

Πρακτικά	βου	Συνεδρίου	Μάιος	1992
Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.	Τομ.	XXVIII/1	σελ.	Αθήνα
			379-395	1993
Bull. Geol. Soc. Greece	Vol.		pag.	Athens

Η ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΠΕΡΙΘΩΡΙΟΥ ΤΟΥ  
ΒΥΘΙΣΜΑΤΟΣ ΑΞΙΟΥ-ΘΕΡΜΑΪΚΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΥΤΙΚΗΣ  
ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ (Κ.ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ)

Δ.ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ, Γ.ΣΥΡΙΔΗΣ, Α.ΠΟΛΥΜΕΝΑΚΟΣ, Σ.ΠΑΥΛΙΔΗΣ\*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή γίνεται προσπάθεια να ερμηνευθεί η νεοτεκτονική εξέλιξη στην περιοχή της Δυτικής Χαλκιδικής, η οποία αντιπροσωπεύει το ανατολικό περιθώριο του μεγάλου νεοτεκτονικού βυθίσματος Αξιού-Θερμαϊκού. Δεδομένα μορφοτεκτονικής, δορυφορικών εικόνων, λιθοστρωματογραφίας, νεογενών τεταρτογενών αποθέσεων, κινηματικής των ρηγμάτων, καθώς επίσης και ορισμένα δημοσιευμένα παλαιογεωγραφικά και γεωφυσικά αποτελέσματα χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή των συμπερασμάτων της νεοτεκτονικής εξέλιξης.

Η Δυτική Χαλκιδική αποτελεί ένα ανεξάρτητο τεκτονικό τέμαχος με μικρή σχετικά εσωτερική παραμόρφωση, που οριοθετείται από μεγάλες τεκτονικές δομές και συγκεκριμένα από τα δεξιόστροφα ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης της τάφρου του Βορείου Αιγαίου διεύθυνσης ΑΒΑ-ΔΝΔ, τα κρασπεδικά ρήγματα του Θερμαϊκού κόλπου ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης, το σημαντικό ρήγμα του Ανθεμούνα με διεύθυνση Α-Δ που είναι πλάγιο κανονικό ρήγμα με αριστερόστροφη συνιστώσα, τη δεξιόστροφη τεκτονική δομή οριζόντιας μετατόπισης της Ολύμπου, διεύθυνσης ΒΒΑ-ΝΝΔ, και τέλος το σύστημα μικρότερων ρηγμάτων του Τορωναίου Κόλπου. Εφελκυσμός διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ που επηρεάζει τα προ-Νεογενή και ανω-μειοκαινικά-πλειοκαινικά ιζήματα ανιχνεύθηκε από τη μελέτη διακλάσεων και ρηγμάτων με ασθενικές γραμμώσεις τεκτονικής ολίσθησης. Ο ενεργός εφελκυσμός (μέσου πλειστοκαινίου σήμερα) με διεύθυνση Β-Ν και τα αντίστοιχα ρήγματα που προκάλεσε αυτός επηρεάζουν έντονα το μορφοανάγλυφο. Επίσης μέσα σ' αυτή τη νεοτεκτονική φάση δρουν σημαντικά ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης. Παράλληλα επιχειρείται από την τεκτονοστρωματογραφική μελέτη η χρονολόγηση μερικών ευδιάκριτων τεκτονικών γεγονότων στο Μέσο Μειόκαινο, Τουρόλλιο, Ρουσίνιο και Μέσο Πλειστόκαινο.

ABSTRACT

The investigation of the neotectonic evolution of the western Chalkidiki area, representing the eastern margin of the large neotectonic graben of Axios river Thermaikos gulf, has been attempted through the study of morphotectonics, tectonostratigraphy, fault kinematics, and photolineaments, both from satellite images and aerialphotos. Recent data concerning the Neogene Quaternary lithostratigraphy of the area, as well as some published results on the

\* Τομέας Γεωλογίας - Φυσ. Γεωγραφίας, ΑΠΘ, 540 06 Θεσσαλονίκη

palaeogeography and geophysics of the broader region have also been taken into account.

The western Chalkidiki constitutes a weak deformed block bounded by great structures i.e. the North Aegean Trough (ENE-WSW trending dextral strike-slip faults), the NW-SE Thermaikos major faults, the important active fault of Anthemountas (E-W normal to sinistral oblique-slip structure), Olynthos (dextral strike-slip fault (NNE-SSW) and the smaller fault zone Toroneos gulf. A NE-SW extension affecting pro-Neogene and late Miocene-Pliocene sediments (post Oligocene? - Pliocene) has been weakly detected using fault slip and joints data. The middle Pleistocene (?) - active extension trending N-S affect the morphology, while this phase accompanied by significant strike-slip movements. Dating of some distinct tectonic events to Middle Miocene, Turolian, Ruscinian, and Middle Pleistocene are also presented.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο στάδιο αυτό μελετήθηκε η Δυτική Χαλκιδική που περιλαμβάνει το δυτικό κομμάτι της Χαλκιδικής και τη χερσόνησο της Κασσάνδρας και γεωλογικά εντάσσεται στο ευρύτερο βύθισμα Αξιού-Θερμαϊκού.

Επειδή ολόκληρη σχεδόν η δυτική Χαλκιδική καλύπτεται από Νεογενή-Τεταρτογενή ιζήματα, παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον η νεοτεκτονική της δομή στα πλαίσια της μελέτης της συνολικής νεοτεκτονικής εξέλιξης του βορειοελλαδικού χώρου. Και είναι γνωστό ότι η ευρύτερη νεοτεκτονική δομή του Βορειοελλαδικού χώρου (σχ.1) συνδέεται από την τάφρο του βορείου Αιγαίου, τα τεκτονικά βυθίσματα Αξιού-Θερμαϊκού, Μυγδονίας, Στρυμώνα και Καβάλας-Ξάνθης καθώς και τη Σερβομακεδονική γεωλογική μάζα στην οποία έχει αποδοθεί ένας ιδιαίτερος νεοτεκτονικός ρόλος με τεκτονικά, γεωφυσικά και σεισμολογικά δεδομένα (Parazachos et al. 1979, Mountrakis et al. 1983).

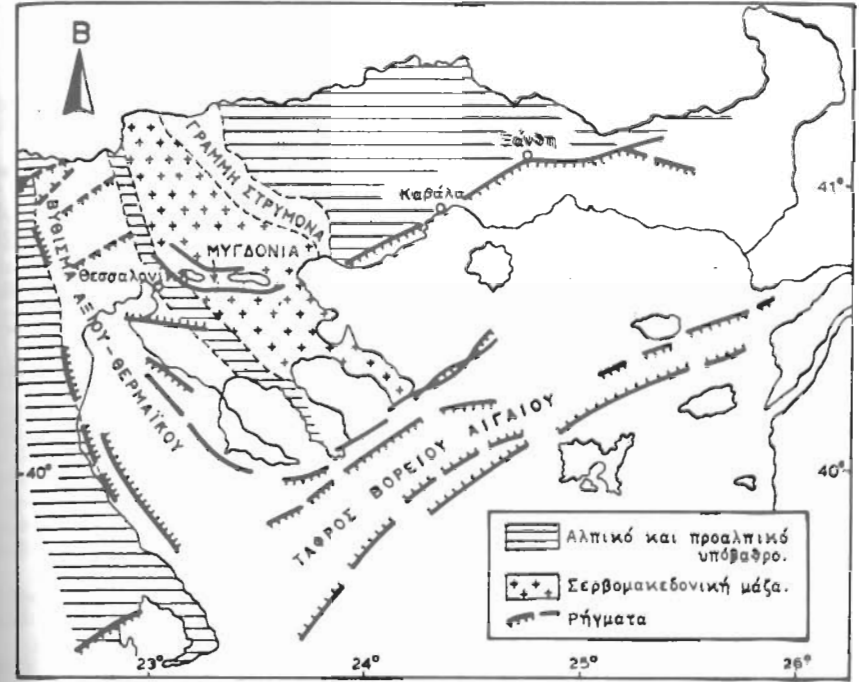
Για να γίνει πληρέστερη προσέγγιση του προβλήματος της νεοτεκτονικής δομής και σύγχρονης παραμόρφωσης της Δυτικής Χαλκιδικής, εκτός από την επιφανειακή τεκτονική μελέτη των ρηγμάτων, σημαντικό μέρος της μελέτης αυτής αναφέρεται στη μορφοτεκτονική ανάλυση με συνδυασμό στοιχείων φωτογεωλογίας, λιθοστρωματογραφίας, παλαιογεωγραφίας και δημοσιευμένων δεδομένων γεωφυσικών μελετών.

ΓΕΝΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ

Από την άποψη της γεωτεκτονικής τοποθέτησης του αλπικού της υποβάθρου η περιοχή αποτελεί τμήμα της ζώνης Αξιού. Οι χαρακτηριστικές ενότητες της ζώνης αυτής αποτελούνται κυρίως από ημιμεταμορφωμένα αλπικά ωκεάνια ιζήματα, οφειόλιθους, ανθρακικά ιζήματα ηπειρωτικού περιθωρίου Μεσοζωϊκής ηλικίας και ορισμένα όξινα πυριγενή πετρώματα (γρανιτικά και ηφαιστειακά) επίσης αλπικής ηλικίας. Όλα τα παραπάνω πετρώματα καλύπτονται στη Δυτική Χαλκιδική από Νεογενείς και Τεταρτογενείς αποθέσεις σημαντικού πάχους. Παρατηρούνται μόνο σποραδικές εμφανίσεις Μεσοζωϊκών ασβεστολίθων στη ΒΔ Χαλκιδική (όρος Κατσίκια, λόφοι Μύτη, Κορυφή) και στην Ν. Κασσάνδρα (IGFY 1969a,b, IGME 1978).

