναι και το διάστημα μεταξύ των ηλεκτροδίων δυναμικού. Η απόσταση μεταξύ των ζευγαριών των ηλεκτροδίων είναι ίση με na ($n \gg a$) (ακέραιο πολλαπλάσιο του a), (σχήμα 2.2.β).

Η φαινόμενη ειδική αντίσταση δίνεται από την σχέση

$$\rho_a = \pi na(n+1)(n+2) \frac{\Delta V}{I} \quad 2.4$$

γ) Διάταξη διδύμου ηλεκτροδίου.

Η διάταξη διδύμου ηλεκτροδίου που επινοήθηκε από τους Aspinall και Lynam (1970) χρησιμοποιεί ζεύγος ηλεκτροδίων ρεύματος δυναμικού (I_1 και V_1) το οποίο μένει σταθερό κατά την διάρκεια των μετρήσεων ενώ άλλο ζεύγος ηλεκτροδίων (I_2 και V_2) μετακινείται. Το κίνητρο για αυτήν την τροποποίηση είναι η οικονομία. Η διάταξη διδύμου ηλεκτροδίου έχει σαν αποτέλεσμα τον μικρότερο αριθμό μετακινήσεων από κάθε άλλη μέθοδο. Η διάταξη διδύμου ηλεκτροδίου έχει επίσης σαν πλεονέκτημα την παραγωγή ενός μέγιστου στις ανωμαλίες. Το βασικό της μειονέκτημα είναι η μειωμένη ευαισθησία σε σχέση με άλλες μεθόδους. Παρ' όλα αυτά σε περιοχές που οι ανωμαλίες αντίστασης είναι μεγάλες η εν λόγω μέθοδος είναι η ιδανική επιλογή. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η τιμή του n θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 30, αλλιώς θα παρουσιάζονται ανεπιθύμητες επιδράσεις (σχήμα 2.2γ).

$$\rho_a = \pi a \frac{\Delta V}{I} \quad 2.5$$

δ) Τετραγωνική διάταξη

Στη διάταξη αυτή τα τέσσερα ηλεκτρόδια βρίσκονται στις κορυφές τετραγώνου πλευράς d και αποτελούν τη βάση, πάνω στην οποία αντιστοιχεί η μέτρηση (σχήμα 2.2δ). Η τετραγωνική διάταξη μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην αρχαιομετρία και ειδικά στην ερμηνεία ρηχών στόχων. Μπορεί να εφαρμοστεί σχετικά γρήγορα, αλλά απαιτείται ειδική κατασκευή για τη διεξαγωγή των μετρήσεων, με την ηλεκτρική χαρτογράφηση. Το πρόβλημα αυτής της διάταξης είναι ότι εξαρτάται πολύ από τη διεύθυνση των στόχων με αποτέλεσμα να απαιτείται και δεύτερη διασκόπηση.

ε) Διάταξη Schlumberger

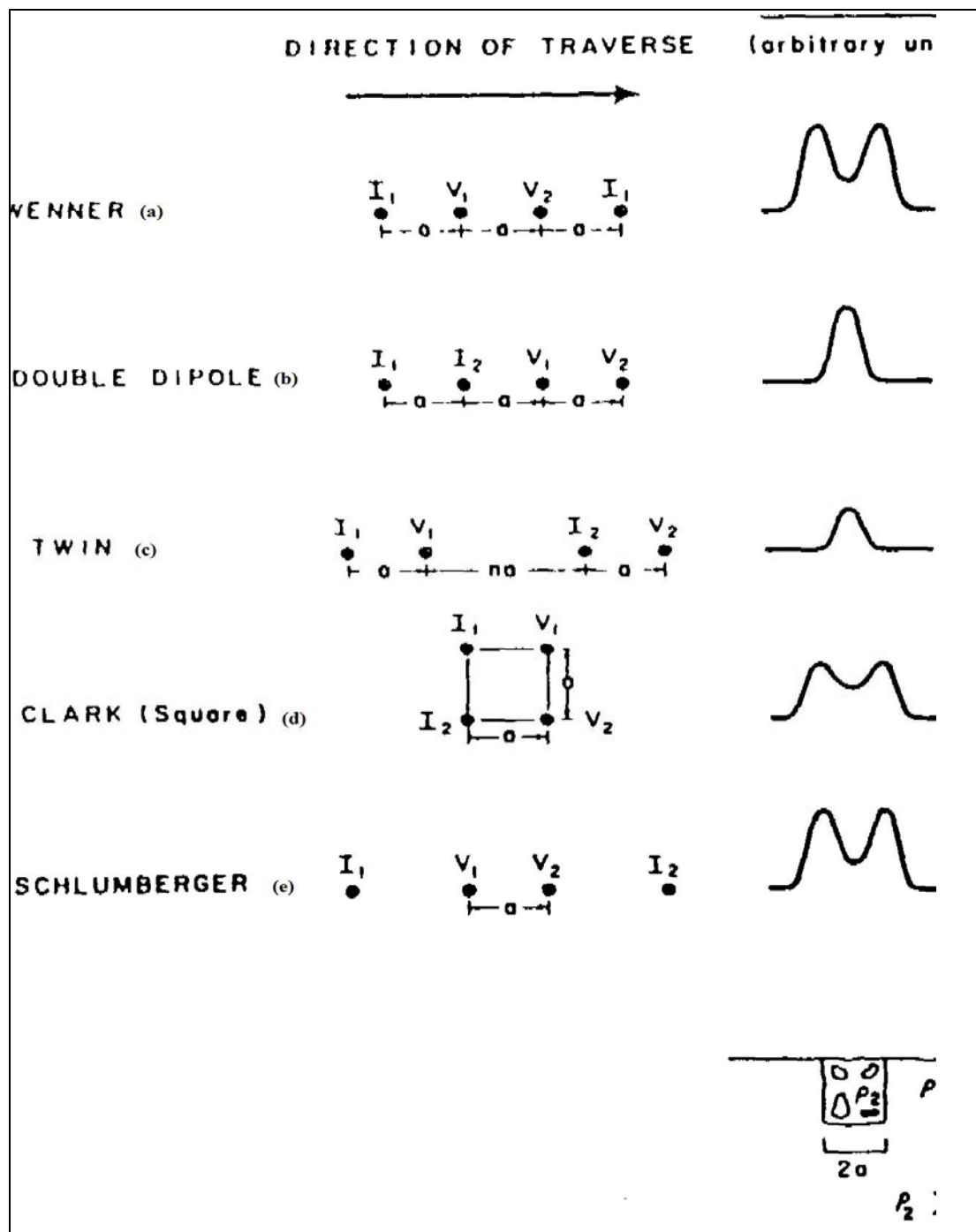
Η διάταξη Schlumberger είναι η πιο συνηθισμένη σε μεγάλης κλίμακας γεωφυσικές εφαρμογές και είναι πολύ επιτυχής και για αρχαιολογικές εφαρμογές. Η ευαισθησία της συγκρίνεται με αυτήν της Wenner, αλλά η παραγωγή διπλού μέγιστου είναι πάλι πρόβλημα. Οι αποστάσεις μεταξύ I_1 και V_1 ή I_2 και V_2 πρέπει πάντα να είναι σημαντικά μεγαλύτερες από a .

Στη διάταξη Schlumberger, τα ηλεκτρόδια ρεύματος I_1 και I_2 βρίσκονται σε απόσταση L και σε συμμετρικές θέσεις ως προς το κέντρο της διάταξης. Τα ηλεκτρόδια του δυναμικού V_1 και V_2 είναι ανάμεσα στα I_1 και I_2 και το καθένα σε απόσταση a από το κέντρο της διάταξης. Έτσι είναι $I_1 I_2 = 2L$ και $V_1 V_2 = 2a = I$ (σχήμα 2.2.ε), η απόσταση $2a$ μεταξύ των ηλεκτροδίων δυναμικού είναι πολύ μικρότερη από την απόσταση $2L$ μεταξύ των ηλεκτροδίων ρεύματος. Έτσι ο γεωμετρικός συντελεστής K θα υπολογίζεται από την σχέση :

$$K = 2\pi \left(\frac{1}{L-a} - \frac{1}{L+a} - \frac{1}{L+a} - \frac{1}{L-a} \right)^{-1} = (L^2 - a^2) \frac{\pi}{2a} \quad 2.6$$

Θεωρώντας ότι ($L \gg a$) ισχύει ότι $(L^2 - a^2) \sim L^2$ και έτσι η φαινόμενη ειδική ηλεκτρική αντίσταση τελικά υπολογίζεται από τη σχέση :

$$\rho_a = \frac{\pi L^2}{2a} \frac{\Delta V}{I} \quad 2.7$$



Σχήμα 2.2: Διατάξεις: α) Wenner β) Διπόλου- Διπόλου γ) Δίδυμου ηλεκτροδίου δ) Τετραγωνική ε) Schlumberger. (Οικονόμου, 1998)

Στο σχήμα 2.2 φαίνονται διατάξεις ηλεκτροδίων που χρησιμοποιούνται στην αρχαιολογία με μια τυπική ανωμαλία για ιδεατή λιθόχτιστη δομή οριζόντιας διάστασης $2a$, η οποία έχει μεγαλύτερη ειδική ηλεκτρική αντίσταση από το περιβάλλον έδαφος.

Κάθε διάταξη παρουσιάζει κάποια πλεονεκτήματα και κάποια μειονεκτήματα, ανάλογα με την περιοχή και το σκοπό, για τον οποίο εφαρμόζεται. Η διάταξη Wenner δίνει την πιο έντονη μεταβολή της φαινόμενης ηλεκτρικής αντίστασης, αλλά παρουσιάζει το φαινόμενο της διπλής κορυφής, δηλαδή μεγάλη τιμή πριν και μετά τη δομή, η οποία έχει μεγαλύτερη αντίσταση από τα περιβάλλοντα πετρώματα, ενώ δίνει τοπικό ελάχιστο ακριβώς πάνω από το κέντρο της δομής. Το αντίθετο συμβαίνει στην περίπτωση που η δομή έχει μικρότερη αντίσταση. Το ίδιο πρόβλημα παρουσιάζει και η διάταξη Schlumberger με το επιπλέον πρόβλημα του μικρού σήματος, δηλαδή δεν περιγράφει έντονα τις μεταβολές της φαινόμενης ηλεκτρικής αντίστασης με μεγάλη αντίθεση. Βέβαια, παρουσιάζει και ιδιαίτερα πλεονεκτήματα όπως ότι κατά την ηλεκτρική βυθοσκόπηση απαιτείται μετακίνηση μόνο των ηλεκτροδίων ρεύματος και η χρήση σχετικά σταθερού διπόλου τάσης περιορίζει ανεπιθύμητες επιδράσεις από πλευρικές γεωλογικές ασυνέχειες στις μετρήσεις. Το πρόβλημα της διπλής κορυφής δεν εμφανίζεται στις διατάξεις διπόλου – διπόλου και διδύμου ηλεκτροδίου. Η διάταξη διπόλου-διπόλου προσφέρει μεγάλες αντιθέσεις στη μεταβολή της φαινόμενης ηλεκτρικής αντίστασης, αλλά έχει το μειονέκτημα ότι, επειδή η απόσταση μεταξύ των ηλεκτροδίων ρεύματος είναι σχετικά μικρή, περιορίζεται το βάθος διείσδυσης του ηλεκτρικού ρεύματος και επομένως και η ευαισθησία της μεθόδου με την αύξηση του βάθους.

2.2.3 Ηλεκτρική χαρτογράφηση

Στην ηλεκτρική χαρτογράφηση μελετάται η πλευρική μεταβολή των ηλεκτρικών ιδιοτήτων του υπεδάφους. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα να εντοπισθούν ασυνέχειες κατά την οριζόντια ανάπτυξη των σχηματισμών.

Κατά τη γεωηλεκτρική χαρτογράφηση, εκτιμάται η τιμή της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης ρ_a , για σταθερή τιμή του γεωμετρικού συντελεστή K σε θέσεις κατά μήκος γραμμής μελέτης. Ο γεωμετρικός συντελεστής είναι ο παράγοντας, με τον οποίον πολλαπλασιάζεται η τιμή της μέτρησης ($\Delta V/I$) και

εξαρτάται από το είδος της διάταξης που χρησιμοποιείται και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της (π.χ. απόσταση διπόλων ηλεκτροδίων δυναμικού και ρεύματος) (σχέση 2.6).

Κάθε γραμμή μελέτης περιλαμβάνει ένα συγκεκριμένο αριθμό σταθμών μέτρησης. Επειδή η φαινόμενη ειδική ηλεκτρική αντίσταση εξαρτάται από το βάθος εισαγωγής των ηλεκτροδίων στο έδαφος θα πρέπει να δίνεται προσοχή να μην υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση του βάθους εισαγωγής τους από θέση σε θέση. Για να επιτευχθεί καλή ακρίβεια στις μετρήσεις, το βάθος εισαγωγής των ηλεκτροδίων πρέπει να είναι μικρότερο από το 20% της απόστασης των κοντινότερων ηλεκτροδίων.

2.3 Μαγνητικές μέθοδοι.

2.3.1 Εισαγωγή

Ο μαγνητισμός η ιδιότητα φυσικού μαγνήτη να έλκει σιδερένια αντικείμενα είναι γνωστή εδώ και χιλιάδες χρόνια. Οι κινέζοι αξιοποίησαν την ιδιότητα του ραβδόμορφου μαγνήτη να προσανατολίζεται και έφτιαξαν μαγνητικές πυξίδες, οι οποίες καθοδηγούσαν τα πλοία τους στα μακρινά ταξίδια. Αργότερα, ο William Gilbert εξήγησε ότι η αιτία προσανατολισμού της μαγνητικής βελόνας είναι ολόκληρη η γη, η οποία συμπεριφέρεται σαν ένας τεράστιος μαγνήτης. Ο ίδιος για να ενισχύσει τον ισχυρισμό του πραγματοποίησε ένα πείραμα κατά το οποίο χρησιμοποιώντας ένα μεγάλο σφαιρικό μαγνήτη, έδειξε ότι κάθε μαγνητική βελόνα που θα βρεθεί κοντά του προσανατολίζεται όπως οι βελόνες της πυξίδας γύρω από τη γη.

Οι μαγνήτες έλκουν ορισμένα μόνο υλικά και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Οι μαγνήτες μπορούν και μαγνητίζουν μόνιμα ορισμένα αντικείμενα, τα μετατρέπουν δηλαδή σε μαγνήτες. Η διαδικασία μετατροπής ονομάζεται μαγνήτιση. Μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε με επαφή είτε από απόσταση.

2.3.2 Μαγνητικό πεδίο

Σύμφωνα με τον Gilbert κάθε μαγνήτης περιβάλλεται από μια σφαίρα επιρροής. Ένα σιδερένιο αντικείμενο δέχεται την επίδραση του μαγνήτη εφόσον εισχωρούσε μέσα σ' αυτή τη σφαίρα επιρροής. Δηλαδή κάθε μαγνήτης περιβάλλεται από μαγνητικό πεδίο. Η εμφάνιση ενός μαγνήτη στο χώρο προσδίδει μια ιδιότητα σ' αυτόν, την οποία δε διέθετε προηγουμένως. Τον εξουσιοδοτεί να ασκεί δυνάμεις σε οποιοδήποτε άλλο μαγνήτη βρεθεί στο χώρο αυτό. Χωρίς το μαγνήτη, ο χώρος δε θα είχε αυτή την ιδιότητα. Δηλαδή, η παρουσία του μαγνήτη δημιουργεί ένα πεδίο δυνάμεων.

Το μέγεθος που περιγράφει το μαγνητικό πεδίο λέγεται ένταση του μαγνητικού πεδίου (F) και εκφράζει τη δύναμη (F) ανά μονάδα ποσότητας μαγνητισμού (P) σύμφωνα με τη σχέση :

$$F = F / P \quad 2.8$$

Σύμφωνα με την παραπάνω εξίσωση, η ασκούμενη σε βόρειο πόλο της γης δύναμη θα έχει την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου, ενώ η ασκούμενη σε νότιο πόλο της γης δύναμη ($P < 0$) θα έχει, σε σχέση με την ένταση του μαγνητικού πεδίου, αντίθετη κατεύθυνση.

Όταν ένα σώμα βρεθεί σε ένα ασθενές μαγνητικό πεδίο έντασης F , αποκτάει μαγνήτιση J . Η μαγνήτιση του σώματος, συνδέεται με την ένταση του μαγνητικού πεδίου με τη σχέση:

$$J = \kappa F \quad 2.9$$

όπου κ είναι η μαγνητική επιδεκτικότητα. Η μαγνήτιση ενός σώματος είναι διανυσματικό μέγεθος, έχει τη διεύθυνση και τη φορά της συνολικής μαγνητικής ροπής του σώματος και ίδιες μονάδες με την ένταση του μαγνητικού πεδίου.

Η μαγνητική επιδεκτικότητα κ εξαρτάται από το υλικό του σώματος, είναι αδιάστατο μέγεθος και συνδέεται με τη μαγνητική διαπερατότητα με τη σχέση:

$$\mu = 1 + 4\kappa \quad 2.10$$

2.3.3 Αρχαιομαγνητισμός

Πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά του μαγνητικού πεδίου της γης «αποθηκεύονται» στην ψημένη άργιλο. Η μαγνήτιση αυτή, που ονομάζεται

παραμένουσα (thermoremaned magnetism ή TRM), επάγεται από το γεωμαγνητικό πεδίο στα οξειδία του σιδήρου που βρίσκονται μέσα στην άργιλο καθώς αυτή ψύχεται μετά από θέρμανση στους 700°C . Αυτό σημαίνει ότι η ψημένη άργιλος αποκτά μια μικρή αλλά μόνιμη μαγνήτιση με την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου της γης που επικρατούσε κατά την ψύξη (ή στην περίπτωση των διαδοχικών θερμάνσεων κατά την τελευταία ψύξη).

Η παραμένουσα μαγνήτιση της ψημένης αργίλου οφείλεται στις μαγνητικές ιδιότητες του μαγνητίτη (Fe_3O_4) και του αιματίτη ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$). Η μέση περιεκτικότητα του φλοιού της γης σε οξειδία του σιδήρου είναι 6-8% και τα περισσότερα είδη εδαφών αργίλων (και κάποιων πετρωμάτων) περιέχουν σημαντικές ποσότητες αυτών των ορυκτών με τη μορφή μικρών κόκκων. (Βαφείδης, 2001)

2.3.4 Όργανα μέτρησης

Τα τρία βασικά όργανα που χρησιμοποιούνται στην αρχαιολογία είναι το πρωτονικό μαγνητόμετρο, το μαγνητόμετρο ρυθμιζόμενης μαγνητικής ροής και το διαφορικό μαγνητόμετρο.

α) Το πρωτονικό μαγνητόμετρο μετρά την ένταση του μαγνητικού πεδίου της γης. Η αρχή του πρωτονικού μαγνητομέτρου (Φωτ. 2.1) στηρίζεται στο φαινόμενο της μαγνητικής μετάπτωσης. Οι πυρήνες των ατόμων πολλών στοιχείων, όπως ο πυρήνας του υδρογόνου, παρουσιάζουν μαγνητική ροπή. Όταν οι πυρήνες αυτοί βρεθούν σε ισχυρό μαγνητικό πεδίο, τα διανύσματα των μαγνητικών ροπών τους προσανατολίζονται κατά την διεύθυνση του πεδίου. Αν απομακρυνθεί το εν λόγω πεδίο, το διάνυσμα της μαγνητικής ροπής ακολουθεί μεταπτωτική κίνηση σε σχέση με τη διεύθυνση της έντασης του μαγνητικού πεδίου της γης

Ο αισθητήρας του πρωτονικού μαγνητομέτρου αποτελείται από δοχείο που περιέχει υγρό πλούσιο σε πυρήνες υδρογόνου (νερό ή κηροζίνη) και πηνίο. Η ροή ρεύματος στο πηνίο δημιουργεί ισχυρό μαγνητικό πεδίο. Αυτό το πεδίο αναγκάζει τους πυρήνες του υδρογόνου να προσανατολιστούν ώστε τα μαγνητικά δίπολα να είναι παράλληλα με την διεύθυνσή του. Με την διακοπή του ρεύματος τα πρωτόνια μεταπίπτουν (περιστρέφονται) στο πεδίο της γης με αποτέλεσμα την εμφάνιση διαφοράς δυναμικού εξ' επαγωγής στο πηνίο. Αυτή η διαφορά δυναμικού ενισχύεται, μετριέται η συχνότητά της, από την οποία υπολογίζεται η ένταση του μαγνητικού πεδίου σε γ ($\text{gamma } 1\gamma=10^{-5}\text{Oersted}$). Σε παλαιότερα μαγνητόμετρα που

κυκλοφορούν στην αγορά, ο ολικός κύκλος χρόνου μέτρησης μπορεί να είναι 7 δευτερόλεπτα, αλλά αυτός μπορεί να μικρύνει σε 3 ή 4 δευτερόλεπτα χωρίς απώλεια σε ευαισθησία. Η ακρίβεια τους είναι 1 γ, και μπορεί να αυξηθεί σε 0.25 γ. Σήμερα κυκλοφορούν στην αγορά όργανα με κύκλο χρόνου 1.5 δευτερολέπτου και ευαισθησία 0.1 γ.

β) Το μαγνητόμετρο ρυθμιζόμενης ροής μετρά την τιμή της κατακόρυφης ή της οριζόντιας συνιστώσας της έντασης του μαγνητικού πεδίου της γης (σε . nTesla , 1 nTesla= 1 γ)Το μαγνητόμετρο ρυθμιζόμενης ροής ανήκει στην κατηγορία των ηλεκτρονικών μαγνητομέτρων και χρησιμοποιείται κυρίως, για την από αέρα μέτρηση των μεταβολών της έντασης του μαγνητικού πεδίου της Γης. Η λειτουργία του βασίζεται στο φαινόμενο, κατά το οποίο κάθε μαγνητικό υλικό μεγάλης μαγνητικής επιδεκτικότητας αποκτάει, κάτω από την επίδραση ισχυρού μαγνητικού πεδίου, μέγιστη τιμή μαγνήτισης, που λέγεται "μαγνήτιση κόρου".



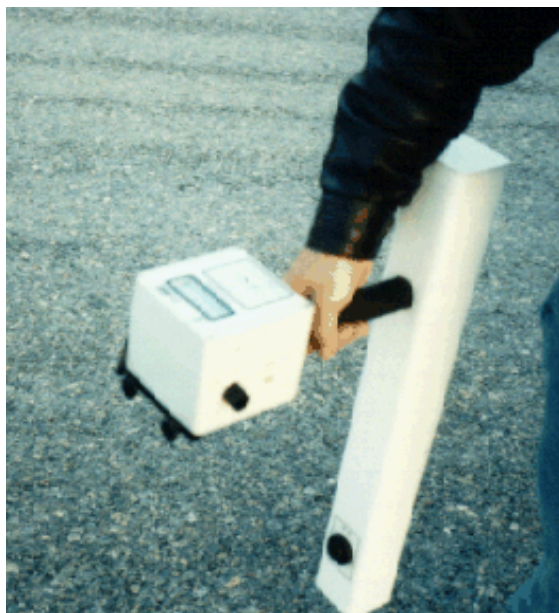
Φωτ. 2.1 : Πρωτονικό μαγνητόμετρο.

Το μαγνητόμετρο ρυθμιζόμενης ροής αποτελείται από δύο όμοιες παράλληλες ράβδους (στοιχεία), κατασκευασμένες από υλικό μεγάλης μαγνητικής επιδεκτικότητας που βρίσκονται μέσα σε δύο πηνία (πρωτεύον) που δημιουργούν ισχυρό μαγνητικό πεδίο. Οι δύο πυρήνες περιβάλλονται από δευτερεύον πηνίο, που τα άκρα του συνδέονται με γαλβανόμετρο. Η ύπαρξη εξωτερικού μαγνητικού πεδίου (π.χ. μαγνητικό πεδίο της γης) δημιουργεί στιγμιαία μεταβολή της μαγνητικής ροής και αντίστοιχα διαφορές δυναμικού στα άκρα του δευτερεύοντος πηνίου. Αυτή η διαφορά δυναμικού είναι ανάλογη της έντασης του εξωτερικού μαγνητικού πεδίου.

γ) Το διαφορικό μαγνητόμετρο (Φωτ. 2.2), είναι ένα μαγνητόμετρο ρυθμιζόμενης ροής το οποίο, μετρά την διαφορά της έντασης του μαγνητικού πεδίου, σε δύο σημεία που βρίσκονται σε διαφορετικό ύψος (μαγνητική βαθμίδα - διαφορά υψομέτρου γύρω στο μισό μέτρο) και δίνει ενδείξεις σε nTesla/m . Η μαγνητική ανωμαλία που οφείλεται σε ρηχή δομή τοπικού πεδίου παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση με το υψόμετρο. Αντίθετα η μαγνητική ανωμαλία από βαθύτερη δομή παρουσιάζει μικρή διακύμανση με το υψόμετρο.

Η απαίτηση για παράλληλη ευθυγράμμιση των μονάδων ανίχνευσης αυξάνει σημαντικά το κόστος του διαφορικού μαγνητομέτρου. Τα μαγνητόμετρα ρυθμιζόμενης μαγνητικής ροής και τα διαφορικά μαγνητόμετρα έχουν υψηλή ευαισθησία και προσφέρουν συνεχείς μετρήσεις.

Το διαφορικό μαγνητόμετρο ρυθμιζόμενης ροής του εργαστηρίου Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής έχει δύο αισθητήρες, με διαφορά ύψους 0.5 μέτρα, έτσι ώστε να λαμβάνει μετρήσεις σε διαφορετικό υψόμετρο και να παρουσιάζεται στην του η διαφορά των δύο τιμών αυτών. Αποτέλεσμα αυτής της διάταξης είναι να ανιχνεύονται ανωμαλίες οι οποίες οφείλονται σε δομές που βρίσκονται σε βάθη ένα με δύο μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους.



Φωτ. 2.2 : Διαφορικό μαγνητόμετρο ρυθμιζόμενης ροής.

2.3.5 Συλλογή Δεδομένων

Κατά την εφαρμογή της μεθόδου πραγματοποιούνται μετρήσεις της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε συγκεκριμένα σημεία έτσι ώστε να δημιουργηθεί χάρτης του μαγνητικού πεδίου, της υπό μελέτης περιοχής. Για τη δημιουργία του χάρτη οι μετρήσεις τοποθετούνται σε κানাβο πάνω από τον αρχαιολογικό χώρο (Φωτ. 2-1). Όταν χρειάζονται περισσότερο από μερικά λεπτά για να ολοκληρωθεί η μέτρηση πρέπει να διορθωθούν οι μετρήσεις, εξαιτίας της χρονικής μεταβολής του μαγνητικού πεδίου της γης. Χωρίς αυτές τις διορθώσεις ο χάρτης παρουσιάζει ψευδείς ανωμαλίες ιδιαίτερα κατά μήκος γραμμών των μετρήσεων. Όταν υπάρχει μόνο ένα μαγνητόμετρο απλά μπορεί κανείς να πάρει μέτρηση σε κάποιο σταθερό σημείο ακριβώς πριν την αρχή της κάθε γραμμής μετρήσεων και να χρησιμοποιηθούν αυτές οι μετρήσεις σαν βάση για την διόρθωση του μαγνητικού πεδίου της γης λόγω χρονικής μεταβολής. Φυσικά, με δύο μαγνητόμετρα τα πράγματα είναι πιο απλά αφού με το ένα λαμβάνονται μετρήσεις ανά τακτά χρονικά διαστήματα στο σταθμό βάσης ενώ το άλλο χρησιμοποιείται για τις μετρήσεις μέσα στον κানাβο. Έτσι οι διαφορές στις μετρήσεις του σταθερού μαγνητομέτρου, με την προϋπόθεση ότι γίνονται την ίδια στιγμή με το κινητό μαγνητόμετρο, είναι οι ακριβείς διορθώσεις που αφαιρούνται απλώς ή προστίθενται στις τιμές που λαμβάνει το κινητό μαγνητόμετρο. Όμως η δέσμευση δύο μαγνητομέτρων στον ίδιο χώρο κάθε άλλο παρά συμφέρουσα είναι.

Πριν αρχίσουν να πραγματοποιούνται μετρήσεις σε μεγάλης έκτασης αρχαιολογικό χώρο, πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν η φύση, το μέγεθος και το βάθος των δομών που ανιχνεύονται όπως και η πιθανή ύπαρξη μεταλλικών αντικειμένων. Καλό θα ήταν ίσως να παίρνονται κάποιες μετρήσεις όπου υπάρχουν εμφανίσεις αρχαιολογικού ενδιαφέροντος, για να χρησιμοποιηθούν σαν σημεία αναφοράς.

Από τη στιγμή που το εύρος μιας ανωμαλίας αυξάνει όσο αυξάνει και η απόσταση μαγνητισμένου σώματος-αισθητήρα, όταν χρησιμοποιείται μαγνητόμετρο το οποίο δεν είναι διαφορικό, μεγαλύτερο ύψος αισθητήρα θα έχει σαν αποτέλεσμα δυσκολότερο διαχωρισμό ανάμεσα σε ανωμαλίες γειτονικών μαγνητισμένων σωμάτων. Ένας εμπειρικός κανόνας είναι η απόσταση αισθητήρα- μαγνητισμένου σώματος να μην είναι μεγαλύτερη από την ισαπόσταση των σταθμών. Επιπλέον, το ύψος του αισθητήρα πρέπει να επιλεγεί έτσι ώστε να μειώνεται ο θόρυβος που

οφείλεται στο ότι το έδαφος επίσης είναι ανομοιογενώς μαγνητισμένο. Ο θόρυβος είναι αντιστρόφως ανάλογος του ύψους του αισθητήρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΗ ΣΤΑ ΑΡΧΑΙΑ ΑΠΤΕΡΑ

3.1 Εισαγωγή

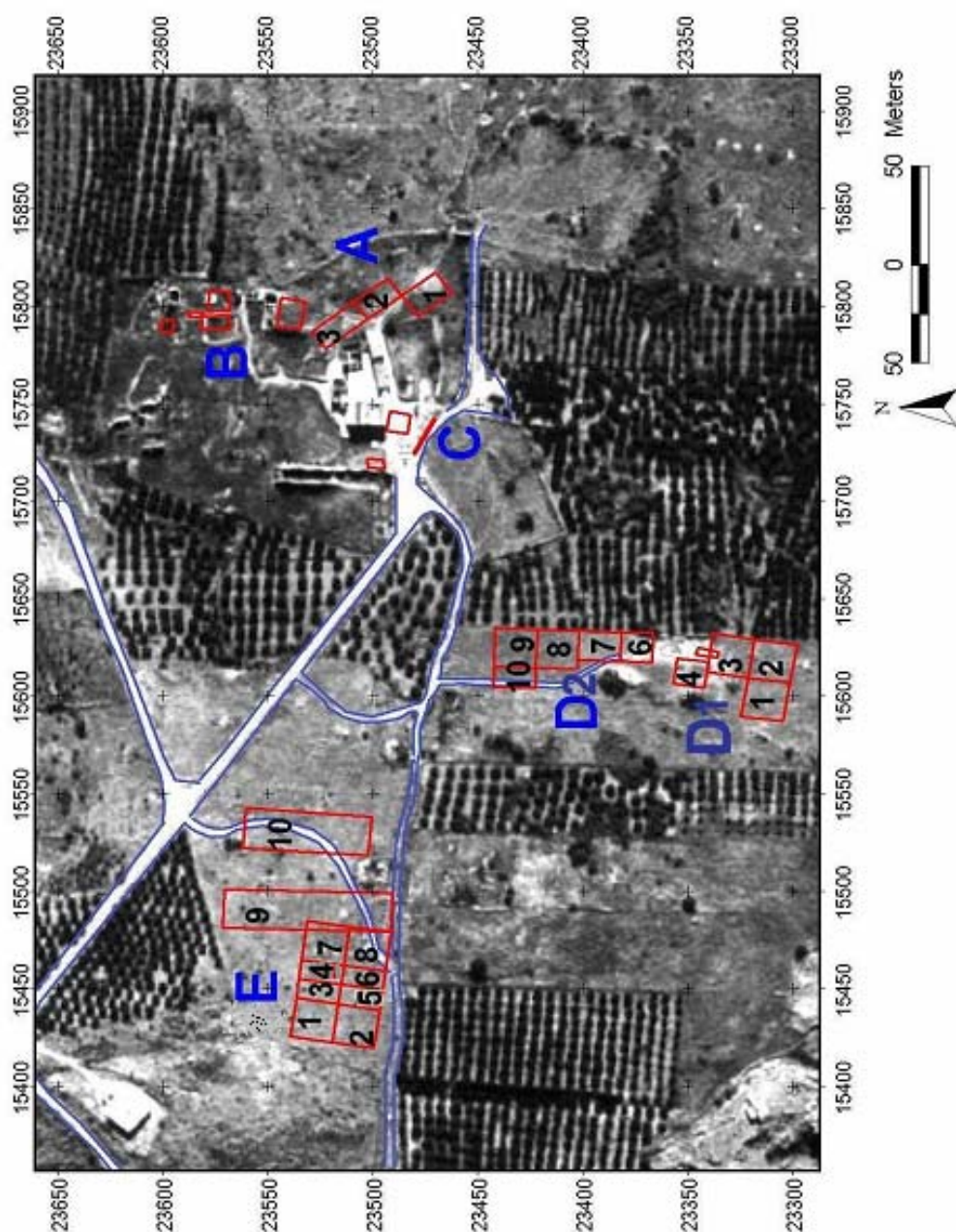
Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται και εξηγούνται μέρος των αποτελεσμάτων γεωφυσικής έρευνας, η οποία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια άσκησης υπαίθρου στην περιοχή των αρχαίων Απτέρων στο νομό Χανίων και καλύπτει συνολικά περίπου 9730 τετραγωνικά μέτρα.

