

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ - ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ

Διατριβή ειδίκευσης
με θέμα:

**« Τεκτονική εξέλιξη του Δυτικού ορίου της Μεσοελληνικής Αύλακας,
περιοχή Κρανιάς Γρεβενών».**

του

Ιωάννη Ε. Παπαοικονόμου

Γεωλόγος

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Κίλιας Α., Καθηγητής του τμήματος Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

Μουντράκης Δ., Καθηγητής του τμήματος Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

Χατζηδημητριάδης Ε., Καθηγητής του τμήματος Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2004

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<i>Ευχαριστίες</i>	1
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
1.1 Τοποθεσία της περιοχής μελέτης	2
1.2 Αντικείμενο - Σκοπός της εργασίας	2
1.3 Σημασία της μελέτης της Με.Α.	4
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	5
2.1 Υπαίθρια μελέτη	5
2.2 Εργαστηριακή έρευνα / μελέτη	5
3. ΜΕΣΟΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΥΛΑΚΑ	7
3.1 Γενικά	7
3.2 Στρωματογραφία	8
α. Σχηματισμός Κρανιάς	8
β. Σχηματισμός Επταχωρίου	9
γ. Σχηματισμός Πενταλόφου	9
δ. Σχηματισμός Τσοτυλίου	9
ε. Σχηματισμός Όντρια	10
3.3 Εξέλιξη ιζηματογένεσης	11
3.4 Λεκάνη Κρανιάς	11
3.5 Ιζηματογενής εξέλιξη της κύριας Μεσοελληνικής Αύλακας	13
3.6 Γεωτεκτονικό περιβάλλον εξέλιξης	18
4. ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ	20
5. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ	26
5.1 Γεωλογικοί σχηματισμοί	26
Α. Παλαιοζωικό υπόβαθρο Υποπελαγονικής	26
1. Κρυσταλικοί σχιστόλιθοι	26

B. Τριαδικό	26
1. Ασβεστόλιθοι	26
2. Ασβεστόλιθοι	26
Γ. Ιουρασικό	28
1. Οφιολιθική σειρά	28
2. Ασβεστόλιθοι	28
3. Κερατόλιθοι ή σχιστοκερατόλιθοι	28
Δ. Κρητιδικό	28
1. Ασβεστόλιθοι	28
2. Ασβεστόλιθοι	28
3. Ρουδιστοφόροι ασβεστόλιθοι άστρωτοι	28
Ε. Μαιστρίχτιο – Παλαιόκαινο	29
1. Φλύσχης Πίνδου	29
ΣΤ. Παλαιογενές – Νεογενές	29
Ζ. Τεταρτογενές	29
1. Αλλουβιακές αποθέσεις	29
2. Κώνοι κορημάτων και πλευρικά κορήματα	29
3. Ποτάμιες αποθέσεις	29
5.2 Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά του Δυτικού ορίου	30
6. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ	38
6.1 Κινηματική ανάλυση και προσδιορισμός παλαιοτάσεων	38
Α. D1 Τεκτονικό γεγονός	38
Β. D2 Τεκτονικό γεγονός	44
Γ. D3 Τεκτονικό γεγονός	48
Δ. D4 Τεκτονικό γεγονός	53
6.2 Χρονολόγηση τεκτονικών γεγονότων	56
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	57
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	60
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	63

Ευχαριστίες

Η εκπόνηση της παρούσας εργασίας δεν θα ήταν δυνατή χωρίς την συνεισφορά κάποιων προσώπων τα οποία οφείλω να ευχαριστήσω το καθένα για το μερίδιο που φέρει στην προσπάθεια αυτή.

Εκφράζω την ευγνωμοσύνη μου λοιπόν πρώτα απ' όλους στους γονείς μου για την συνολική συμβολή τους στην περάτωση της εργασίας αυτής τόσο με την οικονομική κάλυψη που μου προσέφεραν το διάστημα αυτό, καθώς και με την ηθική υποστήριξη τους στις δύσκολες στιγμές. Σημαντική ήταν και η βοήθεια που έλαβα και από την αδερφή μου Φανή κατά τα τελικά στάδια της συγγραφής και εκτύπωσης της εργασίας την οποία εκτός των άλλων ευχαριστώ και για αυτό.

Ευχαριστώ τον επιβλέποντα καθηγητή Αδαμάντιο Κίλια για τη βοήθεια και τη καθοδήγηση που μου παρείχε καθόλη την διάρκεια της διατριβής μου. Επιπλέον τον ευχαριστώ για την υπομονή του και την ουσιαστική του στήριξη στην προσπάθεια μου αυτή. Εξίσου σημαντική ήταν και η συνεισφορά των υπόλοιπων μελών της συμβουλευτικής επιτροπής, καθηγητών Μουντράκη Δ. και Χατζηδημητριάδη Ε.

Πρέπει να αναφέρω την σημαντική βοήθεια που έλαβα από την συνάδελφο Αγνή Βαμβακά τόσο στην υπαίθρια μελέτη όσο και στην συγγραφή της διατριβής. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους μεταπτυχιακούς φοιτητές του τομέα Τεκτονικής και Στρωματογραφίας για τις συμβουλές, τις υποδείξεις και την γενικότερη βοήθεια που μου προσέφεραν την περίοδο της συνφοίτησης μας.-

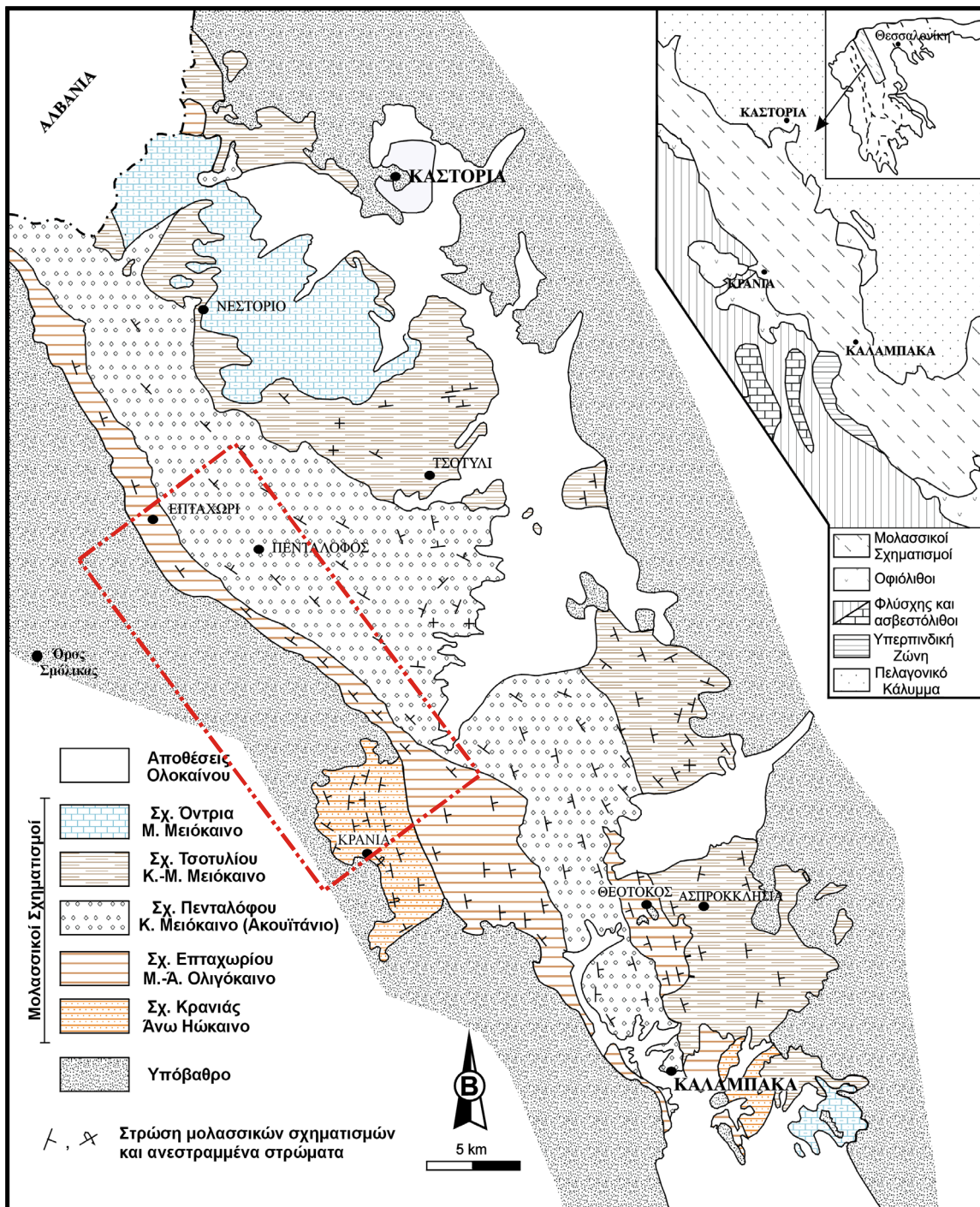
1.1 Τοποθεσία της περιοχής μελέτης

Στα πλαίσια της παρούσας διατριβής ειδικεύσης μελετήθηκε τμήμα του Δυτικού ορίου της Μεσοελληνικής Αύλακας. Η περιοχή μελέτης οριοθετείται από το δυτικό όριο του νομού Γρεβενών και τις ανατολικές παρυφές της οροσειράς της Πίνδου. **(Σχήμα 1)**

Συγκεκριμένα η περιοχή μελέτης ορίζεται από το πολύγωνο που σχηματίζουν: στα βόρεια, τα χωριά Επταχώρι και Πεντάλοφος, δυτικά τα χωριά Ζούζουλη – Μεσολούρι – Σμίξη – Ζάκας, νότια τα χωριά Κρανιά – Κηπουριό και νοτιότερα Σπήλαιο – Μοναχίτι και ανατολικά τα χωριά Μαυραναίοι – Καληράχη – Δασύλλιο.

1.2 Αντικείμενο - Σκοπός της εργασίας

Το κύριο αντικείμενο μελέτης, της εργασίας αυτής, είναι η γεωτεκτονική εξέλιξη του δυτικού περιθωρίου της Με.Α (Μεσοελληνικής Αύλακας). Έγινε προσπάθεια να προσδιοριστούν οι κύριες τεκτονικές δομές που αναπτύχθηκαν στο όριο αυτό, κατά την εξέλιξη της Με.Α. και να αξιολογηθούν ποιοτικά. Τα συμπεράσματα από την τεκτονική ανάλυση σε συνδυασμό με την μελέτη της σχετιζόμενης με το εν λόγω βιβλιογραφίας, χρησιμοποιήθηκαν με σκοπό την κατανόηση του τρόπου δημιουργίας και εξέλιξης της Με.Α. καθώς και του ευρύτερου γεωτεκτονικού περιβάλλοντος στο οποίο αναπτύχθηκε.



Σχήμα 1 Η Μεσσελληνική Αύλακα και οι σχηματισμοί της (χάρτης τροποποιημένος από Βαμβακά, 2004). Οι κλίσεις των στρωμάτων των μολασσικών, σχηματισμών που απεικονίζονται στο χάρτη, ελήφθησαν σύμφωνα με τους χάρτες του Ι.Γ.Μ.Ε. που υπάρχουν για την περιοχή (Φύλλα: Καλαμπάκα, Τρίκαλα, Παναγία, Αγίοφυλλο, Δεσκάτη, Γρεβενά, Κνίδη, Πεντάλοφος). Σημειώνεται σε κόκκινο πλαίσιο η περιοχή μελέτης.

1.3 Σημασία της μελέτης της Με.Α

Η μελέτη της Με.Α. έχει διττή σημασία καθώς μπορεί να προσφέρει πληροφορίες τόσο για τους μηχανισμούς γένεσης λεκανών σε παρόμοια γεωτεκτονικά περιβάλλοντα όσο και για την πρόσφατη Αλπική και Μετά-Αλπική εξέλιξη του Ελλαδικού γεωτεκτονικού χώρου.

Το γεγονός ότι πρόκειται για μια λεκάνη η οποία διατηρεί κατά την μεγαλύτερη έκταση την αρχική της δομή (Brunn, 1956), διευκολύνει την άμεση εξαγωγή συμπερασμάτων για τις διαδικασίες ιζηματογένεσης και κατ' επέκταση την κατανόηση των παλαιογεωγραφικών συνθηκών της ευρύτερης περιοχής. Τα ιζήματα της λεκάνης αποτελούν επίσης μια ένδειξη αποτύπωσης των τεκτονικών γεγονότων που έδρασαν στο χώρο της εξέλιξης της λεκάνης. Η επεξεργασία των γεγονότων αυτών και ο προσδιορισμός των διαδοχικών μηχανισμών που τα προκάλεσαν μπορεί να συμβάλει στη δημιουργία ενός ικανοποιητικού γεωτεκτονικού μοντέλου εξέλιξης από το Ηώκαινο μέχρι και το τέλος Μειοκαίνου, κάτι που μέχρι σήμερα δεν έχει καταστεί δυνατό.

Η διατριβή αυτή αποτελείται από δυο σκέλη που περιλαμβάνουν εργασίες υπαίθρου και εργαστηριακή μελέτη αντίστοιχα. Οι επιμέρους εργασίες, κάθε σκέλους, καθώς και η μεθοδολογία αυτών είναι οι εξής:

2.1 Μελέτη υπαίθρου

Κατά το στάδιο αυτό διεξήχθησαν οι εξής εργασίες:

1. Μετρήσεις των επιφανειακών και γραμμικών στοιχείων των δομών που αναπτύχθηκαν στη περιοχή μελέτης και γεωμετρική ταξινόμηση αυτών (ρήγματα, όπως κανονικά - ανάστροφα - οριζόντιας μετατόπισης και πτυχές κ.τ.λ.).
2. Γεωλογική χαρτογράφηση: στηρίχθηκε στους γεωλογικούς χάρτες του Ι.Γ.Μ.Ε. (φύλλα: Πεντάλοφος, Γρεβενά, Παναγιά), στους οποίους περιλαμβάνονται οι κύριες τεκτονικές δομές καθώς και τα συμπληρωματικά γεωλογικά στοιχεία (στρώσεις ή σχιστότητες και όρια σχηματισμών).
3. Γεωμορφολογικές παρατηρήσεις που σχετίζονται με το αντικείμενο μελέτης καθώς και γεωλογικές τομές της περιοχής.

2.2 Εργαστηριακή μελέτη

Περιλαμβάνει :

1. Την επεξεργασία των μετρήσεων της υπαίθρου και την συστηματική ταξινόμηση αυτών με την οποία έγινε ο διαχωρισμός των επιμέρους τεκτονικών γεγονότων ενώ η χρονολόγηση αυτών βασίστηκε στη χρήση γεωλογικών κριτηρίων. Για κάθε τεκτονικό συμβάν προσδιορίστηκε ποιοτικά ο προσανατολισμός των κύριων αξόνων τάσεων μέσω διαγραμμμάτων Schmidt και τη χρήση του λογισμικού StereoNett v2.46 και τη μέθοδο κατά Turner (1953).

2. Μελέτη βιβλιογραφίας, σχετικής με την ανάλυση ιζηματογενών λεκανών:

α. Μηχανισμοί δημιουργίας λεκανών και γεωτεκτονικά περιβάλλοντα .

β. Σχέσεις τεκτονικής και ιζηματογέννησης.

γ. Τύποι ιζηματογενών λεκανών

δ. Γεωμετρικά χαρακτηριστικά ιζηματογενών λεκανών.

ε. Γεωμετρικά χαρακτηριστικά ρηγμάτων οριζόντιας μετατόπισης

3. Μελέτη βιβλιογραφίας σχετικής με την Μεσοελληνική Αύλακα.

4. Δημιουργία ενιαίου γεωλογικού χάρτη της περιοχής μελέτης με την χρήση σχεδιαστικού προγράμματος (Corell Draw 11). Η σχεδίαση του χάρτη έγινε με βάση τα φύλλα, Πεντάλοφος, Επταχώρι, Παναγιά, Μέτσοβο, του γεωλογικού χάρτη του Ι.Γ.Μ.Ε.

5. Μελέτη αεροφωτογραφιών με κλίμακα 1: 30.000 κατά μήκος του δυτικού ορίου της Με.Α.. Οι αεροφωτογραφίες κάλυψαν την αντίστοιχη περιοχή του γεωλογικού χάρτη και από την αξιολόγησή τους προέκυψαν τα επόμενα στοιχεία: ο προσδιορισμός των κύριων τεκτονικών δομών που παρατηρήθηκαν στο ύπαιθρο, η κατασκευή των τεκτονικών διαγραμμάτων Schmidt με τις αντίστοιχες παλαιότητες για κάθε τεκτονικό γεγονός, πιθανές τεκτονικές επιφάνειες που προκύπτουν από τον συνδυασμό γεωλογικών παρατηρήσεων και φωτογραμμώσεων.

3.1 Γενικά

Η Μεσοελληνική Αύλακα αποτελεί την σαφέστερη μολασσική αύλακα του Ελλαδικού χώρου και διατηρεί μια ολοκληρωμένη στρωματογραφική δομή. Εκτείνεται με ΒΔ - ΝΑ κατεύθυνση από τα Ελληνο - Αλβανικά σύνορα προς τα νότια των περιοχών Καστοριάς, Γρεβενών και Καλαμπάκας, ενώ τελικά ίσως να βυθίζεται κάτω από τις προσχώσεις της πεδιάδας της Θεσσαλίας. Το μήκος της είναι περίπου 130 km, ενώ το πλάτος της κυμαίνεται από 30 έως και 40 km. Διαπιστώνεται ότι η ανάπτυξή της συνεχίζεται και πέρα από τα ελληνικά σύνορα, στην περιοχή της Αλβανίας (Μουντράκης 1985).

Τα πρώτα ιζήματα της Μεσοελληνικής αύλακας αποτέθηκαν στα δυτικά της λεκάνης, στην περιοχή της Κρανιάς (λεκάνη Κρανιάς), και είναι ηλικίας Άνω Ηωκαίνου (Brunn 1956 , Wilson 1993). Εμφανίζονται συνήθως πτυχωμένα και με έντονη γωνία κλίσεων, ενώ χαρακτηρίζονται από πολλούς ως ακολουθία φλύσχη (Brunn 1956 , Wilson 1993 Δουτσος 1993). Τα λοιπά ιζήματα της Με.Α είναι μολασσικού τύπου που αποτέθηκαν στις διάρκειες του Ολιγοκαίνου και του Μειοκαίνου και προήλθαν από τους αναδυόμενους σχηματισμούς της Πίνδου, της Πελαγονικής καθώς και από τους οφιόλιθους που περιέβαλαν τη λεκάνη Ζυγογιάννης και Σιδηρόπουλος. Τα μολασσικά ιζήματα ποικίλουν ως προς τα περιβάλλοντα απόθεσης από θαλάσσια και λιμναία έως και χερσαία, λόγω του γεγονότος ότι η ιζηματογένεση πραγματοποιούνταν στο ύψος της θαλάσσιας στάθμης που ακολουθούσε βήμα προς βήμα τη βύθιση της αύλακας. Η θάλασσα κατελάμβανε τη βυθιζόμενη περιοχή ενώ στη συνέχεια, εξαιτίας της πλήρωσης, λειτουργούσε η λεκάνη ως κλειστή λιμνοθάλασσα ή και λίμνη, με υφάλμυρες αποθέσεις καθώς και ποταμοχερσαίες (Brunn, 1956). Τα ιζήματα αυτά στο μεγαλύτερο μέρος τους εμφανίζονται με διεύθυνση κλίσης προς τα βόρεια - ανατολικά, και το πάχος τους υπολογίζεται ότι φτάνει περίπου τα 4 km.

3.2 Στρωματογραφία

Η λιθοστρωματογραφική ταξινόμηση της Με.Α. βασίζεται σε βιοστρωματογραφικές ενότητες, οι οποίες αναγνωρίστηκαν αρχικά από τον Brunn (1956) και υιοθετήθηκαν στη συνέχεια από γεωλόγους του Ι.Γ.Μ.Ε.. Μεταγενέστεροι μελετητές όπως ο Despairies (1979, ο Savoyat (1972), ο Dercourt et al. (1977) και οι Mavridis & Matarangas (1979) ολοκλήρωσαν τις αρχικές παρατηρήσεις του Brunn με βασικό οδηγό την αρχική προσέγγιση.

Ο Brunn διέκρινε τους εξής πέντε σχηματισμούς, οι οποίοι περιγράφονται στην συνέχεια αναλυτικά (από τους παλαιότερους προς τους νεώτερους) Κρασιάς, Επταχωρίου, Πενταλόφου, Τσοτυλίου, Όντριας. **(Σχήμα 1)**

α. Σχηματισμός Κρασιάς: Κλαστική σειρά με τυπικά λιθοοψικό χαρακτήρα φλύσχη, ηλικίας άνω Ηωκαίνου. Η σειρά των ιζημάτων αυτών χαρακτηρίζεται για τις πτυχές και τις αναστροφές της. Το συνολικό πάχος της στα δυτικά υπολογίζεται στα 1.300 μέτρα, ενώ προς το νότιο-ανατολικό της τμήμα φθάνει μόλις τα 300 m. Πρόκειται για επικλυσιογενή ιζήματα (κροκαλοπαγή έως λατυποπαγή), που επίκεινται ασύμφωνα στους οφιολίθους της βόρειας Πίνδου (Παπανικολάου et al., 1988). Τη βάση της σειράς αποτελεί ένα κροκαλοπαγέ, πάχους έως 100 m, με κροκάλες που αποκλειστικά προέρχονται από οφιολιθικά πετρώματα.

Ο σχηματισμός της Κρασιάς περιορίζεται στην περιοχή της Κρασιάς, σχηματίζοντας ένα είδος εσοχής στη δομή της οροσειράς της Πίνδου που αντιπροσωπεύει μία παλαιο – ακτή και λόγω της επικλησηγενούς όπως υποστηρίζεται σχέσης προς τους οφιολίθους, χαρακτηρίστηκε από τον Brunn (1956) ως "παλαιοκόλπος" της Κρασιάς. Παρόμοιας ηλικίας όμοιος σχηματισμός εμφανίζεται και στα νότιο-ανατολικά της Καλαμπάκας, σε μια μικρή περιοχή (Brunn 1956).

β. Σχηματισμός Επταχωρίου: Εμφανίζεται κατά μήκος του δυτικού περιθωρίου της αύλακας. Περιλαμβάνει εναλλαγές κροκαλοπαγών, ψαμμιτών και μαργών, ηλικίας Μέσου έως Ανώτερου Ολιγοκαίνου (Στάμπιο). Τα στρώματα βάσης αποτελούνται από κροκαλοπαγή με οφιολιθικές κροκάλες που κατά θέσεις περιέχουν λατεριτικό συνδετικό υλικό. Τα ανώτερα στρώματα αποτελούν εναλλαγές ψαμμιτών και μαργών, ενώ τα κροκαλοπαγή σχεδόν εξαφανίζονται. Στα στρώματα αυτά παρεμβάλλονται λιγνιτικοί ορίζοντες. Το συνολικό πάχος της σειράς υπολογίζεται από 700 έως και 1000 μέτρα.

Ο σχηματισμός Επταχωρίου κείται ασύμφωνα πάνω στο σχηματισμό της Κρανιάς και σε εκείνους της ζώνης Ωλονού - Πίνδου. Στην περιοχή του Δομοκού καλύπτουν ήδη την επαφή των οφιολίθων της Όθρυος και του φλύσχη της Πίνδου.

γ. Σχηματισμός Πενταλόφου: Αποτελείται στη βάση από κροκαλοπαγή που μεταβαίνουν βαθμιαία προς τα πάνω σε εναλλαγές ψαμμιτών, αργίλλων, ψαμμιτομαργών και κροκαλοπαγών. Στη σειρά αυτή παρατηρούνται μικρές εμφανίσεις γαγάτη, του οποίου μικρή εκμετάλλευση έγινε στην περιοχή Ανθρακιάς. Νοτίως του ποταμού Ίωνα οι παραπάνω σχηματισμοί μεταβαίνουν πλευρικά στα κατώτερα κροκαλοπαγή των Μετεώρων, τα οποία αποτελούν πιθανόν ένα παλιό υποθαλάσσιο κώνο κορημάτων. Τα κροκαλοπαγή αποτελούνται κυρίως από καλώς στρογγυλεμένες κροκάλες μαρμάρων, ασβεστόλιθων, οφιολίθων και λιγότερο από γνεύσιους. Ο σχηματισμός Πενταλόφου εντάσσεται στο Ακουϊτάνιο δηλαδή Κατώτατο Μειόκαινο (Γεωλογικός χάρτης Ι.Γ.Μ.Ε., Φ.Αγίοφυλλον), ενώ άλλοι ερευνητές τον τοποθετούν μεταξύ Άνω Ολιγοκαίνου και του Ακουϊτάνιου (Zelilidis et al., 2002). Το μέγιστο πάχος της σειράς Πενταλόφου υπολογίζεται περίπου στα 2,5 km (Zelilidis et al., 2002).

δ. Σχηματισμός Τσοτυλίου: Περιλαμβάνει κροκαλοπαγή, ψαμμίτες και μάργες, με μέγιστο πάχος περί τα 2 km, και ηλικία από ανώτερο Ακουϊτάνιο έως Τορτόνιο (Μειόκαινο). Στο βόρειο τμήμα, όπου στη βάση της σειράς διαπιστώνονται κροκαλοπαγή, ως επί το πλείστον με οφιολιθικές κροκάλες, πάχους 150 - 200 m, οι οποίες προς τα υπερκείμενα μεταβαίνουν σε εναλλαγές ψαμμιτών, μαργών και ψαμμιτομαργών. Στο νότιο τμήμα, η βάση της σειράς αποτελείται από πολύμικτα κροκαλοπαγή και σπανίως λατυποπαγή, μεγάλου πάχους, με κροκάλες κυρίως από τα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα, τα οποία μεταβαίνουν προς τα νεότερα σε μάργες, ψαμμίτες και ψαμμιτομάργες. Τα ανώτερα κροκαλοπαγή των Μετεώρων θεωρούνται πλευρική μετάβαση, ενώ μία δεύτερη άποψη τα κατατάσσει, μαζί με τα κατώτερα κροκαλοπαγή των Μετεώρων, στη σειρά Πενταλόφου.

Η επαφή του νότιου και του βόρειου τμήματος του σχηματισμού Τσοτυλίου αποτελεί μία πλευρική μετάβαση, ενώ ολόκληρος ο σχηματισμός βρίσκεται σε ασυμφωνία με τους σχηματισμούς Επταχωρίου και Πενταλόφου. Αυτό διαπιστώνεται με σχετική ευκολία στη νότια περιοχή, ενώ αντίθετα η ασυμφωνία αυτή δε διακρίνεται με σαφήνεια στο βόρειο τμήμα (Γεωλογικός Χάρτης 1:50.000 Ι.Γ.Μ.Ε., Φύλλο Αγίοφυλλον). Σύμφωνα με τους Ζελιλίδη et al. (2002), οι σχηματισμοί Πενταλόφου και Τσοτυλίου βρίσκονται σε συμφωνία.

ε. Σχηματισμός Όντρια: Περιλαμβάνει ψαμμίτες, ασβεστόλιθους, μάργες και ψαμμιτομαργαϊκούς ασβεστόλιθους, με παρεμβολές λιγνιτών στην υπερκείμενη σειρά (Μουντράκης, 1985). Σημαντική είναι η εμφάνιση εντός των ασβεστόλιθων με Lithothamnium, Ostrea και άλλα παχύστρακα, απολιθώματα ρηχών νερών, συνολικά πάχους 50 μέτρων και ηλικία που κυμαίνεται στο όριο Μέσου έως Ανώτερου Μειοκαίνου. Η τυπική τοποθεσία της σειράς αυτής εντοπίζεται στη περιοχή του Άργους - Ορεστικού*¹, όπου τα μολασσικά στρώματα αυτά είναι οριζόντια. Εν τούτοις όμως, ίδιας φάσης ασβεστόλιθοι με Lithothamnium παρατηρούνται και στη νότια περιοχή δηλαδή κατά μήκος του ανατολικού περιθωρίου, τόσο βόρεια των Τρικάλων στην περιοχή της μονής Κορμπόβου, όσο και βόρεια της όχθης του Αλιάκμονα ποταμού στο Νότιο Βούρινο ειδικά δε στην περιοχή Μεταμόρφωση. Είναι αξιοσημείωτο ότι τα μολασσικά αυτά στρώματα αν και είναι οι αποθέσεις κυρίως ρηχών νερών έχουν παραμείνει σε ορισμένες θέσεις λόγω της εκτεταμένης διάβρωσης που ακολούθησε από το ανώτερο Μειόκαινο έως Σήμερα. Αυτό συνηγορεί υπέρ της παραδοχής ότι το τέλος της μολασσικής ιζηματογέννεσης σχετίζεται με μια σχετικά σύντομη τεκτονική ανύψωση του χώρου της Μεσοελληνικής αύλακας, με απόσυρση της θάλασσας το Τορτόνιο και χωρίς την πλήρωση της λεκάνης με κλαστικό υλικό (Παπανικολάου et al., 1988).

3.3 Εξέλιξη ιζηματογένεσης

Η ιζηματογενής εξέλιξη της Με.Α ήταν και παραμένει ένα από τα βασικά κριτήρια προσδιορισμού της δημιουργίας και ανάπτυξης τόσο της Με.Α., όσο και του ευρύτερου χώρου στον οποίο συνέβησαν τα γεγονότα αυτά. Αυτό διαπιστώνεται και από το γεγονός ότι η συγκεκριμένη εξέλιξη αποτέλεσε βασικό αντικείμενο μελέτης για τους περισσότερους ερευνητές που ασχολήθηκαν με την Με.Α.

