

ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΑΝΩΜΑΛΙΩΝ ΤΟΥ ΓΕΩΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΤΗΣ ΘΑΣΟΥ*

Α.Δ. ΣΤΑΜΠΟΛΙΔΗΣ¹, Γ.Ν. ΤΣΟΚΑΣ², Δ. ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΟΥ², Δ.Γ. ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ²
& Α. ΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ³.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο αερομαγνητικός χάρτης της Θάσου επανακατασκευάστηκε, επεξεργάστηκε και ερμηνεύτηκε στην παρούσα μελέτη. Τα αρχικά αναλογικά δεδομένα, (γραμμές πτήσεων), ψηφιοποιήθηκαν, εξισορροπήθηκαν και υπέστησαν αφαίρεση του κύριου μαγνητικού πεδίου (DGRF). Οι ανωμαλίες διαχωρίστηκαν στο πεδίο των κυματιζήθμων. Εφαρμόστηκε ο μετασχηματισμός της 'επιπεδοποίησης' στα δεδομένα, ο οποίος έχει σαν αποτέλεσμα την χαρτογράφηση των οριζοντίων διαστάσεων των σωματιών που προκαλούν τις μαγνητικές ανωμαλίες. Κατασκευάστηκαν τρισδιάστατα μοντέλα των ανωμαλιών.

Οι μικρού μήκους κύματος ανωμαλίες αποδόθηκαν σε τρία πρισματικά πολύγωνα διαφόρων διαστάσεων, περιορισμένου πάχους, με το βάθος ταφής που ποικίλει από 0.1 έως 0.2 Km. Οι δομές αυτές αντανακλούν πιθανά τα κοιτάσματα Fe-Mn και Pb-Mn τα οποία είναι γνωστά από τους ιστορικούς χρόνους. Οι μεγάλοι μήκους κύματος ανωμαλίες αποδόθηκαν επίσης σε τρία πρισματικά πολύγωνα που βρίζονται σε μεγαλύτερα βάθη. Οι ανωμαλίες αυτές είναι πιθανόν να προέρχονται από συγκεντρώσεις μαγνητικών ορυκτών σε μεγάλα βάθη.

ABSTRACT

The aeromagnetic map of Thassos was **recompiled, processed** and interpreted for the present study. The original analog data set, (flight lines), was digitized, leveled and subjected to DGRF removal. The anomalies were separated in the wavenumber domain. The produced total field anomaly filtered data were inverted by means of 'terracing' technique whose application results in the mapping of the horizontal dimensions of bodies causing the magnetic anomalies. Three-dimensional models whose effect simulates the observed anomalies were constructed.

The low wavelength anomalies were attributed to three prismatic bodies that are buried at shallow depths, ranging from 0.1 Km to 0.2 Km. and having limited thickness. They are probably reflecting the well known from historical times, occurrence of Fe-Mn and Pb-Zn on the island. The high wavelength anomalies were also attributed to three prismatic polygonal bodies. They are probably reflecting concentrations of magnetic minerals deep in the metamorphic system.

KEY WORDS: aeromagnetic map; 'terracing'; wavelength; 3-D models; Thassos.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: αερομαγνητικός χάρτης, 'επιπεδοποίηση', μήκος κύματος, τρισδιάστατα μοντέλα, Θάσος.

STUDY OF GEOMAGNETIC ANOMALIES IN THASSOS.

- 1 Ph.D. Student, Aristotle's University of Thessaloniki, Geophysical Lab., P.O.Box 352-1, Thessaloniki 54006.
- 2 Ass. Prof. Aristotle's University of Thessaloniki, Geophysical Lab., P.O.Box 352-1, Thessaloniki 54006.
- 3 IGME, Geophysical Headquarters, Mesogion 70, 11527 Athens.

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

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Θάσος βρίσκεται στο Β. Αιγαίο απέναντι από τις ακτές της Καβάλας και είναι γνωστή για τις αποθέσεις υδρογονανθράκων στο γνωστό πεδίο του Πρίνου. Είναι επίσης γνωστή από την αρχαιότητα για τα κοιτάσματα Pb-Zn και Fe-Mn στο δυτικό τμήμα του νησιού καθώς και των γνωστών από τον Ηρόδοτο κοιτασμάτων χρυσού στη βορειοανατολική και ανατολική πλευρά του νησιού (Vavelidis και Amstutz 1983α).

Το 1966 η ABEM πραγματοποίησε για λογαριασμό του ΓΓΜΕ την αερομαγνητική κάλυψη της Θάσου. Η καταγραφή των δεδομένων ήταν αναλογική και κατασκευάστηκε από την ABEM ο αερομαγνητικός χάρτης του νησιού με μορφή ισοβάμων του ολικού μαγνητικού πεδίου με ισοδιάσταση 50 nT. Η ABEM (1966), στην τελική αναφορά της προς το ΓΓΜΕ, παρατήρησε ότι οι μαγνητικές ανωμαλίες στο νησί είναι μικρής έντασης. Κάποιες ανωμαλίες στην βορειοδυτική ακτή του νησιού τις απέδωσε σε τεκτονικές τάσεις, ενώ παρατήρησε κάποιες τοπικές ανωμαλίες στην υπολοιπή επιφάνεια. Οι Μέμιοι και συνεργάτες (αδημοσίευτη έκθεση του ΓΓΜΕ 1985) χρησιμοποίησαν τα δεδομένα της ABEM, καθώς και μαγνητικές διασκοπήσεις εδάφους, για την μελέτη των μαγνητικών ανωμαλιών στο νησί. Θεώρησαν ότι οι ευρείες ανωμαλίες που εμφανίζονται στην περιφέρεια του νησιού οφείλονται σε προϊόντα νεωτέρου μαγματισμού (δισιδυτικά σώματα), ενώ τις τοπικές ανωμαλίες τις συνδέσαν με ενστροφμένους σιδηρούχους σχηματισμούς και ανομοιογένειες στην περιεκτικότητα του μαγνητίτη των γενεσίων.