Αναλυτικότερα, η γεωφυσική αυτή έρευνα περιλαμβάνει:

1. ηλεκτρική χαρτογράφηση περίπου 2970 τετραγωνικών μέτρων (με τη διάταξη διδύμου ηλεκτροδίου) και
2. χαρτογράφηση μαγνητικής βαθμίδας συνολικού εμβαδού περίπου 7520 τετραγωνικών μέτρων.
3. ηλεκτρομαγνητική χαρτογράφηση συνολικού εμβαδού περίπου 5420 τετραγωνικών μέτρων.

Επίσης, διασκοπήθηκαν 41 γραμμές ηλεκτρικής τομογραφίας συνολικού μήκους 537 μέτρων, καθώς και 90 γραμμές μελέτης γεωραντάρ συνολικού μήκους 1478 μέτρων, που καλύπτουν μια περιοχή συνολικού εμβαδού περίπου 990 τετραγωνικών μέτρων.

Οι περιοχές που εξετάζονται στη συγκεκριμένη εργασία είναι οι Α, D και E (χάρτης 3.1). Σε αυτές τις περιοχές παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μεθόδων 1 και 2 που προαναφέρθηκαν. Η χαρτογράφηση πραγματοποιήθηκε σε παράλληλες γραμμές μελέτης ισαπόστασης ενός μέτρου με απόσταση των σταθμών μέτρησης ένα μέτρο.



Χάρτης 3.1: Αεροφωτογραφία, όπου φαίνονται οι περιοχές της γεωφυσικής διασκόπησης και η αρίθμηση των κανάβων που μελετήθηκαν ανά περιοχή.

3.2 Σύνδεση Κανάβων.

Το Transform v3.4 είναι ένα πρόγραμμα παρουσίασης γεωφυσικών δεδομένων. Αρχικά εισάγονται οι τιμές των μετρήσεων και οι συντεταγμένες τους ενώ τα αποτελέσματα που εξάγονται παρουσιάζονται σε χρωματική κλίμακα.

Γειτονικοί κানাβοι μετρήσεων συνδυάστηκαν, μέσω επιλογής του προγράμματος Transform v3.4, έτσι ώστε να παραχθούν χάρτες που απεικονίζουν όσο το δυνατόν πιο μεγάλη περιοχή για την καλύτερη κατανόηση της οριζόντιας ανάπτυξης των υπεδαφικών δομών. Οι κানাβοι συνδέθηκαν ανά περιοχή. Έτσι, στην περιοχή Α, σύνδεση έγινε στους κανάβους 1,2,3. στην περιοχή D στους 1,2,3,4 (περιοχή D1) και 6,7,8,9,10 (περιοχή D2) και στην περιοχή Ε στους 1 έως και 9 ενώ ο 10 μελετήθηκε χωριστά λόγω της έλλειψης κοινών σημείων με τους προηγούμενους (χάρτης 3.1).

Επειδή, όπως είναι φυσικό κατά τη διασκόπηση πολλών κανάβων υπάρχει ένα μικρό ή μεγάλο διάστημα ανάπαυλας (π.χ. συνέχιση της άσκησης υπαίθρου την επόμενη μέρα), οι κοινές γραμμές μεταξύ των κανάβων μπορεί να παρουσιάζουν εντελώς διαφορετικές τιμές. Αυτό συμβαίνει λόγω αλλαγής κάποιας παραμέτρου (π.χ. της θέσης των σταθερών ηλεκτροδίων) (Οικονόμου, 1998).

Υπολογίζεται η μέση τιμή σε κάθε κοινή γραμμή μεταξύ των κανάβων. Στην περίπτωση σύνδεσης δυο κανάβων η σύνδεση είναι πολύ απλή αφού απαιτείται μόνο μια πρόσθεση ή αφαίρεση ώστε η μέση τιμή της κοινής γραμμής να αποκτήσει και για τους δυο κανάβους την ίδια τιμή. Η τιμή που θα προστεθεί ή θα αφαιρεθεί κάθε φορά εφαρμόζεται για όλο τον κানাβο και όχι μόνο για την κοινή γραμμή.

Όταν όμως πρόκειται για σύνδεση πολλών κανάβων όπου κάθε ένας απ' αυτούς μπορεί να έχει κοινή γραμμή σε κάθε πλευρά του, η διαδικασία γίνεται πιο σύνθετη. Απαιτείται η δοκιμή πολλών συνδυασμών προσθαιρέσεων ώστε να επιλεχθεί εκείνος που καθιστά τη διαφορά στις κοινές γραμμές – στο σύνολο – ελάχιστη.

3.3.Εφαρμογή Φίλτρων

Μετά τη σύνδεση των γειτονικών κανάβων ακολουθεί η διαδικασία της παρεμβολής, η οποία αποτελεί προϋπόθεση για την κατασκευή χάρτη και τη συμπλήρωση των μετρήσεων. Πρόκειται για την κατασκευή πλέγματος στους κόμβους του οποίου δίνεται μια τιμή.

Οι διαβαθμίσεις των χρωμάτων αντιστοιχούν σε διαφορετικές τιμές είτε φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης είτε μαγνητικής βαθμίδας. Χαμηλές τιμές φαινόμενων ειδικών αντιστάσεων απεικονίζονται με μπλε, ενώ υψηλές με κόκκινο.

Με τη διαδικασία αυτή δημιουργήθηκαν οι χάρτες των κανάβων που παρουσιάζονται παρακάτω.

Η δημιουργία των χαρτών της κατακόρυφης βαθμίδας της έντασης του μαγνητικού πεδίου και της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης έγινε με τη χρήση του προγράμματος Transform v3.4.

Κατά την επεξεργασία με το πρόγραμμα Transform v3.4 εφαρμόστηκαν φίλτρα για την ανάδειξη των γραμμικών ανωμαλιών οι οποίες πιθανόν να οφείλονται σε ανθρωπογενείς δομές.

3.3.1. Βελτίωση του Έγχρωμου Χάρτη.

Η απεικόνιση των μετρήσεων σε έγχρωμους χάρτες βοηθά στην ερμηνεία των ηλεκτρικών δεδομένων. Μικρές μεταβολές που σχετίζονται με το στόχο της διασκόπησης τονίζονται με την κατάλληλη επιλογή χρωματικής κλίμακας. Τιμές προκαθορισμένου εύρους απεικονίζονται με κόκκινο αν είναι σχετικά μεγαλύτερες και με μπλε αν είναι μικρότερες. Με αυτό το τρόπο βελτιώνεται η παρουσίαση του χάρτη ιδίως όταν περιέχει τοπικού χαρακτήρα ανωμαλίες. Η εικόνα βελτιώνεται όταν η κλίμακα των χρωμάτων αντιστοιχεί σε μικρό εύρος τιμών. Αποδίδοντας με χρώματα μόνο τις μεγάλες, τις ενδιάμεσες ή τις μικρές τιμές παρουσιάζονται οι μεταβολές στα διαφορετικά επίπεδα τιμών.

3.3.2 Μέθοδος Ανάδειξης Τοπικών Ανωμαλιών μέσω Εξομάλυνσης.

Η μέθοδος εξομάλυνσης χρησιμοποιείται κυρίως για τη μείωση του τυχαίου θορύβου των μετρήσεων. Η πιο διαδεδομένη μέθοδος εξομάλυνσης είναι αυτή του κινητού μέσου.

Στη μέθοδο του κινητού μέσου, η μέση τιμή σε κάθε κόμβο του κανάβου υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τις τιμές στους γειτονικούς κόμβους. Αυτό το φίλτρο εφαρμόζεται σε όλα τα σημεία του χάρτη. Ο μέσος όρος υπολογίζεται από το άθροισμα των γινομένων των τιμών των γειτονικών σημείων επί τον συντελεστή

βαρύτητας του καθενός. Ο συντελεστής βαρύτητας του κάθε γειτονικού σημείου είναι αντιστρόφως ανάλογος της απόστασης του σημείου αυτού από το κέντρο.

Για την εφαρμογή αυτού του φίλτρου χρησιμοποιήθηκε απευθείας εντολή μέσω του προγράμματος. Μπορεί κάποιος να επιλέξει τον αριθμό των επαναλήψεων εφαρμογής του φίλτρου. Αυτό σημαίνει, πόσες φορές θα εξομαλυνθεί ο χάρτης. Στην συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκε η επιλογή των 5 επαναλήψεων, μετά από δοκιμές, γιατί κρίθηκε η καταλληλότερη.

Είναι ίσως η πιο απλή μέθοδος επεξεργασίας, η οποία απαλλάσσει το χάρτη από λεπτομέρειες που πιθανόν να σχετίζονται με θόρυβο. Εφαρμόζοντας φίλτρο κινητού μέσου όρου στον αρχικό χάρτη προκύπτει ένας εξομαλυσμένος του οποίου οι τιμές υπολογίζονται από την παρακάτω σχέση:

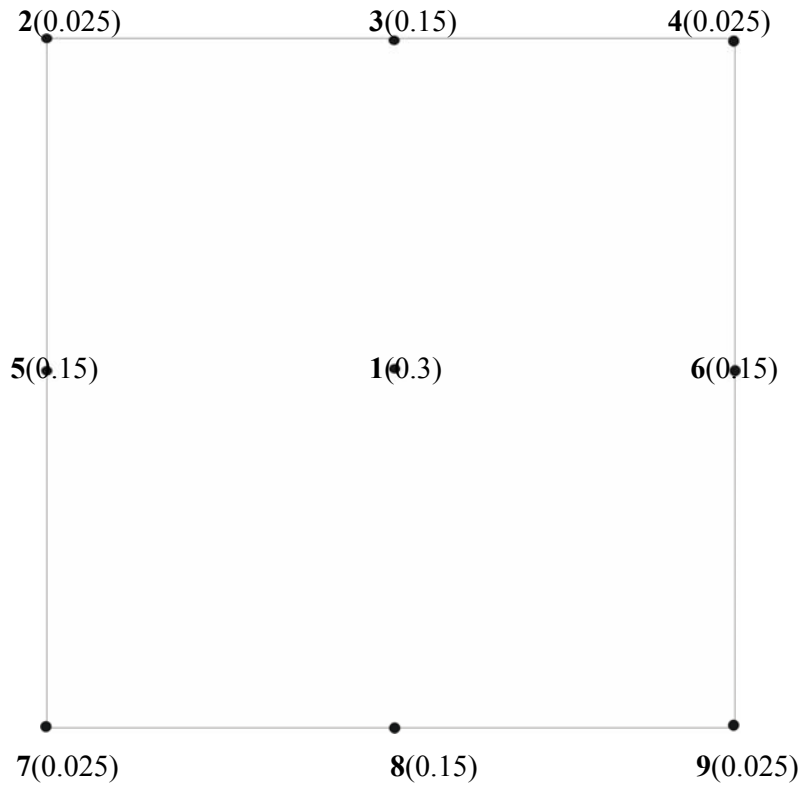
$$\rho_a(i,j) = \sum_{k,\ell} a(k,\ell) \cdot \rho(k-i, \ell-j) \quad (3.1)$$

όπου i,j είναι δείκτης της θέσης της μέτρησης της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης ρ_a και $a(k,\ell)$ είναι συντελεστές βαρύτητας. Ο συντελεστής βαρύτητας είναι αντιστρόφως ανάλογος της απόστασης του σημείου από το κέντρο.

Τυπικό φίλτρο εξομάλυνσης είναι το φίλτρο Hanning $a(k,\ell)$ το οποίο δίνεται υπό μορφή 3x3 πίνακα παρακάτω:

0.06	0.10	0.06
0.10	0.36	0.10
0.06	0.10	0.06

Στη συγκεκριμένη εργασία εφαρμόστηκε το φίλτρο του κινητού μέσου:



$$x_{1, \text{μέσο}} = x_1 \cdot 0.3 + (x_3 + x_5 + x_6 + x_8) \cdot 0.15 + (x_2 + x_4 + x_7 + x_9) \cdot 0.025 \quad (3.2)$$

Ο δείκτης κάθε σημείου παρατήρησης και ο αντίστοιχος συντελεστής βαρύτητας δίνονται στο παραπάνω γράφημα. Οι συντελεστές βαρύτητας επιλέχθηκαν έτσι ώστε το άθροισμά τους να είναι ίσο με τη μονάδα.

Η μέθοδος εξομάλυνσης εφαρμόστηκε στους χάρτες ηλεκτρικής αντίστασης. Η εξομαλυσμένη εικόνα αφαιρέθηκε από την αρχική και δημιουργήθηκε έτσι χάρτης ο οποίος τονίζει τις αντιθέσεις που παρουσιάζουν οι τιμές ηλεκτρικής αντίστασης.

3.3.3. Μέθοδος της Οριζόντιας Βαθμίδας.

Η οριζόντια βαθμίδα δείχνει την κατεύθυνση της μέγιστης αύξησης των δεδομένων. Το μέτρο της οριζόντιας βαθμίδας δίνει τον ρυθμό αύξησης κατά μήκος της κατεύθυνσης, στην οποία η αύξηση των δεδομένων είναι μέγιστη.

$$\text{Είναι :} \quad \left| \frac{\partial A}{\partial Z} \right| = \sqrt{\left(\frac{\partial A}{\partial X} \right)^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial Y} \right)^2} \quad (3.3)$$

Όπου A: η τιμή της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης.

Υπολογίζοντας την οριζόντια βαθμίδα των μετρήσεων είναι δυνατός ο εντοπισμός δομών ενδιαφέροντος, επειδή μεγάλη τιμή της οριζόντιας βαθμίδας σχετίζεται με απότομη αλλαγή στην φαινόμενη ειδική ηλεκτρική αντίσταση.

3.4 Παρουσίαση Χαρτών

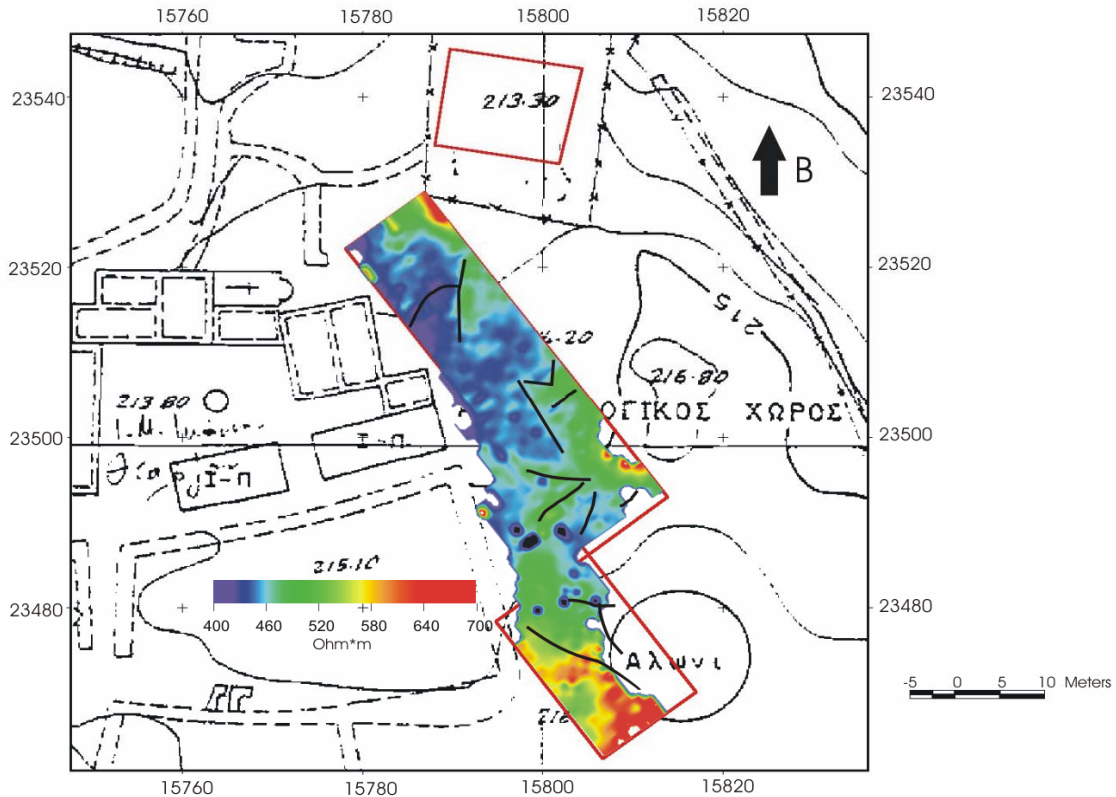
Η γεωφυσική διασκόπηση στον αρχαιολογικό χώρο των Απτέρων περιλάμβανε μαγνητική και ηλεκτρική χαρτογράφηση, καθώς και ηλεκτρομαγνητική χαρτογράφηση, ηλεκτρική τομογραφία και γεωραντάρ με σκοπό τον εντοπισμό θαμμένων αρχαιοτήτων. Η παρούσα διπλωματική εξετάζει μόνο την μαγνητική και ηλεκτρική χαρτογράφηση.

Η επεξεργασία των γεωφυσικών δεδομένων πραγματοποιήθηκε στο πρόγραμμα Transform v.3.4. και η προσαρμογή τους έγινε σε τοπογραφικό χάρτη του συστήματος ΕΓΣΑ 87. Για την παρουσίαση των επεξεργασμένων γεωφυσικών χαρτών χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Corel Draw.

Οι αξιόλογες γεωφυσικές ανωμαλίες τονίζονται με μαύρες γραμμές. Οι γραμμές αυτές σχεδιάστηκαν σε κάθε χάρτη χωριστά και το σύνολο τους υπερτέθηκε σε όλους τους χάρτες. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να απεικονίζεται η συνδυαστική ερμηνεία και των δυο μεθόδων χαρτογράφησης σε κάθε χάρτη. Η ερμηνεία παρατίθεται στο επόμενο κεφάλαιο.

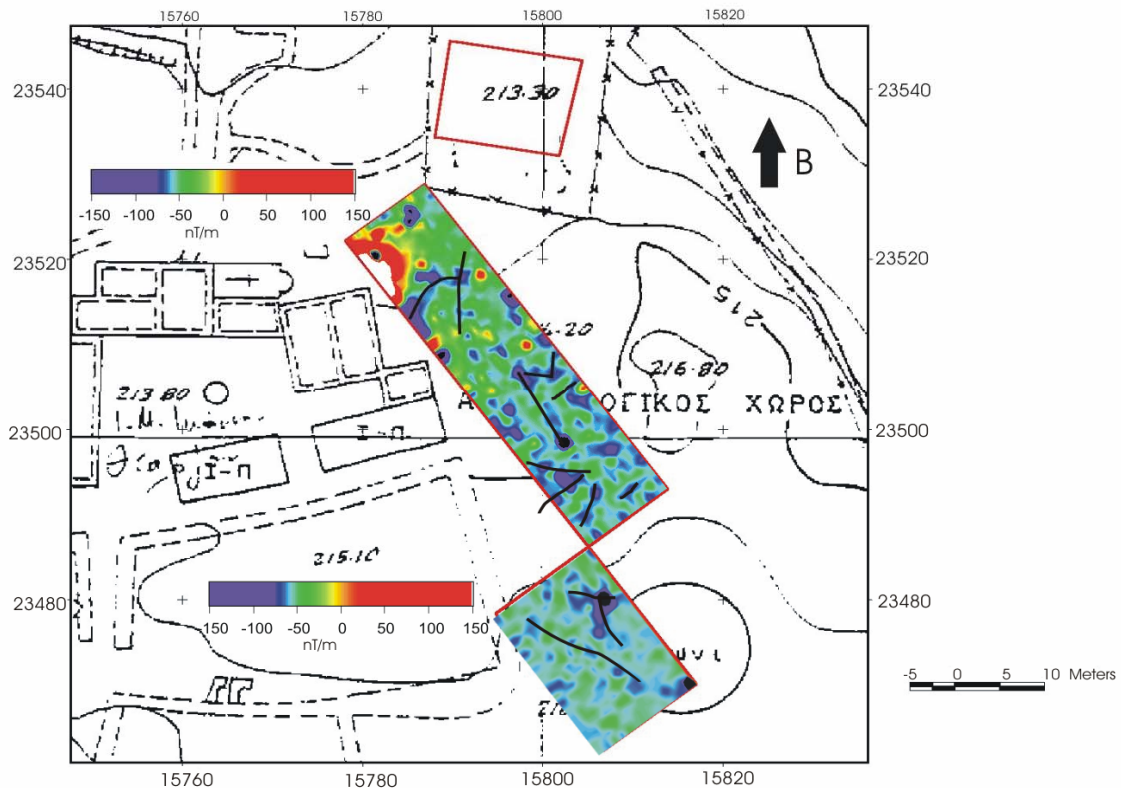
3.4.1 Περιοχή Α

Η περιοχή Α βρίσκεται ανατολικά από την περιοχή που χαρακτηρίζεται από το λεγόμενο ως «Διμερές Ιερό» και δυτικότερα από το «Αλώνι» το οποίο φαίνεται και στον τοπογραφικό χάρτη (χάρτης 3.1). Στην περιοχή Α υπέστησαν επεξεργασία οι κανάβοι 1,2 και 3, οι οποίοι κατόπιν συνδέθηκαν όπως περιγράφεται στην παράγραφο 3.2. Σε αυτούς τους κανάβους πραγματοποιήθηκε ηλεκτρική και μαγνητική χαρτογράφηση.



Σχήμα 3.1: Χάρτης των αρχικών δεδομένων ηλεκτρικής διασκόπησης στην περιοχή Α.

Στο σχήμα 3.1 απεικονίζονται τα αρχικά δεδομένα ηλεκτρικής χαρτογράφησης της περιοχής Α. Η έντονη διαφοροποίηση των χρωμάτων υποδεικνύει σαφή όρια υπεδαφικών δομών. Στην κλίμακα του χάρτη διακρίνονται ιδιαίτερα μεγάλες τιμές φαινόμενης αντίστασης.(400-700 Ohm m) Αυτό οφείλεται στο ότι το στρώμα του εδάφους είναι ιδιαίτερα λεπτό. Για να είναι εφικτή η σύνδεση των κανάβων πραγματοποιήθηκαν επιπλέον μετρήσεις ανάμεσα στους κανάβους Α1 και Α2, δημιουργώντας έτσι κοινή γραμμή.

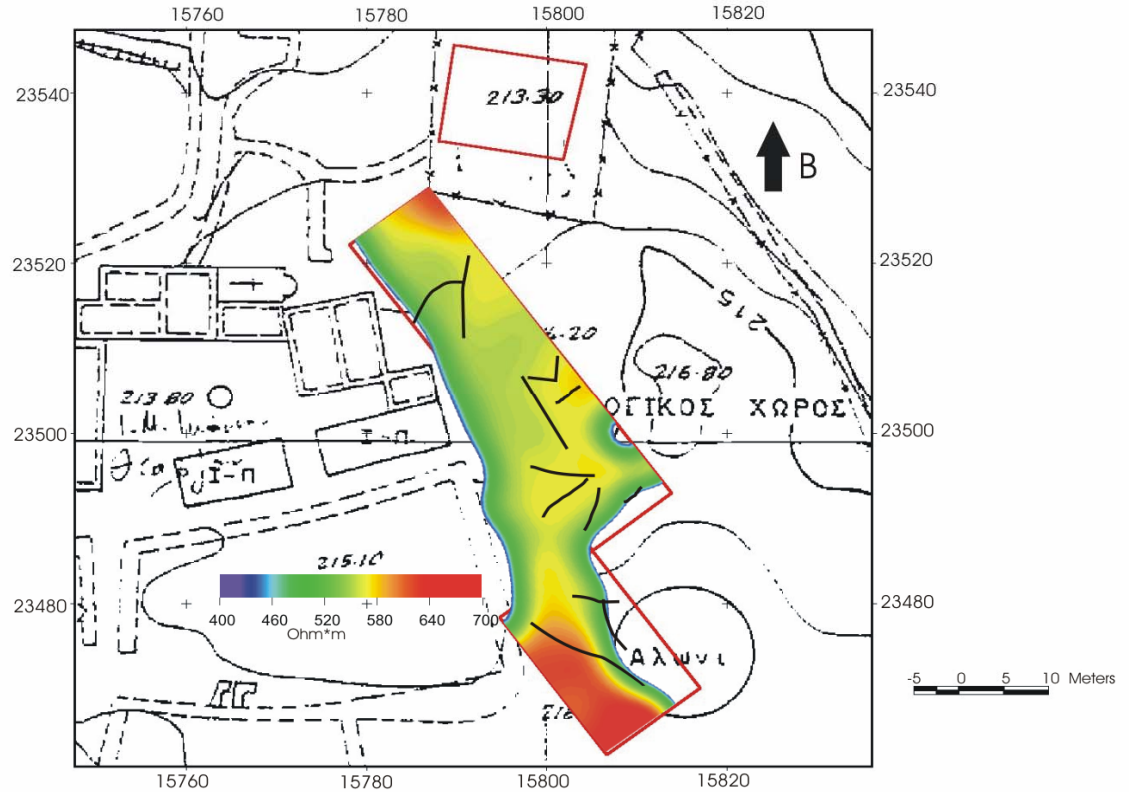


Σχήμα 3.2: Χάρτης μαγνητικής βαθμίδας στην περιοχή Α.

Στο σχήμα 3.2 απεικονίζονται τα αρχικά δεδομένα μαγνητικής χαρτογράφησης της περιοχής Α.

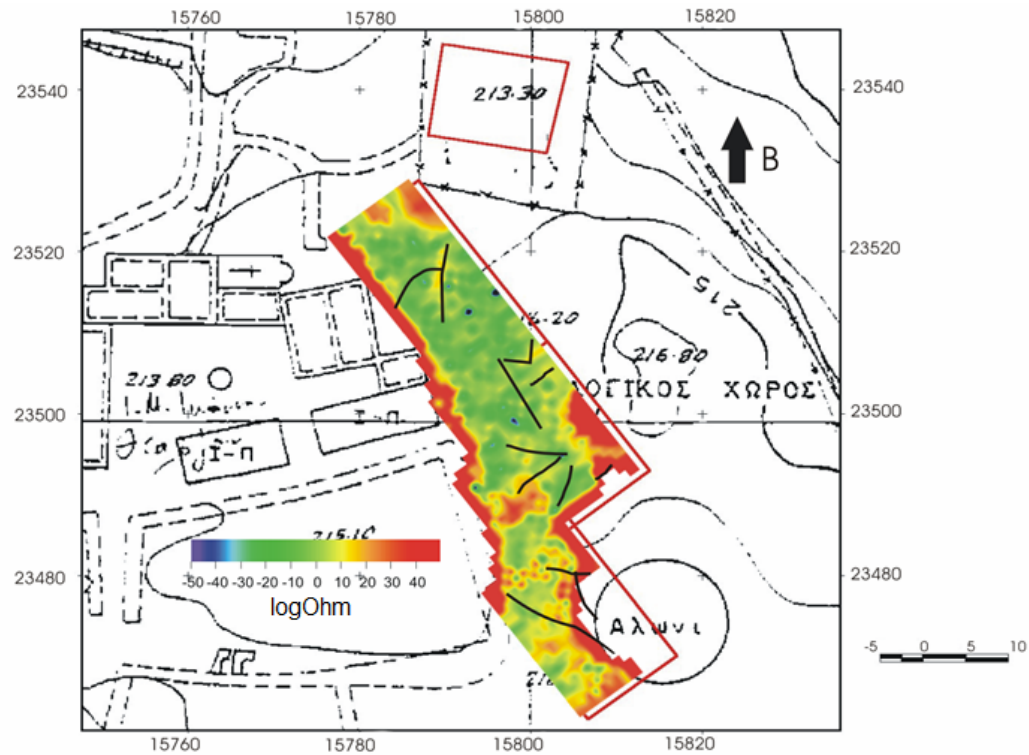
Λόγω του ότι δεν υπήρχε κοινή γραμμή του κανάβου 1 (Χάρτης 3.1) με τους άλλους δύο κανάβους δεν ήταν εφικτή η σύνδεσή τους, και γι αυτό το λόγο στο σχήμα 3.2 εμφανίζονται δυο κλίμακες χρωμάτων, οι οποίες είναι σχεδόν ίδιες.

Μια πρώτη σύγκριση των αρχικών δεδομένων των δυο παραπάνω μεθόδων δείχνει ότι στα δεδομένα της ηλεκτρικής διασκόπησης υπάρχουν υψηλές σχετικά τιμές φαινόμενης ηλεκτρικής αντίστασης και ότι η μαγνητική διασκόπηση είναι πιο ευαίσθητη σε σχέση με την ηλεκτρική διασκόπηση.



