

## ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ ΑΛΜΥΡΟΥ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΠΡΟΣΦΑΤΗΣ ΡΗΞΙΓΕΝΟΥΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ\*

Α. ΓΑΛΑΝΑΚΗΣ<sup>1</sup>

### ΣΥΝΟΨΗ

Το κεντρικό και νότιο τμήμα της λεκάνης του Αλμυρού επηρεάζεται από δύο διαγωνίως τεμνόμενα κανονικά ρήγματα, με διευθύνσεις ΒΔ-ΝΑ και Α-Δ περίπου. Το πρώτο με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ προκαλεί ανύψωση του δυτικού τμήματος της λεκάνης, σημαντική μετατόπιση των στρωμάτων του λιγνίτη και δημιουργία ποτάμιων αναβαθμίδων. Το δεύτερο ρήγμα που τοποθετείται κατά μήκος του ρέματος Ξεριάς, δημιουργεί μονόπλευρη ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου. Στο νότιο περιθώριο της λεκάνης τα ρήγματα με διεύθυνση Α-Δ, επηρεάζουν το αλπικό υπόβαθρο και τα νεογενή ιζήματα και αποτελούν τμήματα της ρηξιγενούς ζώνης που ελέγχει το νότιο περιθώριο της λεκάνης του Αλμυρού. Η ρηξιγενής αυτή τεκτονική κατά τη διάρκεια του Νεογενούς-Τεταρτογενούς έχει άμεση σχέση τόσο με την εξέλιξη και διαμόρφωση του βυθίσματος του Αλμυρού όσο και με τη ηφαιστειότητα της περιοχής. Η μορφολογική διαφοροποίηση της λεκάνης του Αλμυρού, το υδρογραφικό δίκτυο και οι νεότερες γεωμορφές ελέγχονται κυρίως από τη νέα ρηξιγενή τεκτονική υπό τη δράση εφελκυστικού πεδίου ΒΒΔ-ΝΝΑ διεύθυνσης.

### ABSTRACT

Two crossed fault systems with NW-SE and E-W directions affect on the central and southern part of the Almyros basin. The uplift movement in the western part of the basin, with importance vertical displacement (up to 200m) of the lignite layers and the formation river terraces are related with the activity of the first fault NW-SE direction. The second fault with E-W direction, located along Xerias river, affect on drainage system with hydrographic network from the south to the north development. In the southern part of the basin and on the Orthrys mountain a fault system with E-W trending affects on alpine basement and neogene deposits. This fault system forms the southern boundary of the Almyros basin. The recent brittle tectonic during Neogene-Quaternary is connected with the evolution and the configuration of the Almyros basin as well as volcanic activity of the area. The morphological differentiations of Almyros basin, the drainage system and the recent landforms with morphogenic activity are controlled by the recent brittle tectonics. The normal fault systems in the studied area caused by the extensional stress field ( $\sigma_3$ ), trending N-S to NNW-SSE, which controls the geodynamic regime since Lower Pleistocene. This geodynamic regime has defined the recent morphological and morphotectonic evolution of the studied area.

**KEY WORDS:** Geomorphology, morphotectonics, neotectonics, fault, stress field.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Γεωμορφολογία, μορφοτεκτονική νεοτεκτονική, ρήγμα, πεδίο τάσεων.

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η νεογενής λεκάνη του Αλμυρού αποτελεί ένα τεκτονικό βύθισμα της νότιας Θεσσαλίας. Η μορφολογία του βορείου περιθωρίου του βυθίσματος αυτού είναι γενικά ήπια, χωρίς ιδιαίτερα έντονο ανάγλυφο και ελέγχεται από το σεισμικό ρήγμα της Νέας Αγχιάλου. Το βύθισμα αυτό εκτείνεται δυτικά του Παρασητικού κόλπου με γενική διεύθυνση Α-Δ και αποτελεί το νοτιότερο τμήμα του συστήματος των λεκανών της Θεσσαλίας. Ο μεγάλος άξονας είναι 20 χλμ. ενώ το πλάτος του φτάνει τα 12 χλμ. Νότια το βύθισμα αυτό οριοθετείται από το όρος Όρθρος, ενώ βόρεια ορίζεται από υψώματα με χαμηλό ανάγλυφο που δεν ξεπερνούν τα 500m. Τα ιζήματα που απαντούν στην περιοχή είναι κυρίως χερσοποτάμιες και λιμναίας φάσης. Τα λιμναία ιζήματα είναι πλειοκαινικής ηλικίας και εντοπίζονται ΝΔ και ΒΑ της λεκάνης του Αλμυρού (Galanakis & Koutsouveli 2000).

Μετά την ολοκλήρωση της λιμναίας φάσης, άρχισε η απόθεση ποταμοχερσαίων υλικών η οποία συνεχίστηκε μέχρι και το Κ-Μ Πλειστόκαινο και καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος της λεκάνης του Αλμυρού.

\* BRITTLE TECTONIC AND MORPHOLOGICAL ALTERATION OF ALMYROS BASIN

1. Institute of Geology and Mineral Exploration, 70 Messoghion Str., Athens, 11527 Greece

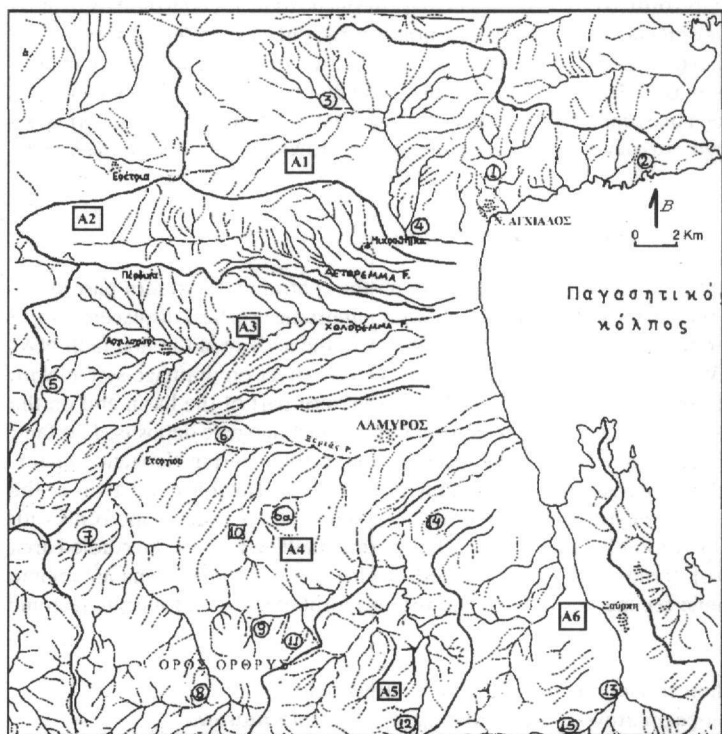
Βόρεια των Μικροθιβίων και ανατολικά της Αγκιάλου, θέση “Πορφυρίωνας”, εμφανίζονται ηφαιστειακά υλικά από λάβες βασαλτικής σύστασης, αποτέλεσμα της εκδηλώσης κάτω πλειστοκαινικής ηφαιστειότητας στην περιοχή των “Μικροθιβίων” και “Πορφυρίωνα”, (Fytikas et. al 1985).

