

## ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΣΤΗ ΛΟΚΡΙΔΑ (ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ)\*

Η. ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ<sup>1</sup>, Χ. ΚΡΑΝΗΣ<sup>2</sup>, Χ. ΜΑΡΟΥΚΙΑΝ<sup>2</sup> & Ι. ΦΟΥΝΤΟΥΛΗΣ<sup>2</sup>

### ΣΥΝΟΨΗ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ερευνών στην περιοχή της Λοκρίδας (Στερεά Ελλάδα) αναφορικά με τη σχέση των νεοτεκτονικών δομών και της ανταπόκρισης του υδρογραφικού δικτύου στη συνεχιζόμενη νεοτεκτονική παραμόρφωση. Διαπιστώνεται ότι το υδρογραφικό δίκτυο είναι σε μεγάλο βαθμό τεκτονικά ελεγχόμενο, και μάλιστα γίνεται φανερό ότι οι μεγαλύτερης τάξης νεοτεκτονικές δομές επηρεάζουν μεγαλύτερης τάξης κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Η χαρτογράφηση και η γεωμετρική και κινηματική ανάλυση των νεοτεκτονικών δομών σε συνδυασμό με τις μορφοτεκτονικές παρατηρήσεις επί του υδρογραφικού δικτύου καθιστούν δυνατό το προσδιορισμό του πρότυπο παραμόρφωσης της περιοχής, το οποίο αντιστοιχεί σε παραμόρφωση στρέψης.

### ABSTRACT

This paper presents the results of our research in the area of Lokris (Central Greece), regarding the relationship between the neotectonic structures and the response of the drainage network, which is found to be tectonically controlled to a great degree. Neotectonic mapping, geometrical and kinematic analysis, and morphotectonic investigation have shown that the local neotectonic grain is attributable to torsional deformation.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** νεοτεκτονική, μορφοτεκτονική, υδρογραφικό δίκτυο, ανθοειδές, διαπεριστροφή, Λοκρίδα, Στερεά Ελλάδα

**KEY WORDS:** neotectonics, morphotectonics, drainage network, flower structure, transrotation, Lokris, Central Greece

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η περιοχή της Λοκρίδας χαρακτηρίζεται από πυκνό τεκτονικό ιστό, αποτέλεσμα της ενεργού τεκτονικής, η οποία εκφράζεται κυρίως μέσω ρηγμάτων και ρηξιγενών ζωνών, τα οποία είτε οριοθετούν είτε εντοπίζονται εντός των μεγάλων μορφοτεκτονικών ενοτήτων της περιοχής. Μία εξ' αυτών είναι η λεκάνη της Λοκρίδας, η οποία οριοθετείται από τη μεγάλη ρηξιγενή ζώνη του Καλλίδρομου (PZK) στα νότια, τη ρ.ζ. Μενδενίτσας - Θερμοπυλών (PZMΘ) στα δυτικά, ενώ τα βόρεια της περιθώρια είναι πιο σύνθετα, με την παρουσία των ρ.ζ. Αρχαίου Θρονίου (PZAΘ) και Καινούριο - Τρανό Λιβάδι (PZKΤΛ) (που αποτελούν και το νότιο όριο του όρους Κνημύς) στο κεντρικό-βόρειο περιθώριό της, της ρ.ζ. Μώλου (PZMΩ) στα ΒΔ και της ρ.ζ. Γουλεμίου (PZΓΟ) στα ΒΑ (Κράνης, 1999). Η ίδια η Λεκάνη της Λοκρίδας χωρίζεται σε ανατολική και δυτική υπολεκάνη, με βάση τεκτονικά, γεωλογικά και στρωματογραφικά κριτήρια (Κράνης, 1999).

Η παρούσα ανακοίνωση ασχολείται με τη νεοτεκτονική παραμόρφωση και τα αποτελέσματα αυτής στη μορφή και εξέλιξη του υδρογραφικού δικτύου της δυτικής υπολεκάνης της Λοκρίδας (Εικ. 1). Περιγράφονται κατ' αρχήν τα ποτάμια συστήματα που τη διατρέχουν. Γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στις πειρατείες κλάδων και αδήρη περιγραφή του νεοτεκτονικού ιστού. Στη συνέχεια τα δεδομένα αυτά θα συζητηθούν και θα γίνει προσπάθεια σύνθεσής τους και ένταξής τους σε ένα ευρύτερο νεοτεκτονικό πλαίσιο.

### 2. ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

#### 2.1 Λατζόρεμμα

Ο Ξεροπόταμος Λατζόρεμμα (Εικ. 1) ρέει στο δυτικό άκρο της λεκάνης της Λοκρίδας. Είναι τέταρτης

\* TECTONICALLY CONTROLLED DRAINAGE EVOLUTION IN LOKRIS (CENTRAL GREECE)

1. Τομέας Δυναμικής, Τεκτονικής & Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, 15784 Αθήνα e-mail: mariolakos@geol.uoa.gr

2. Τομέας Γεωγραφίας - Κλιματικής Γεωγραφίας, Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

τάξης κατά Horton και η λεκάνη απορροής του έχει έκταση 28.5 km<sup>2</sup>. Ο άνω ρους του αναπτύσσεται σε αλπικούς σχηματισμούς (κυρίως ανθρακικά πετρώματα και εν μέρει κλαστικά) και έχει διεύθυνση Α-Δ, που στρέφεται αργότερα προς ΒΑ (ρέμα Γλύκα). Ο κάτω ρους του διαβρώνει μεταλλικά ιζήματα, κυρίως πλειστοκαινικής ηλικίας και έχει διεύθυνση Β-Ν, εκβάλλει δε μέσω της εγκατελειμμένης κοίτης του ποταμού Σπερχειού.

Η μορφή του υδρογραφικού του δικτύου είναι δύσκολο να ταξινομηθεί σε μία από τις εμπειρικά αναγνωρισμένες μορφές (βασικοί ή συνδυασμένοι τύποι κατά Howard (1967), προσομοιάζοντας σε ασύμμετρο επίμηκες δενδρικό ή υποπαράλληλο. Αυτό πάντως που είναι αξιοσημείωτο είναι η ιδιαίτερα έντονη ασυμμετρία στην ανάπτυξη των κλάδων του κάτω ρου. Πιο συγκεκριμένα, ο κύριος κλάδος είναι έντονα μετατοπισμένος προς το ανατολικό όριο της λεκάνης, με τους κλάδους που συμβάλλουν σ' αυτόν από τα ανατολικά να είναι πολύ μικροί (200-500 μ.), και αποκλειστικά πρώτης τάξης.

