

Η ΠΙΘΑΝΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΙΣΤΙΑΙΑΣ (Β. ΕΥΒΟΙΑ) ΟΠΩΣ ΑΥΤΗ ΣΥΝΑΓΕΤΑΙ ΑΠΟ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΗΣ

Α. Παυλόπουλος*, Ι. Παρχαρίδης* και Γ. Σταμάτης*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή ερευνάται η πιθανή δομή των υποκειμένων των Νεογενών ιζημάτων, σχηματισμών στην περιοχή της Ιστιαίας, στη Β. Εύβοια. Η δομή αυτή συνάγεται από τη μορφομετρική επεξεργασία του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής, κατά την οποία μετρήθηκαν τα μήκη των κλάδων 3ης τάξης, τα οποία, στη συνέχεια, παρουσιάστηκαν σε χάρτη αντιστοιχών ισοπληθών. Στο χάρτη αυτό άξονες που διέρχονται από περιοχές όπου εντοπίζονται μικρές τιμές μηκών αντιστοιχούν σε "θετικές" δομές (αντίκλινα) ενώ άξονες κλάδων τρίτης τάξης που διέρχονται από σημεία με μεγάλα μήκη, εκφράζουν "αρνητικές δομές" (σύγκλινα). Η σύμπτωση των πιθανών αυτών δομών με τις αντίστοιχες πραγματικές δομές που παρατηρούνται στην ύπαιθρο ή συνάγονται από έμμεσες παρατηρήσεις (γεωφυσικές) τις περισσότερες φορές είναι απόλυτη. Ορισμένες φορές, όμως, παρατηρείται μια ελαφρά σχετική μετατόπιση.

ABSTRACT

In the present paper is examined the deep structure of the Istiaia region (N. Euboea). The deep structure is deduced by measuring the length of the 3rd order streams of the drainage system developed in the above area. The measured lengths are presented in the form of isopleth map. In this map, the axes which pass over high values of lengths correspond to "negative" structures (synforms), while axes uniting low values of lengths express "positive" structures (antiforms). The coincidence of the structures revealed by this method with those measured, where possible, in the field is quite accurate. Sometimes a slight parallel dislocation is observed.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ - INTRODUCTION

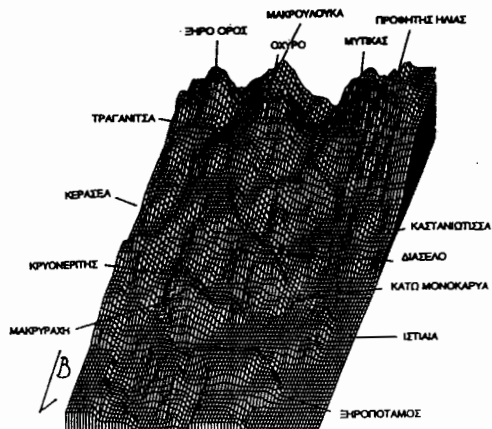
Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο βόρειο τμήμα της Εύβοιας, μεταξύ Νεοχωρίου-Ιστιαίας και Καστανιώτισσας στα δυτικά, Κερασιάς και Αγδινών στα ανατολικά, ενώ προς βορρά ορίζεται από τον δίαυλο των Ωρέων και προς νότο από το Τελέθριο Προς και τα χωριά Αγία Άννα και Κούρκουλοι.

Σκοπός της εργασίας είναι η εφαρμογή μεθόδου απόκτησης πληροφοριών σχετικά με το είδος της πιθανής βαθιάς τεκτονικής δομής όπως αυτή συνάγεται από την επεξεργασία στοιχείων του υδρογραφικού δικτύου που αναπτύσσεται στην παραπάνω περιοχή. Στη συνέχεια θα αναφερθούμε στη μέθοδο αυτή.

ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ - GEOMORPHOLOGY

Το ανάγλυφο της περιοχής χαρακτηρίζεται από μία ομαλή κλίση η οποία

* Γεωργικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εργαστήριο Ορυκτολογίας - Γεωλογίας, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα.



Σχ. 1: Τρισδιάστατη αναπαράσταση του ανάγλυφου της περιοχής Ιστιαιίας.

Fig. 1: 3-D presentation of the relief of the Istiaia region.

Το υδρογραφικό αυτό δίκτυο, σε συνδυασμό με την επικρατούσα λιθολογία, έχουν διαμορφώσει στην περιοχή ένα μεγάλο αριθμό λεκανών με ήπιο ανάγλυφο.