Παλαιογενή μολασσικού τύπου ιζήματα εμφανίζονται επιφανειακά μόνο στο νότιο άκρο της Κασσάνδρας (Γαρδίκας 1934, IGFY 1969), πιστεύεται όμως ότι η εξάπλωσή τους κάτω από τα νεογενή-τεταρτογενή ιζήματα θα πρέπει να είναι σημαντική. Στοιχεία από βαθειές γεωτρύσεις της Δημόσιας Επιχείρησης Πετρελαίου επιβεβαιώνουν αυτή την άποψη.

Το νεογενές-τεταρτογενές παχύ κάλυμμα της Δυτικής Χαλκιδικής αποτελείται κυρίως από χαλαρά κλαστικά ιζήματα, προϊόντα ποικίλων αποθετικών παλαιοπεριβαλλόντων, (χερσοποτάμιας, ποταμιο-βυθιακής, εοφόρατος"- Τμήμα Βυθιακής εοφόρατος"



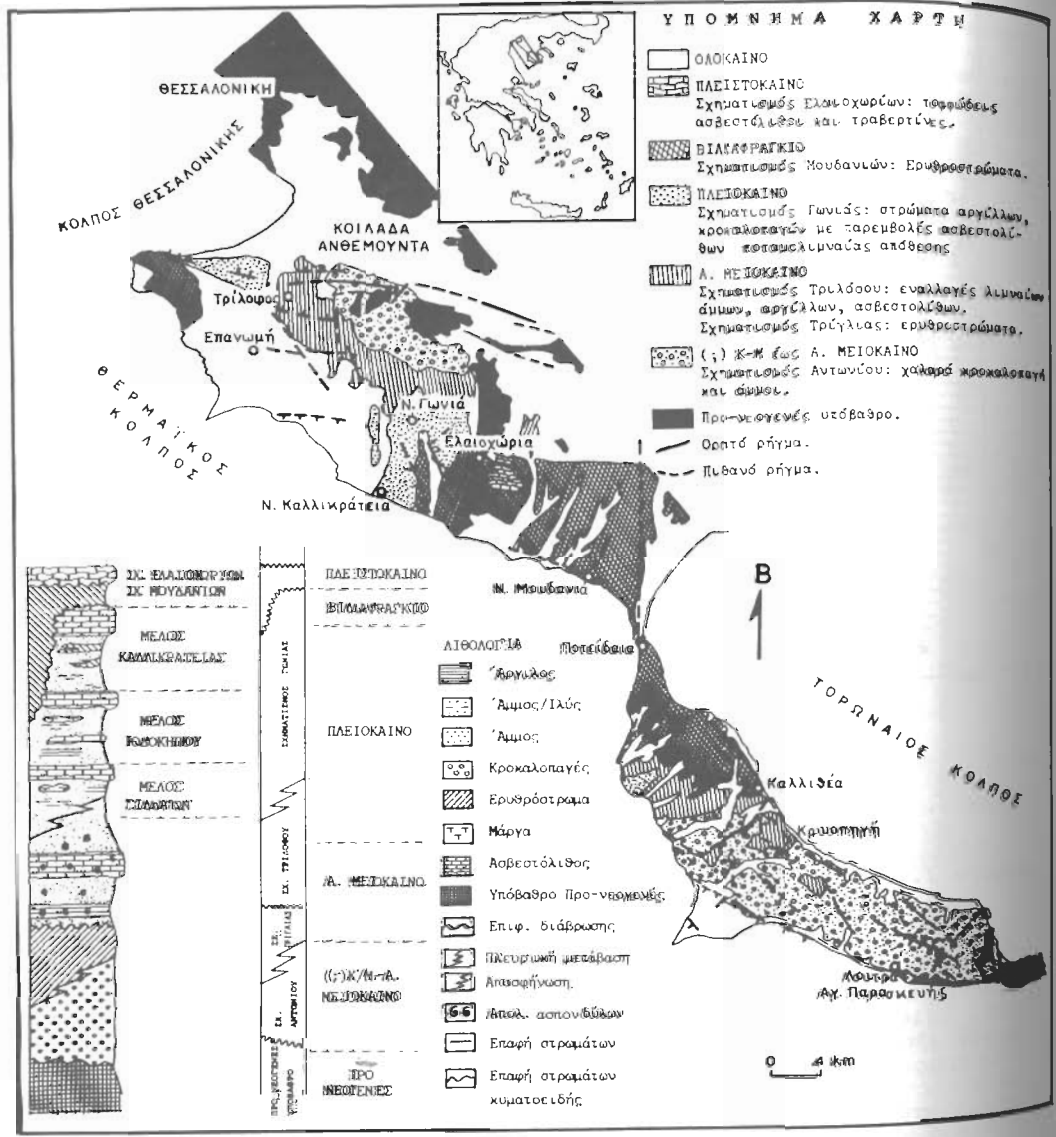
Σχήμα 1. Χάρτης με τις κύριες περιοχές της νεοτεκτονικής δομής του Βορειοελλαδικού χώρου.

Figure 1. Sketch-map showing the main neotectonic features of the Northern Greece region.

λιμνο-δελταϊκές, λιμναίες και χερσαίες αποθέσεις) που σχηματίστηκαν κατά την ταφρογένεση στο χώρο του Βορείου Αιγαίου (Lalehos & Savoyat 1979, Lalechos 1986, Ψιλοβίκιος et al., 1988). Τα ιζήματα εμφανίζονται ελαφρώς κεκλιμένα (μέχρι 5°) είτε προς τα ΝΝΑ (ΒΔ Χαλκιδική) είτε προς τα ΒΒΔ (Κασσάνδρα) και ελέγχουν σε μεγάλο βαθμό τη μορφολογία της περιοχής (σχ. 2). Τα ιζήματα αυτά θεωρείται ότι αποτέθηκαν στις ανατολικές παρυφές μιας παλαιοοκεάνιας που δημιουργήθηκε στον ευρύτερο χώρο Αξιού-Θερμαϊκού κατά το Νεογενές, όπου η διάταξη και οι κλίσεις των ιζημάτων σε μεγάλο βαθμό ακολουθούν τη μορφολογία της. Η μελέτη των ιζημάτων αυτών από λιθο-χρονο-βιοστρωματοφασική άποψη οδήγησε (Συρίδης, 1990) στο διαχωρισμό τους στους παρακάτω σχηματισμούς από τον παλαιότερο προς το νεότερο (σχ. 2).

Σχηματισμός Αντωνίου (Κάτω-Μέσο- 'Ανω Μειόκαινο, προ-Βαλλέζιο) αποτελείται από εναλλαγές χαλαρών κροκαλοπαγών και λευκόπετρων άμμων. Η διαπίστωση της ύπαρξης παλαιορευμάτων οδήγησε στην υπόθεση ότι η κύρια μεταφορά των ιζημάτων έγινε στη μεν Δυτική Χαλκιδική από ΒΔ στη δε Κασσάνδρα από τα Νότια.

Σχηματισμός Τρίγλιας ('Ανω Μειόκαινο, Βαλλέζιο-Κατώτερο Τουρό-βιο) αποτελείται από ερυθροστρώματα οξειδωτικού χερσαίου περιβάλλοντος



Σχήμα 2. Γεωλογικός χάρτης της περιοχής έρευνας με την αντίστοιχη συνθετική λιθοστρωματογραφική στήλη των Νεογενών-Τεταρτογενών ιζημάτων (Στρωματογραφικά δεδομένα από Συρίδη 1990).

Figure 2. Geological map of the Western Chalkidiki and lithostratigraphic section of the Neogene-Quaternary sediments (Stratigraphic data after Syrides 1990).

απόθεσης με επικράτηση πεδολογικών διεργασιών. Υπέρεται του σχηματισμού Αντωνίου με βαθμιαία μετάβαση και υποκείται του σχηματισμού Τριλόφου από τον οποίο διαχωρίζεται με επιφανεια διάβρωσης. Τα ιζήματα αυτά συγχέονται με τα νεώτερα ερυθροστρώματα του Σχηματισμού Μουδανιών, που είναι αμέσως υπερκείμενα.

**Σχηματισμός Τριλόφου** (Ανώτερο Μειόκαινο, Τουρόλιο "Πόντιο"), Πρόκειται για απολιθωματοφόρα ιζήματα (άμμος, άργιλοι, ασβεστόλιθοι) με λεπτές παράλληλες στρώσεις. Δείχνουν εκτεταμένο λιμναίο περιβάλλον απόθεσης, στα περιθώρια του οποίου παρατηρείται τροφοδοσία ποταμοχειμάρρειων υλικών. Ένα ανθεκτικό στρώμα απολιθωματοφόρου ασβεστόλιθου που εμφανίζεται στα ανώτερα τμήματα του σχηματισμού, σε συνδυασμό με τη μικρή κλίση δημιουργεί εκτεταμένη ευστά από τον τρίλοφο έως την Κρήνη.

**Σχηματισμός Γωνιάς** (Πλειόκαινο, Ρουσίνο). Εναλλαγές φαμίτιών, αργίλλων, κροκαλοπαγών, μαργών και μαζιδών ασβεστολιθών. Περιέχει μεγάλες ποσότητες κροκαλών ηρασιτιτών. Η παρεμβολή τριών εκτεταμένων στρωμάτων μαζιδών ασβεστόλιθου δημιουργεί τρεις εκάλληλες questas και υποδιαιρεί το Σχηματισμό σε τρία μέλη: Σιλάτων (κατώτερο), Ρεσόκηπου και Καλλικράτειας (ανώτερο) (σχ. 2). Μετρήσεις παλαιοσεισμικών δείχνουν ποταμοχειμάρρα μεταφορά από τα ΒΔ προς τα ΝΑ, ίσως από την περιοχή της Αλωπίας. Τα ιζήματα υποδηλώνουν αβαθές ποταμοεπιμεταλλικό περιβάλλον με μεγάλες διακυμάνσεις και διαφοροποιήσεις.