Αναπτύσσει πολύ έντονη κατά βάθος διάβρωση στα δύο τρίτα του μήκους του κεντρικού κλάδου (από το ρέμα Γλύκα, στο γεωγραφικό πλάτος της Μενδενίτσας και προς βορρά). Στον άνω του ρου διατρέχει την επιμήκη πόλη της Παλιοσουβάλας, η οποία μετατρέπεται σε εποχιακή λίμνη, κατά τους χειμερινούς και εαρινούς μήνες.

Ο κύριος κλάδος του εν λόγω υδρογραφικού δικτύου, δεν ρέει απευθείας προς βορρά, μέσω του Ελαφοβουνίου, αλλά το παρακάμπτει από τα ανατολικά. Το γεγονός αυτό θα πρέπει να αποδοθεί στο ότι το άνω τμήμα του υδρογραφικού δικτύου είναι κληρονομημένο, στην προκειμένη περίπτωση προ-πλειστοκαινικό. Δηλαδή φαίνεται ότι η ροή του υδρογραφικού δικτύου πριν από το (?Μ) Πλειστόκαινο ήταν από δυτικά προς ανατολικά. Αν μάλιστα στη δράση αυτού του παλαιο(ποταμού) αποδοθεί και η απόθεση του σχηματισμού της Μενδενίτσας, τότε επιβεβαιώνεται και η εκδοχή του Philip (1974) για τη διεύθυνση τροφοδοσίας αυτών των λατιποταμών.

Από τη χαρτογράφηση υπαίθρου και τη μελέτη των τεκτονικών, και μορφολογικών στοιχείων φαίνεται ότι η ροή του ποταμού είναι σχεδόν εξ' ολοκλήρου τεκτονικά ελεγχόμενη. Αρχικά, ο κύριος κλάδος ρέει σε διεύθυνση Α-Δ, παράλληλα με τη μεγάλη ρηξιγενή ζώνη του Καλλίδρομου (περιοχή Παλιοσουβάλας). Στη συνέχεια, η ροή στρέφεται προς ΒΑ και για μια απόσταση 3 χλμ., πριν στραφεί οριστικά προς βορρά. Η τελευταία αυτή αλλαγή διεύθυνσης γίνεται με την είσοδο του ποταμού στο τεκτονικό κέρασμα της Μενδενίτσας και συνοδεύεται εφεξής από έντονη κατά βάθος διάβρωση, η οποία γίνεται ακόμα καλύτερα εκφρασμένη με τη διέλευση του Λατζορέμιματος από τη ρηξιγενή ζώνη Μενδενίτσας - Θερμοπυλών, όπου και αρχίζει να διαβρώνει το σχηματισμό της Μενδενίτσας, δημιουργώντας εντυπωσιακό φαράγγι.

## 2.2. Λιαπατόρρεμα

Πρόκειται για αρκετά μεγάλο ποταμοχειμάρο (έκταση λεκάνης 43 km<sup>2</sup>) που ρέει στο κεντρικό τμήμα της δυτικής υπολεκάνης της Λοκρίδας (Εικ. 1). Η ροή του είναι κυρίως εποχική, εκτός των ετών με μεγάλο ύψος καταρημινομάτων. Ο κάτω ρους του ποταμού είναι καλά ανεπτυγμένος με μαιανδρική ροή. Το μεγαλύτερο μέρος της λεκάνης του αναπτύσσεται σε μεταλλικά ιζήματα, και μόνο το νότιο διαβρώνει τους αλπικούς σχηματισμούς του Καλλίδρομου.

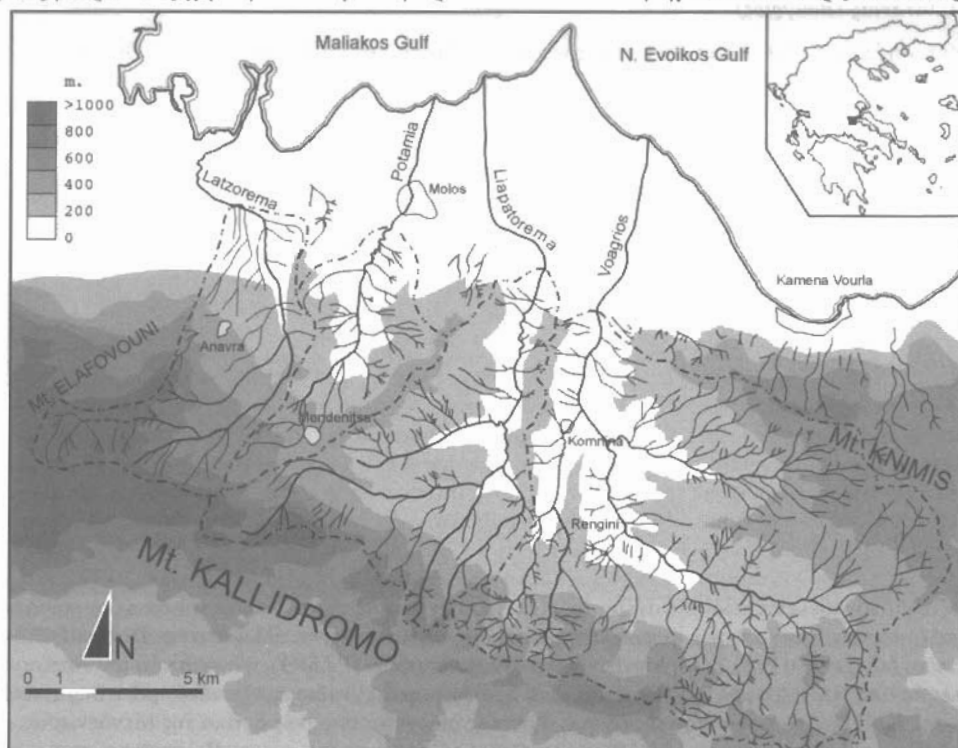
Πηγάζει από το Καλλίδρομο και ρέει προς βορρά, για να εκβάλλει στο Μαλιακό Κόλπο. Λίγο βορειότερα του χωριού Καλλίδρομο συμβάλλει σ' αυτό το ρέμα Βρόμα ή Χαλιά. Το τελευταίο πηγάζει αρκετά δυτικότερα, κατευθύνεται για 3-4 χλμ. βόρεια - βορειοανατολικά (ρέμα Κλεισούρα, νότια της Μενδενίτσας), και κατόπιν στρέφεται προς ανατολάς για να ενωθεί με το Λιαπατόρρεμα. Ο τύπος του υδρογραφικού του δικτύου είναι μικτός, με τους κλάδους μικρής τάξης να αναπτύσσονται δενδρικότα ή/και κλιμακωτά και τους κλάδους μεγαλύτερης τάξης να συμβάλλουν με τον κεντρικό υπό ορθή γωνία. Αξιοσημείωτη είναι επίσης η μονόπλευρη ανάπτυξη του ρέματος Μπάστα, νότια του Αγ. Χαράλαμπου, το οποίο ρέει από δύση προς ανατολή και κλάδοι που να συμβάλλουν σε αυτό από το νότιο ουσιαστικά δεν υπάρχουν.