## 2. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

### 2.1. Υδρογραφικό δίκτυο

Στα πλαίσια της γεωμορφολογικής μελέτης της λεκάνης του Αλμυρού έγινε η ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου (κατά Strahler) όπου λήφθηκαν υπόψη όλες οι κυανές γραμμές των ρευμάτων σε τοπογραφικούς χάρτες κλίμακας 1:50.000. της Γ.Υ.Σ. Στο χάρτη της εικόνας 1 παρουσιάζεται η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου και έχουν σημειωθεί οι θέσεις, όπου έγιναν οι σχετικές παρατηρήσεις.

Μελετώντας τους υδροκρίτες των κυρίων ρευμάτων 4ης και 5ης τάξης μπορούμε να χωρίσουμε τη λεκάνη του Αλμυρού σε 6 υπολεκάνες (A1,A2,A3,A4,A5,A6) με επιμήκη κυρίως μορφή και κύριο άξονα Α-Δ εκτός από εκείνη του ρέματος Ξεριά (A4) και τη μικρή λεκάνη της Σούρπης (A6).



**Εικ. 1: Ανάλυση του Υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης του Αλμυρού κατά Strahler**  
**Fig. 1: Drainage system of Almyros basin.**

- Κλάδοι 1<sup>ης</sup> τάξης
- Κλάδοι 2<sup>ης</sup> τάξης
- - - Κλάδοι 3<sup>ης</sup> τάξης
- · - Κλάδοι 4<sup>ης</sup> τάξης
- - - Κλάδοι 5<sup>ης</sup> τάξης
- Υδροκρίτες

Οι υπολεκάνες A1 και A2 είναι 4ης τάξης και έχουν μονόπλευρη ανάπτυξη των δευτερευόντων κλάδων από Βορρά προς Νότο, ενώ οι κύριοι κλάδοι έχουν διεύθυνση περίπου από Δ/κά προς Α/κά. Η μορφή των κλάδων είναι η δενδριτική με απότομη αλλαγή της διεύθυνσης των δευτερευόντων κλάδων σε Α-Δ (σημεία 1,2), ενώ κατά θέσεις εμφανίζεται υποπαράλληλη μορφή ανάπτυξης των κλάδων.

Ο συνδυασμός της παράλληλης μορφής του δικτύου και της αλλαγής της διεύθυνσης στη ροή των ρευμάτων (σημεία 3 και 4) δείχνει την παρέμβαση της τεκτονικής (ρήγμα Αγκιάλου) η οποία μέσα από διαφορετικές κινήσεις των επιμέρους ρηξιτεμαχίων επηρεάζει άμεσα την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου τόσο κατά την οριζόντια όσο και κατά την κατακόρυφο έννοια. Σε θέσεις που δέχονται την επίδραση της ζώνης του ρήγματος της Νέας Αγκιάλου, τα ρεύματα που έχουν διεύθυνση ροής από Βορρά προς Νότο κάμπτονται προς τα Ανατολικά, ενώ η κατά βάθος διάβρωση γίνεται έντονη στο τέμαχος που ανέρχεται (footwall block), όπως έχει μελετηθεί και από τον Caputo (1996).

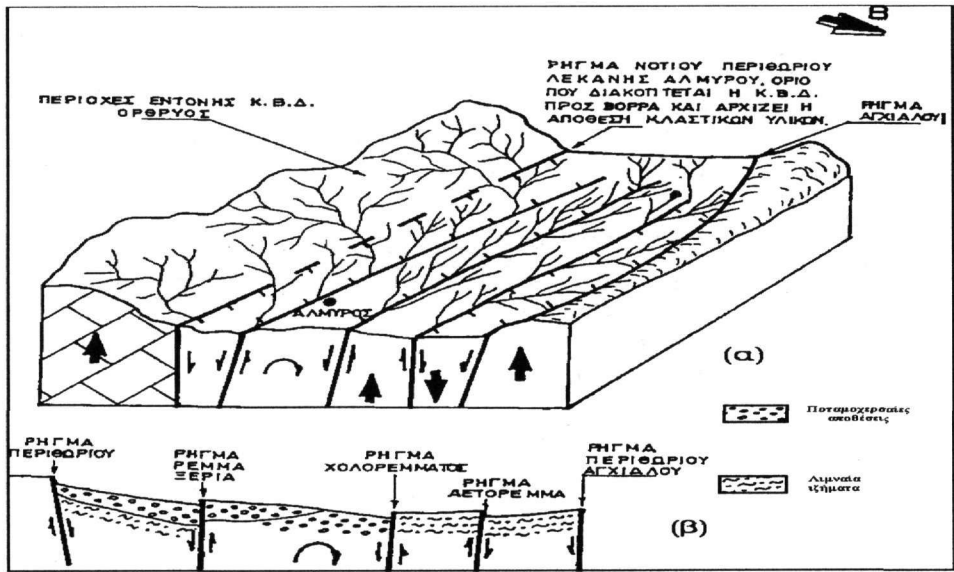
Η υπολεκάνη A3 είναι 5ης τάξεως, εμφανίζει πιο συμμετρική ανάπτυξη σε σχέση με τις δύο προηγούμενες, όμως και εδώ οι δευτερευόντες κλάδοι έχουν μεγαλύτερη και πυκνότερη ανάπτυξη δενδριτικής και κατά θέσεις παράλληλης μορφής στο νότιο τμήμα της και διεύθυνση ροής από τα ΝΔ προς τα ΒΑ, ενώ εμφανίζονται

συγχρόνως απότομες αλλαγές της διεύθυνσης τους σε Α-Δ της ίδιας τάξης κλάδων (σημείο 5).