ΓΕΩΛΟΓΙΑ - GEOLOGY

Η περιοχή δομείται κυρίως από σχηματισμούς της Υποελαγονικής ζώνης και Νεογενείς σχηματισμούς του Αν. Μειόκαινου-Πλειόκαινου (Σχ. 2). Οι σχηματισμοί αυτοί, όπως φαίνονται στους γεωλογικούς χάρτες 1:50.000 του ΙΓΜΕ (ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ & αλ. 1980. ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ & αλ. 1983), είναι ποταμολιμνιάϊας φάσεως με συμμετοχή κυρίως μαργαϊκών τραβερτινοειδών ασβεστολίθων, κροκαλοπαγών, κροκαλολατυποπαγών με ασβεστολιθικά και δολομιτικά στοιχεία, συμπαγών μαργών και ψαμμιτών καθώς και αδρομερών κροκαλοπαγών. Επίσης στην περιοχή εμφανίζονται σε περιορισμένη έκταση, κυρίως στα ανατολικά, οφιολιθικοί σχηματισμοί, η σχιστοκερατολιθική διάπλαση του Μέσου-Ανώτερου Ιουραϊκού και Μεσοζωικοί ανθρακικοί σχηματισμοί (κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι, δολομίτες). Στο νοτιοδυτικό τμήμα της περιοχής εμφανίζονται, επίσης Νεοπαλαιοζωικοί-Μεσοτριάδικοί μετακλαστικοί σχηματισμοί και το Παλαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο (γνεύσιοι, γνευσιοσχιστόλιθοι, αμφιβολίτες).

Οι κύριοι ορατοί άξονες διαρρήξεων, όπως διαπιστώνεται από την εξέταση των παραπάνω γεωλογικών χαρτών, είναι τρεις, με προσανατολισμούς ΒΔ-ΝΑ, ΒΑ-ΝΔ και Α-Δ (Σχ. 2).

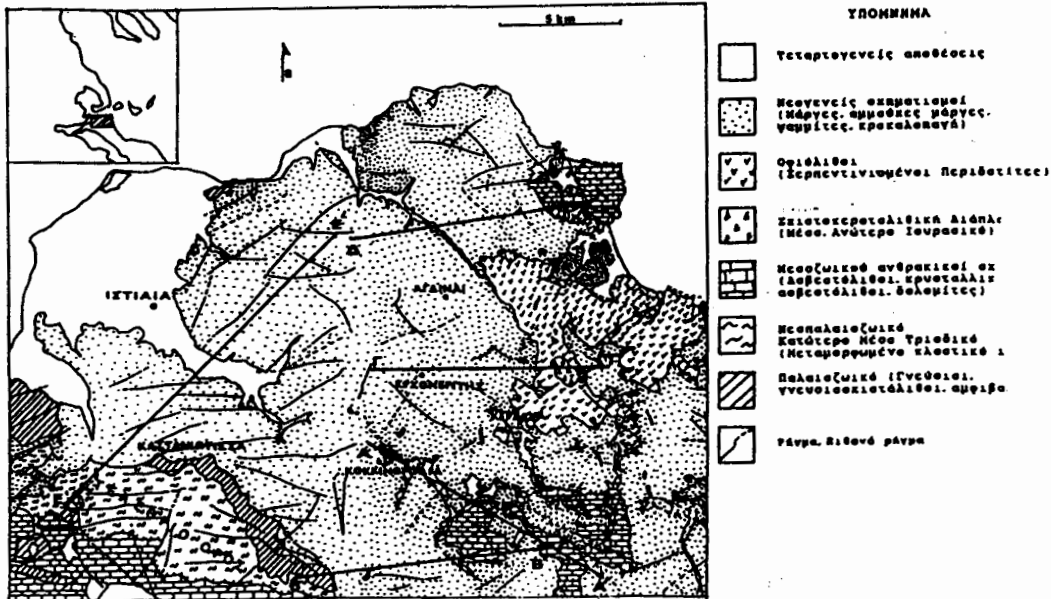
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ - METHODOLOGY

Οι Ρώσοι γεωλόγοι πετρελαίου (GVIN, 1965) αναγνώρισαν πρώτοι ότι οι μεταβολές των μηκών των κλάδων ενός υδρογραφικού δικτύου συνδέονται με βαθιές τεκτονικές δομές οι οποίες καλύπτονται από ζηματογενείς σχηματισμούς. Τα αίτια του συσχετισμού αυτού είναι ασαφή αν και επιβεβαιώνονται σχεδόν σε κάθε περίπτωση. Η σχέση αυτή χρησιμοποιήθηκε με επιτυχία σε διάφορα περιβάλλοντα τόσο ηπειρωτικά όσο και υποθαλάσσια.

