

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΕΚΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΚΟΙΤΗΣ ΤΟΥ ΕΥΗΝΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ LANDSAT TM

Ισ. Παρχαρίδης¹, Η. Αντωνίου², Ν. Κάτσικας², Ε. Κυριτοπούλου², Αθ. Μπακοπούλου²

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος της εργασίας αυτής είναι να καταγραφούν οι παρεκκλίσεις, "υψηλής" και "χαμηλής" συχνότητας, της κύριας κοίτης του ποταμού Εύηνου που οφείλονται στην επικρατούσα τεκτονική της περιοχής. Ταυτόχρονα, προσπαθούμε να συσχετίσουμε αυτές με την κινηματική των νεοτεκτονικών ρηγμάτων.

Για τη μελέτη αυτή χρησιμοποιήθηκαν ψηφιακά δορυφορικά δεδομένα **Landsat TM** μετά την επεξεργασία των οποίων δημιουργήθηκαν εικόνες - προϊόντα κατάλληλα για τη συγκεκριμένη εφαρμογή. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε η πρώτη συνιστώσα που αποκτήθηκε από την ανάλυση κυρίων συνιστωσών καθώς και η εικόνα **Intensity** από την μετατροπή της σύνθετης ψευδέγχρωμης εικόνας 4,7,1 RGB σε **Intensity Hue Saturation**. Οι εικόνες αυτές εισήχθησαν σ' ένα **Σ.Γ.Π.** και η ερμηνεία τους αποδόθηκε μέσα από τη δημιουργία ανυσματικών χαρτών.

ABSTRACT

The main purpose of this project is to recorder the high and low frequency deviations of the main river bed of Evinos. These deviations attribute to the tectonic regime of the resource area. We are also trying to correlate these deviations with the motion of neotectonic faults.

To the study, used digital satellite data (**Landsat TM**). From the processing of these data created images – products for this particular application. Specially used the first component after the application of principal component analysis and the **Intensity** image that result from the transformation of the false color composite image 4,7,1 RGB to **Intensity Hue Saturation**. These images inserted to a **G.I.S** and their interpretation rendered through vector maps construction.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η λεκάνη απορροής του Εύηνου ποταμού φυσικογεωγραφικά ανήκει στη Δυτική Στερεά Ελλάδα και διοικητικά υπάγεται στους νομούς Αιτωλοακαρνανίας, Φωκίδας και Ευρυτανίας. Η λεκάνη απορροής που έχει διαμορφωθεί είναι επιμήκης με κύριο άξονα ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης. Στην παρούσα εργασία θα προσπαθήσουμε να αναγνωρίσουμε μέσω δορυφορικών δεδομένων τεκτονικά χαρακτηριστικά, παρατηρώντας τον τρόπο που μεταβάλλεται το ανάγλυφο της περιοχής από θέση σε θέση, καθώς επίσης και τους προσανατολισμούς των γραμμικών στοιχείων που μπορούμε να διακρίνουμε.

Η δυνατότητα παρατήρησης δομών από δορυφορικά δεδομένα βασίζεται κυρίως στα Μορφοτεκτονικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Οι τεκτονικές δομές που παρατηρούνται είναι κυρίως ρήγματα με οριζόντια και κατακόρυφη συνιστώσα κίνησης, μεγάλες ζώνες καθώς και τα συνοδευτικά αυτών παραμορφωτικά φαινόμενα που παρατηρούνται στα τεκτονικά τεμάχια που αυτές δημιουργούν. Οι δομές αυτές δημιουργούν ένα πυκνό δίκτυο στην περιοχή και επηρεάζουν – παραμορφώνουν προγενέστερες δομές όπως άξονες πτυχών και κλάδους υδρογραφικού δικτύου.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετήσουμε κατά πόσο το εντατικό πεδίο που διαμορφώνεται από αυτές τις δομές, επιδρά ή διαμορφώνει, και σε πιο βαθμό, την κοίτη του ποταμού Εύηνου. Κα-

¹ Ο.Α.Σ.Π.,

² Τομέας Δυναμικής, Τεκτονικής και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Παν/μιο Αθηνών

τά πόσο δηλαδή η παρέκκλιση της κύριας κοίτης του Εύηνου (6^{ος} κλάδος κατά Καρύμπαλη, 1996) διαμορφώνεται από τα ρήγματα της περιοχής και έτσι να εντοπιστούν αυτά τα χαρακτηριστικά και καθοριστικά “νεοτεκτονικά” ρήματα (μετά την κύρια παραμορφωτική φάση του Μειόκαινου). Έτσι χρησιμοποιήθηκε η δορυφορική εικόνα LANDSAT TM και αφού εντοπίστηκαν οι κλάδοι 4^{ης}, 5^{ης} και 6^{ης} τάξης του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης του Εύηνου και οι κύριες ρηξιγενείς δομές της περιοχής, έγινε προσπάθεια συσχέτισης και σύνδεσης μορφοτεκτονικών χαρακτηριστικών της εικόνας με τους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου και κυρίως με τα χαρακτηριστικά της κυρίως κοίτης του Εύηνου που μας ενδιαφέρει.

ΓΕΩΛΟΓΙΑ - ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Το υδρογραφικό δίκτυο και το ανάγλυφο στη λεκάνη απορροής του ποταμού Εύηνου εξαρτώνται από τη διάταξη των γεωλογικών σχηματισμών.

Οι άξονες των πτυχών συγκλινικής – αντικλινικής μορφής έχουν ΒΒΔ-ΝΝΑ διευθύνσεις και συμπίπτουν με την κύρια διάταξη των κύριων μορφολογικών χαρακτηριστικών (οροσειρές - κοιλάδες), ενώ ο ρηματογόνος τεκτονισμός έχει επηρεάσει τη διεύθυνση ροής του Εύηνου και των παραπόταμων νοτιότερα που τέμνουν σε ορθή γωνία τους αλπικούς σχηματισμούς.