Γεωφυσικές έρευνες, γεωηλεκτρικές, VLF, μαγνητικές διασκοπήσεις εδάφους, σε επιλεγμένες περιοχές άμεσου κοιτασματολογικού ενδιαφέροντος έχουν γίνει στο νησί από το ΓΓΜΕ(Θανάουλας και Αγγελόπουλος 1977, Θανάουλας 1979, Παπανικολάου 1981, Μέμιοι 1982, Μέμιοι και Σζιάνης 1984, 1985, όλες αδημοσίευτες εκθέσεις του ΓΓΜΕ). Επίσης κατασκευάστηκε ο βιομετρικός χάρτης σε κλίμακα 1:250000 από τους Makris και Stavrou (1984).

Στην παρούσα εργασία έγινε ψηφιοποίηση των αναλογικών καταγραφών και κατασκευάστηκε ένας καινούργιος χάρτης του ολικού πεδίου της Θάσου. Τα δεδομένα αντεστράφησαν, αφού πρώτα εφαρμόστηκαν φίλτρα και μέθοδοι μετασχηματισμών σε αυτά. Επίσης, έγιναν μετρήσεις της μαγνητικής επιδεκτικότητας και παραμένοντας μαγνήτιση σε δείγματα γενεσίων και εμφανίσεων κοιτασμάτων. Τελικώς, κατασκευάστηκαν τριδιάστατα μοντέλα των δομών, οι οποίες προκαλούν τις μαγνητικές ανωμαλίες.

2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

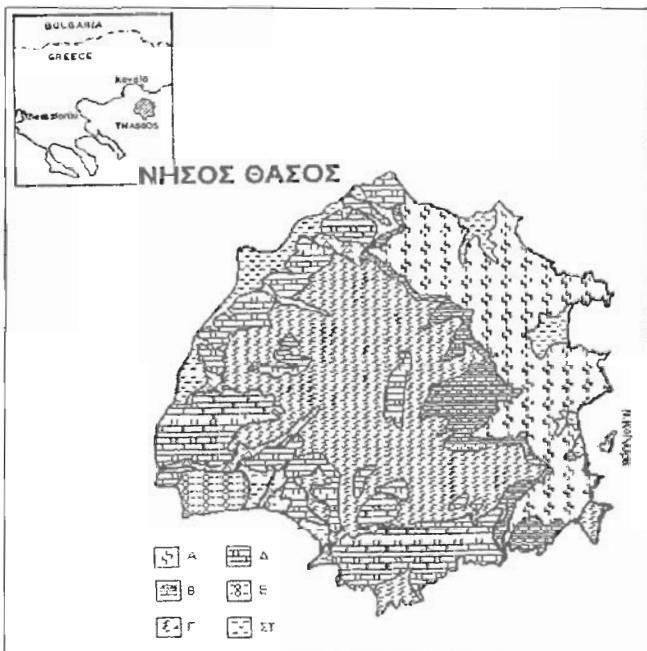
Η Θάσος, σύμφωνα με τους Vavelidis και Amstutz (1983a,b), ανήκει στη μάζα της Ροδότης και αποτελείται από ένα σύστημα μεταμορφωμένων σχηματισμών πάχους 2000-2500 m. Οι σχηματισμοί αυτοί καλύπτονται από Νεογενείς-Τεταογενείς διλομβιακές και αλλοιμβιακές αποθέσεις. Το μεταμορφωμένο σύστημα καλύπτει το μεγαλύτερο τμήμα του νησιού, όπως φαίνεται και στο γεωλογικό χάρτη (εικ.1).

Οι μεταμορφωμένοι σχηματισμοί της Θάσου παρουσιάζουν εναλλαγές από ανθρακικά πετρώματα, σχιστόλιθους και γενεσίους. Οι σχηματισμοί αυτοί διακρίνονται σε τέσσερις ενότητες, οι οποίες αναφέρονται στο παραπάνω σχήμα. Στην περιοχή των Κοινύρων, εμφανίζεται ένας σιμαγγής τρωσινογενέσιος με πιθανή βασική προέλευση (ορθογενέσιος), ο οποίος διαφέρει από τα περιβάλλοντα, ιζηματογενούς προέλευσης, σχιστοποιημένα μεταμορφωμένα πετρώματα.

Πρωγενή πετρώματα αναφέρονται σε παλιότερες εργασιές (Βορεάδης 1954), όμως νεότερες έρευνες έδειξαν ότι εκτός από μια εμφάνιση ανδεσιτικού πετρώματος στα δυτικά του νησιού (Vavelidis 1978), δεν υπάρχουν εμφανίσεις πρωγενών πετρωμάτων στο νησί. Νεογενή κλαστικά ιζήματα με σημαντικό πάχος εμφανίζονται στο νοτιοδυτικό τμήμα της Θάσου.

Τεκτονικά η Θάσος είναι τμήμα μιας μεγάλης αντικλιτικής μεγαδομής, της οποίας ο άξονας έχει διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και περνά από το ανατολικό τμήμα του νησιού. Στο μεταμορφωμένο σύστημα διακρίνουμε δύο τεκτονικές ενότητες α) την περιοχή της Πηφιακής Βιβλιοθήκης Θεοφράστου, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ. συμπίεσης στα πλαίσια της μεταμόρφωσης και β) μια μετάπτωση κατά την διάφραση ανύψωσης της μάζας της Ροδότης. Οι