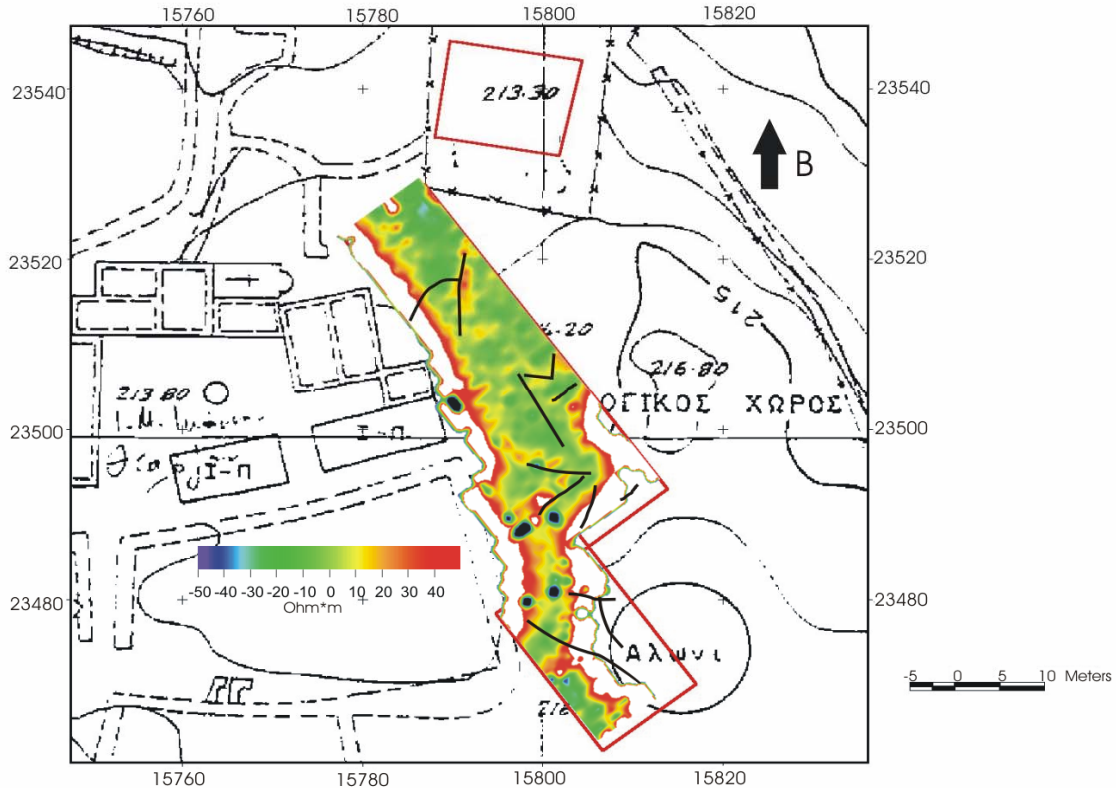
Σχήμα 3.3 : Εφαρμογή φίλτρου εξομάλυνσης στα αρχικά δεδομένα της ηλεκτρικής χαρτογράφησης της περιοχής Α.

Μετά την εφαρμογή φίλτρου εξομάλυνσης, στο χάρτη της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης (σχήμα 3.3), απεικονίζεται η οριζόντια μεταβολή της ηλεκτρικής αντίστασης, η οποία σχετίζεται με το ασβεστολιθικό υπόβαθρο (διακύμανση του βάθους του). Δηλαδή στις θέσεις όπου οι τιμές της φαινόμενης ειδικής αντίστασης είναι μεγαλύτερες από 600 Ohm m (κόκκινο χρώμα), ο ασβεστόλιθος παρουσιάζεται σε μικρότερο βάθος.



Σχήμα 3.4: Οριζόντια βαθμίδα ηλεκτρικής χαρτογράφησης της περιοχής Α.

Μετά την εφαρμογή φίλτρου οριζόντιας βαθμίδας για την περιοχή Α (σχήμα 3.4) στο χάρτη τονίζονται οι γραμμικές ανωμαλίες οι οποίες πιθανόν να οφείλονται σε ανθρωπογενείς δομές.

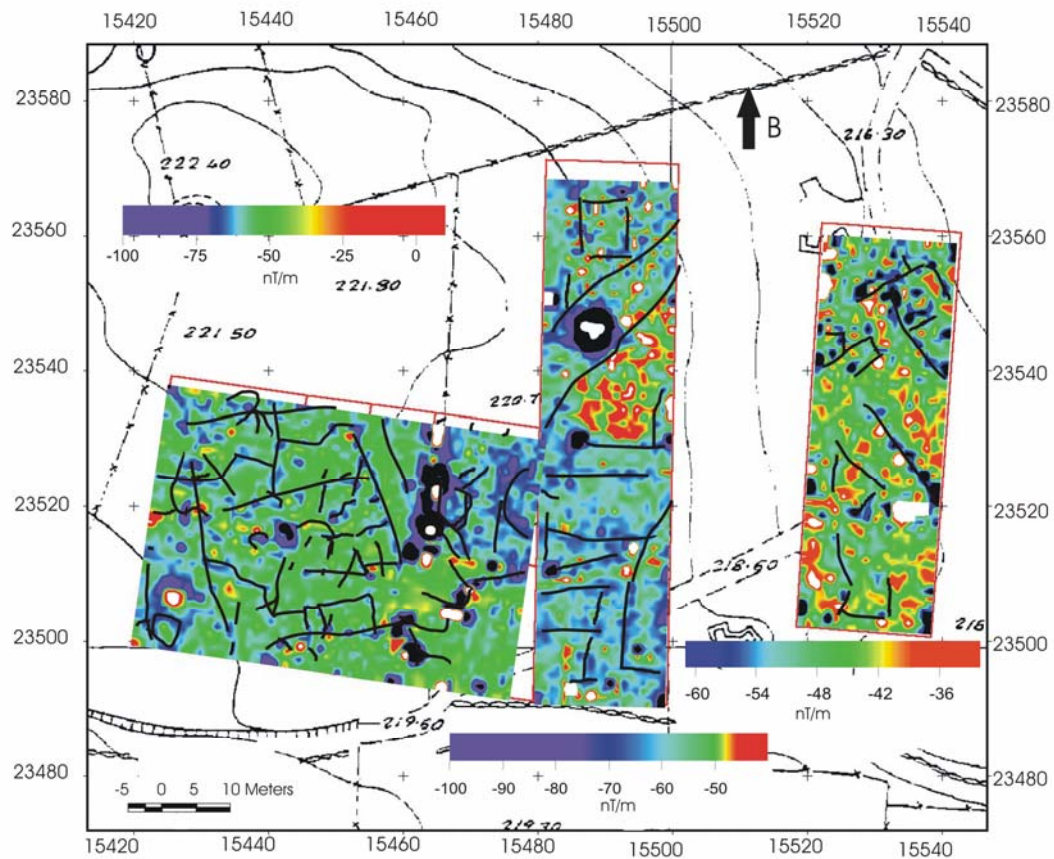


Σχήμα 3.5: Διαφορά των αρχικών τιμών της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης (σχήμα 3.1) και των αντίστοιχων εξομαλυμένων (σχήμα 3.3).

Το σχήμα 3.5 απεικονίζει το χάρτη ο οποίος προέκυψε με την αφαίρεση των εξομαλυμένων τιμών (σχήμα 3.3) από τον αντίστοιχο χάρτη των αρχικών ηλεκτρικών δεδομένων της περιοχής Α (σχήμα 3.1). Ο σκοπός εφαρμογής του συγκεκριμένου φίλτρου είναι να τονιστούν τοπικές ανωμαλίες οι οποίες περιγράφουν σχετικά ρηχές δομές. Μια σύγκριση με το χάρτη των αρχικών δεδομένων δείχνει γραμμικές ανωμαλίες στα βορειοανατολικά του χάρτη. Παρά το γεγονός ότι αυτός ο χάρτης (σχήμα 3.5) είναι μικρότερος δείχνει καθαρότερα τις τοπικές ανωμαλίες σε σχέση με το χάρτη της οριζόντιας βαθμίδας (σχήμα 3.4).

3.4.2 Περιοχή Ε

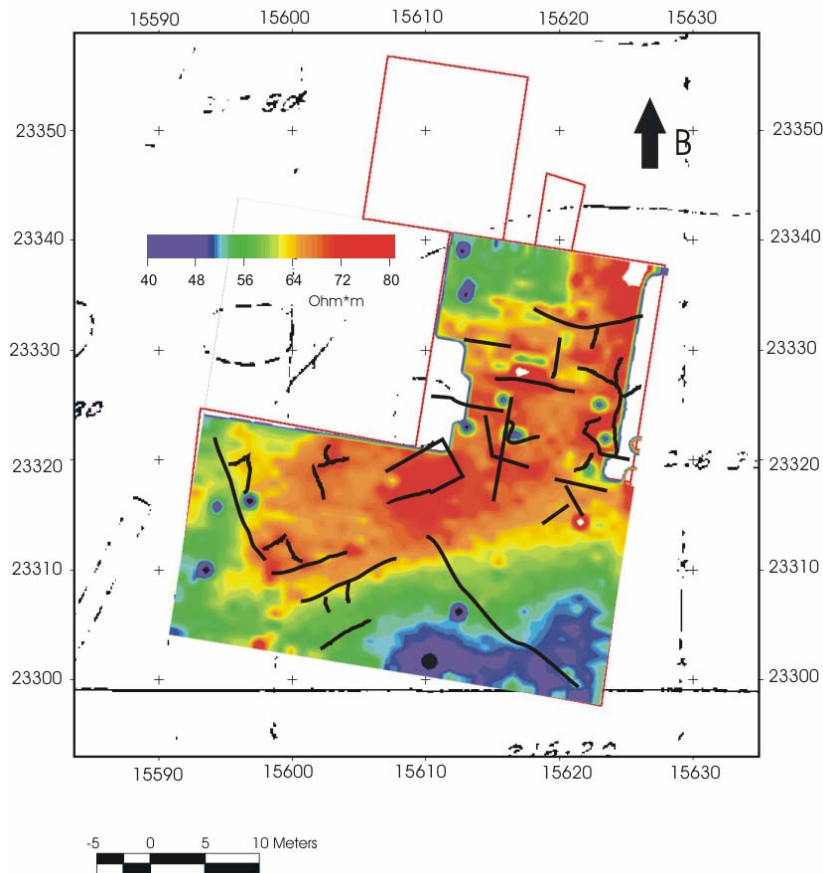
Η περιοχή Ε βρίσκεται 500 μέτρα δυτικότερα από την περιοχή Α και βόρεια του μονοπατιού που οδηγεί στα τείχη (χάρτης 3.1). Στην περιοχή Ε υπέστησαν επεξεργασία οι κανάβοι 1 έως και 10 όπως έχουν αριθμηθεί στο χάρτη 3.1. Η περιοχή στο δυτικό μέρος του σχήματος 3.6 καλύπτεται από τους κανάβους 1 έως 6, η περιοχή στο μέσον από τους 7 και 8, ενώ ανατολικά από τους 9 και 10. Η σύνδεση των κανάβων έγινε διαδοχικά προσθέτοντας πάντα έναν κανάβο στους προηγούμενους ήδη συνδεδεμένους.



ίδια μέρα και υπό τις ίδιες συνθήκες. Το εύρος των τιμών της κάθε κλίμακας είναι διαφορετικό ώστε κατά την επεξεργασία των δεδομένων να είναι εφικτή η ανάδειξη των ανωμαλιών ταυτόχρονα σε όλες τις περιοχές Ε.

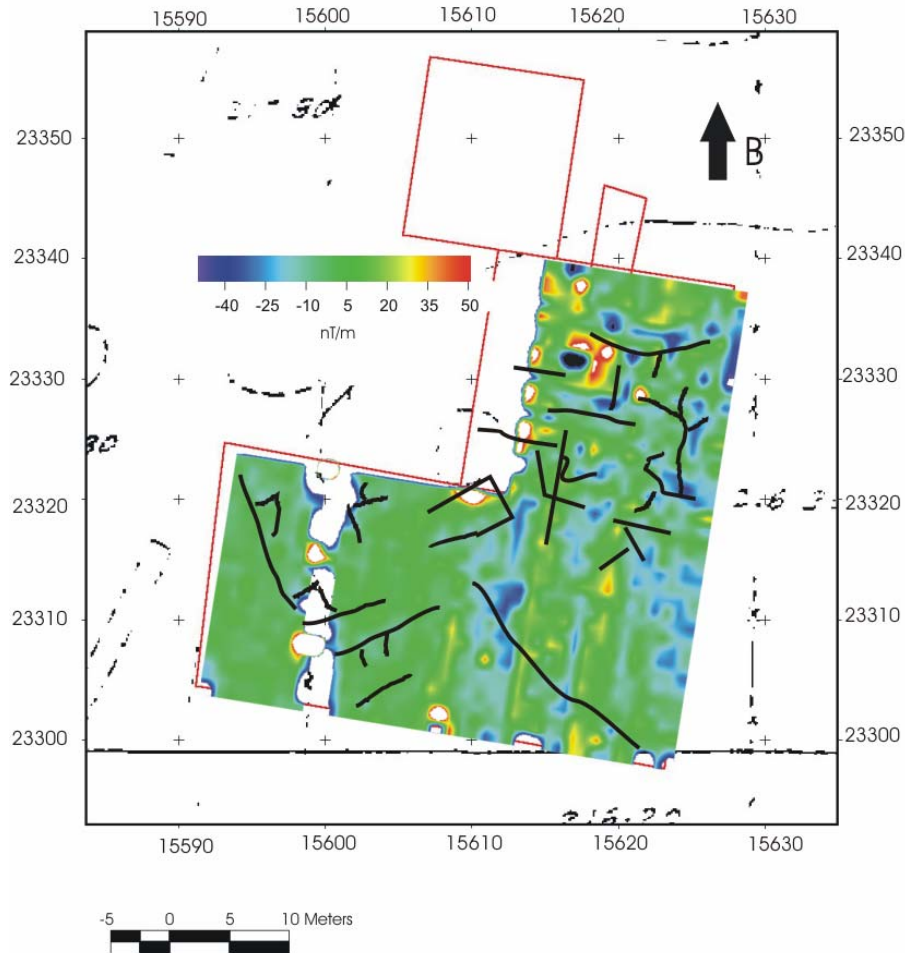
3.4.3 Περιοχή D.

Η περιοχή D αποτελεί το νοτιότερο σημείο της γεωφυσικής έρευνας που έγινε στην περιοχή. Βρίσκεται νότια του μονοπατιού που οδηγεί στα τείχη. Έγιναν μετρήσεις σε δύο κύριες περιοχές: νότια της ρωμαϊκής οικίας (D1) και βόρεια αυτής (D2). Η σύνδεση των κανάβων έγινε διαδοχικά ενώνοντας τον κানাβο 1 με τον 2 και στη συνέχεια αυτόν που προέκυψε με τον 3 (χάρτης 3.1). Βόρεια της περιοχής D1 βρίσκονται οι κানাβοι 4 και 5 στους οποίους δεν πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις ηλεκτρικής και μαγνητικής χαρτογράφησης.



Σχήμα 3.7: Χάρτης των αρχικών δεδομένων ηλεκτρικής διασκόπησης στην περιοχή D1.

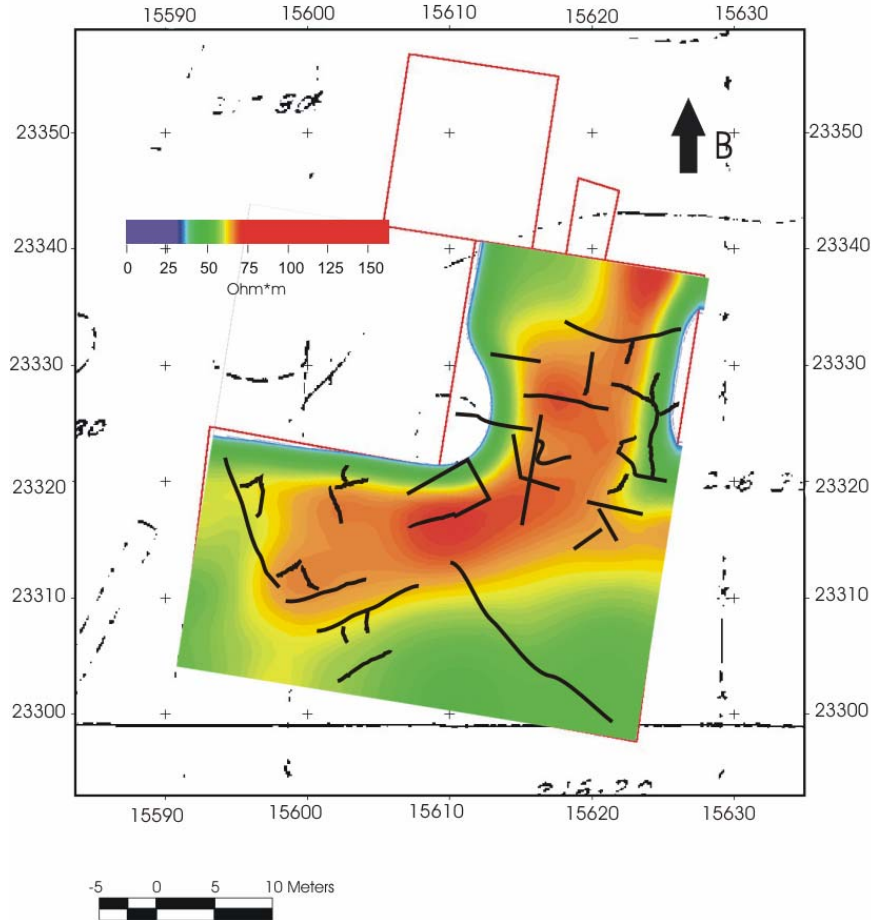
Στο σχήμα 3.7 απεικονίζονται τα αρχικά δεδομένα ηλεκτρικής χαρτογράφησης της περιοχής D1. Στα νότια διακρίνεται ένα πιο παχύ εδαφικό στρώμα (μπλε και πράσινο χρώμα).



Σχήμα 3.8: Χάρτης της μαγνητικής βαθμίδας στην περιοχή D1.

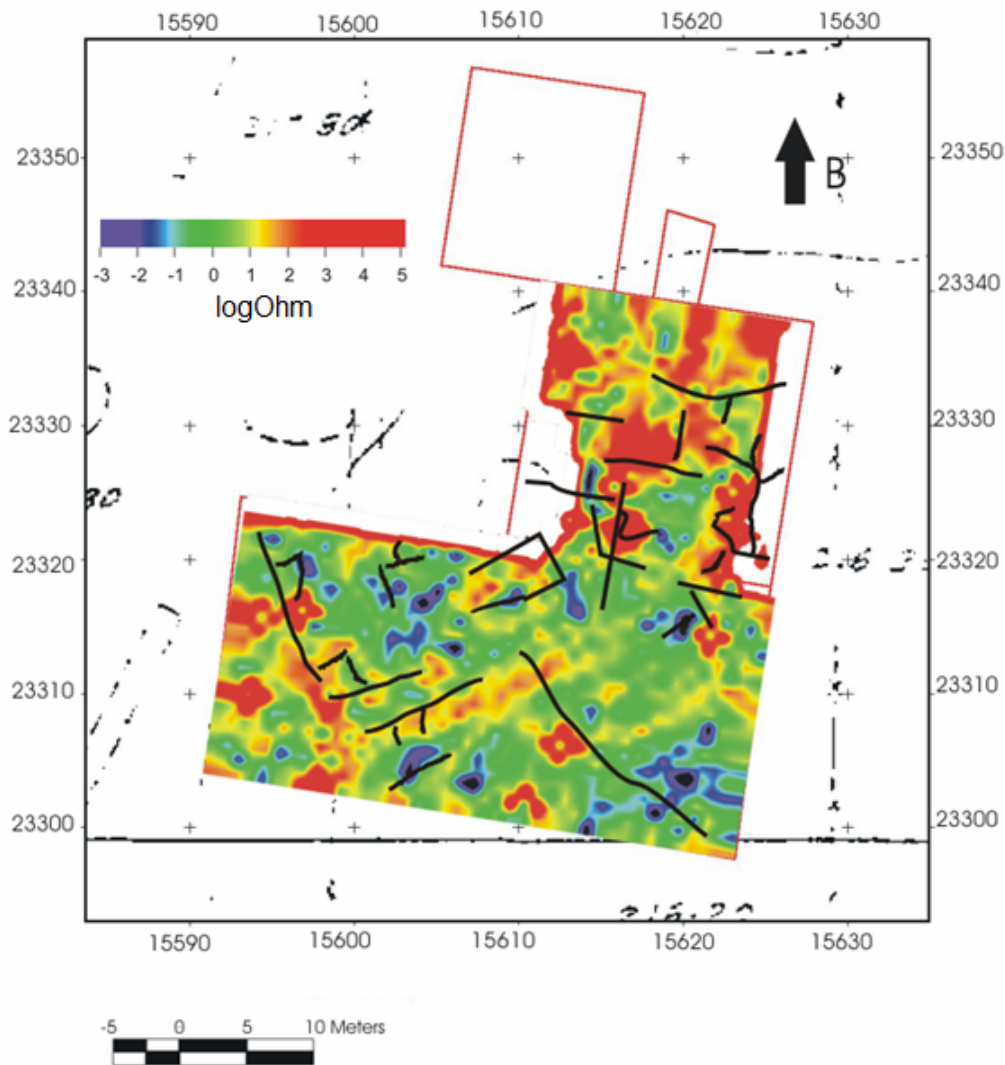
Στο σχήμα 3.8 απεικονίζονται τα αρχικά δεδομένα μαγνητικής χαρτογράφησης της περιοχής δεδομένων της περιοχής D1. Η λευκή λωρίδα στα δυτικά του χάρτη οφείλεται στην αδυναμία πραγματοποίησης μετρήσεων λόγω ενός φράχτη που βρίσκεται στην περιοχή. Επίσης η λευκή λωρίδα στο βόρειο τμήμα του χάρτη οφείλεται στις μεγάλες τιμές των δεδομένων οι οποίες βρίσκονται εκτός της κλίμακας. Χαρακτηριστικές είναι η γραμμική διακύμανση στις τιμές των δεδομένων

στον κানাβο 2. Αυτή η διαφοροποίηση οφείλεται στην αλλαγή του χρήστη κατά την πραγματοποίηση των μετρήσεων.



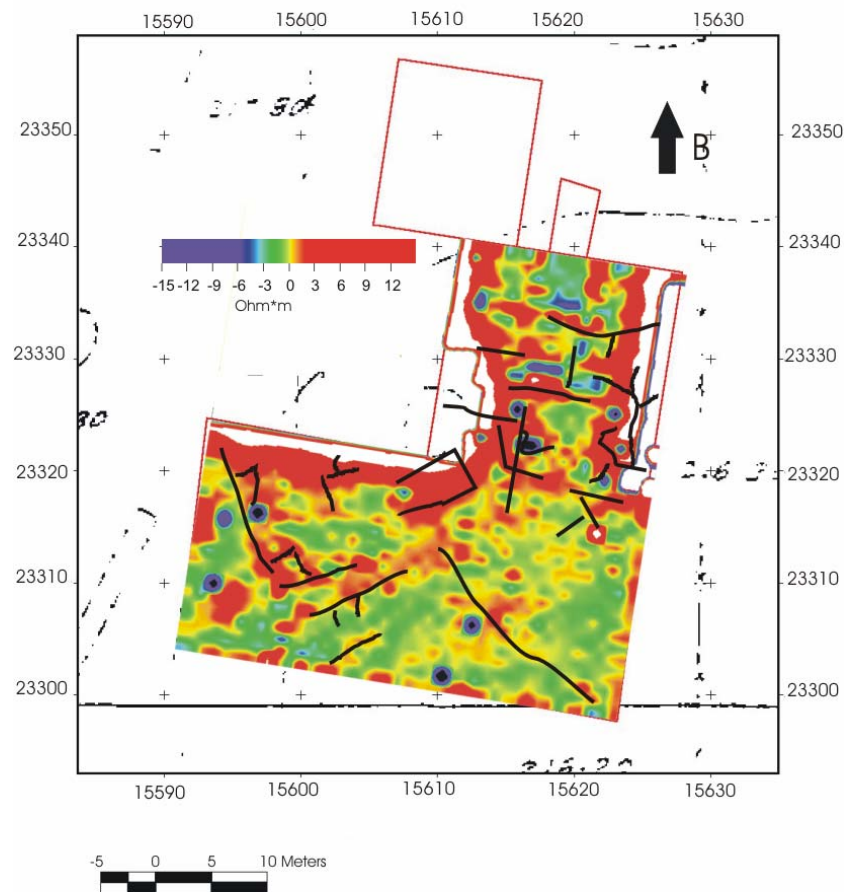
Σχήμα 3.9 : Εφαρμογή φίλτρου εξομάλυνσης στα αρχικά δεδομένα της ηλεκτρικής χαρτογράφησης της περιοχής D1.

Μετά την εφαρμογή φίλτρου εξομάλυνσης στο χάρτη της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης (σχήμα 3.9) απεικονίζεται και πάλι μια γενικότερη τάση ομαλοποίησης των ηλεκτρικών δεδομένων. Ο χάρτης του σχήματος 3.9 αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα χαρτογράφησης του ασβεστολιθικού υπεδάφους, όπου το μικρότερο αναμενόμενο βάθος εμφάνισης του ασβεστολιθικού υποβάθρου αντιστοιχεί στο κέντρο του χάρτη (κόκκινο χρώμα).



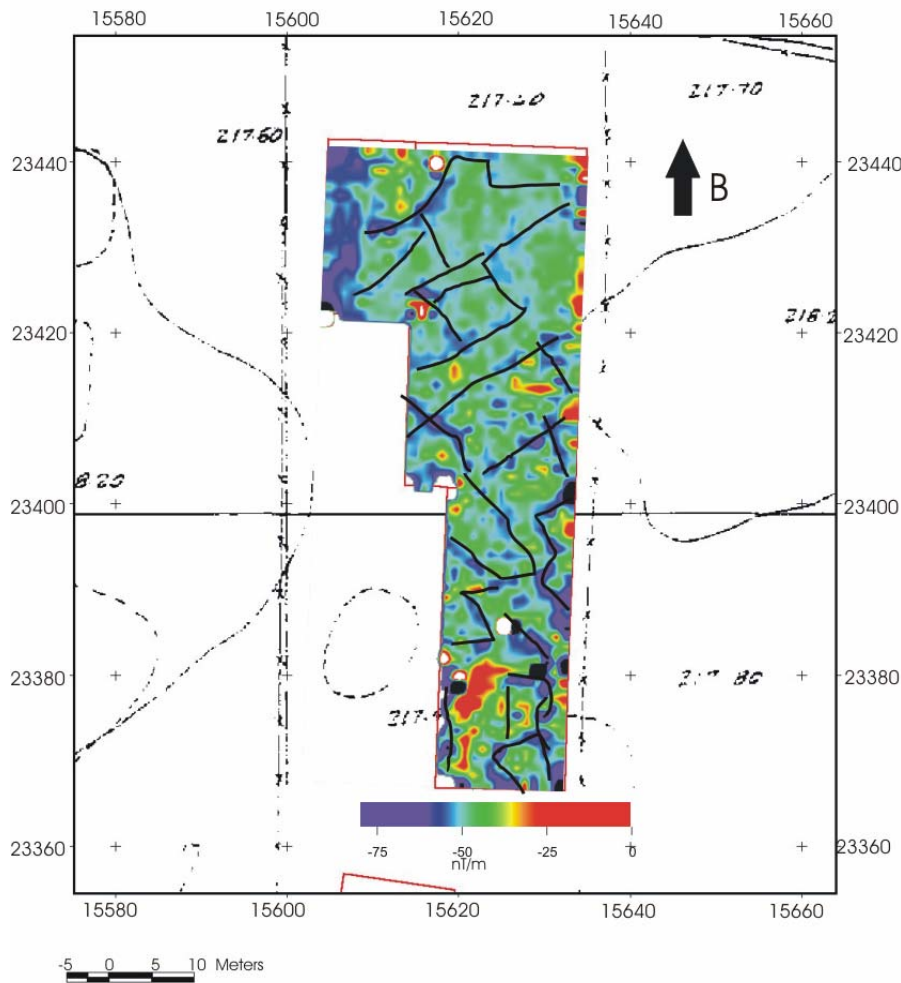
Σχήμα 3.10: Οριζόντια Βαθμίδα ηλεκτρικής χαρτογράφησης της περιοχής D1.

Μετά την εφαρμογή του φίλτρου οριζόντιας βαθμίδας για την περιοχή D1 (σχήμα 3.10), τονίζονται καθαρότερα οι γραμμικές ανωμαλίες από ότι στο χάρτη των αρχικών δεδομένων ηλεκτρικής διασκόπησης (σχήμα 3.7) και ειδικότερα τονίζονται οι ανωμαλίες στο νότιο τμήμα του.



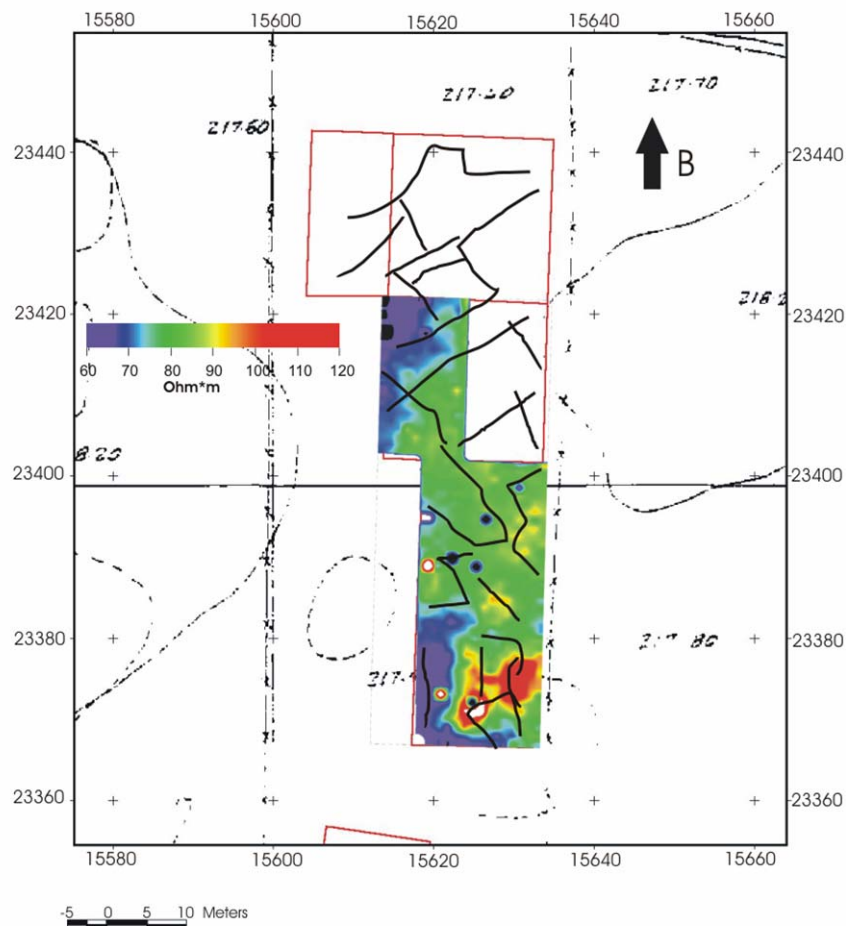
Σχήμα 3.11: Διαφορά των αρχικών τιμών της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης (σχήμα 3.7) και των αντίστοιχων εξομαλυμένων τιμών (σχήμα 3.9).