Οι LEEDEER & JACKSON (1993) μελέτησαν, συγκριτικά σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας και των ΗΠΑ την επίδραση των διαρρήξεων στην ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου. Στις περιοχές αυτές περιλαμβάνεται και τμήμα της Β. Εύβοιας. Επίσης, ο ASTARAS (1985) ασχολείται με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου

αναπτύσσεται, περίπου αμφιθεατρικά, από τα ανατολικά προς τα βορειοδυτικά (Σχ. 1). Τα υψηλότερα σημεία τα οποία συναντούμε είναι οι κορυφές Μακρουλούκα (853m), Οχυρό (794m), Διάσελο (647m) και Τραγανίτσα (694m). Η περιοχή προς τα νότια οριοθετείται από το έντονο ανάγλυφο του Τελέθριου Όρους με ψηλότερες κορυφές, εντός της περιοχής μελέτης, τον Προφήτη Ηλία (970m), Μακρουλούκα (821m) και τον Μύτικα (800m). Στο βορειοδυτικό τμήμα, στο οποίο αναπτύσσεται η λεκάνη της Ιστιαιίας, το μεγαλύτερο υψόμετρο δεν ξεπερνά τα 200m.

Η περιοχή αποστραγγίζεται, επιφανειακά από ένα υδρογραφικό δίκτυο που αποτελείται από πολλά μικρά ρέματα τα οποία καταλήγουν στον Ξηροπόταμο, ο οποίος αποτελεί και τον κύριο αποδέκτη του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής.



Σχ. 2: Γεωλογικό σκαρίφημα της περιοχής Ιστιαιάς, στο οποίο φαίνονται τα ίχνη των γεωλογικών τομών.

Fig. 2: Geological scetch of the Istiaia area showing, also, the traces of the geological sections.

ου στην περιοχή Ολύμπου, Πιερίων όπως αυτό προκύπτει από παρατηρήσεις δορυφορικών εικόνων.

Η μέθοδος εργασίας που εφαρμόσαμε στην παρούσα εργασία στηρίζεται στις τεχνικές ανάλυσης των μορφολογικών χαρακτηριστικών μίας περιοχής (RACZOWSKI et al., 1984: SHEIDEGGER, 1980: COLLINA-GIRARD et al., 1990).

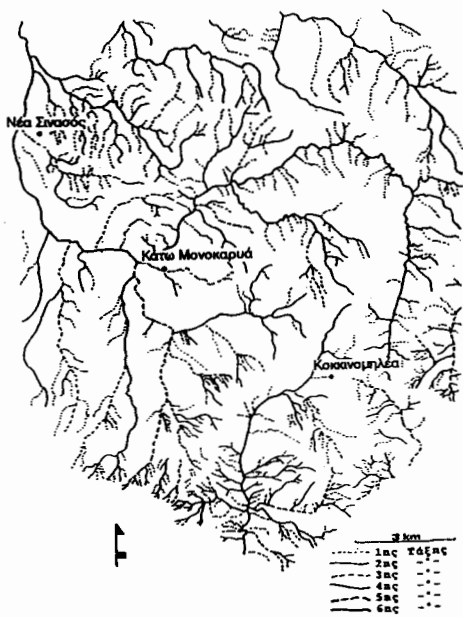
Η ανάπτυξη της τεχνικής αυτής στηρίζεται στην καλύτερη εκμετάλλευση λεπτομερών δεδομένων που μπορούν να συλλεχθούν από ένα τοπογραφικό χάρτη διευκολύνοντας αρχικών συμπερασμάτων, τα οποία είναι δυνατό να επαληθευθούν από δεδομένα γεωτρήσεων ή γεωφυσικών διασκοπήσεων.