Η υπολεκάνη Α4 είναι 5ης τάξεως και εμφανίζει ασύμμετρη εξέλιξη με εντυπωσιακή μονόπλευρη ανάπτυξη όλων των κλάδων που ρέουν από Νότο προς Βορρά και κάμψη των κύριων κλάδων κατά 90° προς τα Α/κά ή Δ/κά (σημεία 6, 6α, 7, 8, 9,) που οφείλονται σε τεκτονικά αίτια (tilting) λόγω επίδρασης του ρήγματος Ξεριά ή του ρήγματος του νοτίου περιθωρίου της λεκάνης του Αλμυρού (εικ. 2 & 3).

Οι έντονες διαφοροποιήσεις στην εξέλιξη του υδρογραφικού δικτύου, όπως η ασύμμετρη ανάπτυξη αυτού, αλλά και η αποστράγγιση μεγάλου αριθμού κλάδων πρώτης και δεύτερης τάξης κατευθείαν σε κλάδους τέταρτης τάξης, οφείλεται στο γεγονός της επιμήκυνσης των κλάδων αυτού στο ταφροειδές βύθισμα μέσα στο οποίο αναπτύσσονται από Δ/κά προς Α/κά. Το κύριο αίτιο της συγκεκριμένης διαμόρφωσης του υδρογραφικού δικτύου είναι οι νεοτεκτονικές διεργασίες και οι κινήσεις των επιμέρους ρηξιτεμαχών κατά τη διάρκεια του Τεταρτογενούς, όπως αυτό ερμηνεύεται στο τρισδιάστατο σχήμα της εικόνας 2. Αντίστοιχα φαινόμενα έχουν περιγραφεί για το υδρογραφικό δίκτυο του βυθίσματος του Σπερχειού, (Maroukian & Zamani 1983, Maroukian 1987), και για τα υδρογραφικά δίκτυα της νοτιοδυτικής Ροδόπης (Ψιλοβίκος 1990).

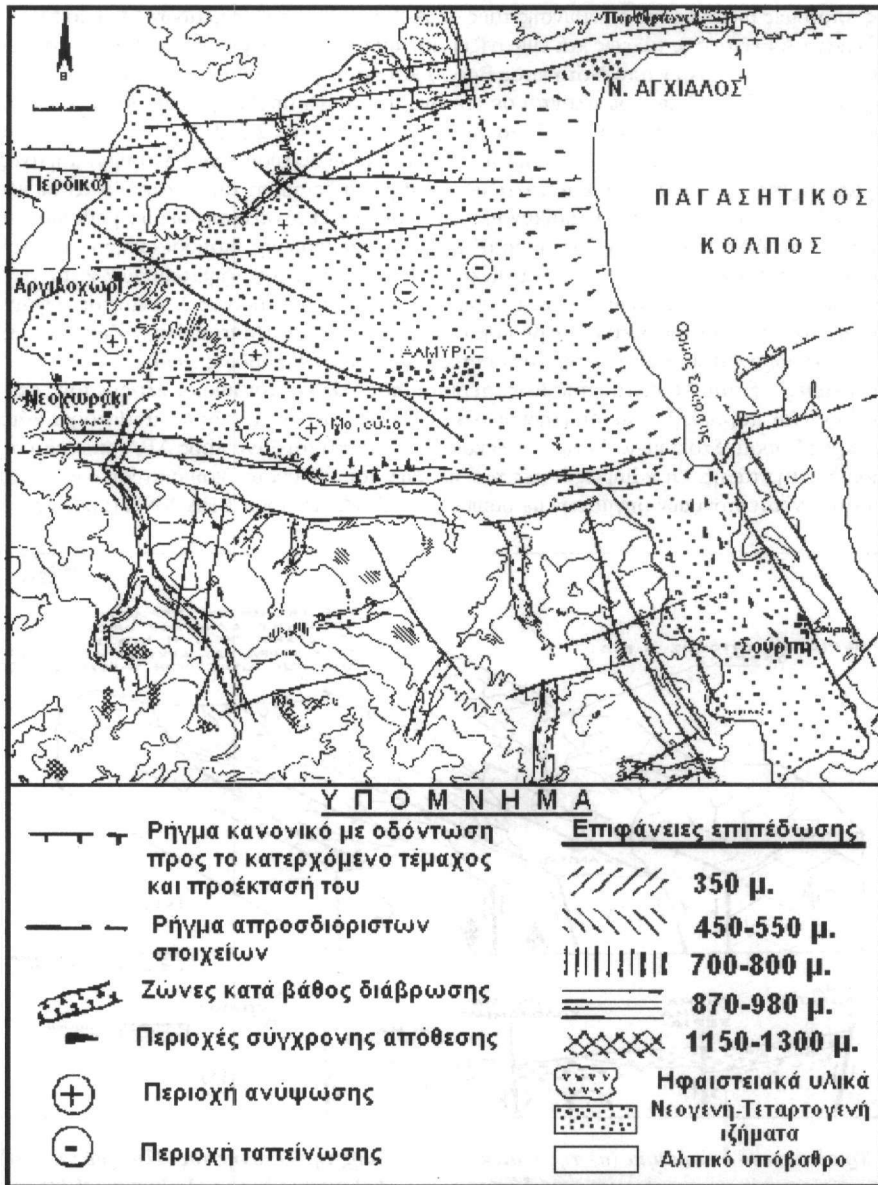
Οι υπολεκάνες Α5 και Α6 είναι επιμήκεις, περίπου παράλληλες (οι κύριοι κλάδοι τους στο νότιο τμήμα τους αναπτύσσονται παράλληλα) με διεύθυνση ΑΒΑ ενώ στις θέσεις 12 και 13 αντίστοιχα κάμπτονται πάλι παράλληλα προς Βορρά. Στο σημείο 14 της υπολεκάνης Α5 κάμπτεται ξανά προς ΑΒΑ όπως και αρκετοί δευτερεύοντες κλάδοι 1ης τάξης. Οι κάμψεις αυτές των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου οφείλονται στη δράση δύο συστημάτων νεοτεκτονικών ρηγμάτων με διευθύνσεις ΑΒΑ-ΔΝΔ και ΒΒΔ-ΝΝΑ (εικόνες 3 & 4).



Εικ. 2: Τρισδιάστατο διάγραμμα (α) της νεοτεκτονικής δομής της λεκάνης του Αλμυρού και επίδραση των νεοτεκτονικών ρηγμάτων στο υδρογραφικό δίκτυο αυτής. Απλουστευμένη γεωλογική τομή (β) του παραπάνω διαγράμματος.

Fig. 2: Schematic representation of the neotectonic structure of the Almyros basin (a) and the evolution neotectonic faults on drainage system. Simplified cross section (b) of the above diagram.