**Σχηματισμός Μουδανιών** ('Ανω Πλειόκαινο - Κ/Μ, Πλειστόκαινο - Βιλλαφράγκιο). Πρόκειται για χερσοποτάμια ερυθροστρώματα με εναλλαγές φακών κροκαλοπαγών, άμμων-φαμίτιών και αργίλων.

**Σχηματισμός Ελαιοχωριών** (Πλειστόκαινο-Σήμερα). Αποτελείται από τοφωδείς και τραβερτινοειδείς ασβεστόλιθους σε μη συνεχόμενα στρώματα. Η απόθεσή του έγινε διαχρονικά σε μικρά ελαία-λιμναία, αβαθή μικροπεριβάλλοντα στις νότιες παρυφές του βουνού Κατσίκια. Η τροφοδοσία γινόταν από τα εκφορτιζόμενα προς νότο και πλούσια σε ανθρακικά άλατα νερά των καρστικών υδροφόρων στρωμάτων της Κατσίκιας.

**ΤΕΚΤΟΝΟ-ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΒΥΘΙΣΜΑΤΟΣ ΑΞΙΟΥ-ΘΕΡΜΑΙΚΟΥ**

Η στρωματογραφική διαδοχή των Νεογενών και Τεταρτογενών ιζημάτων σε συνδυασμό με τους λιθολογικούς και ιζηματολογικούς χαρακτηρισμούς τους, οδηγεί σε ορισμένες σκέψεις σχετικά με την αλληλεπίδραση τεκτονικής και ιζηματογένεσης της περιοχής.

Όλοι οι παραπάνω σχηματισμοί στην Ελλάδα εμφανίζουν συνολικό πάχος 500 m περίπου, ενώ στη θαλάσσια περιοχή του θερμαϊκού κόλπου πιστεύεται ότι το πάχος τους φθάνει τα 3 km (Lalochos & Savoyatz 1979), ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις το αλιτικό υπόβαθρο βρίσκεται σε βάθος 6 ως 8 km (περιοχή Ποσειδίου) και επομένως το πάχος των νέων ιζημάτων μπορεί να είναι ανάλογο (Kiriakidis 1984).

Η τεκτονική δράση που διαμόρφωσε το Νεογενές βύθισμα Αξιού-θερμαϊκού κόλπου προκάλεσε επιτάχυνση των διεργασιών διάβρωσης στα περιθώρια και μεταφοράς κλαστικών υλικών στη λεκάνη. Ο Σχηματισμός Αντωνίου αντιστοιχεί σ' αυτά τα κλαστικά υλικά και η ηλικία του (Κάτω/Μεσο Μειόκαινο- 'Ανω Μειόκαινο) επιτρέπει τη χρονολόγηση αυτού του τεκτονικού γεγονότος στο Πρώμο - μέσο Μειόκαινο. Η σταδιακή προς τα άνω μείωση του μεγέθους του υλικού φανερώνει βαθμιαία εξομάλυνση του παλαιο-αναγλύφου με ταυτόχρονη σταδιακή απόθεση ερυθροστρωμάτων (Σχηματισμός Τρίγλιας) σε χερσαίο περιβάλλον.

Κατά το ανώτατο Μειόκαινο (Τουρόλιο) αναφέρεται ότι υψόμενα νερά Ευξεινικής προέλευσης εισέρχονται στη λεκάνη Αξιού-θερμαϊκού (Συρίδης, 1990). Με την "επίκλυση" αυτή έγινε απόθεση απολιθωματοφόρων ιζημάτων (Σχηματισμός Τριλόφου) επάνω στα ερυθροστρώματα του Σχηματισμού Αλιόχωριων. Σταδιακά παρατηρείται αύξηση των ποταμοχειμάρ-

ρειων διεργασιών και κατά το Πλειόκαινο (Ρουσίνιο) αυξάνει η προσφορά κλαστικού υλικού, εξαφανίζεται το λιμναίο περιβάλλον και παρατηρείται μετάβαση σε ποταμοχειμάρρεις αποθέσεις και ποταμολιμναία-ελώδη μικροπεριβάλλοντα (Σχηματισμό Γωνιάς). Συνδιασμός κλιματικών διακυμάνσεων και τεκτονικής δράσης θα πρέπει να ήταν το γενεσιουργό αίτιο αυτής της απόθεσης. Η παρεμβολή όμως στα ιζήματα του Σχηματισμού Γωνιάς τριών στρωμάτων μαζώδους λιμναίου ασβεστολίθου με πολύ μεγάλη πλευρική εξάπλωση δείχνει τη δημιουργία αντίστοιχων εκτεταμένων λιμναίων παλαιο-περιβαλλόντων, αποτέλεσμα πιθανότατα ισάριθμων περιόδων τεκτονικής ηρεμίας.

Κατά το Α. Πλειόκαινο-Κ. Πλειστόκαινο (Βιλλαφράγκιο) αποτίθενται τα ερυθροστρώματα του σχηματισμού Μουδανιών. Η τοποθέτησή τους κατά θέσεις πάνω σε διαφορετικούς σχηματισμούς (Γωνιάς, Τριλόφου, Τρίγλιας) φανερώνει μια φάση διάβρωσης και τεκτονικής δράσης μετά το Ρουσίνιο και πριν το Βιλλαφράγκιο. Ενώ η τεκτονική δράση που δημιούργησε την τάφρο του Ανθεμούντα με θερμές πηγές και τραβερτίνες και τέμνει τα Βιλλαφράγκια ιζήματα του σχηματισμού Μουδανιών τοποθετείται στο Μέσο Πλειστόκαινο.

**ΒΑΣΙΚΑ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ Δ. ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ.  
ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ**

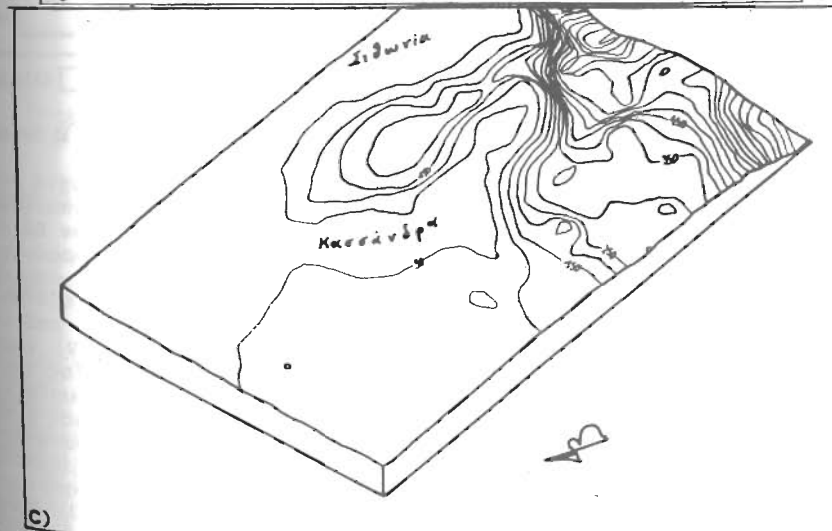
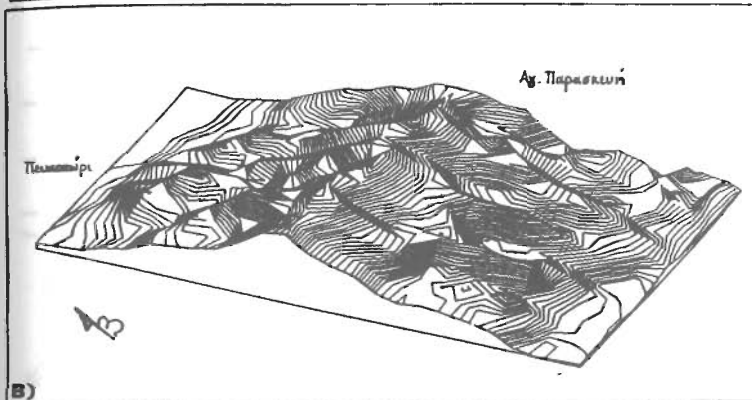
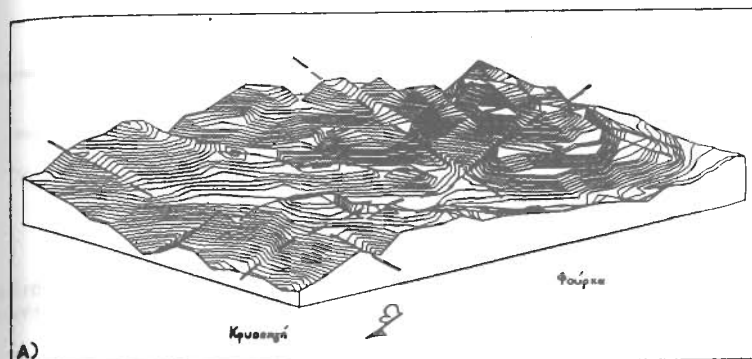
Η περιοχή κυριαρχείται από χαμηλό ανάγλυφο με μικρές παράκτιες κοιλάδες και λόφους. Ανάλογα με τη μορφολογία και το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής διακρίνουμε τις παρακάτω υπο-περιοχές (σχ. 3): 1. Κοιλάδα Ανθεμούντα, 2. Περιοχή χαμηλού λοφώδους αναγλύφου (Από Επανωμή και Άγιο Αντώνιο μέχρι Ποτίδαια), 3. Βόρεια Κασσάνδρα (Ποτίδαια-Κασσανδρεία), 4. Νότια Κασσάνδρα (Κασσανδρεία-Παλιούρι), 5. Θαλάσσιος χώρος.

Στη συνέχεια δίδονται τα βασικά γεωμορφολογικά στοιχεία των υποπεριοχών αυτών και οι σημαντικότερες μορφοτεκτονικές μας παρατηρήσεις.