Το σχήμα 3.11 απεικονίζει το χάρτη ο οποίος προέκυψε από την αφαίρεση των εξομαλυμένων τιμών (σχήμα 3.9) από τον αντίστοιχο χάρτη των αρχικών ηλεκτρικών δεδομένων (σχήμα 3.7) της περιοχής D1. Συγκρίνοντας αυτό το χάρτη με το χάρτη της οριζόντιας βαθμίδας (σχήμα 3.10), προτιμάται ο τελευταίος για την ερμηνεία των ανωμαλιών που σχετίζονται με ανθρωπογενείς δομές.



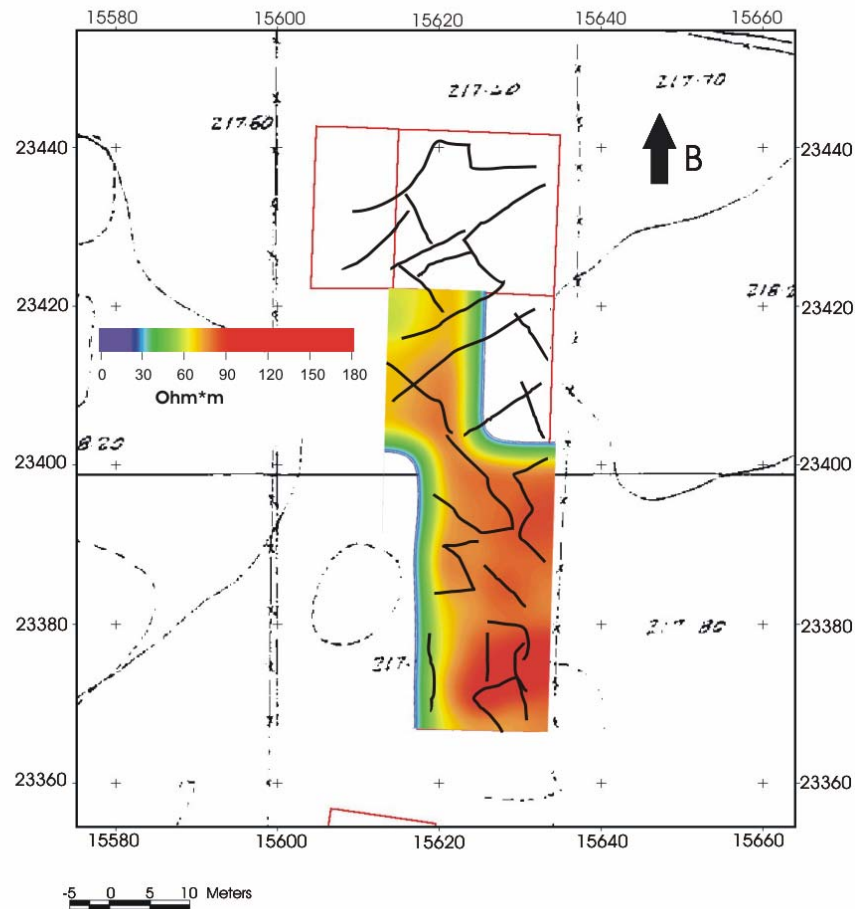
Σχήμα 3.12: Χάρτης της μαγνητικής βαθμίδας στην περιοχή D2.

Στην περιοχή D2, βόρεια της «Ρωμαϊκής οικίας», υπάρχουν πέντε κάναβοι οι οποίοι διασκοπήθηκαν με την μαγνητική, την ηλεκτρική και την ηλεκτρομαγνητική μέθοδο. Στην προκειμένη περίπτωση μελετώνται μόνο οι δυο πρώτες. Στο σχήμα 3.12 φαίνονται ξεκάθαρες γραμμικές ανωμαλίες με τις μεγαλύτερες τιμές να εντοπίζονται στα νότια.



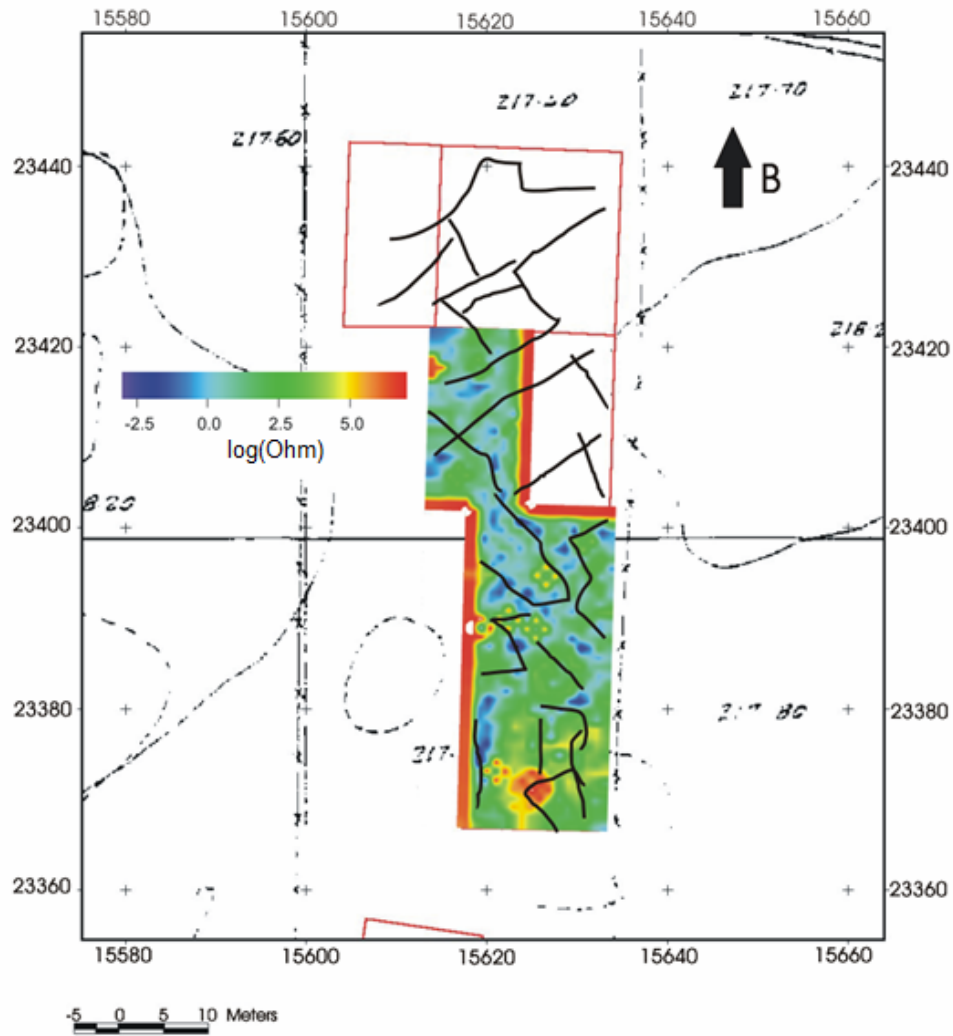
Σχήμα 3.13: Χάρτης των αρχικών δεδομένων ηλεκτρικής διασκόπησης στην περιοχή D2.

Στο σχήμα 3.13 απεικονίζονται τα αρχικά δεδομένα ηλεκτρικής χαρτογράφησης για τους κανάβους 6, 7 και 8 της περιοχής D2. Διακρίνεται η ίδια περιοχή στα νότια με μεγάλες τιμές όπως και στο χάρτη των αρχικών μαγνητικών δεδομένων, ενώ πηγαίνοντας βορειότερα δεν ξεχωρίζει κάποιο συγκεκριμένο σχήμα σε αντίθεση με το σχήμα 3.12. Στη βόρεια πλευρά της περιοχής D2 δεν πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις με ηλεκτρικές μεθόδους.



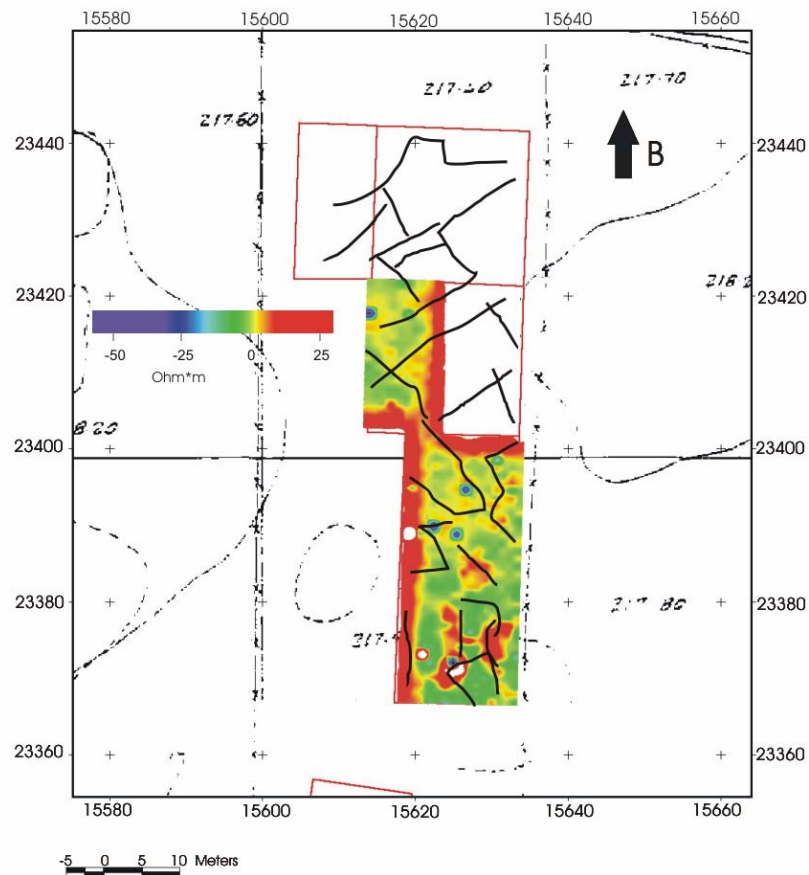
Σχήμα 3.14 : Εφαρμογή φίλτρου εξομάλυνσης στα δεδομένα της ηλεκτρικής χαρτογράφησης της περιοχής D2.

Μετά την εφαρμογή φίλτρου εξομάλυνσης στο χάρτη της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης (σχήμα 3.14) απεικονίζεται και πάλι μια γενικότερη τάση ομαλοποίησης των ηλεκτρικών δεδομένων της περιοχής D2. Οι υψηλότερες τιμές της ηλεκτρικής αντίστασης εντοπίζονται νότια.



Σχήμα 3.15: Οριζόντια Βαθμίδα ηλεκτρικής χαρτογράφησης της περιοχής D2

Στο σχήμα 3.15 φαίνεται ο επεξεργασμένος χάρτης των αρχικών ηλεκτρικών δεδομένων μετά την εφαρμογή φίλτρου οριζόντιας βαθμίδας για την περιοχή D2 τονίζοντας τις γραμμικές ανωμαλίες.



Σχήμα 3.16: Διαφορά των αρχικών τιμών της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης (σχήμα 3.13) και των αντίστοιχων εξομαλυσμένων τιμών (σχήμα 3.14).

Το σχήμα 3.16 απεικονίζει το χάρτη ο οποίος προέκυψε από την αφαίρεση των εξομαλυσμένων τιμών (σχήμα 3.14) από τον αντίστοιχο χάρτη των αρχικών ηλεκτρικών δεδομένων (σχήμα 3.13) της περιοχής D2.

Το σχήμα 3.16 δίνει καλύτερα αποτελέσματα στην ερμηνεία από το σχήμα 3.15 παρά το γεγονός ότι η έκτασή του είναι πιο περιορισμένη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

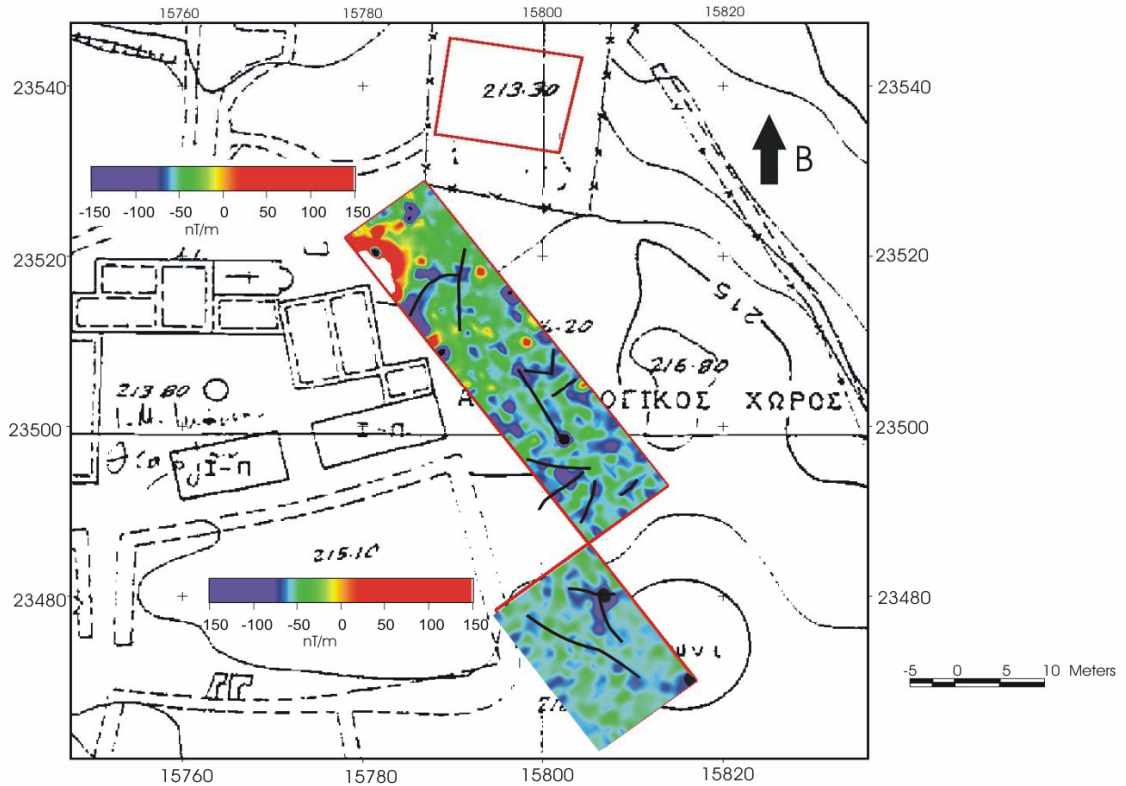
ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΗΣ

4.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η ερμηνεία των γεωφυσικών εικόνων που προέκυψαν από την επεξεργασία των αρχικών δεδομένων. Η ερμηνεία επικεντρώθηκε στις περιοχές που έχουν διασκοπηθεί με περισσότερες από μία γεωφυσικές μεθόδους. Αυτό επιτρέπει την εξαγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων, αφού η κάθε μέθοδος είναι ευαίσθητη σε διαφορετικές ιδιότητες του υπεδάφους. Παρακάτω, παρουσιάζονται αναλυτικά οι μαγνητικοί χάρτες των αρχικών δεδομένων που μελετήθηκαν και παρατίθενται οι αντίστοιχοι μετά από επεξεργασία χάρτες.

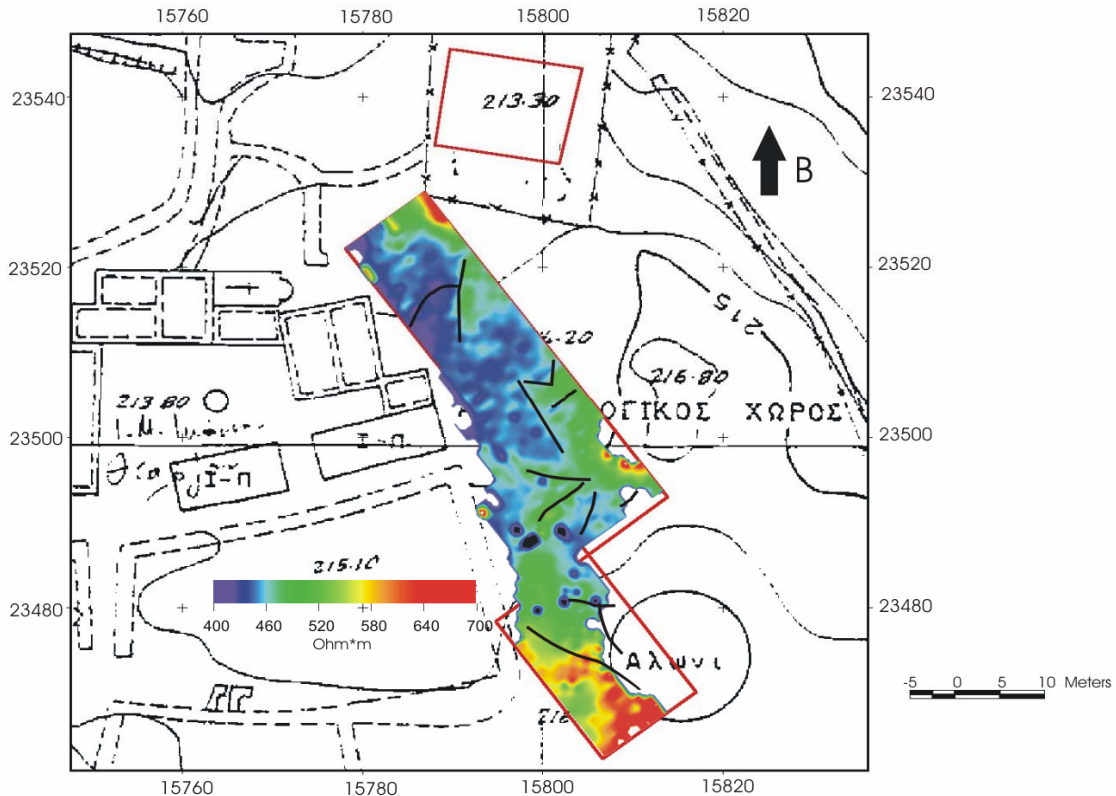
4.2 ΠΕΡΙΟΧΗ Α

Η ερμηνεία της περιοχής Α κυρίως βασίστηκε στο χάρτη των αρχικών μαγνητικών δεδομένων ο οποίος, έδωσε πιο ξεκάθαρες ανωμαλίες.



Σχήμα 4.1: Χάρτης κατακόρυφης μαγνητικής βαθμίδας στην περιοχή Α.

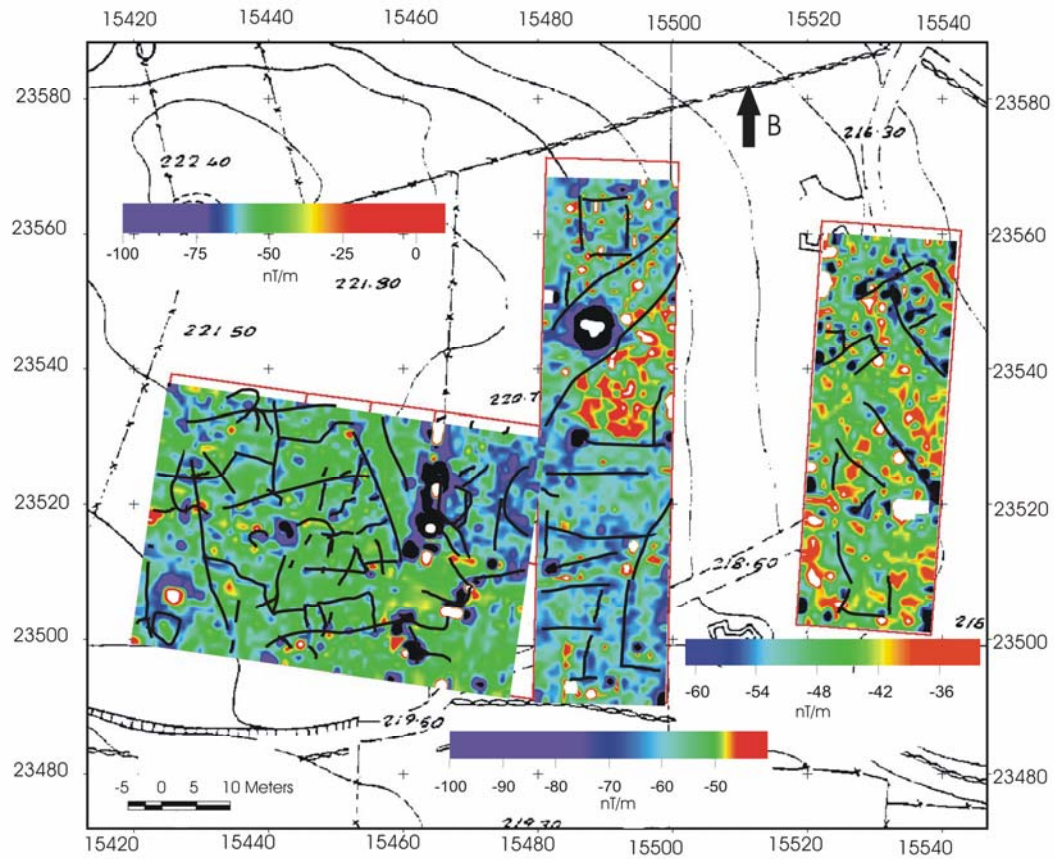
Στο σχήμα 4.1 απεικονίζεται η οριζόντια κατακόρυφη μαγνητική βαθμίδα. Με μαύρη γραμμή τονίζονται τοπικές ανωμαλίες που χαρακτηρίζονται από χαμηλές σχετικά τιμές της κατακόρυφης βαθμίδας του μαγνητικού πεδίου της γης (πράσινο και μπλε χρώμα) και αποδίδονται σε πετρώκτιστα ερείπια. Χαμηλή τιμή της κατακόρυφης βαθμίδας του μαγνητικού πεδίου προκαλούν ανθρωπογενείς δομές των οποίων τα δομικά υλικά εμφανίζουν μαγνητική επιδεκτικότητα μικρότερη αυτής του εδαφικού καλύμματος.



Σχήμα 4.2: Χάρτης των αρχικών δεδομένων ηλεκτρικής διασκόπησης στην περιοχή Α.

Ο χάρτης της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης στην περιοχή Α (σχήμα 4.2) τονίζει τις γραμμικές ανωμαλίες που αντιστοιχούν σε θαμμένα πετρόκτιστα ερείπια. Η γραμμική ανωμαλία στο βορειότερο τμήμα του χάρτη απεικονίζει την συνέχεια τοίχου, ο οποίος έχει ήδη αποκαλυφθεί σε σκάμμα που βρίσκεται προς τα βορειοανατολικά. Αυτή η γραμμική ανωμαλία στο κέντρο του χάρτη συμπίπτει με την αντίστοιχη στον μαγνητικό χάρτη.

4.3 ΠΕΡΙΟΧΗ Ε



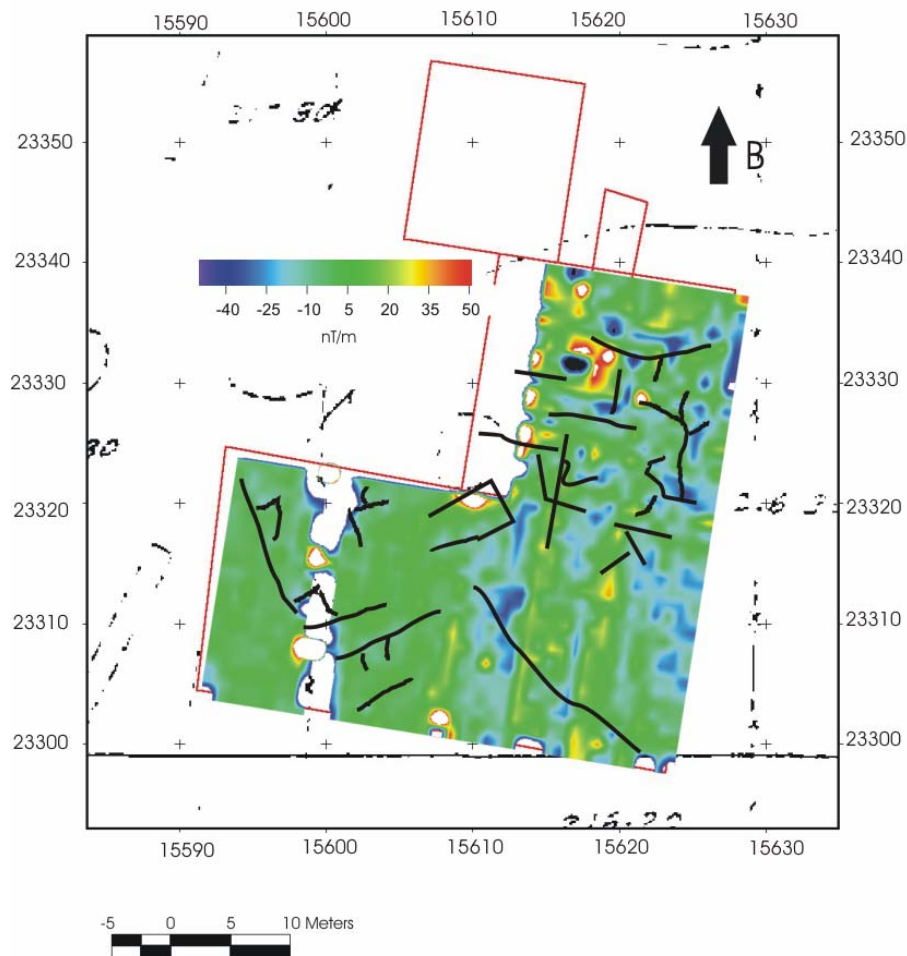
Σχήμα 4.3: Χάρτης κατακόρυφης μαγνητικής βαθμίδας στην περιοχή Ε.

Στον μαγνητικό χάρτη της περιοχής Ε (σχήμα 4.3) τονίστηκε το δίκτυο γραμμικών ανωμαλιών που αντιστοιχούν σε χαμηλές τιμές της κατακόρυφης βαθμίδας του μαγνητικού πεδίου της γης, των οποίων η κύρια διεύθυνση είναι ΒΒΔ-ΝΝΑ ή ΔΝΔ-ΑΒΑ (μαύρες γραμμές). Αξιοπρόσεκτη είναι η γραμμική ανωμαλία γύρω από την θέση (23520, 15460 m), την οποία προκαλεί φράχτης. Η κυκλική ανωμαλία στην θέση (23545, 15490 m) προέρχεται από μεταλλικό καπάκι πηγαδιού. Το δίκτυο των γραμμικών ανωμαλιών αποτυπώνει τμήμα του πολεοδομικού ιστού των Απτέρων.

ΠΕΡΙΟΧΗ D

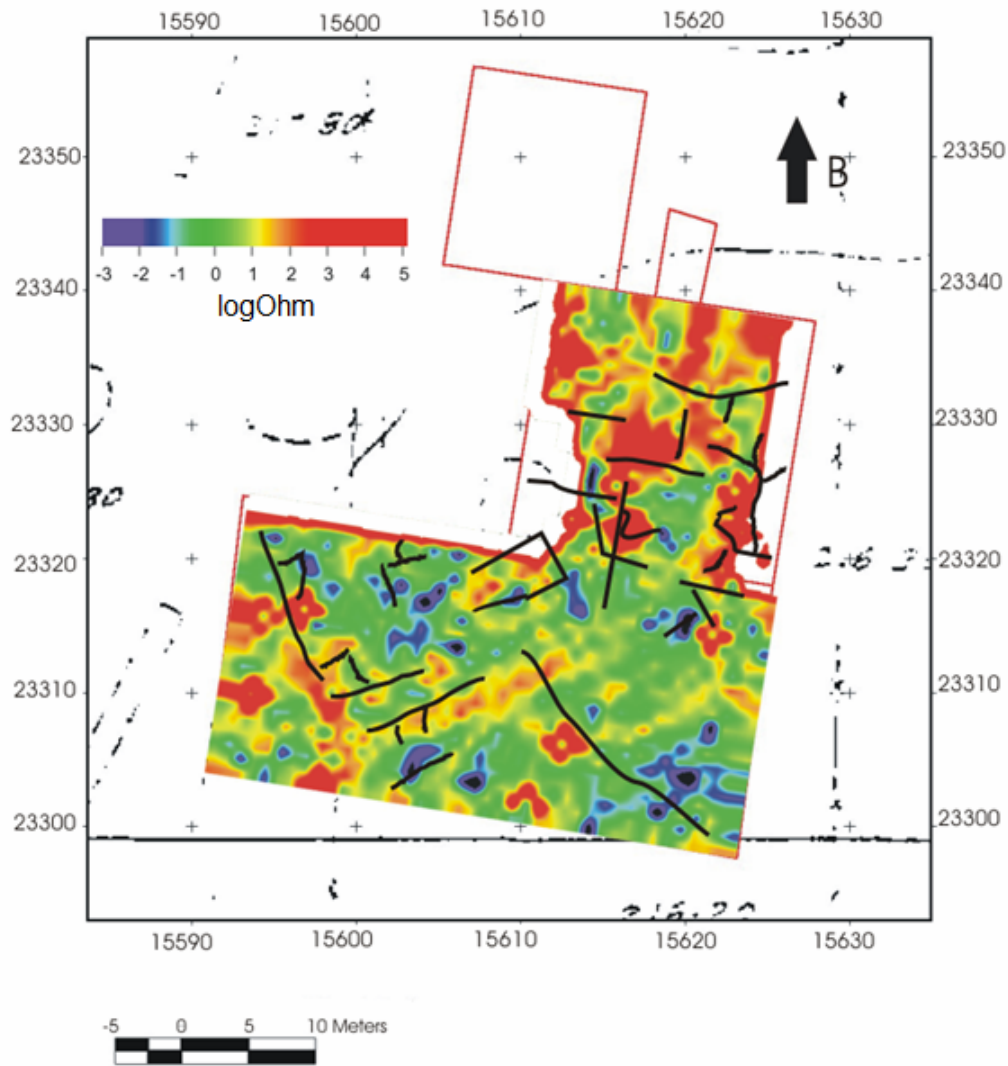
Σε όλη την περιοχή D διακρίνονται γραμμικές ανωμαλίες ανθρωπογενούς προέλευσης. Καλύτερη ερμηνεία της περιοχής γίνεται από τον χάρτη των μαγνητικών δεδομένων και από τον υπολειμματικό χάρτη των ηλεκτρικών δεδομένων.

ΠΕΡΙΟΧΗ D1



Σχήμα 4.4: Χάρτης κατακόρυφης μαγνητικής βαθμίδας στην περιοχή D1.