Στην υπολεκάνη Α6 ο κλάδος 4ης τάξης έχει υποστεί σημαντική κάμψη προς Βορρά, κατά το πρόσφατο γεωλογικό παρελθόν, πιθανόν στη διάρκεια του Ανωτέρου Πλειστοκαινού - Ολοκαινού. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την απουσία ή την υποτυπώδη ανάπτυξη δευτερευόντων κλάδων (1<sup>ης</sup> τάξης) πάνω στον κύριο κλάδο από το σημείο κάμψης του μέχρι την εκβολή του στον Παγασητικό κόλπο, μας βοηθά να διαπιστώσουμε ότι: Υπάρχει πολύ πρόσφατη τεκτονική δραστηριότητα των ρηγμάτων με διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ, που συνδέεται και με τη διάνοιξη της μικρής λεκάνης της Σούρπης και έχει επιδράσει επί του υδρογραφικού δικτύου στη θέση που διέρχεται ο κύριος κλάδος, ενώ δεν έχει προλάβει να αναπτυχθεί το δευτερεύον δίκτυο.



*Εικ 3: Μορφοτεκτονικός χάρτης της λεκάνης του Αλμυρού.  
Fig.3: Morphotectonic map of Almyros basin*

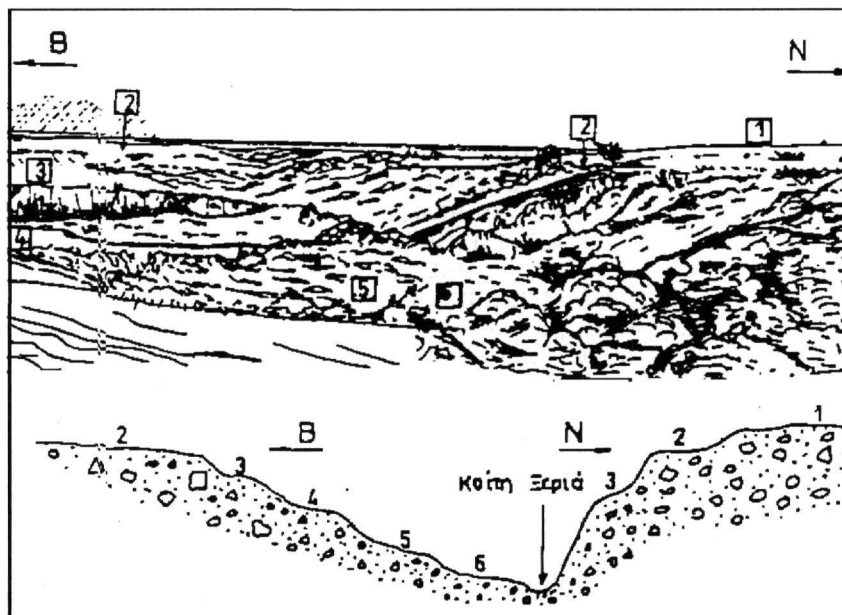
Εδώ θα πρέπει να τονισθεί ότι η πρόσφατη δράση του συστήματος των ρημάτων με διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ, έχει παίξει καθοριστικό ρόλο στη νεότερη γεωτεκτονική εξέλιξη της περιοχής δεδομένου ότι συνδέεται και με την ηφαιστειότητα στην περιοχή των Μικροθηβίων (όπως αναφέρεται και στο κεφάλαιο της τεκτονικής).

## 2.2. Ανάγλυφο της λεκάνης του Αλμυρού

Στο δυτικό τμήμα της λεκάνης τα ρέματα δημιουργούν διάβρωση σε βάθος και παρουσιάζεται εντονότερο μορφολογικό ανάγλυφο σε σχέση με το ανατολικό τμήμα. Η παρατηρούμενη διαφοροποίηση του αναγλύφου οφείλεται στο γεγονός ότι, το ανατολικό τμήμα της λεκάνης βρίσκεται υπό καθεστώς βύθισης σε σχέση με το δυτικό, συμπεράσμα στο οποίο οδηγούμαστε με βάση τα παρακάτω στοιχεία:

α. Οι ποτάμιες αναβαθμίδες που έχει αφήσει κατά μήκος του το ρέμα Ξεριάς, νοτιοδυτικά της λεκάνης, από το

χωριό Νεοχωράκι έως την πόλη του Αλμυρού. Στην περιοχή αυτή διακρίνονται 6 αναβαθμίδες σε διάφορα υψόμετρα από την κοίτη του ρέματος (Εικ. 4). Από αυτές η ψηλότερη και παλαιότερη η οποία έχει την μεγαλύτερη εξάπλωση βρίσκεται σε ύψος 40 μέτρα από τη κοίτη του Ξεριά.



**Εικ. 4:** Ποτάμιες αναβαθμίδες (Αν. Τεταρτογενές) κατά μήκος του ρέματος Ξεριάς (νοτιοδυτικό τμήμα λεκάνης Αλμυρού).

**Fig. 4:** River terraces (Late Quaternary) along Xerias river (SW part of Almyros basin). Οι άλλες τέσσερις αναβαθμίδες βρίσκονται σε ύψος 30, 25, 10, 5 μέτρα αντίστοιχα από την κοίτη του Ξεριά. Κατά θέσεις συναντάμε εντός της κοίτης υπολλειματα μιάς πολύ πρόσφατης αναβαθμίδας σε ύψος περίπου 1.5 μέτρο αποτέλεσμα της τελευταίας ανοδικής κίνησης του δυτικού τέμαχους της λεκάνης του Αλμυρού.

- β. Οι αλλουβιακές προσχώσεις των κυρίων ρεμάτων του υδρογραφικού δικτύου εξαπλώνονται στο ανατολικό τμήμα της λεκάνης.
- γ. Αρχαιολογικές παρατηρήσεις στις ακτές του Παγασητικού κόλπου έχουν δείξει ότι αυτές βρίσκονται υπό καθεσώς βύθισης (Στείρος 1989).
- δ. Πρόσφατες τεκτονικές διεργασίες, όπως η δράση του ρήγματος που διέρχεται δυτικά της πόλης του Αλμυρού με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ (εικ. 3). Το ρήγμα αυτό εντοπίστηκε με γεωτρήσεις για την έρευνα του λιγνίτη που έκανε το Ι.Γ.Μ.Ε. το 1987. Η μελέτη των γεωτρήσεων για τον εντοπισμό του λιγνίτη έδειξε ότι, το δάπεδο του κοιτάσματος κατά μήκος και εκατέρωθεν του ρήγματος αυτού εμφανίζει μετάπτωση κατά 200 περίπου μέτρα προς τα ανατολικά. Συνεπώς, το τμήμα της λεκάνης του Αλμυρού που εμφανίζει έντονο μορφολογικό ανάγλυφο ταυτίζεται με το τέμαχος που ανέρχεται (δυτικά του ρήγματος) (footwall), ενώ το τμήμα που εμφανίζει ήπιο ανάγλυφο ταυτίζεται με το τέμαχος που κατέρχεται (ανατολικά του ρήγματος) (hanging wall).