1. Κοιλάδα Ανθεμούντα. Επίμηκτες (Α-Δ) πρόσφατο τεκτονικό βύθισμα με έντονους ρυθμούς διάβρωσης στη νότια πλευρά του και επέκταση του υδροκρίτη προς Νότο, λόγω της παρουσίας χαλαρών ιζημάτων των σχηματισμών Αντωνίου και Τρίγλιας (Sotiriadis, 1974). Παρατηρείται η κλιμακωτή, σε τρία επίπεδα, μετάπτωση προς βορρά του αναγλύφου μεταξύ Ταγαράδων-Γαλαρινού (σχ. 3, περιοχή Α).

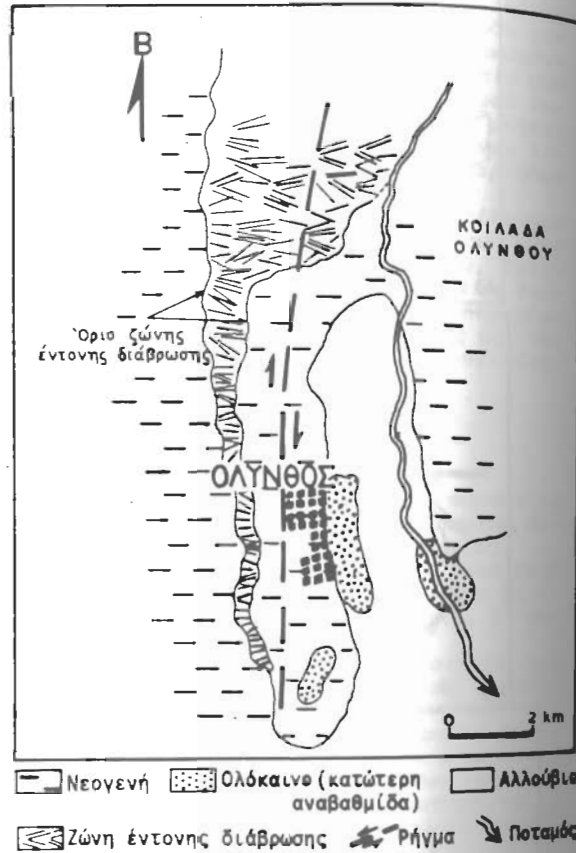
2. Περιοχή χαμηλού λοφώδους αναγλύφου. Από Επανωμή μέχρι Ποτίδαια): χαρακτηρίζεται από ομαλό ανάγλυφο. Η επιφανειακή απορροή έχει, σε ορισμένες τοποθεσίες, δημιουργήσει έντονη χαραδρωτική διάβρωση. Στον άξονα Ταγαράδες-Γαλαρινός παρατηρείται η κλιμακωτή μετάπτωση του αναγλύφου προς τα βόρεια, σε τρία επίπεδα και εκτροπή κλάδων του υδρογραφικού δικτύου. Στα νότια της Επανωμής παρατηρείται χαρακτηριστική εκτροπή δύο ρεμάτων από Β-Ν σε ΔΝΔ-ΑΒΑ διεύθυνση (σχ. 3, περιοχή Β).

Νοτιοανατολικά του χωριού Ν. Γωνιά παρατηρείται τάση εκτροπής μικρών ρεμάτων (διευθ. Β-Ν) κατά μήκος της ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης και σχηματισμό "σκαλοπατιών" προς τα ΝΔ (σχ. 3, Περιοχή Γ). Στις περιοχές Ν. Καλλικράτειας-Ν. Μουδανιών παρατηρούνται επίμηκτες κοιλάδες με διεύθυνση Β-Ν οι οποίες πιθανότατα κόβονται από παλαιότερο κύκλο εξέλιξης σε οξεία γωνία από ρέματα με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ (σχ. 3 περιοχή Β). Στην περιοχή Ν. Τενέδου-Σημάντρων παρατηρείται μια ζώνη έντονης χαραδρωτικής διάβρωσης των ερυθροστρωμάτων βόρεια της Ολύμβου, σε ομαλό ανάγλυφο με μικρές ανοιχτές κοιλάδες προς τα νότια όπου κυριαρχούν αλλοβιακές αποθέσεις (σχ. 4). Η περιοχή δίνει την εικόνα βυθίσματος που οριοθετείται προς τα Δ επίσης από ένα άξονα έντονης χαραδρωτικής διάβρωσης, διεύθυνσης Β-Ν, προς τα Α από την κοίτη του ρεμάτος, προς Ν από μια μικρή λοφοσειρά, διευθ. ΒΔ-ΝΑ και τέλος προς Β από βαθμιαία



Σχήμα 5. Τοπογραφικά στερεοδιαγράμματα των περιοχών (Α) Κρυοπηγής και (Β) Αγίας Παρασκευής Κασσάνδρας, όπου τονίζονται με στικτές γραμμές τα πρηνή σε θέσεις πιθανών ρηγματίων. (C) Ανάλογο σχήμα του ευρύτερου υποθαλάσσιου χώρου.

Fig. 5. Topographic block diagram of the (A) Kryospege and (B) Aghia Paraskevi areas of Kassandra paninsula. Dashed lines show the scarps of possible faults. (C) Similar diagram of the submarine relief.



Σχήμα 4. Σκαρίφημα της λεκάνης της Ολύνθου. Μορφοτεκτονικά γνωρίσματα του αντίστοιχου Β-Ν ρήγματος.

Figure 4. Sketch-map of the "Olynthos basin". Morphotectonic features of the N-S trending fault.



Σχήμα 3. Χάρτης υδρογραφικού δικτύου της Δυτικής Χαλκιδικής. Α, Β, Γ, ... γεωμορφολογικές περιοχές που αναφέρονται στο κείμενο.

Figure 3. Map of the drainage system of Western Chalkidiki. Α, Β, Γ... geomorphological areas referent in the text.

μήκεις, ανοιχτές, ώριμες κοιλάδες. (Μαρίνος κ.ά. 1970). Η νοητή συνέχεια ενός ρέματος, ΝΔ της Ποτίδαιας, κατά μήκος μιας εντυπωσιακά ευθείας ακτής (σχ. 3, περ. Η) και η απότομη εκτροπή από ΒΒΑ σε ΒΔ ενός ρέματος στη ΒΔ παρυφή της Σύβιρης (σχ. 3, περ. Θ), θεωρούνται στοιχεία που αντανακλούν, έμμεσα, τεκτονικές διεργασίες των οποίων δεν έχουν διατηρηθεί τα επιφανειακά ίχνη, λόγω των χαλαρών ιζημάτων.

4) **Νότια Κασσάνδρα** (Κασσανδρεία-Παλιούρι): κυριαρχείται από υψηλό ανάγλυφο με μικρές, σχετικά απότομες κοιλάδες (τύπου V) εκπετρώντων του υδροκρίτη, που υλοποιείται από τον άξονα συμμετρίας της χερσονήσου (διεύθυνση ΔΒΔ-ΑΝΑ). Το υδρογραφικό δίκτυο παρουσιάζει σημαντική εκτροπή των κλάδων ρεμάτων ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης κατά μήκος μιας ΒΒΔ-ΝΝΑ διεύθυνσης (άξονες Καλλιθέας-Φούρκας-Ποσειδίου και Κρουσηγής-Κασσανδρινού). Ανάλογη είναι η εκτροπή του κύριου κλάδου της ρεματός Κασσανδρινού-Φούρκας κατά την ΒΒΔ-ΝΝΑ διεύθυνση. Ακόμη, η απότομη πτώση του αναγλύφου κατά τον άξονα της Σκάλας Φούρκας-Καλλάνδρας (διεύθυνση ΔΒΔ-ΑΝΑ) και η ύπαρξη ενός επιμήκους βυθίσματος κατά μήκος του άξονα Καλλάνδρα-Ποσειδί (διευθ. Β-Ν) θεωρούνται ότι σχετίζονται άμεσα με τεκτονικά γεγονότα. Επίσης η περιοχή Αγίας Παρασκευής παρουσιάζει μια ενδιαφέρουσα αναστροφή του αναγλύφου η οποία σε συνδυασμό με μια κλιμακωτή μετάπτωση σε δύο επίπεδα (Καλλιθέα-Φούρκας-Ποσειδί) - Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ.

αύξηση του υψομέτρου (σχ. 3, περιοχή Ζ και σχ. 4). Σύγκριση της ανάπτυξης της "κοιλιάδας της Ολύνθου" με άλλες αντίστοιχες που δημιουργήθηκαν από ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης, (π.χ. Nielsen & McLaughlin 1985; Biddle & Christle-Blick 1985; κ.ά.), παρουσιάζει χαρακτηριστική ομοιότητα. Η μορφολογία των ακτών δεν παρουσιάζει συγκεκριμένα στοιχεία τεκτονικής διαμόρφωσης εκτός ίσως από τον επιμήκη χαρακτήρα στην περιοχή Ν. Καλλιπράτειας-Ν. Μουδανιών, ο οποίος έχει αποδοθεί (Kockel et al. 1977) σε ρηξιγενή επίδραση. 3) **Βόρεια Κασσάνδρα** (Ποτίδαια-Κασσανδρεία), χαρακτηρίζεται από ομαλό ανάγλυφο με κλίση περίπου 5° προς τα ΝΝΔ. Η βόρεια αυτή παρουσίαζει απότομη κλίση προς Β ενώ προς τα ΝΝΔ αναπτύσσονται επι-

δραβεί, έμμεσα, σε τεκτονικές διεργασίες (σχ. 5).