Στο σύνολό του πάντως το Λιαπατόρρεμα παρουσιάζει έντονη ασυμμετρία. Ο κύριος κλάδος είναι σημαντικά μετατοπισμένος προς το ανατολικό όριο της λεκάνης, απέχοντας από αυτό κατά μέσο όρο 1 χλμ. Οι κλάδοι στα ανατολικά συμβάλλουν υπό ορθή γωνία προς αυτόν και το μήκος τους είναι, φυσικά, μικρό. Ο ανατολικός υδροκρίτης της λεκάνης σηματοδοτείται με μια μεγα-φωτογράμμιση, διεύθυνσης Β-Ν ενώ από τα δυτικά, όπως προαναφέρθηκε, ο υδροκρίτης με την Ποταμά έχει διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ και είναι ιδιαίτερα ευθύγραμμος.

Η όλη μορφή του υδρογραφικού δικτύου φαίνεται να είναι έντονα τεκτονικά ελεγχόμενη. Η τεκτονική, και πιο συγκεκριμένη η νεοτεκτονική δραστηριότητα έχει επηρεάσει σημαντικά τόσο την έκταση της λεκάνης όσο και τη μορφή του υδρογραφικού δικτύου. Αυτός (δηλ. η τεκτονική) φαίνεται να είναι ο λόγος για τον οποίο το ρέμα Κλεισούρα στρέφεται προς τα ανατολικά και συμβάλλει στο ρέμα Βρόμα, αντί να συμβάλλει με την Ποταμά, όπως φαίνεται και στο χάρτη της Εικ. 3.

Η δε ασυμμετρία στην ανάπτυξη του δικτύου, που αποδοθεί επίσης σε τεκτονι-

κούς παράγοντες. Για τους κλάδους μικρότερης τάξης, όπως στο ρέμα Μπάστα και στους παρατόταμους του, η μορφή τους μπορεί να εξηγηθεί μέσω κινήσεων μικρών νεοτεκτονικών τεμαχίων, τα οποία ορίζονται από ρήγματα.



Εικ. 1. Τοπογραφικός χάρτης της περιοχής μελέτης, με τα υδρογραφικά δίκτυα που εξετάζονται εντός κειμένου.  
Fig 1. Topographic map of the study area, with the drainage networks discussed in text.

Για τη γενικότερη ασυμμετρία του δικτύου, όπως αναφέρθηκε και στην περιγραφή του υδρογραφικού δικτύου του Λατζορρέματος, θα δείχτει ότι δεν επαρκεί μια ερμηνεία απλών περιστραμμένων τεμαχίων, αλλά ένα συνθετότερο τεκτονικό καθεστώς.

### 2.3. Ποταμιά

Είναι ένα σχετικά μικρό ποτάμι (έκταση λεκάνης απορροής  $\sim 18 \text{ km}^2$ ), που ρέει (εποχιακά) στο κεντροδυτικό τμήμα της δυτικής υπολεκάνης και οι πηγές της βρίσκονται στην ανθρακική μάζα του Καλλίδρομου (Εικ. 1). Παρουσιάζει αρκετά μεγάλη συμμετρία στην ανάπτυξη των κλάδων του, πλην της νοτιοδυτικής άκρης της λεκάνης, όπου και φαίνεται μια σχετικά ασταθής σχέση με το παρακείμενό της προς τα δυτικά Λατζορρέμα. Οι κλίσεις των πρηνών είναι αυξημένες στο νοτιοανατολικό της τμήμα, ενώ ο υδροκρίτης της με το Λιαπατόρεμμα στα ανατολικά είναι ιδιαίτερα ευθύγραμμος, με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ και ταυτίζεται με χαρακτηριστική φωτογράμμιση στην περιοχή.

Ένα χαρακτηριστικό του ποταμιού αυτού είναι η μεγάλη στερεοπαροχή του, όπως φαίνεται και από το ευμέγεθες (για την έκταση του) αλλουβιακό του ριπίδιο, επάνω στο οποίο είναι χτισμένη η κωμόπολη του Μώλου, για την προστασία της οποίας από πλημμύρες η κοίτη της Ποταμιάς έχει εγκυβωτιστεί τεχνητά. Από ότι φαίνεται, η Ποταμιά έχει μια ιδιαίτερα αυξημένη "δυναμική", υπό την έννοια ότι έχει μεγάλη μεταφορική ικανότητα, αλλά και στερεοπαροχή. Να αναφερθεί επίσης ότι δεν παρατηρείται έντονη κατά βάθος διάβρωση στους μικρότερης τάξης χείμαρρους, εκτός από την περιοχή της Μενδενίτσας, όπου και διέρχεται το ποτάμι από τη ΡΖΜΘ. Θα μπορούσε κατά συνέπεια να θεωρηθεί ότι η Ποταμιά καταλαμβάνει ένα νεοτεκτονικό μικρο-τέμαχος το οποίο συνολικά ανέρχεται. Η υπόθεση αυτή θα εξεταστεί στη συνέχεια, αφού παρατεθούν και τα τεκτονικά στοιχεία, αλλά προς το παρόν και μόνο από την εξέταση των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών μια τέτοια υπόθεση θα πρέπει να απορριφθεί. Η υπόθεση αυτή μπορεί να εξηγήσει, τουλάχιστον

χιστο εν μέρει και την ασύμμετρη ανάπτυξη του Λατζορέμματος στα δυτικά (Εικ. 1)

#### 2.4. Πλατανιάς (Βοάγριος)

Με έκταση λεκάνης 100,4 km<sup>2</sup> είναι από τους μεγαλύτερους ποταμούς στη Λοκρίδα. Οι λεκάνες του αναπτύσσονται μεταξύ του Καλλίδρομου και της Κνημίδας, με τον Πλατανιά να την παρακάμπτει από τα δυτικά, για να εκβάλλει στον Βόρειο Ευβοϊκό Κόλπο (Εικ. 1).