Η πολύ έντονη κατά βάθος διάβρωση που παρουσιάζεται στο βόρειο τμήμα του ορεινού όγκου της Όρθρου εντάσσεται στη λεκάνη απορροής της περιοχής Αλμυρού. Οι θέσεις που εμφανίζεται η έντονη διάβρωση σε βάθος των ρεμάτων στην περιοχή της Όρθρου έχουν αποτυπωθεί στον χάρτη της εικόνας 3. Στις θέσεις αυτές τα ρέματα εκβαθύνουν τις κοίτες τους και ρέουν σε κοιλάδες σχήματος V, σχηματίζοντας έτσι πολλές φορές φαράγγια, ενώ συγχρόνως κατά θέσεις έχουμε την ύπαρξη υπολειμμάτων ποτάμιων αναβαθμίδων.

Σ' αυτό το σημείο πρέπει να επισημανθεί ότι η έντονη κατά βάθος διάβρωση του προνεογενούς υποβάθρου της Όρθρου σταματά απότομα στην επαφή με τα νεογενή-τεταρτογενή ιζήματα του νοτίου περιθωρίου της λεκάνης. Στη θέση αυτή διέρχεται το ρήγμα που οριοθετεί το περιθώριο της λεκάνης με διεύθυνση Α-Δ, (εικ. 2 & 3), όπου αρχίζει το πεδίο απόθεσης υλικών στο τέμαχος που κατέρχεται (hanging wall). Τα γεγονότα αυτά οφείλονται στις πρόσφατες ανυψωτικές κινήσεις της Όρθρου.

### 2.3. Επιφάνειες επιπέδωσης

Γιά να προσδιοριστούν οι επιφάνειες επιπέδωσης, όπως αποτυπώθηκαν αυτές στο χάρτη της εικόνας 3, κατασκευάστηκαν τοπογραφικές τομές με διεύθυνση Β-Ν ανά 1500 m και έγινε μελέτη αεροφωτογραφιών της περιοχής. Ο καθορισμός των επιφανειών επιπέδωσης έγινε με βάση τα στοιχεία του επιφανειακού αναγλύφου, του υψόμετρου, της έκτασης και της κατανομής τους στον ορεινό όγκο της Όρθρουος.

Με βάση λοιπόν τα παραπάνω στοιχεία προσδιορίστηκαν κατά υψόμετρο οι παρακάτω κατηγορίες επιφανειών επιπέδωσης, οι οποίες ανήκουν στο τύπο της απογύμνωσης και έχουν σχηματιστεί πάνω στα προνεογενή πετρώματα της Όρθρουος.

	<b>ΥΨΟΜΕΤΡΟ</b>		<b>ΗΛΙΚΙΑ</b>	
α.	1150-1300	m	Μ. Α. ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ	Planation surfaces
β.	870- 980	m	ΚΑΤ. ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟ	
γ.	700-800	m	ΑΝ. ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟ	
δ.	450-540	m	ΚΑΤ. ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ	Pediments
ε.	350	m	Μ. ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ-ΟΛΟΚΑΙΝΟ	

Ο προσδιορισμός της ηλικίας των επιφανειών αυτών βασίστηκε στην ταξινόμηση που έχει γίνει σ' όλη την Πελαγονική ζώνη, από τον Ψιλοβίκο (1989). Σύμφωνα με την ταξινόμηση αυτή η παλαιότερη επιφάνεια για όλη τη περιοχή της Όρθρουος βρίσκεται σε ύψος μεταξύ 1150 και 1300 m και έχει υπολειμματικό χαρακτήρα, όλες δε οι επιφάνειες βρίσκονται σε συνθήκες συνεχούς διάβρωσης.

### 3. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Η μεγαλύτερη και πιο εντυπωσιακή ρηξιγενής γραμμή, η οποία διακρίνεται καθαρά σε δορυφορικές εικόνες και είναι σεισμικά ενεργή, είναι αυτή του ρήγματος της Νέας Αγχιάλου. Το ρήγμα αυτό εντοπίστηκε, χαρτογραφήθηκε και μελετήθηκε μετά το σεισμό του Ιουλίου του 1980 διότι συνδέθηκε με αυτή τη σεισμική δραστηριότητα (Papazachos et al. 1983). Μεταγενέστερα η ρηξιγενής αυτή ζώνη χαρτογραφήθηκε και μελετήθηκε από διάφορους ερευνητές Caputo (1990), Mountrakis et al (1993) και Γαλανάκης (1997). Ο Caputo (1996) επανέρχεται στη ρηξιγενή αυτή ζώνη και μελετά την επίδραση αυτής επί του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής.

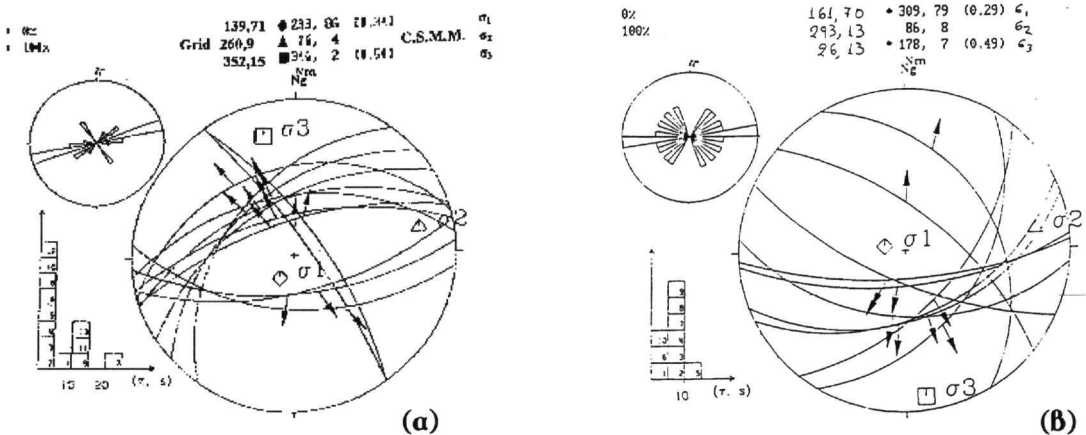
Στην παρούσα εργασία πέρα των πρόσθετων μετρήσεων που έγιναν, για τη μελέτη της κινηματικής και τον προσδιορισμό των τεκτονικών τάσεων, έγινε προσπάθεια να συνδεθεί η κινηματική της ζώνης αυτής με τα άλλα ρήγματα που επηρεάζουν τη λεκάνη του Αλμυρού.