5) Θαλάσσιος χώρος: από τη μελέτη του βυθομετρικού χάρτη στην ευρύτερη περιοχή, προκύπτουν ορισμένα ενδιαφέροντα στοιχεία που αφορούν τη μορφολογία του πυθμένα (σχήμα 5γ). Συγκεκριμένα, στα ανοιχτά της νότιας ακτής της Κασσάνδρας υπάρχει μια απότομη πτώση του αναγλύφου (διαφορά υψόμετρου περίπου 350 m) κατά μήκος ενός άξονα ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης. Στην ίδια περιοχή υπάρχει και άλλη μικρότερη πτώση αναγλύφου σε διεύθυνση ΒΒΑ-ΝΝΔ.

Τέλος η περιοχή του Τορωναίου κόλπου εμφανίζει χαρκτηρές στενής λεκάνης της οποίας οι πλευρές του στομίου προς το Αιγαίο εμφανίζονται σχετικά απότομες ενώ στον εσωτερικό χώρο παρουσιάζουν ομαλή κλίση. Θεωρείται ότι το ανάγλυφο στα νότια της Κασσάνδρας αντικατοπτρίζει ένα τεκτονικό γεγονός σημαντικού μεγέθους, το οποίο μάλιστα βρίσκεται πολύ κοντά στη ζώνη διάρρηξης της Τάφρου του Βορείου Αιγαίου και θα πρέπει να επηρεάζεται από τις διεργασίες σε αυτήν.

Μορφολογία του προνεογενούς υποβάθρου: στοιχεία από ανάλυση γεωφυσικών δεδομένων επέτρεψαν τη μελέτη της μορφολογίας του προνεογενούς υποβάθρου στην ευρύτερη περιοχή μελέτης:

Στην περιοχή του θερμαϊκού κόλπου η ανάλυση βαρυτομετρικών δεδομένων (Kiriakidis 1984) έδειξε ότι τα βαθύτερα σημεία του υποβάθρου βρίσκονται ανοιχτά των Μουδανιών (6 km) και του Ποσειδίου (8 km) σε μια γενικά στενή, επιμήκη λεκάνη της οποίας οι πλαγιές έχουν μέση κλίση 20° από την πλευρά της Κασσάνδρας. Σε προγενέστερη εργασία (Lalchos & Savoyat 1979) καθορίσθηκε ότι ο πυθμένας του Νεογενούς βυθιζόταν προς τα Δ-ΝΔ (από την περιοχή της Κασσάνδρας προς το θερμαϊκό) και τα περιθώρια αυτού του βυθίσματος ήταν στις βόρειες και δυτικές ακτές της Κασσάνδρας. Ο Kiriakidis (1984) συμφωνεί με αυτά τα περιθώρια του βυθίσματος και δίνει με περισσότερη λεπτομέρεια τη μορφολογία μέσα στο θερμαϊκό κόλπο (σχ. 6). Η ίδια γεωφυσική μελέτη διαπίστωσε ότι υποθαλάσσια στο βόρειο τμήμα του Τορωναίου κόλπου υπάρχει ένας οφειολιθικός όγκος, του οποίου η ανατολική επιφάνεια βρίσκεται σε βάθος 1 km. Έχει ελλειψοειδές σχήμα και απότομη ανατολική πλευρά. Ο όγκος αυτός εμφανίζεται μετατοπισμένος δεξιόστροφα 15 km κατά την οριζόντια διεύθυνση προς Νότο (Kiriakidis, 1984), από έναν άλλο επιμήκη όγκο που εκτείνεται στην περιοχή Θεσσαλονίκης-Τερακιανής. Εγκάρσια στους όγκους αυτούς διαπιστώνονται ασυνέχειες ΔΒΔ-ΑΒΑ διεύθυνσης που ενδέχεται να σχετίζονται με τεκτονικές διεργασίες (σχ. 6).

**ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΡΗΞΙΓΕΝΗ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ Δ. ΧΑΛΚΙΑΔΙΚΗΣ (σχ. 7)**

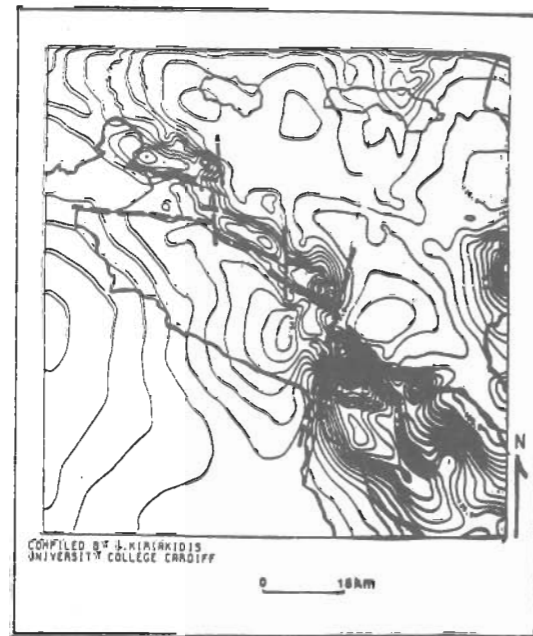
Η περιοχή μελέτης στη μεγαλύτερή της έκταση δεν εμφανίζει νεοτεκτονικές δομές μεγάλης κλίμακας. Εμφανίζονται ρήγματα μικρής και μεσαίας κλίμακας που χαρακτηρίζονται από μικρού μήκους επιφανειακά ίχνη. Το άλμα των περισσότερων ορατών ρηγμάτων είναι της τάξης των 1-2 m, ενώ ανώστου μεγέθους είναι η οριζόντια σχετική μετατόπιση που συμπεραίνεται από τις μορφοτεκτονικές παρατηρήσεις. Στις περισσότερες των περιπτώσεων τα ρήγματα αυτά επηρεάζουν σχηματισμούς από το Μειόκαινο ως τις σημερινές αλλουβιακές αποθέσεις, ενώ υπάρχουν και περιπτώσεις όπου περιορίζονται σε μειοπλειοκαινικά ιζήματα. (Σχηματισμοί Αντωναίου, Τρίγλιας). Εμφανίζονται κυρίως σε οριζόντιους ή καλώς διαγεννημένους άμμους, με διευθύνσεις N350°-N110° και N80°-120°. Η κλίση των ρηξιγενών επιφανειών είναι 50°-70° και η κίνηση που παρατηρείται είναι κυρίως διεύθυνσης κλίσης (dip slip) (pitch 60°-80°).

Επίσης εμφανίζονται διακλάσεις σε "ψαμμίτες" και διαγεννημένες άμμους (σχηματισμοί Τριλόφου, Γωνιάς Μειο-Πλειόκαινου), σχεδόν κατακόρυφες και με τις προαναφερθείσες διευθύνσεις.

Στα περιθώρια της περιοχής μελέτης παρατηρείται Ηπειρική Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ. σε μικρού πάχους εμφάνιση ερυθροστρωμάτων,

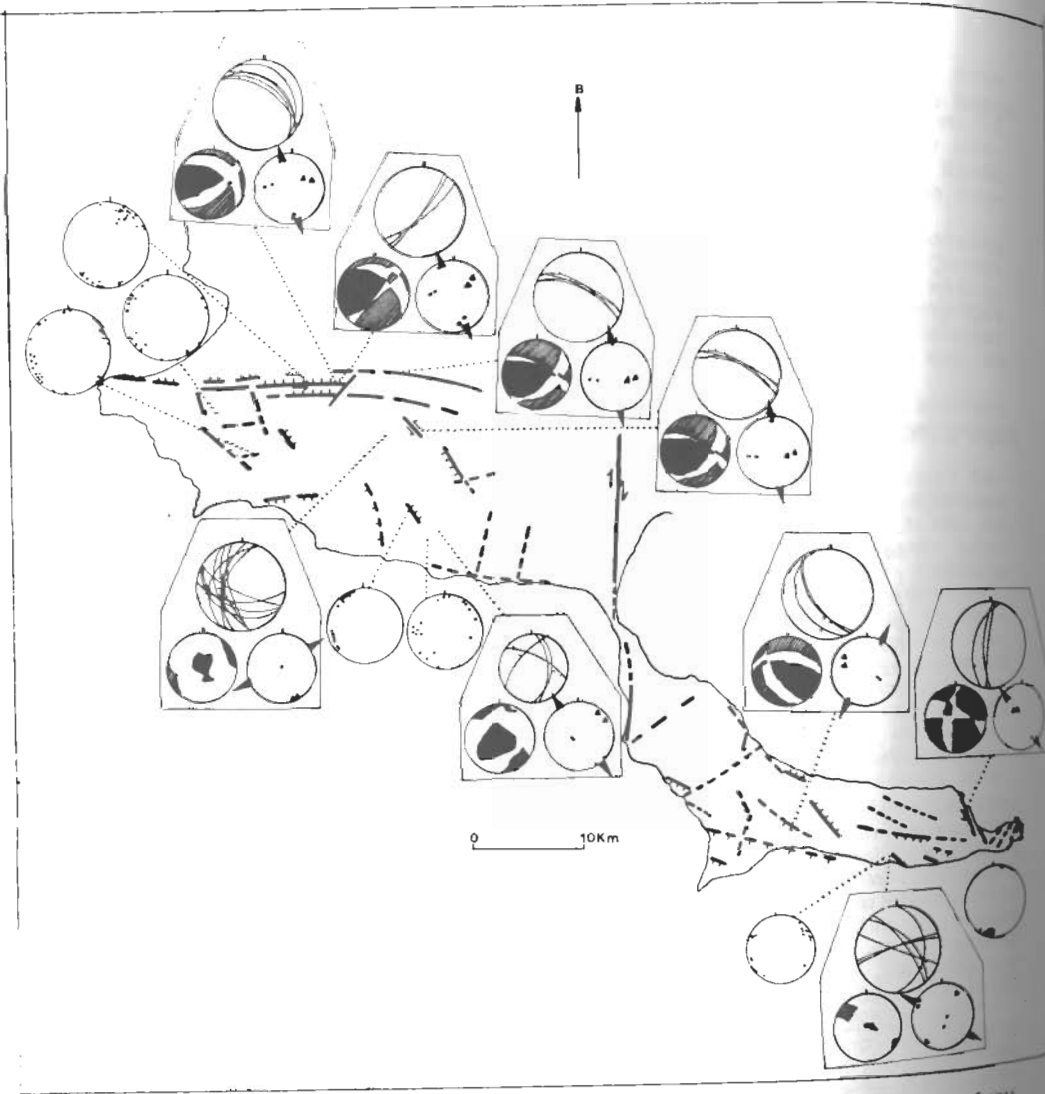
Σχήμα 6. Γεωφυσική προσομοίωση των κυριότερων γεωλογικών δομών στην ευρύτερη περιοχή μελέτης (από Κυριακίδη 1984). Στο σχήμα έχουν προστεθεί με στικτές γραμμές οι θέσεις πιθανών μεγάλων ρηγμάτων.