α) Γεωλογία

Η λεκάνη απορροής του Εύηνου δομείται από τις γεωτεκτονικές ενότητες Γαβρόβου και Πίνδου που ανήκουν στις εξωτερικές ελληνίδες (D. L. Loftus 1966, J. Dercourt et.al. 1977, J.J. Fleury 1977, 1980, Ν. Κατσαβριάς 1986 κ.α.).

Η ενότητα Γαβρόβου περιορίζεται στο ΝΔ τμήμα της λεκάνης καταλαμβάνοντας το 1/5 της συνολικής έκτασης.

Το μεγαλύτερο μέρος της λεκάνης του Εύηνου, βορειότερα του κύριου κλάδου που μας ενδιαφέρει περισσότερο, αποτελείται από σχηματισμούς της ενότητας Πίνδου.

Οι κύριοι λιθολογικοί σχηματισμοί που συναντώνται στην περιοχή μελέτης είναι:

Σχηματισμοί ενότητας Γαβρόβου

α) Νηρητικοί ασβεστόλιθοι άνω Κρητιδικού. Βρίσκονται στην περιοχή της Βαράσοβας. Τοπικά υφίστανται δολομιτώση και ανακρυστάλλωση. Έχουν αρκετά τρηματοφόρα, φύκη, ελασματοβράγχια, γαστερόποδα και είναι έντονα καρστικοποιημένοι με εκφορτίσεις υπογείων νερών προς Δ και ΒΔ της περιοχής της Βαράσοβας. Η μετάβαση στο φλύσχη γίνεται ασύμφωνα.

β) Φλύσχης ανώτερου Ηώκαινου. Εμφανίζεται με ψαμμιτικούς πάγκους που εναλλάσσονται με λεπτούς αργιλικούς ορίζοντες σχιστόλιθων και κροκαλοπαγών. Άλλοτε υπερισχύουν οι αργιλικό σχηματισμοί με ενδιάστρώσεις μαργών – ψαμμιτών – πηλίων και άλλοτε υπερισχύουν κροκαλοπαγή με φακούς ψαμμιτών.

Σχηματισμοί ενότητας Πίνδου

α) Κλαστικά ιζήματα (ψαμμίτες, αργιλικό σχιστόλιθοι με μικρές παρεμβολές πελαγικών ασβεστόλιθων που στα ανώτερα μέλη επικρατούν ασβεστόλιθοι με ενδιάστρώσεις πυριτόλιθων ηλικίας Τριαδικού).

β) Λεπτοστρωματώδεις μικριτικοί ασβεστόλιθοι ηλικίας Ιουρασικού μεταξύ των οποίων παρεμβάλλονται κατά θέσεις αργιλικό σχιστόλιθοι και κερατόλιθοι που στα ανώτερα μέλη εμφανίζονται μικρολατυποπαγείς, πλούσιοι σε υλικά που μεταφέρθηκαν από αβαθή περιβάλλοντα με φύκη, ωόλιους, κλπ...

γ) Λεπτοστρωματώδεις κερατόλιθοι, ερυθροί έως πράσινοι, κατά τόπους εμποτισμένοι με μαγγανιούχες ενώσεις, με ακτινόζωα σε εναλλαγές με αργιλικούς σχιστόλιθους και πηλίτες, ηλικίας Ιουρασικού – Κ. Κρητιδικού.

δ) Λεπτοπλακώδεις ασβεστόλιθοι ηλικίας Αν. Κρητιδικού, πολυπτυχωμένοι, πολυδιερρηγμένοι, καρστικοποιημένοι που περιέχουν ενστρώσεις ή κονδύλους πυριτόλιθων.

ε) Μεταβατικά προς φλύσχη στρώματα ηλικίας Μαιστρίχτιου, εναλλαγές άνω Κρητιδικών με κλαστικούς και μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, ψαμμίτες, μάργες και αργιλικούς σχιστόλιθους με αύξηση προς τα ανώτερα μέλη του κλαστικού υλικού και ελάττωση του ανθρακικού.

στ) Φλύσξης ηλικίας Παλαιόκαινου – Ηώκαινου, όπου τα κατώτερα μέλη αποτελούνται από αργιλικούς σχιστόλιθους, στη συνέχεια παρεμβάλλονται κροκαλοπαγή και στα ανώτερα μέλη έχουμε υπέρσχυση ψαμμιτών.

Στο ΒΔ τμήμα της λεκάνης παρατηρούνται μέσα σ' αυτό το σχηματισμό οφειολιθικά σώματα, κυρίως περιδοτίτες με μορφή ολισθόλιθων.

Μεταλλικοί σχηματισμοί

Οι Τεταρτογενείς σχηματισμοί που αναπτύσσονται στην περιοχή μελέτης παρουσιάζουν περιορισμένη εξάπλωση.

Ολοκαινικές αποθέσεις παρατηρούνται μόνο στις εκβολές του Εύηνου που είναι δελταϊκές αποθέσεις (ασύνδετα υλικά, κροκάλες, χάλικες, άμμος, άργιλος).

Κατά μήκος των κλάδων του Εύηνου παρατηρούνται ασύνδετα υλικά (κροκάλες ασβεστολιθικές, κερατολιθικές ή σχιστολιθικές).

Επίσης στις δυτικές και βορειοδυτικές περιοχές της Βαράσοβας αναπτύσσονται Πλειστοκαινικοί κίονοι κορημάτων.

β) Τεκτονική

Οι προαναφερθείσες ενότητες υπέστησαν τον έντονο τεκτονισμό του Ηώκαινου - Μειόκαινου κατά την κύρια φάση της Αλπικής ορογένεσης.