μεγάλης κλίμακας πτυχώσεις χαρακτηρίζονται από σχεδόν ισοζωνείς πτυχές με οριζόντιους ή ελαφρώς καταδυόμενους άξονες. Τα μέγιστα στις διευθύνσεις των αξόνων είναι μεταξύ 50°-70° και μεταξύ 128°-138°. Οι ζώνες ορηγμάτωσης τείνουν και αυτές σε δύο διευθύνσεις, μιας μεταξύ 290°-330° και μιας άλλης μεταξύ 30°-60°. Οι μεγάλης κλίμακας πτυχώσεις και οι ζώνες ορηγμάτωσης στο νησί συμπίπτουν με τον τύπο παραμόρφωσης της μάζας της Ροδότης. Από αυτό μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η μεταμόρφωση και πτύχωση των πετρωμάτων της Θάσου είναι αλπικής ηλικίας. Στα μεταμορφωμένα πετρώματα της Θάσου διακρίνουμε δύο στάδια μεταμόρφωσης, ένα χαμηλού βαθμού και ένα εν μέρει μέσου βαθμού. Η μικροσκοπική έρευνα (ορυκτολογική σύσταση κ.τ.λ.) των σχιστόλιθων έδειξε ότι αυτοί σχηματίστηκαν από ψαμμιτικά και αργιλικά ιζήματα (Vavelidis et al. 1988).



Ειγ. 1: Γεωλογικός χάρτης της Θάσου (Ζαχος 1982).

- (Α) Σειρά Κοινήτων-Ποταμιάς,
- (Β) Μάρμαρο Προφήτη Ηλία,
- (Γ) Σχιστόλιθοι Μαριών,
- (Δ) Μάρμαρο ΑηΜάτη-Κάστρου,
- (Ε) Λιλοίβια και
- (ΣΤ) Αλλοίβια.

Fig. 1: Geological map of Thassos (Zachos 1982).

- (A) Kinira-Potamias Sequence,
- (B) Profitis Ilias Marble,
- (Γ) Maries Shales,
- (Δ) Ai-Matis Marble,
- (Ε) Diluvial and
- (ΣΤ) Alluvial.

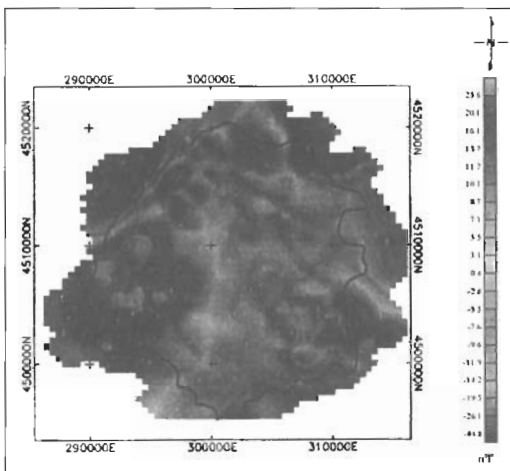
Τα κοιτάσματα της Θάσου αποτέλεσαν κατά την αοχαιότητα αντιζείμενο σημαντικής εκμετάλλευσης και μεταλλουργικής δραστηριότητας, όπως αυτό τεκμηριώνεται με νεότερες αοχαιομεταλλουργικές και αοχαιολογικές έρευνες. Στη δυτική πλευρά της νήσου συναντώνται κοιτάσματα μολύβδου-πυριτωσίτου και στη βορειοανατολική και ανατολική πλευρά τα γνωστά από τον Ηρόδοτο, κοιτάσματα χρυσού. Τα κοιτάσματα μολύβδου-πυριτωσίτου αποτέλεσαν κατά την αοχαιότητα και ιδιαίτερα κατά τους ρωμαϊκούς χρόνους, αντιζείμενο εκμετάλλευσης. Αυτά τα στρωματώδη κοιτάσματα απαντώνται σε ορισμένους οριζόντες σχιστόλιθων και ανθρακικών πετρωμάτων της σειράς Μαριών και της σειράς ΑηΜάτη-Κάστρου. Με βάση την γεωμετρία τους, χωρίζονται σε πληρώσεις στρωματωδών οριζόντων, ζωοτικές πληρώσεις και φλεβοειδή σώματα (Vavelidis 1978).

3. ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Τα μαγνητικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν είναι αυτά που συλλέχθηκαν από την εταιρεία ABEM-Elektrisk Malmnetning το 1966 για λογαριασμό του ΙΓΜΕ. Η ABEM πραγματοποίησε μετρήσεις του ολικού μαγνητικού πεδίου από αέρος στη Β. Ελλάδα, την Εύβοια και το Λαύριο. Οι μαγνητικές καταγραφές αυτές, πραγματοποιήθηκαν με πτήσεις σταθερού υψομέτρου (275 ± 75 m) από την επιφάνεια του εδάφους. Η μέση απόσταση μεταξύ των γραμμών πτήσεων ήταν 800m. Ο λόγος για τον οποίο χρησιμοποιήθηκε ο συγκεκριμένος τρόπος συλλογής δεδομένων, ήταν ότι το πρόγραμμα είχε

διεξαχθεί κυρίως για μεταλλευτικούς σκοπούς και για την περίπτωση αυτή ο τρόπος αυτός είναι ο ενδεδειγμένος.

Τα δεδομένα αυτά ψηφιοποιήθηκαν στα εργαστήρια της GETECH, γεωφυσικής εταιρείας που ανήκει στο Department of Earth Sciences του Πανεπιστημίου του Leeds της Αγγλίας. Η εργασία αυτή έγινε στο πλαίσιο της συνεργασίας του Εργαστηρίου Γεωφυσικής του Α.Π.Θ. με το εν λόγω ίδρυμα. Στη συνέχεια τα δεδομένα διορθώθηκαν με την αφαίρεση του κανονικού πεδίου (D.G.R.F.), την εξισορρόπηση των γραμμών πτήσης και την αφαίρεση μιας επίπεδης τάσης που προσομοιάζει το περιφερειακό πεδίο. Τελικά παρήχθη ο χάρτης του υπολειμματικού μαγνητικού πεδίου της εικόνας (2) και αυτός ερμηνεύτηκε στην παρούσα μελέτη.