Αν και η παρούσα εργασία αφορά την τεκτονική εξέλιξη της λεκάνης, ωστόσο η γνώση των βασικών διαδικασιών ιζηματογένεσης κρίθηκε απαραίτητη για την καλύτερη κατανόηση και ερμηνεία των τεκτονικών δεδομένων που προέκυψαν. Εξάλλου κάτι τέτοιο υπαγορεύεται και από τις σύγχρονες μεθόδους ανάλυσης των λεκανών.

Στην συνέχεια αναφέρονται συνοπτικά τα σημαντικότερα συμπεράσματα που έχουν προκύψει από τις διάφορες γεωλογικές δημοσιεύσεις που διεξήχθησαν στην περιοχή μελέτης και σχετίζονται με τα στάδια εξέλιξης της ιζηματογένεσης στην Με.Α., καθώς και τις διαδικασίες σ' αυτά.

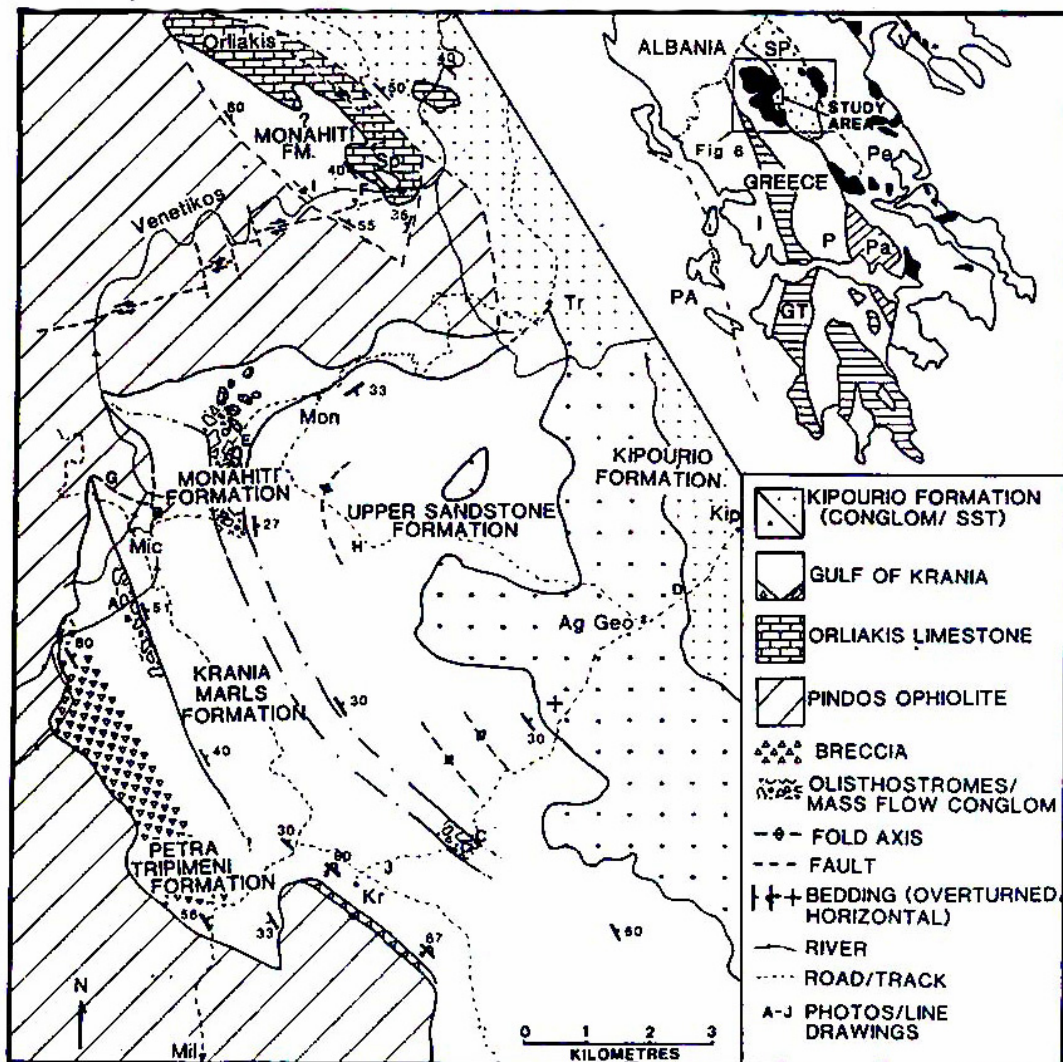
3.4 Λεκάνη Κραριάς

Όπως αναφέρθηκε η έναρξη της λειτουργίας της αύλακας τοποθετείται στο Μέσω – Άνω Ηώκαινο και τα ιζήματα της περιόδου αυτής περιορίζονται στην λεγόμενη λεκάνη της Κραριάς καθώς και με μια μικρή εμφάνιση στο νότιο-δυτικό άκρο της Με.Α. Ο κόλπος της Κραριάς περιγράφηκε και ονομάστηκε για πρώτη φορά από τον Brunn (1956), ο οποίος του προσέδωσε από την αρχή ένα διαφορετικό χαρακτήρα απ' ότι η κύρια Με.Α.. Η διαφοροποίηση αυτή ενισχύθηκε και από νεότερες μελέτες (Wilson 1993 , Desprairies 1977, Παπανικολάου et al, 1988 και Ζελιλίδης 2001). **(Σχήμα 2)**

Η ιζηματογένεση αρχίζει με μια σειρά επικλυσιγενών κροκαλλοπαγών επί του οφιολιθικού υποβάθρου, ηλικίας μέσου Ηώκαινου (Desprairies 1977). Οι κροκάλες είναι γωνιώδεις δείχνοντας έτσι τον τεκτονικό χαρακτήρα της σειράς και τη μικρή απόσταση μεταφοράς και απόθεσης από τις περιοχές τροφοδοσίας, ενώ μεταβαίνοντας στους ανώτερους σχηματισμούς, οι συνθήκες ιζηματογένεσης από δελταικές μεταπίπτουν σε θαλάσσιες με απόθεση τουρβιδιτών από ψαμμίτες και ιλύολιθους, ενώ η οριζόντια κοκκομετρική ανάλυση υποδεικνύει ότι η διεύθυνση τροφοδοσίας ήταν από το Βορρά προς το Νότο (Wilson 1993). Το μεγάλο πάχος των στρωμάτων, ηλικίας Άνω Ηώκαινο,

φανερώνει την έντονη βύθιση της λεκάνης. Η ιζηματογένεση συνεχίζεται με την απόθεση ενός σχηματισμού που σύμφωνα με τον Wilson δηλώνει έντονη τεκτονική δραστηριότητα όπως είναι τα κλαστικά υλικά και οι ολισθόλιθοι, ασβεστολιθικού χαρακτήρα, με προέλευση τα ανθρακικά Κρητιδικής ηλικίας του όρους Όρλιαγκας που βρίσκονταν βόρεια του σχηματισμού. Ο νεώτερος σχηματισμός της λεκάνης είναι εκείνος των "άνωτερων ψαμιτιών" (Wilson 1993) τα ιζηματολογικά χαρακτηριστικά του οποίου υποδεικνύουν τροφοδοσία από ΒΔ και μεγαλύτερη βύθιση προς τα ΝΑ.

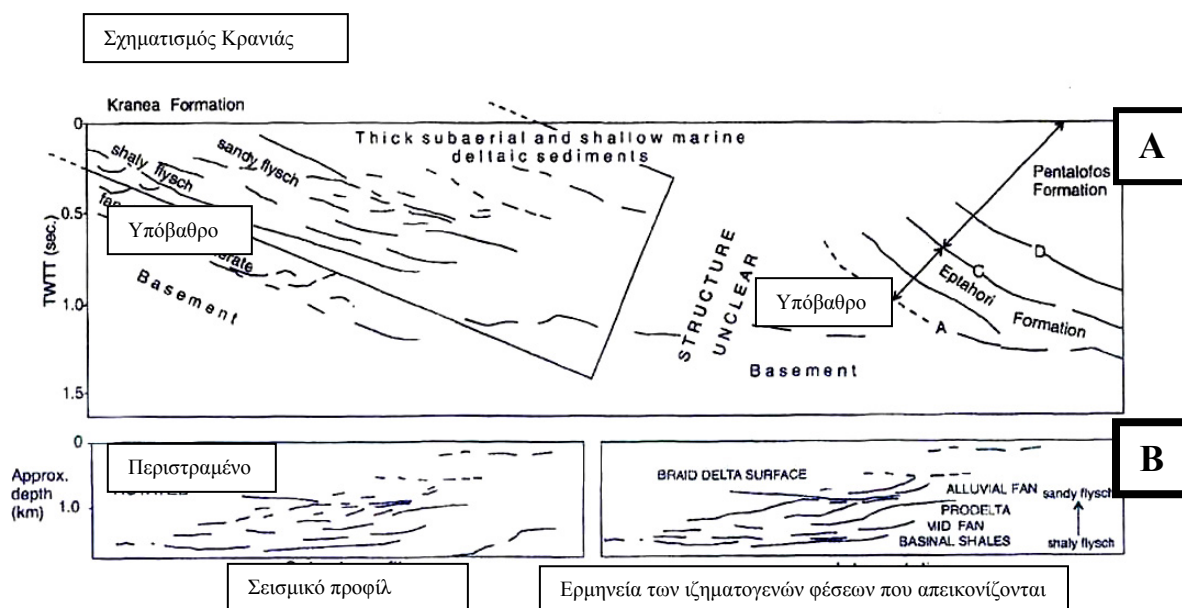
Η επαφή με τους υπερκείμενους σχηματισμούς της Με.Α. αποτελεί μια διαβρωσιγενή επιφάνεια γωνιώδους ασυμφωνίας, στην οποία αποτίθενται τα κροκαλοπαγή βάσης της μολάσσας του Κηπουριού (Brunn 1956).



Σχήμα 2 Εποπτικός γεωλογικός χάρτης της Νότιας Λεακάνης Κρανιάς και των λόφων του Όρλιακα (τροποποιημένος από Faugers, 1975). Επιπρόσθετο υπόμνημα: Ag Geo / Άγιος Γεώργιος, Kip / Κηπουριό, Mic / Μικρολίβαδο, Mil / Μηλιά, Mon / Μοναχίτι, Sp , Σπήλαιο, Tr / Τρίκωμο: Η καταχώρηση δείχνει τις κύριες ισοπικές ζώνες , SP / Υποπελαγονική ζώνη, Pe / Πελαγονική ζώνη, V / ζώνη Βαρδαρίου-Αξιού, Pa / ζώνη Παρνασσού (μετά Abouin, 1970)

Πρόσφατα οι Ζελιλίδης, Piper, Κοντόπουλος παρουσίασαν δεδομένα τα οποία διαφοροποιούν ακόμη περισσότερο την εξέλιξη της λεκάνης αυτής. Έτσι από τις σεισμικές διασκοπήσεις που διεξήγαγαν στην περιοχή, συμπεράνουν ότι η εν λόγω λεκάνη εξελίχτηκε από τα ΒΑ προς τα ΝΔ, δηλαδή αντίθετα προς την φορά ανάπτυξης της Με.Α..

(Σχήμα 3)



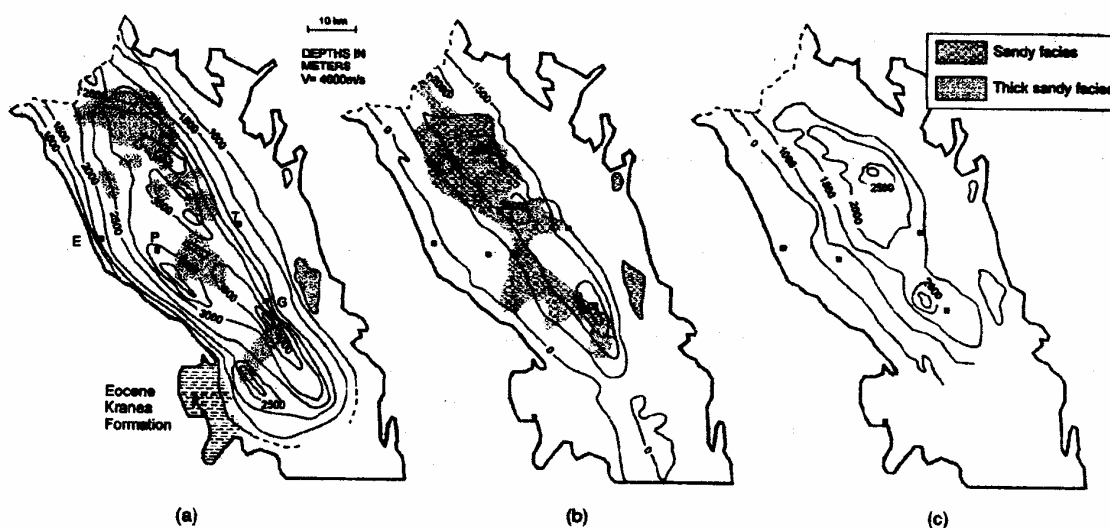
Σχήμα 3 Α) Ερμηνευτικό σχέδιο μιας σεισμικής τομής κατα μήκος του Σχηματισμού Κρανιάς και των υπερκείμενων Σχ. Επταχωρίου και Πενταλόφου.(από Ζελιλίδη 2001). Β) λεπτομέρεια της τομής για Σχηματισμό Κρανιάς όπου φαίνεται η θέση των σχηματισμών της λεκάνης Κρανιάς μετά την αφαίρεση της τεκτονικής περιστροφής, ενώ ερμηνεύονται οι ιζηματογενείς φάσεις των σχηματισμών της.

3.5 Ιζηματογενής εξέλιξη της κυρίως Μεσοελληνικής Αύλακας

Η ακριβής διαφορά του ορίου των σχηματισμών της λεκάνης Κρανιάς με αυτούς της Με.Α. δεν έχει πλήρως εξακριβωθεί. Τα στρώματα βάσης του σχηματισμού της σειράς Επταχωρίου που είναι ο παλαιότερος επίκεινται ασύμφωνα επί των σχηματισμών του δυτικού ορίου της Με.Α. που αποτελούν οι οφιόλιθοι, Κρητιδικοί ασβεστόλιθοι και ο φλύσχη Κρανιάς. Οι υποκείμενοι οφιόλιθοι εμφανίζονται κατά θέσεις λατεριτιωμένοι, ενώ η επαφή με τον φλύσχη της Κρανιάς είναι επιφάνεια ασυμφωνίας προς τον υποκείμενο φλύσχη που είναι ελαφρώς διαβρωμένος. Σύμφωνα προς τα παραπάνω φαίνεται ότι στο διάστημα από το Άνω Ηωκαίνο μέχρι την απόθεση των πρώτων σχηματισμών στη Με.Α., στο Κάτω Ολιγόκαινο (Brunn 1956 και Soliman & Zygogiannis

1980) μεσολάβησε μια σύντομη περίοδος διακοπής της ιζηματογένεσης με πιθανή χέρσευση στο δυτικό όριο της Με.Α. καθώς και ήπια απόθεση των σχηματισμών.

Όπως αναφέρθηκε η ιζηματογένεση στη Με.Α., αρχίζει το Κάτω Ολιγόκαινο. Η βύθιση της λεκάνης ήταν έντονη την περίοδο αυτή στο δυτικό περιθώριο της αύλακας (Δούτσος 1994). Έτσι μετά την απόθεση κροκαλοπαγών σε όλο το μήκος του δυτικού ορίου, οι συνθήκες ιζηματογένεσης μεταβάλλονται από δελταικές σε τουρβιδιτικές με αντίστοιχο βάθος 600μ (Ζυγογιάννης και Muler 1982). Στο κεντρικό τμήμα της λεκάνης ο σχηματισμός Επταχωρίου αποτέθηκε σε βάθος 1200μ (**Σχήμα 4**) κάτω από την στάθμη της θάλασσας (Ζελιλίδης 2001). Στο βόρειο τμήμα του σχηματισμού επταχωρίου υπολογίζονται μικρότερα βάθη μερικές εκατοντάδες μέτρων εξαιτίας βενθικών οστρακοειδών (Barbieri 1992).



Σχήμα 4, Ισοβαθείς χάρτες (σε μέτρα,) για a) το υπόβαθρο, b) και c) την βάση δυο μελών του σχηματισμού Πενταλόφου E = Επταχώρι, G = Γρεβενά, K = Κρασιά, P = Πεντάλοφος, T = Τσοτύλι.

Οι σχηματισμοί Πενταλόφου και Τσοτυλίου αποτίθενται κατά τη διάρκεια του Ολιγόκαινο προς το Μειόκαινο (Ζυγογιάννης και Muler 1982) με την απόθεση κυρίως εναλλασσόμενων στρωμάτων τουρβιδιτών και ψαμμιτών ενώ παρατηρούνται και παρεμβολές κροκαλοπαγών. Τα κατώτερα στρώματα του σχηματισμού Πενταλόφου δείχνουν κατά θέσεις μια επιφάνεια διάβρωσης, η οποία κόβει τον σχηματισμό Επταχωρίου (Ζελιλίδης 2001). Στα κατώτερα αυτά στρώματα παρατηρούνται κανάλια παλαιομεταφοράς υλοποιούνται ως φακοί κροκαλοπαγών, μεγάλου πάχους (σύσταση κυρίως ασβεστολιθική) που θεωρείται ένδειξη τεκτονικής δραστηριότητας. Τα ανώτερα στρώματα του σχηματισμού Πενταλόφου μεταβαίνουν σταδιακά σε σχηματισμούς βαθύτερης θάλασσας, ενώ οι σχηματισμοί Τσοτυλίου και Όντρια αποτελούνται κυρίως στο

βόρειο και νότιο άκρο της λεκάνης από χαρακτηριστικά ιζήματα ρηχής θάλασσας (αποθέσεις υφάλων, ασβεστόλιθοι ρηχής θάλασσας, δελταικές αποθέσεις Brunn (1956), (Ζυγογιάννης & Muler 1982). Οι ιζηματογενείς φάσεις του σχηματισμού Πενταλόφου, συναντώνται, στις πρόσφατες υποθαλάσσιες αποθέσεις, σε βάθη μεταξύ 300 m και 700 m (Ζελιλίδης 2001).

Οι ρυθμοί ιζηματογένεσης, σύμφωνα με τους Ζελιλίδη, Piper και Κοντόπουλο (2001), είναι κατά το Ολιγόκαινο 100 - 300 m/my (ένδειξη για έντονη βύθιση), ενώ η περίοδος χαρακτηρίζεται ως αύξηση της στάθμης της επιφάνειας της θάλασσας (Abreu, Haddad 1998) αν και κατά το Μειόκαινο οι ρυθμοί απόθεσης ελαττώνονται σε 80-150 m/my (εξασθένηση της τεκτονικής δραστηριότητας) και επικρατούν χαμηλές τιμές της στάθμης .

Αξίζει να σημειωθεί ότι στην Ιόνιο λεκάνη οι ρυθμοί είναι σχετικά χαμηλοί κατά το άνω Ηώκαινο με Ολιγόκαινο που κυμαίνονται από 50 – 80 m/my και αυξάνονται κατά το Μειόκαινο σε 80-120m/my (Αβραμίδης et al.2000). Μια πιθανή ερμηνεία για τους διαφορετικούς ρυθμούς ιζηματογένεσης στις δυο λεκάνες οι οποίες εξελίχθηκαν ταυτόχρονα (Gonzales και Bonorino 1996) είναι η αναστροφή της απορροής της ενδιάμεσης περιοχής προς τα δυτικά που ίσως συνδέεται με την μετανάστευση της τεκτονικής δραστηριότητας προς διεύθυνση αυτή.

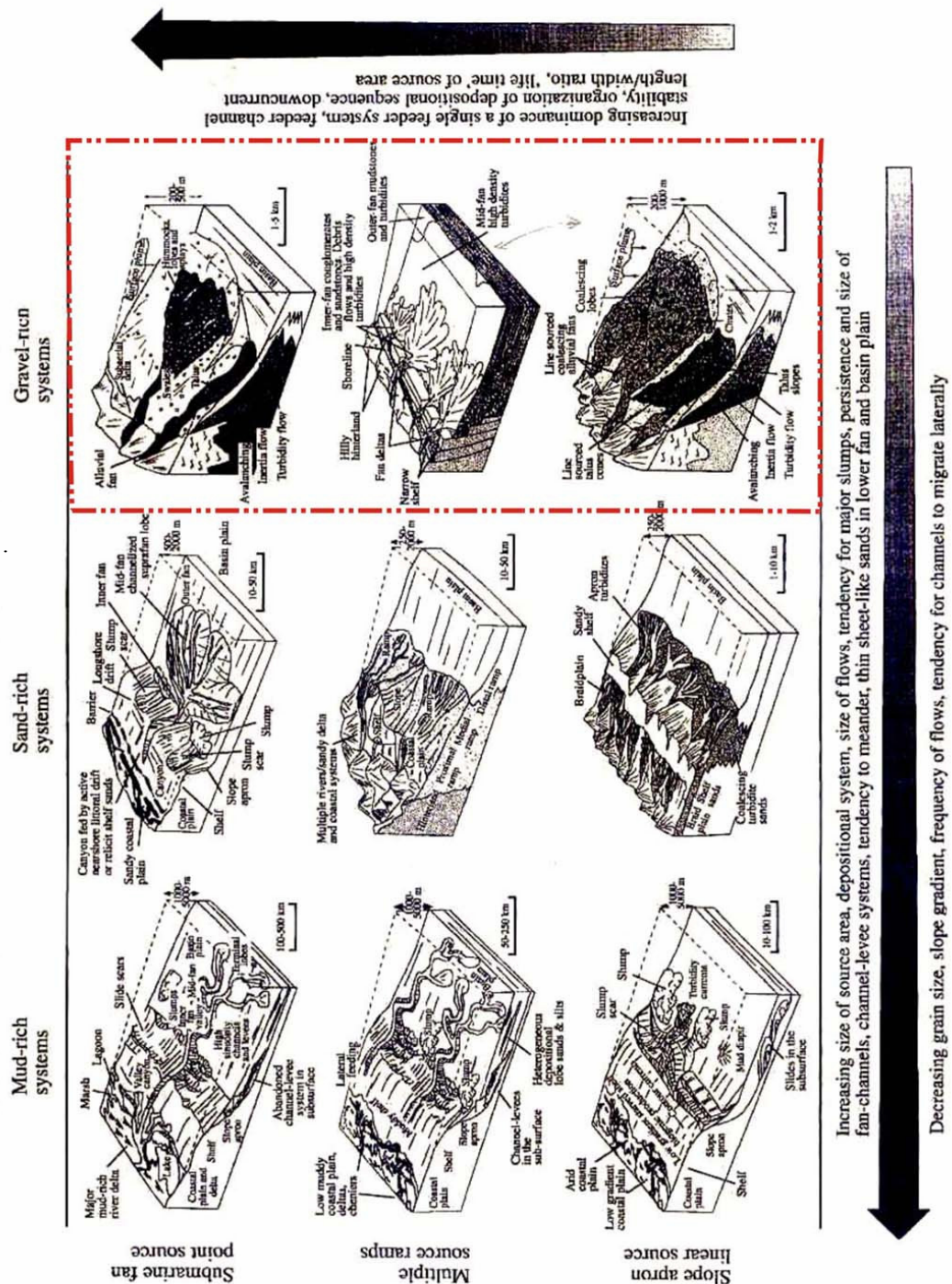
Σύμφωνα προς το Δούτσο οι σχηματισμοί της Με.Α. δεν κατανέμονται ομοιόμορφα κατά μήκος του άξονα ανάπτυξης της. Ποικίλουν σημαντικά στο πάχος των στρωμάτων και στην ανάπτυξη των φάσεων. Μια κάθετη στον άξονα, ασυμμετρία εκφράζεται από την απόθεση των παλαιότερων σχηματισμών (Κρανιάς, Επταχωρίου, Πενταλόφου) κατά μήκος του δυτικού ορίου της αύλακας, ενώ οι νεότεροι σχηματισμοί (σχηματισμοί Τσοτυλίου, Όντρια) περιορίζονται στο ανατολικό όριο αυτής. Κατά το Μειόκαινο μια σταδιακή επικάλυψη παλαιότερων στρωμάτων από νεώτερα συνέβη καθώς το επίκεντρο ιζηματογένεσης μεταφέρθηκε με τη πάροδο του χρόνου βορειοανατολικότερα (Ζελιλίδης 2002, Δούτσος 1994). Η γωνία κλίσης των στρωμάτων μειώνεται βαθμιαία προς τα βορειοανατολικά από 70° σε 0°, δείχνοντας έτσι την εξασθένηση της τεκτονικής δραστηριότητας με την παρέλευση του χρόνου (Δούτσος 1994). Επίσης φαίνεται να δημιουργείται και μια ασυμμετρία παράλληλη προς τον άξονα της αύλακας, καθώς αυτή διευρύνεται και βαθαίνει στο βορειοδυτικό τμήμα της (Brunn 1956), ενώ στο νοτιοανατολικό δηλαδή στην περιοχή της Καλαμπάκας αποκαλύπτονται στην επιφάνεια παλαιότερα μολασσικά ιζήματα (Ζυγογιάννης και Σιδηρόπουλος 1981).

Τέλος από την μελέτη των ιζημάτων της Με.Α. διαπιστώνεται η ανύψωση των περιθωρίων της η οποία είναι πιο έντονη στο δυτικό τμήμα (Δούτσος 2001). Τα στοιχεία που στηρίζουν την εκδοχή αυτή είναι: 1) Για μεν τα αρχικά στάδια δημιουργίας και εξέλιξης της λεκάνης, η παρουσία, στις αποθέσεις Κάτω Ολιγοκαίνου, οφιολιθικού κροκαλοπαγούς και γλαυκοφανιτικών κροκαλοπαγών που προήλθαν από την αποσάθρωση και μεταφορά πετρωμάτων του δυτικού και ανατολικού περιθωρίου αντίστοιχα. 2) Για δε την υπόλοιπη εξέλιξη της λεκάνης, οι διάφορες ασυμφωνίες τοπικού και ευρύτερου χαρακτήρα, καθώς και αρκετοί ορίζοντες κροκαλοπαγών που εντοπίζονται σε όλα τα μολασσικά ιζήματα αυτής. **(Πίνακας 1)**

Γεωλογική περίοδος	Κύρια χαρακτηριστικά ιζηματογένεσης	Τεκτονική
ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ	Γενικά ήπια ιζηματογένεση σε περιβάλλον ρηχής θάλασσας (ασβεστόλιθοι υφάλων, μάργες, κροκαλοπαγή).	Η περίοδος χαρακτηρίζεται από τεκτονική ηρεμία.
ΟΛΙΓΟΚΑΙΝΟ	Επικλυσιογενής απόθεση του σχ Επταχωρίου και σχ Πενταλόφου. Υψηλή στάθμη, βαθιές συνθήκες, και υψηλοί ρυθμοί ιζηματογένεσης αρχικά, και μετά το μέσω Ολιγόκαινο σταδιακή μείωση της στάθμης, του βάθους απόθεσης και των ρυθμών ιζηματογένεσης. (τουρβιδίτες, ψαμμίτες, ενστρώσεις κροκαλοπαγών και τοπικά απόθεση δελταικών ιζημάτων, μαργαικές).	Έντονη βύθιση της λεκάνης και ανύψωση των περιθωρίων. Τα φαινόμενα είναι έντονα μέχρι το μέσω Ολιγόκαινο ενώ στην συνέχεια εξασθενούν.
ΗΩΚΑΙΝΟ	Απόθεση φλύσχη κρανιάς, σταδιακή μετάβαση σε βαθύτερες συνθήκες απόθεσης, βύθιση λεκάνης, (κυρίως τουρβιδίτες και ψαμμίτες).	Έντονη βύθιση αρχικά και στην συνέχεια συμπίεση.

Πίνακας 1 Συνοπτική περιγραφή των σημαντικότερων ιζηματογενών χαρακτηριστικών των σχηματισμών της Με.Α. για κάθε γεωλογική περίοδο, καθώς και παράθεση κάποιων γενικών συμπερασμάτων που θα μπορούσαν να διατυπωθούν για την αντίστοιχη τεκτονική εξέλιξη.

Στο (Σχήμα 5) δίνεται γραφικά η εικόνα των σημαντικότερων παλαιοπεριβαλλοντικών μοντέλων ιζηματογένεσης για υποθαλάσσιες αποθέσεις και σημειώνονται τα μοντέλα που πιθανώς αντιστοιχούν στην εξέλιξη της Με.Α..



Σχήμα 5 Περίληπτικά μοντέλα περιβάλλοντος υποθαλάσσιων στρωμάτων, επιφανειών και πλάγιων συστημάτων επικάλυψης, ταξινομημένα με βάση α) Την ένταση και το μέγεθος του ίχνους των διαθέσιμων ιζημάτων και β) Τη φύση των συστημάτων τροφοδοσίας (Reading and Richards, 1994; Stow et al., 1996).