Η παραμόρφωση της ενότητας Γαβρόβου σαν αποτέλεσμα των έντονων τεκτονικών διεργασιών του Ηώκαινου – Μειόκαινου, χαρακτηρίζεται από μία ακολουθία αντικλινικών – συγκλινικών δομών, οι άξονες των οποίων ακολουθούν ΒΔ-ΝΑ διεύθυνση (B.P. Co L.t.d. 1971). Τα ρήγματα στην περιοχή τεμαχίζουν τους σχηματισμούς της ενότητας αυτής κάθετα προς τους άξονες των πτυχών τους.

Ο τεκτονισμός στην ενότητα Πίνδου είναι επίσης έντονος και εκδηλώνεται στο Ηώκαινο με μία συνεχή παραμορφωτική φάση (πτυχωσιγενείς δομές) και μία ασυνεχή φάση (επιπεύσεις και ρήγματα). Οι πτυχωμένες δομές (μάκρο/μίκρο πτυχές), αναπτύσσονται με κύριες διευθύνσεις αξόνων ΒΒΔ-ΝΝΑ και δευτερευόντως ΑΝΑ-ΔΒΔ. Η έντονη πτύχωση οφείλεται στην αυξημένη πλαστικότητα που προσδίδεται στο λεπτοπλακώδη χαρακτήρα των πελαγικών ασβεστόλιθων και τις εναλλαγές τους με κερατόλιθους και κλαστικά ιζήματα..

Οι επιφάνειες εσωτερικής ολίσθησης μέσα στους σχηματισμούς της ενότητας Πίνδου (επιπεύσεις - λεπιώσεις) έχουν ΒΒΔ-ΝΝΑ διευθύνσεις. Αναπτύσσονται δηλαδή παράλληλα προς τους κύριους άξονες πτύχωσης και οφείλονται σε συμπίεστικές δυνάμεις διεύθυνσης Α-Δ.

Οι επικρατούσες διευθύνσεις των ρηγμάτων στην περιοχή της λεκάνης του Εύηνου είναι ΒΑ-ΝΔ, ΒΔ-ΝΑ και Α-Δ (Δ. Ματαράγκας, Μ. Τριανταφύλλης, κ.α. 1990).

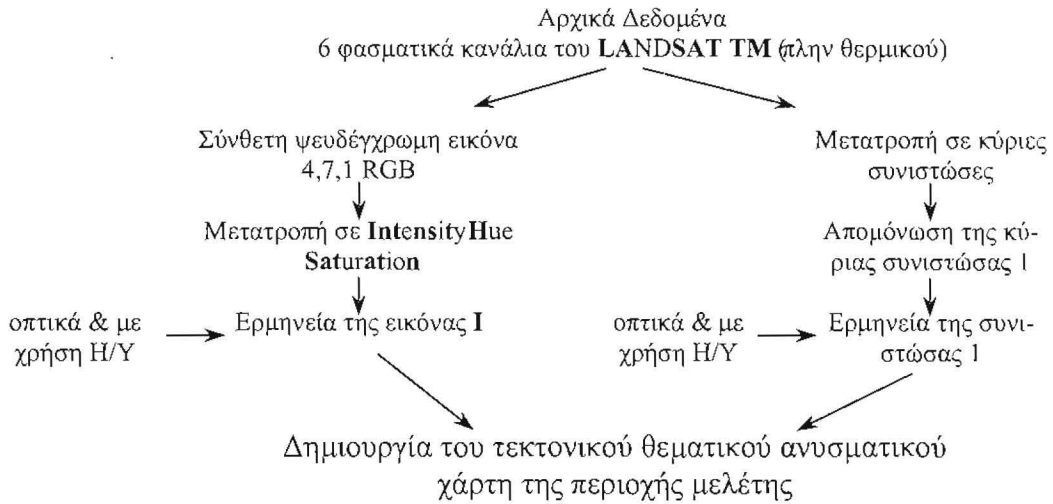
Ο ρηγματογόνος τεκτονισμός στην περιοχή μελέτης είτε είναι σύγχρονος με τις αλπικές δομές με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ είτε μεταγενέστερος με επικρατούσα διεύθυνση ρηγμάτων Α-Δ, που έχουν άμεση σύνδεση με τις κινήσεις του Μειόκαινου (D.L Loftus 1966).

Τα ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης ρήγματα φαίνεται ότι διαμορφώνουν την κοίτη του ποταμού Εύηνου (Δ. Ματαράγκας, Μ. Τριανταφύλλης, κ.α. 1990).

Από τις παραπάνω τεκτονικές διεργασίες φαίνεται ότι έχει επηρεασθεί και το υδρογραφικό δίκτυο στην περιοχή. Η ανάλυση κατά Horton έδειξε ελλιπή ανάπτυξη του αριθμού των κλάδων, του μήκους και του εμβαδού, γεγονός που οδηγεί στη διαπίστωση ότι το υδρογραφικό δίκτυο στο σύνολό του διανύει το στάδιο νεότητας σαν συνέπεια των τεκτονικών κινήσεων. Η κλιμακωτή μορφή του δικτύου αντικατοπτρίζει την επίδραση της γεωλογικής και τεκτονικής δομής της περιοχής (Θ. Καρύμπαλης 1996).

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται αναλυτικά η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την επεξεργασία των εικόνων.



ΔΕΔΟΜΕΝΑ LANDSAT – ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Στην εργασία χρησιμοποιήθηκαν ψηφιακά δορυφορικά δεδομένα **LANDSAT TM**. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε «παράθυρο» της πλήρους εικόνας 184 – 033 ημερομηνίας 26/7/84, εφτά φασματικά κανάλια, 0% νεφοκάλυψη.

Σαν πρώτο βήμα επεξεργασίας έγινε γεωμετρική διόρθωση σύμφωνα με το προβολικό σύστημα **Transverse Mercator, Ellipsoid: WGS 1984, Datum: World Geodetic System 1984** μετά την αναδόμηση της εικόνας αποδόθηκε σε κάθε pixel τιμή 28,5 μέτρα. Στην συνέχεια βελτιώθηκαν ραδιομετρικά με την γραμμική επέκταση ιστογράμματος και τη δημιουργία νέου πίνακα αντιστοιχιών (**LUT**). Επίσης δημιουργήθηκε ο πίνακας συσχέτισης μεταξύ των φασματικών καναλιών (Πίνακα. 1).