Εικ. 2. Χάρτης της υπολειμματικής ανωμαλίας ολικού πεδίου της Θάσου.

Fig. 2. Residual total field anomaly map of Thassos.

Μετρήθηκαν οι τιμές της μαγνητικής επιδεκτικότητας σε δείγματα γνευσίων και σχιστόλιθων του μεταμορφωμένου συστήματος της Θάσου και συγκεκριμένα στις θέσεις όπου υπήρχαν μαγνητικά μέγιστα στον χάρτη του ολικού μαγνητικού πεδίου της Θάσου. Οι μετρήσεις έγιναν χρησιμοποιώντας το όργανο JH-8 (Susceptibility meter) της Geo-instruments.

Πραγματοποιήθηκε επίσης συλλογή προσανατολισμένων δειγμάτων. Σε ορισμένα από αυτά τα προσανατολισμένα δείγματα μετρήθηκαν μεγάλες τιμές της μαγνητικής επιδεκτικότητας με το όργανο MS2 της Bartington (Πίνακας 1). Έγιναν επίσης μετρήσεις των παραμέτρων της παραμένουσας μαγνήτισης με το περιστρεφόμενο μαγνητόμετρο τύπου MOLSPIN. Τα μεταμορφωμένα πετρώματα έχουν πολύ χαμηλές τιμές μαγνήτισης, εκτός της περίπτωσης του πρωινογενείου, των ζωνών οξειδώσεων και των εμφανίσεων κοιτασμάτων Fe-Mn και Pb-Zn.

Πίνακας 1: Τιμές της φαινόμενης μαγνητικής επιδεκτικότητας που μετρήθηκαν σε διάφορες εμφανίσεις, των ζώνων δομών της Θάσου.

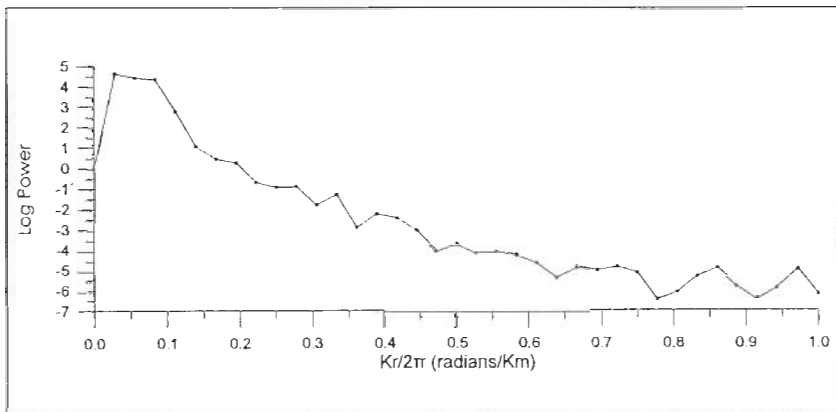
Table 1: Apparent susceptibility values measured at several exposures of the main units of Thassos.

Formation	Apparent Susceptibility $\times 10^5$	Standard Deviation
	(S.I)	%
Πρωινογενεϊός Κοινύρων		
Kinira Greengneis	1000	20
Μεταλλοφόρες εμφανίσεις		
Metalliferous outcrops	550	20
Σχιστόλιθοι		
Schist's	60	30

4. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

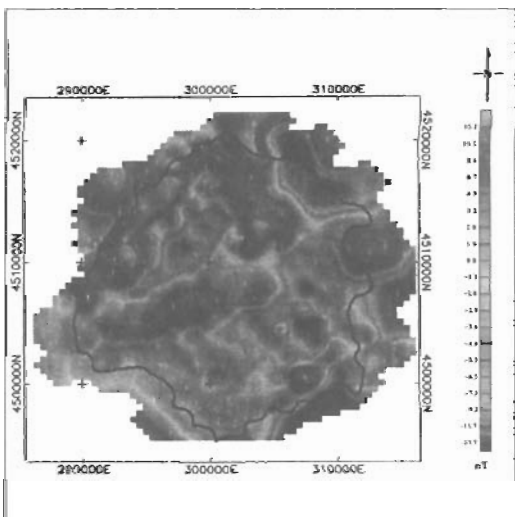
Τα μαγνητικά δεδομένα ανήχθησαν στο βόρειο μαγνητικό πόλο (Baranov και Naudy 1964), μετασχηματίστηκαν στο χώρο των κυματαριθμών και υπολογίστηκε το φάσμα ισχύος των μέσων όρων κατά μήκος δακτυλίων, χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο του Phillips (1992). Η γραμμική παράσταση του λογαρίθμου της ενέργειας προς τον αλτινικό κυματάριθμο kr (εικ.3), έδειξε την ύπαρξη τριών ξεχωριστών τμημάτων. Η φηφιστική Βιβλιοθήκη "Γεωφυσικός", Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

Για κάθε τμήμα υπολογίστηκε η κλίση, η οποία σύμφωνα με τους Specter και Grand (1970) αντιστοιχεί σε ορισμένο βάθος από την επάνω επιφάνεια μαγνητισμένου σώματος, του υπεύθυνου για το αντίστοιχο τμήμα της καμπύλης. Υπολογίστηκαν με τον τρόπο αυτό τα βάθη για τα τρία σώματα και βρέθηκε ότι η επάνω επιφάνεια του πρώτου σώματος που προζαλεί τους μεγάλους κυματισμούς (μικρά μήκη κύματος), βρίσκεται σε μέσο βάθος ~500 m από το επίπεδο των μετρήσεων, δηλαδή 225m από την επιφάνεια του εδάφους, η επάνω επιφάνεια του δεύτερου σώματος, βρίσκεται σε μέσο βάθος ~1000 m από το ίδιο επίπεδο, ενώ η επιφάνεια του βαθύτερου σώματος βρίσκεται σε βάθος ~6 Km.