3.6 Γεωτεκτονικό περιβάλλον εξέλιξης

Η Μεσοελληνική αύλακα βρίσκεται στο γεωλογικό χώρο μεταξύ της Πελαγονικής ζώνης και της ζώνης της Πίνδου, ενώ το μεγαλύτερο τμήμα της αναπτύσσεται επάνω στις οφιολιθικές μάζες και τους Μεσοζωικούς ασβεστόλιθους της Υποπελαγονικής ζώνης (Smith 1979, Μουντράκης 1983, 1986). **(Σχήμα 6)** Το ευρύτερο γεωτεκτονικό περιβάλλον στο οποίο άρχισε η εξέλιξη της Με.Α. είχε διαμορφωθεί κατά τη δράση των Αλπικών ορογενετικών φάσεων. Τα σημαντικότερα γεγονότα που έλαβαν χώρα κατά την περίοδο αυτή ήταν η καταστροφή του ωκεανού της Πίνδου και η σύγκλιση και τελική σύγκρουση των ηπειρωτικών τεμαχών της Απουλίας και της Πελαγονικής.

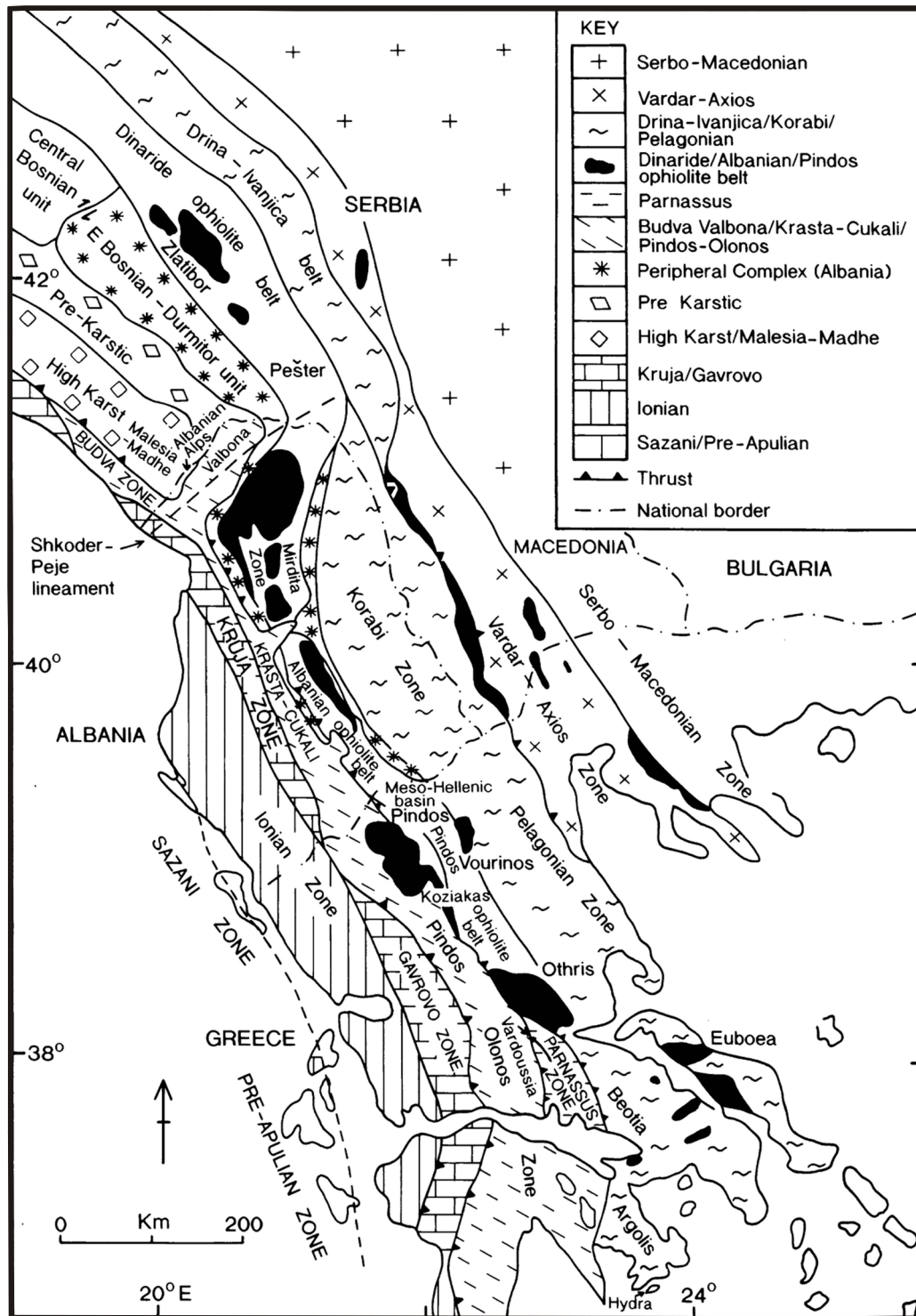
Η γεωλογική εξέλιξη του χώρου δυτικά της Πελαγονικής οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στα οφιολιθικά τεμάχια της Πίνδου και του Βούρινου. Σύμφωνα με την άποψη που σήμερα γίνεται αποδεκτή από τους περισσότερους γεωλόγους, (Hynes et al., 1972; Smith, 1979, 1993; Nance, 1981; Jones and Robertson, 1991) οι παραπάνω οφιόλιθοι προέρχονται από την ωκεάνια περιοχή Υποπελαγονικής και Πίνδου.

Ως παλαιότερο τεκτονικό γεγονός που αποτυπώνεται στους οφιόλιθους, θεωρείται η ενδοωκεάνια επώθηση προς τα ανατολικά (Kemb & Mc. Caig 1985, Jones & Robertson 1991). Η ηλικία που προτείνεται για το γεγονός αυτό είναι Μέσω - Άνω Ιουρασικό (Spray & Roddick 1980). Σε ένα μεταγενέστερο στάδιο οι οφιόλιθοι επωθούνται στο δυτικό περιθώριο της Πελαγονικής με κάποιο μηχανισμό ο οποίος παρά τις εντατικές μελέτες παραμένει αβέβαιος (Vergely 1976, 1984, Smith 1979, Μουντράκης 1982, 1983). Κατά την φάση αυτή οι επωθημένοι οφιόλιθοι μαζί με τους σχηματισμούς της Πελαγονικής αναδύθηκαν και στην συνέχεια καλύφθηκαν από τα ιζήματα της Άνω Κρητιδικής επίκλυσης (Brunn 1953). Πρόκειται κυρίως περί νηριτικών ασβεστολίθων και συναντώνται κατά μήκος του δυτικού ορίου της Με.Α..

Η σύγκλιση και σύγκρουση των ηπειρωτικών τεμαχών της Απουλίας και της Πελαγονικής συνέβη στο όριο Κρητιδικού προς Ηώκαινο (Schermer 1990) και οδήγησε στο σχηματισμό αλεπάλλλων τεκτονικών λεπίων με φορά προς τα δυτικά. Ο φλύσχος της Πίνδου αποτέθηκε στο κατώτερο Τριτογενές στον υποβυθιζόμενο ωκεανό της Πίνδου ενώ η απουσία οφιολίθων στα λέπια του φλύσχη υποδηλώνει ότι η επώθηση των οφιολίθων επ' αυτού έγινε μεταγενέστερα (Μουντράκης 1992).

Τα γεγονότα που ακολούθησαν στη διάρκεια του Τριτογενούς, σχετίζονται με την εξέλιξη της Με.Α. και μελετώνται στην παρούσα εργασία. Σύγχρονα με την εξέλιξη αυτή,

υλοποιούνται: η τελική επώθηση των οφιολίθων στον φλύσχη της Πίνδου, η ανοδική κίνηση των σχηματισμών της Πελαγονικής και η απόθεση του φλύσχη της Ιονίου.



Σχήμα 6 Απλουστευμένος γεωτεκτονικός χάρτης όπου αποτυπώνονται οι κύριες τεκτονοστρωματογραφικές ενότητες (ζώνες) της Ελλάδας, της Αλβανίας και της πρώην Γιουγκοσλαβίας. (Γεωλογικός Χάρτης της Αλβανίας ISPGJ – IGJN, 1983)

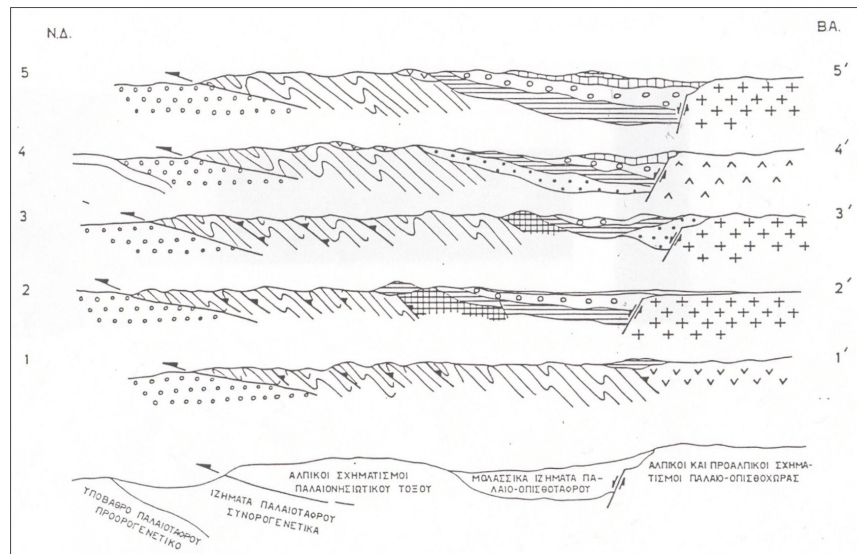
Η Μεσοελληνική Αύλακα αποτελεί, τα τελευταία πενήντα χρόνια, ένα από τα βασικά αντικείμενα της γεωλογικής έρευνας στον Ελλαδικό χώρο. Οι απόψεις που διατυπώθηκαν στο διάστημα αυτό, διαφοροποιούνταν με το πέρασμα του χρόνου ακολουθώντας – όπως είναι λογικό – την εξέλιξη της γεωλογικής σκέψης. Η αρχική προσέγγιση υπό το πρίσμα της θεωρίας των γεωσυγκλίνων εγκαταλείφθηκε με την εμφάνιση και παγίωση της θεωρίας των λιθοσφαιρικών πλακών. Έτσι οι νεότερες μελέτες είχαν ως κύριο στόχο την κατάταξη της λεκάνης σε ένα από τα στάδια εξέλιξης των ενεργών περιθωρίων όπως αυτά καθορίζονται από τις κινήσεις των λιθοσφαιρικών πλακών. Οι εξέλιξη των απόψεων για την Μεσοελληνική Αύλακα δίνεται στην συνέχεια με την συνοπτική παρουσίαση μερικών από τις σημαντικότερες εργασίες που διεξήχθησαν σ' αυτή.

Ο Brunn (1956) ήταν ο πρωτοπόρος στην μελέτη της αύλακας, αλλά και του ευρύτερου χώρου της Πίνδου. Η μελέτη του αποτελεί σταθμό καθώς η λεπτομέρεια με την οποία περιέγραψε τα ιζήματα της λεκάνης την καθιστούν αναντικατάστατη. Μέχρι και σήμερα οι τροποποιήσεις που έχουν γίνει στις στρωματογραφικές στήλες του είναι ελάχιστες σε σχέση με το σύνολο των σχηματισμών που περιγράφονται. Σημαντική είναι επίσης η συνεισφορά στην λεπτομερέστερη χρονολόγηση των σχηματισμών των (Despairies 1979, Savoyat 1969, Μαυρίδης 1979, Soliman και Ζυγογιάννης 1980).

Η γεωτεκτονική εξέλιξη της λεκάνης αποτέλεσε αντικείμενο μελέτης αρκετά αργότερα.

Οι Παπανικολάου et al. (1988) ερμήνευσαν τη Μεσοελληνική αύλακα ως μία "οπισθοτάφρο". Κατά την έναρξη της δημιουργίας της λεκάνης στο Ανώτερο Ηώκαινο-Ολιγόκαινο, παρατηρείται μία έντονη ανησυχία με ολισθολίθους, τοπικές επιπυεύσεις, αναστροφές και ανορθώσεις κατά μήκος του δυτικού περιθωρίου της λεκάνης, ενώ από το τέλος του Ολιγοκαίνου παρατηρείται μία σταδιακή εξομάλυνση και ηρεμία έως το Μέσο-Ανώτερο Μειόκαινο, οπότε κλείνει η ιζηματογενής ιστορία της λεκάνης με υφαλογενείς μαργαϊκούς ασβεστολίθους (Παπανικολάου et al., 1988). **(Σχήμα 7)** Σύμφωνα με τους ερευνητές αυτούς, η "οπισθοτάφρος" αποτελεί το χώρο που βρίσκεται πίσω από το νησιώτικο τόξο και μπροστά από το ηφαιστειακό (τόξο). Το νησιώτικο τόξο αποτελεί μία ορεινή αλυσίδα που αναπτύσσεται παράλληλα προς την τάφρο, η οποία δημιουργείται από

την παραμόρφωση πετρωμάτων της ανωθούμενης πλάκας με πτυχώσεις, επιπτεύσεις, επωθήσεις, καθώς και φαινόμενα μεταμόρφωσης στο βάθος. Το ηφαιστειακό τόξο βρίσκεται σε κάποια σημαντική απόσταση από την τάφρο, η οποία εξαρτάται από τη γωνία βύθισης της υποβυθιζόμενης πλάκας. Από την παραπάνω ερμηνεία και τοποθέτηση της "οπισθοτάφρου" φαίνεται πώς οι συγκεκριμένοι μελετητές εννοούν την "εμπροσθοτόξια" ("forearc") περιοχή, σύμφωνα με την ανάλυση και ταξινόμηση των λεκανών που περιγράφεται σε προηγούμενο κεφάλαιο της εργασίας.

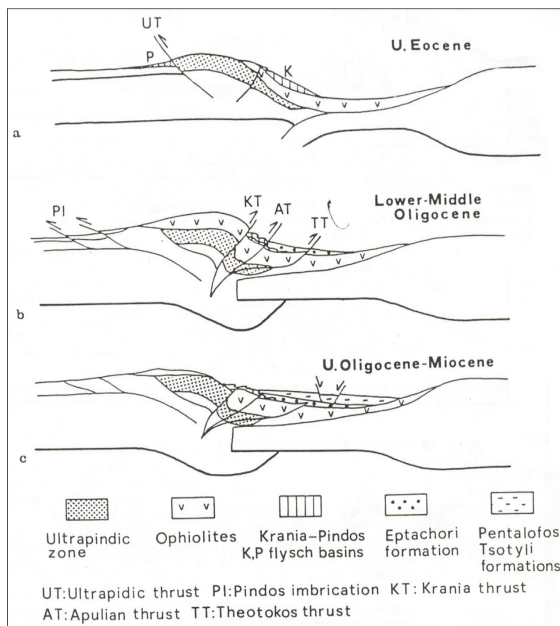


Σχήμα 7 Μία γενικευμένη σχηματική τομή (κάτω) με βάση τη παλαιογεωδυναμική ερμηνεία που προτείνουν οι Παπανικολάου et al. (1988), και πέντε εγκάρσιες τομές κατά μήκος της Μεσοελληνικής αύλακας (με ΝΔ-ΒΑ διεύθυνση) για τις περιοχές: 1-1') νότια της Καρδίτσας, 2-2') Καρδίτσας, 3-3') Τρικάλων, 4-4') Μετσόβου-Κρασιάς, 5-5') Επταχωρίου-Καστοριάς. Μολασσικοί σχηματισμοί: α) Κρασιάς: μαύρα κυκλάκια, β) Επταχωρίου: οριζόντιες γραμμές, γ) Πενταλόφου: μη χρωματισμένοι κύκλοι, δ) Τσοτυλίου: κάθετες γραμμές.

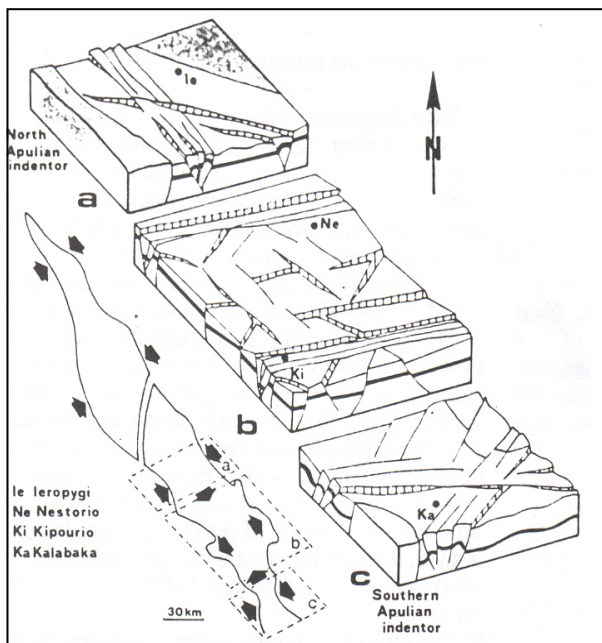
Ο J. Wilson (1993) μελέτησε αποκλειστικά την λεκάνη της Κρασιάς και τα πρώτα ιζήματα της Με.Α. που αποτέθηκαν σ' αυτή. Σύμφωνα με τον Wilson Η λεκάνη της Κρασιάς σχηματίστηκε κατά τη περίοδο του Μέσου Ηώκαινου σε ένα βύθισμα στο ανατολικό τμήμα των επωθούμενων, προς τα δυτικά, μαζών της Πίνδου. Η δημιουργία της συνάβει πριν την τελική λεπίωση του φλύσχη της Πίνδου και επομένως μπορεί να χαρακτηρηστεί ως τύπου Piggy Back. Υποστηρίζει δε, ότι ο σχηματισμός της Κρασιάς δε μπορεί να θεωρηθεί ως ένας σχηματισμός της Μεσοελληνικής αύλακας. Αυτό γιατί τα ιζήματα της λεκάνης της Κρασιάς εμπεριέχουν δομές που συνδέονται με συμπίεση,

σε αντίθεση με τα ιζήματα που αποτέθηκαν στη Μεσοελληνική αύλακα και υπέρκεινται αυτά της λεκάνης της Κρανιάς, που σύμφωνα με το Wilson (1993) εμπεριέχουν μόνο κανονικά ρήγματα, γεγονός που υποδεικνύει μία αλλαγή στο τεκτονικό καθεστώς κατά το κατώτ. Ολιγόκαινο

Σύμφωνα με την άποψη των Δούτσου και Κουκούβελα (1994), η Μεσοελληνική Αύλακα είναι μια ενδο-ορεινή λεκάνη, που τοποθετείται στη συρραφή των περιθωρίων της Πελαγονικής και της Απουλίας μικροπλάκας, η οποία εμπεριέχει ενδο - ηπειρωτικές δομές του τελικού ορογενετικού σταδίου (Doutsos et al., 1994). Σχηματίστηκε από το Μέσο Ηώκαινο έως το Μέσο Μειόκαινο ως μία "piggyback" λεκάνη, στο ανατολικό τμήμα μίας τεράστιας "pop-up" δομής. (Σχήμα 8) Τα ανατολικά τμήματα του περιθωρίου της Απουλίας υπέστησαν πάχυνση και ανυψώθηκαν, ενώ στη συνέχεια ακολούθησε η μετα-ορογενετική κατάρρευση. Στην εργασία αυτή (Doutsos et al., 1994) επισημαίνεται το γεγονός ότι η παραμόρφωση των μολασσικών ιζημάτων διαφέρει σημαντικά κατά μήκος του άξονα της αύλακας, και επίσης ότι διακρίνονται 3 υπολεκάνες που χωρίζονται από εγκάρσιες ρηξιγενείς ζώνες. (Σχήμα 9) Οι συγκεκριμένοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι το κεντρικό τμήμα της λεκάνης χαρακτηρίζεται από τεκτονική διαφυγή μέχρι το Μέσο Μειόκαινο.



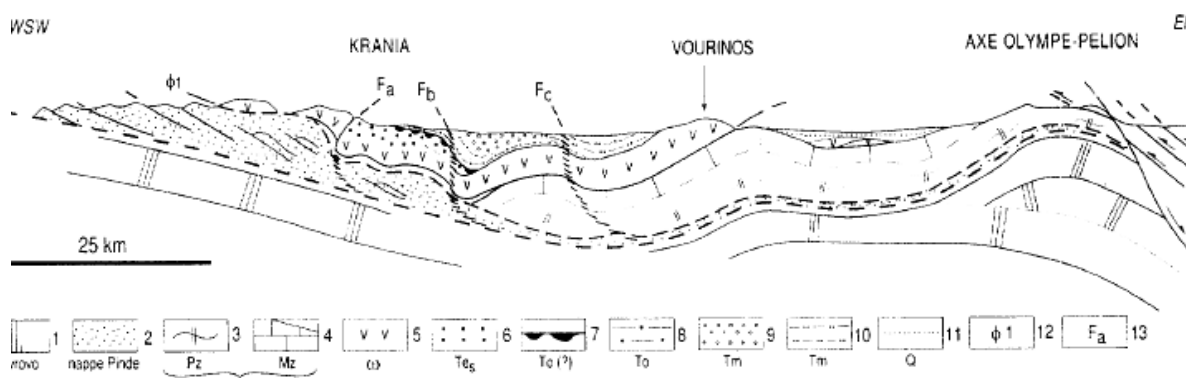
Σχήμα 8 Προτεινόμενο εξελικτικό μοντέλο για τη δομή επώθησης του φλοιού της Απουλίας, σε σχέση με το σχηματισμό της Μεσοελληνικής αύλακας (Doutsos et al., 1994).



Σχήμα 9 Ενδεικτικό σχήμα των ρηξιγενών δομών στη Μεσοελληνική αύλακα. Στο κάτω τμήμα του αριστερού σχήματος έχει μελετηθεί η αύλακα σε όλο της το εύρος (δεδομένα για την Αλβανία από Μουντράκης et al., τύπος), (Doutsos et al., 1994).

Στην εργασία τους οι J.Ferrière et al. (1998) θεωρούν ότι η Με.Α. αναπτύχθηκε επάνω σε μεγάλες τεκτονικές επωθήσεις κατά την υπαγωγή της νότιοδυτικής Απουλίας πλάκας κάτω από την αντίστοιχη βόρειοανατολική και ότι, εφόσον οι ζώνες της απουλίας εμφανίζονται ως τεκτονικά παράθυρα στον Όλυμπο, η Με.Α. μπορεί να χαρακτηρηστεί ως “Piggy back” λεκάνη. Οι Ferrière et. al. ερμηνεύουν την εξέλιξη της λεκανής ως εξής :

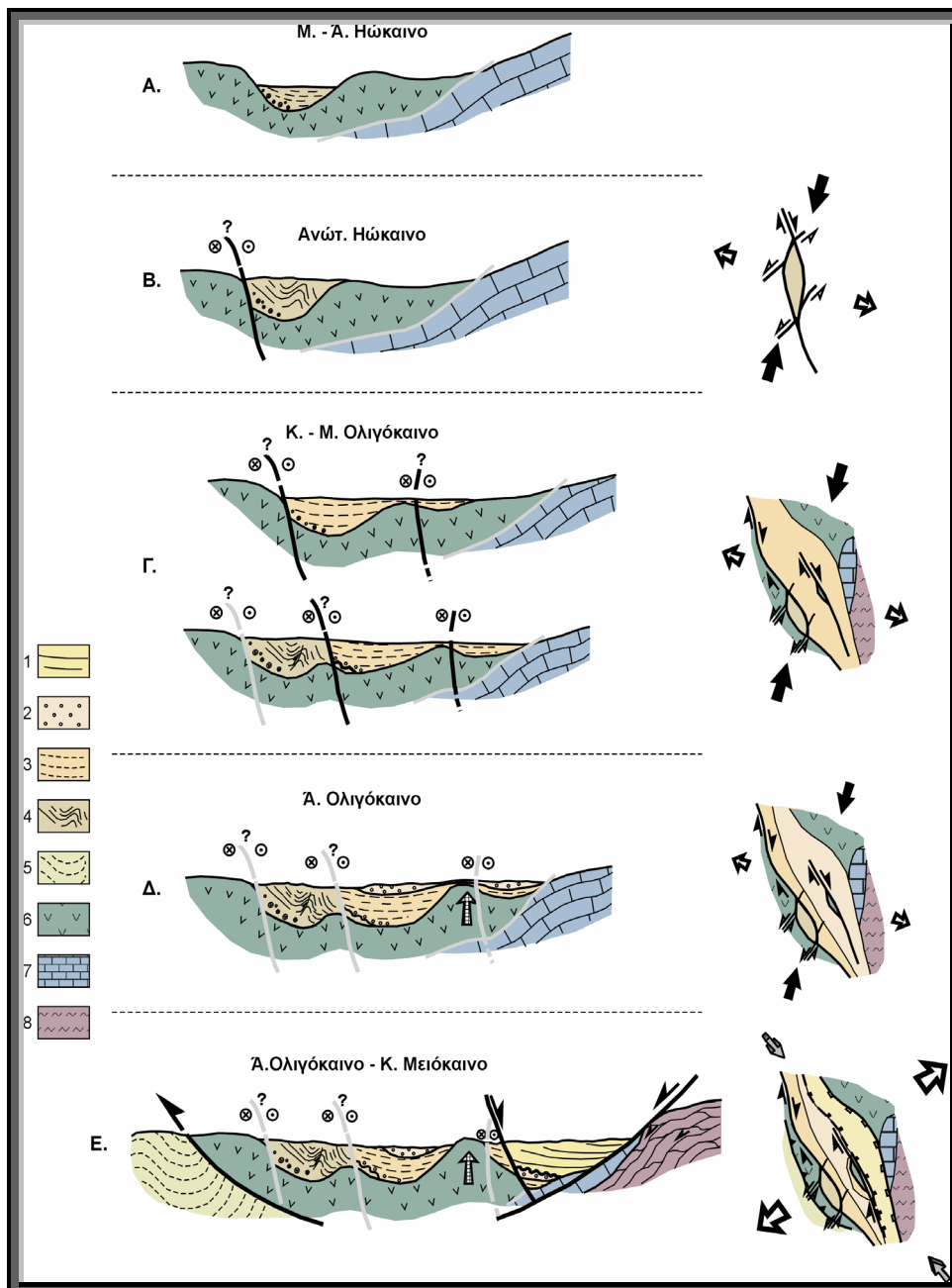
Η Με.Α. αποτελείται από αλεπάλληλες λεκάνες οι οποίες εξελίσσονται από το Α Ηώκαινο και από τα δυτικά προς τα ανατολικά κατά μήκος επιμήκων ρηγμάτων. Οι λεκάνες αυτές αναπτύσσονται στο ανατολικό όριο ασσύμετρων κάμψεων του υποβάθρου οι οποίες ανυψώνονται στο δυτικό τμήμα του και υποβιβάζονται στο ανατολικό. Τοπικές διαφοροποιήσεις στην τεκτονική συμπεριφορά κατά μήκος των κάμψεων αυτών ελέγχουν και εξηγούν τα ιζηματολογικά στοιχεία (απότομη βύθιση, αύξηση των αποθετικών συνθηκών), καθώς και την μετάβαση από συμπίεση σε εφελκισμό. Η μετανάστευση της ιζηματογένεσης προς τα ανατολικά σχετίζεται με την προώθηση των κάμψεων προς το κέντρο της λεκάνης και πιθανόν με την σταδιακή υπαγωγή των εξωτερικών ζωνών κάτω από το υπόβαθρο της λεκάνης. (Σχήμα 10)



Σχήμα 10 Γενική τομή της Μεσοελληνικής αύλακας. 1: πλατφόρμα Γαβρόβου - Τριπόλεως, 2: σειρά Πίδου, 3: υπόβαθρο Πελαγονικής (κυρίως παλαιοζωικό), 4: Μεσοζωικό της Πελαγονικής (κυρίως ανθρακικά) και το υπερκείμενο “mélange”, 5: οφιόλιθοι, 6: Σχηματισμός Κρανιάς (Ανώτερο Ηώκαινο), 7: ασυμφωνία, 8: σχηματισμός Επταχωρίου, 9: σχηματισμός Πενταλόφου, 10: σχηματισμός Τσοτυλίου, 11: πρόσφατος σχηματισμός, υπερκείμενος της Πελαγονικής, 12: κύριες τεκτονικές επαφές, 13: κύριες ρηγματωμένες κάμψεις Fa, Fb, Fc. (J.Ferrière et al., 1998).

Οι Zelilidis et al. (2002) στην εργασία τους ασχολήθηκαν κυρίως με την ιζηματογένεση και τη στρωματογραφία της Μεσοελληνικής Αύλακας. Μελέτησαν με λεπτομέρεια τους μολασσικούς σχηματισμούς, τους οποίους και χώρισαν σε επιμέρους μέλη και επίσης προσδιόρισαν και περιέγραψαν ιζηματογενείς φάσεις για χαμηλή και υψηλή στάθμη του επιπέδου της θάλασσας, τις οποίες σύγκριναν με τις ευστατικές καμπύλες του επιπέδου της θάλασσας που έχουν εκδοθεί. Η έρευνα τους περιλαμβάνει τη μελέτη τομών που προέκυψαν με τη μέθοδο των σεισμικών ανακλάσεων, η οποία τους έδωσε στοιχεία τόσο για τη στρωματογραφία όσο και για την τεκτονική της περιοχής. Σε σχέση με την εξέλιξη της Μεσοελληνικής αύλακας, οι Zelilidis et al. (2002) υποστηρίζουν ότι αυτή αναπτύχθηκε ως μία μονομερώς ανεπτυγμένη τάφρος (half graben) που πιθανώς οφείλει το σχηματισμό της σε ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης, και είναι σύγχρονη με την εμπρόσθια λεκάνη της Ιονίου ζώνης όπου αποτέθηκε ο φλύσχος της Ιονίου, η οποία βρίσκεται στα δυτικά της ορεινής ζώνης που σχηματίστηκε από τα λείπια της Πίνδου.