Η ρηξιγενής ζώνη των κανονικών ρηγμάτων που ορίζει το βόρειο περιθώριο του βυθίσματος του Αλμυρού, με κατεύθυνση Β75° έως Β90° διασχίζει υποθαλάσσια τον Παγασητικό κόλπο, διέρχεται από τα χωριά Νέα Αγχιάλος και Μικροθήβες και προεκτείνεται δυτικά σ' ένα μήκος περίπου 50 χιλιομέτρων (Mountrakis et al 1993). Ο πιθανός χρόνος έναρξης της δράσης αυτού του ρήγματος είναι το Κάτω Πλειόκαινο, όπως φανερώνουν οι συνιζηματογενείς δομές στα πλειοκαινικά ιζήματα της περιοχής. Επηρεάζονται επίσης τα ηφαιστειακά πετρώματα του Κατώτερου Πλειστοκαινού που βρίσκονται εντός της ζώνης του ρήγματος, καθώς και οι χερσαίες αποθέσεις.

Σε ρηξιγενείς επιφάνειες που εντοπίστηκαν εντός των λαβών στη περιοχή των Μικροθηβών και έφεραν γραμμώσεις τεκτονικής ολίσθησης, έγινε συλλογή κατάλληλων τεκτονικών μετρήσεων οι οποίες έδειξαν ότι ο ηφαιστειακός αυτός σχηματισμός εκτός από τα ΑΒΑ-ΔΝΔ ρήγματα της μεγάλης ρηξιγενούς ζώνης της Νέας Αγχιάλου τέμνεται και από ρήγματα με διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ. Τα ρήγματα αυτά εντοπίζονται και βόρειοανατολικά των Μικροθηβών και επηρεάζουν τα νεογενή ιζήματα που υπόκεινται των ηφαιστειακών υλικών (Galanakis & Koutsouveli 2000). Οι διευθύνσεις ΑΒΑ-ΔΝΔ και ΒΒΔ-ΝΝΑ των ρηγμάτων παρουσιάζονται στο διάγραμμα της εικόνας 5α, ενώ η ανάλυση των μετρήσεων δείχνει ότι τα δύο αυτά συστήματα των ρηγμάτων δραστηριοποιούνται κάτω από εφελκυστικό πεδίο τάσεων με διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ.

Τα συστήματα ΑΒΑ-ΔΝΔ και ΒΒΔ-ΝΝΑ των ρηγμάτων που επηρεάζουν αυτό το χώρο ταυτίζονται με τα συστήματα που αναφέρουν ο Doutsos (1979), Caputo (1990), Caputo & Pavlides (1993) για την ανατολική Θεσσαλία και έχουν άμεση σχέση με την παλαιογεωγραφική διαμόρφωση και την ιζηματολογική εξέλιξη στην ευρύτερη περιοχή από το Ανώτερο Μειόκαινο μέχρι σήμερα.

Η παρουσία του κανονικού ρήγματος που διέρχεται ανατολικά των Μικροθηβών με διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ και κλίση προς τα ανατολικά δείχνει ότι συνδέεται (πιθανή προέκταση) με τη ρηξιγενή ζώνη που ορίζει το ανατολικό περιθώριο της μικρής λεκάνης της Σούρτης (εικ. 3), ενώ έχει άμεση σχέση με την επιμήκη τοποθέτηση των ηφαιστειακών υλικών σχεδόν παράλληλα στη ρηξιγενή αυτή γραμμή.



Εικ. 5: Στερεογραφικές προβολές σε δίκτυο Schmidt των επιπέδων των ρηγμάτων που ελέγχουν το βόρειο (α) και το νότιο (β) περιθώριο της λεκάνης του Αλμυρού, καθώς και τα αποτελέσματα του «μέσου καλύτερου τανυστή τάσης» (θέσεις κυρίων αξόνων τάσης  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ ).

Fig. 5: Stereographic projection Schmidt of the fault planes which control the northern (a) and southern (b) boundary of the Almyros basin and the results of "mean best stress tensor" (principal stress axes  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ ).

Γνωρίζοντας το άμεσα ορατό τμήμα της σεισμικής ρηξιγενούς ζώνης της Νέας Αγχιάλου και χρησιμοποιώντας τα μορφοτεκτονικά κριτήρια της μεθόδου Doornkamp (1986), μπορούμε να υπολογίσουμε τη δαντέλωση της μορφολογίας εμπρός από τη ζώνη του ρήγματος. Ετσι μπορούμε να συγκρίνουμε το μήκος του ρήγματος σε σχέση με το μήκος της δαντέλωσης και να υπολογίσουμε το συντελεστή S (Mountain front sinuosity) με βάση τη σχέση  $S = L_s/L_f$  όπου  $L_s$  είναι το μήκος της δαντέλωσης και  $L_f$  το μήκος του ρήγματος. Η τιμή του S που προκύπτει από την μελέτη αυτής της μεγάλης ρηξιγενούς γραμμής που ορίζει το βόρειο περιθώριο της λεκάνης του Αλμυρού είναι  $S = 1,23$  και πληρεί τις προϋποθέσεις, ώστε να χαρακτηριστεί ενεργό αποκλειστικά και μόνο με μορφοτεκτονικά κριτήρια.

Στην περιοχή του νότιου και κεντρικού τμήματος της λεκάνης του Αλμυρού σημαντική είναι η παρουσία των διαγωνίως τεμνόμενων κανονικών ρηγμάτων, με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ του ενός και Α-Δ περίπου του άλλου, που μελετήθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο και έχουν διαφοροποιήσει μορφολογικά τη λεκάνη του Αλμυρού.