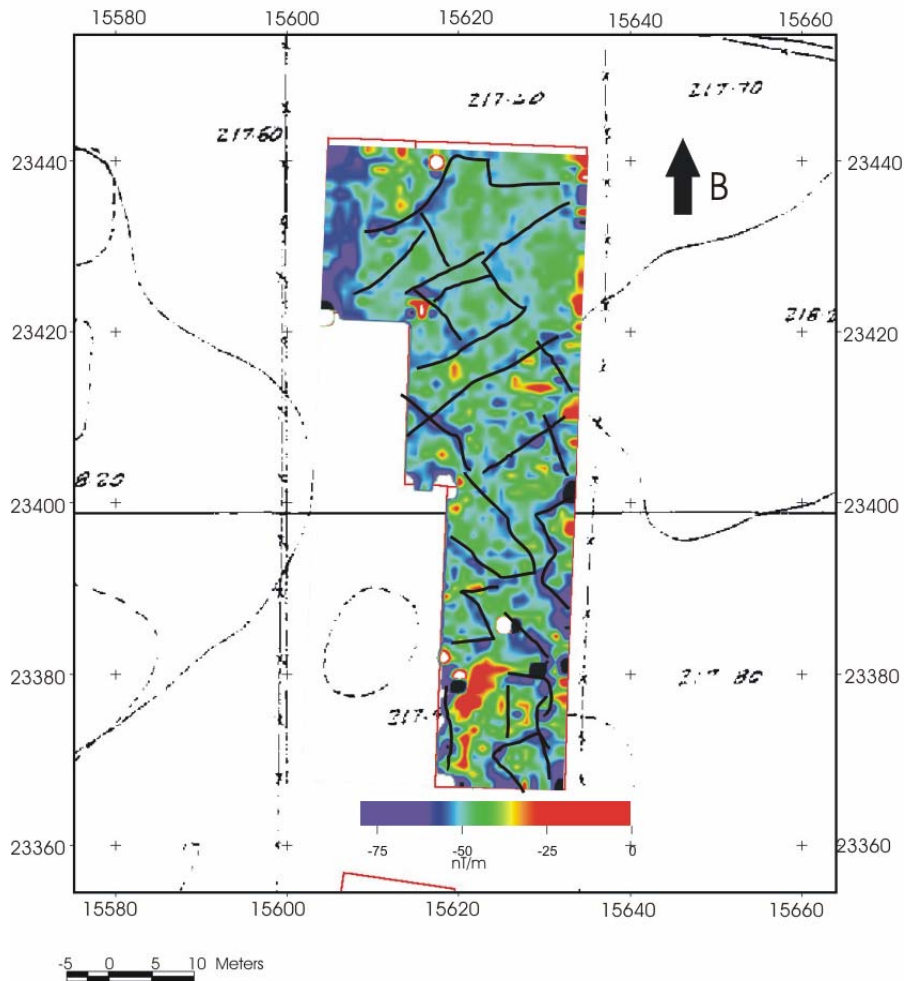
Στον μαγνητικό χάρτη (σχήμα 4.4) οι γραμμικές ανωμαλίες βρίσκονται κυρίως βόρεια. Η λευκή γραμμή που φαίνεται έντονα κατακόρυφα στη θέση 15610 οφείλεται στην έλλειψη δεδομένων επειδή δεν πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις λόγω μεταλλικού φράχτη ο οποίος επηρεάζει τη διεξαγωγή των μετρήσεων.



Σχήμα 4.5: Ηλεκτρικός χάρτης οριζόντιας βαθμίδας της περιοχής D1

Στον ηλεκτρικό χάρτη της οριζόντιας βαθμίδας (σχήμα 4.5) παρατηρούνται αντίστοιχες γραμμικές ανωμαλίες. Επιπρόσθετα, εμφανίζονται γραμμικές ανωμαλίες και στο νοτιοδυτικό τμήμα.

ΠΕΡΙΟΧΗ D2



Σχήμα 4.6: Χάρτης κατακόρυφης μαγνητικής βαθμίδας στην περιοχή D2.

Ο μαγνητικός χάρτης στην περιοχή D2 απεικονίζει δίκτυο γραμμικών ανωμαλιών. Αξιοσημείωτη είναι η ύπαρξη περιορισμένου αριθμού μεταλλικών σκουπιδιών, τα οποία εισάγουν θόρυβο, π.χ. στην θέση (23440, 15619 m). Οι κύριες διευθύνσεις των γραμμικών ανωμαλιών και σε αυτήν την περιοχή είναι παρόμοιες με αυτές της περιοχής E.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5:

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

5.1 Συμπεράσματα

Οι γεωφυσικές μέθοδοι προκύπτει ότι αποτελούν γρήγορη και μη καταστρεπτική διαδικασία εντοπισμού δομών αρχαιολογικού ενδιαφέροντος. Στην περιοχή Α των Απτέρων προέκυψαν ενδείξεις για συνέχιση του αρχαίου τοίχου της διπλανής ανασκαφής. Επίσης στις Περιοχές Α Ε & D εντοπίστηκαν πιθανές θέσεις ύπαρξης υπολειμμάτων αρχαίων δρόμων και τοίχων.

Ο συνδυασμός των μεθόδων ηλεκτρικής και μαγνητικής χαρτογράφησης έδωσε πιο ασφαλή αποτελέσματα όσον αφορά τον εντοπισμό ανθρωπογενών δομών. Αυτές οι δομές δημιουργούν κοινές ανωμαλίες τόσο στον χάρτη μαγνητικής βαθμίδας όσο και στον χάρτη της φαινόμενης ειδικής αντίστασης.

Η σύνδεση των δεδομένων γειτονικών κανάβων οδήγησε σε έναν πιο εύκολο και αξιόπιστο τρόπο ερμηνείας των γεωφυσικών δεδομένων της περιοχής. Η επεξεργασία των χαρτών της φαινόμενης ειδικής αντίστασης εξουδετέρωσε τη επίδραση του ρηχού ασβεστολιθικού υπόβαθρου. Η μαγνητική διασκόπηση έδωσε πιο λεπτομερείς χάρτες.

Από τα αποτελέσματα των γεωφυσικών μεθόδων προκύπτει ότι ενδείκνυται ισαπόσταση σταθμών παρατήρησης 0,5 μέτρων αντί εκείνης του 1 μέτρου που χρησιμοποιήθηκε για τη λήψη των δεδομένων.

5.2 Προτάσεις

Από τη γεωφυσική διασκόπηση προκύπτει ότι υπάρχουν περιοχές, στις οποίες πρέπει να γίνει επιβεβαίωση των γεωφυσικών αποτελεσμάτων. Πιο συγκεκριμένα, προτείνεται η πραγματοποίηση αρχαιολογικών τομών στις παρακάτω θέσεις:

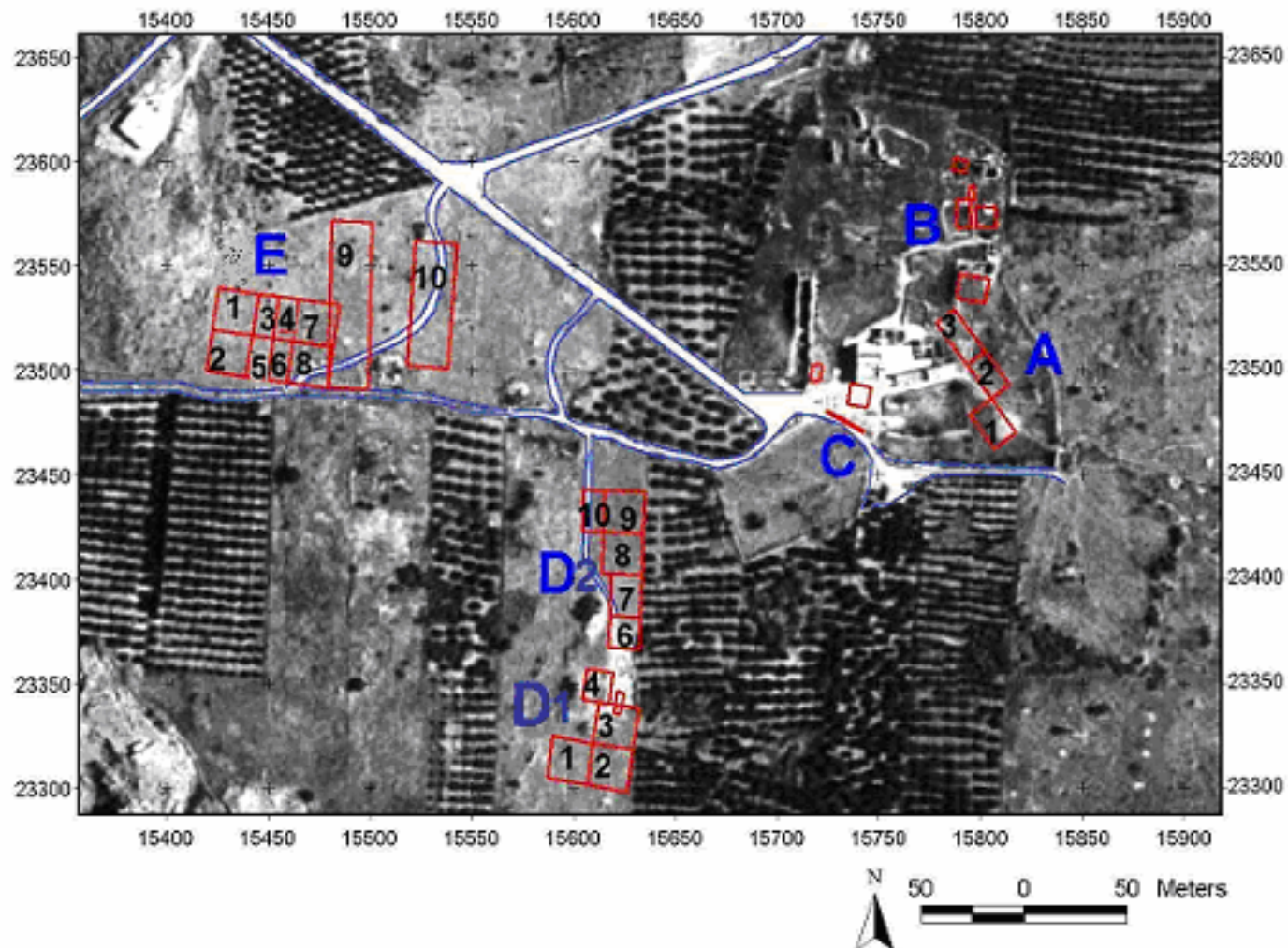
- 1) Νότια της «Ρωμαϊκής οικίας», στον κánaβο 1 της περιοχής D₁.
- 2) Βόρεια του μονοπατιού που οδηγεί στα τείχη στον κánaβο 9 της περιοχής E.

Επίσης προτείνεται συμπληρωματική χαρτογράφηση στις παρακάτω περιοχές:

- 1) Ηλεκτρική χαρτογράφηση βόρεια της «Ρωμαϊκής οικίας», στην περιοχή D₂.
- 2) Μαγνητική χαρτογράφηση βόρεια του μονοπατιού που οδηγεί στα τείχη ανάμεσα στους κánaβους 9 και 10 της περιοχής E καθώς και βόρεια των κánaβων 1-8.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Ακολουθούν οι πίνακες των αρχικών δεδομένων σε μορφή πινάκων. Οι κάναβοι είναι προσανατολισμένοι όπως φαίνεται στην αεροφωτογραφία.



Το κάθε κελί των παρακάτω πινάκων αντιστοιχεί σε σταθμό μέτρησης που απέχει απόσταση ενός μέτρου από τους γειτονικούς του. Η πρώτη γραμμή για κάθε πίνακα αντιστοιχεί στο Βορρά και η πρώτη στήλη στη Δύση. Όλοι οι κάναβοι έχουν διαστάσεις 20x20 εκτός αυτών που αναγράφονται οι διαστάσεις.

Ηλεκτρικά Δεδομένα (ρα σε Ohm*m)

KANABOS A1 (13x20)

50.31	50.31	50.31	152.2	160.4	160	166.8	157.3	155.1	147.9	148.3	145.1	99.41
50.31	50.31	160.1	157.8	164.1	164.1	163.4	158.3	152.6	153.7	131	148.9	141.4
50.31	170.9	165	164.9	103.8	163.9	160.4	153.8	138.9	152.1	149.8	143.5	146
50.31	170.5	174	166.6	167.3	157.7	159.7	109.6	153.4	133	158.6	148.9	146.2
190.3	176.7	176.5	167.5	167	162.2	158.9	154.1	155.4	160.6	154.7	148.6	147.3
184.5	174.9	173.8	171.3	165.3	162.1	155	154.7	149.3	151.9	119.7	150.1	150.4
187	175.2	172.1	170.8	160.7	163.1	166.1	152.3	164.1	151.4	150.8	149.6	50.31
178.6	176.8	174.5	168.5	174.9	169.6	154.3	175.6	50.31	163.1	50.31	50.31	50.31
187.7	178	179.7	175.5	174.2	161.1	172	164	176.8	50.31	50.31	50.31	50.31
184.2	185.9	188.8	182.7	190.6	184.7	183.9	176	165.9	50.31	50.31	50.31	50.31
180.2	191.4	190	195.6	181.4	206.6	171.4	203.8	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31
183	164.1	203.3	190.8	197	175	200.5	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31
174.3	181.2	164.4	174.5	182.8	189.1	150.3	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31
171.4	168.6	171.1	176.8	181.8	195.7	227.1	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31
166.5	169.1	169.5	176.1	184.2	178.2	194	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31
175.2	168.9	173.3	188.3	198.6	222	194.2	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31
176.7	186.1	181.3	187.2	197.7	189.8	191.3	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31
174.8	183.7	181.9	180.7	196.7	198.8	197.8	201.8	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31
175.8	187	193.1	200.1	210.3	193.5	175.1	209.5	217	50.31	50.31	50.31	50.31
186.1	187.8	189	209.1	194.6	208.6	209.5	215.2	223.3	50.31	50.31	50.31	50.31
197.7	201.2	237.6	203.2	270.3	213	224.1	199.4	209.3	50.31	50.31	50.31	50.31

ΚΑΝΑΒΟΣ Α2

50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	120.3	50.31	130.6	141.5	134.9	137.6	142.6	143.2	142.1	139.7	144.8	141.5	142	145.3	151.7
50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	134.1	50.31	132.2	143	148	147.1	140.8	144.5	148.5	147	146.6	145.6	146.1	147.9	150.7
50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	132.9	132.3	138.2	135.6	138.7	141.8	142	144.1	140.2	144.2	149.7	140.4	142.7	143.5	146.3
50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	137.7	135.2	138.6	144.2	141.8	141.3	147.4	147.6	141.4	144.8	150.8	149.6	150	159.4	159.7
50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	76.61	139.1	140.5	138.7	143.6	146	134.4	141.6	145.7	150.8	152.5	153.4	156.7	159.7	163.5
50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	143	152.8	140.2	145.3	144.6	142.4	142.5	143.5	143.2	146.2	151.5	151.8	153	160.5	164.5
50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	148.3	146.4	137.7	141.8	142.9	143.5	141.1	144.6	145.7	147.8	142.6	144.7	152.4	152.2	161.9
50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	147.5	146.3	133.1	147	145	139.2	142.4	134.8	145	149.3	155.3	149.9	145.9	151.6	157.7
50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	153.9	149.3	144.7	152	141.8	143.4	142.8	143.6	147.3	146.3	149.3	148.2	152.8	156	161.3
50.31	50.31	50.31	50.31	142.5	146.1	147.3	150	145.3	149.6	146.7	142.5	141.8	143.9	142	149.9	150	166.7	153.9	157.2	161.2
50.31	50.31	136.6	138.4	114.4	145	146.1	150.2	145.7	154.2	150.4	146.1	142.4	141.8	144.5	146.9	153.6	149	152.7	159.9	172.7
50.31	50.31	246.8	140.6	119.6	143.3	142.7	145.5	145.4	151.2	151.7	153.9	147.3	143.8	148.3	151.1	158.8	154.4	166	171.5	0
50.31	50.31	140.7	141.6	141.2	143	144.6	145.5	143.8	147.4	133.6	151.2	147.4	147.8	148.8	153.5	149.8	169.1	166.5	0	0
50.31	50.31	137.2	140.7	145.9	144.5	144.1	146.4	150.4	149.1	147	157.7	157.7	152	149.6	156.1	166.2	165.6	173.3	0	0
50.31	50.31	138.3	143.2	142.2	143.9	149.8	149.1	146.2	152.6	154.9	145.3	149.2	151.5	151.9	158	157.6	171.2	210	0	0
50.31	50.31	142.1	146.5	112.2	151.5	153	159.2	169.3	157.7	150.2	159.3	156.4	151.3	150	150.6	155.8	170.4	159.9	167.4	0
50.31	50.31	142.5	150.8	149.1	148.6	149.9	161.2	171.4	167.8	147.8	154.7	144	150.6	151.7	151.9	158.9	163.7	176.7	232	0
50.31	136	148.3	138.4	94.41	97.71	175.8	154.1	146.4	147	149.4	145.1	145.4	143.5	143.5	150.8	156.9	165.1	174	181	208
50.31	144.6	149.5	156.2	151.1	149.1	149.6	146.5	110.3	146.4	145.6	145.6	149.2	145.6	147.4	144.5	150.2	150.9	160.2	174.3	182.9
50.31	153.7	158.4	157.4	155.1	151.3	148.4	149	131.7	141.8	142.3	145.7	141.9	147.3	146.1	153.7	151	0	156.3	167.9	164.9
151	152.4	162.9	161.1	155.7	155.6	147	146.5	144.6	140.3	143.6	146.8	152.3	142.5	145.1	146.3	147.8	0	0	143.8	157.7
156.1	164.1	160.1	160.2	158.4	150.2	147	144.9	140.2	141.8	141.8	145.8	146.7	147	144	148.3	0	0	0	151.6	152.9

Οι μηδενικές τιμές αφορούν σταθμούς παρατήρησης που δεν ήταν δυνατή η μέτρηση.

KANABOS A3 (20x24)

0	0	0	0	0	0	0	0	133.8	135.3	132.5	141.4	141.9	141.6	180.5	156.3	162.8	163.9	173.3	195.9
0	0	0	0	0	0	0	0	49.35	134.2	137	143.5	142.7	149.3	186	157.1	154.6	164.1	171.3	206.5
0	0	0	0	0	0	0	0	135.4	137.3	142.1	140.7	152.1	147.6	147.4	152.4	158	158.9	184.2	204.5
0	0	0	0	0	0	0	0	199	137.6	143.3	144.7	146.5	157.5	149.9	149	146.9	152.9	179.4	222.5
0	0	0	0	0	0	0	0	191.3	136.5	137.7	141.1	141	142.6	139.8	142	144.4	151.9	163.8	187.2
0	0	0	0	0	0	0	0	133.1	137.8	142	145.7	146.7	150.8	144	142.3	141.9	146.1	158.1	174.1
0	0	0	0	0	0	0	0	131.5	138.1	144	142	141.4	141.8	141.2	138	140.4	145.6	150.4	166.3
0	0	0	0	0	0	0	0	135.5	139.6	134.5	142.9	140.8	144.2	140.8	141.4	141.3	146.5	154.8	154.8
0	0	0	0	0	0	0	0	132.3	137.2	143	142.4	142	137.1	140.7	139.5	142.3	142.1	143.1	147.2
0	0	0	0	0	0	0	0	136.9	148.4	145.4	138.2	138.3	135	134.3	138.8	143.9	145.5	156.2	153.2
0	0	0	0	0	0	0	0	138.9	136.4	133.1	140	135.7	136.2	136.5	139	142.2	158.7	150.8	152.6
0	0	0	0	0	0	0	0	134.6	137.3	138.6	140.7	135.8	136.7	136.5	141.9	150.6	147.6	155.1	148.8
0	0	0	0	0	0	0	0	133.8	132.9	135.8	134.4	139.1	137	146.5	151.5	157.3	148.5	146.4	153.3
0	0	0	0	0	0	0	0	131.2	133.6	136.5	137.2	141.8	147.7	150.7	158.9	151	146.4	148.3	150.1
0	0	0	0	0	0	0	0	130.7	134.4	136.3	139.9	138.2	142.1	152.6	150.9	145.8	148.6	152.5	148.6
50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	130.3	137.4	138.1	137.8	143.9	149.3	150.3	149.9	148.7	147.9	146.8	152.6
50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	139.6	140.6	138.3	143.9	139.9	146.1	148.8	140.8	144.5	144.5	147.1	145.6
50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	139	140.9	143.5	140.5	147.3	141.6	142.5	143	142.2	145.2	143.9	144.9
50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	127.5	141.6	140.8	141.1	141.8	144	147.5	145.2	140.9	138.5	140.8	141.3	145.8
50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	129	140.3	143.4	136.8	140.6	144.1	147.1	145.9	146.1	139.1	139.1	142.8	147
50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	130.3	140.6	142.3	143.5	139.9	139.3	138.4	143.4	141.3	141.4	143.2	141.6	143.5
50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	121.2	128.4	140.4	136.9	140.2	138.6	139.5	138.8	138	140.2	142.5	136	140.7	145.3
50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	50.31	129.2	129.1	147.3	143.5	139.2	143.8	138	139	144.4	143.4	140.3	144.3	143.7	146.7

KANABOΣ D1

52.4	56.3	59.1	63.2	58.5	59.8	58.8	58.4	58.8	59.6	64.3	67.2	70.4	68.8	69.3	69.2	67	70.2	68.4	71.5	69.4
53.4	57	62	64.8	63.7	61.9	61.8	62	61.8	64.7	65.4	69.1	71	67.5	66.8	66.5	68.7	66.2	67.1	69.5	70.7
59.5	59.8	60.5	59.7	63.8	62.3	61.5	61.4	61.7	65.9	67	66.9	71.1	70.1	68.8	68	66.6	67.6	71.9	71.4	73.6
57.2	58.5	61.5	63.4	63.7	64.1	62.7	66.6	66.2	67.7	67.7	70.7	68.6	68.6	65.7	66	65.5	66.8	62	71.8	74.5
60.4	60.6	61.2	62.3	64.8	63	64.2	62.6	67.5	67.4	68.5	68.4	67.3	67.9	66.9	65.3	66.5	71.9	70.9	73.8	74.4
60.9	60.6	59.3	62	62.2	64.1	64.7	65.8	64	66.1	67.4	67.7	68.4	65.9	66.7	66.1	67	68.3	71.1	73.1	73.9
59.2	62.4	61.5	59.9	62.6	64.9	64.8	63.3	65.1	65.4	67.1	68.4	68.3	68	67.1	67	69.3	68.2	68.5	71.5	71
65.2	61.4	58.2	59.1	61.3	29	63.5	67.5	66.1	67.5	65.9	66.6	64.6	65.1	65.1	64.7	63.7	68.6	68.9	68.1	69.5
62.8	61.3	43.3	58.1	58.9	61.7	63.9	62.5	62.2	63.3	64.8	64.8	67.1	65.5	68	65.7	66.3	64.5	66.2	68.7	68.7
62.9	60.6	56.6	58.2	60	62.4	63.3	66.6	67.8	66.6	65.3	64.6	65.2	65.9	66.3	65.3	63.5	68.8	67.1	67.3	68.3
61.8	60.8	57.5	57	60	63.8	66	64.3	69.7	71	67.2	67.6	66.9	68.8	66.8	73.5	70.5	64.8	66.2	66.4	63.9
56.9	53.6	55.2	57	59	62.3	66.4	71.1	67.3	64.9	69.2	67.5	63.9	62.7	66.9	66.3	65.5	66.1	64.4	63.3	63
56.6	55.5	55.1	56.9	60	62.3	67.2	69.7	69.2	68.8	66.6	71.9	68.6	66.2	66.4	65.6	66	62.2	65.5	60.4	59.3
52.8	54	54.1	57.7	59.1	59.6	63.9	64.8	74.3	68	67	65.8	64.1	64.2	65.6	64.9	60.8	60.5	58.3	57.5	57.6
52.1	51.9	31.4	58.2	63.2	62.7	62.7	62.3	70.1	63.4	64.6	62.6	63.6	63.6	62.1	62.3	61	58.4	56.4	56.4	55
54.4	50.9	57.5	61.4	61.9	62.4	61.8	63	59.2	60.2	65.7	67.4	62.4	61.2	59.7	57.8	58.6	55.5	56.7	54.3	53.3
53.1	55.6	56.8	59.3	61.9	61	59.6	60.7	59.9	60.5	63.6	61.3	60.1	59.6	57.5	57.5	56.2	57.3	55.1	52.1	53
52.2	55.6	56.8	60.3	60.5	55.7	58.5	56.4	60.9	67.3	62.3	60.1	59.3	56.9	58	57.7	58	56.4	55	52.4	52.3
55.1	55.7	56.3	55.7	58	59	57.3	58	58.8	54.3	59.4	59.5	55.7	57.7	55.5	58.2	55.2	55.1	51.6	52.1	52.1
54.6	54.8	53.5	54.1	54.2	56	56.9	57	58.3	64.8	58.5	54.6	56.3	54.5	56.3	57.5	56.9	53.8	53.2	52	52.2
50.5	52.1	56.7	58.7	57.8	59.7	61.4	61.4	77.9	62	57.4	64.6	58.2	61.5	60.4	56.3	53.8	55	56.5	56.1	51

KANABOΣ D2

67.5	68.2	72.5	70.8	69.5	65.1	68.2	70.5	69.9	71.9	73	69	68.6	66.4	62.9	61.8	61.6	60.5	64.5	75.2
71.3	72.4	72.1	70.4	69.9	69.4	71.7	70.6	69.5	69.2	68.7	68.7	66.5	66.7	64.7	64.6	67.1	66.4	65	70.4
74.4	80.4	70.6	71.7	69.4	70.5	67	67.9	69.2	66.3	67.7	66	66.4	64.9	66.9	67.8	63	64.4	65.2	70.5
75.4	73.9	73.2	71.1	69.7	70.3	70.7	68.3	68.6	70.1	65.6	65.5	64.6	64.3	64.9	63.9	64.6	64.6	61.9	65
74.6	73.4	70.7	68.1	70.1	69.4	70.5	70	67.8	65.9	66.5	65.8	65	64.8	65.3	90.4	62	61.1	64.4	63.4
74.8	71.3	70.6	74.3	69.5	69.8	66.2	67	66.8	65.4	65	64.2	63.2	64.3	62	62.5	64.3	64.6	62.1	63.7
70.8	72.7	69.3	66.1	67.7	67	67.4	65.3	64.4	63.9	62.9	63.8	63.5	62.9	63.6	61.6	61.1	58.1	60.5	62.9
70.1	70.3	69.7	69.8	67.1	64.3	64.4	65.6	62.7	62.2	63.1	62	60.7	61.5	59.5	59.6	58.8	62.2	58.3	60.5
69.3	68.7	66.2	69.6	65.8	66.2	62.1	61.6	62	61.2	60.3	60.3	60.6	60	59.4	59.1	56.1	56.4	57.3	60.8
66.6	67.1	66.4	62.2	61.4	60.7	62.2	61.6	65.1	60.5	59.5	59	58.7	57	56.5	55.5	55.2	53.9	52.8	58.8
65.2	62.9	62.5	61.8	61.6	61.6	60.3	59.7	56.3	58.4	58.9	56.6	56.6	56.9	54.5	53.8	53.2	53.5	53.6	56.3
61.4	59.6	59.8	58.5	59	59.4	59.4	60	59.1	59.6	57.4	58	55.6	53.4	52.6	51.9	50.6	52	53.2	54.8
58.6	58.3	58.3	60.2	58.6	58.2	58.1	58.8	59.5	57.6	57.1	54.8	53.3	53	51.4	51.4	52.8	50.5	51.1	53.2
55.6	55	56.2	54.9	55.9	55.2	56	60.7	54.5	55.9	54.6	51.2	53.3	51.9	51.1	51	50.6	50.1	53.3	54.1
54.2	55	52.8	54	55.8	30.4	55	55.1	56.6	53.8	54.9	53.4	51.6	51.8	50.9	49.7	48.9	51	50.1	50.9
54	52.9	52.8	52.7	51.8	51.8	53.6	52.9	53.8	53.7	53.1	52.3	52	51.4	50.6	51.5	50.6	49.7	51.8	52.7
52.5	52.1	50.7	51.1	51.6	51.5	52	52.2	51	51.9	52.4	52.6	51.7	50.9	50.3	49.5	49.8	50.3	50.6	51.3
51.3	50.8	51	49	49.7	49.8	51.1	51.2	52.1	51.1	49.9	50	50.2	49.6	50.4	50.4	49.2	50.5	51.8	52.6
51.9	49.8	48.5	47.1	48.6	48.3	48.2	49.7	49.4	49.2	49.8	50.8	50.4	48.6	50.2	51.1	54.4	50.3	49.8	52.7
49.6	47.8	47.7	14.52	46.1	47.9	46.1	48.7	50.5	50.2	50.3	51.4	50.5	49.8	49.4	48.2	49.8	53.3	50.4	52.3
51.3	49.1	47.9	47.4	49.8	53.4	52.1	51.4	49.4	51	51.6	54.7	52.2	52.6	48.3	52	52.4	46.4	48.3	53

KANABOΣ D3

52.87	52.57	52.97	57.97	50.77	54.17	51.87	61.27	52.97	56.47	57.57	61.47	68.37	70.37	66.07	69.07	75.27	82.87	95.87	63.87	46.57
61.47	36.07	55.97	53.07	55.17	55.57	58.17	56.77	53.97	54.87	57.67	59.47	67.67	70.27	69.67	74.87	79.87	85.37	87.87	13.91	10.57
59.07	56.97	56.57	55.27	53.47	55.17	56.87	52.57	55.57	56.37	56.87	59.77	75.47	65.27	70.47	69.77	74.17	78.87	75.37	3.54	19.47
59.57	56.37	54.97	57.97	56.57	55.77	58.57	62.87	59.67	55.07	58.87	59.37	64.97	69.27	66.67	68.67	72.17	74.07	73.97	3.31	4.06
57.77	58.67	46.47	53.17	56.97	54.77	59.77	56.47	56.67	55.37	54.67	56.67	65.37	62.07	64.17	69.87	72.27	74.07	72.07	7.78	4.81
57.17	54.97	36.77	57.97	60.57	67.37	63.47	64.17	62.57	68.37	64.47	69.57	59.77	73.57	64.87	66.67	67.57	71.57	74.87	5.16	7.13
57.27	57.97	57.47	57.87	57.47	57.77	65.67	64.27	60.77	59.37	64.07	64.77	71.77	66.47	68.57	67.17	70.97	70.67	72.77	3.06	3.32
64.37	61.27	62.77	60.47	62.77	62.67	63.17	63.97	64.97	66.47	65.27	65.17	60.57	65.77	66.47	67.37	69.57	67.87	71.47	3.92	5.43
63.07	67.47	60.77	67.97	65.87	65.37	64.87	70.07	67.27	64.37	66.17	66.37	60.27	68.77	66.97	71.77	65.87	74.47	70.47	9.51	3.27
62.37	64.27	68.07	67.07	62.27	61.57	65.57	69.47	71.87	69.47	69.37	62.87	67.87	71.17	75.17	70.07	68.77	71.47	68.77	3.62	7.28
1.23	1.23	1.23	64.37	68.47	63.47	68.17	65.57	52.77	58.67	54.77	68.37	66.17	63.87	62.57	65.67	69.17	70.07	71.37	2.4	3.61
1.23	1.23	1.23	64.17	63.47	66.07	58.77	62.07	88.37	81.17	80.27	64.67	62.57	63.77	61.57	67.37	67.87	69.97	69.17	8.41	7.4
1.23	1.23	1.23	66.27	67.67	69.77	72.37	74.87	76.57	74.77	71.57	74.77	69.67	68.87	70.27	68.37	69.47	70.77	67.57	4.03	10.96
1.23	1.23	1.23	1.23	67.97	67.57	67.97	69.47	68.87	70.47	68.97	67.37	65.37	66.67	66.27	67.27	42.77	65.47	70.77	19.57	7.15
1.23	1.23	1.23	1.23	70.27	70.27	70.07	40.97	72.37	68.07	67.17	66.27	67.77	66.27	69.17	70.37	72.67	72.87	72.77	3.18	6.35
1.23	1.23	1.23	1.23	69.27	67.47	70.17	69.87	67.87	69.97	67.57	66.37	67.17	67.27	67.77	72.07	73.97	76.77	63.27	7.34	12.76
1.23	1.23	1.23	1.23	69.37	70.17	68.27	69.87	70.07	69.77	68.37	69.07	64.47	68.57	67.77	71.97	74.37	40.87	68.97	16.4	113.3
1.23	1.23	1.23	68.87	33.97	64.07	69.17	68.67	42.27	42.87	70.07	66.17	70.47	67.47	69.67	69.47	69.07	72.07	69.37	15.73	40.57
1.23	1.23	1.23	67.97	66.87	68.17	68.17	68.57	66.87	69.07	66.87	68.77	66.77	69.47	61.67	67.87	68.37	69.87	22.87	10.26	20.57