Τέλος σε μια πρόσφατη εργασία (Βαμβακά et.al.2004) η Με.Α. θεωρείται ως μια "πολυιστορική λεκάνη" η οποία δημιουργήθηκε σε διαδοχικά εξελικτικά στάδια (Σχήμα 11). Συγκεκριμένα υποστηρίζεται ότι προέκυψε από την λειτουργία επιμέρους ιζηματογενών λεκανών τα αποθετικά κεντρα των οποίων μεταφερόταν, σταδιακά, ανατολικότερα. Οι λεκάνες αυτές δημιουργήθηκαν σε ένα τεκτονικό περιβάλλον το οποίο χαρακτηρίζεται από συμπίεση στα αρχικά στάδια (Α. Ηώκαινο) η οποία καταγράφεται στους σχηματισμούς της λεκάνης Κρασιάς. Στην συνέχεια, η τεκτονική δραστηριότητα εξασθενεί, και το περιβάλλον μετατρέπεται σε πλάγιο-συμπιεστικό (Μ.Ολιγόκαινο – Κ.Μειοκαινο). Η περίοδος αυτή χαρακτηρίζεται από την ανάπτυξη ρηγμάτων οριζόντιας μετατόπισης με δεξιόστροφη συνιστώσα παράλληλα στον άξονα της λεκάνης, τα οποία είναι υπεύθυνα για την μετατόπιση των κέντρων απόθεσης προς τα ΒΑ. Στα τελικά της στάδια η λεκάνη λειτούργησε σε περιβάλλον εφελκισμού (Μ.-Α.Μειόκαινο). Ο χαρακτηρισμός που δίνεται από τους συγκεκριμένους ερευνητές για την Με.Α. είναι *εμπρόσθια ενδο-ορεινή λεκάνη* και συμφωνεί ως γενικός χαρακτηρισμός και με αυτόν που δίνουν οι Doutsos et al. (1994).



Σχήμα 11 Σχηματικές τομές (αριστερά, διεύθυνσης Δ-Α) και κατόψεις (δεξιά, Βορράς προς τα πάνω) που παρουσιάζουν τα τεκτονικά στάδια εξέλιξης της Μεσσοελληνικής αύλακας. Υπόμνημα: 1-4. Σχηματισμοί Τσοτυλίου, Πενταλόφου, Επταχωρίου και Κρανιάς, αντίστοιχα. 5. Φλύσχης Πίνδου, 6. Οφιολιθικά πετρώματα, 7. ανακρυσταλλωμένοι ασβεστόλιθοι Τριαδικού, 8. Σχιστόλιθοι Πελαγονικού καλύμματος. Ρήγματα με μαύρη τονισμένη γραμμή: ενεργά, ενώ με γκριζα: ανενεργά. Οι ηλικίες που αναγράφονται αναφέρονται στην έναρξη των διαδοχικών γεγονότων. (Βαμβακά 2004)

Κεφ. 5 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ

5.1 Γεωλογικοί Σχηματισμοί

Στην περιοχή μελέτης, εκτός από τους σχηματισμούς της λεκάνης Κρανιας και τους δυο κατώτερους ιζηματογενείς σχηματισμούς της Μεσοελληνικής Αύλακας απαντώνται και σχηματισμοί των ζωνών Υποπελαγονικής και Πίνδου, πάνω στους οποίους αναπτύχθηκε η λεκάνη. Οι παραπάνω σχηματισμοί, λόγω της έντονης τεκτονικής δραστηριότητας κατά τις Αλπικές και μετά - Αλπικές ορογενετικές φάσεις εμφανίζονται κυρίως ως καλλύματα κα ως τεκτονικές παρεμβολές. Για τον λόγο αυτό περιγράφονται στο σύνολο τους κατά χρονολογική σειρά ενώ αναφέρεται και η ζώνη στην οποία ανήκουν, σύμφωνα προς τα στοιχεία που απορρέουν από τους γεωλογικούς χάρτες του Ι.Γ.Μ.Ε. φύλλο Πεντάλοφος, φύλλο Γρεβενά, φύλλο Παναγιά. **(Σχήμα 12)**

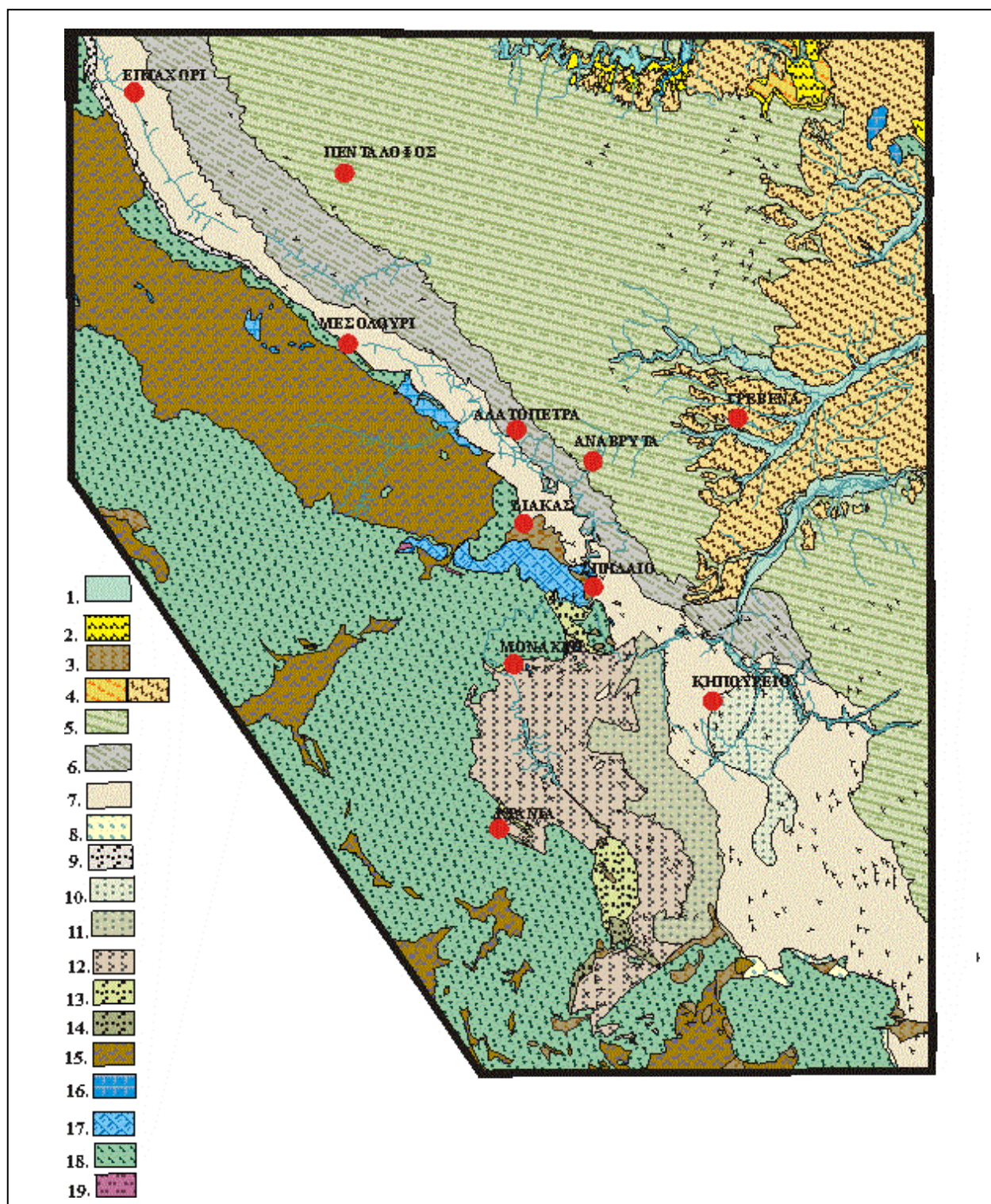
A. Παλαιοζωικό υπόβαθρο Υποπελαγονικής

1. Μεταμορφωμένα πετρώματα: μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι, φυλλίτες και αργιλλικοί σχίστες θεωρούνται τεκτονικής προέλευσης τεμάχη εντός των οφιολίθων.

B. Τριαδικό

1. Ασβεστόλιθοι: μαζώδεις ανοικτοτεφροί ή λευκοί, υφαλώδους φάσεως με *Halobia radiata*, *Κοράλλια* κ.α. της Υποπελαγονικής ζώνης ή της ζώνης μετάβασης (*Brunn*) μεταξύ υποπελαγονικής και Πίνδου.

2. Ασβεστόλιθοι: λεπτοστρωματώδεις, τεφροί έως και ροδόχρωμοι της ζώνης της Πίνδου εναλλασσόμενοι με ραδιλαρίτες. Απολιθώματα : *Filaments*, *pellets*, *Radiolaria*.



Σχήμα 12 Γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής μελέτης: 1) Αλλουβιακές αποθέσεις, 2) Πλειόκενο / Πλειστόκενο, 3) Πλευρικά κορήματα παλιά και νέα, 4) Σειρά Τσοτυλίου, 5 – 6) Σειρά Πενταλόφου, 7 – 11) Σειρά Επταχωρίου, 12 – 14) Σειρά Κρανιάς, 15) Φλύσχης Πίνδου, 16 – 17) Ασβεστόλιθοι Κρητιδικού / Ιουρασικού, 18) Οφιόλιθοι, 19) Μεταμορφωμένα πετρώματα.

Γ. ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ

1. Οφιολιθική σειρά: της υποπελαγονικής, επωθημένη στον φλύσχη της Πίνδου.

Περιλαμβάνει περιδοτίτες συχνά σερπεντινωμένους, γάββρους τροκτολιθικούς και οφιτικούς, δολερίτες, διαβάσεις και σπηλίτες συνοδευόμενους μερικές φορές από ραδιολαρίτες και ερυθρούς κερατόλιθους. Επίσης χαρακτηριστικές είναι οι εμφανίσεις του οφιολιθικού mélange κυρίως δυτικότερα της περιοχής μελέτης.

2. Ασβεστόλιθοι: λευκοί έως και τεφροί, κοκκομικροσπαριτικοί, καλής στρώση με *Thaumatoroporella parnovesiculifera*, ή λεπτοπλακώδης τεφροί και ροδόχρωμοι με παρεμβολές φακών από ραδιολαρίτες που περιέχουν *Protoglobigerina* sp., *Radiolaria*, *Lagenidae*, *Dasycladaceae*, *textulariidae*, *Valvulinidae*, *Miliolidae*, filaments.

3. Κερατόλιθοι ή σχιστοκερατόλιθοι: ίσπεις με ακτινόζωα και πυριτοσχιστόλιθοι ερυθροί ή τεφροί. Μεμονομένα υπολείμματα καλλυμάτων που συνδέονται με τους ασβεστόλιθους. Αντιπροσωπεύουν το Ανώτερο Ιουρασικό της ζώνης Πίνδου.

Δ. ΚΡΗΤΙΑΙΚΟ

1. Ασβεστόλιθοι: λεπτοπλακώδεις, μικριτικοί έως και μικροσπαριτικοί, ανοικτότεφροι και ροδόχρωμοι, με ενστρώσεις ερυθρών κερατολίθων και μερικές φορές σχιστών αργίλλων, δηλαδή με χαρακτηριστικά του Ανώτερου Κρητιδικού της ζώνης Πίνδου.

Απολιθώματα : *Globotruncana arca*, *Globotruncana lapparenti*, *Hedbergella* sp., *Heterohelicidae*, *Praeglobotruncana* cf..

2. Ασβεστόλιθοι: μαζώδεις ή παχυστρωματώδεις, τεφροί ως λευκοί, ρουδιστοφόροι, νηριτικής φάσεως της Υποπελαγονικής ζώνης

Απολιθώματα : *Radiolites galloprovincialis*, *angeoides*, *Orbitolinidae*, *Rotaliidae*, *Textulariidae*.

3. Ρουδιστοφόροι ασβεστόλιθοι μαζώδης: της ανατολικής απολήξεως του όρους Όρλιαγκας. Κατά τον J. Brunn οι ασβεστόλιθοι αυτοί με χαρακτήρες απόθεσης ρηχής θάλασσας εντοπίζονται μεταξύ των ζωνών Υποπελαγονικής και Πίνδου.

Ε. ΜΑΙΣΤΡΙΧΤΙΟ – ΠΑΛΑΙΟΚΑΙΝΟ

1. Φλύσξης Πίνδου: μάργες με ενστρώσεις ψαμμιτών και σπανιώτατα κροκαλοπαγών και άλλων κλαστικών ασβεστολίθων, οι οποίοι περιέχουν απολιθώματα από παλαιότερη απόθεση. Ο φλύσξης με την μορφή τεκτονικών παραθύρων και σε εκτεταμένες περιοχές καλύπτεται από μεγάλου πάχους εναποθέσεις παλαιών κορημάτων.

ΣΤ. ΠΑΛΑΙΟΓΕΝΕΣ – ΝΕΟΓΕΝΕΣ

Η περίοδος αυτή αντιπροσωπεύεται από τα ιζήματα της Μεσοελληνικής Αύλακας τα οποία περιγράφηκαν ήδη. Στην περιοχή μελέτης απαντώνται τρεις από τους πέντε σχηματισμούς της λεκάνης. Οι σχηματισμοί Κρανιάς, Επταχωρίου και Πενταλόφου.

Ζ. ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ

Αποθέσεις νεώτερες του νεογενούς συναντώνται σε ελάχιστα σημεία.

1. Αλλουβιακές αποθέσεις : άμμοι, άργιλλοι, πηλοί, λατύπες και κροκάλες.

2. Κώνοι κορημάτων και πλευρικά κορήματα.

3. Ποτάμιες αποθέσεις: επικείμενες των μολασσικών ιζημάτων με διασταυρωτή στρώση. Αποτελούνται από χαλαρά αμμο - χάλικα βάσεως μικρού πάχους, από καστανοκίτρινες και κυανές αργίλλους και στα ψηλότερα τμήματα πάλι από αμμοχάλικα και ερυθρές αργίλους. Ανατολικά της περιοχής των Γρεβενών αποκτούν μεγάλη εξάπλωση, σχηματίζοντας έτσι τις ποταμολιμναίες αποθέσεις της ομόνυμης λεκάνης.

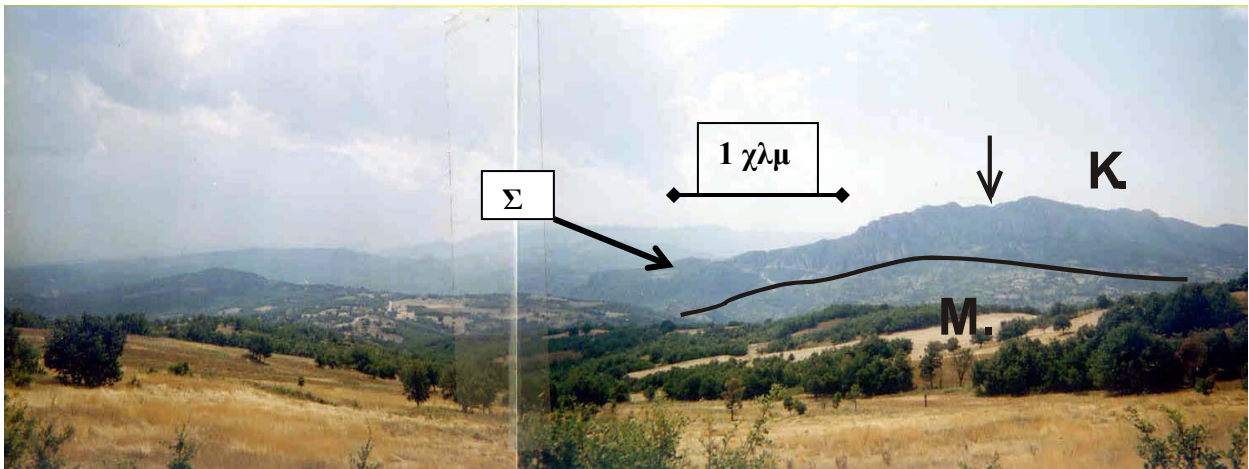
5.2 Γεωλογικά και Γεωμορφολογικά γνωρίσματα του Δυτικού ορίου

Εκτός από την καταγραφή των μετρήσεων των τεκτονικών στοιχείων του δυτικού ορίου της Με.Α. (εκεί που η μορφολογία της περιοχής το επέτρεψε), έγιναν επιπλέον παρατηρήσεις που αφορούν στη γενικότερη γεωμορφολογική εικόνα του ορίου αυτού ως και των σχέσεων μεταξύ των σχηματισμών. Οι παρατηρήσεις αυτές συνέβαλαν θετικά στην ορθότερη αξιολόγηση των τεκτονικών δεδομένων καθώς και στο βαθύτερο προβληματισμό για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τη γεωτεκτονική εξέλιξη της αύλακας. Στη συνέχεια περιγράφονται τα σημαντικότερα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά βάσει των παρατηρήσεων της υπαίθρου, καθώς και της αντίστοιχης βιβλιογραφίας. Χρησιμοποιήθηκαν επίσης και αεροφωτογραφίες για την περιοχή μελέτης.

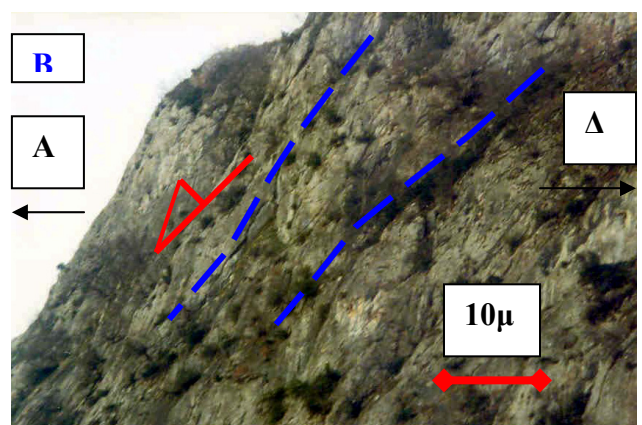
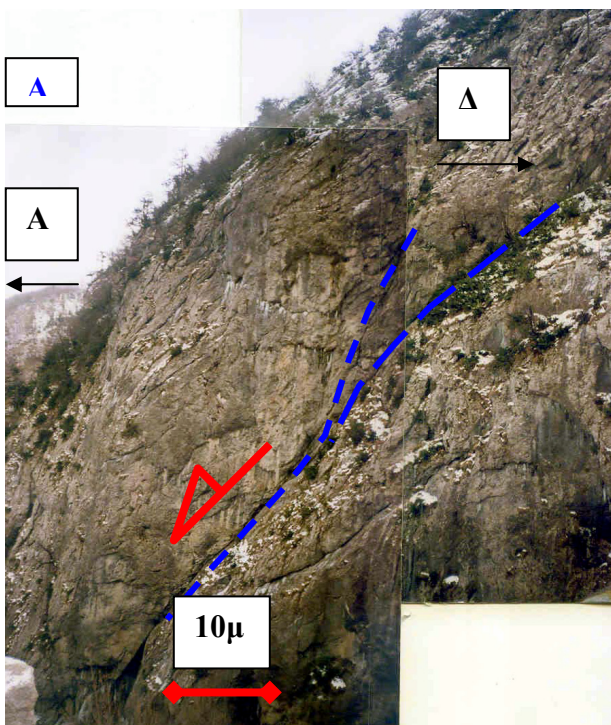
Το σημερινό όριο της Με.Α. είναι μια τεκτονική επαφή μεταξύ των κατώτερων σχηματισμών της λεκάνης και των σχηματισμών του υποβάθρου, οι είναι οποίοι κατά θέσεις οφιόλιθοι, Κρητιδικοί ασβεστόλιθοι και φλύσχης της Πίνδου. Το ίχνος του ορίου στην επιφάνεια μοιάζει σχεδόν ως ευθεία γραμμή σε γεωλογικό χάρτη που αναπτύσσεται με σταθερή παράταξη ΒΔ-ΝΑ. **(βλέπε και υπόμνημα αεροφωτογραφιών)** Ο προσδιορισμός του ως τεκτονικό (Δούτσος 1994) είναι ίσως το βασικότερο κριτήριο για την μελέτη της Με.Α. και αναλύεται σε επόμενο κεφάλαιο.

Βόρειο-δυτικά του Επταχωρίου (Χρυσή, Πευκόφυτο) μέχρι και το χωριό Σπήλαιο στο βόρειο-ανατολικό άκρο της λεκάνης Κρασιάς και κατά μήκος του ρήγματος εκδηλώνεται έντονη μορφολογία. Το κύριο γνώρισμα αυτής είναι η ταπείνωση του αναγλύφου της ανατολικής πλευράς του ρήγματος την ανάπτυξη των σχηματισμών της Με.Α. Με το τρόπο αυτό δημιουργούνται υψομετρικές διαφορές μέχρι και 900 μ. μεταξύ των σχηματισμών του υποβάθρου και αυτών της Με.Α.. Η διαφορά αυτή εκδηλώνεται πιο έντονα σε θέσεις της δυτικής πλευράς του ρήγματος που καλύπτονται με ασβεστόλιθους (Χρυσή, Πευκόφυτο, Αλατόπετρα, Σπήλαιο) **(Φωτογραφία 1)**. Ως περισσότερο πιθανή εξήγηση θεωρείται η δράση εφελκυστικών δυνάμεων. Μάλιστα είναι χαρακτηριστική η γεωμετρική ομοιότητα της κινηματικής, η οποία παρατηρείται στους ασβεστόλιθους των περιοχών αυτών **(Φωτογραφία 2)**. Ανατολικότερα σε απόσταση περίπου ενός χιλιομέτρου οι σχηματισμοί της Με.Α. ισοσκελίζεται η υψομετρική διαφορά, ενώ στην δυτική τους πλευρά αναπτύσσονται απότομα πρηνή που δίνουν την εικόνα αντιθετικών ρηγμάτων **(Βλέπε παράρτημα αεροφωτογραφιών)**. Τα στρώματα των σχηματισμών ανατολικά του ρήγματος είναι ανορθωμένα, έως και ανεστραμένα εκτεινόμενα σε μια ζώνη μήκους

2 km περίπου. Ανατολικότερα οι γωνίες κλίσης των στρωμάτων γίνονται ηπιότερες, ενώ κοντά στο ανατολικό όριο της λεκάνης κλίνουν προς τη νότιο – δυτική διεύθυνση.

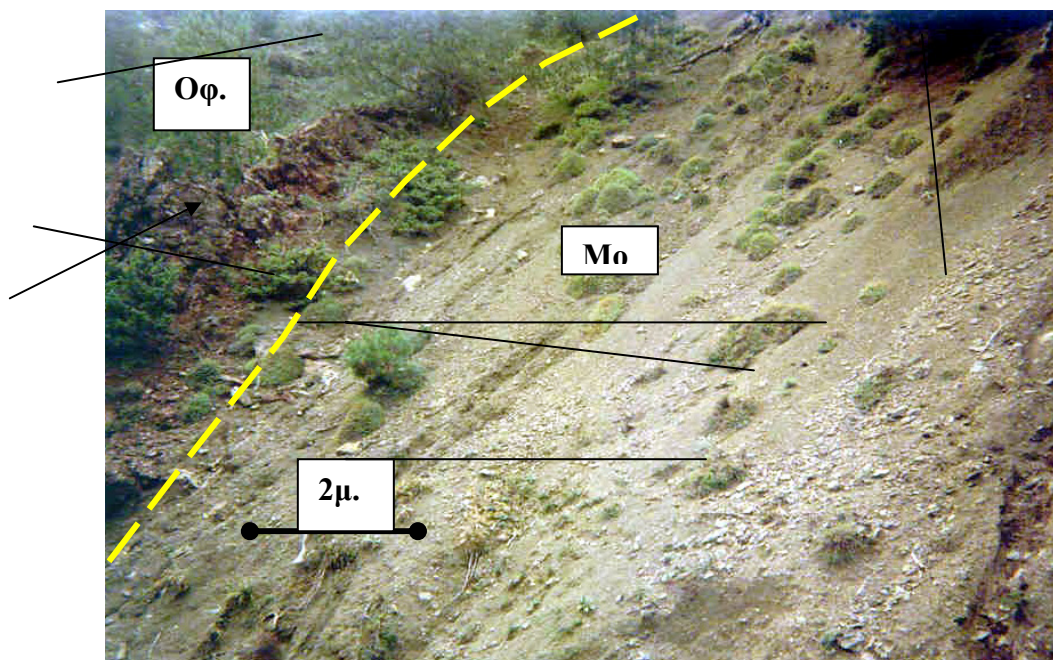


Φωτογραφία 1 Μορφολογία της ανατολικής πλευράς του ρήγματος Επταχωρίου στην περιοχή Σπηλαίου. Κ = Κρητιδικοί ασβεστόλιθοι, Μ = Μολάσση Επταχωρίου, Σ = Σπήλαιο. Η μαύρη γραμμή σημειώνει το ίχνος του ρήγματος Επταχωρίου, το οποίο έχει παράταξη σχεδόν κάθετη στην διεύθυνση παρατήρησης και κλίνει προς την πλευρά του παρατηρητή.



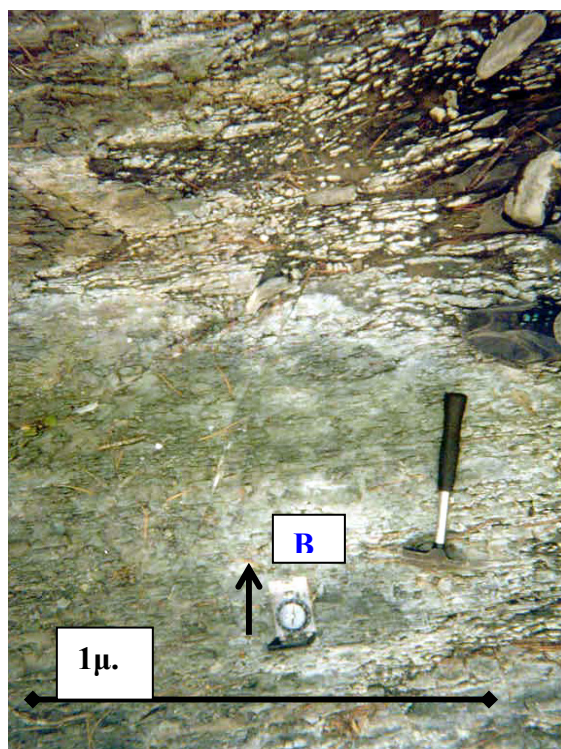
Φωτογραφία 2 Α) περιοχή Αλατόπετρας, Β) περιοχή Σπηλαίου. Η παραμόρφωση των ασβεστολίθων στις δυο περιοχές έχει την ίδια γεωμετρία (μεταπτοτική κίνηση προς τα ανατολικά), συνηγορώντας για την δράση του ρήγματος σε μια μεγάλη ακτίνα.

Οι σχηματισμοί της βάσης της Με.Α. εμφανίζονται σε μερικές θέσεις ότι κείνται σύμφωνα στους σχηματισμούς του υποβάθρου. Το παραπάνω φαινόμενο παρατηρείται κυρίως στην επαφή με τους οφιόλιθους, οι οποίοι παρουσιάζονται σε μερικές περιπτώσεις λατεριτωμένοι. **(Φωτογραφία 3)** Είναι, επομένως πιθανόν, πριν την απόθεση των ιζημάτων της λεκάνης, η περιοχή ανατολικά αυτής να ήταν χέρσος, τουλάχιστον για κάποια αρκετά χρονικά διαστήματα για να γίνουν λατεριώσεις.



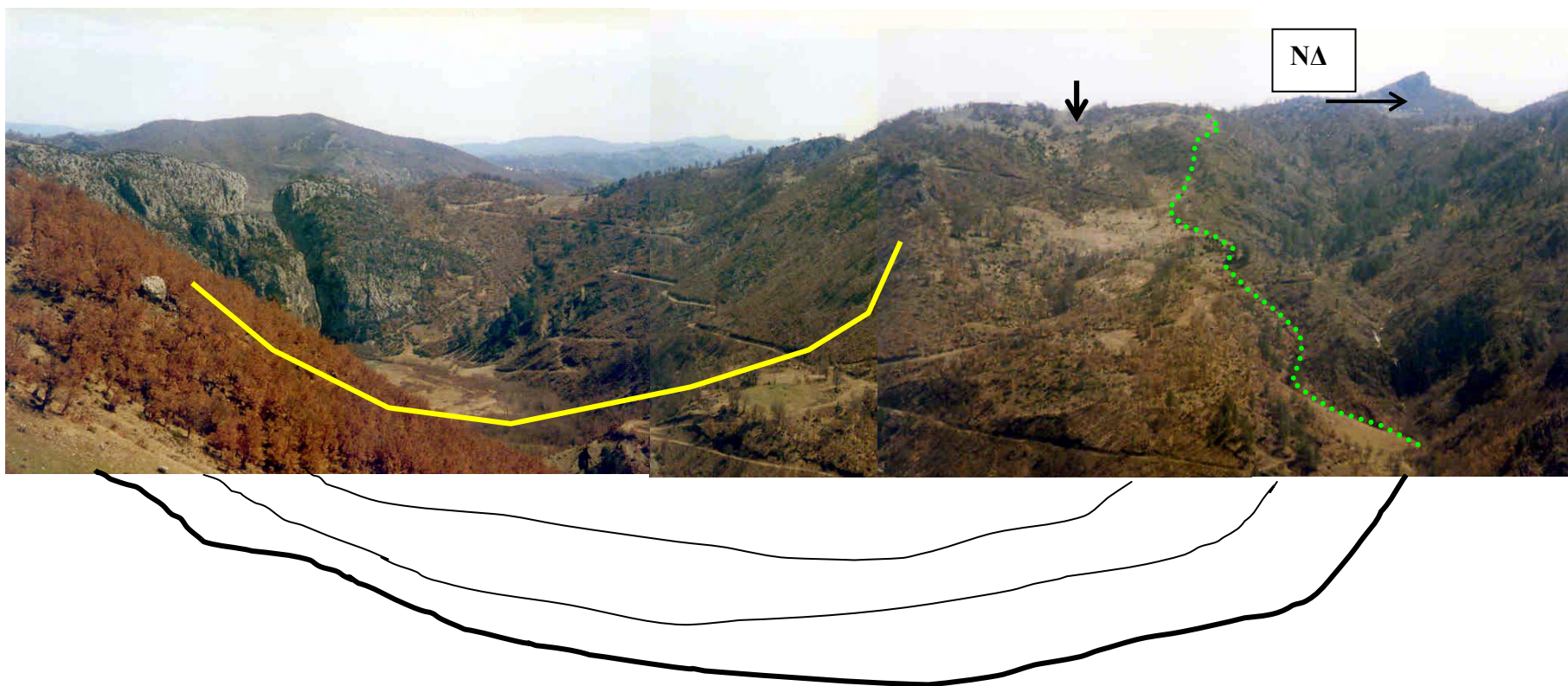
Φωτογραφία 3 Επαφή λατεριτωμένων Οφιολίθων (Οφ.) με μολάσσα Επταχωρίου (Μο).