Για την εφαρμογή της μεθόδου, σχεδιάζουμε πρώτα το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής που μας ενδιαφέρει με βάση τους τοπογραφικούς χάρτες 1: 50.000 της ΓΥΣ. Στη φάση σχεδιασμού προσαθούμε να είμαστε κατά το δυνατόν ακριβείς και να συμπεριλάβουμε όλους τους κλάδους του δικτύου που διακρίνονται στους χάρτες αυτούς. Στη συνέχεια ταξινομούμε τους κλάδους σύμφωνα με την αρίθμηση του HORTON (1945) η οποία φαίνεται ότι προσφέρεται καλύτερα για το σκοπό που μας ενδιαφέρει (Σχ. 3) δεδομένου ότι η τάξη κάθε κλάδου παραμένει σταθερή σε όλο το μήκος κάθε κλάδου.

Οι κλάδοι 1ης τάξης θεωρούνται γενικά ως μη χρήσιμοι δεδομένου ότι τα μήκη τους είναι πολύ μικρά, και επιπλέον αρκετοί κλάδοι 1ης τάξης είναι ασαφείς. Οι κλάδοι 2ης τάξης θεωρούνται επίσης μη χρησιμοποιήσιμοι δεδομένου ότι εξαρτώνται κύρια από τις λιθολογικές ανομοιογένειες της γήινης επιφάνειας. Οι κλάδοι που εμφανίζονται ως πιο ενδιαφέροντες είναι αυτοί της 3ης τάξης. Οι κλάδοι αυτοί παρουσιάζουν το πλεονέκτημα να είναι αρκετοί σε αριθμό για στατιστική ανάλυση και η ακρίβεια αποτύπωσης τους είναι υψηλή (COLLINA - GIRARD et GRIBOULARD, 1990).

Έχει αποδειχτεί ότι η κατανομή των μηκών των κλάδων 3ης τάξης ελέγχεται από τις βαθειές τεκτονικές δομές. Έτσι άξονες που αντιστοιχούν σε προσανατολισμένες κατανομές μικρών κλάδων 3ης τάξης φανερώνουν "θετικές δομές"

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



Σχ. 3: Ταξινόμηση του υδρογραφικού δικτύου κατά HORTON (1945).

Fig. 3: Classification of the drainage network after HORTON (1945)

ληλη μετατόπιση που παρατηρείται ορισμένες φορές μεταξύ της θέσης των δομών βάθους και των επιφανειακών τους εκδηλώσεων, δεν διαταράσσει την πιστή παραλληλία των γενικών προσανατολισμών τους.

ΕΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΜΗΚΩΝ ΤΩΝ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡ. ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΒΑΘΟΥΣ. - CORRELATION BETWEEN THE STREAM LENGTHS AND THE DEEP STRUCTURE

Στην προσπάθεια εφαρμογής των παραπάνω αναφερθέντων τεχνικών, αποτιώσαμε το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής μελέτης. Το δίκτυο αυτό είναι δενδριτικού τύπου (Σχ. 3). Η υδρογραφική του πυκνότητα υπολογίζεται από το γνωστό τύπο:

Η τιμή της D υπολογίσθηκε ίση με 2,2 m/m². Η τιμή αυτή είναι χαρακτηριστική για υδροπερατά πετρώματα στην επιφάνεια των οποίων αναπτύσσεται ένα αραιής έως μέσης πυκνότητας υδρογραφικό δίκτυο. (STRAHLER, 1965).

Από την αρίθμηση των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου προκύπτει ότι ο κεντρικός άξονας αποστράγγισης, που αντιστοιχεί στον Ξηροπόταμο, είναι 6ης τάξης. Αφού πραγματοποιήθηκε η αρίθμηση του υδρογραφικού δικτύου προχωρήσαμε στη μέτρηση των μηκών των κλάδων 3ης τάξης. Τα μετρηθέντα μήκη τοποθετήθηκαν σε χάρτη ως σημεία τα οποία αντιστοιχούν στο μέσο κάθε κλάδου.