KANABOΣ D6

62.6	59.5	64.8	61.8	61.1	66.3	66.4	68.9	69.5	74.7	74.3	71.8	70.1	70.5	69.7	87.5
66.1	63	61.6	63.9	64.5	65.5	67.5	74.8	74.7	66.9	71.1	71.8	72.4	72.6	73.3	66.6
63.7	62.2	63	63.6	66.3	69.9	72.7	68.5	71.7	70.7	70.1	72.7	72.9	75.6	78	78.8
61.6	61.1	60.6	60.9	66	71.6	82.5	78	73.3	72.9	71.1	79.5	78.7	79.7	79.3	76.5
59.9	60.6	59.7	60.8	61	69.9	88.8	86.8	80	70.2	79.2	80.3	89	82.9	80.1	89.8
59.1	58.2	58.9	57.6	61.3	69.8	73.7	86.4	80.9	77.8	79.3	92.5	91	105.6	108.5	89.4
59.5	58.2	57.9	57.7	64.2	73.7	84.2	93.7	87	71.9	84.3	102.1	113.5	100.2	103.7	84.6
59.2	59.8	59.7	59.7	63.7	72.3	83.5	89	96.6	104.9	96.2	103.6	112.2	99.5	94.1	89.5
60.3	58	60.9	55.7	61.9	71.4	85.6	90.3	81.4	84.2	86.5	100.1	108.2	101.8	90.9	88.7
57.2	59.6	60.3	147.8	66.8	70.5	87.2	99.9	101.3	83.3	87.1	106.3	105.7	100.9	89.1	73.8
57.6	59.2	60	60.3	61.1	79	101.8	11.3	127.6	93.6	81.5	89.1	94.4	82.5	78.3	76.7
55.4	56.9	61.6	63	69	80	117.3	127.3	145.5	83.2	76.6	79.4	85.2	88.9	77.5	76.3
55.6	58.5	62	66.4	75.3	87	98	114	92.5	72.9	72.8	67.9	71.2	77.2	74.4	73.1
55.7	57.9	62.9	66.9	59	74.1	94.1	82.2	77.4	70	73.4	67.5	67.3	78	75.8	69.6
54.4	55.8	58.3	60.7	60.7	63.6	65.9	68.9	68.8	66.6	60	65.8	62.9	69.8	76.9	77.2
44.7	52.6	60.3	62.5	53.2	59.8	57.1	61.5	61.3	62.1	65.7	60.8	75.4	69.6	72.3	67.6

KANABOS D7

83.5	81.2	88.6	79.2	78.4	78.3	78	79.4	81.7	81.8	86.4	81.4	77.9	81.2	79	76.6
79.4	84.6	86.7	80.2	78.7	78.4	78.7	80.8	86.8	88.3	86.7	79.3	79.3	79.2	77	81.5
78.3	84.4	81.2	80.9	75.1	73.7	74.1	80.5	82.4	95.3	93	92.5	82.6	79	78.7	73.8
73.8	73.2	76.4	72.6	75.9	75.5	75.1	77.6	91.6	86.7	89.3	89.5	84.2	81.7	77.2	79.2
73.5	75.6	73	72.4	69.4	72	71.7	74.1	83.8	83.4	87.2	89.5	80.3	78.5	77.8	75.9
71.7	67.6	68.4	69.6	65.5	68.1	71.5	71.8	81.4	85.5	86	78.7	78.4	79.4	75.4	72.5
71.85	68.75	67.35	69.65	70.25	71.25	73.25	80.55	80.45	72.65	76.85	77.55	78.15	78.35	79.05	72.35
69.45	67.95	68.75	69.35	72.05	75.65	78.45	74.25	77.45	76.45	75.85	78.45	78.65	81.35	83.75	84.55
67.35	66.85	66.35	66.65	71.75	77.35	88.25	83.75	79.05	78.65	76.85	85.25	84.45	85.45	85.05	82.25
65.65	66.35	65.45	66.55	66.75	75.65	94.55	92.55	85.75	75.95	84.95	86.05	94.75	88.65	85.85	95.55
64.85	63.95	64.65	63.35	67.05	75.55	79.45	92.15	86.65	83.55	85.05	98.25	96.75	111.4	114.3	95.15
65.25	63.95	63.65	63.45	69.95	79.45	89.95	99.45	92.75	77.65	90.05	107.9	119.3	106	109.5	90.35
64.95	65.55	65.45	65.45	69.45	78.05	89.25	94.75	102.4	110.7	102	109.4	118	105.3	99.85	95.25
66.05	63.75	66.65	61.45	67.65	77.15	91.35	96.05	87.15	89.95	92.25	105.9	114	107.6	96.65	94.45
62.95	65.35	66.05	153.6	72.55	76.25	92.95	105.7	107.1	89.05	92.85	112.1	111.5	106.7	94.85	79.55
63.35	64.95	65.75	66.05	66.85	84.75	107.6	17.05	133.4	99.35	87.25	94.85	100.2	88.25	84.05	82.45
61.15	62.65	67.35	68.75	74.75	85.75	123.1	133.1	151.3	88.95	82.35	85.15	90.95	94.65	83.25	82.05
61.35	64.25	67.75	72.15	81.05	92.75	103.8	119.8	98.25	78.65	78.55	73.65	76.95	82.95	80.15	78.85
61.45	63.65	68.65	72.65	64.75	79.85	99.85	87.95	83.15	75.75	79.15	73.25	73.05	83.75	81.55	75.35
60.15	61.55	64.05	66.45	66.45	69.35	71.65	74.65	74.55	72.35	65.75	71.55	68.65	75.55	82.65	82.95
50.45	58.35	66.05	68.25	58.95	65.55	62.85	67.25	67.05	67.85	71.45	66.55	81.15	75.35	78.05	73.35

KANABOS D8

77.7	83.7	80.5	84.4	78.7	81.4	84.5	87	89	84.8	77.8	77.9	71.8	74.8	78.3	94.1
84	81.4	80.6	80.3	83.7	86.2	83.4	84.7	86.8	79.7	83.2	81.3	84.7	83.1	82.7	81.1
76.6	79.4	81.3	80.6	80.4	81.6	84.3	83.6	84.9	89.3	80.2	81.9	79.8	83.2	83.7	82.5
77	78.7	78.3	78.4	77.7	79.7	81.7	85.5	83.1	79.6	82	82.1	61.4	80.8	81.8	83.2
77	79.2	76.2	76.5	82.5	81.6	81.1	86.1	81	81.2	80.4	82	86.8	82.9	82.1	83.7
71.7	74.9	77.5	78.5	76.5	78.1	79.2	82.8	84.2	81.6	81.5	84.1	82.1	81.3	87.9	86.4
73.7	74.8	75.5	75.3	78.1	78.8	80.8	82.2	87.8	84.9	83.3	84.5	85.6	88.2	93.5	88.6
53.2	53.9	75.6	75.9	77	79.1	81.5	83.9	32.7	81.3	83.5	83.1	90.1	87.4	77.8	84.3
74.1	73.7	76.1	77	77.9	78.1	80.1	81.8	83.5	81.6	86.5	86.4	84	89.1	92.4	85
75.1	74.8	78.3	76.8	77	81.8	80.6	81.8	84.5	85.3	84.5	89.2	91.8	87.7	87.4	85.1
79.3	79.3	76.1	77.1	79.4	78.8	80.9	82.1	82.9	79.6	84.9	84	87.1	86.8	83.8	87.1
74	76.7	78.8	76.2	79.8	80.6	79.6	82.7	82.8	83.2	86.5	86.5	88.1	93	83.9	78.4
72.2	82	81.9	82.1	19.7	81.2	81.7	78.8	81.7	82.6	83.3	85.6	88.6	81.2	85	80.7
74.8	181.7	72.1	79.3	78	81	78.6	37.6	82	81.3	80.7	81.2	81.6	84.1	81.2	82
82.8	81.4	86.5	81.4	80.3	78.4	80.6	81.8	82.5	79.4	78.7	79.4	80	77.8	83.7	83.9

Μαγνητικά Δεδομένα (σε nT/m)

ΚΑΝΑΒΟΣ Α1

-45	-56	-35.5	-54.5	-31.5	-40.5	-38	-42.5	-48.5	-42.5	-49.5	-63.5	-72	-993	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-42.5	-48.5	-52.5	-34	-47	-46.5	-38	-41.5	-41	-47.5	-70	-49.5	-60	-52.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-54	-55	-29.5	-16.5	-40.5	-50	-46.5	-39	-45.5	-51	-51.5	-43.5	-36.5	-32	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-53	-45.5	-43.5	-51.5	-49.5	-27	-28	-58.5	-61	-49	-51	-50.5	-47	-34.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-52.5	-34.5	-33.5	-46	-43.5	-52	-43	-58.5	-62	-46	-42.5	-46	-40	-50	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-51	-35	-47	-52	-52	-43	-24.5	-33	-53	-45	-47.5	-37.5	-26	-46	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-46.5	-48	-39.5	-41	-54.5	-60.5	-38.5	-77	-48	-45	-52	-49.5	-48.5	-52	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-65.5	-40	-35	-36.5	-35.5	-47	-49	-48.5	-49	-33	-47.5	-41	-49	-51.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-40	-56	-60	-39.5	-29.5	-54.5	-30.5	-50.5	-43.5	-54	-51.5	-46	-53.5	-51.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-66.5	-68	-34.5	-51.5	-53	-38	-56	-40	-55	-48.5	-57	-46.5	-41	-44	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-47.5	-38.5	-43	-56.5	-39	-49	-63	-34.5	-46.5	-55	-47.5	-47.5	-40.5	-51.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-44.5	-46.5	-39.5	-24.5	-58	-24	-50.5	-38	-95	-51.5	-49	-43	-46.5	-45.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-53.5	-46.5	-61.5	-36.5	-45.5	-63	-43	-49.5	-50	-81	-54	-40.5	-46	-57	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-41	-39.5	-47.5	-46.5	-44.5	-33	-30.5	-43	-37.5	-77.5	-118	-161	-66	-59	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-64.5	-44	-48.5	-22	-47.5	-37.5	-53	-46.5	-52.5	-34.5	-88.5	-400	-37	-25.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-42.5	-31.5	-55.5	-48.5	-22.5	-46	-50.5	-49	-67	-66.5	-60.5	-50.5	-61.5	-25.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-70.5	-51	-60	-54.5	-47.5	-42	-35.5	-37	-67.5	-43	-66	-26	-52	-37.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-35.5	-33.5	-48	-59.5	-44.5	-53.5	-42	-16	-56	-36	-48.5	-36	-42	-16	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-46.5	-45.5	-45.5	-34	-46.5	-35.5	-74	-39.5	-39	-65	-61.5	-31	-37	-52.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-60	-25.5	-37.5	-49	-49	-33	-44.5	-59.5	-35.5	-26	-46	-35.5	-24.5	-71.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048

Οι τιμές 2048 αφορούν σταθμούς παρατήρησης που δεν ήταν δυνατή η μέτρηση.

KANABOS A2

-43	-78	-41	-52.5	-50.5	-70.5	-48.5	-54	-46	-72	-58	-53	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-53	-55.5	-40.5	-53.5	-56.5	-50.5	-41.5	-63	-43	-53.5	-31.5	-64	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-50.5	-64.5	-61.5	-39.5	-56	-44	-60.5	-62.5	-73	-60.5	-60	-51.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-59.5	-68	-60	-59.5	-56.5	-45	-43	-45.5	-46	-45	-40	-55	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-46.5	-26.5	-56	-50.5	-86.5	-61.5	-32	-62	-41	-59	-56	-73	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-52.5	-57.5	-28.5	-30	-55.5	-59.5	-51	-59	-57	-64.5	-50.5	-60	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-80	-41.5	-84	-56.5	-63	-35	-40	-58.5	-28.5	-55	-50.5	-61	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-59.5	-58	-89	-73	-70	-42	-38	-48	-65	-89.5	-67	-48	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-59.5	-55.5	-137	-56	-30	-50	-55.5	-61	-68	-64.5	-56	-46	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-69	-38	-51	-58.5	-53.5	-66	-47.5	-60.5	-53	-36	-61.5	-72.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-56.5	-86.5	-65	-46	-40.5	-15	-53	-38.5	-22	-58.5	-55.5	-63	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-57.5	-54.5	-48	-51.5	-62	-385	-46.5	-47.5	-55.5	-52.5	-63.5	-55.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-36	-65	-63	-58	-49.5	-75.5	-41.5	-49	-66.5	-23.5	-57	-53	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-31.5	-39	-11	-65	-48	-54	-61.5	-38.5	-41.5	-45.5	-70.5	-43.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-53.5	-52	-60	-56	-49	-62.5	-64	-50	-48	-62	-78	-68.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-42.5	-98.5	-40	-54.5	-45.5	-56	-57.5	-55.5	-36.5	-78	-54	26.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-73	-69.5	-61	-53.5	-42	-33	-64.5	-51.5	-45	-46	-68.5	-64	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-70	-32	-60	-50.5	-48	-58	-32.5	-55.5	-48	-39.5	-34	-56.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-76.5	-37.5	-100	-59	-41	-51	-57	-38.5	-56	-69.5	-70	-55	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-83	-61.5	-40.5	-51	-54	-39	-82.5	-56.5	-50	-49	-60.5	-39.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048

KANABOS A3

-47.5	-60.5	-49.5	-60.5	-53.5	-57.5	-72.5	-67.5	-54	-67.5	-63	-42.5	209.5	4	-34	-35.5
-43.5	-73.5	-53	-46.5	-50.5	-37.5	-88	-61	-72	-44.5	-59	-67.5	539	10	-40	-42
-39.5	-35	2	-52	-45	-63.5	-104.5	-56	-49.5	-39.5	-49.5	-55.5	806	24	-19.5	-47
-69	-28.5	-43	-56.5	-58.5	-36.5	-56	-64.5	-50.5	-59	-56.5	-78	634.5	64.5	-20	-44
1.5	-61	-11	-60	-53.5	-32	-52	-43.5	-40.5	69	-59.5	-73.5	826	32	-26.5	-17
-33.5	-61	-46.5	-32.5	-53.5	-25	-88.5	-36.5	-27.5	-36	-62.5	-12.5	154.5	-22.5	5	-195
-18.5	-31.5	-47	-63.5	-45.5	-64	-62.5	-58.5	-54	-59.5	-45.5	-6.5	89	117	-24.5	-20.5
-29	-29.5	-42	-77.5	-48	-46.5	-9	-53	-53.5	-36.5	-89.5	-38.5	13.5	-61	-73.5	-38.5
-72	-37.5	-28	-45	-37	-24	4.5	-43	-45	-56	-69	-42	53	-28	-34	-42
-212.5	-47	-25	-45	-71.5	-6	-56.5	-57.5	-39	-50	-56	-98	150	-15	-26	-47
20.5	-24	-26	-3	-31	-31.5	-50	-42.5	-48.5	-50	-53	-168	261.5	-1	-36.5	-37
46.5	-5	-36.5	-22	-61.5	-54	-73	-34.5	-41	-53.5	-52	-54	226.5	-22	-26	-32.5
-148	-33.5	-32.5	-44	-45.5	-71	-34	-31	-57.5	-51	-52	-36.5	16.5	-33	-40.5	-3.5
-86.5	-55	-6	-65	-44	-47.5	-60	-58	-47	-27	-36.5	-40	53	-37.5	23	-117.5
-105.5	-60.5	-48.5	-21	-45	-30	-44	-51	-63.5	-29	66.5	-58	88.5	6.5	-49	-187
-100.5	-76	-67	-59.5	-54	-38	-58	-74	-79.5	-70.5	-41	-40	87.5	-56	-60.5	-46.5
-131	-101	-62	-62	-65	-57	-63.5	-39.5	-71	-43	-56	-44.5	62	-59.5	-54	-38
43	-49.5	-53	-41	-43.5	-114	-59	-48	-44	-29.5	-35.5	-53	52	-62	-65	-57
148.5	14.5	-12	-54.5	-120	-51	-61.5	-46.5	-47	-45.5	-35	-34	-21	-41	-43.5	-114
391	3	9	-15	-32.5	42.5	-44	-43.5	-31.5	-54	-41.5	-52	-8	-54.5	-120	-51

ΚΑΝΑΒΟΣ D1

-74.5	-65.5	-68.5	-69	-64.5	-76.5	-74	-76.5	-1324	-128	-73.5	-62	-65.5	-57	-65.5	-68.5	-61	-55	-86
-79.5	-70	-69	-68.5	-66.5	-70.5	-66	-248	-1054	-102	-73.5	-71	-83	-63.5	-72.5	-66	-65.5	-51.5	-44.5
-68	-62.5	-60.5	-60.5	-64	-68.5	-67	-190	-440	-100	-65.5	-70.5	-62	-68	-70.5	-73	-67	-60.5	-68.5
-67.5	-73	-71	-68.5	-70.5	-65.5	-60	-112	-396	-98	-67.5	-70.5	-70	-63	-67	-71	-74.5	-41.5	-81
-68.5	-70	-73.5	-74.5	-63.5	-58.5	-27	-112	-263	-86.5	-61	-66.5	-68	-67	-61	-63.5	-73.5	-60.5	-69
-67.5	-73	-69	-66.5	-70	-63.5	73	1206	-92	-92	-69	-72.5	-78.5	-73	-71.5	-64	-71	-65.5	-65.5
-59.5	-64.5	-71	-68.5	-74.5	-66	-50	-484	-150	-74	-69.5	-82	-76	-68.5	-75.5	-62.5	-62.5	-70	-65
-67	-68.5	-74	-68	-66.5	-72.5	-61.5	-1531	-102	-80	-66	-65	-73.5	-80	-75.5	-66.5	-67	-77	-77
-75	-59	-70.5	-71.5	-72	-79.5	-167	-1721	-72.5	-65	-64	-60	-57	-73.5	-77.5	-67.5	-74.5	-66	-69.5
-70	-58	-72.5	-69	-75	-88.5	-80.5	-474	-69	-68	-66	-64.5	-69	-65.5	-66.5	-63	-69.5	-73.5	-74.5
-76.5	-69	-68.5	-69.5	-74.5	-79	-58.5	-945	-67	-60.5	-70	-60.5	-65.5	-69.5	-65	-57	-72	-72.5	-81
-66.5	-67	-71	-69.5	-73.5	-67.5	-109	-137	-61.5	-60.5	-73	-64	-65	-68	-66	-64.5	-73.5	-72	-68.5
-70.5	-68.5	-75	-57.5	-75.5	-79	59	-32	-74.5	-73.5	-77.5	-64.5	-68	-72.5	-62.5	-58.5	-69	-71	-67.5
-69.5	-66	-78	-74	-80	-58.5	-16.5	-126	-74.5	-66.5	-74	-62	-69.5	-60.5	-65	-70	-57	-62	-70
-68.5	-68.5	-73	-72.5	-75	-57.5	-296	-218	-61	-66.5	-76	-66	-75	-68	-61.5	-71	-72.5	-69.5	-76
-64	-71	-68.5	-72	-78	-61	-216	-212	-104	-84	-64.5	-64.5	-63.5	-57.5	-62	-72.5	-86	-75.5	-67.5
-70.5	-86	-78.5	-66	-81	-83	-98.5	-534	-113	-74.5	-73	-65.5	-58	-68	-58	-63	-77.5	-68	-81
-81	-73.5	-77	-74	-74	-111	-120	-1785	-173	-90	-70.5	-82	-68.5	-67	-57	-65.5	-62	-67	-65
-81.5	-73	-68	-64	-82	-181	-944	-617	-127	-77	-74.5	-77.5	-70.5	-73.5	-70.5	-64.5	-55.5	-58.5	-63
-69	-70	-75	-67.5	-77	-281	2048	-278	-89.5	-62	-68.5	-75	-71.5	-72.5	-74	-70	-51.5	5.5	-61

KANABOS D2

-95.5	47	-7.5	-1	-33	-18	10.5	-126	-112	-10.5	-35.5	30.5	24.5	-19	-20.5	17	4	-199	-16	-76.5
152.5	11	-8.5	9.5	-6	-8	2.5	7.5	18.5	-16.5	-7	33.5	15.5	41	-8.5	10	-5	-3.5	-6	-25
6.5	-3	-7	-11.5	-5	-15.5	24.5	9	7	-4	-6	25	10.5	-1	-29.5	3.5	7.5	4	5.5	14
9.5	-5.5	-15.5	-4	-15	-13.5	19.5	15.5	5	-20.5	-27.5	-2.5	9.5	-1.5	10.5	-3	14	9	-14	-8
19.5	-0.5	-11	-11.5	-14.5	-14	23.5	-15.5	-6	-1.5	-25.5	12	11	1	-5	-9.5	7	-11.5	-3	-4.5
20.5	-8.5	-9.5	-17.5	-13	-12.5	19.5	-2	-11.5	-12	-22.5	25.5	7.5	4.5	-14.5	-7.5	4	1	-2	-5
22	-5.5	-12.5	42.5	-20.5	-32.5	25	-6	1.5	10	-15	15	7	7.5	-9.5	-11	2	-18	-13.5	-17.5
23.5	15.5	-17.5	-2.5	-15.5	-28	24.5	27	-10	11	-14.5	16.5	10	5	-19.5	5.5	-7	-11	-12.5	-31
30	-5.5	-21.5	-14.5	-29.5	-22	18	-7.5	30	20	-27	21	2	12.5	-17	14	-4.5	-27.5	-28.5	-11
18	-7.5	-20.5	-6	-23.5	3	16	7.5	11.5	-2.5	-24.5	6	22	2.5	-12.5	4.5	-6.5	-19	-26.5	-9
-10.5	3	-15.5	-28	-36	6	19.5	16	8.5	19	-20	18.5	25.5	2	-13.5	4	-4.5	2.5	-16	-16.5
8.5	-14.5	-21	-16.5	-36.5	-31	24.5	-1	9.5	3.5	-13	-9	24.5	-2.5	-9	-11	-7	-17.5	-23.5	-31.5
14	-11.5	-15	-24	-28.5	-39.5	12	-6	-6	-4.5	-21	7.5	-2	14.5	-21.5	-3	-32	-2.5	-28	-15.5
-14	-18	12	-2	-15.5	-10.5	19	15.5	-4.5	5	17.5	19	39	4	-8.5	-9.5	-22	-22.5	-24.5	-8
4	-19.5	-16.5	-8	-20.5	0	18	10.5	0	-15.5	-7	17	31	3	-26.5	-17.5	-17.5	-11	-12.5	-15.5
-8.5	-10	-21	-7.5	-24.5	-6	8.5	20	-13	-23	-16.5	11.5	24	-6	-18	-17	-28	-13	-27	-26
-16	-6	-18	2	-29.5	-2	30.5	13.5	-5.5	-21.5	7	4	6	-12	-21	-29	4	-15	-24.5	-13
0.5	-12	-3	-11.5	-33	-7	14	-10.5	-22.5	-18.5	-15.5	11.5	9.5	-11.5	-12.5	-24.5	1	-14.5	0.5	-7.5
22	7.5	2.5	-13	-31.5	0.5	14.5	19.5	-14.5	-12	-16	-2.5	32.5	-9.5	-13.5	-5	9.5	0	5.5	6.5
158	44	22	13	-27.5	-31.5	20	6	-8	-15	-35	-13	3.5	-9	-19	13.5	-16	-12	-5	-21.5

KANABOΣ D3

2048	2048	2048	-89	-131	-135	-97.5	-81	-160	-144	-140	-165	-183	-111	-126	-120	-143	-188	-232	-121
2048	2048	2048	-91	-136	-125	-136	-122	-134	-147	-140	-161	-118	-105	-121	-151	-130	-146	-123	-100
2048	2048	2048	-131	-129	-118	-125	-113	-119	-132	-122	-118	-144	-126	-158	-154	-143	-150	-164	-152
2048	2048	2048	-332	-136	-138	-122	-110	-158	-153	-162	-135	-145	-123	-135	-144	-158	-177	-150	-151
2048	2048	2048	-43	-158	-129	-148	-136	-140	-130	-154	-155	-137	-136	-125	-159	-162	-143	-152	-146
2048	2048	2048	-77	-93	-140	-130	-118	-170	-92	-129	-134	-110	-129	-158	-144	-124	-134	-145	-119
2048	2048	2048	10	-115	-90.5	-116	-128	-118	-118	-127	-124	-139	-155	-128	-145	-127	-159	-136	-140
2048	2048	2048	-216	-128	-168	-131	-128	-138	-140	-146	-145	-116	-140	-141	-125	-136	-165	-124	-110
2048	2048	2048	-82.5	-118	-104	-137	-147	-129	-150	-137	-144	-128	-144	-136	-141	-142	-165	-145	-134
2048	2048	2048	-24	-125	-141	-154	-149	-148	-172	-180	-143	-152	-150	-153	-116	-133	-150	-154	-132
2048	2048	2048	-194	-134	-129	-113	-104	-102	-111	-107	-182	-36	-122	-125	-156	-147	-168	-129	-162
2048	2048	2048	-94	-118	-116	-145	-132	-80	-101	-139	-154	-132	-145	-139	-124	-128	-128	-120	-139
2048	2048	2048	-42	-131	-141	-252	-224	-75	-101	-121	-144	-119	-124	-130	-150	-122	-175	-125	-190
2048	2048	2048	-154	-104	-135	-79	-66.5	-101	-56	-132	-186	-138	-101	-153	-125	-129	-144	-140	-173
2048	2048	2048	-151	-126	-127	-100	-102	-109	-108	-128	-127	-127	-111	-176	-125	-116	-123	-136	-169
2048	2048	2048	-79	-109	-120	-133	-141	-137	-191	-143	-163	-160	-163	-179	-158	-145	-128	-113	-170
2048	2048	2048	-168	-125	-118	-94	-123	-156	-161	-144	-121	-102	-104	-127	-152	-134	-177	-145	-161
2048	2048	2048	-90.5	-100	-111	-105	-144	-120	-125	-110	-139	-127	-103	-115	-113	-134	-146	-142	-152
2048	2048	2048	-87	-110	-129	-38.5	-141	-151	-122	-127	-139	-129	-119	-117	-119	-117	-151	-123	-160
2048	2048	2048	-124	-128	-190	-156	-127	-134	-139	-126	-139	-123	-102	-119	-122	-131	-132	-124	-89.5

KANABOΣ D6

-268	-211	-34	-40	-5.5	-4.5	-3.5	-22	-22.5	-30.5	25	-31	2	-9.5	-80.5	-17	2048	2048	2048	2048
-28	-8	-3.5	-2.5	10.5	-1	-20	-16.5	-9	-14	-6.5	-14.5	-4	-11.5	-36	-18	2048	2048	2048	2048
-3.5	3	10.5	21.5	-4.5	-7.5	-17	-2	-9.5	10.5	-6.5	-2.5	-7	-16.5	-34	-23.5	2048	2048	2048	2048
-30.5	-4.5	-9	16.5	-11.5	-7.5	-9.5	-19	5.5	-10	6	-7	-9.5	-7	-12	-24	2048	2048	2048	2048
-5.5	-47.5	-11.5	16.5	-4.5	13	-4	-51	-3	-1.5	5	-2.5	-16	-10	2.5	-4	2048	2048	2048	2048
-3	-9	4.5	26	-4	-8	-10.5	-2.5	-10	-13.5	-12.5	-17.5	-9.5	-11.5	-11.5	-7	2048	2048	2048	2048
-37.5	-0.5	-18.5	-1.5	20.5	-7	4.5	-1	10.5	-2	-16.5	-14.5	-25	-11.5	3	10.5	2048	2048	2048	2048
-66.5	-18	10	3.5	-6	5	-9.5	-10.5	-2	6.5	13	-6.5	-1.5	7.5	1.5	-1.5	2048	2048	2048	2048
-36	9.5	6	28.5	-8.5	-0.5	-0.5	10	-7.5	-27	11.5	-18.5	-47	-8	-4.5	-39.5	2048	2048	2048	2048
-31.5	-16.5	30.5	24.5	38	0.5	-4	15.5	-5	12	13	-8	8.5	-22.5	6.5	-21	2048	2048	2048	2048
-47	-37	1.5	24	11.5	9	-3.5	7	-8	0.5	-3.5	-9.5	-13	10	17.5	-19	2048	2048	2048	2048
-30	-29	-308	11	33.5	15.5	13.5	-13	0.5	-9	-1.5	-12.5	-28.5	-3.5	-1	-11.5	2048	2048	2048	2048
-30.5	-6	146	4.5	29.5	14	8	-5.5	-28.5	-17	-35.5	-1.5	-23	-19	40.5	2.5	2048	2048	2048	2048
-37.5	-28	-9	0.5	21.5	18	15.5	20.5	9.5	4.5	3.5	-830	-17	11.5	-54	-3	2048	2048	2048	2048
-7	-15.5	6.5	6	14.5	-19	20.5	-5	-11	-26.5	1	-49	-18	-10.5	-86	4	2048	2048	2048	2048
-30.5	26	-4.5	-5	-15	707	-14	-21.5	-24.5	-18.5	-17.5	-19.5	2	-105	-209	-15.5	2048	2048	2048	2048
2048	2048	2048	2048	2048	11	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048