Παρατηρείται έντονη ασυμμετρία στην ανάπτυξη του ποταμού αυτού. Η κύρια κοίτη του βρίσκεται σε μέση απόσταση μόλις ενός χιλιόμετρου από το δυτικό υδροκρήτη της λεκάνης.

Αναφορικά με τον τύπο του υδρογραφικού δικτύου του Πλατανιά, θα πρέπει να διαχωριστούν δύο κύριοι τομείς. Ο νότιος, όπου και το ποτάμι αναπτύσσεται στους αλπικούς σχηματισμούς και το δίκτυο είναι δενδριτικό και στο βόρειο, όπου και η μορφή του δικτύου είναι ελιπηκής δενδριτική. Ο ποταμός αναπτύσσεται ιδιαίτερα ασύμμετρα εντός της λεκάνης του, με τον κύριο κλάδο να είναι μετατοπισμένος έντονα προς δυσμάς, λίγες εκατοντάδες μέτρα από τον υδροκρήτη της λεκάνης.

#### 2.5. Πειρατείες κλάδων

Η εικόνα που αποκομίζει κανείς από την εξέταση του υδρογραφικού δικτύου στη δυτική υπολεκάνη της Λοκρίδας είναι αυτή της αστάθειας και σχετικά γρήγορης μεταβολής των συνθηκών ροής. Το γεγονός αυτό γίνεται ικανοποιητικά αντιληπτό από τις πολυάριθμες περιπτώσεις πειρατειών που παρατηρούνται και με τις οποίες θα ασχοληθούμε στη συνέχεια εστιάζοντας μόνο στις κυριότερες (αυτές των κλάδων μεγαλύτερης τάξης) που μπορούν να οδηγήσουν σε ορισμένα συμπεράσματα αναφορικά με το τεκτονικό έλεγχο του υδρογραφικού δικτύου.

Η πρώτη περίπτωση εντοπίζεται στα Καραβίδια, βορειοδυτικά της Μενδενίτσας (Εικ. 3, θέση 1). Στη θέση αυτή έχει δημιουργηθεί εντυπωσιακή ανεμοτομή (Εικ. 2, 3), εξαιτίας της αποκοπής του άνω ρου του Λατζορέμματος από αυτό που ήταν κάποτε η φυσική συνέχεια, και η οποία δεν είναι άλλη από την Ποταμιά. Στο σημείο, από το οποίο διέρχεται η Ρηξ. Ζώνη Μενδενίτσας – Θερμοπυλών (PZMΘ), η διεύθυνση του Λατζορέμματος μεταβάλλεται από ΝΔ-ΒΑ σε Ν-Β. Η Ποταμιά, από τη άλλη μεριά, έχει διατηρήσει έναν μόνο σημαντικό κλάδο (διεύθυνσης Β-Ν) από το τμήμα που της ανήκε, ο οποίος διέρχεται ακριβώς δυτικά της Μενδενίτσας.

Η δεύτερη περίπτωση βρίσκεται λίγο ανατολικότερα και έχει να κάνει με την Ποταμιά και το παρακείμενο Λιαπατόρεμμα (Εικ. 1, 3). Εδώ υφίστανται χαρακτηριστικές ορθογώνιες κάμψεις σε κλάδους του άνω ρου του Λιαπατορέμματος νότια της Μενδενίτσας, οι οποίοι ρέουν αρχικά με κατεύθυνση προς ΒΒΑ, για να στραφούν απότομα προς ΑΝΑ και να συμβάλλουν με το ρέμα Χάλια, το οποίο ρέει παράλληλα με το ορεινό μέτωπο του Καλλίδρομου. Οι κλάδοι αυτοί αρχικά έρεεαν ανεμπόδιστα προς βορρά, διερχόμενοι ακριβώς ανατολικά της Μενδενίτσας και αποτελούσαν τμήμα του υδρογραφικού δικτύου της Ποταμιάς.

Η τρίτη περίπτωση εντοπίζεται ανατολικά του χωριού Καλλίδρομο (Εικ. 3, θέση 3). Στη θέση αυτή, ένας παραπόταμος του Λιαπατορέμματος που ρέει με κατεύθυνση ΒΑ στρέφεται κατά 90° περίπου προς ΒΔ και, αντί να συμβάλλει, όπως θα ήταν αναμενόμενο με τον Βοάγριο που βρίσκεται στα ανατολικά, συναντά το ρέμα Βρόμα (υπό ορθή γωνία μάλιστα).

### 3. ΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

Η περιοχή της δυτικής υπολεκάνης οριοθετείται ρηξιγενείς ζώνες: στα βόρεια από τη ΡΖΜΩ στα δυτικά από τη ΡΖΜΘ και το ρ. Ανάβρας, στα νότια από τη ΡΖΚ και στα ανατολικά και βορειοανατολικά από τη ΡΖΚΤΑ και τη ΡΖΑΘ (Εικ. 3). Τα ρήγματα και οι ρηξιγενείς ζώνες της δυτικής υπολεκάνης κατανέμονται βασικά σε δύο διευθύνσεις: ΒΔ-ΝΔ έως ΔΒΔ-ΑΝΑ και ΒΑ-ΝΔ. Τα πρώτα είναι κύρια κανονικού χαρακτήρα, με κατεβασμένο το βορειοανατολικό τους τέμαχος, ενώ πολλά από αυτά ταυτίζονται με χαρακτηριστικές μορφολογικές ασυνέχειες και περιοχές αυξημένων μορφολογικών κλίσεων. Στη δεύτερη κατηγορία εντάσσονται δύο ρηξιγενείς ζώνες, η ρ.ζ. Ποταμιάς (ΡΖΠΟ) και η ρ.ζ. Λιαπατορέμματος (ΡΖΛΠ) (Εικ. 3), οι οποίες ορίζουν ένα νεοτεκτονικό «κέρασ» ου βρίσκεται στο μέσον της δυτικής υπολεκάνης. Είναι άλλωστε χαρακτηριστικό ότι μεγάλο μέρος του νότιου, ανατολικού και δυτικού περιθωρίου της λεκάνης (όπου και έρχονται σε επαφή οι μεταλκικοί σχηματισμοί με αυτούς του αλπικού υποβάθρου) είναι τοπογραφικά χαμηλότερα από το κέντρο της λεκάνης.