Δυτικά του ορίου στην περιοχή των χωρίων Σμίξη και Σαμαρίνα αναπτύσσεται μια αντικλινική δομή (Brunn 1956, Ferriere 1998), η οποία αποκαλύπτει τον υποκείμενο φλύσχη. Η δομή αυτή σχετίζεται πιθανότατα με κάμψεις του υποβάθρου (όπως υποστηρίζουν και οι Ferriere et al. 1998). Ανατολικά της Σαμαρίνας εντοπίζονται ιζήματα που μακροσκοπικά θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως μολασσικά **(Φωτογραφία 4)**. Επίσης στα πρανή του δρόμου Σμίξη προς Γρεβενά εμφανίζονται σχηματισμοί όμοιοι με το φλύσχη της Κρανιάς.



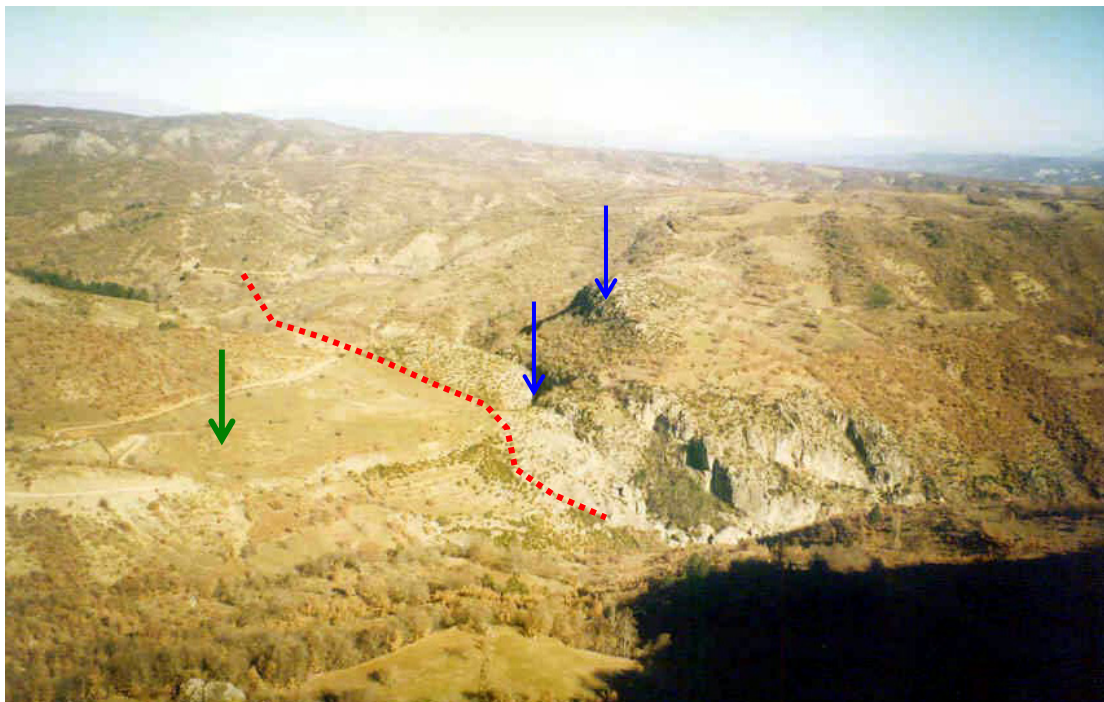
Φωτογραφία 4 Ιζήματα κοντά στη Σαμαρίνα που μακροσκοπικά είναι όμοια με εκείνα του Σχηματισμού Επταχωρίου (το βέλος δείχνει τον βορρά). Τα στρώματα είναι κατακόρυφα και η εικόνα είναι κάτοψη.

Στην περιοχή του χωριού Σπήλαιο και στην δυτική πλευρά του ρήγματος, εμφανίζεται μια συγκλινική δομή μικρών διαστάσεων. Έχει την μορφή μικρής λεκάνης με τα περιθώρια έντονα ανορθωμένα (**Φωτογραφία 5**). Τα ιζήματα της λεκάνης έχουν παρόμοια ηλικία (Ηώκαινο) με τους αντίστοιχους σχηματισμούς της λεκάνης Κρανιάς (Wilson 1993). Στην βόρειο-ανατολική πλευρά τους οι σχηματισμοί υπέρκεινται των ασβεστολίθων του Όρλιαγκα και είναι ανορθωμένοι. Στην νότιο-δυτική πλευρά αποτίθενται με συμφωνία στους οφιολίθους, ενώ η γωνία κλίσης τους κυμαίνεται μεταξύ $40^{\circ} - 50^{\circ}$. Από τις παρατηρήσεις σε συνδυασμό και με στοιχεία άλλων εργασιών, ως πιθανότερη αιτία δημιουργίας της δομής αυτής θεωρείται η δράση του ρήγματος Επταχωρίου, το οποίο στην περίπτωση αυτή λειτούργησε ως αριστερόστροφο.



Φωτογραφία 5 Συγκλινική δομή δυτικά του χωριού Σπήλαιο. **Κίτρινη γραμμή:** μεταβολή της κλίσης των στρωμάτων, **Πράσινη στικτή γραμμή:** επαφή μολασσικών ιζημάτων (αριστερά) με οφιόλιθους (δεξιά). Με το κατακόρυφο βέλος σημειώνεται μια επιφάνεια ασυνέχειας (ρήγμα). Στην αριστερή πλευρά φαίνονται οι ασβεστόλιθοι του όρους Όρλιαγκας (φαράγγι Σπηλαίου)

Στην ανατολική πλευρά της επαφής της παραπάνω περιοχής, διαπιστώνεται μεταπτωτικό ρήγμα με μεγάλη γωνία κλίσης και φορά προς τα ΒΑ. Στους ασβεστόλιθους του υπερκείμενου τεμάχους παρατηρούνται σε συμφωνία ιζήματα της Με.Α. (Φωτογραφία 6).



Φωτογραφία 6 Περιοχή ανατολικά του χωριού Σπήλαιο. Η κόκκινη διακεκομμένη γραμμή είναι επαφή και χωρίζει μολασσικά ιζήματα (αριστερά) από Κρητιδικούς ασβεστολιθους (δεξιά).

Ανατολικά της λεκάνης της Κρανιάς και νότιοανατολικά του χωριού Σπήλαιο δεν υπάρχουν σαφείς ενδείξεις για ίχνη της παράταξης του ρήγματος Επταχωρίου που μπορούσε να επηρεάζει τους σχηματισμούς του Επταχωρίου (Κάτω Ολιγόκαινο). Ίσως είναι πιθανό, ότι το ρήγμα επηρεάζει τους σχηματισμούς αυτούς και μέσω του χώρου ανατολικά της λεκάνης της Κρανιάς εκδηλώνεται νοτιότερα, στην περιοχή της Καλαμπάκας. Η παραπάνω περιγραφή τεκμηριώνεται από παρατηρήσεις που έγιναν στην περιοχή του χωριού Κακοπλεύρι και ακριβέστερα δυτικά της Καλαμπάκας. Το όριο της Με.Α. στις θέσεις αυτές εμφανίζει τα ίδια μορφολογικά γνωρίσματα με εκείνες βόρεια του Σπηλαίου. Μάλιστα στο χωριό Κακοπλεύρι που βρίσκεται στις παρυφές της ανατολικής πλευράς του ρήγματος, οι ασβεστόλιθοι που έχουν κοινό όριο με τα μολασσικά ιζήματα, παρουσιάζουν την ίδια μορφοτεκτονική εικόνα με αυτή που παρατηρείται στο χωριό

Σπήλαιο. Επίσης, από την μελέτη του ορίου σε αερωφωτογραφίες, εντοπίζεται ρήγμα νότια του Σπηλαίου και δυτικά του Κηπουριού το οποίο αντιπροσωπεύει ίσως την συνέχεια του ρήγματος Επταχωρίου προς τα νότιο-ανατολικά.

Η λεκάνη της Κρανιάς χαρακτηρίζεται από τεκτονικές δομές συμπιεστικών δυνάμεων, οι οποίες εμφανίζονται πιο έντονες στο βόρειο-δυτικό τμήμα αυτής. Εκεί παρατηρήθηκαν κλειστές πτυχές, ασύμμετρες από τα ΒΑ προς τα ΝΑ (**Φωτογραφίες 7,8**). Εκτός απ' τις πτυχές μακροσκοπικής παρατήρησης, εντοπίζεται στο βόρειο-δυτικό τμήμα της λεκάνης μια ζώνη από σύγκλινα και αντίκλινα (2-3) με μήκος παράταξης άξονα πτυχής 1-2 km. Οι δομές αυτές αναγνωρίζονται από την αλλαγή της στρώσης από ΒΔ - ΝΑ στο δυτικό άκρο προς ΒΑ-ΝΔ στο βόρειο άκρο (Brunn, 1956) καθώς και από τη γεωλογική μελέτη στην ίδια περιοχή (**Βλέπε παράρτημα αερωφωτογραφιών**). Η γεωμετρία των μακροδομών σχετίζεται με συμπίεση στα άκρα της λεκάνης που οφείλεται σε δεξιόστροφη κίνηση κατά μήκος του βόρειου άκρου αυτής με παράταξη ΒΑ - ΝΔ, πιθανόν από ανύψωση της περιοχής βόρεια της λεκάνης (Wilson 1993).

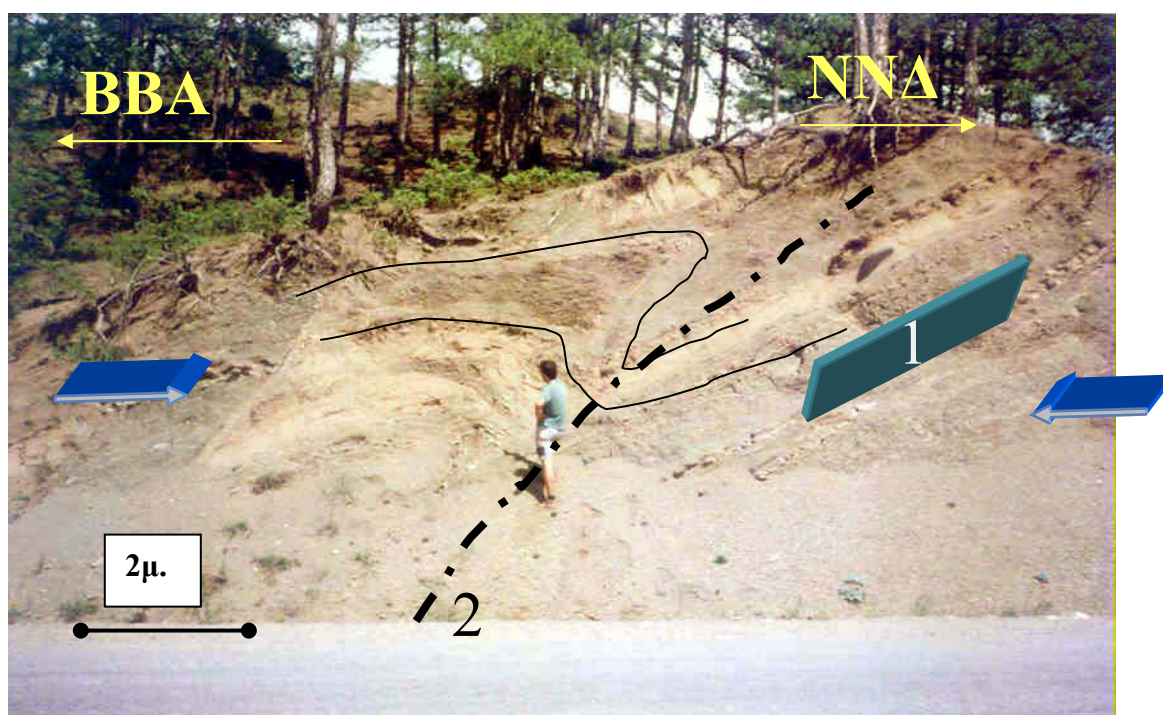
Στο νότιο-δυτικό άκρο της λεκάνης παρατηρήθηκε μια κάμψη των σχηματισμών που πιθανόν σχετίζεται με δεξιόστροφη κίνηση παρόμοια με αυτή του βόρειου άκρου με παράταξη ΒΑ-ΝΔ.

Η συνολική συμπίεση που επηρέασε την λεκάνη αυτή εξωτερικεύεται και με ανάστροφα ρήγματα που εντοπίζονται σε διάφορα μέρη που θα αναλυθούν στο επόμενο κεφάλαιο.

Τέλος, στην ευρύτερη περιοχή του χωριού Κηπουριό και κυρίως κατά μήκος του οδικού άξονα Γρεβενά – Κρανιά το ανάγλυφο διατηρείται σχετικά ήπιο, ενώ οι δομές που επικρατούν, είναι εφελκυστικές και θα παρουσιαστούν στην ενότητα της τεκτονικής ανάλυσης της λεκάνης.



1: 210 / 60 2: β αξονας 310 / 40



Επιφ. 1 (στρωση) : 30 / 50 Επιφ.2 πλαγιoαναστροφο

Φωτογραφίες 7,8 Συμπίεστικές δομές στους σχηματισμούς της λεκάνης Κρανιάς.

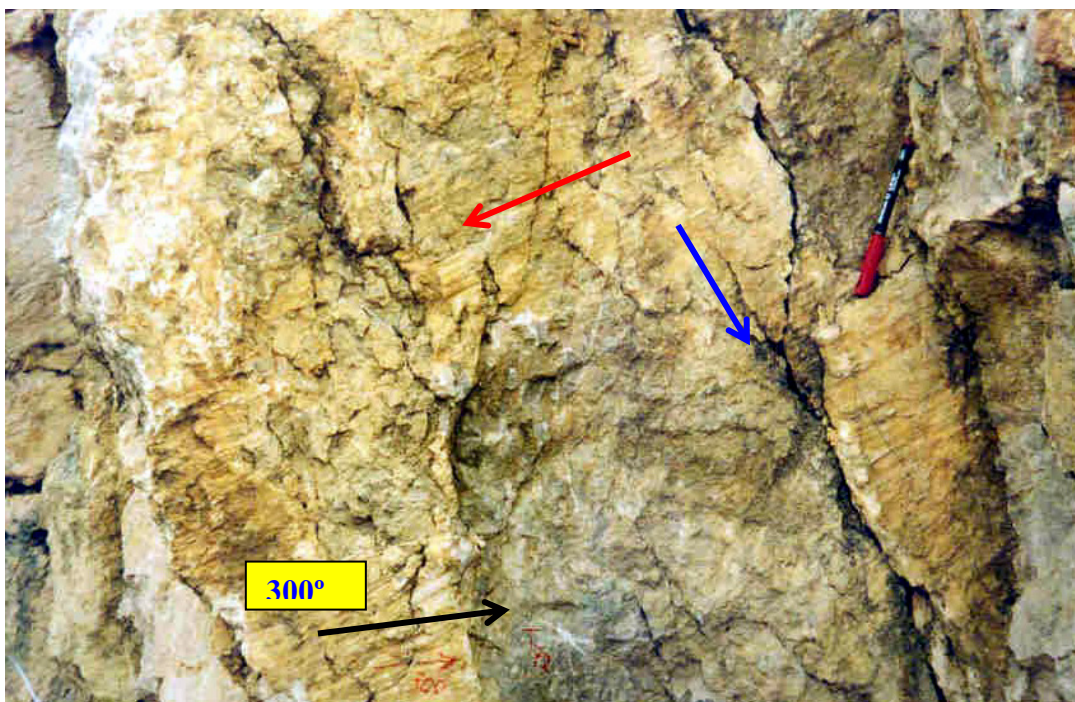
6.1 Κινηματική ανάλυση και προσδιορισμός παλαιότητας

Η τεκτονική εικόνα της περιοχής μελέτης παρουσιάζεται ιδιαίτερα σύνθετη. Τόσο από τις υπαίθριες παρατηρήσεις, όσο και από την επεξεργασία των τεκτονικών στοιχείων (στρώσεις, σχιστότητες και γραμμώσεις ολίσθησης) παρατηρείται μια έντονη απόκλιση στον προσανατολισμό των τεκτονικών δομών καθώς και την ποικιλία στην κινηματική τους. Εκτός από τις μεγάλες ρηξιγενείς δομές που συναντώνται στα όρια τις λεκάνης, η άλλη τεκτονική αποφόρτηση υλοποιήθηκε σε ζώνες ρηγμάτων, οι οποίες αναπτύσσουν γεωμετρικές σχέσεις μεταξύ τους. Η επαναδραστηριοποίηση παλαιότερων τεκτονικών δομών φαίνεται ότι εκδηλώνεται καθ' όλη την εξέλιξη της αύλακας.

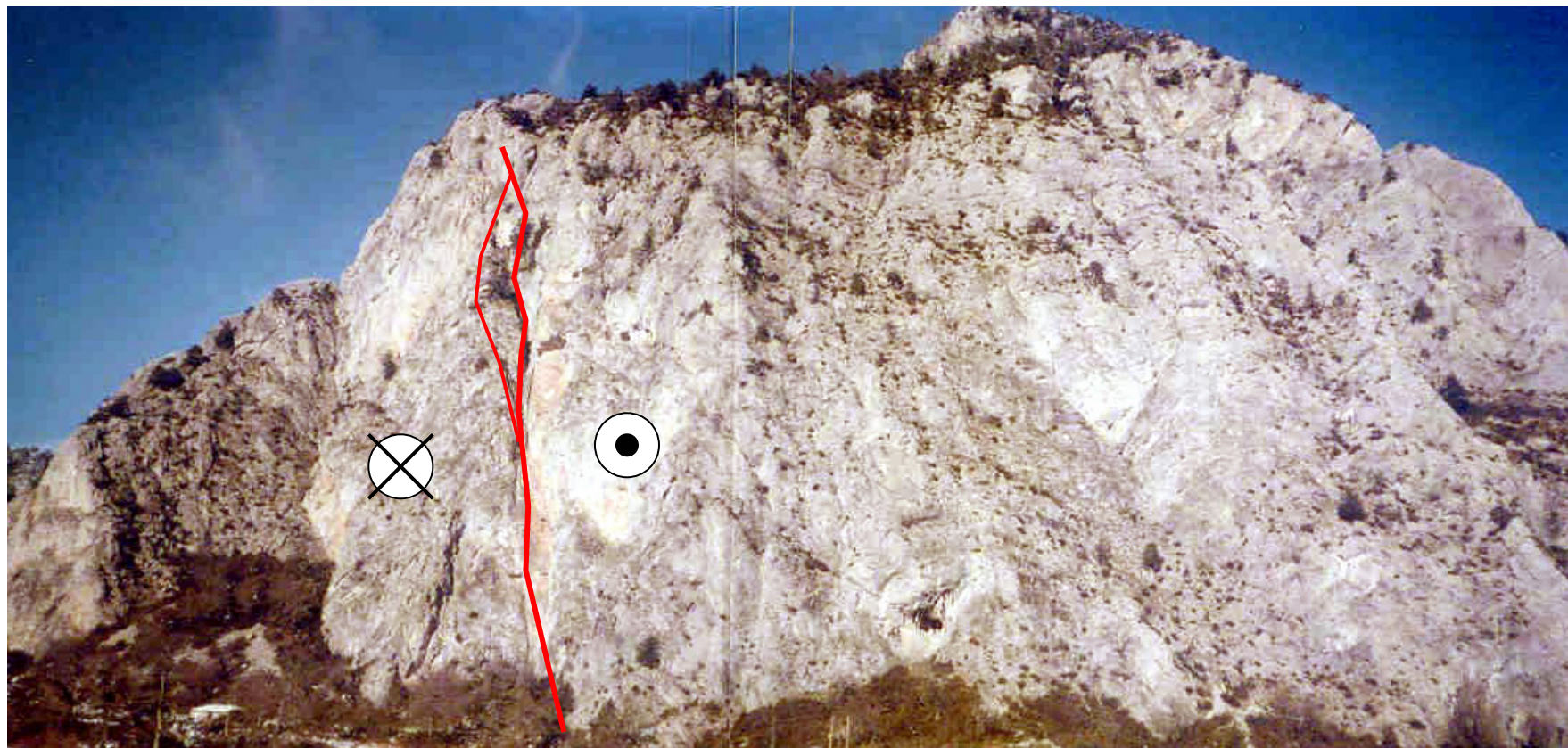
Συνολικά διακρίθηκαν τέσσερα κύρια τεκτονικά γεγονότα (D1 - D4) τα οποία συνηγορούν για αλλαγή τουλάχιστον τρεις φορές στο πεδίο των τάσεων. Τα παραπάνω τεκτονικά συμβάντα συνδυάστηκαν με ρηξιγενή παραμόρφωση των σχηματισμών σε μέγεθος κόκκων. Τα γεγονότα αυτά συνέβησαν από το Μέσω έως Άνω Ηώκαινο και το τελευταίο πιθανώς ακόμη να συνεχίζεται.

A. D1 Τεκτονικό γεγονός

Η δράση της συγκεκριμένης παραμορφωτικής φάσης εντοπίζεται στην λεκάνη της Κρανιάς και είναι υπεύθυνη για τις συμπιεστικές δομές (ανάστροφα ρήγματα και πτυχές) που συναντώνται, κυρίως στα περιθώρια αυτής. Επίσης το γεγονός αυτό θεωρείται υπεύθυνο και για ένα ρήγμα που εντοπίστηκε στον ασβεστόλιθο της περιοχής Αλατόπετρας. (Φωτογραφίες 9, 10)

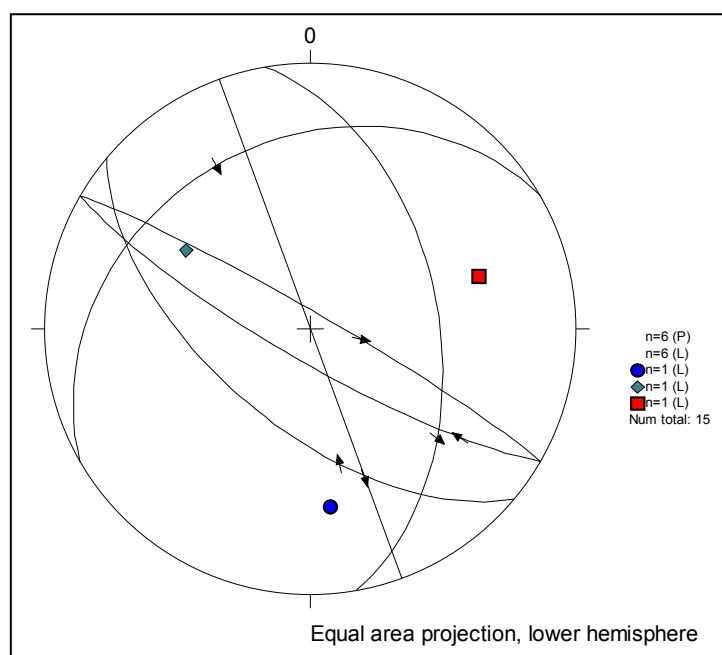


Φωτογραφία 9 (ασβεστόλιθοι υποβάθρου) περιοχή Αλατόπετρας. Κόκκινο βέλος: γράμμωση δεξιόστροφης κίνησης, Μπλέ βέλος: γράμμωση μεταπτωτικής κίνησης (νεότερη), Κίτρινο κουτάκι: μέτρηση παράταξης επιφάνειας.



Φωτογραφία 10 Δεξιόστροφη οριζόντια μετατόπιση των ασβεστόλιθων του υποβάθρου (περιοχή Αλατόπετρας) .

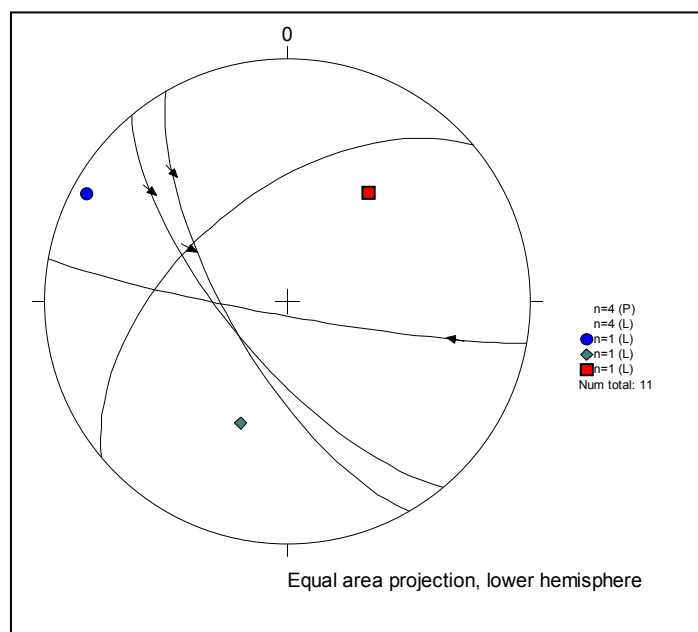
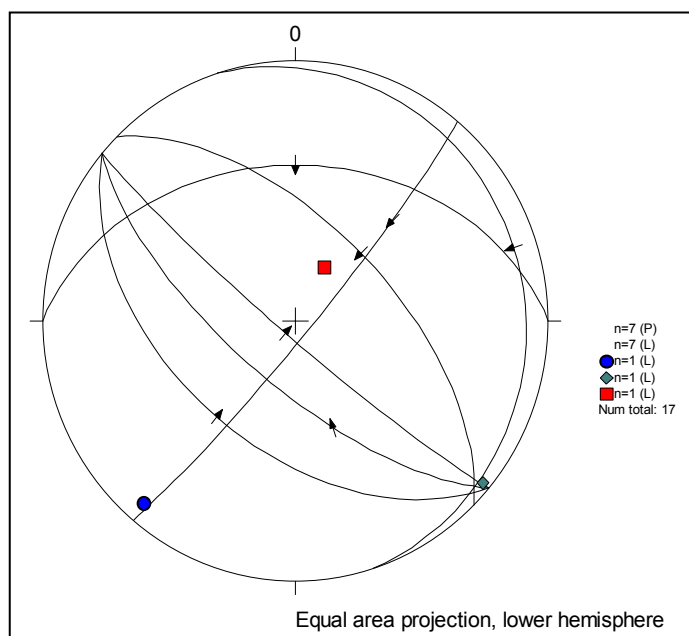
ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΡΟΣΒΟΡΟ – ΑΛΑΤΟΠΕΤΡΑ



Ασβεστόλιθοι υποβάθρου στην περιοχή Αλατόπετρας.