Fig. 6. Geophysical investigation of the main geological structures in the broader region (Kyriakidis 1984). Some possible faults have been also drawn.



νότιας των εμφανιζόμενων ρηγμάτων, με μεγαλύτερο μήκος, μεγαλύτερη μετατόπιση των σχηματισμών εκατέρωθέν τους, ενώ η κίνηση γίνεται κυρίως διεύθυνσης (strike-slip) (pitch 0°-40°). Από μια άλλη δομή αυτές αναπτύσσονται κατά μήκος των αξόνων διεύθυνσης της αυτογραμμής, ιδιαίτερα όπου αυτή εμφανίζεται ευθεία και αδιάκριτη. Αυτό αποτελεί μια σημαντική ένδειξη ότι η παραμόρφωση της περιοχής μελέτης έχει περιφερστεί στην περιφέρεια, και έχει συμβάλλει στη διαμόρφωση αυτής της περιφέρειας, ενώ ο κύριος όγκος εμφανίζει μια ασθενή ενδοπαραμόρφωση. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι ακόλουθες περιοχές:

Περιοχή Ταγαράδων-Γαλαρινού (νότιο ρήγμα Ανθεμονύτα): μετρήσεις σε ρηξιγενείς επιφάνειες που οριοθετούν το αλπικό υπόβαθρο (Κρητιδική ασβεστόλιθοι, γρανίτης Μονοπήγαδου) από τα νεογενή ιζήματα, παρουσιάζουν κίνηση διεύθυνσης ολίσθησης και διεύθυνσης κλίσης (pitch 20°-45° ΒΔ), και παράταξη ΔΒΔ-ΑΒΑ. Ενδιαφέρουσα είναι η διάταξη αυτών των ρηγμάτων στο χάρτη (σχ. 7) όπου εμφανίζεται μια δεξιόστροφη κλιμακωτή διάταξη από τα ΝΑ προς τα ΒΔ (right stepping). Η διάταξη αυτή αναφέρεται σαν χαρακτηριστική εξέλιξη μιας ζώνης ρηγματώσεως οριζόντιας μετατόπισης (Christie & Blick 1985). Η εξάπλωση των δομών αυτών μέχρι και τις παρυφές των αλλουβιακών αποθέσεων όπως επίσης και στο μανδύα αποσάθρωσης του γρανίτη αποτελεί ένδειξη για το χρόνο της τεκτονικής δραστηριότητας, που χαρακτηρίζεται ως πολύ πρόσφατη. Ένα ακόμη χαρακτηριστικό είναι η αύξηση της κλίσης των ρηξιγενών επιφανειών στους επιφανειακούς, χαλαρότερους σχηματισμούς (από 40°-50° σε 60°-70°) καθώς και η κυριαρχία της κίνησης διεύθυνσης κλίσης (oblique slip) (pitch 65° ΒΔ) που αντικατοπτρίζει το πιο πρόσφατο στάδιο τεκτονισμού.



Σχήμα 7. Λεπτομερής τεκτονικός χάρτης της Δυτικής Χαλκιδικής όπου φαίνονται τα κύρια ρήγματα που διαμορφώνουν τη μορφολογία της περιοχής (συνεχή γραμμή), τα πιθανά ρήγματα (στιγνική γραμμή) και οι αντίστοιχες στερεογραφικές τους προβολές (ρήγματα ως μέγιστοι κύκλοι, τεκτονικές γραμμώσεις ως βέλη, διακλάσεις ως πόλοι). Οι διευθύνσεις του  $\sigma_3$  φαίνονται με μεγάλα μαύρα βέλη.

Figure 7. Detailed tectonic map of the western Chalkidiki showing the main faults which control the topography of the area (as heavy lines) the possible faults (dot lines) and the measured structures on stereographic projections (faults as curves, striation as small arrows, joints as poles). The directions of calculated  $\sigma_3$  are shown with heavy arrows.

(1. Άνω Μειόκαινο ?) παρατηρήθηκε ένα ζεύγος ρηγμάτων με φαινομενικά ανάστροφο χαρακτήρα. Διαπιστώθηκαν δύο χαρακτήρες, ένας ανάστροφος (pitch 45° N) και ένας οριζόντιος μετατόπισης (pitch 0°-22° B) με αντιστερόστροφη συνιστώσα. Οι επιφάνειες έχουν μια μέση κλίση 50° προς τα ΝΔ και παράταξη ΒΔ-ΝΑ. Οι δομές αυτές επηρεάζουν και τα υπερκείμενα στρώματα.

**Περιοχή Κ. Σχολαρίου:** εμφανίζονται μικρά ρήγματα με παράταξη ΒΒΔ-ΝΝΑ με κανονική συνιστώσα κίνησης (pitch 80° ΝΑ) και κλίση 70° προς Α σε ερυθροστρώματα του σχηματισμού Τρίγλιας (Μ. - Α. Μειόκαινο). Στην ρηξιγενή επιφάνεια έχει σχηματισθεί κατακλαστίτης από αργιλλικό υλικό.

**Περιοχή Πολύχρονου:** παρατηρήθηκε επίσης μικρό ρήγμα το οποίο μετατοπίζει οριζόντια λευκή αργίλλου ανάμεσα σε μειοκαινικές άμμους, με παράταξη ΔΒΔ-ΑΝΑ. Επηρεάζει και το υπερκείμενο στρώμα εδάφους (στοιχείο ενεργού δράσης).

**Περιοχή Κασσανδρινού:** παρατηρήθηκαν ρήγματα σε αργιλλικό υλικό (Μ. Μειόκαινο) με παράταξη ΒΒΔ-ΝΝΑ, με κίνηση διεύθυνσης ολίσθησης κανονική (pitch 40°-65°) και κλίση 60° προς ΔΝΔ. Ακόμη μια παρόμοια δομή φέρνει σε επαφή άμμους με πρόσφατο υλικό, ένδειξη ενεργού τεκτονισμού. Η δομή αυτή διακρίνεται στις αεροφωτογραφίες με σημαντικό μήκος.

**Περιοχή Παλιουρίου:** παρατηρήθηκαν γραμμώσεις σχεδόν οριζόντιες με δεξιόστροφο χαρακτήρα σε κρητιδικούς ασβεστόλιθους σε επιφάνεια με κλίση 65° προς Δ και παράταξη Β-Ν. Το ρήγμα αυτό διασταυρώνεται με άλλο μικρότερου μήκους και παράταξης ΔΒΔ-ΑΝΑ και φαίνεται ότι είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία της μικρής ανοικτής κοιλάδας προς τα Α αποτελώντας και πιθανό τεκτονικό όριο μεταξύ του οφειολιθικού συμπλέγματος και του ασβεστόλιθου.

Στη θάλασσα περιοχή ανοικτά της Κασσάνδρας (προς Ν) η απότομη πτώση του αναγλύφου μπορεί ν' αποδοθεί σε ρηξιγενείς διεργασίες (διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ) σχετιζόμενες πιθανότατα με την εξέλιξη της τάφρου του Β. Αιγαίου. Τέλος, η επεξεργασία γεωφυσικών δεδομένων προανατολίζει στην ύπαρξη ρηξιγενούς δομής ανοικτά της Ν. Καλλικράτειας όπως επίσης και στην περιοχή της Ολύθνου (μεγάλο μεγέθους δεξιόστροφη μετατόπιση του οφειολιθικού συμπλέγματος - και κάποια μικρή αντιστερόστροφη περιστροφή του - κατά τη διεύθυνση Β-Ν (σχ. 6). Η τελευταία απεικονίζεται πολύ καθαρά σε δορυφορικές φωτογραφίες της ευρύτερης περιοχής όπως και σε Α/φ και αποτελεί τη σημαντικότερη δομή στην ευρύτερη περιοχή με δεύτερη τη δομή της περιοχής Σουρωτής-Ταγαράδων (ρήγμα Ανθεμούντα).

**ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΤΩΝ ΤΑΣΕΩΝ**

Η ποσοτική ανάλυση των στοιχείων ρηξιγενών επιφανειών οδήγησε στον προσδιορισμό του χαρακτήρα του πεδίου των τάσεων στην περιοχή. Χρησιμοποιήθηκαν η μέθοδος των ορθών διέδρων γωνιών (Anglelier & Mechler 1977) η μέθοδος του μέσου καλύτερου τανυστή τάσης και P/T αξόνων (Cary & Brunier 1974, Caputo & Caputo 1988). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 7. Φαίνεται ότι κυριαρχεί ένα εφελκυστικό πεδίο με διεύθυνση του άξονα ελάχιστης τάσης  $\sigma_3$  Β-Ν μέχρι ΒΒΔ-ΝΝΑ, που διέπει την πρόσφατη και ενεργό τεκτονική ενώ εφελκυσμός σε διεύθυνση ΒΒΑ-ΝΝΔ φαίνεται ότι διέπει την παλαιότερη τεκτονική κατά το Μειόκαινο ή και Πλειόκαινο. Στο ίδιο σχήμα απεικονίζονται μαζί με τις κύριες δομές της περιοχής και το πεδίο των τεκτονικών τάσεων, όπως προκύπτει από την ποσοτική και ποιοτική ανάλυση των διευθύνσεων και κλίσεων των νεοτεκτονικών ρηγμάτων, των γραμμώσεων τεκτονικής ολίσθησης και των διακλάσεων.

**ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΒΥΘΙΣΜΑΤΟΣ ΑΞΙΟΥ-ΘΕΡΜΑΪΚΟΥ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΟ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ Δ. ΚΑΛΚΙΔΙΚΗΣ**

Το μεγάλο βύθισμα Αξιού-Θερμαϊκού Κόλπου κατά βάση εντάσσεται στον ευρύτερο χώρο μιας μολασσικής αύλακας της λεγόμενης "Παλαιογενούς αύλακας Αξιού" (Μουντράκης 1985) η οποία λειτουργούσε ήδη από το Ηώκαινο στο χώρο μεταξύ Πελαγονικής ζώνης και Σερβομακεδονικής μάζας (Mercier 1968). Ήδη από την περίοδο Ηωκαίνου-Ολιγοκαίνου λειτουργούσε κάποιο εφελκυστικό πεδίο στο χώρο αυτό και είχε ως αποτέλεσμα τη συνεχή βύθιση και διαμόρφωση της αύλακας αυτής.

Υπάρχουν σαφή στοιχεία για τη συνέχιση της δράσης του εφελκυστικού αυτού πεδίου και από γεωφυσικές μελέτες. Ο Kiriakidis (1984) συγκεκριμένα εντοπίζει συνιζηματογενή λιστρικά ρήγματα (listric faults) της περιόδου Ηωκαίνου-Ολιγοκαίνου καθώς και ένα σημαντικό αχρονολόγητο συμβάν στην επαφή Νεογενών σχηματισμών και προνεογενούς υποβάθρου. Η εφελκυστική διαδικασία επομένως συνεχίστηκε από την περίοδο εκείνη (ίσως συνεχώς) για τη συγκεκριμένη αυτή περιοχή μέχρι τους νεοτεκτονικούς χρόνους. Ο Συρίδης (1990) με ιζηματολογικά-παλαιοντολογικά στοιχεία αναφέρεται επίσης στη δημιουργία ενός επιμήκους βυθίσματος στο χώρο αυτό κατά το Κάτω-Μέσο Μειόκαινο, βύθισμα το οποίο μάλιστα περιοριζόταν στα νότια από αναδυμένη ξηρά.

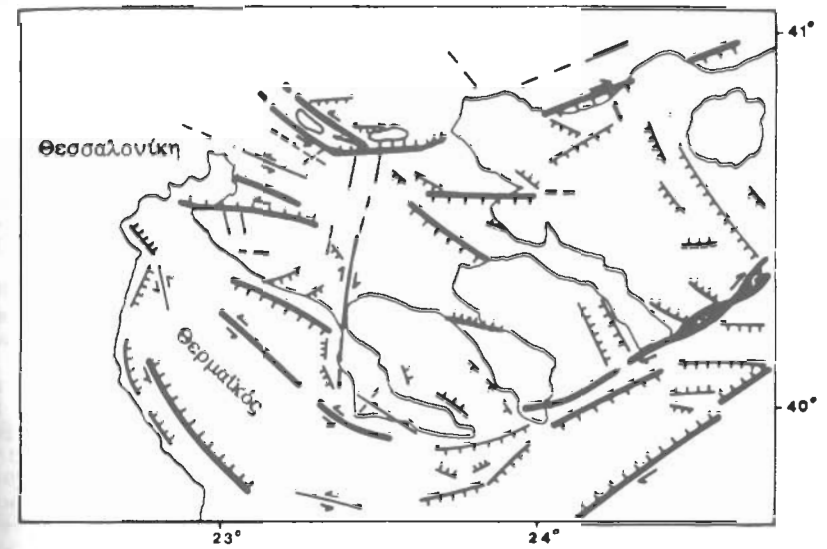
Είναι επομένως μάλλον σαφές ότι η μολασσική "Παλαιογενής αύλακα Αξιού" εξελίχθηκε με την επίδραση της εφελκυστικής τεκτονικής, που έδρασε κατά διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ, στο βύθισμα Αξιού-Θερμαϊκού κόλπου που είχε από τότε την επιμήκη αυτή ΒΔ-ΝΑ διεύθυνση (σχ. 1). Η οριστική βέβαια μορφή του βυθίσματος ολοκληρώθηκε με τη συνέχιση της εφελκυστικής τεκτονικής στο Πλειόκαινο οπότε απομονώθηκε από τον Τορωναίο Κόλπο.

Συμπερασματικά επομένως μπορούμε να πούμε ότι τα μεγάλα κανονικά ρήγματα των οποίων η επιφάνεια καμπυλώνεται με το βάθος (listric) έπαιξαν κυρίαρχο ρόλο στην εξέλιξη του βυθίσματος, το οποίο φαίνεται ότι είχε μια συνεχή εξέλιξη, με δύο κύριους σταθμούς της νεοτεκτονικής της δημιουργίας, το Μέσο-Ανω Μειόκαινο και Μέσο Πλειόστοκαινο. Η παλαιότερη φάση εφελκυσμού που υπολογίζεται για την περιοχή μελέτης είχε διεύθυνση του ελάχιστου άξονα τάσης ( $\sigma_3$ ) ΒΑ-ΝΔ. Η χρονολόγησή της δεν είναι απόλυτα ακριβής, πιθανό να συνδέεται με ακόμη παλαιότερες εφελκυστικές φάσεις (Ηωκαίνου-Ολιγοκαίνου). Στην περιοχή μελέτης, φαίνεται να επηρεάζει ελάχιστα τους νεότερους ιζηματογενείς σχηματισμούς, γιατί και χαρακτηρίζεται σαν Μεσομειοκαινικής-Πλειοκαινικής ηλικίας (?).

Στην περίοδο του Πλειοστοκαίνου με την επίδραση της συνεχιζόμενης εφελκυστικής διαδικασίας, με τροποποιημένη όμως διεύθυνση του άξονα ελάχιστης  $\sigma_3$ -τάσης σε Β-Ν, προκαλεί τον εγκάρσιο τεμαχισμό του βυθίσματος Αξιού-Θερμαϊκού με ρήγματα διεύθυνσης γενικά Α-Δ (σχ. 1). Το ρήγμα του Ανθεμούντα και τα μικρότερα ρήγματα αυτής της διεύθυνσης στο νότιο άκρο της χερσονήσου της Κασσάνδρας εντάσσονται στην τεταρτογενή δράση της εφελκυστικής τεκτονικής του ευρύτερου Βορειοελλαδικού χώρου.

Ενδιαφέρον από σεισμοτεκτονική άποψη, έχει η ενεργός τεκτονική κατάσταση της περιοχής. Η σεισμική ιστορία της παρουσιάζεται εξαιρετικά ήσυχη με δύο μόνο συμβάντα (479 π.Χ. - 1923 μ.Χ.) τα επίκεντρα των οποίων βρίσκονται σε σημαντική απόσταση από τη χερσόνησο προς τα ΝΔ (Παπαζάχος & Παπαζάχος 1989). Η Δυτική Καλκιδική παρουσιάζεται σαν μια σχετικά αδιατάρακτη τεκτονικά περιοχή σε σχέση με τις γύρω περιοχές (Θερμαϊκός, Τάφος Βορείου Αιγαίου, Σερβομακεδονική Ενεργός Ζώνη) και κατά συνέπεια λιγότερο ενεργή σήμαρα αν και φαίνεται σαν ένα ενιαίο μπλοκ. Ορισμένες κύριες δομές (σχ. 1) δευτέρου τάξης της χερσονήσου χωρίζουν σε μικρότερα τεμάχια με διαφορετική τεκτονική και κυρίαρχη

μορφολογική συμπεριφορά. Αν και η περιοχή μελέτης, όπως και όλος ο χώρος του Β. Αιγαίου, βρίσκεται κάτω από την επίδραση ενός ΒΒΔ-ΝΝΑ διεύθυνσης πρόσφατου έως ενεργού εφελκυστικού πεδίου τάσεων, φαίνεται ότι η παραμόρφωση είναι πολύ μικρή σε σχέση με τις γύρω περιοχές (Mountrakis et al. 1983, Papazachos et. al. 1984) και οι κύριες τεκτονικές δομές βρίσκονται στην περιφέρεια.



Σχήμα 8. Τεκτονικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής μελέτης (χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από Martin 1987, Pavlides & Kiliias 1987 και Pavlides et al. 1990).

Figure 8. Tectonic sketch-map of the broader region data from Martin 1987; Pavlides & Kiliias 1987 and Pavlides et al. 1990 have been used).

Οι Kockel et al (1977), Mercier et al. (1983) και κυρίως Pavlides et al. (1990) παρουσιάζουν στοιχεία για την ύπαρξη στην ευρύτερη περιοχή μιας σημαντικής συσιστώσας οριζόντιας μετατόπισης, ενώ οι Pavlides & Soulakelis (1991) υποστηρίζουν την πολυπλοκότητα των διαρρήξεων στη Μυθονία λεκάνη και ότι κυριαρχεί η ΒΔ-ΝΑ διεύθυνση και ακολουθούν η ΒΑ-ΝΔ και Α-Δ. Η οριζόντια μετατόπιση έχει αριστερόστροφο χαρακτήρα για τις δομές με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και δεξιόστροφο γι' αυτές με ΒΒΔ-ΝΝΔ. Η ύπαρξη της οριζόντιας συσιστώσας είναι από τη μια πλευρά, εφώφνη προς το γενικό πεδίο των τάσεων, αλλά είναι πιθανό να σχετίζεται με διεργασίες της σημαντικής ρηξιγενούς ζώνης δεξιόστροφης οριζόντιας μετατόπισης της Τάφρου του Β. Αιγαίου (Pavlides et al. 1990).