Η περαιτέρω επεξεργασία αφορά την δημιουργία δύο διαφορετικών προϊόντων – εικόνων.

Correlation Matrix						
	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6
Band1	1,0000	0,847	0,771	0,144	0,520	0,625
Band2	0,847	1,000	0,975	0,538	0,857	0,909
Band3	0,771	0,975	1,000	0,555	0,896	0,946
Band4	0,144	0,538	0,555	1,000	0,804	0,646
Band5	0,520	0,857	0,896	0,804	1,000	0,961
Band6	0,625	0,909	0,946	0,646	0,961	1,000

Πίνακας 1.

1. Ανάλυση κύριων συνιστωσών. Με την χρήση των αρχικών εικόνων από τα 6 κανάλια (πλην του θερμικού) δημιουργήθηκαν αντίστοιχες συνιστώσες, απομονώθηκε η πρώτη κύρια συνιστώσα, η οποία έχει υψηλή θετική συνεισφορά από όλα τα εισαχθέντα κανάλια (Πίνακα.2) ουσιαστικά δίνει πληροφορίες για το **albedo** και την τοπογραφία (εικ. 1). Η δε πληροφορία που περιέχει είναι μεγαλύτερη από 85% της συνολικής πληροφορίας των εισαγόμενων εικόνων.

Correlation Eigenvectors	
	PC1
Band1	0,339
Band2	0,446
Band3	0,448
Band4	0,313
Band5	0,437
Band6	0,433

Πίνακας 2.



Εικ. 1: Εικόνα που αντιστοιχεί στην κυρίων συνιστώσα 1.



Εικ. 2: Εικόνα που αντιστοιχεί στο *Intensity*

2. Η δεύτερη μέθοδος αφορά την δημιουργία μιας σύνθετης ψευδέγχρωμης εικόνας 4,7,1 RGB. Η επιλογή αυτή έγινε με βάση τον βαθμό συσχέτισης των καναλιών σύμφωνα με τον πίνακα 2. Στην συνέχεια μετατράπηκε σε **Intensity Hue Saturation** και απομονώθηκε η εικόνα που αντιστοιχεί στο **Intensity**, στην οποία εφαρμόστηκε γραμμική επέκταση του ιστογράμματος (εικ. 2).

ΑΝΑΛΥΣΗ – ΕΡΜΗΝΕΙΑ

Η εκδήλωση των τεκτονικών χαρακτηριστικών της περιοχής εξαρτάται από αρκετές παραμέτρους και ειδικά από τη λιθολογία και τις κλιματικές συνθήκες. Η καλή ή μη εμφάνιση των γεωμορφολογικών εκδηλώσεων των ρηγμάτων εξαρτάται και από την ηλικία του τεκτονισμού (Matsuda 1975).

Γεωμορφολογικές έρευνες μπορούν να αποδώσουν σημαντική πληροφόρηση για τον τεκτονισμό μιας περιοχής (Dootenkamp 1986). Ένας σημαντικός αριθμός άμεσων και έμμεσων δεικτών τεκτονισμού ή πρόσφατης δραστηριότητας υπάρχουν, όπως: παραμόρφωση ποτάμιων αναβαθμίδων (Popp 1971), μεγάλης κλίσης μορφολογικές ασυνέχειες (Cotton 1948) πρόσφατη σιγμοειδής παραμόρφωση των κορυφογραμμών (Migiro et al. 1995), μεγάλη κατά βάθος διάβρωση ως αποτέλεσμα της επίδρασης του υδρογραφικού δικτύου (Cotton 1948), τεμαχιοποίηση και παραμόρφωση αλλούβιων σχηματισμών (Hook 1972, Bull 1977), κάτοπτρα ρηγμάτων, μετατόπιση συνθετικών δομών (Rogers and Nason 1971), μέτωπα (επιφάνειες) που εκφράζονται σαν τοπογραφικές ασυνέχειες όταν ρήγματα κόβουν απότομα την τοπογραφία (Thornbury 1954, Παπανικολάου Δ. & Παρχαρίδης 1996), μετατόπιση ρεμάτων μπορεί να δώσει το είδος και το μέγεθος των μετατοπίσεων ρηγμάτων (Adams 1975, Παρχαρίδης 1998), κλπ.

Η μορφή του υδρογραφικού δικτύου και ο τρόπος που αποστραγγίζεται μία περιοχή μπορεί να αποτελέσει ενδεικτικό στοιχείο νεοτεκτονικών διεργασιών. Ρέματα μπορεί να μετατοπισθούν ή ακόμα να αλλάξουν διεύθυνση.

Τέτοια κριτήρια παρατηρούνται σε πολλά σημεία στην περιοχή μελέτης. Τα πιο χαρακτηριστικά εντοπίζονται στα παρακάτω έξι παράθυρα (εικ. 3).

Παράθυρο 1:

Στο παράθυρο αυτό διακρίνεται μία αναντιστοιχία στη διάταξη των κορυφογραμμών, οι οποίες φαίνεται να είναι μετατοπισμένες εκατέρωθεν μίας ABA-ΔΝΔ διεύθυνσης στο κεντρικό τμήμα αυτού του παράθυρου.

Αυτό υποστηρίζεται διότι οι σκιερές ζώνες που αντιστοιχούν σε πλαγιές μεταξύ διαδοχικών κορυφογραμμών στις οποίες δεν φτάνει η ηλιακή ακτινοβολία νοτιότερα αυτής της διεύθυνσης, καταλήγουν πάνω σε κορυφογραμμές βορειότερα. Οι τελευταίες έχουν ένα γενικότερο ΒΒΔ-ΝΝΑ προσανατολισμό, ενώ οι κορυφογραμμές που αναπτύσσονται νότια της προαναφερθείσας διεύθυνσης είναι ελαφρώς στραμμένες και έχουν Β-Ν διεύθυνση. Επίσης παρατηρείται μια μικρή κάμψη των κορυφογραμμών εκατέρωθεν της ίδιας διεύθυνσης που μοιάζει με πάρελξη.