KANABOΣ D7

80.5	-37.5	-50.5	-62.5	-51.5	-37	-47	-55	-56	-54	-47	-42.5	-95	-58	-115	-153	2048	2048	2048	2048
-33	-55.5	-57.5	-51.5	-63.5	-58	-49.5	-57	-58	-59.5	-62.5	-59	-69.5	-43.5	-60.5	-58	2048	2048	2048	2048
-66.5	-61.5	-36.5	-57	-65	-72	-50	-53	-63	-63.5	-66	-69	-65.5	-56	-42	-87	2048	2048	2048	2048
-48.5	-49	-62	-55	-51	-52.5	-55.5	-55	-66.5	-55.5	-71.5	-62	-52	-29.5	-70	-101	2048	2048	2048	2048
-57.5	-54	-54.5	-56	-58	-63	-51.5	746.5	-322	-52	-58.5	-48	-56	-65	-91	-133	2048	2048	2048	2048
-51.5	-54	-45.5	-57	-64.5	-56	-54	-46	-42	-44.5	-47.5	-43	-60	-72	-65.5	-155	2048	2048	2048	2048
-59	-61.5	-52.5	-62	-57.5	-46	-51	-47	-60	-56.5	-54.5	-55.5	-54	-66	-59	-176	2048	2048	2048	2048
-27.5	-50.5	-56.5	-63.5	-54.5	-50.5	-50.5	-49.5	-62.5	-64	-56.5	-57	-58	-72.5	-73.5	-121	2048	2048	2048	2048
-70.5	-41.5	-48	-35.5	-30	-62.5	-60.5	-52	-50	-57	-51.5	-64.5	-69.5	-62	-71.5	-107	2048	2048	2048	2048
-49.5	-61.5	-45.5	-54	-50.5	-60	-63.5	-61	-64	-50	-57	-69	-49.5	-46.5	-63	-84	2048	2048	2048	2048
-50.5	-65.5	-47	-54	-66	-49.5	-45	-47.5	-60.5	-47.5	-57.5	-73.5	-63	-54.5	-62	-82.5	2048	2048	2048	2048
-57	-51.5	-59	-68.5	-59	-51	-53	-54.5	-55	-45.5	-53	-52.5	-68.5	-52	-42.5	-53.5	2048	2048	2048	2048
-53.5	-62	-59.5	-54	-52.5	-62	-58	-63	-59.5	-59.5	-57.5	-55.5	-55	-51	-49	-32	2048	2048	2048	2048
-65	-59	-55	-46.5	-51.5	-53.5	-47.5	-56.5	-53.5	-44	-42	-52	-71.5	-67	-55.5	-72.5	2048	2048	2048	2048
-59.5	-49.5	-47.5	-59	-49.5	-57.5	-57.5	-59	-55.5	-55.5	-49	-58	-66	-50.5	-50	-33	2048	2048	2048	2048
-63.5	-50.5	-50	-53.5	-55	-55.5	-58.5	-61.5	-49.5	-48.5	-59	-65	-42	-48	-21	-33	2048	2048	2048	2048
-48.5	-49.5	-57.5	-53.5	-59.5	-52.5	-63.5	-58.5	-58	-53	-59.5	-57	-49.5	-44.5	-35	-26.5	2048	2048	2048	2048
-42.5	-31	-56.5	-56.5	-52	-61	-57	-60.5	-55	-54.5	-58.5	-61	-71.5	-39	-56.5	-46.5	2048	2048	2048	2048
-53	-51	-40.5	-54	-46.5	-50.5	-59	-56	-53.5	-53	-57.5	-58.5	-63	-61	-61.5	-29.5	2048	2048	2048	2048
-65.5	-69.5	-59.5	-51.5	-66	-46.5	-49.5	-40.5	-49.5	-62.5	-56.5	-74.5	-48	-53.5	-139	-77	2048	2048	2048	2048

KANABOΣ D8

-298	-73	-49	-60.5	-477	-471	-56.5	-51.5	-57.5	-61.5	-48.5	-59.5	-44	-43.5	-48.5	-48	-44.5	-52.5	-72.5	-494
-141	-68.5	-57	-57	-130	-136	-17	-52	-46.5	-55.5	-53.5	-55	-55	-48.5	-44.5	-43	-49.5	-45	-55.5	-153
-54.5	-58.5	-57.5	-62.5	-69	-69	-53	-57	-50.5	-58	-58	-51.5	-37.5	-46.5	-59	-57.5	-44.5	-46.5	-53	-59.5
-51.5	-53	-56.5	-62	-50.5	-48	-51	-65.5	-53.5	-55.5	-65	-56	-64	-48.5	-55	-39.5	-35	-66	-62	-49
-56.5	-59	-44	-47.5	-32	-46.5	-57	-54	-55	-58	-55	-49	-63.5	-51.5	-50.5	-50.5	-59.5	-51.5	-58.5	-56.5
-56	-57.5	-52.5	-51	-47.5	-52	-66	-52.5	-42.5	-58	-52	-53	-50	-57.5	-57	-56	-42.5	-65	-62	-52
-62	-58.5	-55	-56	-53.5	-58	-71	-39	-51.5	-54.5	-54.5	-47	-52.5	-61.5	-64.5	-85.5	-51.5	-63	-51.5	-25.5
-53	-57	-58	-63	-65	-64	-56.5	-67	-46.5	-54.5	-45	-56.5	-51.5	-56	-49	-51	-60	-59.5	-52.5	-58
-44	-59	-63.5	-74.5	-59.5	-49.5	-44.5	-48.5	-54.5	-58	-61	-60	-52	-42.5	-58.5	-57	-65	-59.5	-61	-57.5
-59	-62.5	-56.5	-50.5	-58	-58	-51	-39.5	-57.5	-52.5	-44	-48.5	-60	-55	-65	-46.5	-59.5	-59	-19.5	-25.5
-70.5	-58	-57	-56	-52	-57.5	-49.5	-51.5	-47.5	-51	-66.5	-60.5	-48.5	-43.5	-42	-56	-43.5	-57	-38.5	-33.5
-49.5	-51	-44	-53.5	-50	-58.5	-61	-52.5	-57	-53	-55	-55.5	-56	-48	-54.5	-50.5	-60	-61	-53.5	-39
-52.5	-55.5	-52	-63	-53	-45	-51.5	-49.5	-49	-61	-55.5	-51	-36.5	-38.5	-29	-22	-30.5	-42.5	-62.5	-60.5
-54	-47.5	-51	-52	-48	-35.5	-42.5	-57	-55.5	-49.5	-51	-57	-34.5	-47	-52	-54.5	-47	-74	-53.5	-47
-60	-58.5	-56.5	-48	-50	-33	-45.5	-48.5	-46	-55.5	-60	-56.5	-57.5	-57	-51.5	-57.5	-53	-36	-57	-45
-58.5	-58	-59	-58	-60.5	-45	-51.5	-52.5	-49.5	-53.5	-54.5	-58.5	-62.5	-35	-36.5	-60	-61	-67.5	-57.5	-54
-56.5	-52	-56	-52.5	-57.5	-58.5	-61.5	-57.5	-51.5	-57	-49.5	-52.5	-58.5	-59	-47.5	-59	-55.5	-56.5	-54	-58.5
-53	-56	-54	-54	-56	-60.5	-59.5	-57	-54.5	-53	-49.5	-53.5	-54.5	-47.5	-50.5	-56.5	-61	-56.5	-35.5	-39
-55	-58	-51	-52	-62.5	-57	-56.5	-61	-54.5	-54.5	-54	-54.5	-49.5	-55	-46.5	-63.5	-64	-60	-66.5	-53
-46.5	-54	-49.5	-54	-58	-53	-49	-54	-53.5	-57.5	-59.5	-57.5	-51	-50.5	-57	-48	-46.5	-44.5	-50.5	-30

KANABOΣ D9

-72.5	177.5	-56	-49.5	-47.5	-45	-54	-47	-49	-44.5	-44.5	-46.5	-44	-45.5	-48	-45.5	-47.5	-49.5	-48.5	-39
-86.5	27.5	-63.5	-45.5	-43	-45.5	-44.5	-42.5	-39.5	-44	-44	-48	-42.5	-45	-45	-45.5	-42	-42.5	-46.5	-35
-9	3.5	-25.5	-49	-42.5	-45.5	-39.5	-37.5	-40.5	-47	-43.5	-45.5	-44.5	-47	-44.5	-40	-41	-49	-46.5	-10
-55.5	-73.5	-55	-51	-46	-45.5	-41.5	-42.5	-42	-43	-39	-45	-43	-49	-43	-42	-39.5	-42.5	-29.5	-9.5
-42	-51	-45	-44.5	-46	-47	-42.5	-44.5	-44	-41.5	-41	-43	-46	-44	-44.5	-41.5	-44.5	-38.5	-34	-30
-43.5	-47.5	-43	-44.5	-43.5	-42.5	-42	-42	-46.5	-47.5	-46.5	-47.5	-44	-45	-45	-35.5	-41	-43	-45	-23
-41	-40	-44.5	-45	-41.5	-44	-41.5	-41.5	-42.5	-47.5	-47.5	-47	-40	-44.5	-38.5	-42	-37.5	-38	-39.5	-22.5
-38	-37.5	-43	-46	-45	-45	-43	-45	-44.5	-46.5	-47	-42	-44	-46.5	-42.5	-40.5	-37	-39.5	-41	-30.5
-36.5	-40	-46.5	-41.5	-45.5	-47	-42	-40.5	-45.5	-50	-44.5	-46	-45.5	-46	-41	-41	-40.5	-39.5	-43.5	-29
-46.5	-44	-46	-42.5	-46.5	-43	-44.5	-42.5	-47	-46	-44.5	-47	-46	-39.5	-43.5	-43	-42	-41.5	-38.5	-47
-39.5	-48.5	-42	-44	-45	-45	-38.5	-42.5	-42	-42.5	-46	-48	-47	-46	-37	-39	-41.5	-39	-43	-41.5
-50.5	-45.5	-47	-45.5	-43.5	-43	-40	-41.5	-44.5	-43	-45	-46.5	-42	-46.5	-46	-42	-44	-41.5	-46	-43.5
-53.5	-45	-47	-42.5	-41.5	-42.5	-36.5	-41	-43.5	-43	-40	-48.5	-43.5	-44.5	-43.5	-47	-46	-42.5	-47.5	-88.5
-53	-55	-49	-48.5	-43	-43.5	-43	-38.5	-47	-40.5	-41.5	-45	-46.5	-43.5	-46	-46	-44.5	-53	-46.5	3
-40.5	-47.5	-50.5	-47.5	-43.5	-35	-43.5	-40.5	-42	-41.5	-39	-39.5	-43	-45.5	-44	-45.5	-42.5	-43.5	-43	-58.5
-37	-45	-48	-50	-42.5	-37.5	-36.5	-39	-43.5	-39.5	-45.5	-42.5	-44	-43.5	-40	-43.5	-39	-49	-46.5	-60.5
-39.5	-41	-43.5	-50.5	-50.5	-39	-41	-42.5	-46.5	-45	-45.5	-43	-45	-46.5	-46	-42.5	-43.5	-50.5	-42.5	-65
-33.5	-42.5	-72	-39	-46.5	-42.5	-38.5	-42	-48.5	-47	-44.5	-44.5	-42.5	-40.5	-38.5	-46	-43.5	-33	-42.5	15.5
-39.5	-56.5	168	-30.5	-45	-42.5	-41.5	-36.5	-42.5	-45	-44	-43	-41.5	-42	-43	-44	-40	-45.5	-52	-26.5
-44.5	-41	-27.5	-43	-49	-46	-48.5	-45.5	-49	-47.5	-42.5	-40.5	-43.5	-44	-41	-40	-38.5	-30.5	-24	-7.5

KANABOS D10

1651	-123	-63.5	-63	-62.5	-55	-55	-54	-53	-60.5	50.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-157	-78	-59.5	-59.5	-58.5	-54	-51.5	-52.5	-51	-54	-55	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-76.5	-68	-57.5	-59.5	-44	-50	-52.5	-53	-55	-52.5	-47.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-65	-62.5	-55	-59	-57.5	-58	-53	-52.5	-56	-55.5	-59	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-70	-60	-58	-56	-56.5	-51	-57.5	-54	-52	-52	-50	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-67	-63.5	-58.5	-60.5	-46	-56.5	-53	-56.5	-53	-52	-48	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-54.5	-69.5	-63	-65.5	-54	-49	-50	-52.5	-55	-52	-53	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-53	-57.5	-67	-65.5	-55	-52.5	-53.5	-43.5	-56	-56	-55.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-60.5	-58	-68	-64	-53.5	-51.5	-54	-54.5	-56	-58	-53	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-61.5	-61.5	-58.5	-62.5	-51.5	-56	-47.5	-40.5	-50	-56	-61.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-56	-62.5	-61.5	-61.5	-51.5	-70	-56	-68	-54	-52.5	-59.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-58	-63	-58.5	-64.5	-55.5	-61.5	-63.5	-63.5	-60	-57.5	-56.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-53.5	-63	-57	-61.5	-54	-56.5	-51.5	-49	-43.5	-48	-48.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-53.5	-58.5	-56	-62	-50.5	-57.5	-59	-49	-34	-41	-40.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-59	-64	-62.5	-52	-49.5	-56.5	-52.5	-48.5	-42	-45.5	-49.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-52.5	-59	-55	-50.5	-56.5	-52.5	-45.5	-50.5	-37	-58	-39.5	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-61.5	-62	-60.5	-61.5	-60	-55.5	-52	-44.5	-53	-58.5	-49	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-63	-60	-63	-63	-62.5	-36	-33.5	-47	-40	-52	-61	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-67.5	-66	-59	-66	-59.5	-65	-59.5	-58.5	-46.5	-39.5	-55	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
-84	-74	-61.5	-58.5	-34	-41.5	-56	-47	-23	-50	-52	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048

ΚΑΝΑΒΟΣ Ε1

-10	-48	-66.5	-62	-71.5	-71.5	-74	-62.5	-51	-60.5	-68.5	-60.5	-56	-54	-61.5	-66	-62	-56.5	-65	-65.5
-60.5	-63	-65	-67	-66.5	-56.5	-64	-68	-61	-55.5	-63	-59.5	-63	-61.5	-59.5	-69.5	-57.5	-54.5	-64	-68.5
-58	-66	-64.5	-70.5	-58	-55	-67.5	-66.5	-63.5	-61	-61.5	-53	-54.5	-59.5	-57	-70	-55.5	-64.5	-60	-60
-59.5	-72	-69.5	-66.5	-44	-66	-68.5	-72.5	-62.5	-62.5	-56.5	-46	-54.5	-59.5	-70.5	-64	-58	-63	-64.5	-63.5
-69	-66	-70.5	-73	-71	-71.5	-74	-69.5	-72	-59	-58.5	-59.5	-74.5	-65	-73	-62	-57	-65.5	-59	-60.5
-67.5	-67.5	-67	-73.5	-68	-69	-62	-66.5	-69	-59	-64.5	-58	-65.5	-63	-68.5	-61.5	-58	-58.5	-48.5	-57
-60	-68.5	-70.5	-73	-72	-52.5	-58	-63	-70	-68	-66	-69.5	-60.5	-57.5	-58	-60	-62.5	-60	-54	-63
-62.5	-67	-69.5	-72	0.5	82	-25.5	-61	-55	-57.5	-60	-64.5	-52	-58	-56	-60	-56.5	-56	-62.5	-64
-65.5	-63.5	-74.5	-76.5	25.5	49.5	-14.5	-78	-75	-87.5	-57	-66.5	-50	-60.5	-66.5	-54.5	-62	-59.5	-64.5	-40.5
-66.5	-58	-70.5	-86	-74.5	-79	-73	-80.5	-69.5	-66	-64	-67	-53	-43.5	-39	-50.5	-59	-61	-66.5	-55.5
-66.5	-61	-60.5	-80	-84	-78.5	-74	-75.5	-56.5	-56.5	-70.5	-69	-49	-24	-46.5	-53.5	-55	-53.5	-61	-53.5
-56.5	-62.5	-62.5	-62	-72	-68	-70	-67.5	-58	-63	-53.5	-55	-58	-40.5	-69	-67	-67.5	-66	-71.5	-58.5
-55	-64	-62.5	-66	-69.5	-63.5	-62.5	-64.5	-51.5	-53.5	-61	-64.5	-65	-67	-64	-56.5	-65	-58	-52	-59
-70.5	-69.5	-68.5	-65.5	-64.5	-70	-62.5	-69.5	-63	-72.5	-72.5	-72.5	-69.5	-65	-66	-51	-60.5	-60	-59	-73.5
-69.5	-68	-62.5	-59	-61.5	-60.5	-61	-57	-64	-78	-50.5	-49	-70.5	-64	-63	-63.5	-63.5	-65	-61.5	-50.5
-64.5	-66	-63.5	-63.5	-65.5	-94	-65	-56	-65	-57	-29	-60.5	-64	-64.5	-57.5	-61	-56.5	-70	-60	-61.5
-59	-65	-58.5	-72	-62.5	-63	-53.5	-58.5	-69	-62	-53.5	-63.5	-58	-58.5	-50	-51.5	-32	-53.5	-64.5	-67.5
-57.5	-59	-57.5	-62.5	-59	-60.5	-68.5	-58	-59.5	-62.5	-77.5	-66.5	-57	-38.5	-67	-69	-49.5	-68	-56	-59.5
11	-53.5	-61.5	-61	-58	-66	-60.5	-67	-63	-71	-62	-55	-70	-60	-67	-67	-85.5	-95.5	-69	-84
-16	-10.5	-53.5	-43	-69.5	-90.5	-61	-63	-68.5	-52.5	-46	-36.5	-59.5	-41	-31.5	-50.5	20	-65.5	-45	-93

KANABOS E2

-47	-11	-47.5	-42	-67	-88.5	-51	-60	-64.5	-52	-46	-64	-68	-58.5	-30.5	-47	-41	-65	-65	-108
-40	-43.5	-50	-42	-65.5	-111	-34.5	-46.5	-86	-61.5	-51.5	-43	-62.5	-40.5	-53.5	-54.5	-57	-58.5	-52	-69
-53.5	-56	-52.5	-52	-57	-108	-23.5	21.5	-34	-58.5	-43.5	-48.5	-65	-65	-69	-62	-53	-55.5	-62.5	-66
-59	-60.5	-52	-50.5	-44	-66.5	-56.5	-38.5	-42.5	-61.5	-59	-54.5	-65	-23.5	-59.5	-59	-46.5	-46.5	-52	-52
-53.5	-61.5	-45	-34	-35	-45.5	-66.5	-46	-60.5	-59	-58	-69.5	-60	-54.5	-49	-76	-64.5	-60.5	-64.5	-64.5
-56.5	-54.5	-56	-54.5	-57.5	-63.5	-57	-54.5	-54.5	-55.5	-50	-53	-59.5	-55.5	-54	-60	-46.5	-61	-60.5	-64.5
-62.5	-68.5	-60	-69.5	-79.5	-70	-73.5	-61.5	-64	-65.5	-55	-55	-53	-52.5	-48	-57	-41.5	-58.5	-60	-60
-51.5	-45	-51.5	-53.5	-56.5	-36	-52.5	-43.5	-53	-56.5	-60	-51.5	-54.5	-49.5	-49.5	-60.5	-57	-62	-60.5	-53.5
-49.5	-50	-54	-64	-66.5	-71	-70.5	-54.5	-51	-56	-56.5	-58	-54	-54.5	-48.5	-52	-56	-64	-64	-55.5
-56	-56.5	-62.5	-60	-61	-70.5	-66.5	-56.5	-44	-58	-44.5	-61.5	-58	-54	-53.5	-55.5	-53	-61.5	-66	-62
-53	-57	-53.5	-52	-59	-51.5	-38.5	-49.5	-61	-38.5	-50	-63	-63	-60	-59.5	-61.5	-62.5	-50.5	-63	-58
-39.5	-50.5	-52.5	-46.5	-50.5	-67	-33.5	-28	-37.5	-47	-47.5	-57.5	-63	-62.5	-56.5	-53.5	-54.5	-55.5	-58.5	-44.5
-53.5	-57.5	-45	-54	-50	-59	-75	-66.5	-50.5	-58.5	-49.5	-57.5	-64	-60	-59	-57	-55.5	-60.5	-55.5	-52.5
-53.5	-48	-56	-71	-61.5	-61	-67	-53.5	-72.5	-62.5	-55.5	-51.5	-51.5	-51	-54.5	-49.5	-51	-66.5	-67.5	-55
-50.5	-55	-73.5	-71	-45.5	-65.5	-58	-61.5	-52	-55	-7.5	-55	-58	-58.5	-56.5	-57.5	-55.5	-57.5	-64	-50
-65	-54.5	-56	-67	-50.5	-50	-59	-65	-64	-62	-52.5	-46	-56	-58	-50	-55.5	-63	-56.5	-47.5	-54.5
-55.5	-52.5	-58.5	-65	-49.5	-60	-59.5	-62.5	-44.5	-56	-55.5	-64.5	-63.5	-60	-60	-58	-61.5	-49.5	-53.5	-57
-52	-57.5	-69.5	-58.5	-63.5	-67.5	-65.5	-45	-65.5	-51.5	-63	-56.5	-56.5	-60.5	-56	-58.5	-58	-65.5	-59.5	-62
-57	-72	-63.5	-60	-64	-38.5	-77	-43.5	-53	-68.5	-66.5	-61.5	-81.5	-62	-58	-54	-62.5	-54.5	-49.5	-59.5
-99.5	-65.5	-44	-35.5	-30.5	-49.5	-41.5	-35.5	-52.5	-60	-49.5	-50	-56.5	-55.5	-51	-65.5	-60.5	-62.5	-52.5	-58

KANABOΣ E3-4

-124	2048	-235	-62	-75.5	-44.5	-50.5	-52	-57.5	-49.5	-47	-54	-48	-58	-38.5	-30.5	-38	-47.5	-58.5	-45
-75.5	-242	-98.5	-59	-42.5	-53.5	-56.5	-60	-60.5	-63	-55	-47.5	-57.5	-53	-44.5	-50	-46	-54.5	-64.5	-50.5
-64.5	-56.5	-58	-58.5	-19.5	-37.5	-36	-36	-30	-45	-36	-46.5	-50	-46.5	-65	-47.5	-46	-58	-57.5	-48.5
-49	-49.5	-34.5	-41	-49.5	-44.5	-38.5	-51	-77	-61	-50.5	-35	-53.5	-55	-62.5	-56.5	-55	-58	-45	-48.5
-64	-50.5	-61	-45.5	-45	-50	-58.5	-52	-74.5	-53.5	-67	-51.5	-48.5	-58.5	-54	-57.5	-67.5	-58	-42.5	-53
-53	-28	-49	-63	-38.5	-48.5	-54	-54.5	-54	-59.5	-58.5	-48.5	-51.5	-34	-60.5	-47.5	-58	-47.5	-40	-55
-51.5	-52	-62.5	-64	-47	-42.5	-60	-50.5	-55	-52.5	-56.5	-64.5	-48.5	-54	-39	-63	-49	-52.5	-54	-51
-48.5	-47.5	-52.5	-55.5	-44	-48.5	-50	-45.5	-46	-55.5	-48	-58.5	-51	-60	-75	-54	-36.5	-48	-48.5	-58
-53	-52.5	-45.5	-51	-52	-45.5	-62.5	-59	-50.5	-47	-36.5	-61	-47	-42	-61	-49.5	-46.5	-52.5	-55	-59
-59	-48.5	-47.5	-49	-51.5	-52.5	-41.5	-53	-58	-62.5	-63	-73.5	-53.5	-46	-68	-44.5	-47	-46.5	-59.5	-59.5
-51	-48.5	-54	-52.5	-43	-47	-47.5	-44	-56	-47.5	-55	-59.5	-25.5	-60	-59	-42.5	-54.5	-52.5	-66	-91.5
-44.5	-62.5	-73	-49	-49.5	-49.5	-44.5	-53	-52.5	-43.5	-47.5	-63	-40.5	-68.5	-53.5	-42	-50.5	-56	-53.5	-56.5
-38	-56.5	-49	-49	-50.5	-47	-48	-47	-46	-49.5	-55	-62.5	-67	-54	-48.5	-45.5	-50.5	-55	-52.5	-49.5
-53.5	-37	-38	-49.5	-54.5	-39.5	-48.5	-45	-58	-58	-43	-70	-58.5	-47	-46.5	-45	-53.5	-48.5	-47.5	-52
-55.5	-49	-69	-59.5	-53.5	-57	-50.5	-61	-50	-51	-58	-46.5	-64	-51	-46	-51	-55	-56.5	-48.5	-50
-47.5	-40	-45.5	-40.5	-55	-57.5	-53.5	-46	-49.5	-48.5	-74	-52.5	-42.5	-43	-51	-52	-55.5	-47.5	-52	-56
-55	-56	-48	-45.5	-54	-52	-60.5	-59	-36.5	14	-72.5	-45.5	-51	-52	-42	-57	-47	-42.5	-47	-50.5
-52.5	-53	-61.5	-51.5	-42.5	-47.5	-79.5	-50.5	-55	-69.5	-75	-57	-48.5	-53	-55	-58	-54.5	-54	-53	-57
-55	-48	-51	-54.5	-52	-50	-48.5	-51.5	-45	-58	-59	-60.5	-45	-50.5	-58	-55.5	-49	-51	-51.5	-56.5
-57.5	-76.5	-62	-57	-50	-58.5	-50.5	-50	-51.5	-59	-50.5	-47.5	-49	-46	-65	-53.5	-55.5	-65	-47	-49.5

KANABOΣ E5-6

-56.5	-90.5	-87.5	-65.5	-29.5	-53	-56	-50.5	-55.5	-55	-49	-50	-73.5	-53	-58.5	-48.5	-52	-55.5	-41.5	-43.5
-62.5	-69.5	-60.5	-48.5	-54	-58.5	-69.5	-55.5	-56.5	-53	-55	-57.5	-50.5	-56	-51	-45.5	-58	-46.5	-49	-54.5
-55	-52	-58.5	-61.5	-17	-41	-49.5	-56.5	-51.5	-54.5	-36.5	-50	-58.5	-55	-57.5	-50.5	-60.5	-50.5	-55.5	-50.5
-59.5	-58	-58.5	-89	-65.5	-53.5	55.5	-67	-50	-82.5	-53	-42.5	-58	-53.5	-63	-59.5	-52	-56	-57	-58.5
-58.5	-56.5	-50	-58	-56.5	-57.5	-74.5	-66.5	-55.5	-56.5	-52	-58	-51	-56.5	-43	-54	-46.5	-44	-53	-50
-51	-56.5	-55	-60.5	-55.5	-48	-46	-68.5	-52.5	-60	-16	-49	-59.5	-44	-48.5	-56.5	-44	-49	-52.5	-66
-58.5	-66	-57.5	-53.5	-56.5	-46.5	-61.5	-63	-54.5	-67	-82	-49	-58	-93	-56	-63.5	-65.5	-77	-47.5	-38
-61	-59	-55.5	-60.5	-51	-53.5	-57.5	-58.5	-49	-55.5	-61.5	-48.5	-52	-47	-52	-65.5	-50	-61	-78	-41
-60	-47.5	-60.5	-47	-62.5	-58.5	-62	-44	-67.5	-56	-46.5	-54.5	-52	-44	-43.5	-53.5	-44.5	-52.5	-11	-52.5
-57.5	-51.5	-52	-56	-50	-52	-64.5	-57.5	-61	-54	-53.5	-44.5	-59.5	-55	-53	-49.5	-55.5	-60.5	-34	-71
-56.5	-53.5	-55.5	-59.5	-55	-48	-60	-58	-50.5	-64.5	-64	-62.5	-54.5	-55	-50.5	-49.5	-61.5	-52.5	-41.5	-43
-65	-48	-57	-57	-55.5	-51	-55	-52.5	-54.5	-50.5	-53	-47.5	-59	-59.5	-55	-63	-62	-59	-41.5	-35
-55	-58	-52	-55	-51.5	-55.5	-57	-53	-52.5	-50	-54.5	-47	-47	-50.5	-60	-63.5	-48.5	-47.5	-51	-42.5
-48	-64	-55	-51.5	-53.5	-57.5	-56	-54.5	-54	-52.5	-52	-53.5	-59	-50.5	-55	-62.5	-60	-46.5	-57	-69.5
-59	-49	-53	-55.5	-51.5	-70	-62.5	-59.5	-56.5	-63.5	-53	-59	-58.5	-55	-53.5	-48	-47	-55.5	-55.5	-49.5
-49	-57	-54	-58.5	-46.5	-56.5	-57.5	-55.5	-63	-50	-60	-59	-46	-49	-62.5	-113	-53.5	-44	-37	-59.5
-66	-67	-56.5	-48	-57	-49	-53.5	-57.5	-51.5	-42	-57.5	-52	-45	-63.5	-66	3.5	-43	-51	-32	-62.5
-48.5	-61	-60.5	-61.5	-49.5	-55	-53.5	-53.5	-59.5	-52.5	-50	-51.5	-52	-59.5	-57.5	-59.5	-61.5	-59.5	-57.5	-72.5
-67.5	-93.5	-79	-72	-51.5	-60.5	-51.5	-57.5	-59	-51.5	-55	-58.5	-63	-48	-41.5	-46	-51.5	-53.5	-50.5	-64.5
-74	-56	-153	-67.5	-53	-53	-52	-52.5	-57.5	-49	-45	-51.5	-50.5	-54.5	-42	-40	-43	-53	-65.5	-61

KANABOS E7

-49	-122	-91	-60.5	-49.5	-39	-38.5	-49	-37.5	360	-88	-38.5	-41.5	-47	-56	-68	-51	-38	-38	-57.5
-56.5	-56.5	-58.5	-59	-45	-39.5	-41.5	-51.5	-49	-40	-75	-38.5	-51.5	-46.5	-100	-125	-47.5	-54	-49	-41
-50.5	-49.5	-39.5	-52	-54.5	-45	-51.5	-52.5	-52	-48	-43	-44	-57.5	-52.5	-64	-58.5	-48.5	-48.5	-70.5	-47
-52.5	-54	-52	-50	-88.5	-79	-51.5	-55.5	-55	-50	-53	-47.5	-48.5	-58	-48.5	-53	-51.5	-56	-62.5	-56
10.5	-31.5	-68	136.5	-421	-243	-66	-53.5	-51	-53.5	-42	-43.5	-52.5	-58	-51.5	-44	-49.5	-46.5	-48.5	-62
-35	11	-43	-211	-639	-105	-57.5	-52.5	-56	-46.5	-48.5	-41.5	-50.5	-53.5	-54.5	-49.5	-53	-45	-51	-52.5
-137	-15.5	5.5	-67	-76.5	-64	-50	-53	-53.5	-50	-50.5	-47.5	-57.5	-49	-53.5	-58.5	-49.5	-46	-50	-51.5
-80	-259	-102	-65.5	-50.5	-50	-46.5	-51	-55	-56.5	-56.5	-51	-61	-51	-55.5	-58.5	-55	-54	-48.5	-52.5
-66.5	-172	-72	-39	-33.5	-49	-54	-39.5	-52.5	-51.5	-57	-55.5	-58.5	-53	-56	-56	-54.5	-45.5	-56.5	-56
-52.5	-73.5	-140	-150	-50.5	-43.5	-55.5	-54	-55.5	-53.5	-51	-44	-58.5	-56	-50.5	-61	-59.5	-51.5	-54	-54.5
-40	-68.5	-83.5	-105	-39	-52	-60.5	-53	-58	-61.5	-40.5	-89	-69.5	-55.5	-54	-58	-44	-39.5	-59	-54.5
-37.5	-43.5	-32	-38	-37.5	-34	-42.5	-50.5	231	252	294.5	-192	-78.5	-59.5	-54	-54.5	-56	-52	-65	-59
-50	-50.5	-45	-41	-39	-36	-42	-43.5	-154	-125	-184	-51	-68.5	-51.5	-51.5	-65.5	-56.5	-44	-63.5	-47
-53	-48.5	-44.5	-42.5	-42.5	-45	-42	-40.5	-42.5	-48	-177	-21.5	-50	-41.5	-41.5	-64	-61.5	-49	-66	-26.5
-52	-54.5	-44.5	-39	-38.5	-44	-45.5	-45	-46.5	-87	-158	-80.5	0.5	-39.5	-38	-38.5	-59	-38	-54.5	-55.5
-43.5	-37.5	-43.5	-46	-48.5	-52	-53	-47.5	-53	-46.5	-93	130	-43	-56	-43.5	-50	-50	-51	-46.5	-44
-52	-50	-49.5	-50.5	-48.5	-50	-48	-48.5	-48	-58	-57.5	-85	-134	-65.5	-52.5	-61	-57	-51.5	-49.5	-51.5
-52.5	-47.5	-46	-63	-58	-47	-48	-43	-52.5	-48	-47	-50	-53.5	-73	-51	-76.5	-60	-65.5	-63	-59.5
-51.5	-72.5	-87.5	-43.5	66	-52.5	-52.5	-46.5	-46	-48.5	-49.5	-43	-48.5	-45.5	-45	-56	-63	-65	-106	-64.5
-61	-329	-222	-58.5	164	-63	-44.5	-40.5	-6.5	-32	-23	-15.5	-49.5	-55.5	-300	-10.5	-58	-81	-59	-95