Η μεγαλύτερη ρ.ζ., αυτή του Καλλίδρομου χαρακτηρίζεται ως πλαγιοκανονική – δεξιόστροφη (ποσοστό οριζόντια συνιστώσας ~20-25%) (Κράνης, 1999), ενώ σημαντικότερη είναι και η παρουσία της αντιθετικής ρ.ζ. που έχει αναπτυχθεί και που έχει δημιουργήσει μια ελιπηκή ταπεινωμένη λωρίδα ακριβώς στους βόρειους πρόποδες του όρους, ενώ σε συνδυασμό με την ΡΖΜΘ έχει δημιουργήσει το κέρασ της Μενδενίτσας (Εικ. 1, 3).



*Εικ. 2. Ανεμοτομή νότια της Μενδενίτσας, οφειλόμενη σε πειρατεία κλάδων της Ποταμιάς από το Λιαπατόρεμμα (θέση 1 στην Εικ. 3).*

*Fig. 2 Windgap caused by stream piracy by Litzorema (Loc.1 in Fig. 3)*

Η άλλη περιθωριακή ζώνη αποτελείται από τις ΡΖΑΘ και ΡΖΚΤΛ, οι οποίες έχουν περιστραφεί κατά τέτοιο τρόπο ώστε τώρα να δίνουν την εικόνα ανάστροφων – πλαγιονάστροφων ρηξιγενών ζωνών (Κράνης, 1999). Η ΡΖΜΩ αποτελεί και το ορατό Β-ΒΒΔ περιθώριο της υπολεκάνης και αποτελείται από δύο μεγάλα τμήματα, διαταγμένα δεξιόστροφα κλιμακωτά (ρ. Μώλου και ρ. Τρικόρφου).

#### 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ποιοτική μελέτη του υδρογραφικού δικτύου, σε συνδυασμό με μορφοτεκτονικές παρατηρήσεις και νεο-τεκτονική χαρτογράφηση ανέδειξε τον τεκτονικό έλεγχο που υφίσταται το υδρογραφικό δίκτυο στη δυτική υπολεκάνη της Λοκρίδας. Ο τεκτονικός έλεγχος είναι ορατός σε διάφορες εκφράσεις τόσο του υδρογραφικού δικτύου, όσο και της μορφολογίας. Οι ασυμμετρίες, αλλά και ορισμένες φαινομενικά παραφωνίες στις ποτάμιες λεκάνες εξηγούνται κατ' αρχήν μέσω των πειρατειών που έχουν συντελεστεί. Ποιο συγκεκριμένα: (i) η Ποταμιά έχει χάσει μεγάλο μέρος από την υδρογραφική της λεκάνη λόγω πειρατειών που έχουν συντελεστεί τόσο στο νοτιοδυτικό όσο και στο νότιο τμήμα της. Το γεγονός αυτό εξηγεί το ευμέγεθες αλλοιωματικό της ριπίδιο, το οποίο είναι ιδιαίτερα μεγάλο για την έκταση της λεκάνης της. Η τεκτονική αποτελεί εδώ καθοριστικό παράγοντα έλεγχου των πειρατειών. Στην περίπτωση της πειρατείας από το Λιαπατόρεμμα, υπαίτια είναι η ύπαρξη της ΡΖΜΘ, η οποία ανυψώνει το τεκτονικό κέρασ του Ελαφοβουνίου, στο οποίο εντάσσεται και το μικρότερης τάξης κέρασ της Μενδενίτσας. Η περίπτωση της πειρατείας από το Λιαπατόρεμμα συνδέεται με την ύπαρξη της αντιθετικής ρηξιγενούς ζώνης του Καλλιδρομου (Κράνης, 1999), η οποία έχει δημιουργήσει το επίμηκες τεκτονικό βύθισμα στις υπώρειες του όρους, εντός του οποίου ρέει αξονικά το ρέμα Χάλια.

Η λεκάνη του Βοάγριου καθίσταται λιγότερο ασύμμετρη, αν της προσμετρηθεί και το τμήμα που έχει αποκοπεί λόγω πειρατείας από το Λιαπατόρεμμα. Και σε αυτήν την περίπτωση καθοριστικός είναι ο ρόλος της αντιθετικής ρ.ζ. του Καλλιδρομου, που, δημιουργώντας το βύθισμα, διευκόλυνε τη σύλληψη του κλάδου από το Λιαπατόρεμμα. Ωστόσο, ακόμη και έτσι, η ασυμμετρία της λεκάνης του Βοάγριου είναι ιδιαίτερα τονισμένη, ενώ το ίδιο εξακολουθεί να ισχύει και για το Λιαπατόρεμμα. Σε αυτό λοιπόν το σημείο θα πρέπει να συσχετιστούν οι τάξεις των κλάδων με τις τάξεις των ρηξιγενών δομών που υφίστανται στην περιοχή. Με άλλα λόγια έχει πιστοποιηθεί στην περιοχή ότι μικρής τάξης κλάδοι επηρεάζονται άμεσα από τα ρήγματα που απαντούν στο εσωτερικό της λεκάνης: αυτό είναι άμεσα φανερό στη κεντρική και βόρεια περιοχή της υπολεκάνης, όπου οι διευθύνσεις των κλάδων 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> τάξης ταυτίζονται σε πολλές περιπτώσεις με χαρτογραφημένα ρήγματα διεύθυνσης ΔΒΔ-ΑΝΑ.