Τα μέχρι τώρα δεδομένα δεν δείχνουν την ύπαρξη σημαντικών ενεργών ρηγμάτων στην περιοχή. Μόνο στο βόρειο όριό της, την κοιλάδα του Ανθεμούντα, όπου και το γνωστό γεωθερμικό πεδίο, το μεγάλο ρήγμα του Ανθεμούντα, διεύθυνσης Α-Δ, παρουσιάζει βάσιμα στοιχεία για πρόσφατη και ενεργό δράση. Το ρήγμα αυτό, που βρίσκεται πολύ κοντά στο πολεοδομικό κέντρο της Θεσσαλονίκης, χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή και



λεπτομερέστερη μελέτη, παλαιοσεισμολογική κυρίως.

Άλλη ενδιαφέρουσα μεγάλη τεκτονική δομή της περιοχής, με νεο-τεκτονική δράση, αποτελεί το ρήγμα της Ολύμβου με διεύθυνση Β-Ν και κίνηση οριζόντιας μετατόπισης. Τέλος, ιδιαίτερα ενεργός εμφανίζεται ο Τορωναίος Κόλπος, όπου σύμφωνα με τη μελέτη μικροσεισμικών ακολουθιών (Scordilis 1991), φαίνεται ότι μια σειρά παράλληλων, συνθετικών και αντιθετικών, μικρών σχετικά ρηγμάτων ΒΒΔ-ΝΝΑ διεύθυνσης, ορίζει το βύθισμα του Τορωναίου κόλπου. Ειδικές γεωφυσικές μελέτες, χερσαίες και θαλάσσιες θα μπορούσαν να προσκομίσουν χρήσιμα στοιχεία για την καλύτερη αξιολόγηση του σεισμοτεκτονικού δυναμικού της περιοχής, διότι δεν μπορεί να αποκλεισθεί η ύπαρξη κάποιου μεγάλου ενεργού ρήγματος.

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ANGELIER, J. and MECHLER, P. (1977). Sur une methode graphique de recherche des contraintes principales egalement utilisable en tectonique et en seismologie. Bull. Soc. Geol. Fr., 19, 6, 1309-1318.
- BIDDLE, K.T. and CHRISTIE-BLICK, N. (1985). Glossary, in: Strike-slip deformation, basin formation and sedimentation, ed. by Biddle, K.T. and Christie-Blick, N., SEPM Spec. publ., No. 37, p. 377.
- CAPUTO, M. and CAPUTO, R. (1988). Structural analysis: new analytical approach and applications. Ann. Tectonicae. II, 2, 84-89.
- CAREY, E. and BRUNIER, B. (1974). Analyse theorique et numerique d' un modele mecanique elementaire applique a l' etude d' une population de failles. C.R. Acad. Sci. Fr., 279, 891-894.
- ΓΑΡΔΙΚΑΣ, Χ. (1934). Συμβολή στη γεωλογική έρευνα της Χαλκιδικής χερσονήσου. I. Ανεύρεσις Παλαιογενούς επί της Νοτιοανατολικής Κασσανδρείας. Εργ. Ορυκτ. Γεωλ. Πετρολ. Παν. Θεσσαλονίκης 4.
- CHRISTODOULOU, A. and HATZFELD, D. (1988): Three-dimensional crustal and upper mantle structure beneath Chalkidiki (northern Greece), Earth Plan. Sci. Lett., 88, 153-168.
- I.G.E.Y. (1969α). Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας 1:50.000 φύλλο Επανωμή υπό Δαλεχού, Ν., Bizon, G., Αθήνα.
- I.G.E.Y. (1969b). Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας 1:50.000. Χερσόνησος Κασσάνδρας υπό Guy, M., Μπορνόβα, I., Bizon, J., Bizon, G., Αθήνα.
- I.G.M.E. (1978). Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας 1:50.000 φύλλο Βασιλικά υπό Mollat, H., Αντωνιάδη, Π., Χριστοδούλου, Γ., Παργινό, Δ., Κουρμούλη, Ν., Αθήνα.
- KIRIAKIDIS, L.G. (1984). Geophysical studies of the eastern margin of the Vardar Zone in Central Macedonia, Greece. Ph.D. Thesis, Univ. of Wales, pp. 372.
- KOCKEL, F., MOLLAT, H., WALTHER, H. (1977). Geologischen Karte des Chalkidiki und angrenzender Gebiete in 1:100.000 (Nord-Griechenland). Bundesanstalt fuer Geowissenschaften und Rohstoffe Erl., 119 S., 4 Abb., 5 Tab., 1 Taf., 1 Kt. in 4 Bl., Hannover.
- LALECHOS, N. and SAVOYAT, E. (1979). La sedimentation Neogene dans le Fosse Nord Egeen. 6th Colloquium of the Aegean Region, 2, 591-603.
- LALECHOS, N. (1986). Correlation and observations in molassic sediments in onshore and offshore area of Northern Greece. Oryktos Ploutos 42, 7-34.
- ΜΑΡΙΝΟΣ, Γ., ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ-ΜΑΝΕ, Ε., ΣΩΤΗΡΙΑΔΗΣ, Α., και ΣΑΠΟΥΝΤΖΗΣ, Η., (1970). Επί της παλαιογεωγραφίας της Βορειοανατολικής "Θεσσαλονίκης" - Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ. του χώρου της Χαλκιδικής. Geol. Pays Hell. 22, 1-27.
- MARTIN, L. (1987). Structure et Evolution Recente de la Mer Egee, apports d' une etude par sismique reflexion. These de doct., Univ. Paris 6, 305 pp.
- MERCIER, J., (1968). Etude geologique des zones internes des Hellenides en Macedoine centrale. Contribution a l' etude du metamorphisme et de l' evolution magmatique des zones internes des Hellenides. Ann. Geol. Pays. Hell. 20, 1-738.
- MERCIER, J.L., CAREY-GAILHARDIS, E., MOUYARIS, K., SIMEAKIS, K., RONDYANNIS, T. and ANGHELIDIS, C. (1983). Structural analysis of recent and active faults and regional state of stress in the epicentral area of the 1978 Thessaloniki earthquakes (Northern Greece). Tectonics, 2, 577-600.
- ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ, Α., (1985). Γεωλογία της Ελλάδας. University Studio Press., Θεσσαλονίκη, 207 σ.
- MOUNTRAKIS, D., PSILOVIKOS, A. and PAPAACHOS, B.C., (1983). The Geotectonic Regime of the 1978 Thessaloniki Earthquakes. The Thessaloniki, Northern Greece, earthquake of June 20, 1978, and its seismic sequence. Techn. Chamber Greece, Section of Central Macedonia, 11-27.
- NILSEN, T.H. and McLAUGHLIN, R.J. (1985). Comparison of tectonic framework and depositional patterns of the Hornelen strike-slip basin of Norway and the Little Sulphur Greek strike-slip basins of California, in Biddle, K.T. and Christie-Blick, N. (eds.): Strike-slip deformation, basin formation and sedimentation, SEPM Spec. Publ., No 37, 79-103.
- PAPAACHOS, B., MOUNTRAKIS, D., PSILOVIKOS, A. and LEVENTAKIS, G. (1979). Surface fault traces and fault plane solutions of the May-June 1978 major shocks in the Thessaloniki area, Greece. Tectonophysics, 53, 171-183.
- ΠΑΠΑΖΑΧΟΣ, Β.Κ. και ΠΑΠΑΖΑΧΟΥ, Κ. Οι σεισμοί της Ελλάδας, Εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη 1989, 356 σελ.
- PAPAACHOS, B.C., KIRATZI, A.A., VOIDOMATIS, P.S. and PAPAIOANNOU CH.A (1984). A study of the December 1981-January 1982 seismic activity in northern Aegean Sea, Boll. Geof. Teor. Appl. 26, 101-113.
- PAVLIDES, S.B. and KILIAS, A.A. (1987). Neotectonic and active faults along the Serbomacedonian Zone (SE Chalkidiki, Northern Greece), Ann. Tectonicae I, n2; 97-104.
- PAVLIDES, S.B., MOUNTRAKIS, D., KILIAS, A.A. and TRANOS, M. (1990). The role of strike-slip movements in the extensional area of Northern Aegean (Greece): A case of transtensional tectonics. Ann. Tectonicae, IV., n2, 196-211.
- PAVLIDES, S. and SOULAKELLIS, N (1991). Multifaceted seismogenic area of Thessaloniki 1978 earthquake (Northern Greece). Proc. IESCA-90 Izmir, Turkey, II, 64-75.
- ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ, Α., ΣΥΡΙΑΔΗΣ, Γ., και ΧΑΚΑΜΙΔΟΥ, Ε., (1988). Παράκτια φαινόμενα στη χερσόνησο Κασσάνδρα της Χαλκιδικής, Δελτίο ΕΛΛ. Γεωλ. Εταιρ. XX, 325-339, Αθήνα.
- SCORDILIS, E.M. (1990). Seismic Activity in the Kassandra Gulf (Northern Greece). Bull. Geol. Soc. Greece. XXV/3, 295-311. Proc. 5th Congr.
- ΣΥΡΙΑΔΗΣ, Γ.Ε. (1990). Λιθοστρωματογραφική, βιοστρωματογραφική και παλαιογεωγραφική μελέτη των Νεογενών-Τεταρτογενών ιζηματογενών σχηματισμών της χερσονήσου Χαλκιδικής. Διδ. διατ. Επιστ. Επετ. Τμήμα Γεωλογίας ΑΠΘ, παράρτημα I, 230 σελ.
- SOTIRIADIS, L. (1974). Die geomorphologie des tales von Anthemous (Griechisch Makedonien). Ann. Mus. Goulandris 2, 141-163, Athens.