Με βάση λοιπόν τα παραπάνω, θα πρέπει η διεύθυνση αυτή εκατέρωθεν της οποίας παρατηρείται αυτή η αναντιστοιχία να εξηγηθεί με την ύπαρξη κάποιας διάρρηξης σημαντικής οριζόντιας μετατόπισης με δεξιόστροφη συνιστώσα κίνησης.

Παράθυρο 2 :

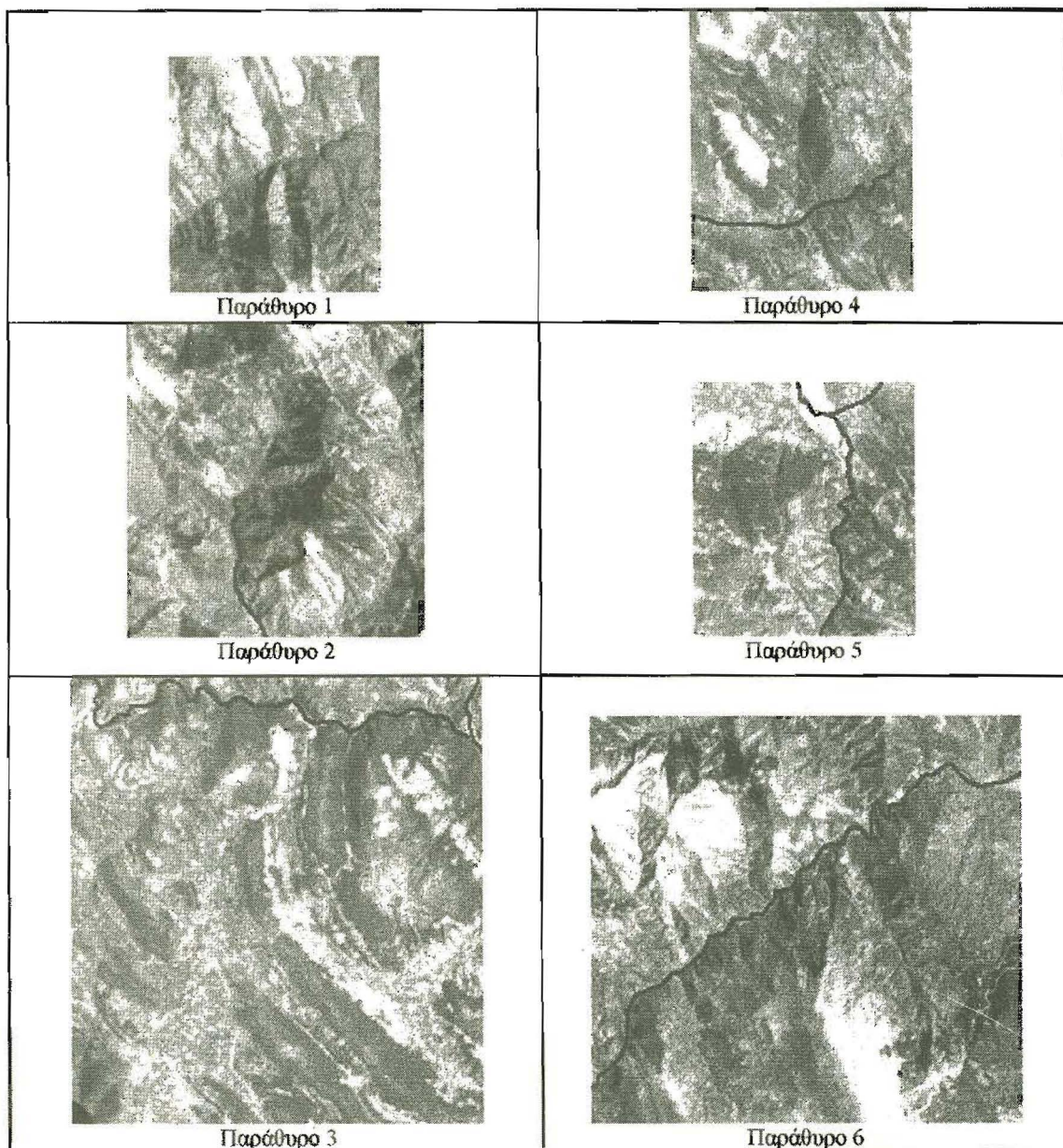
Παρατηρείται μία ζώνη διεύθυνσης ABA-ΔΝΔ, εγκάρσια στη γενική ανάπτυξη των κορυφογραμμών της περιοχής. Μέσα σ' αυτή τη ζώνη παρατηρούνται σιγμοειδείς δομές παράλληλες μεταξύ τους. Ο προσανατολισμός των επιμέρους αυτών δομών συμπίπτει περίπου με τη γενική ανάπτυξη των κορυφογραμμών.

Η παρατηρούμενη αυτή ζώνη και το σχήμα των επιμέρους μέσα σ' αυτή τη ζώνη σιγμοειδών δομών, θα μπορούσε να αποδοθεί σε μία ζώνη παράλληλων ρηγμάτων ABA-ΔΝΔ διεύθυνσης που αναπτύσσεται στην εν λόγω περιοχή που καλύπτει το παράθυρο, τα οποία έχουν οριζόντιες συνιστώσες κίνησης, και παραμορφώνουν με την κίνηση των επιμέρους τεμαχών τους τα μορφοτεκτονικά χαρακτηριστικά εντός αυτής της ζώνης, δίνοντας σιγμοειδείς μορφές που δείχνουν και τη φορά κίνησης των επιμέρους τεμαχών. Έτσι φαίνεται να έχουμε στην περιοχή δύο παράλληλα δεξιόστροφα ρήγματα όπου η μεταξύ αυτών περιοχή φαίνεται να παραμορφώνεται και να περιστρέφεται αντίθετα με τη φορά των δεικτών του ρολογιού.