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

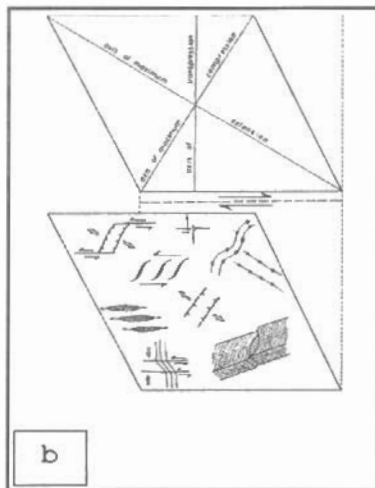
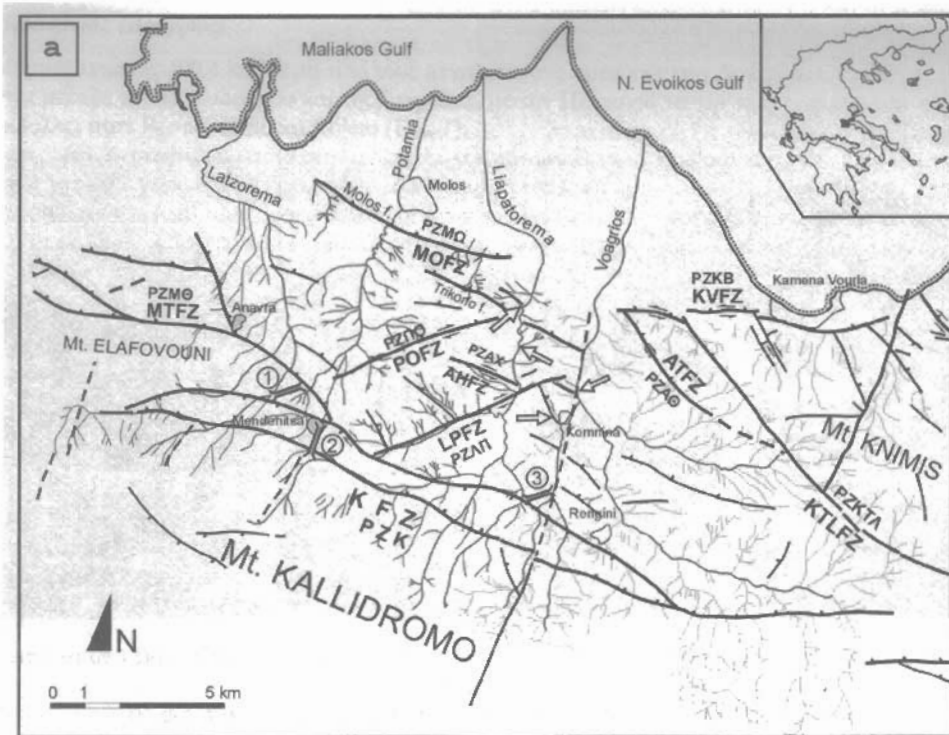


Fig. 3.(a) Tectonic map of the western sub-basin. Hachure on downthrown block, strike-slip component is indicated, when present (after Kranis, 1999). KFZ: Kallidromo f.z. (incl. the antithetic f.z.); MTFZ: Mendenitsa-Thermopyles f.z.; MOFZ: Molos f.z.; POFZ: Potamia f.z.; AHFZ: Agios Haralambos f.z.; LPFZ: Liapatorema f.z.; ATFZ: Ancient Thronio f.z.; KTLFZ: Kainourio-Trano Livadi f.z.; KVFZ: Kamena Vourla f.z. Also noted the stream piracies (1, 2 & 3). Arrows indicate locations of reverse confluence. (b) Torsional deformation model, after Mariolakas et al., 1991.

Εικ. 3. (a) Τεκτονικός χάρτης της δυτικής υπολεκάνης. Τα ρήγματα έχουν οδόντωση στο κατερχόμενο τέμαχος και σημειώνεται η οριζόντια συνιστώσα ολίσησης, όπου υπάρχει (κατά Κράνη, 1999). KFZ: ρ.ζ. Καλλιδρομον. MTFZ: ρ.ζ. Μενδενίτσας - Θερμοπυλών. MOFZ: ρ.ζ. Μώλου. AHFZ: ρ.ζ. Αγ. Χαράλαμπος. POFZ: ρ.ζ. Ποταμιάς. LPFZ: ρ.ζ. Λιαπατορέματος. ATFZ: ρ.ζ. Αρ. Θρονίου. KTLFZ: ρ.ζ. Καινούριο - Τρανό Λιβάδι. KVFZ: ρ.ζ. Καμ. Βούρλων. Σημειώνονται οι εξεταζόμενες θέσεις πειρατείας (1, 2 & 3). Τα βέλη δείχνουν θέσεις «αντίθετης» συμβολής κλάδων. (b) Το πρότυπο παραμόρφωσης στρέψης, κατά Mariolakas et al.,

Το αποτέλεσμα της ταύτισης αυτής είναι τόσο έντονο, ώστε συχνά παρατηρείται κλάδοι μικρής τάξης να συμβάλλουν αντίθετα από τη φορά ροής με τους μεγαλύτερους (χαρακτηριστικά παραδείγματα στον κάτω ρου του Λιαπατορέμματος και του Βοάγριου). Μεγαλύτερης τάξης ρήγματα διευθετούν αντίστοιχα μεγαλύτερης τάξης κλάδου, με χαρακτηριστικότερο παράδειγμα τη ΡΖΛΠ, διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ, η οποία ορίζει το κέρας του Αγ. Χαράλαμпу από τα ΝΑ και ταυτίζεται με το ρέμα Μπάστα, το οποίο σημειωτέον έχει εντονότατα μονόπλευρη ανάπτυξη, σχεδόν κανένα κλάδο να μη συμβάλλει σε αυτό από τα ΝΑ, ενώ αντίθετα από τα ΒΔ να υπάρχει μια σειρά υποπαράλληλων μεταξύ τους κλάδων διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ οι οποίοι συμβάλλουν περίπου ορθογώνια με το ρ. Μπάστα, ενώ οι περισσότεροι με αυτούς ταυτίζονται με μικρότερης τάξης ρήγματα που περιορίζονται εντός του κέρατος του Αγ. Χαράλαμпу.