Νότια το χωριού Νεοχωράκι, οι κατοπτρικές επιφάνειες με διεύθυνση ΑΝΑ-ΔΝΔ που εντοπίστηκαν πάνω στο αλπικό υπόβαθρο, αλλά και εντός των νεογενών ιζημάτων αποτελούν υπολείμματα του μεγάλου ρήγματος που ελέγχει το νότιο περιθώριο της λεκάνης του Αλμυρού, φέρουν δε λεπτές γραμμώσεις τεκτονικής ολίσθησης. Όπως έχει αποτυπωθεί στο χάρτη της εικόνας 3 το ρήγμα αυτό ορίζει το νότιο περιθώριο της λεκάνης του Αλμυρού δεν εμφανίζεται όμως επιφανειακά διότι καλύπτεται από τα νεότερες ηπειρωτικές αποθέσεις του ανωτέρου Τεταρτογενούς. Ανατολικά το ρήγμα αυτό εντοπίζεται υποθαλάσσια (Περισσοράτης 1990) και επηρεάζει τα ολοκαινικά ιζήματα που έχουν αποθεθεί εντός του Παγασητικού κόλπου. Πρόκειται λοιπόν για τη δράση ενός ρήγματος, σε πολλές θέσεις καλυμμένου, το οποίο έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην εξέλιξη της λεκάνης του Αλμυρού, και διαμόρφωσε τα πρόσφατα μορφολογικά και μορφοτεκτονικά χαρακτηριστικά της στήσης σε αυτό περιοχή. Το ίχνος αυτού του ρήγματος διέρχεται από θέσεις όπου σταματάει η έντονη κατά βάθος διάβρωση η οποία έχει αναπτυχθεί εντός των αλπικών σχηματισμών της Όρθρου και εντοπίζεται στο όριο του τέμαχους που ανέρχεται "footwall" (περιοχή με έντονη διάβρωση σε βάθος) και του τέμαχους που κατέρχεται "hanging wall".

Μικρότερα ρήγματα που εντοπίζονται νοτιότερα του χωριού Νεοχωράκι και εντός του αλπικού υποβάθρου είναι παράλληλα στο μεγάλο ρήγμα του νότιου περιθωρίου της λεκάνης του Αλμυρού και οριοθετούν κυρίως τις επιφάνειες επιπέδωσης των 450 έως 550 μέτρων. Χαρακτηριστικό μορφοτεκτονικό στοιχείο είναι ότι οι επιφάνειες αυτές έχουν αναπτυχθεί παράλληλα στη γραμμή του συγκεκριμένου ρήγματος. Οι διευθύνσεις των ρηγματών παρουσιάζονται στο διάγραμμα της εικόνας 5β, ενώ η ανάλυση των μετρήσεων δείχνει ότι τα ρήγματα αυτά δραστηριοποιούνται κάτω από εφελκυστικό πεδίο τάσεων με διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ.

Η εντυπωσιακή μονόπλευρη ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της υπολεκάνης του Ξεριά από Νότο

προς Βορρά, όπως έχει περιγραφεί στο κεφάλαιο της γεωμορφολογίας, οφείλεται στη ρηξιγενή γραμμή που διέρχεται μέσα από το ρέμα Ξεριάς και είναι παράλληλη στο καλυμμένο ρήγμα του νότιου περιθωρίου.

Τα προαναφερθέντα στοιχεία τεκμηριώνουν την παρουσία του κανονικού ρήγματος που ελέγχει το νότιο περιθώριο της λεκάνης του Αλμυρού και το οποίο συνδέεται με αποθέσεις κορημάτων και αλλουβιακών ριπιδίων σε μία αρκετά μεγάλης έκτασης λεκάνη απορροής. Η εφαρμογή της μεθόδου του Doornkamp (1986), για τον προσδιορισμό του βαθμού ενεργότητας αυτού του ρήγματος η τιμή που λαμβάνει ο συντελεστής  $S = L_s/L_f$  είναι  $S = 2,01$  το χαρακτηρίζει σαν μέτρια ως πιθανά ενεργό.

Τέλος η δημιουργία επίσης της μικρής λεκάνης της Σούρπης οφείλεται στην πρόσφατη νεοτεκτονική δραστηριότητα των BBA-NNA διεύθυνσης ρηξιγενών γραμμών. Το ανατολικό περιθώριο της λεκάνης αυτής ορίζεται από το μεγάλο ρήγμα της περιοχής με κατευθυνση BBA-NNA (Εικ. 3) όπου κατά μήκος του έχουν αποτεθεί πλευρικά κορημάτα και κώνοι κορημάτων ηλικίας Mindel και νεότερα (Γαλανακης 1997).

Τα ρήγματα που ελέγχουν γεωδυναμικά και μορφοτεκτονικά τη λεκάνη της Σούρπης βρίσκονται σε άμεση σχέση με τα ρήγματα που έχουν εντοπισθεί και περιγράφει βόρειοανατολικά των Μικροθιβών.

#### 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η γεωμορφολογική εξέλιξη της περιοχής μελέτης έχει αποτυπωθεί τόσο στα πετρώματα του αλπικού υποβάθρου, όσο και στα νεογενή και τεταρτογενή ιζήματα, όπου έδωσε γεωμορφές που σχετίζονται κυρίως με διεργασίες της νεότερης νεογενούς και τεταρτογενούς γεωλογικής εξέλιξης της.

Κατά την περίοδο αυτή κύριοι παράγοντες διαμόρφωσης του σημερινού αναγλύφου ήταν: η ρηξιγενής τεκτονική η οποία από το Κ. Πλειστόκαινο μέχρι σήμερα δημιούργησε διαφορικές κινήσεις μεταξύ των ρηξιτεμαχών, οι διαβρωτικές διεργασίες αλλά και οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής.

Η συνθετική αξιολόγηση όλων των γεωμορφολογικών και μορφοτεκτονικών παραμέτρων που παρατηρήθηκαν και καταγράφηκαν στην μελετηθείσα περιοχή οδήγησε στα παρακάτω συμπεράσματα.

Συνέπεια της ρηξιγενούς τεκτονικής είναι η διαφορετική υψομετρική θέση των επιφανειών επιπέδωσης στην περιοχή της Όρθρου, ενώ η καλή διατήρησή τους αποδίδεται τόσο στην λιθολογία (θέσεις πάνω σε επίπεδα στρώσης και σχιστότητας μαρμάρων και ασβεστολίθων), όσο και σε γρήγορες ανηψωτικές κινήσεις.

Το υδρογραφικό δίκτυο προσαμόσθησε στα νεότερα τεκτονικά δεδομένα με αποτέλεσμα, η μορφή και η διεύθυνσή του να ελέγχεται κυρίως από τη δράση νεοτεκτονικών ρηγμάτων και κατά δεύτερο λόγο από τη λιθολογία των σχηματισμών, που διέρχεται.