Σημεία Γ''7

ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΡΑΝΙΑ



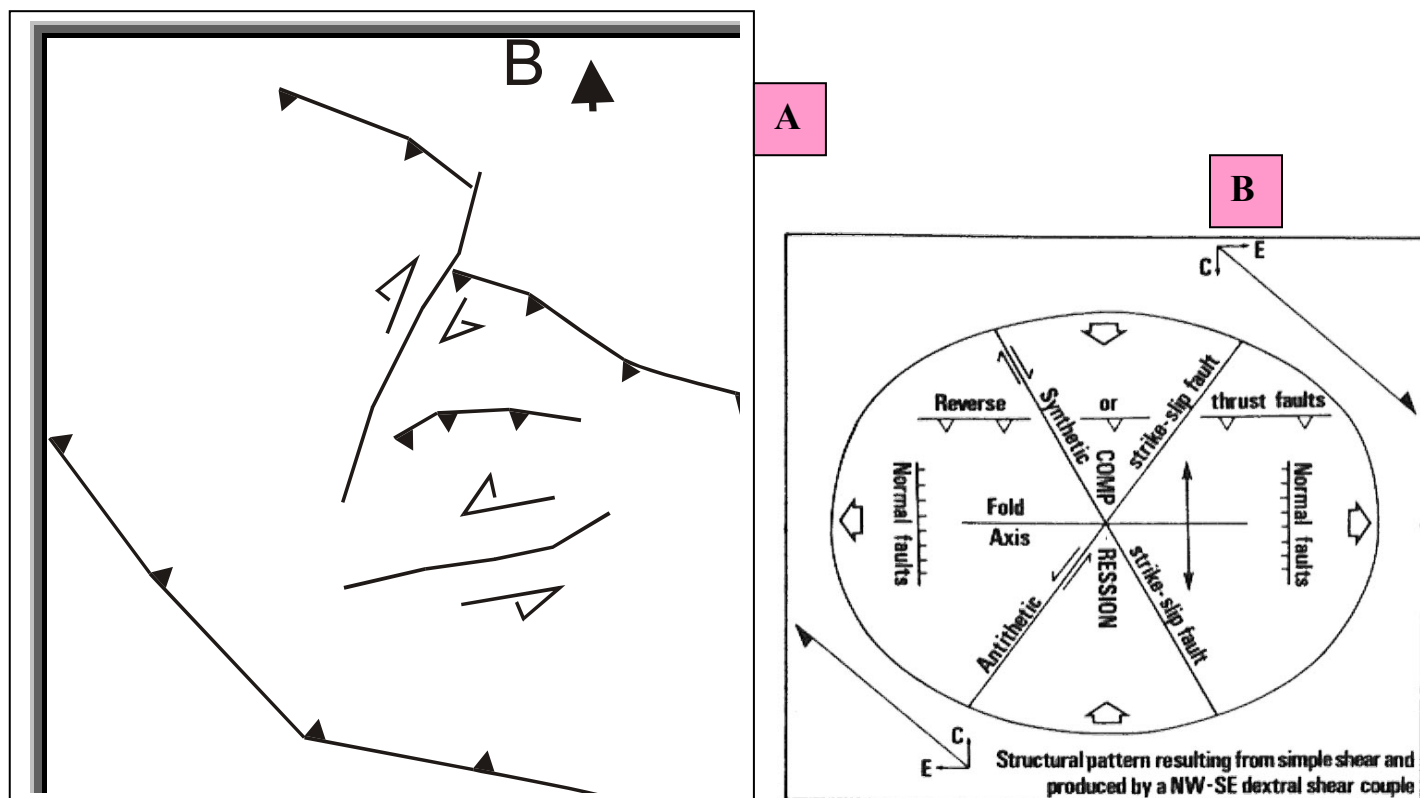
Σχήμα 13 Γεωτεκτονικά διαγράμματα Schmidt στα οποία έχουν υπολογιστεί οι άξονες των παλαιотάσεων. Μπλε κύκλος = σ1, Πράσινος ρόμβος = σ2, Κόκκινο τετράγωνο = σ3.

Οι δομές που αντιπροσωπεύουν το D1 είναι ανάστροφα ρήγματα με παράταξη ΒΔ - ΝΑ και φορά βύθισης προς τα ΒΑ και προς τα ΝΔ, καθώς και μικρότερα ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης με παράταξη ΒΔ - ΝΑ (αριστερόστροφα) και ΒΑ - ΝΔ (δεξιόστροφα). Στην δυτική πλευρά της λεκάνης (στην περιοχή της Κρανιας) εντοπίζονται πτυχές που υποδεικνύουν μια συμπίεση στην διεύθυνση ΒΑ - ΝΔ. Τέλος οι μεγάλες αντικλινικές δομές που εμφανίζονται στο βόρειο - δυτικό άκρο της λεκάνης πιθανότατα σχηματίστηκαν κατά τη δράση του D1 καθώς στην περιοχή αυτή συναντώνται συνιζηματογενείς τεκτονικές δομές στα ανώτερα στρώματα των σχηματισμών που συνδέονται σαφώς με το γεγονός. Πιθανολογείται ότι η κάμψη των σχηματισμών δημιουργήθηκε από την δράση ενός δεξιόστροφου ρήγματος το οποίο είχε παράταξη ΑΒΑ - ΔΝΔ. Η ύπαρξη ενός τέτοιου ρήγματος συμπεραίνεται από την έντονη τεκτονική καταπόνηση των σχηματισμών οι οποίοι εμφανίζονται κατα θέσεις ανορθωμένοι με παράταξη Α - Δ καθώς και από την παρατήρηση των αεροφωτογραφιών της περιοχής. Αντίστοιχο ρήγμα φαίνεται να αναπτύσσεται και στο νότιο άκρο της λεκάνης από τα στοιχεία του γεωλογικού χάρτη.

Από την ανάλυση των τεκτονικών στοιχείων (μέθοδος Turner 1953) προκύπτουν προσανατολισμοί των αξόνων των κυρίων τάσεων από ΒΔ - ΝΑ μέχρι ΒΑ - ΝΔ για τον σ1 (οριζόντιος) και από ΒΑ - ΝΔ μέχρι ΒΔ - ΝΑ για τον σ2 (υποοριζόντιος), ενώ ο σ3 διατηρεί σταθερό προσανατολισμό ΒΑ - ΝΑ και σχεδόν κατακόρυφος. (**Σχήμα 13**) Προκύπτουν έτσι δυο διευθύνσεις συμπίεσης. Το φαινόμενο θεωρείται ότι οφείλεται, εν μέρει στο ότι τα ιζήματα λόγω μηχανικών ιδιοτήτων δεν αποτυπώνουν ξεκάθαρα τις τεκτονικές καταπονήσεις και ιδιαίτερα τις επιφανειακές και κατά δεύτερο στην δράση προυπαρχόντων τεκτονικών επιφανειών στους σχηματισμούς του υποβάθρου, οι οποίοι υπό ένα σταθερό καθεστώς συμπίεσης μπορεί τοπικά να δημιουργήσαν περιστροφή των αξόνων τάσεων.

Αυτή η κάπως οριακή προσέγγιση υποστηρίζεται από δυο δεδομένα τα οποία κάνουν σχεδόν βέβαιη την τοποθέτηση της συμπίεσης σε μια διεύθυνση ΒΑ - ΝΔ. Το πρώτο είναι ότι οι πτυχές, αν και δεν αναλύθηκαν διεξοδικά, υποδεικνύουν στο σύνολο τους μια διεύθυνση συμπίεσης ΒΑ - ΝΔ. Το δεύτερο είναι ότι η ανάπτυξη των ανάστροφων ρηγμάτων παρουσιάζει μεγαλύτερη ένταση και συχνότητα κάθετα στην διεύθυνση αυτή. Ένα πιθανό μοντέλο δράσης που αναπαριστά την γεωμετρική σχέση των τεκτονικών στοιχείων δίνεται στο **Σχήμα 14**.

Το D1 γεγονός διακρίνεται καλύτερα από από τα υπόλοιπα, ως προς τον χρόνο εξέλιξης του και την κινηματική που το χαρακτηρίζει.



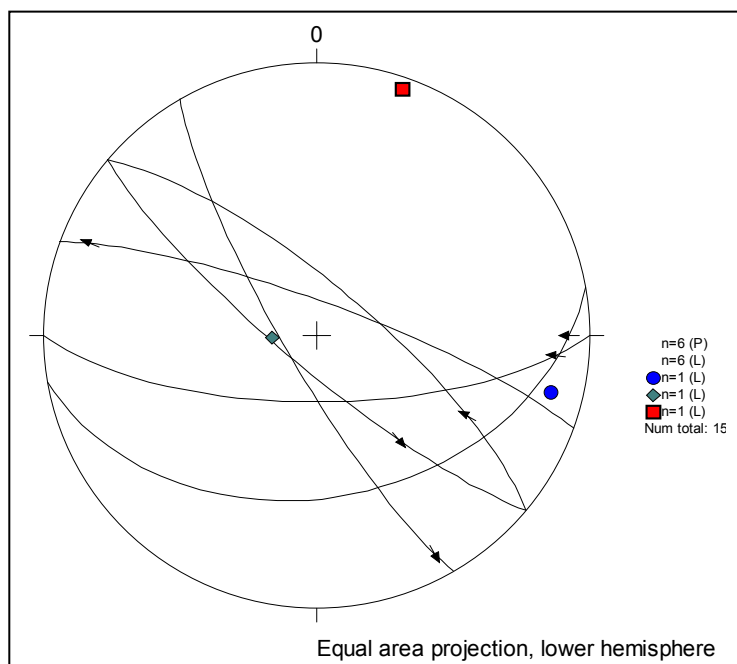
Σχήμα 14 Α) Προτεινόμενη γεωμετρική σχέση των τεκτονικών στοιχείων της D1, όπως αυτή προκύπτει από τις παρατηρήσεις στην ενότητα της Κρανιάς. Β) θεωρητικό σχήμα στο οποίο απεικονίζεται η γεωμετρική σχέση τάσεων και επιφανειών που προκύπτουν σε μια παραμόρφωση απλής διάτμησης σε ένα πεδίο δεξιόστροφης διάτμησης.

B. D2 Τεκτονικό γεγονός.

Οι τεκτονικές δομές της φάσης αυτής, συναντώνται κυρίως στο σχηματισμό Επταχωρίου, των περιοχών Πρόσβορο - Αλατόπετρα, Αναβρυτά - Ζιάκας και Σπήλαιο - Σταυρός. Η ανάπτυξη τους στην περιοχή ανατολικά της λεκάνης Κρανιάς, στον αντίστοιχο σχηματισμό φαίνεται περιορισμένη (σύμφωνα με τα στοιχεία της παρούσας εργασίας). Παρατηρήθηκαν συνιζηματογενείς σχέσεις των δομών αυτών με τα κατώτερα στρώματα του σχηματισμού Πενταλόφου στον οποίο έχουν σαφώς μικρότερη δράση.

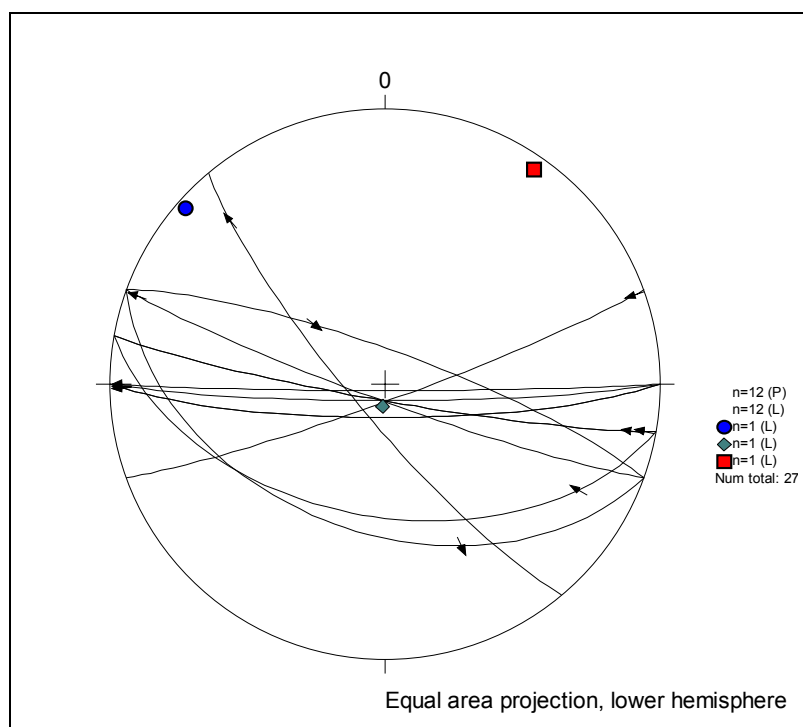
ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΡΟΣΒΟΡΟ – ΑΛΑΤΟΠΕΤΡΑ

Σημεία T''6, T''5, B6



ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΝΑΒΡΥΤΑ - ΖΙΑΚΑΣ

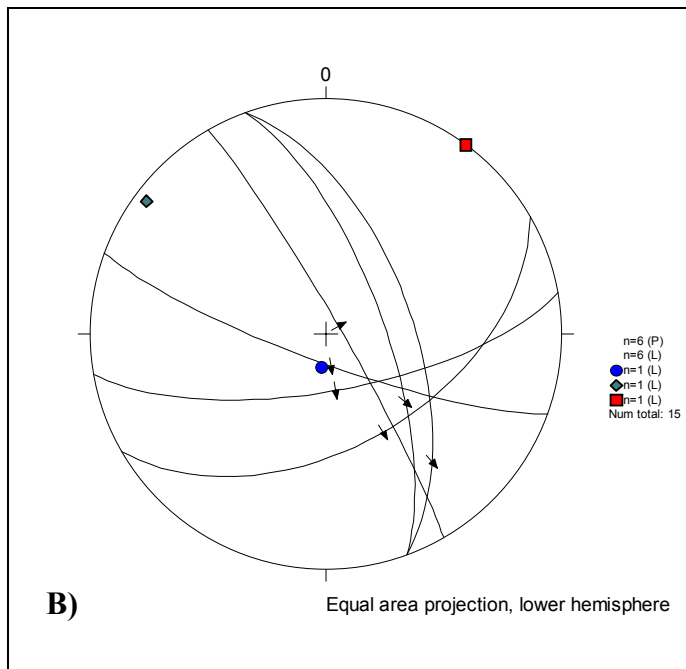
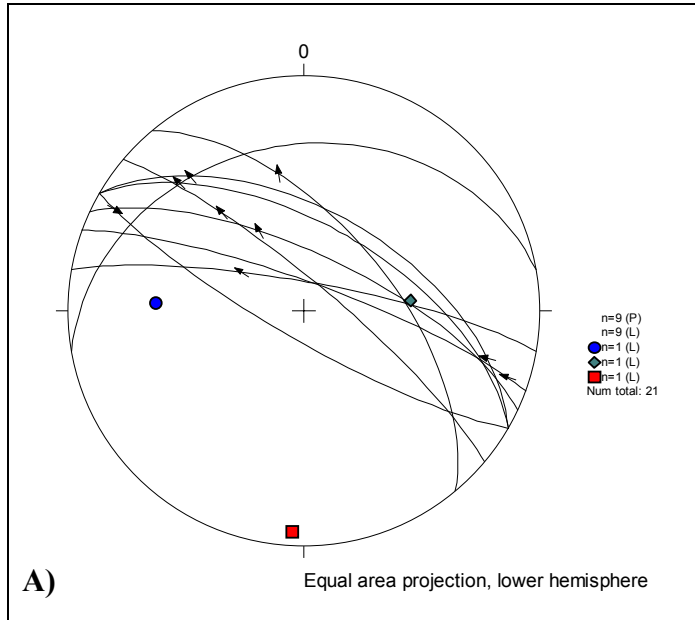
Σημεία : Γ4=Z3, Γ12, Γ13, Γ14, Γ15, Γ16, Γ17, Δ9, B1, Z4



Σχήμα 15 Τεκτονικά διαγράμματα Schmidt των επιφανειών της D2 με τους αντίστοιχους άξονες παλαιαιotάσεων. Μπλέ κύκλος = σ1, Πράσινος ρόμβος = σ2, Κόκκινο τετράγωνο = σ3.

ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΠΗΛΑΙΟ - ΣΤΑΥΡΟΣ

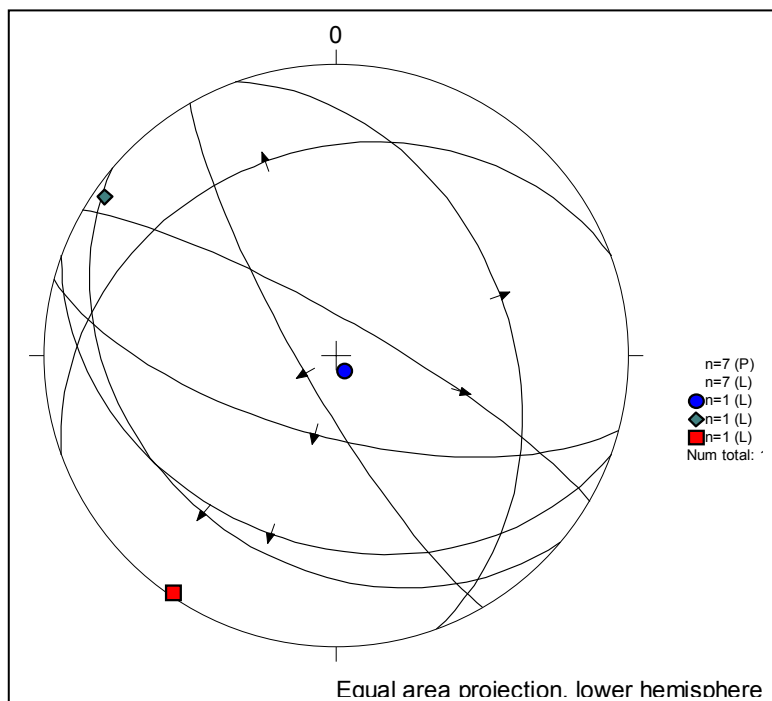
Σημεία : Γ'1, Σ61=Δ8, σ62, Σ31, Β8, Γ10, Γ11



Σχήμα 16 Τεκτονικά διαγράμματα Schmidt των επιφανειών της D2 με τους αντίστοιχους άξονες παλαιότητας. Μπλέ κύκλος = σ1, Πράσινος ρόμβος = σ2, Κόκκινο τετράγωνο = σ3.

ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΗΠΟΥΡΙΟΥ

Σημεία : Δ6 , Δ7, Δ8, Δ9, Δ10, Δ11, Δ12, στ8, Σ510



Σχημα 17 Τεκτονικά διαγράμματα Schmidt των επιφανειών της D2 με τους αντίστοιχους άξονες παλαιωτάσεων. Μπλέ κύκλος = σ1, Πράσινος ρόμβος = σ2, Κόκκινο τετράγωνο = σ3.

Η κινηματική της παραμόρφωσης αυτής εκφράζεται κυρίως με ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης τα οποία παρουσιάζουν κατά θέσεις μικρή ανάστροφη ή κανονική συνιστώσα, καθώς και με κανονικά ρήγματα τα οποία ταξινομήθηκαν στην φάση αυτή, λόγω του συνιζηματογενούς τους χαρακτήρα καθώς και της γεωμετρίας τους.

Συγκεκριμένα, τα ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης, στην πλειοψηφία τους αναπτύσσονται με γενική παράταξη ΒΔ - ΝΑ ενώ υπάρχει μια απόκλιση από την διεύθυνση αυτή έως και 50° (περίπου) κατά θέσεις. Σε πολλές περιπτώσεις τα ρήγματα αυτά δημιουργούν συζηγή ζεύγη, με τη διχοτόμο τους παράλληλη στον άξονα ΒΔ - ΝΑ (**Σχήματα 15, 16**). Στις περιπτώσεις αυτές τα ρήγματα αναπτύσσουν ζώνες κατακλάσεων. Από τις παρατηρήσεις στα διάφορα σημεία διακρίνεται μια τάση των ρηγμάτων με ανάστροφη συνιστώσα, να τοποθετούνται πλησιέστερα στο ρήγμα του Επταχωρίου, ενώ αυτά με κανονική συνιστώσα επικρατούν στα ιζήματα του σχηματισμού Επταχωρίου. Στην περιοχή του Κηπουριού η κανονική συνιστώσα επικρατεί της οριζόντιας. (**Σχήμα 17**)

Εκτός από την παραπάνω ομοιομορφία ως προς τον προσανατολισμό τους, τα ρήγματα που ταξινομήθηκαν στην φάση αυτή παρουσιάζουν συμφωνία και ως προς τον προσανατολισμό των αξόνων των κυρίων τάσεων.

Έτσι ο σ1 αναπτύσσεται με γενική παράταξη ΒΔ - ΝΑ, (μέθοδος Turner 1953) εκτός από την περιοχή του Κηπουριού όπου εμφανίζεται κατακόρυφος και την θέση του παίρνει ο σ2. Ο άξονας σ2 εμφανίζεται σε όλες τις ομάδες ρηγμάτων κατακόρυφος, ενώ ο σ3 παρατάσσεται παράλληλα στην διεύθυνση ΒΑ - ΝΔ.

Το D2 γεγονός χαρακτηρίζεται από ένα γενικό εφελκισμό στην διεύθυνση του σ3 και από μια μικρής κλίμακας τοπική συμπίεση, στην διεύθυνση του σ1, ενώ οι συμπιεστικές δομές απουσιάζουν από την φάση αυτή. Τα ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης δημιουργούν μια γεωμετρία που όπως φαίνεται στο χάρτη των αεροφωτογραφιών φαίνεται να συμφωνεί με την συμπεριφορά Coulomb αφού σε αρκετές περιπτώσεις δημιουργούνται ζεύγη συζηγών επιφανειών τα οποία σχηματίζουν γωνία με τον σ1 30°.

Η διάταξη και ανάπτυξη των τεκτονικών στοιχείων της D2 σε μια ζώνη παράλληλα στο ρήγμα Επταχωρίου σε συνδιασμό με το γεγονός ότι εμφανίζουν και χαρακτήρες συμπίεσης πλησιέστερα σ' αυτό αποτελούν ενδείξεις για την λειτουργία του ρήματος κατά την δράση του D2.

Για τη περιοχή Κηπουριού αξίζει να σημειωθεί ότι η διαφορετική της εξέλιξη διαπιστώνεται και από τον Δούτσο et.al. (1994).

Γ. D3 Τεκτονικό γεγονός

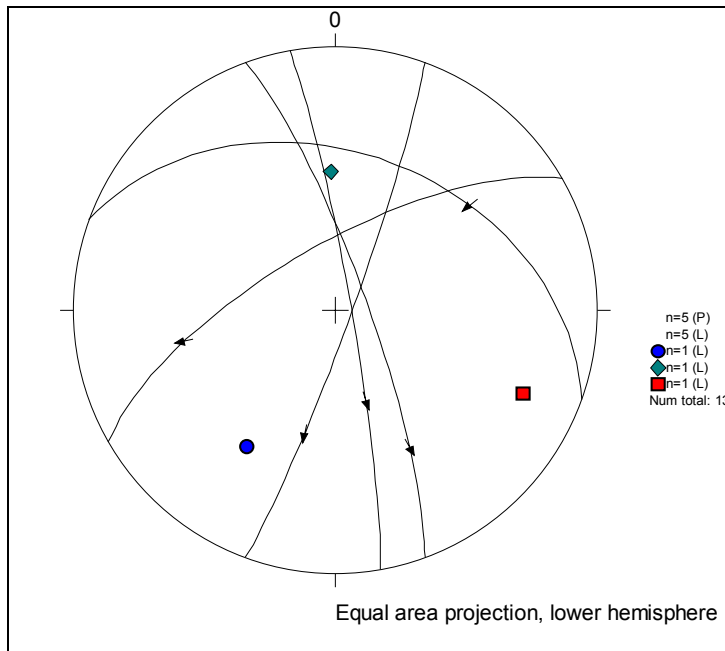
Το γεγονός αυτό διαδέχτηκε το D2 και εμφανίζεται σε πολλές περιπτώσεις να κόβει τις δομές αυτού του γεγονότος. Έτσι παρατηρείται συχνά δυο γραμμώσεις με διαφορετική κινηματική (D2 - D3) να συναντώνται κατά μήκος μιας επιφάνειας η οποία είχε δημιουργηθεί κατά το D2.

Το D3 χαρακτηρίζεται από δυο ομάδες κύριων ρηγμάτων οριζόντιας μετατόπισης με παρατάξεις ΒΑ - ΝΔ (κυρίως δεξιόστροφα) και ΔΒΔ - ΑΝΑ (κυρίως αριστερόστροφα). Οι επιφάνειες εμφανίζονται συνήθως κατά συζυγή ζεύγη. **(Σχήμα 18)** Ο συμπιεστικός χαρακτήρας του D3 εκφράζεται με μια ανάστροφη συνιστώσα, η οποία αναπτύσσεται σε αρκετές από τις επιφάνειες με δεξιόστροφη οριζόντια μετατόπιση, ενώ στις αριστερόστροφες οι κινήσεις είναι πλαγιοκανονικές. Όπως φαίνεται η γεωμετρία των δομών του D2 είναι παρόμοια με αυτή του D3 με μια αντικατάσταση του σ1 από του σ3

και αντίστροφα. Το γεγονός αυτό διευκόλυνε την δράση του D3 σε προϋπάρχουσες δομές του D2 που προαναφέρθηκε.

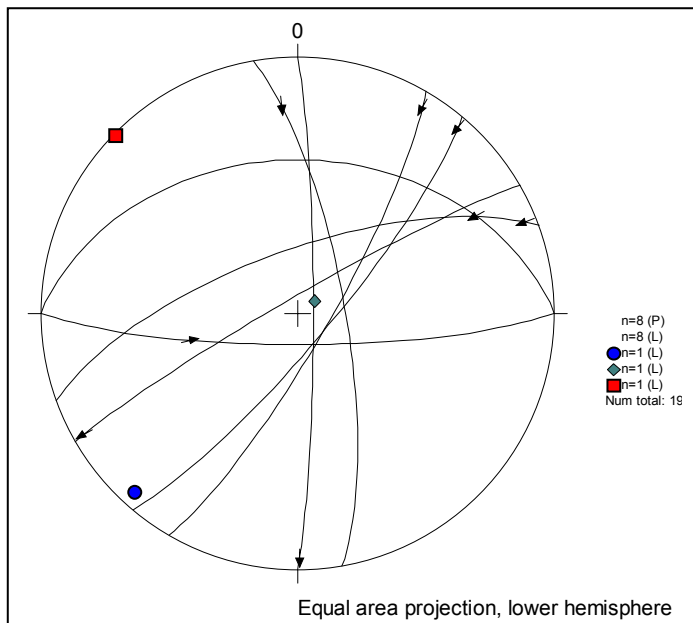
ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΡΟΣΒΟΡΟ – ΑΛΑΤΟΠΕΤΡΑ

Σημεία T'3, T'6, B5, Στ3



ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΝΑΒΡΥΤΑ - ΖΙΑΚΑΣ

Σημεία : Γ4=Z3, Γ12, Γ13, Γ14, Γ15, Γ16, Γ17, Δ9, B1, Z4

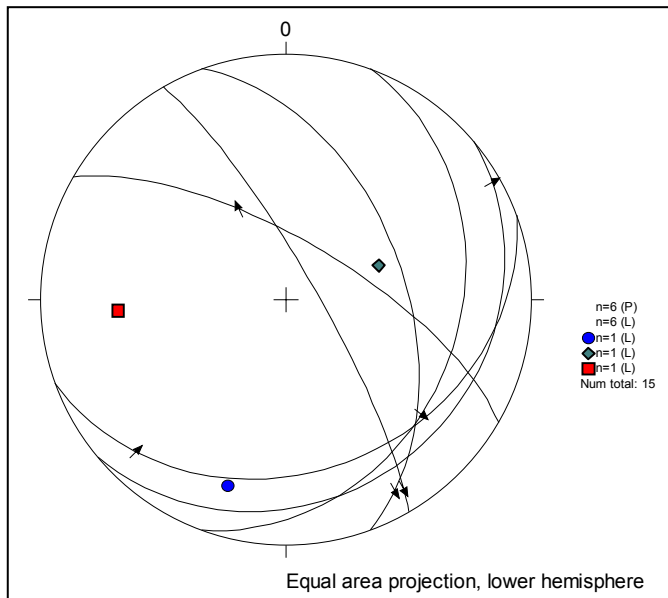


Σχήμα 18 Τεκτονικές επιφάνειες του D3 στα ιζήματα της Με.Α. για τις περιοχές που αναφέρονται. Μπλέ κύκλος = σ1, Πράσινος ρόμβος = σ2, Κόκκινο τετράγωνο = σ3.

ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΕΡΙΒΟΛΑΚΙ

Σημείο: Δ2

Σημείο E7

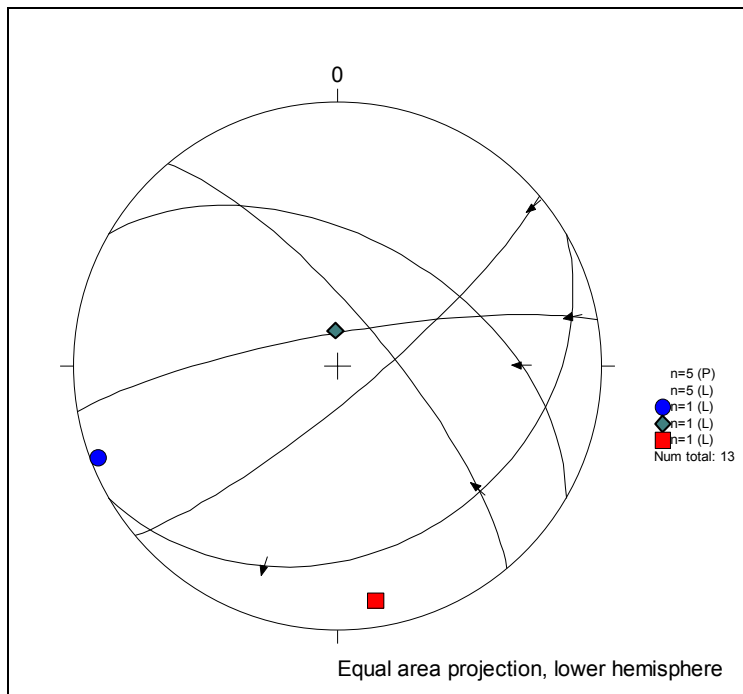


Επαφή σχ. Επταχωρίου με υπόβαθρο (φλύσχης , οφιόλιθοι)

Σχήμα 19 Τεκτονικές επιφάνειες του D3 στην επαφή των σχηματισμών της Με.Α. με τους σχηματισμούς του υποβάθρου (δυο σημεία) και οι άξονες των παλαιοτάσεων για καθένα. Μπλέ κύκλος = σ1, Πράσινος ρόμβος = σ2, Κόκκινο τετράγωνο = σ3.

ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΡΙΚΩΜΟ - ΜΟΝΑΧΙΤΙ

Σημεία : B10, B11, B12, B14, Σ64, Σ65, Σ66



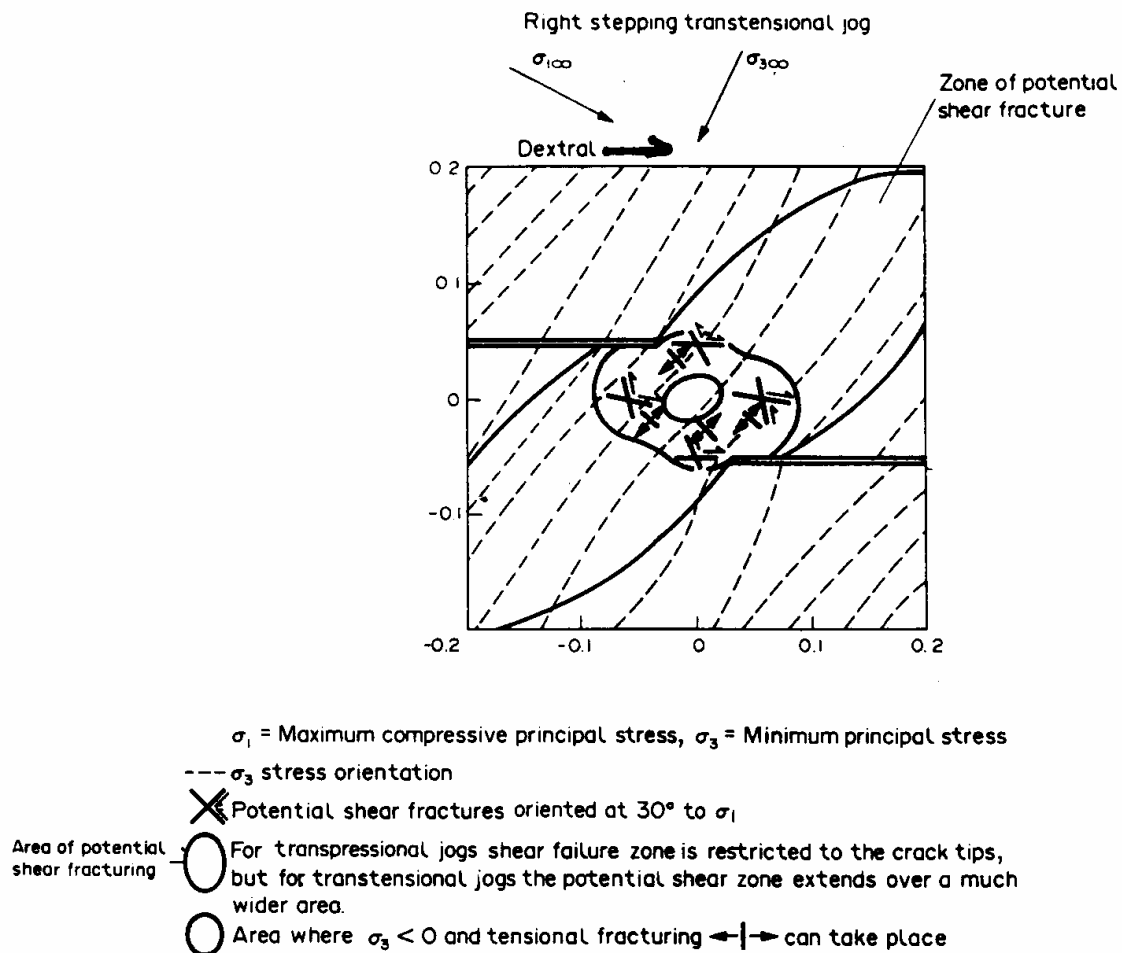
Σχήμα 20 Επιφάνειες του D3 στο βόρειο άκρο της λεκάνης Κρανιας και στην περιοχή που αναφέρεται. Μπλέ κύκλος = σ1, Πράσινος ρόμβος = σ2, Κόκκινο τετράγωνο = σ3.

Από τον προσδιορισμό των παλαιοτάσεων προκύπτει ότι ο σ1 είναι οριζόντιος / υποοριζόντιος με παράταξη BA - ΝΔ. Ο σ2 είναι σχεδόν κατακόρυφος και ο σ3 οριζόντιος / υποοριζόντιος με γενική παράταξη ΒΔ - ΝΑ, (μέθοδος Turner 1953). Το πεδίο αυτό χαρακτηρίζεται από συμπίεση παράλληλα στην διεύθυνση του σ1 και από εφελκυσμό παράλληλα στον σ3 όπως περιγράφηκε και στα προηγούμενα.

Εκτός από τις δομές που συναντώνται στα ιζήματα της Με.Α. (σχηματισμοί Επταχωρίου και Πενταλόφου), η δράση του D3 διαπιστώνεται τόσο στην επαφή των σχηματισμών αυτών με τους σχηματισμούς του υποβάθρου (**Σχήμα 19**), καθώς και κατά μήκος του βόρειου ορίου της λεκάνης της Κρανιας (**Σχήμα 20**), το οποίο όπως αναφέρθηκε ήταν τεκτονικά ενεργό κατά το D1 με παρόμοια χαρακτηριστικά. Στην πρώτη περίπτωση διαπιστώνεται μια κινητικότητα κατά μήκος του ρήγματος επταχωρίου η οποία εκφράζεται με δεξιόστροφα ρήγματα μεταξύ της μολάσσας και των ασβεστολίθων - σε ένα σημείο – και του υποκείμενου φλύσχη, σε άλλο σημείο με παράταξη Β-Ν και ΒΑ-ΝΔ αντίστοιχα. Τα ρήγματα αυτά φαίνεται να εξελίσσονται παράλληλα στην ήδη

διαμορφωμένη, από τα προηγούμενα τεκτονικά γεγονότα, επιφάνεια του ρήγματος Επταχωρίου. Στην δεύτερη περίπτωση, παρατηρούνται δεξιόστροφα ρήγματα με παράταξη ΒΑ - ΝΔ και αριστερόστροφα ρήγματα με παράταξη ΒΔ - ΝΑ ενώ μετρήθηκε ένα ρήγμα με παράταξη Α - Δ. Όμοια με τη πρώτη περίπτωση τα ρήγματα φαίνεται να αναπτύσσονται παράλληλα σε μια ρηξιγενή δομή που πιθανώς ορίζει το βόρειο άκρο της λεκάνης.

Μια γενική παρατήρηση που αφορά στην γεωμετρική σχέση των ρηγμάτων της D3 είναι ότι και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις οι συζυγείς ρηξιγενείς δομές που εντοπίστηκαν παρουσιάζουν έντονη ομοιότητα ως προς τη γεωμετρία και την κινηματική τους με τις αντίστοιχες δομές Riedel που αναπτύσσονται σε μια δεξιόστροφη ζώνη. (Σχήμα 21)



Σχήμα 21 Γεωμετρία δομών που αναπτύσσονται σε μια ζώνη δεξιόστροφης οριζόντιας μετατόπισης (από Segall & Pollard 1980).

Σύμφωνα με τη παραπάνω θεώρηση το πεδίο τάσεων του D3 θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως πεδίο πλάγιας συμπίεσης (transpressional).

Δ. D4 Τεκτονικό γεγονός

Αποτελεί το τελευταίο και νεώτερο χρονικά γεγονός το οποίο καταγράφηκε στους σχηματισμούς της περιοχής μελέτης ενώ σύμφωνα με άλλους ερευνητές έδρασε σε όλη την έκταση της Με.Α. (Δούτσος, 1994, Μουντράκης – Κίλιας, 1993)

Χαρακτηρίζεται από έναν γενικότερο εφελκυσμό ο οποίος δημιούργησε κανονικά ρήγματα με παρατάξεις που ποικίλουν από BBA – NNΔ έως Α – Δ. Συγκεκριμένα διαπιστώθηκαν δύο κύριες ομάδες ρηγμάτων.

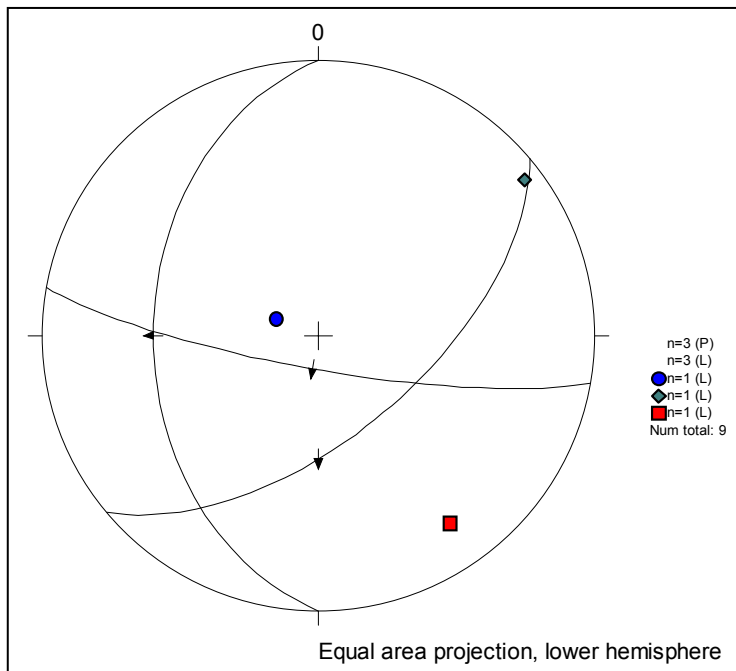
Η πρώτη αναπτύσσεται κυρίως στα πετρώματα των σχηματισμών Πενταλόφου και Επταχωρίου (Ανατολικά των χωριών Αναβρυτά, Αλατόπετρα) με φορά κίνησης προς τα NNA. Από τον προσδιορισμό των παλαιοτάσεων προέκυψε ένας σ1 κατακόρυφος με τους σ3 και σ2 παράλληλους στις διευθύνσεις BBA – NNA και ΔNΔ – ABA.

Η δεύτερη η οποία περιορίζεται στους σχηματισμούς της Με.Α στην περιοχή ανατολικά της λεκάνης Κρανιάς χαρακτηρίζεται από εφελκυσμό παράλληλα στη διεύθυνση BA – NΔ με φορά κίνησης προς κυρίως NA ενώ μετρήθηκαν μερικά ρήγματα με παράταξη BΔ – NA και φορά προς τα BA. Ο σ1 είναι κατακόρυφος ενώ οι σ2 και σ3 είναι σχεδόν οριζόντιοι και παράλληλοι στις διευθύνσεις BBA – NNΔ και ΔBΔ – ANA αντίστοιχα. **(Σχήματα 22, 23)**

Το D4 τεκτονικό γεγονός θεωρείται υπεύθυνο για τη διαμόρφωση της σημερινής μορφολογίας της λεκάνης και οι δομές που αναπτύσσονται με τη δράση του επηρεάζουν και μετατοπίζουν όλες τις προηγούμενες.

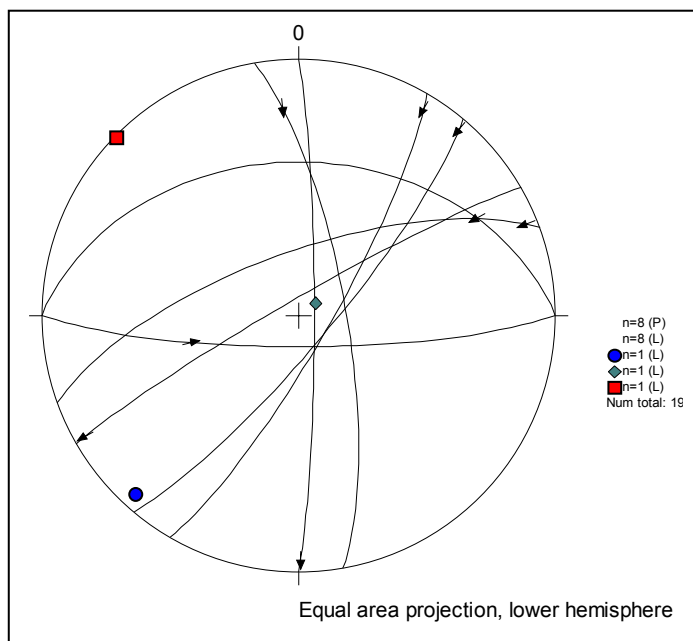
ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΡΟΣΒΟΡΟ – ΑΛΑΤΟΠΕΤΡΑ

Ομάδα 3). Σημεία Στ6, Β7, Τ΄΄5



ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΝΑΒΡΥΤΑ - ΖΙΑΚΑΣ

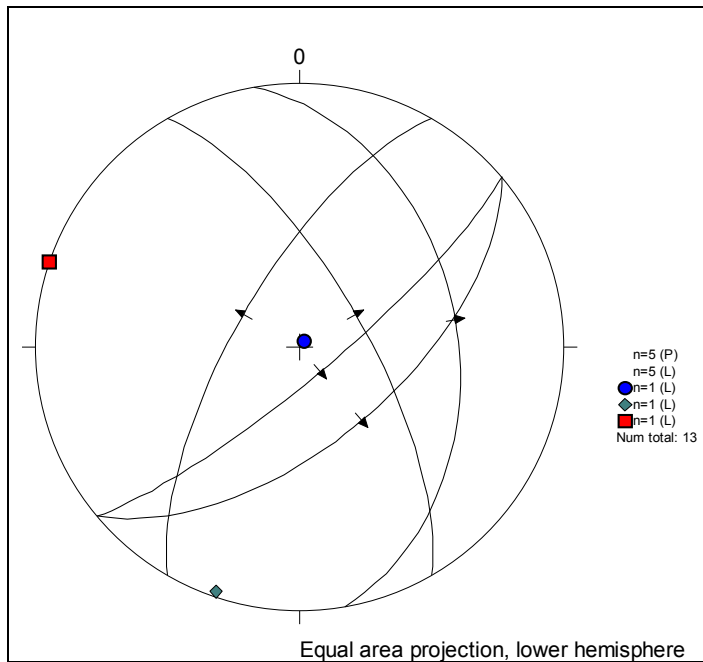
Σημεία : Γ4=Ζ3, Γ12, Γ13, Γ14, Γ15, Γ16, Γ17, Δ9, Β1, Ζ4



Σχήμα 22 Διαγράμματα για την D4 παραμόρφωση κατά περιοχή με τους αντίστοιχους άξονες παλαιότητας. Μπλέ κύκλος = σ1, Πράσινος ρόμβος = σ2, Κόκκινο τετράγωνο = σ3.

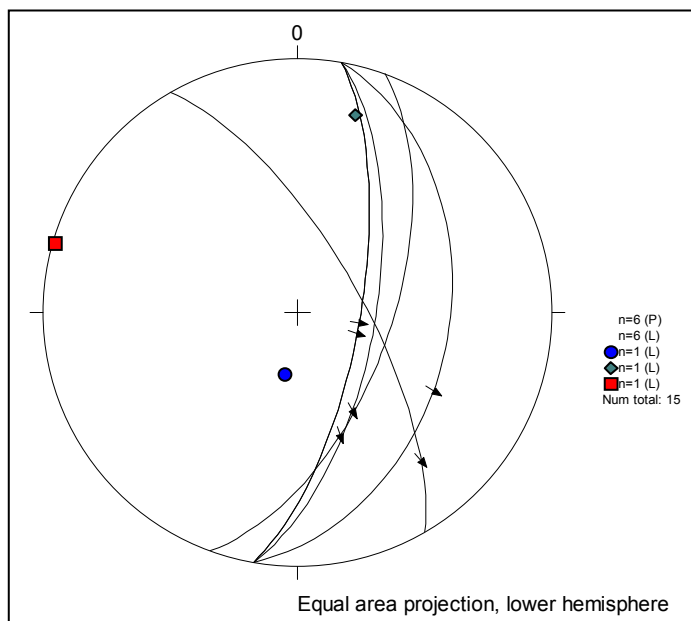
ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΡΙΚΩΜΟ - ΜΟΝΑΧΙΤΙ

Σημεία : B10, B11, B12, B14, Σ64, Σ65, Σ66



ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΗΠΟΥΡΙΟ

Σημεία : Δ6, Δ7, Δ8, Δ9, Δ10, Δ11, Δ12, στ8, Σ510



Μπλε κύκλος = σ1, Πράσινος ρόμβος = σ2, Κόκκινο τετράγωνο = σ3

Σχήμα 23 Διαγράμματα για την D4 παραμόρφωση κατά περιοχή με τους αντίστοιχους άξονες παλαιότητας. Μπλέ κύκλος = σ1, Πράσινος ρόμβος = σ2, Κόκκινο τετράγωνο = σ3.

6.2 Χρονολόγηση τεκτονικών γεγονότων

Η σχετική και απόλυτη χρονολόγηση των τεκτονικών γεγονότων έγινε με βάση γεωλογικά και τεκτονικά κριτήρια. Ελήφθησαν υπ' όψιν οι χρονικές σχέσεις αποτύπωσης των γραμμώσεων διαφορετικών γεγονότων σε κοινές επιφάνειες καθώς και η σχέση των δομών καθενός από αυτά με την ιζηματογέννεση που πιθανώς συνέβαινε κατά την περίοδο ανάπτυξής τους (συνιζηματογεννείς, μεταιζηματογεννείς τεκτονικές δομές).

Σύμφωνα με τα παραπάνω η ιστορική εξέλιξη των τεκτονικών γεγονότων έχει ως εξής:

Το D1 τεκτονικό γεγονός συνέβη παράλληλα με την ιζηματογέννεση στη λεκάνη Κρασιάς και η ηλικία του τοποθετείται στο μέσω – άνω Ηώκαινο – κατώτερο Ολιγόκαινο οπότε και τερματίζεται η ιζηματογέννεση. Θεωρείται υπεύθυνο για την συμπίεστική τεκτονική που αποτυπώνεται στα ιζήματα της λεκάνης καθώς και για την ανύψωση και χέρσευση αυτής.

Η αλλαγή των τεκτονικών συνθηκών από συμπίεστικές (μέχρι το κάτω Ολιγόκαινο) σε εφελκυστικές (έναρξη ιζηματογέννεσης στην κύρια Με.Α.) σηματοδοτεί την έναρξη του D2. Η δράση του συνεχίστηκε μέχρι και τη περίοδο απόθεσης των πρώτων ιζημάτων του σχηματισμού Πενταλόφου καθώς υπάρχουν ενδείξεις για συνιζηματογεννείς δομές, του D2, στους σχηματισμούς αυτούς.

Το ακριβές χρονικό όριο μεταξύ του D2 και του D3 είναι δύσκολο να προσδιοριστεί από τις παρατηρήσεις που γίνανε στη περιοχή μελέτης. Παρόλα αυτά θεωρείται ότι το D3 έδρασε μετά την απόθεση των κατώτερων και μεσαίων στρωμάτων του σχηματισμού Πενταλόφου, καθώς παρατηρήθηκαν τεκτονικές επιφάνειες που ανήκουν σ' αυτό, να τέμνουν τα παραπάνω στρώματα. Σε κάθε περίπτωση απαιτούνται επιπλέον έρευνες για έναν τέτοιο προσδιορισμό. Θεωρώντας ότι το D3 είναι το τελευταίο συμπίεστικό γεγονός που έδρασε στην Με.Α., καθώς δεν καταγράφεται κάποιο νεότερό του, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι αυτό ήταν υπεύθυνο και για την ανύψωση της λεκάνης ή τουλάχιστον συνέβαλε σε αυτήν. Επομένως το ανώτερο χρονικό όριο του D3 τοποθετείται κάπου στο τέλος Μιωκαίνου με αρχές Πλιοκαίνου.

Τέλος το D4 εφελκυστικό γεγονός θεωρείται ως το νεότερο καθώς οι δομές του τέμνουν τις αντίστοιχες όλων των προηγούμενων γεγονότων ενώ συγχρόνως διαμορφώνουν έντονα τη σημερινή μορφολογία της λεκάνης.

Από την μέχρι τώρα μελέτη και την ταξινόμηση των επιμέρους τεκτονικών γεγονότων που έδρασαν στη Με.Α. προκύπτουν κάποια συμπεράσματα που αντιπροσωπεύουν την εξέλιξη αυτής.

Μια σημαντική διαπίστωση είναι ότι η Με.Α. δεν είναι μια εννιαία λεκάνη αλλά όμως εξελίχτηκε σε διαδοχικά στάδια. Το κάθε ένα στάδιο χαρακτηρίζεται από διαφορετική τεκτονική εικόνα ως και από διαφορετικό περιβάλλον ιζηματογέννησης. Διαπιστώνεται ότι ο χώρος στον οποίο αναπτύχθηκε η Με.Α. διαμορφώθηκε σε μεγάλο βαθμό από τεκτονικές δυνάμεις που προκάλεσαν ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης, οι οποίες σχετίζονται με την προς τα δυτικά τοποθέτηση των Εσωτερικών Ελληνίδων επί των Εξωτερικών.

Ο αρχικός σχηματισμός και η εικόνα της λεκάνης Κρανιάς, της οποίας η ιζηματογέννηση αντιπροσωπεύει το πρώτο στάδιο της εξέλιξης της Με.Α., δεν μπορούν να προσδιορισθούν από τα δεδομένα που διατίθενται στην παρούσα εργασία. Τα ιζηματολογικά γνωρίσματα των σχηματισμών της σχετίζονται πάντως με βύθιση της λεκάνης κατά τη διάρκεια των αρχικών σταδίων. Από τα τεκτονικά γεωμετρικά στοιχεία της παρούσας εργασίας διαπιστώνεται ένα συμπιεστικό τεκτονικό συμβάν στο Μέσω - Άνω Ηώκαινο με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ, το οποίο έδρασε για κάποια περίοδο τουλάχιστον ταυτόχρονα με την απόθεση των ιζημάτων στην λεκάνη και συνεχίστηκε πιθανόν μέχρι το Μέσω Ολιγόκαινο. Η παραπάνω παραδοχή θεωρείται ένα επιχείρημα για την αρχική προδιάθεση σχηματισμού της κυρίως Με.Α. ως και την ανύψωση των πρώτων σχηματισμών που αποτέθηκαν σ' αυτή.

Έξαιτίας της συμπίεσης αυτής, αρχικά δημιουργήθηκαν ανάστροφα ρήγματα και πτυχώσεις στους σχηματισμούς της λεκάνης. Στο δυτικό καθώς και βόρειο περιθώριο, όπου εμφανίζονται οι παλαιότεροι σχηματισμοί, τα φαινόμενα είναι πιο έντονα, ενώ στο κεντρικό τμήμα που καλύπτεται από νεότερους σχηματισμούς είναι μικρότερης έντασης. Η μεταβολή αυτή εξαρτάται από το χρόνο και το χώρο απόθεσης των ιζημάτων, δηλαδή οφείλεται στη σταδιακή μεταβολή της τεκτονικής καταπόνησης που υφίσταται η λεκάνη καθώς και στη διαφορετική γεωμετρική εικόνα που αναπτύσσεται στα διάφορα τμήματα αυτής. Συγκεκριμένα, με την πάροδο του χρόνου η ένταση της συμπίεσης φθίνει, ως αποτέλεσμα μεταβολών στο πεδίο των τάσεων καθώς και των ανοδικών κινήσεων που

υφίσταται ο ευρύτερος χώρος. Η διαφορετική γεωμετρική εικόνα με την οποία εκδηλώνεται η τεκτονική στον χώρο της λεκάνης, οφείλεται στο σχηματισμό ρηγμάτων τύπου οριζόντιας μετατόπισης στα περιθώρια της. Τα ρήγματα αυτά δημιουργούν ζώνες μυλωνιτικής διάτμησης με έντονη καταπόνηση προς το κέντρο τους με φθίνουσα τάση στη περιφέρεια (Ramsay 1980).

Η συνολική ανύψωση του χώρου που στην συνέχεια αποτέλεσε το δυτικό περιθώριο της Με.Α., έλαβε χώρα στο χρονικό όριο μεταξύ Άνω Ηώκαινο - Κάτω Ολιγόκαινο και σηματοδοτεί την έναρξη του σχηματισμού της κύριας Με.Α.. Αυτή προέκυψε πιθανόν από τη δράση ρηγμάτων τύπου οριζόντιας μετατόπισης επί των σχηματισμών του υποβάθρου τόσο στην περιοχή της λεκάνης Κρανιάς, όσο και στο χώρο ο οποίος στην συνέχεια αποτέλεσε το δυτικό περιθώριο της Με.Α., σε ένα τεκτονικό περιβάλλον πλάγιας συμπίεσης (Transpression). Το δεξιόστροφο ρήγμα οριζόντιας μετατόπισης που εντοπίστηκε στις περιοχές Αλατόπετρα και Σπήλαιο αναφορικά με τους ασβεστόλιθους του υποβάθρου, έδρασε εκείνη την περίοδο και πιθανότατα αποτελεί τμήμα του μεγάλου ρήγματος του Επταχωρίου το οποίο διαμόρφωσε κατά κύριο λόγο το δυτικό όριο της Με.Α., από τότε και ακολούθως έως στη συνέχεια.

Οι μεταβολές από ένα περιβάλλον καθαρής συμπίεσης (Μέσω - Άνω Ηώκαινο) σε περιβάλλον πλάγιας συμπίεσης στο Κάτω Ολιγόκαινο, οριοθετούν την έναρξη του δεύτερου σταδίου εξέλιξης της Με.Α. Κύριο γώρισμα του επάνω σταδίου είναι η απόθεση των ιζημάτων Επταχωρίου και Πενταλόφου στο μεγαλύτερό τους τμήμα. Η ανοδική κίνηση των σχηματισμών του δυτικού περιθωρίου της Με.Α. συνεχίστηκε και την περίοδο αυτή, με μειωμένη ένταση. Αρχικά λοιπόν, ο σχηματισμός του Επταχωρίου αποτίθεται με ταχείς ρυθμούς ιζηματογένεσης λόγω της ανύψωσης και αποσάθρωσης των σχηματισμών του δυτικού περιθωρίου, ενώ τα υλικά αποσάθρωσης του σχηματισμού αυτού συμμετέχουν στις ανοδικές κινήσεις και περιστρέφονται προς τα ΒΑ. Τα φαινόμενα αυτά επιρρέασαν τα υποκείμενα μέλη του σχηματισμού Πενταλόφου, με σαφώς ηπιότερη δράση. Τα στρώματα εμφανίζονται έτσι λοιπόν περιστραμμένα, αλλά όμως με στρώσεις που δείχνουν μικρή γωνία κλίσης. Τα υπερκείμενα μέλη είναι πιθανόν να μην επηρεάστηκαν από την παραμόρφωση αυτή.

Με την απόθεση των ιζημάτων και του σχηματισμού Πενταλόφου τελειώνει το κύριο τμήμα της ανάπτυξης της Με.Α.. Τα επόμενα στάδια είναι μικρότερης χρονικής διάρκειας και έντασης. Εξάλλου ο κύριος όγκος των ιζημάτων της λεκάνης ανήκει στους σχηματισμούς που αποτέθηκαν μέχρι την περίοδο αυτή.

Το επόμενο στάδιο της εξέλιξης της Με.Α. οριοθετείται μεταξύ της παύσης της λειτουργίας της πλάγιας συμπίεσης και της δράσης ενός εφελκιστικού πεδίου, (D2 παραμόρφωση). Η δράση του παραπάνω πεδίου είχε ως αποτέλεσμα την περαιτέρω διεύρυνση της λεκάνης αυτής, την απόθεση συγχρόνως των τελευταίων σχηματισμών του Τσοτυλίου και της Όντριας. Η συχνή παρουσία ρηγμάτων οριζόντιας μετατόπισης κατά την περίοδο αυτή δείχνει την ύπαρξη καθεστώτος πλάγιου εφελκυσμού με παράταξη παράλληλη στον άξονα ΒΑ-ΝΔ. Η διάρκεια του σταδίου αυτού περιορίζεται μεταξύ Μέσω Μειόκαινο και Άνω Μειόκαινο, οπότε και παύει κάθε γεωλογική δράση στη Με.Α.

Το τελευταίο στάδιο που σχετίζεται με την εξέλιξη της αύλακας τοποθετείται στο Άνω Μειόκαινο ίσως και Κάτω Πλειόκαινο. Την περίοδο αυτή η D3 παραμόρφωση, η οποία χαρακτηρίζεται από ήπια συμπίεση με εκδήλωση κυρίως τοπικών τεκτονικών δομών, οδήγησε στην τελική ανύψωση της λεκάνης. Στη συνέχεια οι σχηματισμοί της Με.Α. υπόκεινται στις διαδικασίες αποσάθρωσης, ενώ ο γενικός εφελκυσμός που επικρατεί από το τέλος του Πλειόκαινου μέχρι σήμερα διαμορφώνει την σημερινή εικόνα αυτής.