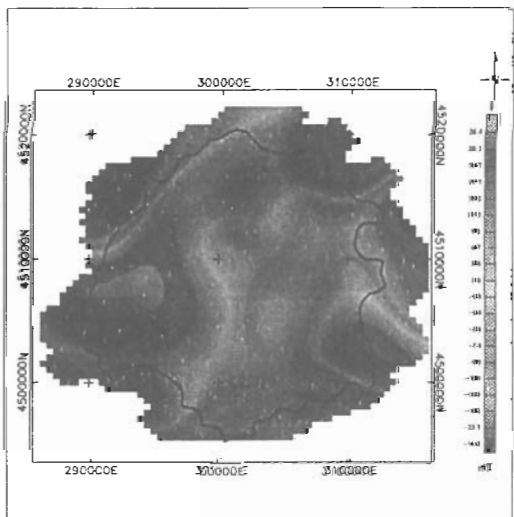
Εικ. 3: Λογαριθμικό φάσμα ισχύος μεσών οριών κατά μήκος διεκλάσεων του ασημένιων στο βορειο μαγνητικό πόλο δεδομένων του υπολειμματικού μαγνητικού πεδίου.
Fig. 3: Azimuthally averaged logarithmic power spectrum of the reduced to the pole total field data.

Το βαθύτερο σώμα πρέπει να αντιστοιχεί σε πολύ βαθιές δομές κάτω από το μεταμορφωμένο σύστημα της Θάσου, ενώ το ενδιάμεσο σώμα πιθανώς να αντιστοιχεί στον πρωινογενέσιο, ο οποίος έχει έντονες μαγνητικές ιδιότητες που οφείλονται στην κατά περιοχές βασική του προέλευση. Το ανώτερο σώμα πιθανό να αντιστοιχεί στις εμφανίσεις κοιτασμάτων Fe-Mn και Pd,Zn, του νησιού.



Εικ. 4α: Φίλτρο διεκλάσεων υψηλών κυματισμών. Το μήκος κύματος αποκοπής τέθηκε ίσο με 10 Km, ενώ το πλάτος της αποληρτικής ζώνης ήταν 1Km.

Fig. 4a: High pass filtered map of the total field anomaly map. The cut off wavelength was set to 10 Km while the roll off ramp was 1 Km long.

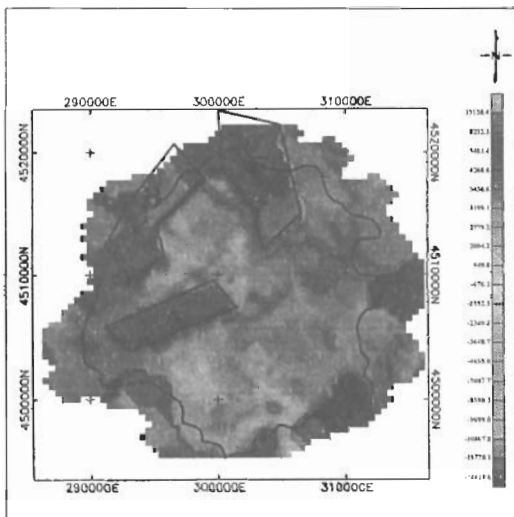


Εικ. 4β: Φίλτρο διεκλάσεων χαμηλών κυματισμών. Το μήκος κύματος αποκοπής τέθηκε ίσο με 8 Km, ενώ το πλάτος της αποληρτικής ζώνης ήταν 1Km.

Fig. 4b: Low pass filtered map of the total field anomaly map. The cut off wavelength was set to 8 Km while the roll off ramp is 1 Km long.

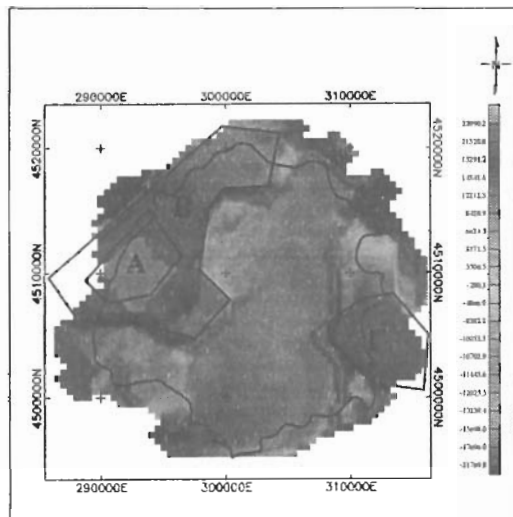
Πραγματοποιήθηκε φιλτράρισμα στο χώρο των κυματαρίθμων για τον διαχωρισμό των ανωμαλιών χρησιμοποιώντας το λογισμικό πακέτο του Hildenbrand (1983). Το φίλτρο διέλευσης υψηλών κυματαρίθμων που χρησιμοποιήθηκε για την ενίσχυση των επιφανειακών δομών, επιτρέπει την διέλευση ζώνης κυματαρίθμων με μήκη κυμάτων από 0 μέχρι 10Κm, ενώ το πλάτος της αποληκτικής ζώνης είναι 1Κm, δηλαδή η πλήρης διέλευση γίνεται για μήκη κυμάτων μεταξύ 1Κm και 9Κm. Στην εικόνα (4a) βλέπουμε το χάρτη των μικρών μηκών κυμάτων (high pass). Το φίλτρο διέλευσης χαμηλών κυματαρίθμων επιτρέπει την διέλευση κυματαρίθμων με μήκη κυμάτων μεγαλύτερα από 8Κm, ενώ το πλάτος της ζώνης απολήξεων είναι πάλι 1Κm, δηλαδή η πλήρης διέλευση γίνεται για μήκη κύματος μεγαλύτερα από 9 Κm. Στην εικόνα (4b) παρουσιάζεται το αποτέλεσμα της εφαρμογής του φίλτρου διέλευσης χαμηλών κυματαρίθμων (low pass).