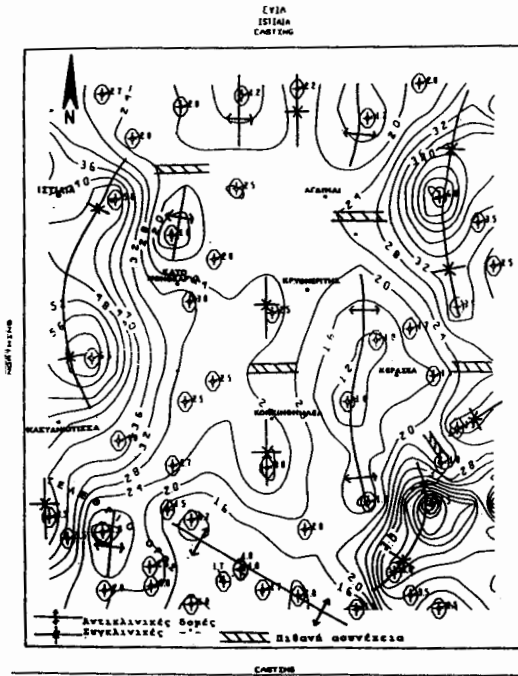
Με τη βοήθεια του λογισμικού RocworksTM GridzoTM σχεδιάσαμε τον χάρτη ισοπληθών των μηκών των κλάδων τρίτης τάξης (Σχ. 4). Η μορφή και ο προσανατολισμός των ισοπληθών μας καθορίζουν τις θέσεις των αξόνων των συγκλίπων, αντικλίπων και τεκτονικών ασυνεχειών.

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ, ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - EVALUATION OF DATA, CONCLUSIONS.

Από την παρατήρηση των μορφών των ισοπληθών και τις τάσεις εξέλιξης των

(αντίκλινα), ενώ άξονες των κλάδων τρίτης τάξης μεγάλου μήκους αντιστοιχούν σε "αρνητικές δομές" (συγκλίνα) (GVIN, 1965: GRIBOULARD, 1980: PRUD HOMME, 1972: COLLINA - GIRARD et GRIBOULARD, 1990). Η αντιστοιχία αυτή εξηγείται αν λάβουμε υπόψη ότι στη ζώνη που αντιστοιχεί στο σάγμα ενός αντικλίνου έχουμε ισχυρές εφελκυστικές τάσεις οι οποίες ρηγματώνουν έντονα τα πετρώματα. Οι ρηγματώσεις αυτές ευνοούν την ανάπτυξη, μεταγενέστερα, πολλών σχετικά ρευμάτων μικρού όμως μήκους. Αντίθετα, σε μία περιοχή η οποία διασχίζεται από ένα συγκλιτικό άξονα ευνοείται ο σχηματισμός λίγων αλλά επιμηκέστερων ρευμάτων. Ένα άλλο χαρακτηριστικό που πρέπει να λάβουμε υπόψη μας είναι ότι όσο πιο υψηλή είναι η τάξη των κλάδων που χρησιμοποιούνται τόσο βαθύτερη είναι η δομή που εκφράζεται από την μορφομετρία τους (GRIBOULARD & PRUD HOMME 1985).

Ως παράδειγμα αναφέρεται η σχέση των μεγάλων Ευρωπαϊκών ποταμών (Ρήνος, Ροδανός, κάτω ρους Σηκουάνα) οι οποίοι συνδέονται με κύριες βαθιές τεκτονικές δομές. Μία ελαφρά παρά-



Εχ. 4: Χάρτης ισοπληθών των μηκών των κλάδων 3ης τάξης με τις αντίστοιχες πιθανές βαθιές δομές.

Fig. 4: Contour map of the lengths of the 3rd order streams with the respective probable deep structures.

υπόκεινται των Νεογενών. Στις περιπτώσεις που οι υποκείμενοι των Νεογενών σχηματισμοί εμφανίζονται στην επιφάνεια, και είναι χαρτογραφημένοι, η δομή τους συνάγεται από τους γεωλογικούς χάρτες (Σχ. 6).

Από κάθε τομή προκύπτουν οι ακόλουθες παρατηρήσεις:

Τομή Α-Α'

Έχει ΒΔ-ΝΑ/κή διεύθυνση. Κατά μήκος της τομής αυτής εμφανίζονται, επιφανειακά, οι σχηματισμοί του Νεογενούς, που καλύπτουν και το μεγαλύτερο μέρος, ενώ εμφανίζονται και ανθρακικοί σχηματισμοί του Ιουρασικού. Με βάση τα αποτελέσματα των μορφομετρικών μεθόδων σχεδιάστηκαν οι πιθανές δομές των βαθύτερων σχηματισμών, οι οποίοι χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη ενός συγκλίνου στο ανατολικό άκρο της τομής και ενός αντικλίνου στο μέσον της. Υπάρχει μία μικρή απόκλιση από την θέση των αξόνων των πτυχών όπως αυτές σχεδιάστηκαν στην τομή, και των αξόνων που συνάγονται από την μορφομετρική μέθοδο που εφαρμόσαμε. Το φαινόμενο αυτό δεν επεξηγείται από τα βιβλιογραφικά δεδομένα. Ενδεχόμενα να παρεμβαίνει ο χρονισμός μεταξύ της ανάπτυξης του υδρογραφικού δικτύου και της εξέλιξης των τεκτονικών γεγονότων.