Προχωρώντας σε μεγαλύτερη τάξη κλάδων, θα σταθούμε στον κάτω ρου του Βοάγριου (αλλά και του Λιαπατορέμματος). Οι σχετικά ευθύγραμμοι αυτοί κλάδοι ρέουν με κατεύθυνση ΒΒΑ παράλληλα και πολύ κοντά ο ένας στον άλλο για περισσότερο από 7-9 km χωρίς να συμβάλλουν. Το τελευταίο θα ήταν και το αναμενόμενο, δεδομένου ότι οι μεγάλης τάξης κλάδοι του Βοάγριου ρέουν με κατεύθυνση ΔΒΔ και η οποία τους «οδηγεί» στο νοητό κέντρο της δυτικής υπολεκάνης (όπου θα ήταν και αναμενόμενο να κατευθυνθούν). Κάτι τέτοιο όμως δε συμβαίνει, και έχουμε την ανάπτυξη δύο ποτάμιων συστημάτων, χαρακτηριστικά ασύμμετρων και με τους κύριους κλάδους παράλληλους μεταξύ τους και μεταποτισμένους εντονότατα προς τον κοινό τους υδροκρίτη. Το γεγονός αυτό μπορεί να ερμηνευτεί αν ληφθεί υπόψη ότι υφίσταται μια χαρτογραφημένη μεγάλη τεκτονική ασυνέχεια διεύθυνσης ΒΒΑ-ΝΝΔ η οποία χωρίζει το Καλλίδρομο σε δύο διακριτά τεμάχια, εισέρχεται εντός της δυτικής υπολεκάνης (Εικ. 3), ενώ είναι ανιχνεύσιμη για πολλά km προς το νότο, τουλάχιστο μέχρι τον Παρνασσό (Κράνης 1999).

Επιπλέον, το Λιαπατορέμμα, παρά το γεγονός ότι είναι στο σύνολό του ένα ποτάμιο σύστημα που εκβαθύνει τις κοίτες του και με έντονη διαβρωτική ικανότητα, παρουσιάζει το φαινομενικά παράδοξο να έχει μαιανδρικές μορφές σε ένα τμήμα της κύριας κοίτης του, από τη συμβολή του με το ρ. Μπάστα και για 3.5 km προς τα βόρεια. Σε όλο το διάστημα αυτό, παρατηρούνται καλά διατηρημένες αναβαθμίδες ενώ το ποτάμι δεν εκβαθύνει πλέον. Αντίθετα, προς τα κατάντη η μαιανδρική και κατά τόπους πεπλεγμένη μορφή του δίνει απότομα τη θέση της σε απλή ευθύγραμμη ή ελαφρά κυματοειδή μορφή και τα πρηνή της κοίτης γίνονται απότομα, παρουσιάζοντας έντονη κατά βάθος διάβρωση. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί στο ότι το σημείο αυτό αλλαγής συμπεριφοράς του ποταμού ταυτίζεται με τη διέλευση ενός από τα δύο κύρια ρήγματα της Ρ.Ζ. Μύλου (ρ. Τρίκορφου), η οποία αποτελεί και το τεκτονικό Β όριο της εμφάνισης των αποθέσεων της λεκάνης, έχοντας δημιουργήσει ένα ασύμμετρο κέρας, με ταυτόχρονη εμφάνιση των αλκικών ανθρακικών του υποβάθρου, 1 km δυτικά της κοίτης του Λιαπατορέμματος (στον άξονά του όμως το ποτάμι διαβρώνει ακόμη μεταλκικούς σχηματισμούς). Στην προκειμένη περίπτωση λοιπόν η ΡΖΜΩ έχει δημιουργήσει ένα «φράγμα» το οποίο καλείται να διασπάσει το Λιαπατορέμμα, κάτι το οποίο επιτυγχάνει μόνο σποραδικά, όταν αυξημένα κατακρημνίσματα τροφοδοτήσουν το ποτάμι αρκετά ώστε να μπορεί να υπερχείλισει το «φράγμα».

Έγινε αναφορά πρωτίτερα στο τεκτονικό κέρας του Αγ. Χαράλαμпу, το οποίο οριοθετείται από τα ΝΑ από τη ΡΖΛΠ, ενώ από τα ΒΔ από την παράλληλή της ΡΖΠΟ, η παρουσία της οποίας είχε πρωτοεπισημανθεί από τον Philip (1974). Με άλλα λόγια, υφίσταται στο κέντρο της λεκάνης ένα τεκτονικό κέρας, το οποίο φιλοξενεί μάλιστα οριζοντιολοθητικές ρηξιγενείς ζώνες, που έχουν δημιουργήσει χαρακτηριστικά αρνητικά ανθοειδή (flower structures) όπως η μικρή ρ.ζ. Αγ. Χαράλαμпу (Κράνης, 1999). Ο προσδιορισμός των ορίων του κέρατος αυτού, καθώς και σε κάποιο βαθμό ο έλεγχος της συμπεριφοράς τους έγινε και με τη μελέτη του υδρογραφικού δικτύου.

Κάτι επίσης που θα πρέπει να τονιστεί είναι η γωνία που σχηματίζουν οι ρηξιγενείς ζώνες που εντοπίζονται εντός του κέρατος του Αγ. Χαράλαμпу με τις ΡΖΛΠ και ΡΖΠΟ, και η οποία μειώνεται προς ΒΑ. Συγκεκριμένα, η ΡΖΑΧ σχηματίζει γωνία 40° ως προς τη ΡΖΠΟ, ενώ η δυτικότερη, που εντοπίζεται ΒΑ της Μενδενίτσας, είναι εγκάρσια στις ΡΖΠΟ και ΡΖΛΠ. Θεωρώντας ότι οι δύο τελευταίες, εκτός από την κατακόρυφη, έχουν και οριζόντια συνιστώσα ολίσθησης, βλέπουμε τα τεμάχια εντός του «κέρατος» έχουν περιστραφεί (ή μάλλον έχουν υποστεί διαπεριστροφή). Η συνολική γωνία περιστροφής αυξάνεται προς τα ΒΑ. Ο λόγος είναι ότι λιθανότατα η κίνηση προς τα ΝΔ παρεμποδίζεται από τις ΡΖΜΘ και ΡΖΚ, οι οποίες λόγω του προσανατολισμού και της σχέσης τους με τις προαναφερθείσες ρηξιγενείς ζώνες, δε συντηρούν την κίνηση, αποτελώντας έτσι ένα σχετικά σταθερό όριο. Αντίθετα, προς τα ΒΑ, όπου η κίνηση γίνεται πιο ελεύθερα, η συνολική γωνία αυξάνεται. Ένα ανάλογο αυτής της κινηματικής είναι αυτό της «ολίσθησης ραφιού βιβλιοθήκης» (book-shelf sliding) (Davis & Reynolds, 1996).