Πραγματοποιήθηκε μετασχηματισμός ψευδοβαρύτητας χρησιμοποιώντας το λογισμικό πακέτο του Hildenbrand (1983), το οποίο εφαρμόζει την σχέση του Poisson, πολλαπλασιάζοντας τον μετασχηματισμό Fourier με φίλτρο που προτάθηκε από τον Lourenco (1973). Η ένταση της μαγνήτισης τέθηκε ίση με 45560γ, η οποία είναι η μέση τιμή του μαγνητικού πεδίου στη Θάσο. Η διαφορά μαγνητικής επιδεκτικότητας από το περιβάλλον θεωρήθηκε ίση με 500 (SI) για τα κοιτάσματα και 1000 (SI) για τον συμπιεγή προαιονογενέσιο, ενώ η διαφορά πυκνότητας τέθηκε ίση με 0.2gr/cm³, σύμφωνα με τις μετρήσεις που έγιναν σε δείγματα της περιοχής. Η έγκλιση και αποκλίση του διανύσματος της μαγνήτισης του κανονικού πεδίου της Γης τέθηκαν ίσες με $I=54^\circ$ και $D=1.5^\circ$ αντίστοιχα. Αυτές είναι οι τιμές που αντιστοιχούν στο σημερινό διάνυσμα της έντασης του γεωμαγνητικού πεδίου στην Β. Ελλάδα.



Ειχ. 5α: Χάρτης του επιτεδοποιημένου μαγνητικού πεδίου, των μικρού μήκους κύματος ανωμαλιών του μαγνητικού πεδίου. Οι συνεχείς γλειστές γραμμές παριστούν την προβολή στην επιφάνεια του εδαφούς των ορίων των σωματών τα οποία προκαλούν τις μικρού μήκους κύματος ανωμαλίες.

Fig. 5a: The result of the "terracing" inversion on the high pass filtered map. Close line is denoting the cross-section of the prismatic bodies causing the low wavelength anomalies.



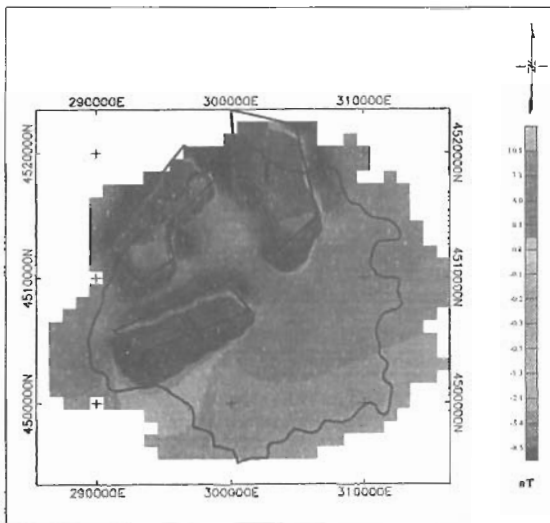
Ειχ. 5β: Χάρτης του επιτεδοποιημένου μαγνητικού πεδίου, των μεγάλου μήκους κύματος ανωμαλιών του μαγνητικού πεδίου. Οι συνεχείς γλειστές γραμμές παριστούν την προβολή στην επιφάνεια του εδαφούς των ορίων των σωματών τα οποία προκαλούν τις μεγάλου μήκους κύματος ανωμαλίες.

Fig. 5b: The result of the "terracing" inversion on the low pass filtered map. Close line is denoting the cross-section of the prismatic bodies causing the high wavelength anomalies.

Χρησιμοποιώντας την μέθοδο των Cordell και McCafferty (1989), τα δεδομένα του μετασχηματισμού της ψευδοβαρύτητας αντιστράφηκαν με την μέθοδο της "επιπεδοποίησης" σε ομογενείς επίπεδες περιοχές, που χωρίζονται από απότομα όρια. Οι επίπεδες αυτές περιοχές αντιστοιχούν σε περιοχές με ίσες τιμές της φυσικής ποσότητας που στην περίπτωση του μαγνητικού πεδίου είναι η μαγνήτιση. Πρόκειται για μια μέθοδο αντιστροφής η οποία παράγει τα οριζόντια όρια των μαγνητικών σωμάτων. Τα όρια των περιοχών με υψηλές τιμές μαγνήτισης, χρησιμοποιήθηκαν στην οριοθέτηση των προβολών στην επιφάνεια των πολυγωνικών τριαιμάτων των μοντέλων των μαγνητικών πηγών. Οι περιοχές αυτές φαίνονται στις εικόνες (5α) και (5β) για τις μικρού και μεγάλου μήκους ανωμαλίες αντίστοιχα και συγκεντρώνονται στο ανατολικό και δυτικό τμήμα του νησιού.

5. ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΑΝΩΜΑΛΙΩΝ ΤΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ

Η κατασκευή των μοντέλων έγινε με την μέθοδο του Plouff (1976). Η μέθοδος υπολογίζει το μαγνητικό πεδίο που προαλούν τριαιδιάστατα τριαιματικά μαγνητικά σώματα, τα οποία αποτελούνται από τμήματα πεπερασμένων πάχους των οποίων οι προβολές στην επιφάνεια είναι πολύγωνα. Η πάνω και η κάτω επιφάνεια των σωμάτων είναι οριζόντιες, ενώ οι κάθετες πλευρές τους είναι τεινόμενα επίπεδα, πρόκειται δηλαδή για τριαιματά. Τα όρια των πολυγώνων που καθορίστηκαν από την επιπεδοποίηση τέθηκαν ως περιορισμοί στα μοντέλα. Μεταβάλλοντας τις ελεύθερες παραμέτρους του μοντέλου, δηλαδή την μαγνητική επιδεκτικότητα και τις κατακόρυφες διαστάσεις, προκύπτει η τελική λύση του προβλήματος. Η λύση αυτή επιτυγχάνεται όταν ταυτίζεται το πεδίο που προαλούν τα μαγνητισμένα σώματα με το μαγνητικό πεδίο της περιοχής πραγματοποιώντας διαδοχικές προσεγγίσεις. Τα γεωλογικά στοιχεία και τα αποτελέσματα της μεθόδου Spector και Grand (1970) ελήφθησαν υπόψη στην κατασκευή των μοντέλων.