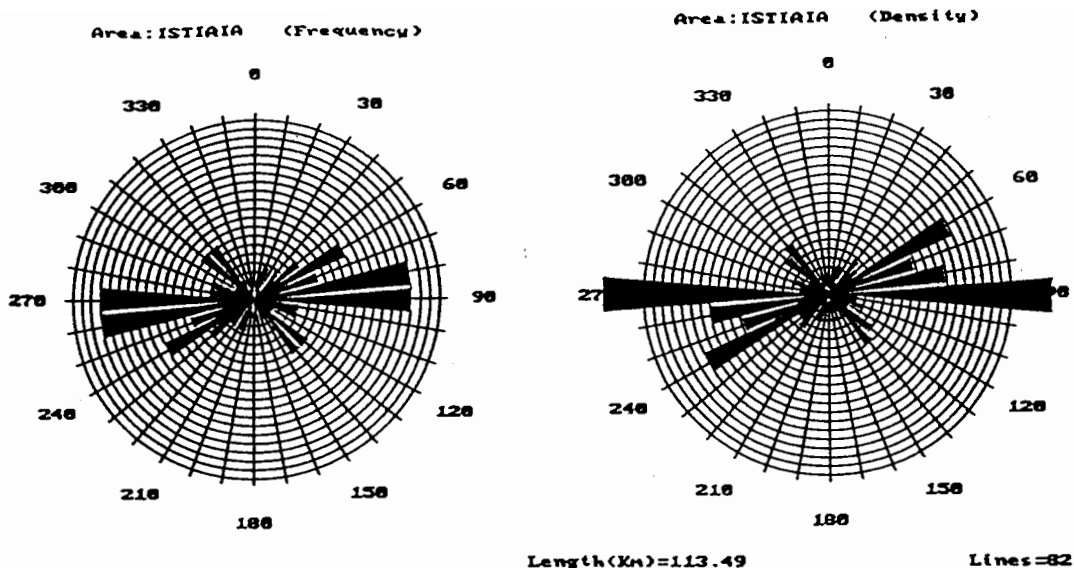
Τομή Β-Β'

Έχει περίπου διεύθυνση Α-Δ. Στο δυτικό της τμήμα διατρέχει Παλαιοζωϊκούς σχηματισμούς ενώ στο ανατολικό Ιουρασικούς ανθρακικούς σχηματισμούς. Από

μηκών των κλάδων 3ης τάξης διαπιστώνουμε ότι στο κεντρικό και βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης οι άξονες των συγκλίνων και αντικλίνων έχουν γενική διεύθυνση Β-Ν. Στο νότιο και ανατολικό τμήμα οι άξονες αυτοί έχουν ΒΔ-ΝΑ/κή και ΒΑ-ΝΔ/κή διεύθυνση, αντίστοιχα.

Στο χάρτη του σχήματος 4 απεικονίζονται επίσης υποθετικά ρήγματα με γενική διεύθυνση Α-Δ. Ένα από τα υποθετικά ρήγματα, στο νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης, έχει ΒΔ-ΝΑ/κή διεύθυνση. Η ομάδα των ρηγμάτων με διεύθυνση Α-Δ είναι παράλληλη με το δίαυλο των Ωρεών (βόρεια ακτή Εύβοιας) και επιβεβαιώνεται από την στατιστικώς επικρατούσα διεύθυνση, όπως αυτή συνάγεται από τη στατιστική επεξεργασία των ρηγμάτων του γεωλογικού χάρτη (Σχ. 5). Το ρήγμα με ΒΔ-ΝΑ/κή διεύθυνση είναι παράλληλο με την διεύθυνση των ακτών του νησιού στο Βόρειο Ευβοϊκό και το Αιγαίο (LEEDER & JACKSON, 1993).

Με βάση τις παραπάνω παρατηρήσεις κατασκευάσαμε ένα αριθμό γεωλογικών τομών στις οποίες απεικονίζουμε τη δική μας εκδοχή για την δομή των σχηματισμών που



Σχ. 5: Ροδοδιαγράμματα των ρηγμάτων που σημειώνονται στους γεωλογικούς χάρτες της περιοχής.

Fig. 5: Rododiagrams of the faults referred to the geological maps of the region.