KANABOS E8

-62.5	-133	-421	-91	-50	-97	-79	-69.5	-65	-74.5	-80	-69.5	-67.5	-63.5	-64	-69	-76.5	-68.5	-70	-50.5
-71.5	-164	-108	-88	-192	-177	-63	-63	-57.5	-67.5	-70.5	-60	-63.5	-62.5	-59.5	-60.5	-70.5	-69	-66.5	-74
-66	-72	-81	-81.5	-15.5	-41.5	-63	-54.5	-71.5	-68	-73.5	-57.5	-64.5	-60	-64.5	-70	-67.5	-76	-62.5	-68
-61	-61	-85.5	-127	-310	-108	-66	-60	-59.5	-70.5	-62	-73	-68.5	-70	-62.5	-63.5	-64	-66.5	-58.5	-72
-61	-76	-115	-409	1632	-674	-63	-41.5	-66.5	-71.5	-64.5	-64	-63.5	-60	-66.5	-66.5	-60.5	-58	-61.5	-62
-68	-76.5	-138	-850	-1623	-370	-80.5	-78	-74.5	-65.5	-54.5	-83	-65.5	-61.5	-66	-69	-65.5	-68	-71.5	-72.5
-62	-68	-96.5	-105	-151	-109	-67	-64	-77	-70	-52	-52.5	-63.5	-59	-63.5	-65	-65	-70	-71	-69
-63.5	-67	-94.5	-137	-86.5	-91	-67.5	-68	-59.5	-71	-55	-66.5	-65	-62.5	-76.5	-69	-75	-76.5	-86.5	-55.5
-57.5	-61	-102	-165	-90	-101	-59	-71.5	-68	-62	-66.5	-65	-68.5	-75	-64	-67	-73.5	-68	-60.5	-56
-60.5	-61	-132	-142	89.5	-100	-69	-73	-60.5	-76	-58	-62.5	-56.5	-66	-75.5	-73.5	-64.5	-68	-62.5	-68
-44	-64.5	-51	-221	469.5	-135	-97	-64	-56	-71.5	-78.5	-56.5	-72	-71	-63	-71.5	-65.5	-66.5	-64	-69
-66	-61.5	-163	-290	-428	-190	-74	-79.5	-75	-70	-62	-64.5	-57	-69	-74.5	-65	-59	-71	-51	-63.5
-56.5	-77.5	-131	-225	-64	-147	-81	-71.5	-65	-65	-66.5	-55	-58	-69.5	-74	-63.5	-67	-69.5	-76	-79.5
-65.5	-74.5	-135	-134	-701	-123	-58.5	-56	-74.5	-59	-67.5	-66.5	-59.5	-69.5	-79.5	-78.5	-70.5	-70	-65.5	-65.5
-57.5	-76	-75.5	-6	-91.5	-68	-50	-57	-59	-70	-61	-69	-54.5	-77.5	-65	-75.5	-68	-71.5	-76	-54
-56	-68	-66	-54	-84.5	-77.5	-72	-64.5	-62.5	-48.5	-67	-64.5	-65	-68.5	-71.5	-82.5	-69.5	-67.5	-78	-60
-56	-58.5	-52	-129	-80	-73.5	-65	-67.5	-34.5	-69.5	-63	-64	-71	-65	-67	-81.5	-65	-66	-76	-57
-65	-68.5	-110	197	-78.5	-71.5	-62	-66	-60.5	-66	-35.5	-73.5	-68	-73	-70	-65	-68.5	-63	-62.5	-76
-61.5	-80	-147	202	-82.5	-69	-67.5	-65.5	-58	-57.5	-68.5	-61	-61.5	-57.5	-61.5	-75.5	-63.5	-59	-71	-62.5
-67.5	-99	-56	537.5	-83	-64	-67.5	-61.5	-67	-69	-52	-62.5	-58.5	-59.5	-54	-63	-65	-67.5	-63.5	-82.5

ΚΑΝΑΒΟΣ Ε9

9-1

-88	-50.5	-69.5	-62.5	-51	-62	-59.5	-58	-64	-61	-61	-66.5	-73	-54.5	-61	-62.5	-62.5	-51.5	-86	-242
-86	-67	-66.5	-66.5	-48	-63	-42.5	-56	-12	-51	-50.5	-55.5	-57.5	-60	-55.5	-64.5	-64	-70.5	-77.5	-169
-57.5	-54	-69	-67	-51.5	257	-53.5	-66	-53.5	-55.5	-72.5	-63	-43.5	-70.5	-65.5	-72	-53.5	-62.5	-73.5	-73
-56.5	-59.5	-63	-61.5	-48.5	-71.5	-68.5	-73	-74.5	-64.5	-66	-163	-46	-79.5	-64	-63	-70	-57.5	-59.5	-75
-54.5	-64.5	-70	-68.5	-58	-68.5	-62.5	-64	-67.5	-66.5	-68	-52.5	-57.5	-59.5	-58	-64	-66	-67	-68.5	-72
-53.5	-56.5	-62.5	-69	-47	-53.5	-58.5	-67.5	-73	-64	-71	-65.5	-66.5	-68	-65.5	-72	-76.5	-71	-68.5	-69
-61.5	-62	-59	-57.5	-52.5	-58.5	-66.5	-63	-78	-62.5	-66.5	-59.5	-62.5	-68.5	-66.5	-59	-54.5	-55	-60	-64.5
-60.5	-62.5	-63	-57.5	-48.5	-51.5	-76	-70	-69.5	-61	-57	-59.5	-64.5	-67	-57.5	-48	-58.5	-48.5	-64	-69.5
-67.5	-63.5	-64.5	-65.5	-48.5	-51.5	-57	-58.5	-58.5	-63	-47	-61	-58	-73.5	-62	-176	-71.5	-62.5	-77.5	-67
-67.5	-73	-66.5	-58.5	-55.5	-67.5	-66	-62	-65.5	-60	-67	-69	-64.5	-73	-61	-50.5	-59.5	-62	-62	-72
-72.5	-72	-60.5	-62.5	-62.5	-63.5	-65.5	-59.5	-66.5	-72.5	-63.5	-65.5	-64.5	-74.5	-68	-65.5	-56	-67.5	-70	-76.5
-67	-71	-68.5	-67	-57.5	-67	-65.5	-68	-67.5	-73.5	-66.5	-63.5	-64	-69.5	-66.5	-68	-64	-68	-70	-54.5
-64.5	-69	-65	-53.5	-61	-68	-67	-73.5	-60	-68.5	-66	-58.5	-72	-81	-70.5	-61.5	-56	-64.5	-80	-82.5
-65	-68.5	-59	-52.5	-60	-65.5	-59	-65	-54.5	-61.5	-65	-66	-53.5	-60	-76	-70.5	-59	-60.5	-76	-82.5
-65.5	-58.5	-54	-62	-58.5	-61	-62	-69.5	-66	-72.5	-66	-63.5	-68.5	-65.5	-64	-61	-62	-68.5	-71	-78.5
-69	-69	-64.5	-58.5	-60	-65.5	-59.5	-62.5	-59	-68	-48	-70	-63.5	-66.5	-77	-55	-65	-63.5	-72	-75
-68	-72	-66.5	-63.5	-63	-67.5	-61.5	-69	-69.5	-68	-74.5	-60	-66.5	-61	-70.5	-59	-58	-59.5	-58.5	-74.5
-52.5	-52.5	-57.5	-68	-69	-68	-68.5	-71	-69.5	-64.5	-72	-75.5	-68.5	-64.5	-80.5	-59.5	-63.5	-58.5	-64.5	-67.5
-62.5	-58.5	-51	-47.5	-36.5	-55	-47.5	-58	-65	-74	-67.5	-68.5	-66	-61.5	-69.5	-58	-68.5	-67	-72.5	-74.5
-98.5	-76.5	-70	-56	-50	-63.5	-59.5	-57	-49	-53.5	-58.5	-69	-69	-59	-76.5	-82	-74	-92	-74	-86.5

9-2

-57	-134	-133	-65.5	-66	-75.5	-49	-55.5	-48	-49	-58	-52.5	-47.5	-37.5	-45	-54.5	-59	-51	-51.5	-100
-62	-88.5	-114	-56.5	-46	-66	-64.5	-73	-61.5	-61	-62.5	-53.5	-53.5	-31	-51.5	-50.5	-54.5	-55.5	-48.5	-74.5
-54.5	-61	-57	-66.5	-57.5	-50.5	-40.5	-57.5	-59.5	-66	-70.5	-64.5	-73.5	-67	-54.5	-58	-47	-39.5	-43	-55.5
-60.5	-59.5	-58	-58.5	-57	-65.5	-61.5	-59.5	-58	-58	-58.5	-68.5	-65	-48.5	-42	-69.5	-58.5	-50	-67	-69
-62	-60.5	-55.5	-50	-67	-66	-65.5	-61	-65.5	-57	-71	-67	-63.5	-81	32	-62.5	-57.5	-44.5	-49.5	-69
-66	-61	-61.5	-71	-66.5	-67.5	-69.5	-64	-62	-60.5	-61.5	-64	-62	-77	-82	-65	-64	-60.5	-60	-52
-69.5	-63.5	-66.5	-46	-47	-64	-63.5	-58.5	-59	-87	-59.5	-72	-67	-63	-60	-60	-64.5	-63	-47	-61
-62.5	-62	-62	-46.5	-48.5	-50.5	-65	-65.5	-57.5	-65.5	-60	-59.5	-64.5	-64	-54.5	-58	-64	-69	-62	-53.5
-58	-51.5	-58	-51.5	-68	-57	-60.5	-60.5	-55	-64.5	-65.5	-65	-64.5	-59.5	-62	-51	-59	-59.5	-54.5	-57.5
-53.5	-56.5	-60.5	-59	-66.5	-58.5	-56	-61	-67.5	-43.5	-61	-45.5	-58.5	-60.5	-56.5	-57	-62	-53.5	-61	-50.5
-57.5	-62	-51	-59.5	-57	-58.5	-62.5	-61	-60.5	-60.5	-57.5	-55	-60.5	-56.5	-54.5	-57	-64	-48.5	-66	-60.5
-58	-59.5	-57	-51.5	-55	-60	-56	-59	-63.5	-56	-58.5	-58	-50.5	-49.5	-52.5	-53	-56.5	-50.5	-60	-64
-64.5	-62.5	-56.5	-57.5	-64	-63	-56.5	-49.5	-54.5	-61.5	-56	-60	-53.5	-63	-61	-55	-49	-55.5	-55	-62
-58	-69.5	-72	-58	-82	-63.5	-53	-55.5	-54.5	-57	-60	-59.5	-57.5	-62	-56	-48	-54	-60	-50	-56
-59	-67	-64	-47	-65.5	-53	-54	-50	-53	-58.5	-59.5	-59.5	-68.5	-65	-62.5	-69	-56.5	-64	-64	-58
-68	-75.5	-65.5	-61.5	-65.5	-64.5	-66	-66.5	-61.5	-60.5	-65.5	-68.5	-57.5	-71.5	-65	-56.5	-69	-62	-46	-44
-59.5	-55.5	-60	-69.5	-75	-54.5	-56	-56.5	-57.5	-41.5	-51.5	-53.5	-57	-51	-53.5	-54	-59.5	-58.5	-53	-55.5
-55.5	-54	-57	-62	-69	-59	-60	-58.5	-56.5	-54.5	-58.5	-55.5	-54	-62	-60	-54.5	-53.5	-57	-51.5	-58.5
-54	-61	-63.5	-67	-79.5	-67.5	-57	-55	-59.5	-58	-56	-58	-56.5	-53.5	-55.5	-54	-56.5	-67	-53	-64.5
-67.5	-58	-62.5	-67.5	-80.5	-335	-101	-66.5	-65	-55	-62	-60	-56.5	-64	-54.5	-70	-61	-68	-73	-84

9-3

-63.5	-68	-68.5	-91.5	-112	-720	-290	-70.5	-59	-67	-63.5	-63.5	-59	-68	-47.5	-71.5	-78	-79	-81.5	-90.5
-77	-69.5	-71.5	-64.5	-99	-221	-251	-66	-68	-66	-62.5	-50	-55.5	-51	-52.5	-62.5	-67.5	-62	-68.5	-162
-72	-74	-61.5	-62	-73	-77.5	-71	-54.5	-54	-59	-51	-52	-52.5	-56.5	-49	-55	-58.5	-64.5	-63.5	-60
-74	-82	-63	-79	-68	-64.5	-56.5	-52	-58.5	-63	-55.5	-56.5	-60	-54	-57	-56	-58.5	-80	-68.5	-62.5
-65.5	-73.5	-66.5	-61	-57	-55	-52.5	-56	-58.5	-59.5	-53.5	-51.5	-54	-57.5	-53	-64.5	-56.5	-65	-65.5	-44
-62.5	-67	-77	-83.5	-69.5	-64.5	-51	-56	-54	-57.5	-60.5	-56	-45.5	-60.5	-46	-54.5	-56	-51	-76	-39.5
-69	-66.5	-89	-62.5	-66.5	-66	-56	-54.5	-53.5	-59.5	-55.5	-52.5	-58.5	-60.5	-58	-60.5	-62.5	-61.5	-69	-13
-58	-63.5	-62.5	-67	-61.5	-61	-58	-62	-67.5	-49	-54.5	-64.5	-46	-49	-60	-53.5	-62	-64.5	-66	-51
-64.5	-64	-65.5	-68	-62	-53.5	-51	-60	-53.5	-53.5	-59	-49.5	-62	-44	-59	-59.5	-59	-58.5	-81.5	-61.5
-58	-59	-60	-67	-65.5	-54.5	-53	-70	-59.5	-52	-56.5	-59.5	-60.5	-55	-59	-54.5	-57.5	-56	-58.5	-67.5
-64.5	-71.5	-66.5	-35	-67.5	-67	-56	-63.5	-65	-57	-71.5	-62.5	-55.5	-66.5	-59	-52.5	-63.5	-70.5	-70.5	-56
-67.5	-79.5	-79	-69.5	-66.5	-57	-62.5	-72	-63	-76	-34	-71.5	-59.5	-66.5	-55	-59.5	-71.5	-59	-59	-43
-68	-61	-56	-58.5	-65.5	-71.5	-67	-76.5	-76.5	-50.5	-49.5	-51	-59	-54	-51.5	-51	-62	-59.5	-57.5	-62.5
-73	-66.5	-64.5	-59.5	-70.5	-59	-94	-96	-90	-90.5	-41	-53.5	-52	-61	-66	-60.5	-43	-53	-59.5	-49.5
-68.5	-63.5	-64.5	-77.5	-78	-107	-269	-159	-140	-113	-85	-70.5	-60.5	-53.5	-60	-74.5	-57	-56.5	-56	-61
-82.5	-78.5	-84	-96.5	-101	-154	-728	-379	-442	-198	-87.5	-75.5	-81	-74	-67.5	-34	-46	-55.5	-62	-61.5
-76	-82.5	-68.5	-72.5	-102	-234	-1329	1236	-85	-464	-74.5	-105	-66	-74	-39	-53.5	-55.5	-59	-59	-59
-53	-74.5	-75	-84.5	-97	-299	2048	1460	2048	-612	-127	-78	-61	-50	-70.5	-66.5	-62.5	-64	-61	-41
-60.5	-74.5	-74.5	-84.5	-103	-174	-630	-1091	-1688	-455	-117	-58.5	-10.5	-57	-56.5	-67	-55	-66	-52	-69.5
-66.5	-66.5	-75.5	-83	-78	-102	-159	-227	-287	-139	-68	-63	-59	-57.5	-49.5	-54.5	-56	-58.5	-46.5	-57.5

9-4

-64.5	-64	-72.5	-73	-73.5	-94.5	-105	-231	-217	-126	-71	-56.5	-66.5	-63	-57	-61	-62.5	-71.5	-64	-65
-103	-97	-65.5	-59.5	-73	-75.5	-62.5	-92.5	-93.5	-68	-63.5	-67.5	-48.5	-70	-54.5	-58.5	-54.5	-47.5	-63.5	-30
2048	-344	-69	-60	-54	-55	-71	-65.5	-76.5	-65.5	-69	-65	-51.5	-53.5	-65.5	-55	-55.5	-52.5	-46	-126
-91.5	-80.5	-66	-56.5	-56.5	-74	-52.5	-46	-63.5	-59	-47.5	-54	-61.5	-49.5	-60.5	-70	-60	-56	-52.5	-69
-55	-63	-69	-64	-64.5	-70	-42.5	-78.5	-62	-55.5	-68.5	-61.5	-60.5	-47	-24	-66.5	-58.5	-62	-66	-57
-55.5	-60	-69.5	-58.5	-52	-62.5	-60	-54	-74	-55.5	-56.5	-59	-61	-56	-62.5	-52	-60.5	-55.5	-65.5	-61
-55.5	-57	-71.5	-73.5	-63	-30.5	-51.5	-60.5	-62.5	-60.5	-69.5	-52.5	-76.5	-60	-72	-49	-69.5	-61	-72.5	-61
-59.5	-55	-65.5	-57	-52.5	-63	-55	-63	-58.5	-53.5	-67	-44.5	-58.5	-46.5	-65.5	-52	-47	-59.5	-70	-67.5
-56.5	-59	-60	-49.5	-59.5	-56	-40	-54.5	-46.5	-79.5	-61	-65	-47	-64.5	-77	-55.5	-57	-72	-64	-69.5
-57	-53.5	-61.5	-60.5	-84	-81.5	-56	-61.5	-30	-78	-71	-72.5	-72	-64	-67	-63.5	-46.5	-63	-50	-61
-56.5	-64.5	-55.5	-63	-46	-45	-60.5	-63	-66.5	-61.5	-55.5	-63	-79	-34.5	-70	-60.5	-64.5	-70.5	-59.5	-63
-55.5	-62	-63.5	-66	-71	-34.5	-103	-62.5	-53	-52.5	-53.5	-68.5	-81.5	-42	-91.5	-73	-48	-49.5	-51.5	-54
-60.5	-62.5	-56.5	-79	-64.5	-116	-48.5	-71	-68	-57	-57	-68.5	-53	-59	-50.5	-49.5	-66	-67.5	-54.5	-74
-63.5	-58	-60.5	-40	-80.5	-68.5	-64.5	-53.5	-46.5	-59.5	-57.5	-53	-70	-70.5	-72	-54.5	-73.5	-68	-56	-41.5
-58	-60	-64.5	-64	-56	-50	-55	-62.5	-56	-60	-54.5	-63	-23.5	-70	-54	-67.5	-59.5	-68.5	-63.5	-67.5
-63	-68	-60	-30	-50.5	-51	-81	-31	-74	-62.5	-63	-75.5	-59.5	-58.5	-56.5	-51	-61.5	-60.5	-75	-66
-61	-61.5	-59	-57	-47	-62	-81	-32.5	-72	-53	-59.5	-60	-58.5	-72	-65.5	-24.5	-67	-75	-47.5	-88
-68	-63	-62	-77	-87	-49.5	-59	-63	-47	-57.5	-64.5	-77	-39	-64	-80.5	-62	-56.5	-57.5	-60	-97
-65	-65	-64	-71.5	-85.5	-61	-59.5	-55	-60.5	-76.5	-79.5	-120	-83.5	-66.5	-70.5	-55	-63.5	-62	-57.5	-67.5
-62.5	-68.5	-73	-70.5	-67	-89.5	-64.5	-60	-65	-54.5	-67.5	-63.5	-58.5	-86.5	-30.5	-61	-59.5	-74.5	-69.5	-31

ΚΑΝΑΒΟΣ E10

10-1

2048	-84	-56.5	-49.5	-62	-56	-66	-76	-45	-95	-64	-56.5	-70	-55.5	-64.5	-56.5	-55	-75.5	-78	-135
-160	-53	-68	-54	-56	-69.5	-70.5	-62.5	-53	-20	-64.5	-68	-55.5	-63	-62	-60.5	-71	-69	-70	-86.5
-70.5	-59	-89.5	-56.5	-68	-51.5	-58	-67.5	-59	-52	-55	-72	-59	-68	-59.5	-60	-71.5	-72.5	-67	-68.5
-59	-68	-63	-64	-42.5	-58.5	-61.5	-69	-65	-75.5	-73	-56.5	-63	-56.5	-59.5	-46	-71.5	-57.5	-61.5	-63.5
-61	-55	-62.5	-79	-71	-66.5	-66	-63.5	-61	-52	-39	-68	-60.5	-57.5	-66.5	-79	-58	-60.5	-65.5	-63
-73.5	-53.5	-53.5	-71	-61.5	-43.5	-60	-65.5	-64.5	-54	-60.5	-62	-67	-60.5	-72.5	-66.5	-60.5	-69.5	-69	-59
-84.5	-38	-73	-72.5	-61	-75	-61.5	-81.5	-64.5	-52	-58.5	-67	-60.5	-60	-66	-43.5	-63	-56	-73.5	-91.5
-54	-84	-57.5	-58.5	-61.5	-53.5	-59.5	-70	-58.5	-40	-62	-71	-62.5	-68.5	-62.5	-69.5	-66	-57	-64	-69
-48	-44.5	-58	-67	-66	-55	-62.5	-53	-55.5	-65.5	-71	-72.5	-65.5	-95.5	-64.5	-53.5	-71.5	-63	-63.5	-62.5
-70	-59.5	-67.5	-60	-61	-62	-64.5	-42	-65	-27	-82.5	-65	-57.5	-75	-76.5	-87	-69	-64.5	-62.5	-56.5
-51	-76.5	-56	-67.5	-69	-67.5	-43	-36.5	-53.5	-57.5	-55.5	-87.5	-65	-74.5	-52	-54.5	-77.5	-62	-51.5	-48
35	-71.5	-62	-66	-61.5	-79.5	-87	-67	-44	-102	-77.5	-124	-49	-63.5	-67	-50	-69.5	-60	-61	-64
-18.5	-39	-60	-68	-58.5	-79	-97.5	-35.5	-57	-59	-79	-76	-38	-72.5	-86	-68.5	-60	-50.5	-80	-64.5
33.5	-50.5	-54	-71.5	-60	-50	-70.5	-85	-60.5	-66	-73	-65	-70.5	-62	-57	-62	-51	-46.5	-79	-67
-65	-91.5	-65.5	-59	-64.5	-66	-66	-47.5	-86.5	-73.5	-70	-82	-66.5	-63	-62	-50.5	-48	-71	-69	-50
-69.5	-83.5	-42.5	-67	-62	-62.5	-62	-59.5	-68.5	-60	-71	-68.5	-54.5	-63.5	-76	-63.5	-55	-63	-56.5	-47
-44	-48	-61.5	-55.5	-71.5	-68	-63.5	-63	-61.5	-47	-48	-73.5	-65.5	-63.5	-62	-60	-99	-54	-65	-52.5
-46.5	-11	-70	-71	-45.5	-67	-63	-76	-60.5	-57	-85	-63	-71	-69	-68	-72	-60.5	-61.5	-66	-82.5
-48	-82.5	-68.5	-56	-55	-66	-53	-69	-66	-56.5	-73.5	-62.5	-69.5	-59.5	-64.5	-66	-60.5	-68.5	-60	-77.5
-44.5	-77	-71.5	-56.5	-61	-61.5	-74.5	-54.5	-57.5	-62	-66	-73.5	-67.5	-60	-68.5	-43	-60.5	-52	-66	-86.5

10-2

-57.5	-54	-57	-39.5	-49.5	-28.5	-38	-42.5	-47.5	-57	-51.5	-43.5	-50	-55	-49.5	-45.5	-39.5	-45.5	-55	-69
-105	-51.5	-38	-48	-37	-36.5	-39.5	-40	-41	-50.5	-51.5	-34	-47	-45	-55	-55	-32.5	-43	-60	-352
-71	-48.5	-41	-54.5	-48.5	-45	-42.5	-50	-48	-52	-44	-59.5	-45	-43.5	-42	-45.5	-48.5	-50	-68	-232
-45	-44	-48	-53.5	-49	-43.5	-32	-42	-46.5	-50.5	-56	-43	-40	-38.5	-44	-37	-53	-60.5	-55.5	-54
-1	-44	-53	-51	-52	-41	-37	-41	-48	-53	-47.5	-31	-46.5	-41.5	-48	-48.5	-55.5	-122	-35	-43
-57.5	-48.5	-31.5	-49	-54	-50	-41	-33	-53	-48.5	-46.5	-44	-45.5	-47	-50	-67.5	-52	-37	-51.5	-42
-49.5	-56.5	-46	-50.5	-38	-52	-43	-54	-44.5	-43.5	-45	-49	-41	19.5	-41.5	-60	-29	-44.5	-36	-35.5
-38.5	-42	-48.5	-52.5	-49.5	-49.5	-42.5	-37	-37.5	-45.5	-49	-46.5	-46.5	-33	-68	-63.5	-48	-44.5	-38	-36.5
-47	-42.5	-48	-48.5	-47	-43	-47	-39	-34.5	-47.5	-42	-53	-64.5	-62.5	-48.5	-45.5	-44.5	-29	-49	-42.5
-44	-45	-50.5	-49	-49	-41.5	-54.5	-41.5	-47.5	-43	-44	-52	-57.5	-49.5	-46	-41.5	-47.5	-36	-47	-39
-53.5	-44.5	-51	-48.5	-45.5	-36.5	-48.5	-46.5	-50.5	-35.5	-19.5	-49	-50.5	-47.5	-45	-35.5	-36	-40	-38	-46
-46.5	-43	-43	-48.5	-38	-49.5	-43.5	-43	-47.5	-47	-27.5	-56.5	-45	-44	-38.5	-54	-39.5	-42.5	-38	-49
-44.5	-38.5	-42.5	-43	-46.5	-44.5	-48	-49	-56.5	-51	-52	-42	-46	-44.5	-24	-37.5	-35	-45.5	-41.5	-42.5
-41	-38	-47	-42	-43	-48.5	-48	-53.5	-48.5	-55	-62	-48.5	-44	-43.5	-40	-35	-40.5	-51.5	-42	-38
-47.5	-52	-46	-48	-41.5	-38.5	-50.5	-50	-50.5	-50	-46.5	-46.5	-51	-39.5	-58	-41.5	-46	-47.5	-51	-39.5
-51.5	-43	-45.5	-47.5	-46.5	-41	-52	-52.5	-44.5	-44	-42.5	-46.5	-42	-36	-48	-35	-52.5	-38.5	-39	-46.5
-47	-41	-37	-51.5	-39	-45.5	-53	-47	-46	-43.5	-49.5	-39.5	-41.5	-38.5	-44.5	-41	-48.5	-49	-42.5	-40
-46	-38.5	-44	-44.5	-47.5	-43	-43.5	-43.5	-43.5	-52	-42.5	-51	-49.5	-41.5	-43	-46	-46	-47	-42.5	-44
-54.5	-45.5	-53	-40.5	-52	-41.5	-48.5	-42.5	-46	-42	-48	-41	-41	-47.5	-41.5	-57.5	-53	-44	-50	-50
-59.5	-53.5	-38	-46	-49.5	-88	-42.5	-47	-45	-43.5	-42.5	-44.5	-39	-21	-44.5	-45	-40	-49	-44	-63

10-3

-71.5	-55.5	-63.5	-69.5	-67.5	-66	-68.5	-61	-60.5	-66	-65	-66	-61	-61	-66	-64.5	-65	-67.5	-78.5	-84
-69	-62.5	-72	-65	-110	-52	-66	-69	-66.5	-66.5	-71.5	-62	-34.5	-59.5	-60	-64	-45.5	-61.5	-66	-94.5
-140	-62	-63.5	-59.5	-70.5	-53	-69	-60.5	-63.5	-71.5	-64.5	-69.5	-84	-66	-66.5	-57	-60	-64	-78.5	-199
-105	-65	-61	-56.5	-52.5	-50.5	-38	-62	-60.5	-66.5	-59.5	-66.5	-65	-67	-68	-61.5	-63	-59	-80.5	-74.5
-61	-69	-60.5	-60	-62	-57.5	-82.5	-64.5	-60	-64	-62.5	-60.5	-58	-65.5	-66.5	-55.5	-55	-58	-59	-74
-72.5	-73.5	-60.5	-59	-69.5	-66	-81	-68	-63.5	-62.5	-59	-59.5	-61.5	-66.5	-68	-64.5	-61	-62.5	-65.5	-52
-70.5	-49	-34.5	-69	-67	-68	-63	-64.5	-68	-62	-62.5	-71	-69	-67.5	-56	-67	-65	-66.5	-74	-91.5
-62	-41	-56	-58.5	-41.5	-68.5	-72.5	-69.5	-65.5	-62	-64.5	-75.5	-64.5	-53.5	-52.5	-61.5	-63.5	-69	-60.5	-63
-67.5	-51	-59	-61	-64	-64	-72.5	-73	-66.5	-63	-72.5	-74	-72.5	-57.5	-61	-56	-67	-61.5	-57.5	-53.5
-57.5	-58.5	-63.5	-68.5	-71	-71.5	-72.5	-63	-64	-67.5	-68.5	-60	-66.5	-64	-67	-63.5	-69	-60.5	-55.5	-59.5
-51	-56	-59.5	-70.5	-68.5	-73.5	-71	-66.5	-65	-56.5	-64	-65.5	-62.5	-59.5	-60.5	-62	-58.5	-60.5	-65.5	-64.5
-61.5	-51.5	-57.5	-70.5	-65.5	-70.5	-58	-54	-73	-66	-70	-65.5	-59	-65	-64	-60.5	-69	-56	-59.5	-55.5
-61	-48	-61	-64.5	-71	-72	-62	-67.5	-70.5	-67.5	-70	-70.5	-69	-62.5	-65	-65	-64	-67	-59	-60.5
-65	-63	-71.5	-67	-75.5	-68	-69	-70	-64	-62.5	-70	-69	-63.5	-63.5	-63.5	-61	-64	-63.5	-65.5	-63.5
-61.5	-59	-59.5	-66	-62.5	-73.5	-67	-60.5	-53.5	-68.5	-72	-65.5	-70	-60	-61.5	-60.5	-64.5	-74	-68	-65
-51	-33	-47.5	-73	-56.5	-69	-61.5	-56	-64	-63.5	-69.5	-62.5	-79.5	-71.5	-58.5	-73	-73.5	-59	-70	-65
-52.5	-64	-86.5	-69	-66	-65.5	-69.5	-73	-73.5	-81	-54.5	-67	-64.5	-57.5	-47	-59	-73.5	-77	-63.5	-82
-70.5	-65	-67.5	-62.5	-46.5	-69	-77	-101	-71.5	-80	-66	-56	-93	-35.5	5	2048	-69.5	-64	-72.5	-72
-50	-52	-53.5	-49.5	-61	-69.5	-68.5	-52	-72	-75	-65	-79.5	-94	-2.5	2048	2048	2048	2048	-83	-64.5
-64	-69	-62	-54	-63.5	-76	-68.5	-86	-88	-70	-74	-81.5	-92.5	-15.5	2048	2048	2048	2048	-75.5	-71.5