Εικ. 6α: Χάρτης της μαγνητικής ανωμαλίας που οφείλεται στις μικρού μήκους κλίμακας μαγνητικές πηγές. Οι κλειστές γραμμές παριστούν την προβολή στην επιφάνεια του εδάφους των σωμάτων τα οποία προαλούν τις ανωμαλίες αυτές.

Fig. 6a: The computed effect of the vertical prisms causes the high wavelength anomalies. Close lines denote the cross-section of those prismatic bodies.

Τα μοντέλα των μικρού μήκους κλίμακας ανωμαλίων, με μήκη κλίμακας μικρότερα του 10Km, αποτελούνται από τρία πολυγωνικά τριαιματά. Και για τα τρία σώματα θεωρήθηκε ότι είχαν μόνο εταρομένη μαγνήτιση, ενώ η διεύθυνση της μαγνήτισης των σωμάτων τέθηκε ίση με αυτή του γεωμαγνητικού πεδίου για την περιοχή, δηλαδή έχοντας έγκλιση 54° και αποκλίση 15° . Στην εικόνα (6α) φαίνεται το μαγνητικό πεδίο που προαλούν τα τριαιματά που προσομοιάζουν τα σώματα τα οποία προαλούν τις μικρού μήκους κλίμακας ανωμαλίες.

Το πρώτο σώμα (Α στην εικόνα 6α) αρχίζει από βάθος 200m κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, μέχρι 350m. Στην ερημνεία έχει ληφθεί υπόψη το μέσο ύψος πτήσης του αεροπλάνου, δηλαδή τα 275m πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, οπότε το βάθος της πάνω επιφάνειας του τριαιματος είναι 475m από την επιφάνεια που έγιναν οι μετρήσεις. Η πάνω επιφάνεια του δεύτερου σώματος (Β στην εικόνα 6α) αρχίζει στα 100m βάθος, ενώ η κάτω φτάνει τα 300m. Για το τρίτο σώμα (Γ) οι αντίστοιχες τιμές είναι 120m και 350m.

Οι τιμές της μαγνητικής επιδεκτικότητας των τριών σωμάτων στο σύστημα S.I. είναι $565 \cdot 10^{-5}$, $1005 \cdot 10^{-5}$ και $630 \cdot 10^{-5}$, αντίστοιχα. Οι τιμές αυτές βρίσκονται σε καλή συμφωνία με αυτές που μετρήθηκαν στα κοιτάσματα της Θάσου.

Οι μικρού μήκους κύματος ανωμαλίες, πιθανώς, σχετίζονται με τις εμφανίσεις κοιτασμάτων Pb-Zn και Fe-Mn στο δυτικό τμήμα της Θάσου. Τα μοντέλα δίνουν το συνολικό μαγνητικό αποτέλεσμα των σωμάτων που τα συνιστούν, δηλαδή το αποτέλεσμα των περιβάλλοντων πετρωμάτων και των κοιτασμάτων, τα οποία έχουν μια μέση μαγνητική επιδεκτικότητα στον συνολικό όγκο του μοντέλου, ίση με αυτή που υπολογίσθηκε για το μοντέλο.

Τα μοντέλα των μεγάλου μήκους κύματος ανωμαλιών, με μήκη κύματος μεγαλύτερα των 8Km, συνίστανται επίσης από τρία πολυγωνικά πρόγραμμα. Θεωρήθηκε, όπως και στην περίπτωση των μικρού μήκους κύματος ανωμαλιών, ότι τα πρόγραμμα αυτά έχουν μόνο ελεγμένη μαγνήτιση. Στην εικόνα (6β) φαίνεται το μαγνητικό πεδίο που προακυλούν τα σώματα που προσομοιώνουν τις μεγάλου μήκους κύματος ανωμαλίες.

Το πρώτο σώμα (Α στην εικόνα 6β) βρίσκεται σε μικρότερο βάθος, επάνω από το δεύτερο (Β), έχει μικρότερες διαστάσεις και μεγαλύτερη μαγνήτιση και αρχίζει από βάθος 350m κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, μέχρι τα 550m. Αποτελεί την προς τα κάτω συνέχεια του σώματος που εντοπίστηκε από την μελέτη των μικρού μήκους κύματος ανωμαλιών, για την ίδια περιοχή και η μαγνητική του επιδεκτικότητα έχει τιμή $1005 \cdot 10^{-5}$ στο S.I. Το δεύτερο σώμα έχει τις μεγαλύτερες διαστάσεις, η επάνω του επιφάνεια αρχίζει στα 600m βάθος, ενώ η κάτω του φτάνει τα 1400m και η τιμή της μαγνητικής του επιδεκτικότητας είναι $500 \cdot 10^{-5}$ στο S.I. Το τρίτο σώμα (Γ στην εικόνα 6β) βρίσκεται στην ανατολική πλευρά της Θάσου, η πάνω του επιφάνεια βρίσκεται σε βάθος 1000m, ενώ η κάτω του σε βάθος 2000m και η μαγνητική του επιδεκτικότητα είναι ίδια με το προηγούμενο σώμα, δηλαδή $500 \cdot 10^{-5}$ S.I.