την εφαρμογή της μορφομετρικής μεθόδου σχεδιάστηκε η αντίστοιχη τομή στην οποία φαίνονται οι βαθειές δομές. Οι δομές που συνάγονται με την επεξεργασία των στοιχείων από την εφαρμογή της μορφομετρικής μεθόδου χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη ενός σύγκλινου στο ανατολικό άκρο και ενός αντίκλινου, περίπου στο μέσο της τομής και κάτω από το Νεογενές. Η ταύτιση των αποτελεσμάτων της μορφομετρικής μεθόδου και των δεδομένων των γεωλογικών χαρτών, εδώ, είναι απόλυτη.

Τομή Γ-Γ'

Η διεύθυνση της είναι περίπου Α-Δ. Από την μορφομετρική ανάλυση σχεδιάστηκε η γεωλογική τομή στην οποία διακρίνονται τρεις πιθανοί άξονες πτυχώσεων : δύο σύγκλινα στα άκρα της τομής και ένα αντίκλινο στο μέσο της. Απο τα στοιχεία που διαθέτουμε διαπιστώνουμε ότι το σύγκλινο που διαμορφώνεται στο ανατολικό τμήμα της τομής συμπίπτει με αυτό που έχει προβλεφθεί από την εφαρμογή της μεθόδου.

Τομή Δ-Δ'

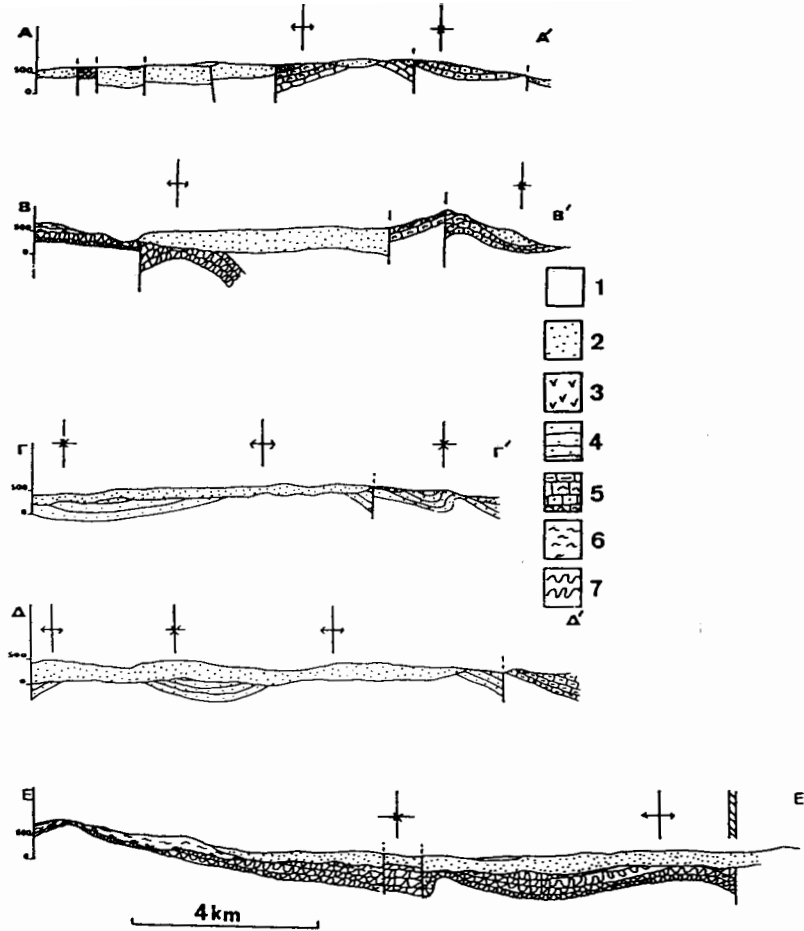
Η διεύθυνσή της είναι ΑΒΑ-ΔΝΔ. Στην τομή αυτή, από την μορφομετρική ανάλυση, προκύπτει μια σειρά παραλλήλων πτυχώσεων, το είδος των οποίων εναλλάσσεται. Τα σημερινά στοιχεία που διαθέτουμε δεν επιβεβαιώνουν αυτή τη δομή.