Παράθυρο 3:

Παρατηρούνται αναντιστοιχίες των μορφοτεκτονικών χαρακτηριστικών της περιοχής που αντιστοιχεί στο παράθυρο αυτό εκατέρωθεν διευθύνσεων ΒΑ-ΝΔ. Βλέπουμε δηλαδή μία διακοπή της συνέχειας των κορυφογραμμών εκατέρωθεν ΒΑ-ΝΔ διευθύνσεων και μία κάμψη - περιστροφή αυτών των κορυφογραμμών.

Οι κορυφογραμμές αυτές συμπίπτουν με τους άξονες των πτυχών της Πίνδου και τη γενικότερη διάταξη λεπών και εφιπτεύσεων αυτής ΒΔ-ΝΑ προσανατολισμού.



Εικ. 3.

Οι διευθύνσεις κατά μήκος των οποίων παρατηρείται η παραπάνω αναντιστοιχία είναι σχεδόν εγκάρσιες στην κύρια κοίτη του Εύηνου ποταμού.

Έτσι αυτό θα μπορούσε να συνδυαστεί με διαρρήξεις με πολύ σημαντικές οριζόντιες συνιστώσες κίνησης, που παραμορφώνουν τον τεκτονικό ιστό της περιοχής, δηλαδή τους άξονες των πτυχών της Πίνδου, το σύστημα εφιπτεύσεων και λεπιώσεων (ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης), επηρεάζοντας επίσης και το υδρογραφικό δίκτυο στην περιοχή.

Παράθυρο 4:

Στο παράθυρο αυτό παρατηρείται μια τριγωνική επιφάνεια (**triangular facet**). Αυτή η επιφάνεια έχει περίπου μία Β-Ν διεύθυνση.

Τέτοιου είδους επιφάνειες παρατηρούνται σε κανονικά και οριζόντιας ολίσθησης ρήγματα.

Η επιφάνεια αυτή αντιστοιχεί σε κατοπτρική επιφάνεια ενός κανονικού ρήγματος διότι δεν παρατηρείται αντίστοιχη επιφάνεια στα δυτικά.

Παράθυρο 5:

Απεικονίζονται δομές τύπου **Bayonnette**, γενικής διεύθυνσης ΒΒΑ-ΝΝΔ, οι οποίες συνήθως αποδίδονται σε ρήγματα οριζόντιας ολίσθησης. Στο κεντρικό τμήμα τέτοιων δομών αναπτύσσεται συνήθως ένα εφελκυστικό τεκτονικό καθεστώς που τείνει να επεκτείνει την περιοχή και να δημιουργήσει μια αρχική λεκάνη. Η διεύθυνση του εφελκυσμού συμπίπτει με τις διευθύνσεις των οριζοντιολισθητικών ρηγμάτων που οριοθετούν αυτές τις μικρές λεκάνες. Το φαινόμενο είναι έντονο στο κέντρο της δομής ενώ εξασθενεί όσο απομακρυνόμαστε, με αποτέλεσμα να μην διακρίνουμε τη συνέχεια αυτών κατά τις διευθύνσεις ανάπτυξής τους.

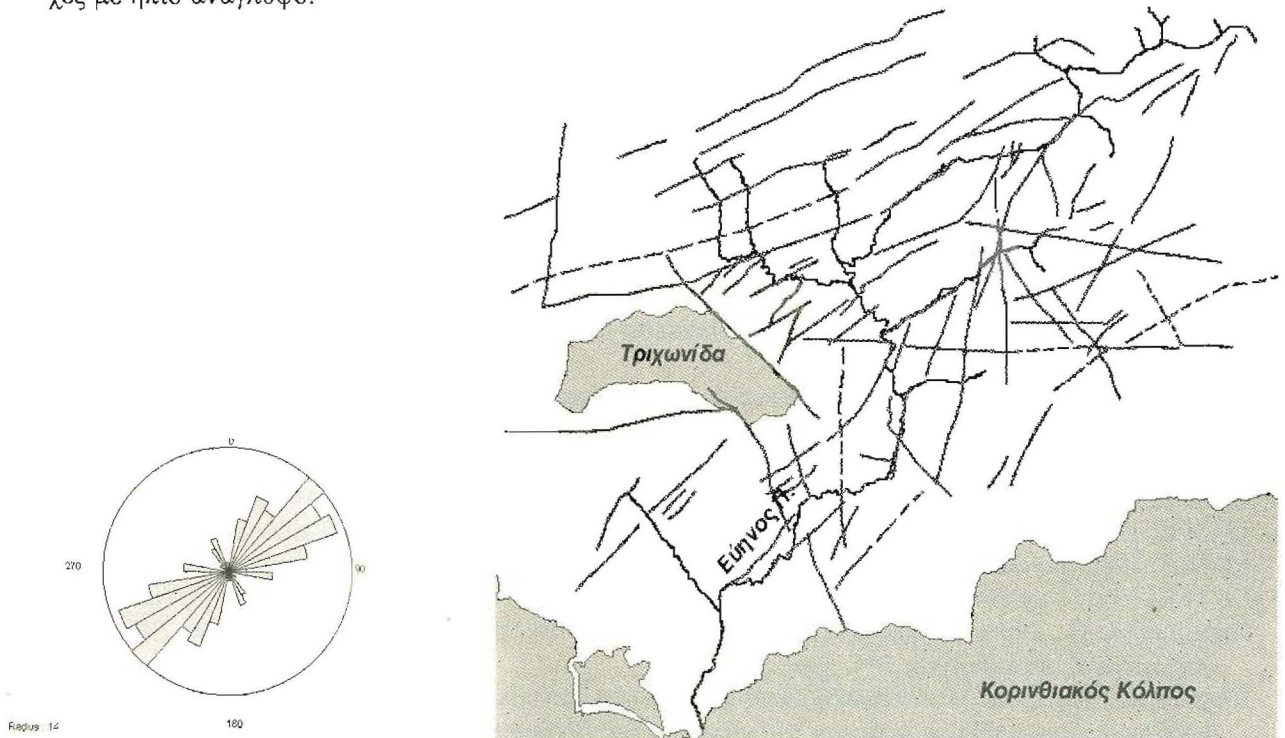
Παράθυρο 6:

Σ' αυτό παρατηρείται χαρακτηριστική αναντιστοιχία του ανάγλυφου εκατέρωθεν ενός κλάδου 5^{ης} τάξης του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης του Εύηνου διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ. Ο κλάδος αυτός δεν είναι ευθύγραμμος αλλά έχει μια οδοντωτή μορφή, γεγονός που συνήθως συνδυάζεται με ρήγματα με κύρια συνιστώσα την κατακόρυφη και όχι την οριζόντια.

Στο κεντρικό τμήμα της περιοχής μελέτης αυτοί οι κλάδοι καταλήγουν κάθετα πάνω στον κύριο κλάδο (6^{ης} τάξης) του υδρογραφικού δικτύου. Είναι τα κυρίως υπεύθυνα ρήγματα τμηματοποίησης (**segmentation**) της κοίτης του Εύηνου προκαλώντας μικρομετακινήσεις αυτής καιγωνιώδεις παρεκκλίσεις.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συγκρίνοντας τα προϊόντα επεξεργασίας των δορυφορικών δεδομένων φαίνεται ότι στην εικόνα **Intensity** (εικ. 2) λαμβάνουμε περισσότερες πληροφορίες στις περιοχές με έντονο ανάγλυφο σε αντίθεση με την εικόνα που προέρχεται από την κύρια συνιστώσα (εικ. 1) η οποία αναδεικνύει τις περιοχές με ήπιο ανάγλυφο.



Εικ. 4: α. Ροδόγραμμα στατιστικής επεξεργασίας ρηγμάτων & πιθανών ρηγμάτων, β. χάρτης ρηγμάτων & πιθανών ρηγμάτων όπως προέκυψε από την επεξεργασία των δορυφορικών δεδομένων - προϊόντων

Μετά την επεξεργασία των προϊόντων των δορυφορικών εικόνων οι ρηξιγενείς δομές που προέκυψαν, προβλήθηκαν σε ροδόγραμμα (εικ.4). Οι κύριες διευθύνσεις των ρηγμάτων που παρατηρούνται είναι ΒΑ-ΝΔ και κατά συνέπεια κόβουν εγκάρσια τον αλπικό ιστό της Πίνδου.

Αυτά τα ρήγματα είναι που καθορίζουν κατά κύριο λόγο τη διεύθυνση της κοίτης του ποταμού, επηρεάζοντας τη διεύθυνση ροής τόσο του κύριου κλάδου όσο και των επιμέρους παραπόταμων του.

Βασικό χαρακτηριστικό των ρηγμάτων αυτών είναι η οριζόντια συνιστώσα κίνησης, η οποία συχνά φαίνεται να υπερτερεί της κατακόρυφης συνιστώσας. Αυτό συμπεραίνεται από αρκετά παρατηρηθέντα ρήγματα, από τα οποία άλλα χαρακτηρίζονται σαν αριστερόστροφα και άλλα σαν δεξιόστροφα. Αυτά τα ρήγματα μετατοπίζουν την κύρια κοίτη δημιουργώντας είτε μεγάλες ορθές γωνίες στον κορμό του ποταμού είτε σημαντικές παρεκκλίσεις.