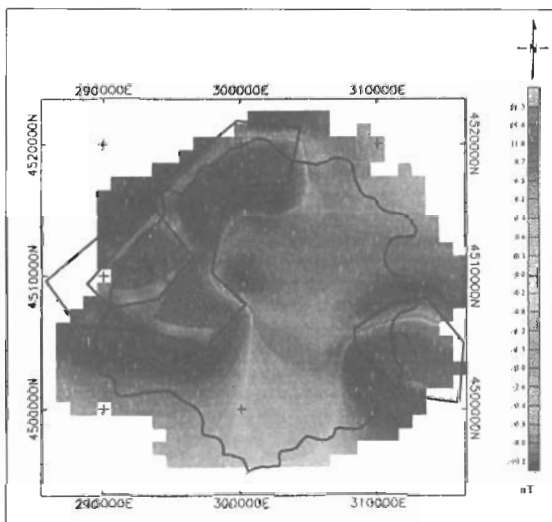
Το πρώτο σώμα αντιστοιχεί πιθανά σε κάποια μεταλλοφορία, από αυτές που έχουν ήδη αναφερθεί, ενώ τα δύο επόμενα σώματα αντανακλούν πιθανά συγκροτημένες μαγνητικών ορυκτών στο γενεσιακό υπόβαθρο, συμφωνούν δε με το βάθος ταφής και τις διαστάσεις του "γενεσιακού πυρήνα", όπως αναφέρεται από τον Βουρζάκη (1954) ο πρωτογενεύσιος των Κοινύρων.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι μικρού μήκους κύματος ανωμαλίες εξηγούνται από 3 σώματα με σχήμα τριόμοιου, που πιθανόν να αντιστοιχούν σε μεταλλοφόρες δομές. Τα σώματα βρίσκονται σε μικρά βάθη από την επιφάνεια του εδάφους, ενώ το πάχος τους είναι περιορισμένο. Οι μεγάλης έκτασης ανωμαλίες εξηγούνται επίσης από 3 περιοριστικά σώματα.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εργασία αυτή εκπονήθηκε στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου "Το Γεωμαγνητικό πεδίο στην



Εικ. 6β: Χάρτης της μαγνητικής ανωμαλίας που οφείλεται στις μεγάλου μήκους κύματος μαγνητικές πηγές. Οι κλειστές γραμμές παριστούν την προβολή στην επιφάνεια του εδάφους των σωμάτων τα οποία προακυλούν τις ανωμαλίες αυτές.

Fig. 6b: The computed effect of the vertical prisms causes the low wavelength anomalies. Close lines denote the cross-section of those prismatic bodies.

Μακεδονία και την Θράκη και η σχέση του με την γεωφυσική και γεωλογική δομή της περιοχής", το οποίο χορηματοδοτήθηκε από τη ΓΓΕΤ στο πρόγραμμα ΥΠΕΡ 1995.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ABEM. 1966, Final Report on an Airborne Geophysical Survey carried out for the Greek Institute for Geology and Subsurface Research during the year 1966 by ABEM-AB Elektrisk Malmletning, Stockholm.
- BARANOV, V. and NAUDY, H. 1964, Numerical calculations of the formula of reduction to the magnetic pole, *Geophysics*, **29**, 67-79.
- ΒΟΡΕΑΔΗΣ, Γ. Δ. 1954, Γεωλογικά και Κοιτασματολογικά Έρευνα εν Θάσσο. Ι.Γ.Μ.Ε. Αθήνα 3., 227-282.
- CORDELL, L., and McCAFFERTY, A. E. 1989, A Terracing Operator for Physical Property Mapping with Potential Field Data. *Geophysics*, **54**, 621-634.
- HILDENBRAND, T. G. 1983, FFTFIL: A Filtering Program Based on Two-dimensional Fourier Analysis. U.S.G.S. Open -file Report, 83-287.
- LOURENCO, J. S. 1973, Analysis of Three-component Magnetic Data. Ph.D. Thesis, University of California, Berkeley.
- ΜΑΚΡΗΣ Ι. and ΣΤΑΥΡΟΥ Α. 1984, Compilation of Gravity Maps of Greece, University of Hamburg, Hamburg.
- PHILLIPS, J. D. 1992, TERRACE: A Terracing Procedure for Gridded Data, with FORTRAN Programs, and VAX command procedures, Unix C-Shell and DOS implementations. U.S.G.S. Open File Report, 92-5, 27pp.
- PLOUFF, D. 1976, Gravity and Magnetic Fields of Polygonal Prisms and Application to Magnetic Terrain Corrections. *Geophysics*, **41**, 727-741.
- SPECTOR, A. and GRANT, F. S. 1970, Statistical Models for Interpreting Aeromagnetic Data. *Geophysics*, **35**, 293-302.
- VAVELIDIS, M. 1978, Petrographische und lagerstaettenkundliche Untersuchungen im Gebiet von Kinyra auf Thassos (Norgriechenland). Diplom Arbeit. Universitaet Stuttgart, 66pp., Stuttgart.
- VAVELIDIS, M., and AMSTUTZ, G. C. 1983a, Investigations on the gold occurrences in the Kinyra and Thasos (city) area on Thasos Island (Greece). In H.J. Schneider (eds). *Mineral Deposits of the Alpine Epoch in Europe*, 359-365, (Springer-Verlag, Berlin).
- VAVELIDIS, M., and AMSTUTZ, G.C. 1983b, New Genetic Investigations on the Pb-Zn Deposits of Thasos (Greece). In H.J. Schneider (eds). *Mineral Deposits of the Alpine Epoch in Europe*, 385-391, (Springer-Verlag, Berlin).
- VAVELIDIS, M., ELEFThERiADIS, G. and KASSOLI-FOURNARAKI, A. 1988. A petrological study of the crystalline complex in the Island Thasos. *Ann. Geol. Pays Hellen.* **33**, 203-216
- ZAXOS Σ. 1982, Γεωλογικός χάρτης Ελλάδος. Φύλλο Θάσου, κλίμακα 1:500.000, Εκδόσεις Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.