Τομή Ε-Ε'

Η διεύθυνσή της είναι ΒΑ-ΝΔ. Με βάση τα αποτελέσματα της μορφομετρικής μεθόδου διακρίνουμε ένα σύγκλινο περίπου στη μέση της τομής και ένα αντίκλινο στο ΒΑ/κό άκρο. Επιπλέον στο ΒΑ/κό άκρο διακρίνεται και μία τεκτονική ασυνέχεια η οποία αντιστοιχία πιθανότατα σε κάποιο ρήγμα.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - REFERENCES

ASTARAS, TH. (1985). Drainage network analysis of LANDSAT images of the olympus-Pieria mountain area, northern Greece. Int. j. REMOTE SENSING,



Σχ. 6: Γεωλογικές τομές με τις πιθανές βαθιές δομές. 1. Τεταρτογενείς αποθέσεις. 2. Νεογενείς σχηματισμοί. 3. Οφιόλιθοι. 4. Σχιστοκερατολιθική διάπλαση. 5. Μεσοζωικά μάρμαρα, ασβεστόλιθοι. 6. Νεοπαλαιζωικοί σχηματισμοί. 7. Παλαιοζωικό.

Fig. 6: Geological sections showing the probable deep structure. 1. Quaternary deposits. 2. Neogene formations. 3. Ophiolites. 4. Schist-chert formation. 5. Mesozoic marbles, limestones. 6. Neopaleozoic formations. 7. Paleozoic.

v. 6. n. 5, 673-686.

COLLINA-GIRARD, J. et GRIBOULARD, R. (1990). La structuration profonde du Plateau de Valensole (Alpes de Haute Provence). Apports des analyses des réseaux d'entailles et des surfaces topographiques. *Géol. Médit.* T. XVII, no2, 153-171.

GRIBOULARD, R. (1980). Relation entre morphologie, tectonique, et lithologie dans le domaine côtier et sous-marin de la Meseta septentrionale marocaine. *Thèse de 3e cycle, Université de Bordeaux I*, 117.

GRIBOULARD, R. (1985). Apport des analyses de morphométrie dans la connaissance des structures profondes en domaine océanique. Application a deux types de marges. *Reunion spec. Soc. Géol. Fr. Bordeaux*, Décembre 1985, resume.

GVIN, V. (1965). Using one-order valley length maps to predict structures in the Northern part of the Volga-Urals petroliferous province. *Doklady of the Academy of Sciences of the USSR. Earth Science Section* 5, vol.

- HORTON, R. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins. Hydrophysical approach to quantitative morphology. *Bull. Geol. Soc. Am. New York*, volume 56, 275-370.
- ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ, Γ., ΚΟΥΝΗΣ, Γ., ΦΥΤΙΚΑΣ, Μ., ΜΕΤΤΟΣ, Α. και ΒΙΔΑΚΗΣ, Μ. (1980). Γεωλογικός χάρτης 1:50.000, φύλλο "Λίμνη". Ι.Γ.Μ.Ε. Αθήνα.
- ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ, Γ., ΜΕΤΤΟΣ, Α., ΒΙΔΑΚΗΣ, Μ., ΤΣΑΙΛΑ - ΜΟΝΟΠΩΛΗ, Σ., ΣΚΟΥΡΤΣΗ-ΚΟΡΩΝΑΙΟΥ, Β., ΙΩΑΚΕΙΜ, Χ., ΧΩΡΙΑΝΟΠΟΥΛΟΥ, Π. και ΠΑΠΑΖΕΤΗ, Ε. (1983). Γεωλογικός χάρτης 1:50.000, φύλλο "Ιστιαία", Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.
- LEEDER, M.R and JACKSON, J.A. (1993). The interaction between normal faulting and drainage in active extensional basins, with examples from the western United States and central Greece. *Basin Research*, 5, 79 - 102.
- PRUD'HOMME, R. (1972). Analyse morphostructurale appliquée a l' Aquitaine occidentale et au Golfe de Gascogne. Definition d' une méthodologie cartographique interpretative. - *Thèse Sc. Nat.*, Univ. Bordeaux I, no 353, 365.
- RACZKOWSKI, W, WOJCIK, A., ZUCHIEWICZ, W. (1984). Late Neogene Quaternary tectonics of the Polish Carpathians in the Light of neotectonic mapping. *Tectonophysics*, 108 (1984), 51 - 69.
- SHEIDEGGER, A.E. (1980). Alpine joints and valleys in the light of the Neotectonic Stress Field, *Rock Mechanics*, Suppl. 9, 109 - 124.
- STRAHLER, A. N. (1965). Introduction to Physical Geography. *John Wiley and Sons*, New York.