Παρόμοιο χαρακτήρα εμφανίζει και μία ζώνη, διεύθυνσης Α-Δ που οριοθετείται από το βόρειο και το νότιο άκρο της Τριχωνίδας λίμνης. Πρόκειται για μία ρηξιγενή ζώνη στην οποία πιθανώς συνυπάρχουν η κατακόρυφη και οριζόντια συνιστώσα κίνησης. Αποτέλεσμα της κατακόρυφης συνιστώσας είναι η δημιουργία του βυθίσματος της Τριχωνίδας ενώ η οριζόντια συνιστώσα καθορίζει την κύρια κοίτη του Εύηνου, μετατοπίζοντάς την προς ανατολικά και αναγκάζοντάς την να αποκτά γωνιώδη παρέκκλιση. Η ζώνη αυτή κατακερματίζει και πτυχώνει με μορφή πάρελξης τις λεπιώσεις της Πίνδου. Οι ενδιάμεσες διαρρήξεις έχουν συντελέσει κατά κύριο λόγο στη δημιουργία των παρεκκλίσεων της κύριας κοίτης του Εύηνου όπως ακριβώς περιγράφηκε παραπάνω για τα ρήγματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adam D.P., 1975: Geomorphic evidence for late Holocene tilting in southern San Mateo county. California. *J. Res. US Geol. Surv.*, 8, 72-76.
- Βασιλάκης Ε., 1998: Νεοτεκτονικό καθεστώς κεντρικής Αιτωλοακαρνανίας, *Μεταπτυχιακή διατριβή ειδίκευσης*, Αθήνα.
- B.P. Co Ltd., 1971: The geological results of the petroleum exploration in Western Greece. *Ειδικές μελέτες επί τη γεωλογία της Ελλάδας*, Ν^ο 10, Ι.Γ.Ε.Υ., Αθήνα.
- Bull W.B., 1977: The alluvial fan environment. *Prog. Phys. Geog.* 1, 222-270.
- Cotecchia V., 1963: Έκθεση επί των γεωλογικο-τεχνικών ερευνών τεχνητής λίμνης Εύηνου. *Υ.Δ.Ε.σ.σ.* 396.
- Cotton C.A., 1948: Landscape. *CUP, Cambridge*.
- Dercourt J. & Fleury J.J., 1977: La nature de contacts calcarie – flysch de la serie de Gavrovo – Tripolitza en Grece continental et Peloponnese. *Ann. Geol. Pays Hellen.*, 46 : 28–53.
- Doornkamp J.C., 1986: Geomorphological approaches to the study of neotectonics. *J. Geol. Soc. (London)*, 143, 335–342.
- Fleury J.J., 1980: Les zones de Gavrovo – Tripolitza et de Pinde – Olonos (Grece continental et Peloponnese du Nord). Evolution d' une platforme et d' une basin dans leur cadre alpin. *Mem. Soc. Geol. Nord*, 4 : 1–648.
- Hook R. B., 1972: Geomorphic evidence for late-Wisconsin and Holocene tectonic deformation. Death Valley, California. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 83, 2073-2098.
- Ι.Γ.Μ.Ε, 1970: Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας κλίμακας 1 : 50000 : φύλλο Καρπενήσι, Αθήνα.
- Ι.Γ.Μ.Ε, 1971: Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας κλίμακας 1 : 50000 : φύλλο Ναύπακτος, Αθήνα.
- Ι.Γ.Μ.Ε, 1977: Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας κλίμακας 1 : 50000 : φύλλο Θέρμον, Αθήνα.
- Ι.Γ.Μ.Ε, 1985: Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας κλίμακας 1 : 50000 : φύλλο Κλέπα, Αθήνα.
- Ι.Γ.Μ.Ε, 1991: Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας κλίμακας 1 : 50000 : φύλλο Ευηνοχώριον, Αθήνα.
- Καρύμπαλης Θ., 1996: Γεωμορφολογικές παρατηρήσεις στη λεκάνη απορροής του Εύηνου ποταμού. *Διδακτορική διατριβή*, σ.σ. 244, χαρτ.
- Κατσαβριάς Ν., 1986: Η ανατολική ζώνη του φλύσχη των Ελληνίδων: Φλύσχη της υποζώνης Γαβρόβου ως ημιπαράθυρο ανάμεσα στο κάλυμμα της Πίνδου και στις αλλόχθονες εσωτερικές Ελληνίδες. Νοτιοκεντρική ηπειρωτική Ελλάδα. *Δελτίο Ε.Γ.Ε.*, τομ. 18, σ.σ. 131-142.
- Κατσαβριάς Ν., 1987: Το λεπιωμένο σύστημα ζώνης Πίνδου της ηπειρωτικής Ελλάδας στο τεκτονικό πλαίσιο των Ελληνίδων. *Πρακτικά Ακαδημίας Αθηνών*, 62: 218–231.

- Loftus D.L., 1966: The geology of the Pindus zone in the Nafractos, Thermon region, Western Greece. *Thesis University, London*.
- Ματαράγκας Δ., Ψώνης Κ., Τριανταφύλλης Μ., Ζίνδρος Γ., Πάσχος Π., Καρφάκης Ι. & Γαλανάκης Δ., 1990: Γεωλογική – Τεκτονική διερεύνηση της ζώνης εκατέρωθεν του άξονα της υπό μελέτη σήραγγας Εύηνου. *I.G.M.E. (Αδημοσίευτη έκθεση)*, σ.σ. 51, χαρτ.
- Ματαράγκας Δ., Τριανταφύλλης Μ., Ζίνδρος Γ., Πάσχος Π. & Γαλανάκης Δ., 1990: Γεωλογική – Τεκτονική μελέτη θέσεων φραγμάτων και ταμιευτήρων στον ποταμό Εύηνου. *I.G.M.E. (Αδημοσίευτη έκθεση)*, σ.σ. 19.
- Matsuda T., 1975: Magnitude and recurrence interval of earthquakes from a fault. *Ser. 2, 28, 269–283 (in Japanese, abstract in English)*.
- Migiros G., Pavlopoulos A. & Parcharidis I., 1995: Recognition of fracture zones by using spatial models and remote sensing data: an application in western Attica (Greece). *Proc. of the XI congress of the Carpatho-Balkan Geol. Soc. Greece, Sp. Pub. No.4 1041-1049*.
- Παπανικολάου, Δ. & Παρχαρίδης, Ι., 1996: **Landsat MSS** και TM δεδομένα για μικρής και μεγάλης κλίμακας τεκτονικές παρατηρήσεις στην περιοχή Ηπείρου-Κόνιτσας. *Συμπόσιο "Τηλεανίχνευση & Εφαρμογές" αφιερωμένο στη μνήμη του Καθηγητή Μ. Μουτσούλα, ΓΓΕΤ (υπό εκτύπωση)*.
- Parcharidis I., 1998: Morphostructure patterns in satellite. Multispectral Landsat TM images. *Geologica Carpathica, 49, 5, Bratislava, 307–313*.
- Popp N., 1971: Hydrogeographical and Geomorphological aspects regarding the problem of the recent vertical movements of the crust in Romania. *Z. Geomorphol., 15, 445–459 (in German)*.
- Rogers T.H. & Nason R.D., 1971: Active displacement on the Calaveras fault zone at Hollister, California. *Bull. Seismological Soc. Am., 61, 399-416*.
- Τζίτζιρας Α. & Κυνηγάλακη Μ., 1990: Γεωτεχνική μελέτη στην περιοχή Εύηνου για την κατασκευή φραγμάτων. *I.G.M.E, σ.σ. 46*.
- Τζίτζιρας Α., Νικολάου Ν. & Πογιατζή Ε., 1991: Έκθεση γεωτεχνικών συνθηκών κατά μήκος του άξονα της υπό μελέτη σήραγγας Εύηνου – Μόρνου. *I.G.M.E, 2 τομ., σ.σ. 38*.
- The Research Group for Active Faults of Japan: Maps of active faults in Japan with an explanatory text, *University of Tokyo Press*.
- Thornbury W.D., 1954: Principles of geomorphology. *Wiley, New York*.