Η άποψη που διατυπώθηκε στην παρούσα εργασία, βασίστηκε στις παρατηρήσεις και τις μετρήσεις που διεξήχθησαν στα πλαίσιά της καθώς και στη χρήση προηγούμενης βιβλιογραφίας. Πρόκειται για μια υποθετική παραδοχή που δεν αντικατοπτρίζει την πλήρη και ρεαλιστική εξέλιξη της Με.Α.. Είναι σαφές ότι κάτι θετικό απαιτεί μια λεπτομερέστερη και μια διεξοδικότερη μελέτη γεωλογικών φαινομένων που σχετίζονται με την εξέλιξη αυτή. Οι σύγχρονες μέθοδοι στρωματογραφικής ανάλυσης των ιζηματογενών λεκανών απαιτούν την πλήρη κατανόηση φαινομένων όπως: ο ρυθμός βύθισης, οι ιδιότητες της λιθόσφαιρας στους χώρους δημιουργίας των λεκανών, οι ταχύτητες ιζηματογένεσης και η επίδραση του φορτίου αυτών στην συνολική εξέλιξη της λεκάνης, καθώς και η αλληλεπίδραση όλων αυτών μεταξύ των.-

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aubouin J., 1959, *Contribution à l'étude géologique de la Grèce septentrionale: les confins de l'Épire et de la Thessalie* : Ann. Géol. Pays Hellén., v. 10, pp. 1 - 483.
- Aubouin J., 1974, *Des tectoniques superposées et de leur signification par rapport aux modèles géophysiques. L'exemple des Dinarides; paléotectonique, tectonique, néotectonique* : Bull. Soc. Géol. France, v. 15, pp. 426 – 460.
- Βαμβακά Α. 2004, «Ανατολικό Περιθώριο της Μεσοελληνικής Αύλακας στα Όρη Βούρινος και Βουνάσα: Γεωμετρία, Κινηματική και Εξέλιξη (Διαχείριση δεδομένων με χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών)» : Διατριβή ειδίκευσης.
- Vamvaka A., Kiliass A. & Mountrakis D. Geometry and structural evolution of the Mesohellenic Trough. A new approach: *5th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology Thessaloniki, Greece, 14-20 April 2004*
- Boggs S.J., c1995, *Principles of sedimentology and stratigraphy*: Englewood Cliffs, N. J.: Prentice Hall.
- Brunn J.H., 1956, *Contribution à l'étude géologique du Pinde septentrional et d'une partie de la Macédoine occidentale*: Annales Géologiques des Pays Hellénique, v. 7, pp. 1 -358.
- Brunn J.H., 1960, *Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδος, φύλλο Πεντάλοφος, κλίμακα 1:50.000*: Ι.Γ.Ε.Υ., Αθήνα.
- Busby-Spera C.J., 1988a, *Evolution of a Middle Jurassic back-arc basin, Cedros Island, Baja California: evidence from a marine volcanoclastic apron*: Geological Society of America Bulletin, v. 100, pp. 218 - 233.
- Carey S.N., Sigurdsson H., 1984, *A model of volcanogenic sedimentation in marginal basins*: Geological Society of London Special Publication 16, pp. 37 - 58.
- Crowell J. C., 1982a, *The tectonics of Ridge basin, southern California*, in Crowell J.C., Link M.H. (eds.), *Geologic history of Ridge basin southern California [Book 22]*: Pacific Section, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Los Angeles, pp. 25 - 41.
- Crowell J.C., 1974a, *Sedimentation along the San Andreas fault, California*: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication 19, pp. 292 - 303.
- Crowell J.C., 1974b, *Origin of late Cenozoic basins in southern California*: Society of Econom. Paleontologists and Mineralogists Special Publication 22, pp. 190 - 204.
- Desprairies A., 1979, *Étude sédimentologique des formations à caractère flysch et molasse, Macédoine, Épire (Grèce)*: Mem. Soc. Géolog. France, v.136, pp.1 - 80.

- Dickinson W.R., 1974a, *Sedimentation within and beside ancient and modern magmatic arcs*: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication 19, pp. 230 - 239.
- Dickinson W.R., 1974b, *Plate tectonic and sedimentation*, Tusla, Okla: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists.
- Dickinson W.R., Snyder W.S., 1978, *Plate tectonics of the Laramide orogeny*: Geological Society of America Memoir 151, pp. 355 - 366.
- Doutsos T., Koukouvelas I., 1994, *Extensional Structures in the Central Part of the Mesohellenic Trough*: Münster. Forsch. Geol. Paläont., v. 76/6S./4 Abb., pp. 407 - 412.
- Doutsos T., Koukouvelas I., Zelilidis A., Kontopoulos N., 1994, *Intracontinental wedging and post-orogenic collapse in the Mesohellenic trough*: Geologische Rundschau, v. 83, pp. 257 - 275.
- Ferrière J., Reynaud J.-Y., Migiros G., Proust J.-N., Bonneau M., Pavlopoulos A., Houze A., 1998, *Initiation d'un bassin transporté : l'exemple du « sillon méso-hellénique » au Tertiaire (Grèce)*: Elsevier/ Geodynamics, C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la terre et des planètes, v. 326, pp. 567 - 574.
- Flemings P.B., Nelson S.N., 1991, *Paleogeographic evolution of the latest Cretaceous and Paleocene Wind River basin*: The Mountain Geologist, v. 28, pp. 37 - 52.
- Hancock P.L., 1994, *Continental Deformation*, Oxford; New York: Pergamon Press.
- Ingersoll R.V., 1988b, *Tectonics of sedimentary basins*: Geological Society of America Bulletin, v. 100, pp. 1704 - 1719.
- Jonk R., Biermann C., 2002, *Deformation in Neogene sediments of Sorbas and Vera Basins (SE Spain): constraints on simple – shear deformation and rigid body rotation along major strike – slip faults*: Journal of Structural Geology 24, pp. 967 – 977.
- Kilias A., Tranos M., Mountrakis D., Shallo M., Marto A., Turku I., 2000, *Geometry and kinematics of deformation in the Albanian orogenic belt during the Tertiary*: Elsevier, Journal of Geodynamics, Pergamon Press, pp. 169 - 187.
- Κουμαντάκης Ι., 1980, *Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδος, φύλλο Παναγία, κλίμακα 1:50.000*: Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.
- Mann P., Hempton M.R., Bradley D.C., Burke K., 1983, *Development of pull-apart basins*: Journal of Geology, v. 91, pp. 529 - 554.
- Μαυρίδης Α., Ματαράγκας Δ., 1979, *Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδος, φύλλο Αγιοφύλλον, κλίμακα 1:50.000*: Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.
- Μαυρίδης Α., Κελεπερτζής Α., 1985, *Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδος, φύλλο Κνίδη, κλίμακα 1:50.000*: Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.
- Mountrakis D., Kilias A., Zouros N., 1992, *Kinematic analysis and Tertiary evolution of the Pindos – Vourinos, ophiolites (Epirus – Western Macedonia, Greece)*: Bull. Geol. Soc. Greece, v. XXVIII/ 1, pp. 111 - 124.
- Μουντράκης Δ.Μ., 1985, *Γεωλογία της Ελλάδας*, University Studio Press, Θεσσαλονίκη.

- Πάγκαλος Γ., 1999, *Βάσεις δεδομένων (Τράπεζες πληροφοριών). Θεωρία-Σχεδιασμός-Εφαρμογές*, Αδερφών Κυριακίδη Α.Ε. Θεσσαλονίκη.
- Reading H.G., 1978, *Sedimentary environments and facies*, New York: Elsevier: sole distribution in U.S.A. and Canada, Elsevier North-Holland.
- Savoyat E., Λαλεχός Ν., 1969, *Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδος, φύλλο Τρίκαλα, κλίμακα 1:50.000*, Ι.Γ.Ε.Υ., Αθήνα.
- Savoyat E., Λαλεχός Ν., 1972, *Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδος, φύλλο Καλαμπάκα, κλίμακα 1:50.000*, ΕΘ.Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.
- Savoyat E., Μονόπωλης Δ., 1972, *Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδος, φύλλο Γρεβενά, κλίμακα 1:50.000*, Ι.Γ.Ε.Υ., Αθήνα.
- Stow Dorrik A.V., Mayall Mike, 2000, *Deep – water sedimentary systems: New models for the 21st century*: Marine and Petroleum Geology 17, pp. 125 – 135.
- Σταμάτης Α., 1987, *Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδος, φύλλο Δεσκάτη, κλίμακα 1:50.000*: Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.
- Van Driel J. N., 1989, *Three dimensional display of geological data*. Three dimensional applications in Geographic Information Systems, Taylor and Francis, London, New York, Philadelphia.
- Wilson J., 1993, *The anatomy of the Krania basin, North - West Greece*: Bull. Geol. Soc. Greece, vol. XXVIII / 1, pp. 361-368.
- Zadeh Ismail A. T., 1998, *The Devonian to Permian subsidence mechanisms in basins of the East – European platform*: J. Geodynamics Vol. 26, No. 1, pp. 69 – 83.
- Zelilidis A., Piper D.J.W., Kontopoulos N., 2002, *Sedimentation and basin evolution of the Oligocene – Miocene Mesohellenic basin, Greece*: A.A.P.G. (American Association of Petroleum Geologists) Bulletin, v. 86, No.1, pp.161-182.
- Zelilidis A. et Kontopoulos N.1996, *Significance of fan deltas without toe-sets within rift and piggy-back basins : examples from the Corinth graben and the Mesohellenic trough*, Central Greece, Sedimentology, 43, 253-262
- Zygojannis, N. and C. Muller, 1982, *Nannoplankton – biostratigraphie der tertiaren Mesohellenischen Molasse* (Nordwest Griechenland): Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, v. 133, p.445-455.
- Zygojannis, N. & Sidiropoulos, D. (1981): *Schwermineralverteilungen und palaeogeographische Grundzuge der tertiaren Molasse in der Mesohellenischen Senke, Nordwestgriechenland.-N.Jb. Geol.Palaont. Mh., 1981: 100-128; Stuttgart.*

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Οι παρατηρήσεις που έγιναν σε διάφορα σημεία της περιοχής μελέτης.

Επταχώρι

		Ανάστροφα	Δεξιόστροφα	Αριστερόστροφα	Απροσδιόριστα / πολυφασικά	Στρώση
Υπόβαθρο						
Δυτικό όριο Με..Α.	70 / 60 1					
Κρασιάς						
Επταχωρίου	270 / 40 2 240 / 80 δευ 2 120 / 80 : 60 / 40 3 300 / 80 6	230 / 70 κυρ 2	260 / 90 : 170 / 40 dextral ????? 3 130 / 80 : 210 / 10 7		20 / 80 : 340 / 70 5 120 / 65 ? 100 / 0 ? 350 / 70 ? 4	
Πενταλόφου						

Μεσολούρι

	Κανονικά	Ανάστροφα	Δεξιόστροφα	Αριστερόστροφα	Απροσδιόριστα / πολυφασικά	Στρώση
Υπόβαθρο	325 / 55 8 185 / 75 S1: 150 / 70 9 S2: 110 / 40 S3: 70 / 50					
Δυτικό όριο Με..Α.						
Κρανιάς						
Επταχωρίου ????????? Πενταλόφου		40 / 70 16	170 / 40 : 80 / 20 17 180 / 70 : 90 / 15 17			30 / 60 10 30 / 80 11 60 / 80 12 30 / 85 13 40 / 65 15 60 / 40 14 50 / 50 17
Πενταλόφου						

Αλατόπετρα

	Κανονικά	Ανάστροφα	Δεξιόστροφα	Αριστερόστροφα	Απροσδιόριστα / πολυφασικά	Στρώση
Υπόβαθρο		330 / 30 27	70 / 90 : 160 / 40 27 20 / 75 κανον 30 / 85 : 120 / 75 πρωτη δεξ 27 130 / 30 δευτ καν 80 / 50 : 130 / 0 27		220 / 60 : 170 / 45 ? 27 210 / 80 : 130 / 30	
Δυτικό όριο Με..Α.					Μολας / οφιολ 310 / 90 25	340 / 90 25
Κρασιάς						
Επταχωρίου	140 / 60 : 190 / 60 26 210 / 60 25	20 / 40 : 50 / 30 25	240 / 85 : 170 / 70 25 150 / 10 110 / 85 : 170 / 45 δεξ 26 } συζυγή 330 / 70 : 260 / 40	20 / 80 : 300 / 10 29 50 / 75 παλαιότερο ? 220 / 80 : 140 / 50 25	60 / 60 : 30 / 50 καν κύρια 28 340 / 20 ?? 70 / 60 ανας 320 / 70 : 70 / 20 ? 26	50 / 60 24 30 / 70 25 20 / 70 29 60 / 60 28 50 / 50 26 20 / 60 26
Πενταλόφου	190 / 80 20 270 / 40 21	18 : 40 / 75 : 130 / 40	80 / 85 : 160 / 50 19 ????? δεξ ή αρ 70 / 80 : 150 / 40 19			80 / 35 18 40 / 40 19 50 / 50 10 / 30 22 20 – 40 / 50 23

Αναβρυτά

	Κανονικά	Ανάστροφα	Δεξιόστροφα	Αριστερόστροφα	Απροσδιόριστα / πολυφασικά	Στρώση
Υπόβαθρο				320 / 85 : 49 / 0 42		
Δυτικό όριο Με..Α.		30 / 40 140 / 20 : 60 / 5 30	Όριο μολάσσας με φλύσχη ? 160 / 30 : 220 / 5 30 70 / 50 : 150 / 11 41 110 / 30 : 130 / 27 41 60 / 80 : 148 / 10 41	30 / 70 : 320 / 60 30		50 / 60 μολ 30 320 / 50 φλύσχης 30 120 / 40 41
Επταχωρίου	200 / 70 34 100 / 50 40 340 / 80 37 160 / 50 48 150 / 70 47	180 / 60 37 40 / 60 31	130 / 80 : 40 / 5 36 230 / 80 : 320 / 20 36 160 / 85 : 60 / 5 36 140 / 40 : 60 / 5 36 180 / 80: 240 / 50 36 120 / 80 : 40 / 5 35 180 / 85 : 270 / 5 35 ζώνη : παράταξη 20 – 40 180 / 88 : 270 / 50 37 270 / 0 150 / 85 : 220 / 50 (37)? 180 / 80 : 270 / 5 39 200 / 80 : 290 / 5 39 190 / 80 : 100 / 5 39 190 / 50 : 120 / 20 39 70 / 60 : 140 / 30 46	200 / 45 : 155 / 35 39 200 / 80 : 170 / 78 46 ????? 330 / 85 : 240 / 5 36	32 = 31 : 20 / 80 : 320 / 60	160 / 30
Πενταλόφου			350 – 170 / 90 : 5 / 10 80 / 90 : 5 / 10 33	190 / 80 – 90 : 100 / 0 33		40 / 30 33

Σπήλαιο

	Κανονικά	Ανάστροφα	Δεξιόστροφα	Αριστερόστροφα	Απροσδιόριστα / πολυφασικά	Στρώση
Υπόβαθρο	60 / 90				320 / 0	320 / 90
Δυτικό όριο Με..Α.					Περιβολάκι επαφή 50 / 70 ????	350 / 50 44 20 / 60 44 80 / 40 44
Κρασιάς						
Επταχωρίου	170 / 60 επ-πε ? 49 50 / 20 150 / 50 70 / 60 160 / 50 170/ 70 43 60 / 90 45 150 / 50 45	40 / 80	220 / 70 40 / 60 αντιθετικά 70 / 60 : 150 / ? 70 / 50 : 150 / 20 110 / 30 : 130 / ? 60 / 80 : 150 / ? 90 / 85 : 180 / 5 38 340 / 70 : 70 / 5 38 70/70 : 135 /55 ? 44	(Δ.7) : 50 / 60 320 / 85 : 40 / ? 0 / 40 : 60 / 20 38 340 / 70 : 68 / 5 38 340 / 80 : 40 / 80 70 / 5 40 / 80 : 320 / 45 50 / 60 : 350 / 40 53	350 / 30: 320 / 26 Επτ / πεντ ?? 50	40 / 75 51 60 / 30 52
Πενταλόφου						

Μοναχίτι

	Κανονικά	Ανάστροφα	Δεξιόστροφα	Αριστερόστροφα	Απροσδιόριστα / πολυφασικά	Στρώση
Υπόβαθρο						
Δυτικό όριο Με..Α.					80 - 100 / 90 54 210 / 80 (53)	80 – 100 / 90 54
Κρασιάς	200 / 85 300 / 70 57 140 / 60 57 140 / 80 55 60 / 70 62 80 / 40 62	40 / 50 50 / 30 260 / 55 : 220 / 35	140 / 80 : 50 / 5 55 ζωνη δεξ. παρατ.: 320 30 / 55 : 105 / 21 58 150 / 30 : 200 / 20 δε 56 30 / 60 : 316 / 25 58	20 / 80 : 110 / 5 210 / 80 : 290 / 10 10 / 80 : 290 / 70 58 25 / 70 : 331 / 58 58 350 / 80 : 78 / 10 59 30 / 50 : 90 / 31 60 50 / 75 : 131 / 30 61		
Επταχωρίου						
Πενταλόφου						

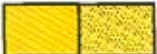
Κηπουρείο

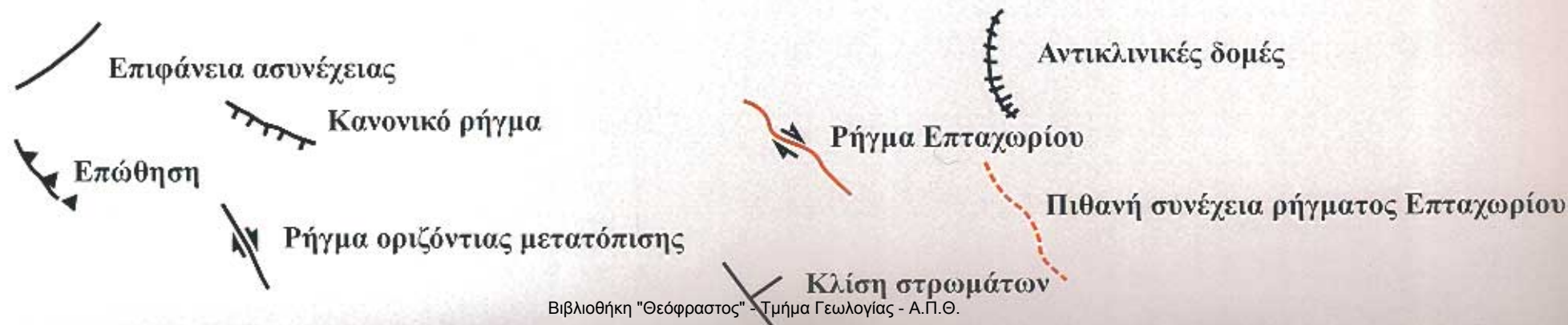
	Κανονικά	Ανάστροφα	Δεξιόστροφα	Αριστερόστροφα	Απροσδιόριστα / πολυφασικά	Στρώση
Υποβαθρο						
Δυτικό όριο Με..Α.						
Κρασιάς						
Επταχωρίου	60 / 70 100 / 70 : 110 / 70 63 240 / 80 68 220 / 30 65 200 / 35 64 340 / 30 64 162 / 55 66 190 / 53 66	195 / 67 : 251 / 52 66	140 / 10 100 / 65 : 150 / 53 67 60 / 70 : 140 / 25 69			
Πενταλόφου						

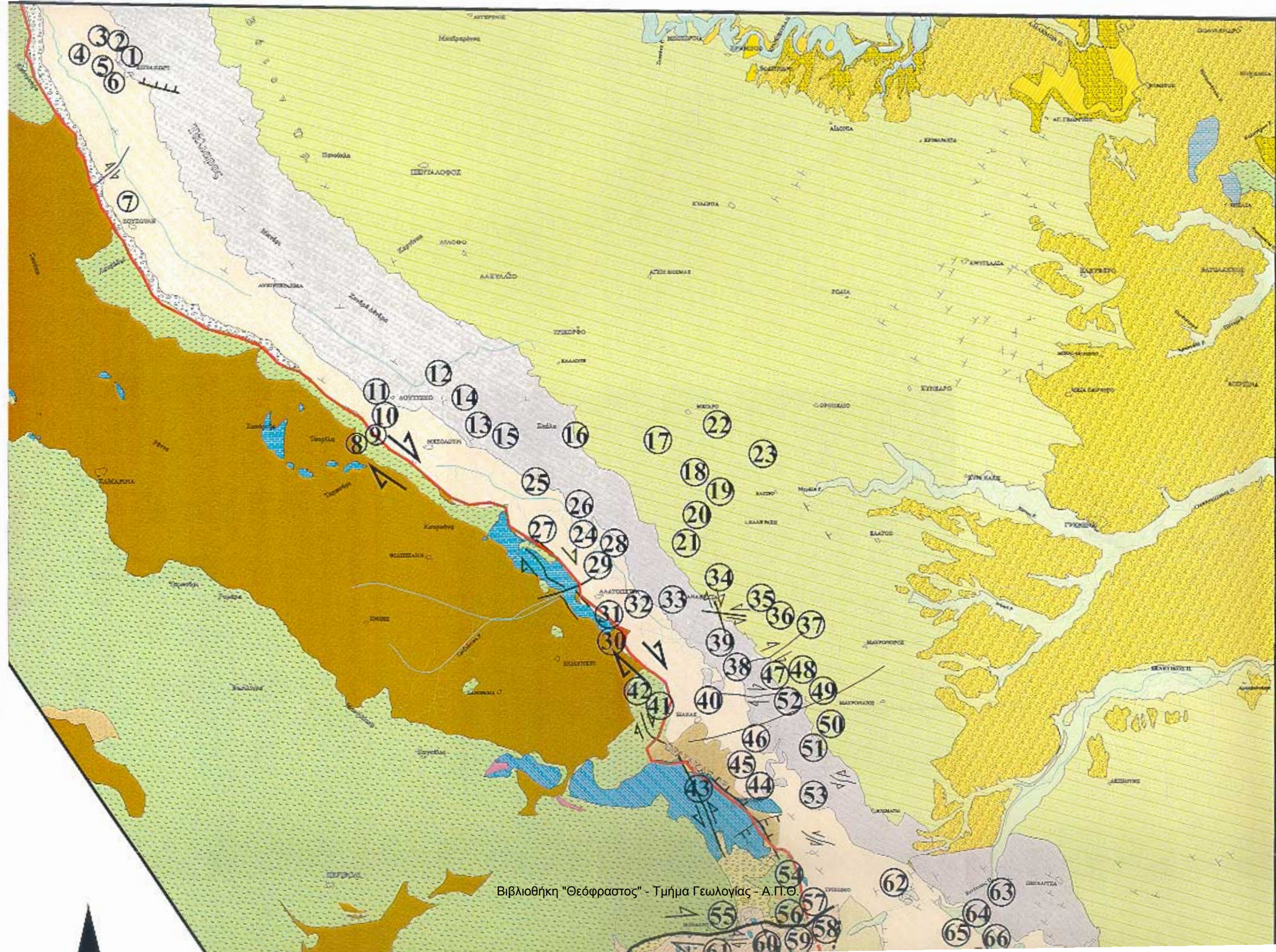
Κρασιά

	Κανονικά	Ανάστροφα	Δεξιόστροφα	Αριστερόστροφα	Απροσδιόριστα / πολυφασικά	Στρώση
Υπόβαθρο						
Δυτικό όριο Με..Α.						
Κρασιάς	190 / 80 70 / 40 70	0 / 40 71 220 / 90 : 220 / 85 72 320 / 50 : 300 / 49 72 220 / 50 73 45 / 60 74 200 / 45 : 240 / 25 75	130 – 310 / 90 130 / 85 : 45 / 45 71 220 / 70 : 160 / 54 72 190 / 85 : 102 / 30 74	240 / 70 : 318 / 29 74 230 / 70 : 309 / 28 74 230 / 70 : 184 / 62 74 250 / 55 : 182 / 28 74		40 / 40 71
Επταχωρίου						
Πενταλόφου						

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

	Αλλουβιακές αποθέσεις		Σειρά Επταχωρίου: Πολυγενή κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, ερυθρές άργιλοι και κίτρινες μάργες
	Πλειόκαινο / Πλειστόκαινο: Αποθέσεις ποταμών και λιμνών		Σειρά Κρανιας: Μολάσσα Κρανιας (ψαμμίτες, ψαμμιτικές και κυανές μάργες)
	Πλευρικά κορήματα παλιά και νέα: Οφιολιθικό τεκτονικό λατυποπαγές		Σειρά Κρανιας: Πολυγενές κροκαλοπαγές
	Σειρά Τσοτυλίου: Σχηματισμοί Τσοτυλίου		Σειρά Κρανιας: Οφιολιθικό λατυποπαγές
	Σειρά Πενταλόφου: Ψαμμίτες Πενταλόφου		Φλύσχης Πίνδου: Φλύσχης Πίνδου(μάργες, ψαμμίτες και κροκαλοπαγή)
	Σειρά Πενταλόφου: Ψαμμίτες και μάργες Ταλιάρου		Ασβεστόλιθοι Κρητιδικού / Ιουρασικού: Μέσω - Ανώτερο Κρητιδικό (ασβεστόλιθοι και λατυποπαγή)
	Σειρά Επταχωρίου: Μάργες Επταχωρίου		Ασβεστόλιθοι Κρητιδικού / Ιουρασικού: Ανώτερο Ιουρασικό (σύμπλεγμα οφιολίθων και πετρωμάτων της Υποπελαγονικής Ζώνης)
	Σειρά Επταχωρίου: Οφειολιθικά κροκαλοπαγή και κροκαλολατυποπαγή		Οφιόλιθοι: Οφιολιθική Σειρά (περιδοτίτες, σερπεντίτες, γάββροι και δολερίτες)
	Σειρά Επταχωρίου: Στρώματα βάσεων της Ολιγόκαινης σειράς		Μεταμορφωμένα πετρώματα: Κερατόλιθοι ή σχιστοκερατόλιθοι
	Σειρά Επταχωρίου: Μολάσσα Κηπουριού		





ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Επωθήση



Ρήγματα Άνω Ηώκαινου- Κατώ Ολιγοκαινο
Και σχετική κίνηση



Ρήγματα Ολιγοκαινο-Μειοκαινο
και σχετική κίνηση



Ρήγματα Μεσώ-Άνω Μειοκαινο



Κανονικά ρήγματα



ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΩΝ ΠΑΛΑΙΟΤΑΣΕΩΝ
(με τα αντιστοιχα διαγράμματα shmitt)

Ηώκαινο-Κατώ Ολιγοκαινο



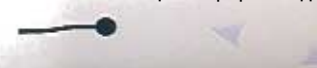
Ολιγοκαινο-Μειοκαινο



Μεσώ-Άνω Μειοκαινο



Μειοκαινο-Τεταρτογενες



Φωτογραμμωση και πιθανη κίνηση



Ρήγμα Επταχώριου και κίνηση κατά θέσεις



Πιθανη συνεχεια ρηγματος Επταχώριου



ΟΡΙΑ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

ΥΠΟΒΑΘΡΟ-ΚΡΑΝΙΑ



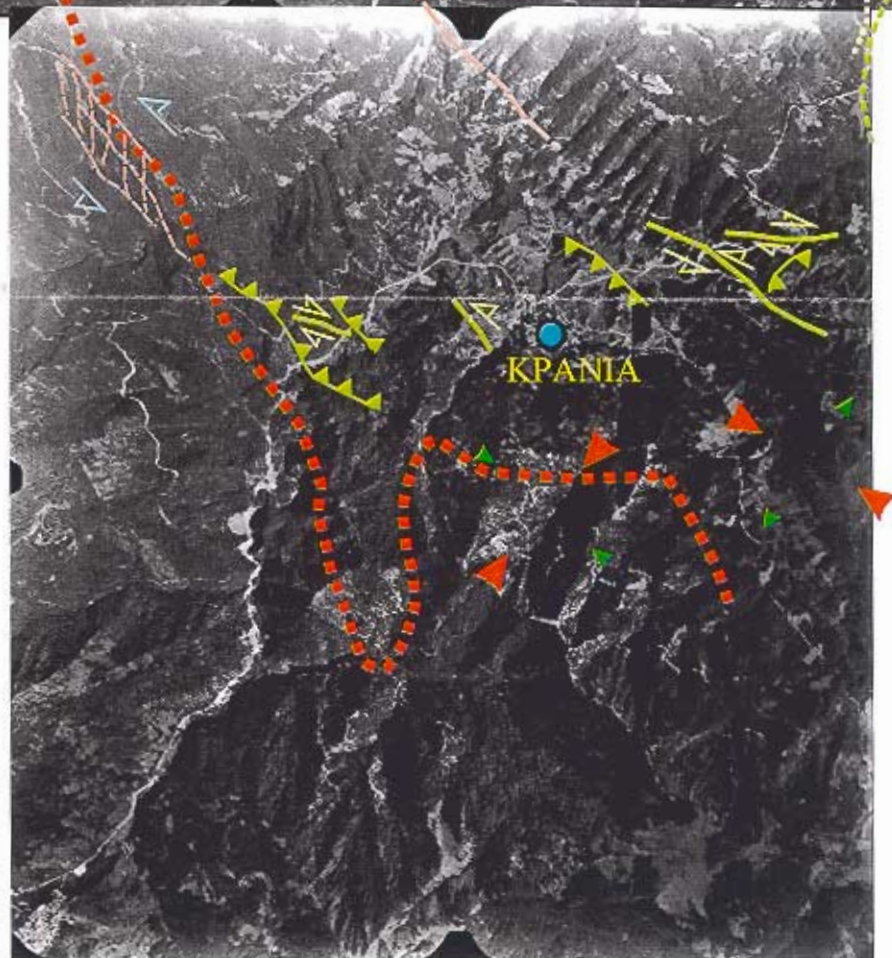
ΚΡΑΝΙΑ-ΕΠΤΑΧΩΡΙΟΥ



ΕΠΤΑΧΩΡΙΟΥ-ΠΕΝΤΑΛΟΦΟΥ







ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

1km 2 km