Για να αποκτήσουν φυσική σημασία οι ανωτέρω παρατηρήσεις και η απόπειρα ερμηνείας του κεντρικού τομέα της δυτικής υπολεκάνης, θα πρέπει αυτή να ενταχθεί σε ένα γενικότερο καθεστώς, και το οποίο θα υπαγορεύεται από την κινηματική των δομών μεγαλύτερης τάξης. Εξετάζοντας λοιπόν τη διάταξη των περιθω-

ρίων της δυτικής υπολεκάνης, αλλά και τη γεωμετρία του τεκτονικού της ιστού, φαίνονται τα εξής:

Η δυτική υπολεκάνη έχει σχήμα ρομβόεδρου, με περιθώρια που έχουν ήδη αναφερθεί. Το χαρακτηριστικό αυτού του ρομβόεδρου είναι ότι η μία του «πλευρά» (το νότιο περιθώριο) αποτελείται από μια πλαγιοκανονική ρηξιγενή ζώνη (ΡΖΚ), ενώ η «απέναντι» (το βορειοανατολικό περιθώριο) ταυτίζεται με τις ΡΖΚΤΑ και ΡΖΑΘ. Θα μπορούσαμε δηλαδή να φανταστούμε την αρχική διάταξη της δυτικής υπολεκάνης ως ένα λίγο-πολύ ορθογώνιο παραλληλόγραμμο, το οποίο έχει παραμορφωθεί λόγω κίνησης στα δύο «αντικριστά» του περιθώρια, και έχει γίνει ρομβόεδρο. Αυτό το μοντέλο παραμόρφωσης πρότειναν οι Mariolakos *et al.* (1991) για τη λεγόμενη παραμόρφωση στρέψης (torsional deformation) και το οποίο έρχεται να εξηγήσει ικανοποιητικά την τωρινή διάταξη των ρηξιγενών ζωνών της δυτικής υπολεκάνης (Εικ. 3). Το μοντέλο παραμόρφωσης των ανωτέρω ερευνητών ταυρίζει σε πολλά σημεία με την υφιστάμενη κατάσταση της δυτικής υπολεκάνης, με κυριότερα σημεία ελαφής την ανάπτυξη μεγάλων ρηγιμάτων (κυρίως) κανονικού χαρακτήρα, εγκάρσια στον άξονα μέγιστης έκτασης, ο οποίος στην προκειμένη περίπτωση έχει προσανατολισμό ΒΔ-ΝΑ έως ΔΒΔ-ΑΝΑ και τη δημιουργία οριζοντιολισθητικών ρηξιγενών ζωνών υποπαράλληλα με τα όρια της διατημητικής ζώνης (όπως η ΡΖΑΧ), των οποίων μάλιστα η φορά διάτμησης είναι αντίθετη από αυτή τη συνολική.

Ωστόσο, η παρουσία οριζόντιας συνιστώσας ολίσθησης οδηγεί σε περιπλοκή, διότι πλέον η συνολική παραμόρφωση είναι «τριδιάστατη». Το γεγονός αυτό δυσχεραίνει την απόλυτη ταύτιση του τύπου παραμόρφωσης της δυτικής υπολεκάνης με κάποιο από το προταθέντα έως τώρα μοντέλα. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν λίγες αναφορές σε περιπτώσεις όπου η συνολική παραμόρφωση οφείλεται σε συνδυασμό οριζόντιας και κατακόρυφης συνιστώσας μετατόπισης (πχ. Tronn & Brun, 1991, Richard *et al.*, 1995) ωστόσο αυτές έχουν περιοριστεί σε καταγραφή των παρατηρήσεων, χωρίς να επεκταθούν στη δυναμική της παραμόρφωσης.

Συνολικά λοιπόν γίνεται φανερό ότι η ευαισθησία του υδρογραφικού δικτύου στις μεταβολές που προκαλούνται από τεκτονικούς παράγοντες αποτελεί ικανό δείκτη, ο οποίος σε συνδυασμό με νεοτεκτονικά δεδομένα είναι σε θέση να διαλευκάνει τον τεκτονικό χαρακτήρα μιας περιοχής. Φαινόμενα όπως η πειρατείες κλάδων και η αντίθετη φοράς συμβολή τους είναι πολύ συχνά αποτέλεσμα τεκτονικής δράσης, ενώ η διευθέτηση κλάδων, η μορφή του υδρογραφικού δικτύου και η κατά βάθος διάβρωση μπορούν να χρησιμεύσουν κατά περίπτωση και στον προσδιορισμό του κινηματικού χαρακτήρα ρηξιγενών δομών.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε την Δρ. Θ. Ροντογιάννη και έναν ανώνυμο κριτή για τις εποικοδομητικές παρατηρήσεις τους κατά την κρίση του κειμένου.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- DAVIS, G.H. and S.J. REYNOLDS, 1996. *Structural geology of rocks and regions*, J. Wiley and Sons Inc., 776 p., New York
- HOWARD, A.D., 1967. Drainage analysis in geologic interpretation: a summation, *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 51, 2246-59
- KRANHΣ, Χ., 1999. Νεοτεκτονική Δραστηριότητα Ρηξιγενών Ζωνών Κεντροανατολικής Στερεάς Ελλάδας (Λοκρίδα). Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, 234 σ.
- MARIOΛAKOS, I., FOUNTOULIS, I., LOGOS, E., LOZIOS, S., 1991. Methods to study torsional neotectonic deformation. The case of Kalamata area SW Peloponnessus, Greece. In Ch. Qingxuan (ed.) *Proc. Regional Crustal Stability and Geological Hazards, IGCP project 250*, 3, 15-21, *Inst. Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences CAGS*, Beijing.
- PHILIP, H., 1974. *Etude néotectonique des rivages égéens en Locride et Eubée nord-occidentale (Grèce)*, Thèse doc. sp., Acad. de Montpellier, 86 p.
- RICHARD, P.D, M.A. NAYLOR, and A. KOOPMAN, 1995. Experimental models of strike-slip tectonics, *Petroleum Geoscience*, 1, 71-80.
- TRON, V., and J. BRUN, 1991. Experiments on oblique rifting in brittle-ductile systems. *Tectonophysics*, 188, 71-84.