Άλλα γεωμορφολογικά-μορφοτεκτονικά στοιχεία που συνηγορούν στο γεγονός ότι ο ορεινός όγκος της Όρθρου, όπως και το Δυτικό τμήμα της λεκάνης του Αλμυρού σε σχέση με το Ανατολικό βρίσκονται υπό καθεστώς ανοδικών κινήσεων ακόμα και σήμερα, είναι τα εξής: α) Η έντονη εκβαθυντική δράση του νερού στην περιοχή της Όρθρου, δυτικά του Αλμυρού με ταυτόχρονη δημιουργία ποτάμιων αναβαθμίδων σε διάφορα ύψη από τις κοίτες των ρεμάτων. Αντίθετα η συνεχής πλήρωση άλλων περιοχών με σύγχρονα ποταμοχερσαία υλικά (προσχώσεις) και οι ενδειξεις βύθισης ακτών, δείχνουν ότι το ανατολικό τμήμα της λεκάνης του Αλμυρού βρίσκεται υπό καθεστώς καθοδικών κινήσεων.

Τέλος συγκρίνοντας τις διευθύνσεις που λαμβάνουν οι παραπάνω περιγραφείσες μορφοτεκτονικές δομές παρατηρούμε: α) απότομη αλλαγή της διεύθυνσης ροής των ρεμάτων από BBA-NNA σε A-Δ έως ABA-ΔΝΔ, β) διακοπή της διάβρωσης σε βάθος που ακολουθεί τη διεύθυνση περίπου A - Δ και γ) συγκεκριμένες διευθύνσεις απόθεσης των αλλουβιακών ριπιδίων, καθώς και οι διευθύνσεις που αναπτύσσονται οι επιμήκεις λεκάνες απορροής.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω στοιχεία των γεωμορφολογικών-μορφοτεκτονικών παρατηρήσεων μπορούμε να διαπιστώσουμε, ότι η συγκεκριμένη περιοχή έχει δεχθεί την επίδραση δύο συστημάτων ρηγμάτων κατά τη διάρκεια του Νεογενούς Τεταρτογενούς, ένα με διεύθυνση περίπου A-Δ έως ABA-ΔΝΔ και ένα δεύτερο με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ έως BBA-NNA. Το πρώτο από αυτά θεωρείται ότι είναι το νεότερο διότι κατά μήκος αυτού του συστήματος εξελίσσονται οι περισσότερες σημερινές μορφοτεκτονικές δομές.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- CAPUTO R., (1990): Geological and structural study of the recent and active brittle deformation of the Neogene-Quaternary basins of Thessaly (Central Greece). *Ph.D. Thesis. Ar. Univ. Thessaloniki*, V12, 252p.
- CAPUTO R., (1996): The active Nea Anchialos fault system (Central Greece): comparison of geological, morphotectonic, archaeological and seismological data. *Ann. Geof. Vol. XXXIX, N.3.*
- CAPUTO, R., & PAVLIDES, S. (1993). Late Cainozoic geodynamic of Thessaly and surroundings (central-northern Greece.). *Tectonophysics*, 223, p. 339-362.
- DOORNKAMP C. J. (1986): Geomorphological approaches to the study of neotectonics. *J. Geol. Soc., Lond Vol. 143*, 335-342.
- DOUTSOS, TH., (1979). Zur Plio-Pleistozanen tektonik ost-Thessaliens. *A.G.P.H., THS I: 333-343.*
- FYTIKAS M., INNOCENTI F., MANETTI P., MAZZUOLIA-PECCERILLO A., VILLARI L., (1985): Tertiary to Quaternary evolution of volcanism in the Aegean region. The Geol. Evolution of the E. Medit. *Special Publ. of the Geol. Soc.* No 17, 687-699.
- GALANAKIS D., (1997): Neotectonic structure and stratigraphy Neogene and Quaternary sediments of Almyros-Pagassitikos basin, Pilio, Oreoi-Trikeri channel and Maliakos gulf. *Ph.D. Thesis. Aristot. Univer. Thessaloniki, Unpub.*, (in Greek), 260p.
- GALANAKIS D., PAVLIDES S., MOUNTRAKIS D., (1998): Recent Brittle Tectonic in Almyros -Pagassitikos, Maliakos, N. Euboia & Pilio. *Bull. Geol. Society of Greece, XXXII/1*, 263-273.
- GALANAKIS D., KOUTSOUELI AN., (2000): Neogene and Quaternary sediments of Almyros basin (Thessaly, Greece). A stratigraphic approach. *Proceedings Inter. Colloquium RCMNS, Patras 1998. Geol. Society of Greece, Sp. Publ.* p.p71-77.
- MAROUKIAN H., ZAMANI A., (1983): Morphotectonic observations in the drainage basin of the Sperhios River, Central Greece. *Proceedings, Symposium of the Morphotectonics working Group (I.G.U.), Sofia, 1981*, 191-203.
- ΜΑΡΟΥΚΙΑΝ Σ., Χ. (1987): Φυσικογεωγραφικές παρατηρήσεις στη λεκάνη απορροής του ποταμού Σπερχειού. *Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών.*
- MOUNTRAKIS D., KILIAS A., PAVLIDES S., ZOUROS N., SPYROPOULOS N., TRANOS M., SOULAKELLIS N., (1993): Field study of the Southern Thessaly highly active fault zone. *Proceedings 2<sup>nd</sup> Cong. of the Hellenic, Geophysical Union, Florina, 5-7 May 1993 Greece*, p.p 603-614.
- PERISSORATIS K., AGELOPOULOS I., MITROPOULOS D., MICHAILIDIS S., (1991): Surficial Sediment Map of the Aegean Sea Floor, "Pagassitikos" sheet. *I.G.M.E. Athens.*
- PAPAZACHOS, B.C., PANAGIOTOPOULOS, R.G., TSAPANOST.M., MOUNTRAKIS, D., DIMOPOULOS, G.CH. (1983): A study of the 1980 summer seismic sequence in the Magnesia region of central Greece. *Geophys. J. Reach. Soc (1983) 75*, 155-168.
- ΣΤΕΙΡΟΣ Σ., ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ Σ., (1989): Άνω Ολοκαινικές μεταβολές της στάθμης της θάλασσας και μερικά συμπεράσματα για την ενεργό τεκτονική της κεντρικής Ελλάδας. *Δ.Ε.Γ.Ε. τομ. XXIII/1*, 259-269.
- STRAHLER A., (1964): Quantitive geomorphology of drainage basins and channel networks. in: Chow, V. (ed.). *Handbook of applied hydrology. Section 4-II: 39-76*, McGraw-Hill Book Co., New York.
- ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ Α., ΚΑΝΕΤΣΗ Ε., (1989): Εξάπλωση και παλαιογεωγραφική σημασία των επιφανειών επιπέδωσης στους ορεινούς όγκους της Πελαγονικής μάζας. *Δελτίο Ε.Γ.Ε. τομ. XXIII/1*, 279-287.